



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO DE SONORA  
DR ERNESTO RAMOS BOURS**

**TESIS**

**“EFECTIVIDAD DEL USO DE ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN DE  
PROTECCIÓN PULMONAR EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA  
ELECTIVA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL”**

**QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**Tania Irene Escobar Palacio**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. BRUNO ARMANDO MATA VILLASANA**  
Hospital General de Estado de Sonora

**CODIRECTOR DE TESIS: BIOL. NOHELIA GUADALUPE PACHECO HOYOS**  
Universidad de Sonora  
Hospital General del Estado

**COMITÉ TUTOR: DR. FABIÁN OSWALDO DURON JUÁREZ**  
Hospital Infantil del Estado de Sonora  
**DRA. PAOLA LILIANA GARCÍA ROMERO**  
Hospital Integral de la Mujer del Estado de Sonora

**Hermosillo Sonora; julio 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

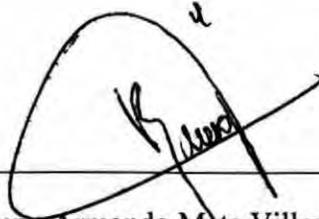
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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.

## **FIRMAS DE AUTORIZACIÓN DEL COMITÉ DIRECTIVO DE TESIS**

Los presentes han revisado el trabajo del médico residente de tercer año Tania Irene Escobar Palacio y lo encuentran adecuado para continuar con su proceso de titulación para obtener su grado de médico especialista en Anestesiología.



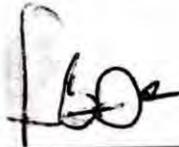
---

Dr. Bruno Armando Mata Villasana  
Tutor Principal  
Hospital General de Estado de Sonora



---

Biol. Nohelia Guadalupe Pacheco Hoyos  
Miembro del comité tutorial  
Universidad de Sonora



---

Dr. Fabián Oswaldo Duron Juárez  
Miembro del comité tutorial  
Hospital Infantil del Estado de Sonora



---

Dra. Paola Liliana García Romero  
Miembro del comité tutorial  
Hospital Integral de la Mujer del Estado de Sonora



Hospital General del Estado  
"Dr. Ernesto Ramos Bours"  
División de Enseñanza e Investigación  
No. de Oficio: SSS/HGE/EM/642/16  
Hermosillo, Sonora a 25 de julio de 2016

2016: "Año del Diálogo y la Reconstrucción"

### OFICIO DE LIBERACIÓN DE TESIS

La división de enseñanza e Investigación del Hospital General del Estado de Sonora hace constar que realizó la revisión del trabajo de tesis del médico residente: *Escobar Palacio Tania Irene*; cuyo título es:

#### EFFECTIVIDAD DEL USO DE ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN DE PROTECCIÓN PULMONAR EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA ELECTIVA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL

Se considera que la tesis reúne los requisitos solicitados por la Universidad Nacional Autónoma de México y se acepta para ser presentada en el examen de grado.

**ATENTAMENTE  
SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN.  
EL SUBJEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA E  
INVESTIGACIÓN**

**DR. ELEAZAR VALLE ARMENTA**

C.p. Archivo  
NGPH



## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la cual ha dejado en mí valores y aptitudes que definirán mi desempeño como médico a lo largo de mi vida. A la secretaria de salud del Estado de Sonora quien me ha brindado su apoyo y se ha interesado en mi formación académica de forma desinteresada. De igual forma agradezco al Hospital General del Estado de Sonora por permitirme ser parte de su familia y convertirlo en mi segundo hogar; a mi comité de tesis quienes estuvieron conmigo durante todo este proceso brindándome su ayuda incondicional. A mi colaboradora, Enfermera Catalina García Valenzuela que sin ella no hubiera sido posible la realización de este estudio.

Deseo agradecer a cada una de las personas que día a día me han brindado su apoyo y transmitido conocimientos, especialmente a mi familia por ser mi fortaleza y el impulso para esforzarme cada vez más hasta ver cumplida cada una de mis metas, por brindarme una vida plena, llena de buenos momentos e incontables enseñanzas; porque gracias a ellos hoy puedo decir que no me hace falta nada.

Sabiendo que jamás encontraré la forma ni las palabras para agradecer su constante apoyo.

Muchas Gracias

## **DEDICATORIA**

La presente Tesis está dedicada a Dios quién me ha permitido vivir hasta el día de hoy y ver una meta más cumplida y a mi familia a quienes les debo todo lo que soy.

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 Generalidades	3
1.2 Embriología del aparato respiratorio	4
1.3 Anatomía del aparato respiratorio	5
1.3.1 Cavidad nasal	5
1.3.2 Faringe	6
1.3.3 Laringe	6
1.3.4 Tráquea y bronquios	8
1.3.5 Pulmones	9
1.4 Fisiología pulmonar	11
1.4.1 Ventilación pulmonar	12
1.4.2 Volúmenes y capacidades pulmonares	12
1.4.3 Índices dinámicos	14
1.4.4 Espirometría	15
1.4.4.1 Contraindicaciones	15
1.4.4.2 Complicaciones	16
1.4.4.3 Variables analizadas en la espirometría	16
1.4.4.4 Realización de la prueba	18
1.4.4.5 Interpretación	19
1.4.5 Difusión de los gases	20
1.4.6 Difusión a través de las membranas alveolo capilares	21
1.4.7 Distribución de la ventilación y la perfusión	21
1.4.8 Radio ventilación perfusión	22
1.5 Introducción a la ventilación mecánica	23
1.5.1 Modos controlados de ventilación mecánica	23
1.5.2 Parámetros ventilatorios	24
1.6 Cambios fisiológicos causados por anestesia general	25
1.6.1 Principios fisiológicos	26
1.6.2 Alteraciones pulmonares	26
1.6.3 Alteración cardiaca	28
1.7 Efectos secundarios que se presentan durante la ventilación mecánica	29
1.8 Estrategia de ventilación de protección pulmonar	34
1.8.1 Modos de reclutamiento	36
1.8.2 Parámetros ventilatorios recomendados	37
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	39
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	40

<b>OBJETIVOS</b>	42
<b>HIPÓTESIS CIENTÍFICA</b>	43
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODO</b>	
2.1 Metodología	44
2.1.1 Diseño del estudio	44
2.1.2 Población	44
2.1.3 Periodo de estudio	45
2.1.4 Muestra	45
2.2 Criterios de selección	45
2.3 Aspectos éticos	46
2.4 Recursos empleados	46
2.5 Descripción de las variables según la metodología	47
2.6 Descripción del estudio	54
2.7 Análisis estadístico	55
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN</b>	
3.1 Resultados	57
3.2 Discusión	65
3.3 Conclusión	68
3.4 Recomendaciones y consideraciones	69
<b>LITERATURA CITADA</b>	70
<b>ANEXOS</b>	75

## **RESUMEN**

**Título:** efectividad del uso de estrategia de ventilación de protección pulmonar en pacientes sometidos a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general

**Introducción:** La ventilación mecánica de protección pulmonar, se puede definir como una estrategia de ventilación cuyo objetivo es evitar el daño pulmonar asociado a la ventilación mecánica utilizando una serie de parámetros respiratorios individualizados (volumen corriente bajo y la presión espiratoria final positiva con o sin el uso de maniobras de reclutamiento), mejorando el resultado.

**Objetivo:** demostrar la efectividad del uso de ventilación de protección pulmonar comparándola con la ventilación no protectora (estándar) en cirugía abdominal electiva por medio de una espirometría en el Hospital General del Estado, Hermosillo, Sonora.

**Materiales y método:** se realizó un estudio prospectivo, transversal, analítico y clínico. Se incluyeron a 35 pacientes sometidos de manera electiva a cirugía abdominal en el Hospital General del Estado “Dr. Ernesto Ramos Bours” de junio a julio del 2016 que fueron manejados bajo anestesia general asignándoles al azar dos estrategias ventilatorias (estrategia protectora y estrategia no protectora). Variables estudiadas: sociodemográficas, espirométricas (FEV1, FVC Y FVC/VEF1) y saturación de Oxígeno.

**Resultados:** 29 pacientes terminaron satisfactoriamente el estudio, las características sociodemográficas de los pacientes en ambos grupos fueron muy similares; 72% pertenecen al género femenino y el 28% restante al masculino. En cuanto a la función respiratoria entre ambos grupos 24 horas posteriores al evento anestésico, no encontramos diferencias estadísticamente significativas ya que en ambas estrategias de ventilación se encontraron pacientes con cambios en la espirometría de control muy similares entre sí, manteniendo la saturación de oxígeno en rangos normales.

**Conclusiones:** no podemos eliminar ninguna de estas dos estrategias como posibilidad de ventilación en pacientes con pulmones sanos, ya que ambos métodos mostraron ser seguros al no presentar ninguna complicación ó inestabilidad hemodinámica transanestésica y/ó postanestésica.

## **ABSTRACT**

**Title:** effectiveness of using strategy of lung protective ventilation in elective abdominal surgery under general anesthesia.

**Background:** mechanical lung protective ventilation, can be defined as a ventilation strategy which aims to prevent lung damage associated with mechanical ventilation using a series of individualized respiratory parameters ( low tidal volume and positive end expiratory pressure with or without the use of recruitment maneuvers ), improving the result.

**Aim:** determining the effectiveness of protective lung protective ventilation compared with non-protective ventilation (standard) in elective abdominal surgery by spirometry in the General State Hospital, Hermosillo, Sonora.

**Material and methods:** A prospective, transversal, analytical and clinical study. 35 patients electively abdominal surgery were included in the General State Hospital "Dr. Ernesto Ramos Bours "June to July 2016 were handled under general anesthesia assigning them at random two ventilatory strategies (protective and non-protective strategy). Variables studied: sociodemographic, spirometry (FEV1, FVC and FVC / FEV1) and oxygen saturation.

**Results:** 29 patients successfully completed the study, the sociodemographic characteristics of patients in both groups were very similar; 72% are female and the remaining 28% male. As for the respiratory function between the two groups 24 hours after the anesthetic event, we found no statistically significant differences since in both ventilation strategies patients changes were found in spirometry very similar control between itself, maintaining oxygen saturation ranges normal.

**Conclusions:** we cannot eliminate any of these two strategies as possible ventilation in patients with healthy lungs, since both methods were shown to be safe when not present any complications or hemodynamic instability trans and / or post-anesthesia.

## INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica (VM) es una alternativa terapéutica, que gracias a la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos de la función respiratoria y a los avances tecnológicos nos brinda la oportunidad de suministrar un soporte avanzado de vida eficiente a los pacientes que se encuentran en estado crítico padeciendo de insuficiencia respiratoria (IR) (Gutiérrez, 2011).

El objetivo principal de la ventilación en los seres vivos es proporcionar el oxígeno, en concentración suficiente a nivel alveolar, para que nuestra fisiología se encargue de transportarlo a las células para su empleo a nivel mitocondrial como aceptor final de electrones en el transporte electrónico, en la matriz celular como oxidante, o como componente estructural. El segundo objetivo es expulsar al medio ambiente el bióxido de carbono producto del metabolismo intermediario (López, 2008).

El origen del empleo de la ventilación mecánica para asistir a la función respiratoria deficiente tiene muchos años de desarrollo. Un estímulo fundamental para su desarrollo ha sido la evolución de la cirugía, es decir, el desarrollo de técnicas quirúrgicas cada vez más sofisticadas, en pacientes en situación crítica y a veces terminal. Esto requirió de un soporte vital avanzado, proporcionado, no por el cirujano, el cual se dedica a la corrección anatómica del órgano afectado, sino por parte de un médico capacitado con el conocimiento fisiopatológico suficiente y la destreza necesaria para aplicar los diferentes equipos de soporte vital empleados en medicina crítica y que se dedica exclusivamente al cuidado del paciente; en otras palabras el anestesiólogo (López, 2008).

Las estrategias de ventilación mecánica en el transoperatorio a lo largo de los años han evolucionado paralelo al conocimiento de la fisiología y patología respiratoria. Se estima que anualmente se realizan de manera global más de 234 millones de procedimientos quirúrgicos mayores que requieren ventilación mecánica (Carrillo-Espinoza, 2015).

Las complicaciones pulmonares ocurren entre el 3y 10% de los pacientes en quienes se realiza cirugía abdominal electiva y aún más en aquellos que requieren cirugía de emergencia, estas complicaciones están relacionadas principalmente con la lesión pulmonar inducida por ventilación Mecánica (LPIVM), como es atelectrauma, barotrauma, volutrauma y biotrauma (carrillo-Espinoza, 2015). La producción de atelectasias es una de las complicaciones respiratorias más frecuentes durante el periodo perioperatorio y afecta a cerca del 90% de los pacientes (Rama, 2010). Durante la laparoscopia, la insuflación del neumoperitoneo con CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono) a presiones de 11–13mmHg aumenta el desarrollo de atelectasias (Rama-Maceiras, 2009).

La optimización de la ventilación intraoperatoria requiere una adecuada comprensión de los mecanismos básicos responsables del deterioro del intercambio gaseoso inducido por la anestesia. El intercambio gaseoso alterado puede contribuir a complicaciones respiratorias postoperatorias, que son de los efectos adversos producidos más frecuentes después de la cirugía. Actualmente se considera que una optimización de la ventilación mecánica perioperatorio puede mejorar el resultado en los pacientes (Gregory, 2009).

Por dicho motivo surge el interés de investigar la efectividad de utilizar estrategia de Ventilación de Protección Pulmonar en pacientes sometidos a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general en el Hospital General del Estado “Dr. Ernesto Ramos Bours”.

# CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

## 1.1 GENERALIDADES

Las estrategias de ventilación mecánica (VM) han venido sufriendo una modificación en las últimas décadas, con la tendencia al uso de volúmenes corrientes (VC) cada vez menores, principalmente en los pacientes con lesión pulmonar aguda (LPA), o síndrome de la angustia respiratoria del adulto (SARA). Sin embargo, en los pacientes sin LPA/ SARA, el uso de VC altos todavía es algo bastante común. Estudios retrospectivos sugieren que el uso de esa práctica puede estar relacionado a la LPA asociada a la ventilación mecánica (Seiberlich, 2011).

Para poder comprender los beneficios y/o posibles complicaciones al emplear estrategias de ventilación de protección pulmonar, es indispensable tener conocimientos básicos sobre embriología, anatomía y fisiología del sistema respiratorio así como de ventilación pulmonar. Posteriormente podremos entender los cambios fisiológicos presentes durante los procedimientos anestésicos, las posibles complicaciones presentes en el postoperatorio a causa del manejo ventilatorio empleado aunado a los medicamentos usados y los posibles cambios que podemos lograr al emplear parámetros establecidos para tratar de mejorar la recuperación del paciente y de esa forma disminuir ó acortar su estancia hospitalaria.

Para brindarle seguridad al paciente es necesario conocer su función pulmonar previo a idear la mejor estrategia ventilatoria y todo esto es posible gracias a un instrumento conocido con el nombre de espirómetro, el cual mide los flujos espiratorios en el tiempo (VEF<sub>1</sub>) y así, evalúa indirectamente la resistencia de la vía aérea al paso del aire, pero

además proporciona información sobre el tamaño funcional del pulmón (CVF). En la curva espirométrica, es posible medir el flujo instantáneo máximo que se logra durante una espiración forzada (Flujo espiratorio "tope" o PEFR en la literatura anglo-sajona). (Sepulveda, 2004).

## 1.2 EMBRIOLOGÍA DEL APARATO RESPIRATORIO

El aparato respiratorio es una evaginación de la pared ventral del intestino, y el epitelio de la laringe, la tráquea, los bronquios y los alvéolos tienen un origen endodérmico. Los componentes cartilaginoso, muscular y conectivo provienen del mesodermo. En la cuarta semana intrauterina aparece el divertículo respiratorio (Langman, 2007).

El desarrollo pulmonar es un proceso complejo y altamente organizado, en el que se reconocen varias etapas dinámicas: embrionaria, pseudoglandular, canalicular, sacular, alveolar, maduración microvascular, hiperplasia activa e hipertrofia. El desarrollo de la vía aérea es seguido de modo estrecho por el desarrollo de la vasculatura pulmonar, para concluir en la formación de la unidad alvéolo-capilar (Fernando Iñiguez, 2008).

Etapas del desarrollo pulmonar

1. **Etapa embrionaria 3-7 semanas:** desarrollo de las vías aéreas mayores
2. **Etapa pseudoglandular 7-17 semanas:** aparición de circulación pulmonar (vasculogénesis), desarrollo del árbol bronquial hasta nivel de bronquíolos terminales (preacinar), el crecimiento vascular sigue al de la vía aérea.
3. **Etapa canalicular 17-27 semanas:** formación de acinos, crecimiento del lecho capilar (angiogénesis), diferenciación epitelial y aparece el surfactante.

4. **Etapa sacular 28-36 semanas:** formación de los espacios aéreos transitorios y depósito fibras elásticas en futuros septos secundarios.
5. **Etapa alveolar 36 semanas a 2-3 años postnatal:** aparición de septos secundarios, formación de alvéolos. (Fernando Iñiguez, 2008).

### 1.3 ANATOMIA DEL APARATO RESPIRATORIO

**1.3.1 Cavidad nasal:** estructura relevante debido a la serie de funciones que tiene entre ellas la humidificación, calentamiento y aumento de la resistencia de la vía aérea permitiendo un mayor flujo respecto a la boca (Isaacs, 2002). Generalmente localizada en línea media (de dos áreas que confluyen), la primera es la cavidad oral la cual se limita por el paladar blando y duro, los dientes y la lengua. La orofaringe limita con la nasofaringe por arriba y por debajo con la punta de la epiglotis. La segunda es la cavidad nasal la cual se extiende desde las narinas hasta las coanas (Brimabombe, 2005). Las fosas nasales tienen una pared medial que se denomina tabique nasal, y una pared lateral, que presenta los llamados cornetes nasales. Estos cornetes nasales ofrecen una anatomía muy irregular, y es en esta pared donde hay las comunicaciones con los senos paranasales (Rouvière, 2005).

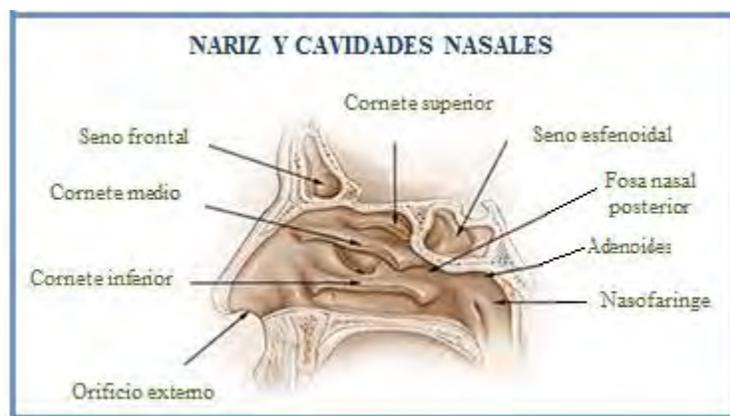


Figura 1 Anatomía de la Fosa nasal. Wikimedia

**1.3.2 Faringe:** es un tubo que mide entre 12 y 15 cm de longitud, y que se extiende desde la base del cráneo hasta el nivel del cuerpo de C6 (nivel del cartílago cricoides), donde se continúa con el esófago. Está formada por 3 músculos constrictores (superior, medio e inferior), además, la parte baja del constrictor inferior se inserta en el cartílago cricoides y origina el músculo cricofaríngeo, que actúa como esfínter a la entrada del esófago, siendo considerado como la última barrera a la regurgitación de contenido gástrico. La faringe se comunica anteriormente con la nariz, boca y laringe, lo que permite dividirla en los respectivos segmentos: nasofaringe, orofaringe y laringofaringe (Sologuren, 2011).



Figura 2 Anatomía de la Faringe. Escuelapedia.com

**1.3.3 Laringe:** es la porción del tracto respiratorio que va entre la laringofaringe y la tráquea. En los adultos mide aproximadamente 5 a 7 cm de longitud y se encuentra ubicada entre C4 y C6. En las mujeres suele ser más corta y en los niños está ubicada en una posición más alta en el cuello (Sologuren, 2011). Está relacionada con los cuerpos vertebrales C3-C6. Tiene tres zonas, supraglótica que contiene la epiglotis y los aritenoides, una segunda zona es la glotis que cuenta con las cuerdas vocales y las comisuras y la tercera es subglótica que abarca aproximadamente 1 cm hasta el cartílago cricoides (Thurnher D, 2007).

Su estructura consta de nueve cartílagos, de los cuales tres son pares y tres impares:

- \* 1 cricoides.
- \* 1 tiroides.
- \* 1 epiglotis.
- \* 2 aritenoides.
- \* 2 corniculados o de Santorini.
- \* 2 cuneiformes o de Wrisberg.

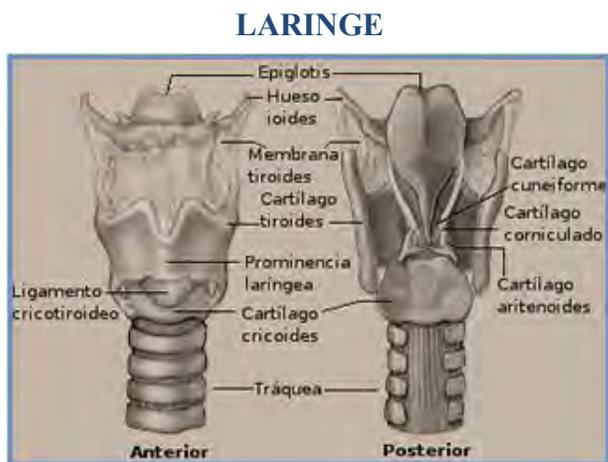


Figura 3 Vista anterior y posterior de la Laringe, sabelotodo.org

La inervación de la laringe es sensitiva y motora. Está realizada por cuatro ramas del X par craneal: el nervio laríngeo superior que es un nervio fundamentalmente sensitivo y motor para el músculo cricotiroides y el nervio laríngeo inferior o recurrente que inerva el resto de los músculos intrínsecos de la laringe (tabla 1).

<b>Tabla 1. Inervación y acción de músculos laríngeos</b>		
<u>Músculo</u>	<u>Inervación</u>	<u>Acción</u>
Cricoaritenoides posterior	Laríngeo recurrente	Abducción de las cuerdas vocales
Cricoaritenoides Lateral	Laríngeo recurrente	Abducción de las cuerdas vocales
Tiroaritenoides	Laríngeo recurrente	Relaja las cuerdas vocales
Interitenoideo y oblicuo	Laríngeo recurrente	Abducción de las cuerdas vocales
Cricotiroides	Laríngeo Superior	Tensor de las cuerdas vocales

## VÍA AÉREA

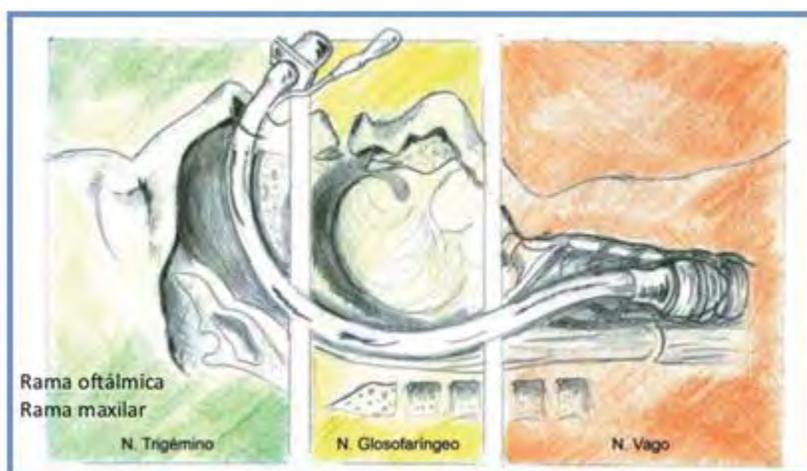


Figura 4 Inervación de la Vía Aérea (Rev Chl. Anest, 2009)

**1.3.4 Tráquea y bronquios:** inicia por debajo del cartílago cricoides a nivel de la sexta vértebra cervical (C6) aproximadamente, hasta una porción intratorácica a nivel mediastinal correlacionándose con la quinta vértebra torácica (T5), donde se bifurca dando origen a los bronquios fuente, ésta es la carina. La tráquea con una longitud de 20 cm<sup>3</sup> y un diámetro de 12 mm está formada por 16-20 anillos cartilagosos, cuya forma semeja una «U» (Hans, 2015).

La irrigación de la tráquea en su porción cervical está dada primordialmente por la arteria tiroidea inferior, la cual da tres ramas traqueoesofágicas, mientras que la porción distal de la tráquea, la carina y los bronquios fuente son irrigados por las arterias bronquiales en especial por la bronquial superior y algunas ramas de la arteria mamaria interna (Hans, 2015).

El bronquio derecho tiende a ser más paralelo a la tráquea, mientras el bronquio izquierdo es más perpendicular. El bronquio derecho mide 3 cm es más

ancho que el izquierdo y tiene tres bronquios segmentarios el superior medio e inferior. El bronquio fuente izquierdo es más largo 4-5 cm y más estrecho; éste tiene dos bronquios segmentarios: el superior y el inferior, se considera que el superior tiene una división adicional superior e inferior o llingula. Son en total 23 ramificaciones que sufre la vía respiratoria; recordemos que tiene cartílago hasta la número 11 y que hasta la división número 16 no tenemos intercambio gaseoso (Hans, 2015).

## TRÁQUEA Y BRONQUIOS

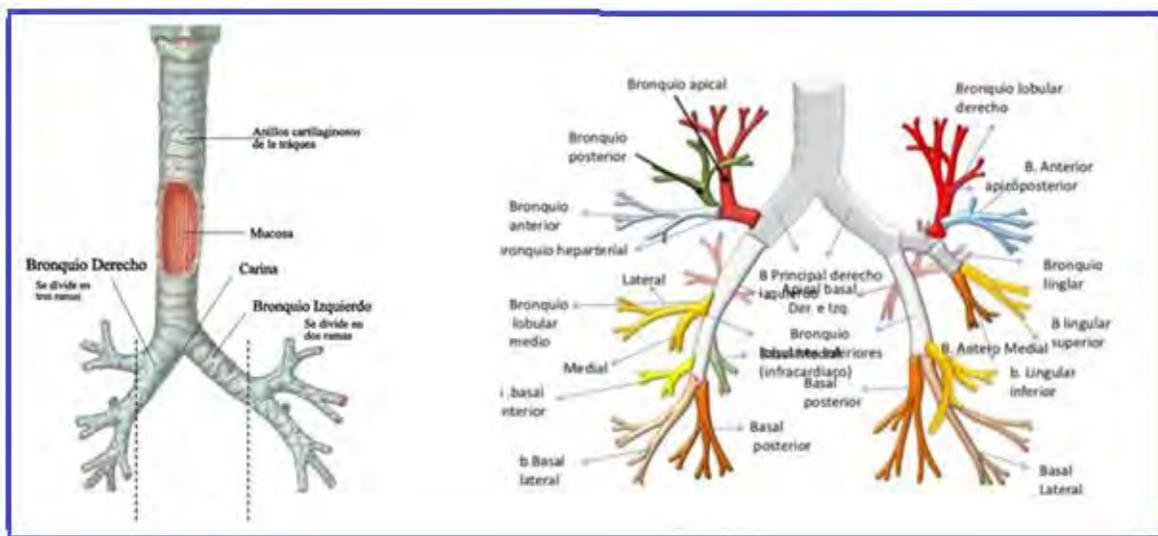


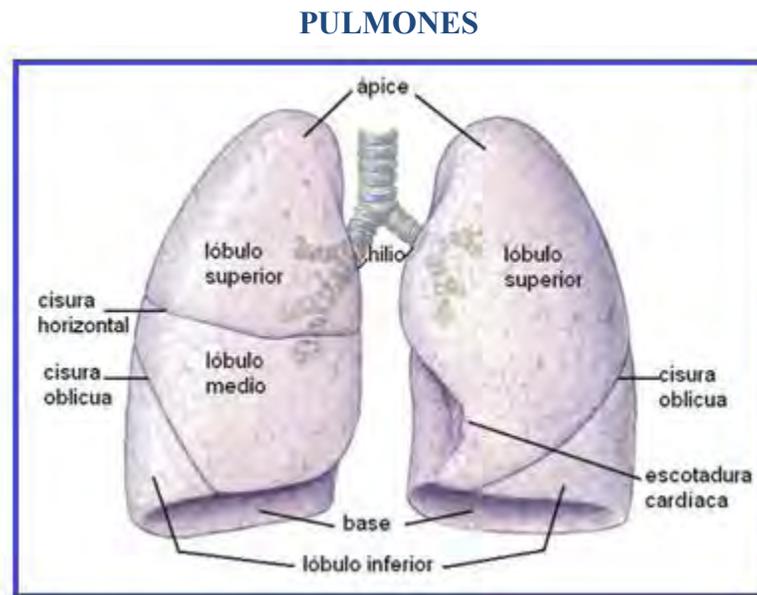
Figura 5 Vista anterior de la tráquea y los bronquios. Netter cuarta edición

**1.3.5 Pulmones:** ubicados uno en cada hemitórax, con forma de cono de base amplia y ápice que alcanza por delante 2 cm por arriba de la primera costilla y por detrás a nivel de la séptima vértebra cervical; La función más importante es la relacionada con el intercambio gaseoso. Estas estructuras se encuentran protegidas o recubiertas por una membrana denominada la pleura; como toda serosa posee dos membranas, pleura visceral y

pleura parietal. Entre éstas existe un espacio casi virtual en el cual se encuentra el líquido pleural (Barash, 2009; Nunn, 1993).

Los pulmones son fáciles de distender, y el proceso retroelástico de la pared torácica le ayuda a recuperar su volumen inicial de reposo. Éstos son los dos movimientos principales con relación al intercambio de gases del sistema respiratorio, la inspiración facilitada principalmente por el diafragma en un 75% y el resto por los intercostales durante el reposo; la inspiración inicia con una caída de las presiones intratorácicas haciendo que sea aún mayor la atmosférica, facilitando de este modo la entrada del aire; la espiración es casi un movimiento pasivo de la pared torácica. Las ramificaciones a partir de la número 17 está en contacto con las capilares pulmonares donde se presenta la hematosis, a partir del bronquiolo terminal hasta los alvéolos la distancia es de milímetros; sin embargo, el volumen de esta área denominada zona respiratoria varía entre 2.5 y 3 litros. Los alveolos al nacimiento son 24 millones de unidades, las cuales a la edad de 8 años pueden llegar a los 300 millones. Éstos están en relación con aproximadamente 250 millones de capilares dando a un área de intercambio de gases de 70 m<sup>2</sup>. La circulación tiene dos componentes, uno el encargado de llevar todo el gasto cardíaco a las redes capilares para intercambio gaseoso y el segundo encargado de la irrigación de las vías de conducción. La arteria pulmonar maneja presiones medias de 1220 mmHg; para recibir el gasto cardíaco de las cavidades derechas, se ramifica progresivamente en conjunto con las venas y los bronquios. Los capilares tendrán un diámetro aproximado de 10 µm, dando paso a un glóbulo rojo para el proceso de intercambio y el área de la barrera hematogaseosa es de 0.3 µm, siendo alrededor de 1,000 segmentos de capilares los que se encuentran en contacto con un alveolo (Barash, 2009; Nunn, 1993).

Éstos están constituidos en un 80% por células tipo I las cuales tienen una función metabólica limitada, facilitando su daño ante situaciones de lesión. Las tipo II en estos eventos se replican y se tornan tipo I. Los neumocitos tipo II son los responsables de la síntesis del surfactante el cual mantiene la tensión superficial adecuada para prevenir el colapso de éstos (Barash, 2009).



**Figura 6 Vista anterior de los pulmones. Genomasur.com capítulo 14**

## **1.4 FISIOLÓGÍA PULMONAR**

La principal tarea del pulmón es oxigenar la sangre y eliminar de la misma el dióxido de carbono. Esto se consigue mediante el intercambio gaseoso entre los alvéolos y la sangre capilar pulmonar. El aire llega hasta los alvéolos por la respiración cíclica, y el oxígeno inspirado difunde a través del epitelio de la pared alveolar, el tejido intersticial y la pared del endotelio capilar, así como a través del plasma, y finalmente llega a la hemoglobina del interior de los eritrocitos. El dióxido de carbono difunde en dirección

opuesta desde los eritrocitos y el plasma hasta la fase gaseosa alveolar, y es espirado. Para establecer el intercambio gaseoso en el pulmón humano debe haber ventilación de los alveolos, difusión a través de las membranas alveolo capilares, y circulación o perfusión del lecho capilar pulmonar. (Miller, 2010)

#### **1.4.1 Ventilación pulmonar**

Es el conjunto de procesos que hacen fluir el aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares a través de los actos alternantes de la inspiración y la espiración (West, 2008).

Este proceso puede ser activo o pasivo según que el modo ventilatorio sea espontáneo, cuando se realiza por la actividad de los músculos respiratorios del individuo; o mecánico cuando el proceso de ventilación se realiza por la acción de un mecanismo externo. El nivel de ventilación está regulado desde el centro respiratorio en función de las necesidades metabólicas, del estado gaseoso y el equilibrio ácido-base de la sangre y de las condiciones mecánicas del conjunto pulmón-caja torácica (Miller, 2010).

Los volúmenes pulmonares son un concepto importante de la fisiología pulmonar ya que son éstos los que nos permiten, basado en un conocimiento teórico, realizar maniobras de ventilación adecuadas y entender fisiopatológicamente distintas enfermedades (Hans, 2015).

#### **1.4.2 Volúmenes y capacidades pulmonares**

- \* **Volumen corriente** (VC o TD): es durante una respiración tranquila y relajada, el volumen de aire que es inhalado o exhalado con cada respiración.

- \* **Volumen de reserva espiratoria (VRE o ERV):** es la máxima cantidad de aire que es exhalada de manera forzada después de una inspiración normal y una espiración normal.
- \* **Volumen de reserva inspiratoria (IRV o VRI):** es la máxima cantidad de aire que puede ser inhalada de manera forzada después de una inhalación normal.
- \* **Volumen residual (RV o VR):** es la cantidad de aire que permanece en los pulmones después de la espiración máxima.
- \* **Capacidad pulmonar total:** volumen de gas en el pulmón al final de una inspiración máxima. Suma de la capacidad vital (CV) y del volumen residual (RV)
- \* **Capacidad Vital Respiratoria:** Volumen de gas exhalado después de una inspiración máxima y la inspiratoria es el volumen que puede ser inspirado después de una espiración máxima.
- \* **Capacidad Vital:** La suma de la capacidad inspiratoria y del volumen de reserva espiratoria.
- \* **Capacidad Residual Funcional:** Volumen de gas que queda en el pulmón después de una espiración normal.
- \* **Capacidad de cierre:** Volumen pulmonar por debajo del cual se presenta el cierre de la vía aérea durante la maniobra de una espiración máxima lenta (Hans, 2015; Escobar, 2011).

La maniobra de espiración forzada cuantifica los volúmenes pulmonares por encima de la capacidad residual funcional. Además permite cuantificar algunos índices dinámicos.

### 1.4.3 Índices Dinámicos

- \* **Volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV1):** volumen de gas espirado durante el primer segundo de una maniobra forzada desde una inspiración máxima. Durante el inicio de la espiración forzada las vías aéreas empiezan a ser comprimidas y el flujo alcanza su máximo (flujo espiratorio máximo), el cual depende de la fuerza espiratoria. Cuando se ha espirado entre un 20 a 30% de la capacidad vital, las vías aéreas mayores están comprimidas y por tanto hay una limitación al flujo. Esta fase es sólo ligeramente dependiente de la fuerza y refleja la resistencia intratorácica al flujo especialmente de las vías aéreas pequeñas no comprimidas y es dependiente de las características elásticas del pulmón y de la magnitud de la capacidad vital. La relación entre el volumen espiratorio en el primer segundo y la capacidad vital (FEV1/CV o índice de Tyffenaar) refleja el grado de obstrucción pero si la capacidad vital está reducida este índice puede subestimar la limitación al flujo. (Gattinoni, 2003).
- \* **Volumen inspiratorio forzado en un segundo:** es el volumen de gas inspirado en el primer segundo de una inspiración forzada después de una espiración máxima. Durante esta maniobra la presión intratorácica es subatmosférica y por tanto las vías aéreas se distienden. El FIV1 es dependiente de la fuerza. En el estrechamiento de las vías aéreas extratorácicas el flujo inspiratorio está limitado ya que debido a la presión subatmosférica por detrás de la obstrucción las vías aéreas se colapsan. La relación FIV1/VC es un índice de obstrucción inspiratoria.

- \* **Ventilación voluntaria máxima.** Es el volumen de gas máximo que puede ser espirado durante un minuto a una frecuencia de 30 por minuto durante 20 segundos. (Gattinoni, 2003).

#### **1.4.4 Espirometría**

Es una prueba básica para el estudio de la función pulmonar cuya realización es necesaria para la evaluación y seguimiento de las enfermedades respiratorias. Su utilidad trasciende el ámbito de la neumología, y en los últimos años se está incorporando progresivamente en atención primaria y otras disciplinas médicas (García, 2013).

##### **1.4.4.1 Contraindicaciones de la espirometría**

###### **Absolutas**

- \* Inestabilidad hemodinámica.
- \* Embolismo pulmonar.
- \* Neumotórax reciente (hasta estar adecuadamente anticoagulado).
- \* Hemoptisis aguda.
- \* Infecciones respiratorias activas (tuberculosis, norovirus, influenza).
- \* Infarto de miocardio reciente (7 días).
- \* Angina inestable.
- \* Aneurisma de la aorta torácica que ha crecido o de gran tamaño (>6 cm).
- \* Hipertensión intracraneal.
- \* Desprendimiento agudo de retina.

## Relativas

- \* Paciente confuso o demenciado.
- \* Cirugía abdominal o torácica reciente.
- \* Cirugía cerebral, ocular u otorrinolaringológica reciente
- \* Diarrea o vómitos agudos, estados nauseosos.
- \* Crisis hipertensiva.
- \* Problemas bucodentales o faciales que impidan o dificulten la colocación y la sujeción de la boquilla.

(García, 2013).

### 1.4.4.2 Complicaciones

Son infrecuentes y las más habituales son accesos tusígenos, broncoespasmo, dolor torácico, mareo, incontinencia urinaria o aumento de la presión intracraneal (García, 2013).

### 1.4.4.3 Variables analizadas en la espirometría

En cuanto a las variables principales que se analizan en la espirometría forzada son la capacidad vital forzada (FVC) y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (FEV<sub>1</sub>), entre otras; la cuales se describen a continuación:

- \* **FVC**: volumen máximo de aire exhalado en una maniobra espiratoria de esfuerzo máximo, iniciada tras una maniobra de inspiración máxima, expresado en litros.
- \* **FEV<sub>1</sub>**: volumen máximo de aire exhalado en el primer segundo de la maniobra de FVC, expresado en litros.
- \* **Cociente FEV<sub>1</sub>/FVC** muestra la relación entre ambos parámetros.

- \* **índice de Tiffeneau:** cociente entre el  $FEV_1$  y la capacidad vital (VC) lenta.
- \*  **$FEV_6$ :** volumen máximo de aire exhalado en los 6 primeros segundos de la maniobra de FVC
- \*  **$FEV_1/FEV_6$**  parámetros alternativos a los anteriores en la interpretación de la espirometría, cuando se usan equipos portátiles simplificados.
- \*  **$FEV_t$ :** volumen máximo de aire exhalado en un tiempo «t».
- \*  **$FEV_{0,5}$  o el  $FEV_{0,75}$ :** en niños que no sean capaces de realizar una maniobra forzada durante un segundo.

(García, 2013).

Además de volúmenes, también se deben considerar diversos flujos:

- \* **Flujo espiratorio medio ( $FEF_{25-75\%}$  o **MMEF**):** flujo medido entre el 25% y el 75% de la maniobra de espiración forzada (expresado en  $l s^{-1}$ ).
- \* **Flujo espiratorio máximo (PEF):** se obtiene del valor pico en la rama espiratoria de la curva flujo-volumen y también se expresa en  $litros s^{-1}$ .
- \* **Flujos espiratorios instantáneos ( $FEF_{x\%}$ ):** se refieren al flujo cuando el porcentaje correspondiente de la FVC (x%) ha sido exhalado. Los más utilizados son:
  - $FEF_{25\%}$
  - $FEF_{50\%}$
  - $FEF_{75\%}$  ( $l s^{-1}$ ).

(García, 2013).

Entre los parámetros inspiratorios, debe considerarse:

- \* **Capacidad vital forzada inspiratoria (IFVC):** volumen máximo de aire inspirado, en una maniobra inspiratoria de esfuerzo máximo iniciada tras una maniobra de espiración máxima.
- \* **Volumen inspiratorio forzado en el primer segundo (FIV<sub>1</sub>):** volumen máximo de aire inspirado en el primer segundo de la maniobra de IFVC.
- \* **Flujo inspiratorio medio (FIF<sub>25-75%</sub> o MMIF):** flujo entre el 25% y el 75% de la maniobra de inspiración forzada
- \* **Flujo inspiratorio máximo (PIF):** pico de flujo en la maniobra de inspiración forzada
- \* **Flujos inspiratorios instantáneos (FIF<sub>25%</sub>, FIF<sub>50%</sub> y FIF<sub>75%</sub>):** flujos inspiratorios cuando ha sido inhalado el 25%, el 50% o el 75% de la IFVC, respectivamente.

(García, 2013).

#### 1.4.4.4 Realización de la prueba

La prueba se realizará con el individuo sentado erguido, sin cruzar las piernas y sin ropa ajustada. Durante la maniobra la espalda estará apoyada en el respaldo, vigilando que no se incline hacia delante durante su realización. No es necesario retirar la dentadura postiza, salvo que dificulte la realización de las maniobras. La utilización de pinza nasal en la espirometría forzada es controvertida, aunque resulta imprescindible en la medición de la VC, para evitar posibles fugas por la respiración nasal (García, 2013).

Para llevar a cabo la espirometría, se indicará al paciente que debe:

- \* Respirar tranquilamente a través de la boquilla, al menos tres respiraciones hasta verificar que la línea de base (capacidad residual funcional [FRC]) es estable
- \* Inspirar hasta TLC
- \* Soplar lentamente hasta volumen residual (RV).

Se realizarán un mínimo de tres maniobras separadas un minuto.

La espirometría es útil para el diagnóstico, para la valoración de la gravedad y para la monitorización de la progresión de las alteraciones ventilatorias. Su interpretación debe ser clara, concisa e informativa y su evaluación debe ser individualizada, teniendo en cuenta la representación gráfica y los valores numéricos (García, 2013).

#### **1.4.4.5 Interpretación**

Se considera espirometría **normal** cuando sus valores son superiores al límite inferior del intervalo de confianza (LIN). El LIN está alrededor del 80% del valor teórico del FEV<sub>1</sub>, FVC y VC, de 0,7 para la relación FEV<sub>1</sub>/FVC, y aproximadamente el 60% para el FEF<sub>25-75%</sub> en sujetos menores de 65 años y de tallas no extremas (García, 2013).

La **alteración ventilatoria obstructiva** se define por una relación FEV<sub>1</sub>/FVC reducida (menor del LIN). En la práctica clínica, por su sencillez, la definición de obstrucción a partir de una relación FEV<sub>1</sub>/FVC menor de 0,7, aunque este criterio es menos preciso y da lugar a falsos negativos (García, 2013).

Clasificación de la gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas (tabla 2)

Nivel de gravedad	FEV <sub>1</sub> (% valor de referencia)
Leve	> 70%
Moderada	60-69%
Moderadamente grave	50-59%
Grave	35-49%
Muy grave	< 35%

**Tabla 2. Gravedad de las alteraciones ventilatorias obstructivas**

La **alteración ventilatoria «no obstructiva»** se define por una FVC reducida con una relación FEV<sub>1</sub>/FVC por encima del LIN o incluso al valor medio de referencia. Se debe sospechar un trastorno restrictivo cuando la FVC esté por debajo del LIN, la relación FEV<sub>1</sub>/FVC supere su LIN. La coexistencia de un defecto obstructivo y no obstructivo en un paciente se define cuando tanto la FVC como la relación FEV<sub>1</sub>/FVC están por debajo de sus respectivos LIN (García, 2013).

#### 1.4.5 Difusión de los gases

La vía aérea a medida que va avanzando hacia la inferior aproximadamente hacia la generación 15, comienza a tener alvéolos, con el fin de participar en el intercambio alveolo capilar; asimismo, el área transversal de intercambio aumenta, teniendo como referencia la tráquea con 2.5 cm<sup>2</sup> hasta la 14 generación donde dicho valor se acerca a 70 cm<sup>2</sup>. Este proceso pasivo rige la movilización de los gases en el intercambio a nivel de la membrana hematogaseosa, la ley de Fick describe las características que permiten que este proceso se facilite en el sistema respiratorio (Hans, 2015).

#### 1.4.6 Difusión a través de las membranas alvéolo capilares

La difusión como proceso pasivo consiste en este contexto al paso de oxígeno de la fase gaseosa al plasma y los eritrocitos. Al mismo tiempo que difunde el CO<sub>2</sub> del plasma a los alvéolos. La cantidad que se puede difundir depende de cuatro factores:

- \* **Área superficial disponible para la difusión:** a menor valor menor será la difusión
- \* **El espesor de las membranas:** a mayor grosor de esta menor será la difusión tanto de O<sub>2</sub> como de CO<sub>2</sub>.
- \* **La diferencia de presión del gas de la barrera** (un gradiente más amplio, mayor será la capacidad de difusión), **el peso molecular del gas.**
- \* **Solubilidad del gas** (mayor solubilidad del CO<sub>2</sub> se relaciona con la solubilidad en los tejidos, el CO<sub>2</sub> es 30 veces más soluble que el O<sub>2</sub> y difunde a una velocidad 20 veces mayor).

#### 1.4.7 Distribución de la ventilación y la perfusión

La dinámica del corazón y principalmente la función del ventrículo derecho es impartir flujos y presiones a la arteria pulmonar, así como energía cinética que se traduce en fuerzas hidrostáticas que son importantes al evaluar los segmentos pulmonares ya que de estas fuerzas depende el intercambio alveolocapilar en los distintos segmentos pulmonares. Las regiones pulmonares se dividen en cuatro zonas antes clasificadas sólo en tres;

- \* Zona 1, es la zona en la cual la presión alveolar es mayor que la presión de la arteria pulmonar y la presión venosa pulmonar ( $PA > Ppa > Ppv$ ); no hay flujo, no existe la posibilidad de intercambio gaseoso; es conocida como un espacio muerto.

- \* Zona 2: a medida que se desciende verticalmente, las presiones Ppa son mayores, razón por la cual en esta zona la Ppa es mayor a la PA permitiendo un adecuado intercambio gaseoso ( $P_{pa} > PA > P_{pv}$ ), el flujo sanguíneo es determinado por la diferencia Ppa-PA más que por la diferencia entre Ppa-Ppv. Por ello, a medida que desciende verticalmente el pulmón, constantemente el flujo sanguíneo del mismo aumenta. Sin embargo, las presiones pulmonares son dinámicas, por lo que en algún momento la zona 1 puede corresponder a la zona 2 en determinado momento (Hans, 2015).
- \* Zona 3: Presión Venosa es mayor que la alveolar. Flujo depende de la diferencia  $P(a-v)$ . Flujo Continuo (Hans, 2015).
- \* Zona 4: La presión venosa y arterial superan a la presión alveolar pero el flujo se reduce por acción de la presión intersticial (Hans, 2015).

El aire no se distribuye de manera homogénea, esta distribución va acorde con la gravedad; por tal razón, es importante considerar la posición del paciente según sea ésta.

#### **1.4.8 Radio ventilación-perfusión**

V/Q expresa la cantidad de ventilación respecto a la perfusión, en términos generales se considera que dicho coeficiente es mayor en los ápices pulmonares y su valor disminuye progresivamente a medida que nos acercamos a las bases pulmonares (Milic-Emili, 1966). A partir de ello se considera que las bases son zonas relativamente hipóxicas

e hipercápnicas comparadas con la porción superior de los pulmones. Las implicaciones fisiológicas de dicho evento son importantes debido a que en vasos sanguíneos que pasan por zonas hipoventiladas no se permite una adecuada extracción de O<sub>2</sub> y poca eliminación de CO<sub>2</sub>, cuando por el contrario pasa por zonas sobreventiladas se logra una eliminación de CO<sub>2</sub> pero no se extrae proporcionalmente O<sub>2</sub> respecto al CO<sub>2</sub> (Hans, 2015).

El conocimiento de la fisiología respiratoria es de suma importancia para el adecuado manejo de la vía aérea, ya que de estas variables respiratorias depende la vida del paciente y la adecuada utilización de los recursos para el manejo de la misma.

## **1.5 INTRODUCCIÓN A LA VENTILACIÓN MECÁNICA**

La ventilación artificial mecánica (VAM) es la técnica de sustitución de órganos y sistemas más utilizada en las unidades de terapia intensiva (UTI) y salones de operaciones (García Álvarez, 2015). De esta manera, el anestesiólogo posee en nuestros días diversos sistemas de ventilación mecánica y modos de aplicar las mismas (Méndez, 2012).

Durante nuestro estudio manejaremos solamente los modos controlados de ventilación mecánica (VM) dejando de lado los modos de asistencia parcial. Por lo que no habrá interacción por parte del paciente.

### **1.5.1 Modos controlados de ventilación mecánica:**

1.- **Ventilación controlada por volumen:** el ventilador asegura la entrega al paciente de un volumen determinado que es elegido por el operador. La mayoría de las variables ventilatorias (presión en vía aérea, flujo, etcétera) dependerán del volumen prefijado. Se

ajusta el volumen para evitar atelectasias y en correlación al ETCO<sub>2</sub> se ajusta la frecuencia respiratoria (Méndez, 2012).

**2.- Ventilación controlada por presión:** en esta modalidad el operador selecciona el valor de presión que será aplicada al sistema respiratorio. Habitualmente 15 a 20 cmH<sub>2</sub>O. El volumen corriente resultante estará en relación a las propiedades elásticas del sistema respiratorio. Este modo de VM es el preferido cuando debe tenerse precaución de una elevación súbita o sostenida de la presión en la vía aérea (Méndez, 2012).

Posterior a la elección del modo ventilatorio se programan los parámetros en común:

### 1.5.2 Parámetros ventilatorios

- \* **Volumen tidal (VT) o volumen de aire corriente:** se programará en cc (centímetro cúbico) de volumen por kilo de peso corporal ideal, más adelante mencionaremos el valor establecido en nuestros dos grupos de estudio.

Tendremos en cuenta que con el volumen programado idealmente no se sobrepase los 35 cm de presión inspiratoria pico (PIP), nivel de seguridad para evitar posibles complicaciones como barotrauma o volutrauma (Gutiérrez, 2011).

- \* **Frecuencia respiratoria (FR):** inicialmente programaremos una FR de 12 a 16 respiraciones por minuto, acercándonos a parámetros normales fisiológicos. Para regular este parámetro tendremos en cuenta el cálculo del volumen minuto, ya que éste determina la PaCO<sub>2</sub> que a su vez está íntimamente relacionado al pH. Idealmente conectaremos un capnógrafo para vigilar el nivel de PaCO<sub>2</sub> para llevarlo a nivel adecuado (Gutiérrez, 2011).
- \* **La relación entre la inspiración y la espiración o I:E,** normalmente es 1:2

- \* **Presión positiva al final de la espiración PEEP** maniobra que evita la caída a cero de la presión de la vía aérea al final de la fase espiratoria. Se considera PEEP óptima el valor que consigue una oxigenación arterial adecuada ( $PaO_2 > 60$  mmHg) con una  $FiO_2$  no tóxica, sin provocar afectación hemodinámica (Ramos Gómez, 2012).
- \* **Fracción inspirada de oxígeno  $FiO_2$**  regularemos el nivel monitoreando la respuesta con pulsioximetría, idealmente procuraremos que el paciente llegue como mínimo a 92% de saturación, disminuirémos la  $FiO_2$  con intervalos de 10 a 20 minutos, según respuesta siendo nuestra meta inicial llevarlo hasta menos de 50% de  $FiO_2$  en el menor tiempo posible, para evitar los efectos indeseables como lesión de los neumocitos tipo 2 generadores de surfactante y del ingreso de radicales libres de oxígeno que lesionarán aún más el tejido pulmonar (Gutiérrez, 2011).

## 1.6 CAMBIOS FISIOLÓGICOS CAUSADOS POR ANESTESIA GENERAL

La anestesia general se sabe que está asociada con el deterioro en la función pulmonar, en términos de alteraciones en las vías respiratorias, la mecánica del sistema y en la relación ventilación / perfusión y promueve la aparición de atelectasia pulmonar (Chiumello, 2013). Que se distribuyen de menor a mayor, desde las regiones pulmonares proclives a las declives. Además, una porción pulmonar similar a la atelectasiada, justo por encima de ésta, aparece pobremente aireada. Por tanto, durante la anestesia, la ventilación predomina en las regiones pulmonares ventrales respecto a las dorsales (Rama-Maceiras, 2009).

Comúnmente los agentes anestésicos utilizados causan marcada depresión de los centros respiratorios del tallo cerebral y en los músculos respiratorios. La mayoría de los pacientes bajo anestesia general, por lo tanto, requieren soporte ventilatorio para preservar la oxigenación arterial y eliminar dióxido de carbono. El intercambio gaseoso alterado puede contribuir a complicaciones respiratorias postoperatorias, que están entre los efectos adversos más frecuentes producidos después de la cirugía. No sorprendentemente, actualmente se considera que la optimización de la ventilación mecánica perioperatoria puede mejorar el resultado en pacientes (Hans, 2009).

### **1.6.1 Principios fisiológicos**

La insuflación pulmonar durante la VM se produce cuando se aplica presión y flujo aéreo, la presión se equilibra con la presión alveolar, y se produce un gradiente de presión transpulmonar entre los alveolos y el espacio pleural. El gradiente de presión transpulmonar interactúa con la mecánica del sistema respiratorio (de modo primario, distensibilidad del pulmón, pared torácica y resistencia de las vías aéreas) para conseguir un cambio de volumen en el parénquima pulmonar. La distribución del volumen pulmonar no es homogénea durante la VM. Esta heterogeneidad de la fisiología de las unidades alveolares y de la distribución del VC, favorece un elevado riesgo de lesión por fuerzas mecánicas que no están presentes en la fisiología pulmonar normal. (Carrillo-Esper, 2015).

### **1.6.2 Alteraciones pulmonares**

- \* **Volumen de cierre:** las vías respiratorias pequeñas carecen de cartílago y su permeabilidad se basa tanto en la tracción elástica radial ejercida por el parénquima pulmonar que rodea y la presión pleural negativa. La reducción del volumen

pulmonar por debajo de un umbral crítico, llamado capacidad de cierre o volumen de cierre, resulta en la reducción del retroceso elástico y en una menor presión pleural negativa, permitiendo así el cierre de la vía aérea pequeña (Hans, 2009).

- \* **Intercambio gaseoso:** los cortocircuitos se incrementan del 1-2% al 8-10% durante el transoperatorio, además de un incremento de las áreas con alta perfusión pero baja ventilación. Estos cortocircuitos pueden incrementarse con valores elevados de fracción inspirada de Oxígeno  $FiO_2$  (Carrillo-Esper, 2015).
- \* **Capacidad funcional residual (CFR):** es de aproximadamente 2.2 litros, pierde de 0.8 a 1 litro con el cambio de posición de supino a decúbito, a lo cual hay que agregar un decremento adicional de 0.4-0.5 litros después de la inducción anestésica (Carrillo-Esper, 2015). La anestesia reduce la capacidad residual funcional, excepto por la ketamina, todos los anestésicos generales comúnmente utilizados producen algún grado de relajación diafragmática (Hans, 2009).
- \* **Diferencia en la presión alveolo-arterial de oxígeno:** es el grado de eficiencia con el cual se lleva a cabo el intercambio gaseoso. La alteración de este índice se traduce como una oxigenación alterada o deficiente y se ha observado que se incrementa en el 90% de los pacientes que están anestesiados independientemente del régimen anestésico o de la utilización o no de ventilación mecánica (Carrillo-Esper, 2015).

- \* **Alteración en la vasoconstricción pulmonar hipóxica (VPH):** algunos de los fármacos que se administran de manera cotidiana durante el periodo anestésico, causan una disminución de la vasoconstricción pulmonar hipóxica. Las fracciones altas de oxígeno inspirado, también atenúan la respuesta de vasoconstricción pulmonar hipóxica. La pérdida de este mecanismo protector se refleja como un estímulo para el desequilibrio entre la ventilación y perfusión (VA/Q) (Carrillo-Esper, 2015).
- \* **Espacio muerto:** La anestesia general se asocia también con un mayor espacio muerto alveolar. Bajo anestesia general, los alvéolos localizados en el ápice están mejor ventilados pero menos perfundidos por razones gravitacionales. Ellos, por lo tanto, constituyen áreas de alta relación VA / Q. Además, aumentan la presión alveolar, y algunas veces reducen la presión arterial pulmonar, ocasionando nuevos descensos en la perfusión apical. Tal aumento del espacio muerto alveolar reduce la eficacia de la ventilación alveolar en la eliminación de CO<sub>2</sub> (Hans, 2009).
- \* **Mecánica Ventilatoria:** la distensibilidad pulmonar también se ve reducida de 95 a 60 ml/cmH<sub>2</sub>O, como consecuencia de la disminución de la CFR y no por efecto de los anestésicos sobre el tejido pulmonar (Carrillo-Esper, 2015).

### 1.6.3 Alteración Cardíaca

- \* **Ventilación con presión positiva:** estos cambios resultan en un breve aumento de la eyección ventricular izquierda y una reducción ventricular derecha durante la inspiración (Hans, 2009).

## 1.7 EFECTOS SECUNDARIOS QUE SE PRESENTAN DURANTE LA VENTILACIÓN MECÁNICA

La mejoría del intercambio gaseoso conseguida con la ventilación con presión positiva y el reclutamiento alveolar debe ser comparado con los efectos deletéreos potenciales de la presión positiva, el aumento de volumen y el oxígeno suplementario sobre el pulmón. Los principales efectos secundarios relacionados con la ventilación son: LPIVM, principalmente biotrauma, volutrauma, atelectrauma, barotrauma y toxicidad por Oxígeno (Carrillo-Esper, 2015).

- **Volutrauma** resulta de la hiperdistensión de las unidades alveolares, conllevando a un proceso inflamatorio local (Seiberlich, 2011).
- **Atelectrauma** es la consecuencia de la lesión alveolar causada por el estrés en la MAC (membrana alveolo capilar) frente a un reclutamiento y a un desreclutamiento inestables a cada ciclo ventilatorio (Seiberlich, 2011).
- **Biotrauma** es la lesión causada por la respuesta inflamatoria local y sistémica resultante de las agresiones causadas tanto por el volutrauma como por el atelectrauma, o incluso por la combinación de ambos (Seiberlich, 2011).
- **Barotrauma** es una complicación grave, cuya mortalidad alcanza un 10 a 35% y aumenta cuando se atrasa el diagnóstico. El barotrauma engloba una serie de patologías (enfisema intersticial alveolar, enfisema subcutáneo, pneumomediastino,

pneumoperitoneo y neumotórax) que tienen en común la presencia de aire fuera de las vías aéreas (Gutiérrez, 2011).

- **Toxicidad por oxígeno** La toxicidad es atribuida a la generación de especies de oxígeno reactivo; la administración de un exceso se asocia con una respuesta inflamatoria temprana en el pulmón humano sano. (Carrillo-Esper, 2015).

La **LPIVM** es iniciada por la aplicación repetida sobre el tejido pulmonar, de una excesiva tensión y deformación que afecta a estructuras como el fibroesqueleto y la microvascularización pulmonar, a las pequeñas vías aéreas distales y a los tejidos yuxtaalveolares y que es capaz de reproducir no solo el cuadro clínico de la lesión pulmonar aguda (LPA) y el síndrome de insuficiencia respiratoria del agudo (SIRA), sino también la lesión histológica que caracteriza al daño alveolar difuso (DAD) y que constituye el verdadero patrón oro para el diagnóstica del SIRA (Carrillo-Esper, 2015).

La LPA fue descrita por primera vez en 1967 por Ashbaugh y se caracteriza por hipoxemia refractaria, infiltrado difuso a la radiografía de tórax y ausencia de evidencias de presiones del atrio izquierdo aumentadas. El síndrome de la angustia respiratoria del adulto (SARA) representa la forma más grave de LPA. La mortalidad puede variar entre el 25% y el 40%, y puede alcanzar el 58% en SARA. Otros factores que influyen en la mortalidad son la edad, el grado de disfunción de los órganos, la inmunosupresión y la enfermedad hepática crónica. Mientras mayor es el número de factores clínicos asociados, mayor será la mortalidad. Además, entre los pacientes que sobreviven a un episodio de SARA,

aproximadamente un tercio desarrolla la enfermedad pulmonar crónica con disturbios de estándar restrictivos u obstructivos (Seiberlich, 2011).

#### Criterios para el diagnóstico de LPA/SARA

- Lesión aguda de etiología sugestiva
- Hipoxemia grave:  $PaO_2 / FiO_2 < 200$  mmHg para SARA y
- $< 300$  mmHg para LPA
- Ausencia de insuficiencia cardíaca: PCP  $< 18$  mmHg o
- PVC  $< 4$  mmHg
- Infiltrado difuso bilateral en la radiografía de tórax (Seiberlich, 2011).

El desarrollo de atelectasia es muy común durante la anestesia general y está implicado en la patogénesis de muchas complicaciones pulmonares postoperatorias como la lesión pulmonar inducida por ventilador (IVL), neumonía e insuficiencia respiratoria postoperatoria (Chiumello, 2013). Se produce en más del 90% de los sujetos sometidos a anestesia general y se debe principalmente a tres mecanismos básicos:

- Atelectasia por compresión.
- Atelectasia por absorción.
- Atelectasia por pérdida de surfactante.

**Atelectasia por compresión** es causada por las alteraciones en la mecánica de la pared torácica inducida por la anestesia general en sí y por varios otros mecanismos, tales como la posición del paciente (cabeza abajo), el índice de masa corporal, la edad del

paciente y el tipo de cirugía, que aumentan la presión intraabdominal (IAP), disminuyendo así la compliance del pecho y capacidad residual funcional (FRC), con el consiguiente desarrollo de atelectasias intraoperatorias, derivación intrapulmonar e hipoxemia (Rama-Maceiras, 2009).

Si la Capacidad Residual Funcional FRC se reduce por debajo de su capacidad de cierre, el cierre de la vía aérea se producirá; en consecuencia, las bases del pulmón estarán bien perfundidas, pero poco ventilados debido al cierre de la vía aérea y el colapso alveolar. Este fenómeno aumenta el desajuste ventilación-perfusión y promueve la generación adicional de atelectasia e hipoxemia (Coppola, 2014). La posición de decúbito reduce la CRF en torno a 1 l respecto a la bipedestación y alrededor de 0,4 l más cuando se induce la anestesia (Rama-Maceiras, 2009).

**Atelectasia por Absorción**, puede ser causada por la exposición de fracción inspirada de los niveles de oxígeno altas ( $FiO_2$ ). Cuando la relación ventilación-perfusión es de niveles bajos o niveles altos de  $FiO_2$  se entregan, la reabsorción del gas se promueve y genera atelectasia (Coppola, 2014). Los modelos matemáticos indican que cuando se respira una mezcla de gas con  $FiO_2$  de 0,3 son necesarias horas para el desarrollo de atelectasias por absorción, y que este período se reduce a 8 min cuando se respira  $FiO_2$  de 1 o aún menos si la mezcla es rica en óxido nitroso (Rama-Maceiras, 2009).

**Atelectasia por pérdida de surfactante** surge a causa de alteraciones inducidas por efectos de la anestesia general. No obstante, como el agente tensoactivo tiene una vida media larga y se recambia en unas 14 horas, se cree que este mecanismo de producción de atelectasias es menos importante durante la anestesia y sí puede contribuir más en el caso

de pacientes que reciben ventilación mecánica prolongada (Rama-Maceiras, 2009). La presencia de atelectasia es un factor importante en la patogénesis de las complicaciones pulmonares postoperatorias, tales como hipoxemia, infecciones pulmonares y respuesta inflamatoria local. (Coppola, 2014).

En cuanto a Infección postoperatoria: no ha podido demostrarse en la clínica una asociación directa entre el desarrollo de atelectasias perioperatorias y la infección respiratoria, si bien en el terreno experimental la reducción de las atelectasias reduce el desarrollo de neumonía y la translocación hacia la sangre tras instilación de colonias bacterianas intratraqueales. Por otro lado, la presencia de atelectasias reduce la penetración pulmonar de antibiótico, lo que dificulta la obtención de concentraciones del fármaco adecuadas para la lucha contra los patógenos (Rama-Maceiras, 2009).

Es importante recordar que cuanto mayor es la cantidad del tejido atelectasiado, menor es la porción del pulmón que debe adaptar el volumen corriente administrado, lo que favorece el desarrollo de hiperinsuflación en áreas pulmonares sanas, con activación de la respuesta inflamatoria y reducción de la funcionalidad del agente tensioactivo (Rama-Maceiras, 2009).



Figura 7. Ventilación mecánica perjudicial. Anesthesiology 2014

## 1.8 ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN DE PROTECCIÓN PULMONAR

La ventilación mecánica de protección pulmonar se refiere al uso de bajo volumen corriente (VT ó VC) y la presión espiratoria final positiva (PEEP) con o sin el uso de maniobras de reclutamiento. Se ha demostrado que reduce la mortalidad entre los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y en la actualidad es considerado en práctica como el mejor manejo de paciente crítico.

Las formas de la ventilación mecánica no protegidas podrán iniciar o exacerbar la inflamación pulmonar, el uso de grandes VT puede inducir la "El golpe primario" o formar un "segundo o tercer golpe" (Schultz, 2007). Incluso bajo VT sin PEEP induce inflamación pulmonar significativa. Además, para reducir al mínimo la atelectasia y la mezcla venosa y

para optimizar la relación PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> con bajo VT, se necesita PEEP mayor que 5 cmH<sub>2</sub>O. (T. A. Treschan, 2012).

El tercer consenso brasileño de ventilación mecánica, publicado en el 2007, menciona la ventilación mecánica en el intraoperatorio en pacientes sin enfermedad pulmonar, recomendando la aplicación de PEEP  $\geq$  5 cmH<sub>2</sub>O durante la anestesia general (grado de recomendación B), maniobras de reclutamiento alveolar (grado de recomendación B), FiO<sub>2</sub> entre 30% a 40%, o a una menor FiO<sub>2</sub> para mantener la saturación de oxígeno por encima del 98% (grado de recomendación C), y la no utilización de altos volúmenes corrientes (Seiberlich, 2011).

Es importante hacer hincapié en que "VT inferior", de hecho, es "VT normal". Los mamíferos tienen un VT normal de 6,3 ml/kg. Volúmenes pulmonares normales se pueden predecir sobre la base de sexo y altura. Por desgracia, muchos libros de texto de medicina estatales indican 10 ml/kg de peso corporal real como inicial para la configuración del ventilador, exponiendo a las mujeres y los pacientes más cortos a una mayor y potencialmente perjudicial VT. El uso de menor VT podría mejorar la tolerancia hemodinámica de la ventilación mecánica y de esta manera se puede mejorar el resultado (Schultz, 2007).

La Justificación de la ventilación protectora pulmonar durante anestesia general es principalmente debido a la pérdida de tono muscular, lo que promueve una reducción en el volumen de pulmón, una alteración en la relación ventilación-perfusión y la aparición de atelectasia pulmonar (Coppola, 2014).

La lesión causada por la VM resulta en un daño alveolar con el consecuente edema de la membrana alvéolo-capilar, liberación de mediadores inflamatorios en la circulación sistémica y la activación y el desplazamiento de las células inflamatorias hacia los alvéolos. Los efectos perjudiciales del uso de VT altos fueron verificados incluso en pacientes ventilados por cortos períodos (Seiberlich, 2011).

El uso de maniobras de reclutamiento asociadas con niveles adecuados de PEEP pudiera abrir y mantener abiertos regiones pulmonares previamente colapsadas. Además, el uso de un VT bajo- moderada podría evitar sobreesfuerzo-sobredistensión de unidades pulmonares (Coppola, 2014). Parece aconsejable su realización, de acuerdo con la fisiopatología de las atelectasias, tras la inducción de la anestesia general, tras cualquier maniobra de desconexión de la ventilación o succión traqueal, antes de la extubación y al ingreso en la unidad de postoperatorio si el paciente pasa a ésta en ventilación mecánica, no se aconsejan en pacientes con hipertensión intracraneal pueden provocar barotrauma (Rama-Maceiras, 2009).

### **1.8.1 Modos de reclutamiento:**

- \* **La maniobra de capacidad vital** (administración de una PI continua de 40 cmH<sub>2</sub>O durante unos 15 s) la presión continua sostenida parece presentar mayor inestabilidad hemodinámica que otras alternativas de reclutamiento. Por esto, algunos autores la reducen a 7–8 s para minimizar los efectos adversos (Rama-Maceiras, 2009).

- \* **Una alternativa consiste**, durante la ventilación controlada por presión, en el aumento escalonado cada 2–3 ciclos respiratorios de la PI y la PEEP, y se mantiene una presión diferencial (PI–PEEP) constante de 20–25 cmH<sub>2</sub>O hasta alcanzar una PI máxima de 40 y una PEEP de 20 cmH<sub>2</sub>O, que se mantiene en torno a 1 min, seguido de una reducción también progresiva de las presiones hasta alcanzar finalmente la PEEP óptima, Suele realizarse con relaciones inspiración-espriación de 1:1 a 1:1,5 y con frecuencias respiratorias de 10–12 ciclos por min (Rama-Maceiras, 2009).

### **1.8.2 Parámetros ventilatorios recomendados**

Aunado a la estrategia de ventilación pulmonar, se recomienda preoxigenación con FiO<sub>2</sub> inferior a 1 (100%); El empleo de concentraciones de oxígeno menores puede disminuir la formación de atelectasias, pero también reduce el margen de seguridad para el desarrollo de hipoxemia, así que no se puede recomendar la preoxigenación con una FiO<sub>2</sub> inferior a 1 en pacientes con sospecha de vía aérea difícil o con una CRF reducida y escasa reserva de oxígeno, como embarazadas a término, obesos o pacientes con distensión abdominal. Para el resto de pacientes, algunos autores propugnan una reducción de la FiO<sub>2</sub> en la preoxigenación a niveles de 0,6–0,8. Durante el intraoperatorio, el descenso de la FiO<sub>2</sub> a 0,3–0,4. En caso de utilizar una FiO<sub>2</sub> elevada, se recomienda la adición de PEEP. La utilización de PEEP incrementa la CRF, redistribuye el agua pulmonar extravascular, mejora la relación V/Q y contribuye a evitar la formación de atelectasias (Rama-Maceiras, 2009).

Se ha indicado que la PEEP adecuada tras el reclutamiento, en una población de pacientes no obesos, a los que se les realiza cirugía bajo anestesia general es de 10 cmH<sub>2</sub>O, y que en pacientes obesos una PEEP de 10 cmH<sub>2</sub>O es más efectiva que 5 cmH<sub>2</sub>O para

mantener la oxigenación. La necesidad de repetición de una maniobra puede ser un signo de que la PEEP aplicada tras ésta no es suficiente (Rama-Maceiras, 2009).

El presente estudio será manejado basándonos en los siguientes parámetros, siempre y cuando las características de nuestro paciente lo permitan de lo contrario se modificarán y excluirán del estudio:

Divididos en dos grupos: unos que pertenecen a una estrategia protectora y el resto a una no protectora.

#### Estrategia Protectora

<b>PARAMETROS VENTILATORIOS</b>	
Volumen tidal (VT)	6-8ml/kg
PEEP	> ó = 5 cmH <sub>2</sub> O
Maniobras de reclutamiento	Cada 30-45 minutos o después de cada maniobra de desreclutamiento
Frecuencia respiratoria FR	12-25 respiraciones por minuto
FiO <sub>2</sub> Fracción inspirada de oxígeno	Entre 30-50% Manteniendo saturación de oxígeno > 95%
EtCO <sub>2</sub> dióxido de carbono al final de la espiración	35-45 mmHg
Phmax (presión Inspiratoria máxima)	< 35 cmH <sub>2</sub> O

#### Estrategia no protectora

<b>PARAMETROS VENTILATORIOS</b>	
Volumen tidal (VT)	> 8- 10 ml/kg
PEEP	0 cmH <sub>2</sub> O
Maniobras de reclutamiento	Ninguna
Frecuencia respiratoria FR	12-25 respiraciones por minuto
FiO <sub>2</sub> Fracción inspirada de oxígeno	Entre 60-100% Manteniendo saturación de oxígeno > 95%
EtCO <sub>2</sub> dióxido de carbono al final de la espiración	35-45 mmHg
Phmax (presión Inspiratoria máxima)	36- 45 cmH <sub>2</sub> O

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad podemos afirmar, casi con certeza que la terapia ventilatoria influye positiva o negativamente en la evolución del paciente. El impresionante avance de la tecnología en los últimos años, en particular la informática, ha sido sin duda un pilar fundamental en el estudio de las alteraciones anatómo-fisiológicas producidas por la ventilación mecánica (Camacho, 2006).

Amato et al. (1998), proponen en una publicación considerada emblemática, una de las mayores polémicas científicas desarrolladas sobre ventilación mecánica, utilizar volúmenes bajos, PEEP y o maniobras de reclutamiento. A partir de esto se empezaron a realizar estudios multicéntricos y megaestudios. A través de estos estudios a través del mundo se han modificado la práctica tradicional y utilizan volúmenes corrientes durante la ventilación mecánica más bajos que los recomendados hace 15 años. Las ideas rígidas acerca de un volumen tidal ideal están llenas de errores. El volumen tidal bajo, es probablemente menos agresivo y causa menos daño asociado a la ventilación mecánica que el volumen tidal elevado (Camacho, 2006).

A pesar de las múltiples investigaciones actualmente se siguen utilizando con bastante frecuencia parámetros ventilatorios no protectores; por dicho motivo surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Será eficaz el empleo de estrategia de ventilación de protección pulmonar en paciente sometido a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general mejorando o preservando la función pulmonar en el Hospital General del Estado?

## JUSTIFICACIÓN

Las complicaciones pulmonares postoperatorias son la causa principal de morbilidad y mortalidad postoperatoria en pacientes sometidos a anestesia general (Tianzhu Tao, 2014). La inducción anestésica se acompaña constantemente por una reducción significativa del volumen pulmonar y rápida formación de atelectasias; la prevención de estas complicaciones mejoraría la atención médica y disminuiría los costos hospitalarios (Tianzhu Tao, 2014).

En la actualidad es común que los pacientes que son operados bajo anestesia general reciban volúmenes tíldales altos y se ha comprobado que la ventilación con dichos volúmenes pueden dañar pulmones sanos, estimular liberación de sustancias químicas inflamatorias y predisponer al daño del órgano. Al emplear estrategias ventilatorias de protección pulmonar se podría reducir la incidencia de complicaciones postoperatorias (atelectasia pulmonar e infecciones); mejorando la saturación de oxígeno y preservando la función pulmonar. El deber de todo anestesiólogo es brindarle al paciente el mejor método ventilatorio basándose en las características individuales con el fin de brindarle un transoperatorio así como postoperatorio seguro con pronta recuperación y menor estancia hospitalaria.

Actualmente se cuenta con herramientas que permiten conocer la función pulmonar como lo es el espirómetro y que brinda información importante que permite optimizar el manejo ventilatorio transoperatorio. Diariamente acuden a la consulta pre anestésica en el Hospital General del Estado pacientes que serán sometidos a cirugía abdominal electiva que necesitarán anestesia general para la realización de su procedimiento quirúrgico, sin

embargo en la gran mayoría de ellos no se solicitan pruebas de función pulmonar que permiten conocer datos valiosos para brindar el mejor manejo ventilatorio empleando estrategia de ventilación de protección pulmonar evitando daño innecesario a las estructuras respiratorias durante el acto anestésico, de igual forma es de suma importancia realizar dichas pruebas posterior al acto quirúrgico para corroborar si el manejo dado fue el correcto y la función pulmonar está conservada o si el paciente necesitará algún tipo de apoyo durante su recuperación. Por lo anteriormente comentado el presente estudio evaluará la función pulmonar preoperatoria y postoperatoria (24 horas después) a través de un espirómetro en pacientes sin patología pulmonar previa sometidos a cirugía abdominal electiva bajo anestesia general empleando estrategia de ventilación de protección pulmonar en el Hospital General de Hermosillo; ya que no se ha realizado dicho estudio en el hospital y no se cuenta con protocolos de ventilación establecidos que disminuyan la injuria pulmonar; esto brindará las bases para futuras investigaciones sobre diferentes enfoques del presente tema, y nos ayudará a unificar parámetros ventilatorios no solo transquirúrgico sino de igual forma en unidades de terapia o en cualquier paciente que necesite soporte ventilatorio.

## **OBJETIVOS**

**Objetivo general:** comparar la efectividad de utilizar estrategia de ventilación de protección pulmonar transoperatoria en pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva bajo anestesia general analizando la función pulmonar preoperatoria y postoperatoria empleando un espirómetro.

### **Objetivos Específicos:**

1. Comparar la función pulmonar pre y post-anestésica de los pacientes (FEV1, FVC Y FVC/VEF1) comparando entre sí, dos estrategias de ventilación.
2. Comparar los cambios en la saturación de oxígeno en ambas estrategias de ventilación.

## HIPÓTESIS CIENTÍFICA

Al emplear estrategia de ventilación de protección pulmonar (VT 6-8ml/kg + PEEP >5 con o sin maniobras de reclutamiento) durante la cirugía abdominal electiva con anestesia general se preservará la función pulmonar disminuyendo los efectos adversos ocasionados por la ventilación, mejorando el intercambio gaseoso disminuyendo el daño pulmonar.

Hipótesis (1): La función pulmonar se preservará tras la implementación de la ventilación de protección pulmonar en paciente sometido a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general, sin mostrar cambios restrictivos ú obstructivos en la espirometría de control.

Hipótesis (0): La función pulmonar será afectada al emplear estrategia de ventilación de protección pulmonar en paciente sometido a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general causando alteración restrictiva ú obstructiva en la espirometría de control.

## CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1 Metodología

#### 2.1.1 Diseño del estudio

- \* *Estudio prospectivo*: Estudio longitudinal en el tiempo que se realiza en el presente. Además, el investigador crea el diseño del estudio y en ocasiones manipula las variables.
- \* *Estudio analítico*: análisis donde se pueden establecer relaciones entre variables.
- \* *Ensayo clínico*: es un estudio donde el investigador controla y manipulación del factor de estudio. Este tipo de diseño se utiliza cuando se tiene que probar la efectividad y los efectos adversos de un nuevo medicamento o técnica.

Las especificaciones finales del estudio se enlistan a continuación:

<b>Método de observación</b>	Transversal
<b>Diseño de estudio</b>	Asignación probabilística, no aleatoria de dos grupos muestrales.
<b>Clasificación de punto final</b>	Estudio de eficacia.
<b>Modelo de intervención</b>	Asignación de dos grupos.
<b>Enmascaramiento</b>	No requiere.
<b>Objetivo principal</b>	Eficacia de la estrategia ventilatoria.
<b>Nivel del alcance</b>	Exploratorio, descriptivo, correlacional.

#### 2.1.2 Población

Se valoraron pacientes del **Hospital General del Estado de Sonora, “Dr Ernesto Ramos Bours”**; de 18 a 60 años de edad programados para cirugía electiva abdominal bajo anestesia general que cumplieron con los criterios de inclusión.

### **2.1.3 Periodo de estudio**

El periodo de estudio de la investigación comprendió de enero a julio del 2016. La parte de ensayo clínico del protocolo se llevó a cabo de marzo a junio del 2016.

### **2.1.4 Muestra**

Se realizó un muestreo no probabilístico de casos consecutivos del total de población de 18 a 60 años de edad sometidos a cirugía abdominal electiva bajo anestesia general. Los grupos de intervención fueron aleatorizados mediante un sorteo.

## **2.2 Criterios de selección**

Criterios de inclusión:

- Pacientes de 18 a 60 años sometidos a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general en el Hospital General del Estado.
- Género Indistinto.
- Paciente con ASA I a III.
- Paciente que presente cirugía de duración mayor a 1 hora con 30 minutos.
- Pacientes con consentimiento informado firmado.
- Pacientes que no ingresen intubados a quirófano

Criterios de exclusión:

- Paciente que ya haya recibido presión positiva no invasiva antes de su entrada a quirófano.
- Pacientes con IMC > 37.49.
- Paciente con antecedente de cirugía pulmonar previa.

- Pacientes con antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Paciente con enfermedad cardiaca grave NYHA III.

Criterios de eliminación:

- Pacientes que no puedan ser extubados por alguna complicación durante el transanestésico.

### 2.3 Aspectos éticos

El principio básico de toda investigación con seres humanos, es el respeto por el individuo, y su derecho a tomar decisiones informadas, el presente trabajo se realizará con fines médicos cuidando la identidad e integridad de los pacientes; tomando en cuenta la declaración de Helsinki y respetando el código de Núremberg.

El protocolo se realizará con base a lo establecido por la ley general de salud, basado en el artículo 17. Por lo tanto, debido a la naturaleza de la investigación, se requiere de consentimiento informado firmado por las pacientes. Los pacientes serán informados de las características del estudio, así como de las atenciones y cuidados a los que serán sometidos en caso de presentar complicaciones (Anexo 1).

### 2.4 Recursos empleados (tabla 3)

Recursos Humanos	Recursos Físicos	Recursos Financieros
Personal médico especialista en anestesiología. Médico residente de anestesiología. Médico especialista en	Espirómetro. Papel 2 a 6 hojas por paciente Tinta 2 cartuchos en total Insumos anestésicos por paciente:	Espirometría: se requieren dos por cada paciente.  \$800.00 por paciente.

<p>cirugía general. Enfermero certificado en espirometría. Personal de enfermería.</p>	<p>Tubo endotraqueal 1 Circuito anestésico 1 Mascarilla facial 1 Inductor IV 1 ampula Halogenado 1/10 botella Opiode 2 ampulas Relajante muscular IV 1 ampula. Laringoscopio 1 Cánula de guedel 1 Expediente físico 1 Expediente electrónico ASSIST 1</p>	<p>La administración hospitalaria cubrirá los gastos de la espirometría.</p>
--	---	--

**Tabla 3. Recursos empleados**

### **2.5 Descripción de las variables según la metodología.**

- \* Edad: es el tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo hasta la fecha, generalmente se expresa como un número entero de años o como un número entero de años y meses. También para referirse al conjunto de los periodos en que se considera dividida la vida de una persona, o cualquiera de dichos periodos por sí solo (niño, adolescente, joven, adulto, mediana edad y tercera edad).
  
- \* Género: conjunto de características diferenciadas que cada sociedad *asigna* a hombres y mujeres. Según la Organización Mundial de la Salud, éste se refiere a los roles socialmente construidos, comportamientos, actividades y atributos que una sociedad considera como apropiados para hombres y mujeres, así, en términos generales guarda relación con las diferencias sociales. En el plano científico, el

género indica una de las formas de **agrupación de los seres vivos**, según aquellas características que pueden compartir varios de ellos entre sí.

\* ASA: La clasificación del estado físico de la ASA, desarrollada para proporcionar una terminología común y facilitar la recopilación de datos estadísticos, fue comunicada originalmente por Saklad en 1941.

- **Estado físico I.** Paciente sano que solo cuenta con la condición quirúrgica.
- **Estado físico II.** Paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante. Puede o no relacionarse con la causa de la intervención.
- **Estado físico III.** Paciente con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante. Por ejemplo: cardiopatía severa o descompensada, diabetes mellitus no compensada acompañada de alteraciones orgánicas vasculares sistémicas (micro y macroangiopatía diabética), insuficiencia respiratoria de moderada a severa, angor pectoris, infarto al miocardio antiguo, etc.
- **Estado físico IV.** Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante, que constituye además amenaza constante para la vida, y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía. Por ejemplo: insuficiencias cardíaca, respiratoria y renal severas (descompensadas), angina persistente, miocarditis activa, diabetes mellitus descompensada con complicaciones severas en otros órganos, etc.

- **Estado físico V.** Se trata del enfermo terminal o moribundo, cuya expectativa de vida no se espera sea mayor de 24 horas, con o sin tratamiento quirúrgico. Por ejemplo: ruptura de aneurisma aórtico con choque hipovolémico severo, traumatismo craneoencefálico con edema cerebral severo, embolismo pulmonar masivo, etc. La mayoría de estos pacientes requieren la cirugía como medida heroica con anestesia muy superficial.
- **Estado físico VI.** Muerte cerebral.
  - \* Tiempo anestésico: del latín *tempus*, se utiliza para nombrar a una **magnitud** de carácter físico que se emplea para realizar la medición de lo que dura algo que es susceptible de cambio. Cuando una cosa pasa de un estado a otro, y dicho cambio es advertido por un observador, ese periodo puede cuantificarse y medirse como tiempo. En este caso será la duración de la anestesia.
  - \* Tipo de cirugía: Se denomina cirugía a la práctica que implica manipulación mecánica de las estructuras anatómicas con un fin médico, bien sea diagnóstico, terapéutico o pronóstico. La cirugía laparoscópica es una técnica quirúrgica que se practica a través de pequeñas incisiones, usando la asistencia de un sistema óptico que permite al equipo médico ver el campo quirúrgico dentro del paciente y actuar en él. Por el contrario la cirugía abierta implica grandes cortes de bisturí y convencionales, un periodo post-operatorio mucho más lento y menos confortable.
  - \* La capacidad vital forzada (FVC) es la capacidad máxima de captar y expulsar aire, en condiciones forzadas, por lo que en condiciones normales será mayor la CVF que la CV, no obstante, en enfermedades con patrón obstructivo esto se invierte.

- \* Volumen Espiratorio Forzado (VEF<sub>1</sub>): es la cantidad de aire expulsado durante el primer segundo de la espiración máxima, realizada tras una inspiración máxima-
- \* VEF<sub>1</sub>/CVF: es la relación, en porcentaje, de la capacidad forzada que se espira en el primer segundo, del total exhalado para la capacidad vital forzada. Su valor normal es superior al 80%.
- \* El volumen corriente o tidal (VC) es el volumen de aire que circula entre una inspiración y espiración normal sin realizar un esfuerzo adicional. El valor normal es de aproximadamente 500 ml o 7 ml/kg de peso corporal.
- \* PEEP, presión positiva al final de la espiración, consiste en mantener una presión; y por lo tanto un volumen al final de la espiración con el objetivo de abrir alveolos.
- \* Relación I:E, El ciclo respiratorio es el periodo de tiempo desde el inicio de una respiración hasta el comienzo de la siguiente, y se mide en segundos. El tiempo de ciclo total (TTOT) es la suma del tiempo inspiratorio (TI) y el tiempo espiratorio (TE):

$$TTOT = TI + TE.$$

La relación entre la duración de la inspiración y la espiración (I:E) está determinada por el tiempo inspiratorio (flujo inspiratorio, pausa inspiratoria, volumen circulante) y la FR, y es una consideración importante a tener en cuenta cuando se inicia el soporte ventilatorio. Esta relación se obtiene dividiendo el tiempo inspiratorio entre el tiempo espiratorio:  $I:E = TI / TE$ .

Al inicio de la ventilación mecánica se recomienda programar una relación I:E de 1:2, es decir, con un tiempo espiratorio doble que el inspiratorio, equivalente a una duración de la inspiración del 33 % del tiempo de ciclo total ( $TI/TOT = 33 \%$ ).

- \* P<sub>hmax</sub> (presión inspiratoria máxima ó presión pico), es la presión máxima que se alcanza en la vía aérea. Los valores de programación inicial se ajustan valorando la expansión torácica, la auscultación y el V<sub>t</sub> espirado, posteriormente se modifica según con la pCO<sub>2</sub> espirada y pCO<sub>2</sub> arterial.
- \* FR (frecuencia respiratoria): es el número de respiraciones que efectúa un ser vivo en un lapso específico (suele expresarse en respiraciones por minuto).
- \* FiO<sub>2</sub>: se indica en tanto por uno, a diferencia de la concentración de oxígeno que se expresa en porcentaje, y puede oscilar entre 0,21 (21 %) y 1,0 (100 %). Al inicio de la ventilación mecánica es recomendable una FIO<sub>2</sub> de 1,0 y posteriormente ajustarla mediante pulsioximetría o según los resultados de una gasometría arterial realizada 10 a 20 minutos después del comienzo del soporte ventilatorio. El objetivo es lograr una SaO<sub>2</sub> ≥ 90 %, equivalente a una PaO<sub>2</sub> ≥ 60 mm Hg con una FIO<sub>2</sub> < 0,6.
- \* SaO<sub>2</sub>: porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en sangre de un paciente, medido por pulsioximetría.
- \* Maniobra de reclutamiento: esta técnica, cuyo objetivo es producir un aumento de la presión transpulmonar sostenida para reexpandir los alvéolos colapsados. Los reclutamientos aumentan la liberación del agente tensioactivo y pueden restaurar la estabilidad del alvéolo, y reducen la lesión inducida por la ventilación mecánica. Una vez abierto, la presión requerida para evitar el colapso alveolar es menor que la necesaria para abrirlo.

**Tabla 4. Categorización de las variables estadísticas**

Variable	Tipo de variable	Definición operacional	Escala de medición	Indicador
Edad	Independiente Sociodemográfica	Tiempo en años que ha vivido el paciente hasta la fecha.	Cuantitativa continua	Años
Género	Independiente Sociodemográfica	Identidad orgánica que distingue al hombre de la mujer.	Cualitativo Nominal	Género 1 masculino 2 femenino
ASA	Independiente	Escala de riesgo anestésico Quirúrgico.	Cualitativa	<p><b>I.</b> Paciente Sano con sólo la Condición quirúrgica.</p> <p><b>II.</b> Paciente con enfermedad sistémica leve, controlada y no incapacitante.</p> <p><b>III.</b> Paciente con enfermedad sistémica grave, pero no incapacitante.</p> <p><b>IV.</b> Paciente con enfermedad sistémica grave e incapacitante que constituye además amenaza constante para la vida y que no siempre se puede corregir por medio de la cirugía.</p>

				<p>V. Se trata del enfermo terminal, expectativa de vida no se espera sea mayor de 24 horas con o sin tratamiento quirúrgico.</p> <p>VI. Muerte Cerebral</p>
Tiempo anestésico	Dependiente	Tiempo de intervención entre grupos mayor 1 hora 30 minutos	Cuantitativa Continua	Horas/minutos
Tipo de cirugía	Independiente	Técnica quirúrgica empleada	Cualitativa	1 Abierta 2 Laparoscópica
FVC	Dependiente	Capacidad Vital Forzada	Cuantitativo	Litros/segundos
VEF1	Dependiente	Volumen Espiratorio Forzado	Cuantitativo	Litros/segundos
FVC/VEF1	Dependiente	Relación de la capacidad forzada que se espira en el primer segundo	Cuantitativo	Porcentaje %
Parámetros ventilador	Independiente		Cuantitativo	
VT		Volumen Tidal		mililitros/kilogramo ml/kg
PEEP		Presión Positiva al Final de la Espiración		cmH <sub>2</sub> O
I:E		Relación inspiración/espiración que te indica el tiempo del ciclo total (suma del		Segundos

Phmax		tiempo inspiratorio y el espiratorio). Presión máxima inspiratoria		cmH <sub>2</sub> O
FR		Frecuencia respiratoria		Respiraciones por minuto
FiO <sub>2</sub>	Independiente	Fracción inspirada de oxígeno	Cuantitativo	Porcentaje %
Sat O <sub>2</sub>	Independiente	Saturación de oxígeno	Cuantitativo	Porcentaje %
Reclutamiento alveolar	Independiente	Maniobra de reclutamiento alveolar	Cuantitativo	Número de veces que se realiza la técnica durante el procedimiento.

**2.6 Descripción General del Estudio:** Se llevó a cabo una espirometría al término de la consulta pre anestésica o en su defecto el día de internamiento, mediante un espirómetro el cual medió: **FVC** (Capacidad vital forzada ), **VEF1** (Volumen espiratorio forzado), **FVC/VEF1** (relación de la capacidad forzada que se espira en el primer segundo), se brindaron dos formas de ventilación mecánica durante el transoperatorio, una empleando estrategia de ventilación de protección pulmonar (VT 6-8ml/kg + PEEP > o = 5 con o sin maniobras de reclutamiento) y otra sin ella (VT >8-10ml/kg sin PEEP y sin Maniobras de reclutamiento, este volumen tidal no sobrepasó de este valor con el fin de no causar daño al paciente) las cuales se anotaron en la hoja de registro transanestésico. Posteriormente se realizó nuevamente la espirometría (24 horas después al evento quirúrgico-anestésico) y se comparó la efectividad de emplear dicha estrategia de ventilación en el periodo comprendido de marzo a junio del 2016 en los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión.

## 2.7 Análisis estadístico

Las variables fueron depositadas en formato numérico en una hoja de cálculo de Excel donde fueron analizadas de manera exploratoria calculando las medidas de tendencia central y dispersión para las variables numéricas. Se construyeron tablas de frecuencias y gráficas de dispersión de todas las variables en total y por grupo analizado.

Para las variables cuantitativas se realizó una prueba de normalidad bajo el criterio de Shapiro-wilk considerando el valor de  $p > 0.05$  como datos de variables normales. Se realizaron pruebas de hipótesis para comparar entre grupos los datos de las variables. Las pruebas utilizadas fueron F de Fisher, T de Student y U de Mann Whitney para datos no paramétricos. Estos análisis se realizaron considerando una probabilidad de  $p < 0.05$  como estadísticamente significativa y serán realizados en el paquete estadístico IBM SPSS V.24.

Se obtuvieron las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas. Posteriormente, se elaboraron tablas de distribución de frecuencias entre las variables y se expresaron de manera gráfica. El objetivo general del proyecto fue evaluado por medio de una prueba de hipótesis T de Student.

A continuación se presenta un resumen general de análisis matemático para cada objetivo y sus especificaciones de diseño.

Objetivo	Definición	Prueba de Estadística
General	Comparar la efectividad de utilizar estrategia de ventilación de protección pulmonar transoperatoria en pacientes sometidos a cirugía abdominal electiva bajo anestesia general.	Prueba de normalidad para la distribución de medias. Prueba T de Student. Programa estadístico IBM SPSS V.24.
Particular 1	Comparar la función pulmonar pre y postanestésica de los pacientes (FEV1,	Análisis de estadística descriptiva.

	FVC Y FVC/VEF1) comparando entre sí, dos estrategias de ventilación.	Prueba de normalidad para la distribución de medias. Prueba T de Student. Programa estadístico IBM SPSS V.24.
Particular 2	Analizar la saturación de oxígeno en ambas estrategias de ventilación.	Análisis de estadística descriptiva. Prueba de normalidad para la distribución de medias. Programa estadístico IBM SPSS V.24.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS, DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

### 3.1 RESULTADOS

Se analizaron las características sociodemográficas de los pacientes estudiados, las cuales incluyen (edad, género, ASA, peso real y corregido, IMC y talla). Encontrándose homogeneidad entre ambos grupos. Arrojando los siguientes valores de media en las variables antes mencionadas respectivamente: edad de 42.55, peso real 81.07, peso corregido 59.34, IMC 30.40, Talla 162.59 (tabla 1). Cabe mencionar:

En cuanto al género se encontró que la mayoría de los pacientes pertenecen al grupo femenino con un total de 21, que representan el 72% de la muestra y el 28% restante que equivale a 8 pacientes pertenecen al grupo masculino (figura 8).

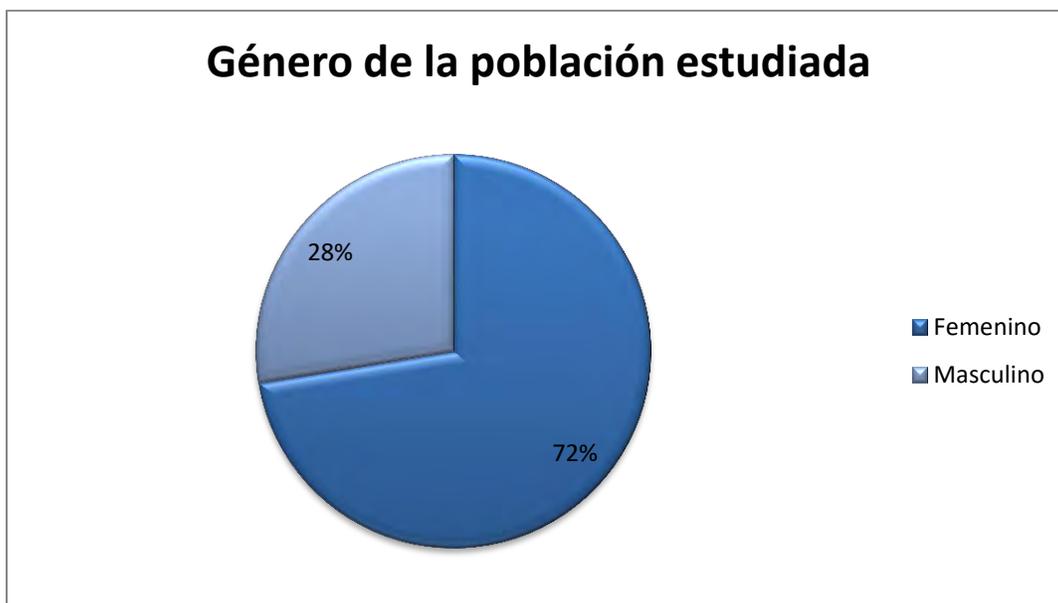


Figura 8. Género de la población estudiada

La valoración de riesgo anestésico de la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA) no mostró un valor significativo en algún grupo, dentro del protocolo se incluyeron pacientes con clasificación ASA I, II y III; donde se encontraron 14 pacientes con ASA I, 14 con ASA II y un solo paciente con ASA III (Figura 9).

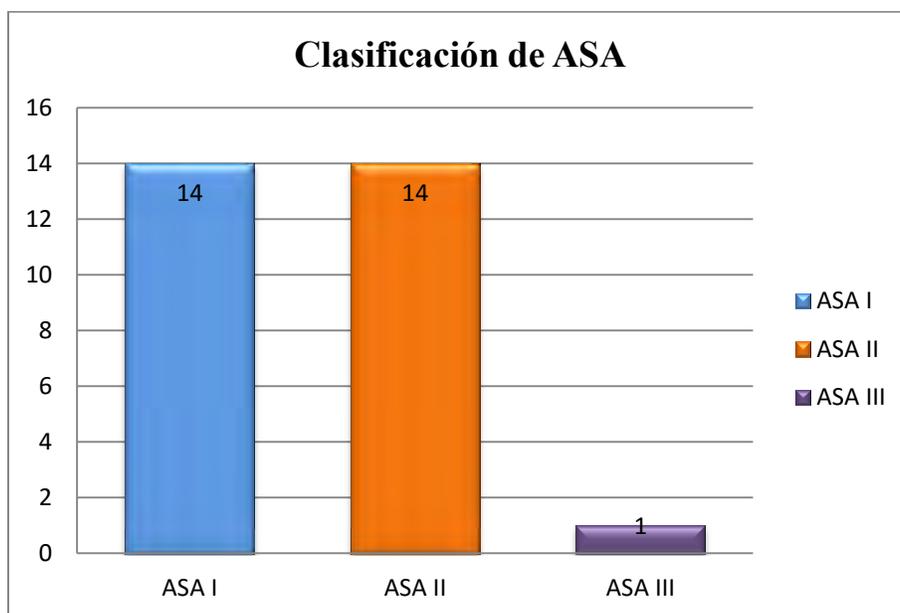


Figura 9. Valoración ASA de riesgo anestésico de los pacientes incluidos en el estudio y su proporción.

### Características sociodemográficas

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<b>Edad (años)</b>	29	18	60	42.55	10.786
<b>Peso real (kg)</b>	29	61	109	81.07	11.022
<b>Peso corregido (kg)</b>	29	49	71	59.34	5.709
<b>Talla (cm)</b>	29	149	180	162.59	7.322
<b>IMC</b>	29	22	39	30.40	4.066

Tabla 4. Análisis de tendencia central de las características sociodemográficas de los pacientes estudiados.

La prueba de normalidad se realizó mediante el método Shapiro-Wilk por tratarse de una muestra menor a 30 que valora la capacidad vital forzada, el volumen espiratorio forzado en el primer segundo y la relación entre ambas tanto preanestésica como postanestésica respectivamente a través de una espirometría. Obteniendo valores de P mayores a 0.05 para cada una de las variables, lo que significa que las mismas se comparten normalmente en ambos grupos (tabla 5, Anexo 2).

<b>Prueba de normalidad mediante el método Shapiro-Wilk para la valoración de los valores espirométricos en ambos grupos.</b>				
Variable	Grupo	Shapiro-wilk		
		Estadístico	G1	Sig
FVC preanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.950	15	.526
	Grupo B (estrategia no protectora)	.933	14	.334
FEV1 preanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.964	15	.763
	Grupo B (estrategia no protectora)	.920	14	.223
FVC/VEF1 preanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.934	15	.311
	Grupo B (estrategia no protectora)	.951	14	.573
FVC postanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.936	15	.338
	Grupo B (estrategia no protectora)	.916	14	.193
FEV1 postanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.987	15	.997
	Grupo B (estrategia no protectora)	.922	14	.232
FVC/VEF1 postanestésica	Grupo A (estrategia protectora)	.961	15	.704
	Grupo B (estrategia no protectora)	.888	14	.075

**Tabla 5. FVC (capacidad vital forzada), FEV1 (volumen espiratorio forzado en el primer segundo), FVC/VEF1 (relación entre la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo).**

El análisis de la función pulmonar tomando en cuenta la capacidad vital forzada, el volumen espirado forzado en el primer segundo y la relación de ambos valores expresado en % en la espirometría tanto previa a la anestesia como 24 horas posterior a la misma entre ambos grupos no mostró una diferencia estadísticamente significativa, encontrando la siguiente media en cada una de las variables: capacidad vital forzada preanestésica del grupo A de 3.57 y grupo B 3.70; capacidad vital forzada postanestésica del grupo A 3.09 y grupo B 2.98; volumen espiratorio forzado en el primer segundo preanestésico grupo A

2.90 y grupo B 2.91; volumen espiratorio forzado en el primer segundo postanestésico grupo A 2.58 y grupo B 2.35 y por último la relación de la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo preanestésico grupo A 80.53 y grupo B 79.36; la relación de la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo postanestésico grupo A 81 y grupo B 78.71 (tabla 6).

Grupo			
FVC preanestésica	A estrategia protectora	Media	3.57
		Varianza	.473
		Desviación estándar	.688
		Mínimo	2
		Máximo	5
	B estrategia no protectora	Media	3.70
		Varianza	.700
		Desviación estándar	.836
		Mínimo	3
		Máximo	5
FEV1 preanestésica	A estrategia protectora	Media	2.90
		Varianza	.368
		Desviación estándar	.607
		Mínimo	2
		Máximo	4
	B estrategia no protectora	Media	2.91
		Varianza	.485
		Desviación estándar	.697
		Mínimo	2
		Máximo	4
FVC/VEF1 preanestésica	A estrategia protectora	Media	80.53
		Varianza	19.267
		Desviación estándar	4.389
		Mínimo	74
		Máximo	88
	B estrategia no protectora	Media	79.36
		Varianza	20.401
		Desviación estándar	4.517

		Mínimo	73
		Máximo	89
<b>FVC postanestésica</b>	<b>A</b> estrategia protectora	Media	3.09
		Varianza	.548
		Desviación estándar	.741
		Mínimo	2
		Máximo	5
		<b>B</b> estrategia no protectora	Media
	Varianza		.563
	Desviación estándar		.751
	Mínimo		2
	Máximo	4	
<b>FEV1 postanestésica</b>	<b>A</b> estrategia protectora	Media	2.58
		Varianza	.390
		Desviación estándar	.625
		Mínimo	1
		Máximo	4
	<b>B</b> estrategia no protectora	Media	2.35
		Varianza	.388
		Desviación estándar	.623
		Mínimo	1
		Máximo	3
<b>FVC/VEF1 postanestésica</b>	<b>A</b> estrategia protectora	Media	81.00
		Varianza	18.429
		Desviación estándar	4.293
		Mínimo	75
		Máximo	90
	<b>B</b> estrategia no protectora	Media	78.71
		Varianza	18.374
		Desviación estándar	4.286
		Mínimo	72
		Máximo	84

Tabla 6. Análisis de resultados para la valoración de función pulmonar preanestésica y 24 horas postanestésica, mediante espirometría entre ambos grupos.

El análisis de la función pulmonar previa y posterior al evento anestésico para cada uno de los grupos muestra que la media de la capacidad vital forzada del grupo A es de .482 y del grupo B .727, el volumen espiratorio forzado al primer segundo del grupo A .322 y del grupo B .562 y la relación entre ambas variables en el grupo A es de -4.67 y en el grupo B .643 (tabla 7).

Variable	Grupo	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia Inferior
FVC preanestésica-FVC postanestésica	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	.482	.376	.097	.274
FEV1 preanestésica-FEV1 postanestésica		.322	.183	.047	.221
FVC/VEF1 preanestésica-FVC/VEF1 postanestésica		-.467	2.326	.601	-1.755
FVC preanestésica-FVC postanestésica	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)	.727	.689	.184	.329
FEV1 preanestésica-FEV1 postanestésica		.562	.558	.149	.240
FVC/VEF1 preanestésica-FVC/VEF1 postanestésica		.643	3.296	.881	-1.260

**Tabla 7. Análisis de resultados para la valoración de función pulmonar preanestésica y 24 horas postanestésica, mediante espirometría para cada uno de los grupos.**

Al analizar de forma individual los cambios en los valores obtenidos de las espirometrías previas al evento anestésico como 24 horas posterior al mismo, en cada uno de los grupos podemos observar que ambos se comportan de forma similar; por lo que estadísticamente no es significativo, pero cabe mencionar que pareciera que los pacientes que pertenecen al grupo de estrategia protectora tienden a acercarse más a nuestra hipótesis de trabajo.

Prueba T de student					
Variable	Grupo	95% de intervalo de confianza de la diferencia Superior	t	gl	Sig bilateral
FEV1 preanestésica-FEV1 postanestésica	.423	6.829	14	.000	
FVC/VEF1 preanestésica- FVC/VEF1 postanestésica	.821	-.777	14	.450	
FVC preanestésica-FVC postanestésica	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)	1.125	3.947	13	.002
FEV1 preanestésica-FEV1 postanestésica		.884	3.772	13	.002
FVC/VEF1 preanestésica- FVC/VEF1 postanestésica		2.546	.730	13	.478

**Tabla 8. Prueba t de student para valorar la función pulmonar preanestésica y postanestésica de cada uno de los grupos.**

Al momento de analizar los valores obtenidos de la espirometría tanto preanestésica como postanestésica entre ambos grupos con respecto al supuesto de homogeneidad de varianzas, la Sig. Bilateral se encuentra por arriba de 0.05 por lo que no existe una diferencia significativa en cuanto a la eficacia de la estrategia protectora de ventilación pulmonar versus la ventilación pulmonar no protectora. (tabla 9).

Prueba T de student						
Grupo		t	gl	Sig. Bilateral	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					inferior	Superior
<b>FVC preanestésica</b>	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	-.461	27	.648	-.713	.451
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					
<b>FEV1 preanestésica</b>	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	-.022	27	.983	-.502	.492
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					
<b>FVC/VEF1 preanestésica</b>	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	.711	27	.483	-2.218	4.570
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					
<b>FVC</b>	<b>Grupo A</b>	.413	27	.683	-.454	.683

postanestésica	(estrategia protectora)					
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					
<b>FEV1</b> postanestésica	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	1.013	27	.320	-.241	.711
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					
<b>FVC/VEF1</b> postanestésica	<b>Grupo A</b> (estrategia protectora)	1.434	27	.163	-.985	5.557
	<b>Grupo B</b> (estrategia no protectora)					

**Tabla 9. Prueba t de student para valorar la función pulmonar preanestésica y postanestésica entre ambos grupos.**

En cuanto a la saturación de oxígeno, observar que la media en el grupo A es de 98.86 y en el grupo B de 98.18, lo que estadísticamente no es significativo.

### Saturación de Oxígeno

	<b>Grupo</b>	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
SatO2	Grupo A estrategia protectora	98.86	.949	.254
	Grupo B estrategia no protectora	98.18	1.250	.377

**Tabla 10. Análisis de la saturación de Oxígeno durante el transanestésico**

### 3.2 DISCUSIÓN

En la práctica contemporánea de la anestesia han sido incorporadas nuevas tecnologías que, entre otras, comprenden nuevos ventiladores mecánicos así como nuevas o más usadas modalidades ventilatorias; por lo que es obligatorio el conocimiento de que grupos de pacientes pudieran verse beneficiados de algún modo particular de apoyo mecánico ventilatorio (Méndez, 2012).

Con el fin de mejorar el intercambio gaseoso y disminuir el daño pulmonar se ha venido modificando los parámetros ventilatorios constantemente a lo largo de la historia, formando diferentes estrategias ventilatorias. Severgnini y colaboradores encontraron una estrategia con bajo volumen tidal, niveles de PEEP moderada y suave pero repetidas maniobras de reclutamiento mejoraron la función respiratoria postoperatoria, en términos de dinámica en la espirometría, oxigenación y complicaciones pulmonares hasta 5 días después de la cirugía, sin aumentar las complicaciones intraoperatorias (Chiumello 2013).

Licker utilizando una estrategia con un volumen tidal  $< 8 \text{ mL/kg}$ , con PEEP de 4 a 10 cm de  $\text{H}_2\text{O}$  y maniobras de reclutamiento, encontró una reducción significativa en la incidencia de atelectasia, lesión pulmonar y estancia hospitalaria comparada contra un volumen convencional (Chiumello 2013). La ventilación mecánica es necesaria durante la anestesia general y puede causar complicaciones; se ha demostrado en pacientes con daño pulmonar que las estrategias ventilatorias de protección pulmonar los mantienen hemodinámicamente más estables y disminuyen dichas complicaciones, por lo que de igual forma podrían beneficiar a pacientes considerados como sanos.

Las características sociodemográficas de la población de estudio no muestra diferencias estadísticamente significativas al comparar ambos grupos entre sí, la mayoría de la población pertenece al género femenino, representando al 72% del total de la muestra; mientras que el 28% restante pertenece al género masculino. Como dato adicional cabe mencionar que la cirugía abdominal que se realizó con mayor frecuencia en nuestra muestra de estudio fue colecistectomía; y según la literatura mundial la colecistolitiasis se presenta con mayor frecuencia en el sexo femenino con una relación 2:1 (Strasberg, 2008).

La función respiratoria se puede valorar desde diferentes aspectos fisiológicos y desde el punto de vista anestésico nos permite valorar el estado clínico respiratorio, evolución, emitir un riesgo perioperatorio, predecir frecuencia y severidad de las complicaciones y dar un pronóstico funcional. La espirometría es la prueba más sencilla que valora la mecánica ventilatoria (Corona, 2014). En nuestro estudio prospectivo la utilizamos para comparar la función respiratoria entre ambos grupos 24 horas posteriores al evento anestésico, no encontramos diferencias estadísticamente significativas ya que en ambas estrategias de ventilación se encontraron pacientes con cambios en la espirometría de control muy similares entre sí, aunque es de suma importancia mencionar que la tendencia a presentar mayores cambios se encuentran en el grupo de ventilación no protectora (grupo B) mostrando una mayor disminución en nuestra capacidad pulmonar; Tomando en cuenta que al comparar la función pulmonar basándonos en el volumen máximo de aire espirado después de una inspiración máxima, el volumen de aire que espira un individuo en el primer segundo y la relación de los mismos, entre ambos grupos antes de utilizar alguna de las dos estrategias de ventilación era homogénea y se encontraba en rangos normales lo que permite poder compararlas entre sí y obtener un control postanestésico. Se realizó un estudio que exploraba los efectos pulmonares tras utilizar

ventilación de protección pulmonar en cirugía abdominal durante los primeros cinco días postoperatorios, utilizaron en uno de los grupos volúmenes tidales bajos y en el otro altos aunado a PEEP baja en ambos grupos; no encontrando ningún beneficio al utilizar la ventilación de protección pulmonar. A partir de esto Bendixen realizó estudios recientes en los cuales utilizó volumen tidal bajo con PEEP  $>$  a 5 y maniobras de reclutamiento asegurando que no se puede dejar al volumen tidal bajo como única estrategia de ventilación de protección, se necesita PEEP para prevenir el colapso pulmonar progresivo y la pérdida de aireación así como las maniobras de reclutamiento para reabrir las atelectasias después de la inducción (Futier, 2014).

Es importante mencionar que no se presentaron complicaciones al utilizar alguna de las estrategias ventilatorias estudiadas, y todos los pacientes fueron dados de alta satisfactoriamente en el tiempo considerado el necesario por el servicio tratante sin necesidad de prolongar su estancia hospitalaria.

Limitantes en este estudio pueden ser, además de una muestra poblacional baja, la medición de la función pulmonar en una sola ocasión; realizar mediciones seriadas de la misma cada 24 horas mínimo 3 días arrojaría mayor información para el análisis estadístico, con lo que los resultados tendrían mayor precisión.

Con los resultados obtenidos no se puede afirmar la hipótesis principal en relación a que al emplear ventilación de protección pulmonar en paciente sometido a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general la función pulmonar se preservará sin mostrar cambios restrictivos ú obstructivos en la espirometría de control. Sin embargo la saturación de oxígeno se conserva dentro de parámetros normales y los pacientes se mantienen hemodinámicamente estables.

### 3.3 CONCLUSIONES

La efectividad del uso de estrategia de ventilación de protección pulmonar en cirugía abdominal electiva comparado con la ventilación pulmonar estándar, no mostró diferencias estadísticamente significativas al ser comparadas entre sí por medio de la espirometría; No podemos eliminar ninguna de las estrategias evaluadas como posibilidad de ventilación en pacientes con pulmones supuestamente sanos, ya que ambos métodos mostraron ser seguros al no presentar ninguna complicación o inestabilidad hemodinámica transanestésica y/o postanestésica. En cuanto al monitoreo de saturación de oxígeno, cabe mencionar que en ambas estrategias ventilatorias se mantuvieron rangos normales.

La estrategia de ventilación de protección pulmonar es segura y es necesario estudiarla cada vez más en pacientes considerados como sanos por medio de ensayos más grandes.

### **3.4 CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES**

El empleo de una muestra mayor de población puede mejorar la significancia estadística de los resultados, se espera que la medición seriada por lo menos en tres ocasiones de la función respiratoria por medio de la espirometría otorgue mayor información y permita un análisis con resultados más precisos que apoyen la hipótesis principal.

Es de suma importancia conocer la función respiratoria basal de cada uno de los pacientes que necesitan una intervención quirúrgica con anestesia general que nos permita individualizar y elegir la mejor estrategia ventilatoria para cada persona. Por lo anteriormente comentado debería ser requisito dentro de la valoración preanestésica la espirometría basal de aquellos pacientes que serán sometidos a anestesia general, así como un espirómetro y personal capacitado y certificado para realización de las mismas en cada hospital.

## LITERATURA CITADA

1. Barash P. Clinical anesthesia. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009: p. 248
2. Brimabombe JR. Anatomy. In: Brimabombe JR (ed). 2nd ed. Philadelphia: Elsevier Limited; 2005: pp. 73-104.
3. Camacho C. Volfredo , Carmen Barredo Garcés. Ventilación protectora. ¿Qué hemos aprendido en 15 años? *Medicrit revista de medicina interna y medicina crítica*. Febrero 2006
4. Carrillo-Esper Raúl, Espinoza de los Monteros-Estrada Isis, María Dolores Montero Arias María Dolores, Rosales-Gutiérrez Agustín Omar. Ventilación de protección en el transoperatorio. *Revista Mexicana de Anestesiología artículo de Revisión* Vol. 38. No. 2 Abril-Junio 2015 pp 91-97
5. Chiumello, Coppola, Froio Toward lung protective ventilation during general anesthesia: A new challenge. Dipartimento di Anestesia, Rianimazione (Intensiva e Subintensiva) e Terapia del Dolore, Fondazione IRCCS Ca' Granda Ospedale Maggiore Policlinico, Milan University, Italy. *Elsevier Rev Esp Anesthesiol Reanim*. 2013.
6. Corona-Hernández María de los Ángeles, Enrique Álvarez-Cruz, Tomás Segura-Fernández. La espirometría: lo que el anestesiólogo debe saber. *Revista mexicana de anestesiología* Junio 2014.
7. Escobar Vargas Fabiola Mabel, Ibañez P. Stephania Madelaine. Determinación por espirometría de volúmenes y capacidades pulmonares en sujetos fumadores y no

- fumadores residentes de la altura. Revista SCientifica versión impresa ISSN 1813-0054. SCIENTIFICA v.9 n.1 La Paz 2011
8. García Álvarez Pedro Julio, Sarah López Lazo, Edel Cabreja Mola, Irisandra González Guerra: Ventilación transoperatoria controlada por volumen versus ventilación obligatoria intermitente sincronizada. Revista Archivo Médico de Camagüey AMC vol.19 no.6 Camagüey nov.-dic. 2015
  9. Gutiérrez, F. Diagnóstico, Monitoreo y Soporte Inicial del Paciente con Insuficiencia Respiratoria Aguda. Revista Acta Médica Peruana Número Especial. 2011.
  10. Haefeli-Bleuer B, Weibel ER. Morphometry of the human pulmonary acinus. Anat Rec. 1988;220(4):401-414.
  11. Hans Fred García-Araque, Sergio Esteban Gutiérrez-Vidal. Aspectos básicos del manejo de la vía aérea. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá D.C., Colombia. Vol. 38. No. 2 Abril-Junio 2015 pp 98-107
  12. Hansa Gregory A., Thierry M. Sottiauxb, Maurice L. Lamy and Jean L. Jorisa Ventilatory management during routine general anaesthesia. Eur J Anaesthesiol 26:1–8 2009 European Society of Anaesthesiology.
  13. Iñiguez Fernando, Sánchez Ignacio. Desarrollo pulmonar, neumología pediátrica 2008 Volumen 3 Número 2. Pediatra Broncopulmonar, Hospital Base de Puerto Montt y Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.
  14. Langman, EMBRIOLOGÍA MÉDICA. 10° ed., Edit. Panamericana, Buenos Aires 2004. Cap. 13.
  15. López Bascopé Alberto, Bautista Morales Margarita; Ventilación No Invasiva en Medicina Perioperatoria. Aplicación Clínica Departamento de Medicina

- Respiratoria Hospital Ángeles Mocol México, Distrito Federal. Federación Mexicana de Anestesiología, A.C Anestesia en México 2008.
16. Méndez-Beltrán Manuel. Ventilación mecánica en anestesia. Revista Mexicana de Anestesiología, paciente en estado crítico Vol. 35. Supl. 1 Abril-Junio 2012.
  17. Milic-Emili J, Henderson JAM, Dolovich MB, et al. Regional distribution of inspired gas in the lung. *J Appl Physiol*. 1966
  18. Namita Gupta and Sachin Yende. Benefits of lung-protective ventilation: looking beyond the ICU. University of Pittsburgh Department of Critical Care Medicine: Evidence-Based Medicine Journal Club, edited by Sachin Yende . Critical Care 2014
  19. Nunn JF. Applied respiratory physiology. 4th ed. 19. 1993.
  20. Rama-Maceiras Pablo Atelectasias perioperatorias y maniobras de reclutamiento alveolar. Servicio de Anestesiología y Reanimación, Complejo Hospitalario Universitario, A Coruña, España. Elsevier Arch Bronconeumol. 2010.
  21. Ramos Gómez Luis A; Salvador Benito Vales. Fundamentos de la ventilación mecánica. Barcelona (España 2010).
  22. Ronald D. Miller Miller's Anesthesia, Elsevier Health Sciences, 2010
  23. Rouvière, Henry; A. Delmas y Vincent Delmas (2005). Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional, Volumen 1 (11va edición). Elsevier, España.
  24. RS Isaacs, Sykes JM. Anatomy and physiology of the upper airway. *Anesthesiol Clin North Am*. 2002
  25. Schultz Marcus J., Jack J. Haitzma, Arthur S. Slutsky, Ognjen Gajic. What Tidal Volumes Should Be Used in Patients without Acute Lung Injury? The American Society of Anesthesiologists, *Anesthesiology* 2007.

26. Seiberlich Emerson, Alves Santana Jonas, Renata de Andrade Chaves, Raquel Carvalho Seiberlich Ventilación Mecánica Protectora, ¿Por Qué Utilizarla? 2011 Elsevier Editora Ltda. Rev Bras Anesthesiol 2011.
27. Sepúlveda M. Ricardo El flujómetro de Wright. Una herramienta indispensable en la práctica ambulatoria. Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Rev. chil. enferm. respir. v.20 n.2 Santiago abr. 2004.
28. Severgnini Paolo, Gabriele Selmo, Christian Lanza, Alessandro Chiesa, Alice Frigerio, Alessandro Bacuzzi, Gianlorenzo Dionigi, Raffaele Novario, Cesare Gregoretto, Marcelo Gama de Abreu, Marcus J. Schultz, Samir Jaber, Emmanuel Futier, Maurizio Chiaranda, Paolo Pelosi. Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function. 2013, the American Society of Anesthesiologists. Anesthesiology 2013
29. Sologuren CN. Anatomía de la vía aérea. Rev Chil Anest. 2009;38:7883. Unidad de Anestesia, Hospital Dr. Sótero del Río.
30. Strasberg Steven M. Acute Calculous Cholecystitis. The New England Journal of Medicine. Junio 2008.
31. Thurnher D. The glottis and subglottis: an otolaryngologist's perspective. Thorac Surg Clin. 2007.
32. Tianzhu Tao, Lulong Bo, Feng Chen, Qun Xie, Yun Zou, Baoji Hu, Jinbao Li, Xiaoming Deng. Effect of protective ventilation on postoperative pulmonary complications in patients undergoing general anaesthesia: a meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ Open 2014.

33. Treschan, W. Kaisers, Schaefer, B. Bastin, U. Schmalz, V. Wania, C. F. Eisenberger, A. Saleh, M. Weiss, A. Schmitz, P. Kienbaum, D. I. Sessler, B. Pannen and M. Beiderlinden. Ventilation with low tidal volumes during upper abdominal surgery does not improve postoperative lung function. *British Journal of Anaesthesia* (2012).
34. West, J.B. (2008). «Ch.7 Mechanics of breathing». *Respiratory physiology: the essentials*. Lippincott Williams & Wilkins

## ANEXO 1

### CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### **“EFECTIVIDAD DEL USO DE ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN DE PROTECCIÓN PULMONAR EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA ELECTIVA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL EN EL HOSPITAL GENERAL DEL ESTADO “DR. ERNESTO RAMOS BOURS” (HGE)”**

El Hospital General del Estado, hace estudios sobre la salud con el fin de brindarle la mejor atención a sus pacientes. La anestesia general se sabe que está asociada con el deterioro en la función pulmonar, en términos de alteraciones en las vías respiratorias, la mecánica del sistema y en la relación ventilación / perfusión y promueve la aparición de complicaciones pulmonares.

Las estrategias de ventilación mecánica han venido sufriendo una modificación en las últimas décadas, con la tendencia al uso de volúmenes corrientes cada vez menores usando PEEP con ó sin maniobras de reclutamiento alveolar; que es a lo que conocemos como estrategia de ventilación de protección pulmonar. Todo esto con el fin de no causar daño a las estructuras pulmonares, disminuir las complicaciones y acortar la estancia hospitalaria.

Una de las tantas funciones del anesestesiólogo es evaluar la función pulmonar para desarrollar el mejor plan anestésico el cual incluye el modo ventilatorio a utilizar; con el objetivo principal de no alterar la función respiratoria existente ayudando a preservar la calidad de vida del paciente y sobre todo no causar daño; esta, entre otras; es la razón más importante para realizar el estudio.

**RIESGOS DEL ESTUDIO:** Este estudio no representa ningún riesgo para su usted. Para su participación sólo es necesaria su autorización, que nos permita realizarle una espirometría (Prueba que evalúa la función pulmonar) previa a la cirugía, otra 24 horas después de la misma y que firme el presente documento.

**COSTO DE LA PARTICIPACIÓN:** La participación en el estudio no tiene ningún costo para usted.

**CONFIDENCIALIDAD:** Toda la información obtenida en el estudio es completamente confidencial, solamente los miembros del equipo de trabajo conocerán los resultados y la información. Se le asignará un número (código) a cada uno de los participantes, y este número se usará para el análisis, presentación de resultados, publicaciones etc.; Con esto ninguna persona ajena a la investigación podrá conocer los nombres de los participantes.

**BENEFICIOS DEL ESTUDIO:** Es importante señalar que con su participación ayuda a crear estrategias ventilatorias aún más seguras, disminuyendo así las complicaciones

respiratorias postoperatorias y los costos hospitalarios. De igual forma se le brindará información sobre su función pulmonar actual y en caso de presentar alguna alteración en su prueba de inicio ó posterior al procedimiento quirúrgico, se le brindará atención y tratamiento médico correspondiente autorizado y que presente cobertura por el seguro popular.

Yo \_\_\_\_\_ estoy plenamente de acuerdo en participar en la investigación de Tania Irene Escobar Palacio sobre la “Efectividad del uso de estrategia de ventilación de protección pulmonar en pacientes sometidos a cirugía electiva abdominal bajo anestesia general en el hospital general del estado “Dr. Ernesto Ramos Bours” (HGE)”, una vez que se me expliquen los objetivos, propósitos, realización de la espirometria y beneficios que reporta dicha investigación.

Se me ha comunicado que toda información y los procedimientos a los cuales me expongo se utilizarán únicamente con fines de investigación, teniendo la posibilidad de retirarme de la investigación en el transcurso de la misma, si lo considero necesario, sin que esto repercute en mi futura atención como paciente.

---

Firma y nombre del paciente o familiar

Por lo anterior acepto voluntariamente participar en la investigación de:

**EFFECTIVIDAD DEL USO DE ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN DE  
PROTECCIÓN PULMONAR EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA  
ELECTIVA ABDOMINAL BAJO ANESTESIA GENERAL**

Firma del Testigo \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

### GRÁFICAS DE NORMALIDAD

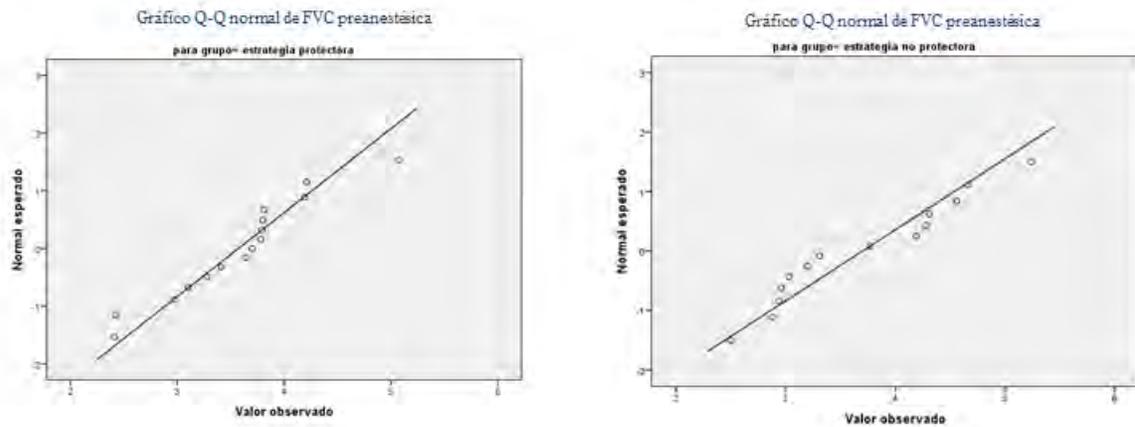


Figura 10 y 11. Distribución normal de datos en la valoración de capacidad vital forzada preanestésica en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 10 para el grupo A y figura 11 para el grupo B respectivamente.

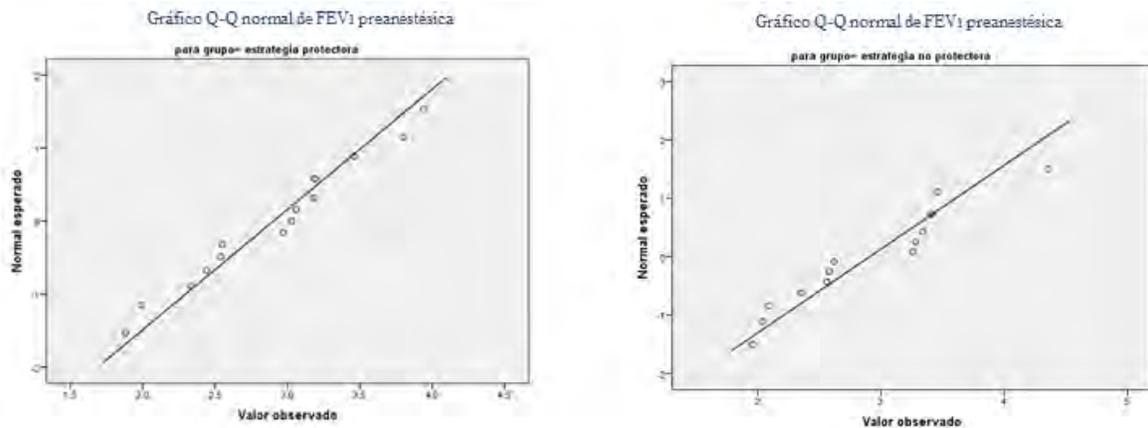


Figura 12 y 13. Distribución normal de datos en la valoración del volumen espiratorio forzado en el primer segundo preanestésico en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 12 para el grupo A y figura 13 para el grupo B respectivamente.

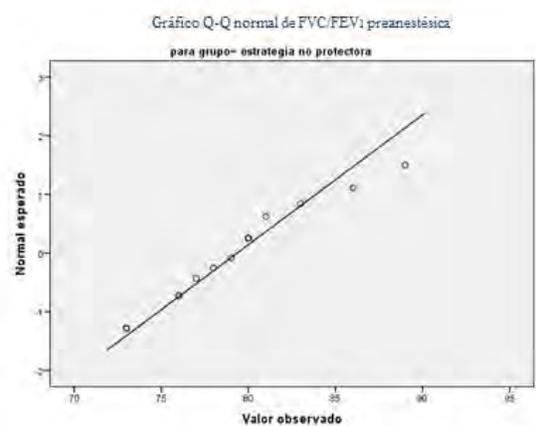
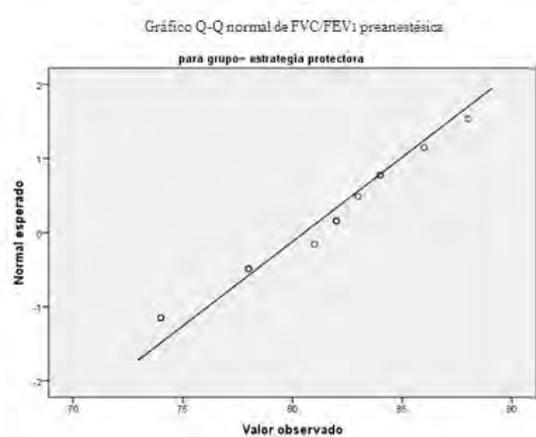


Figura 14 y 15. Distribución normal de datos en la relación entre la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo preanestésico en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 14 para el grupo A y figura 15 para el grupo B respectivamente.

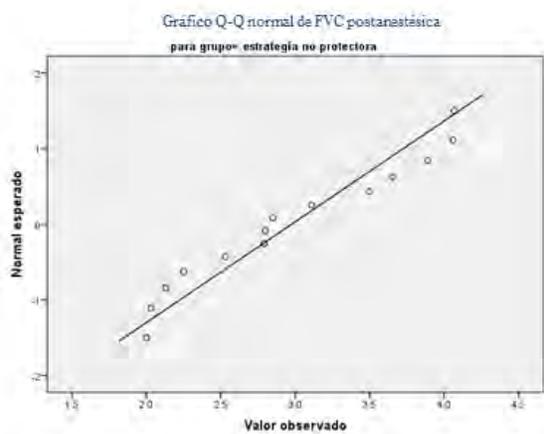
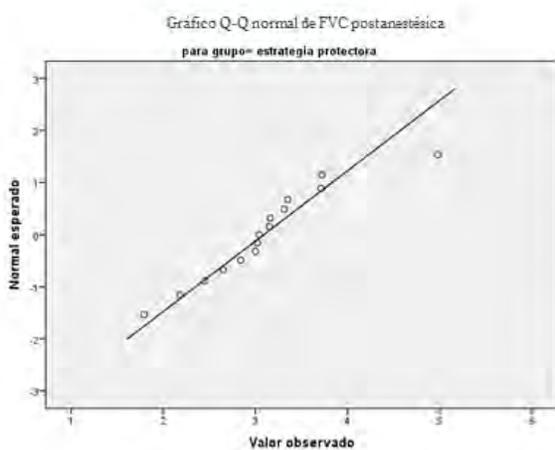


Figura 16 y 17. Distribución normal de datos en la valoración de capacidad vital forzada postanestésica en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 16 para el grupo A y figura 17 para el grupo B respectivamente.

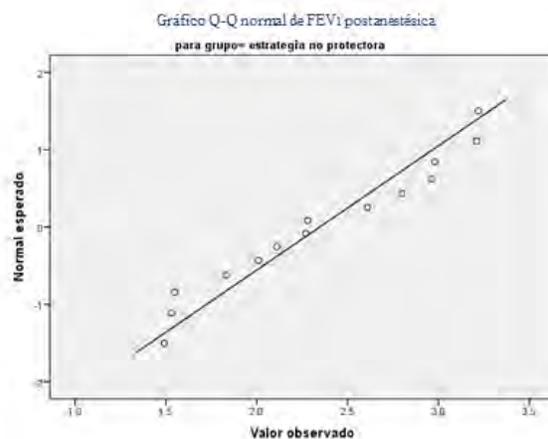
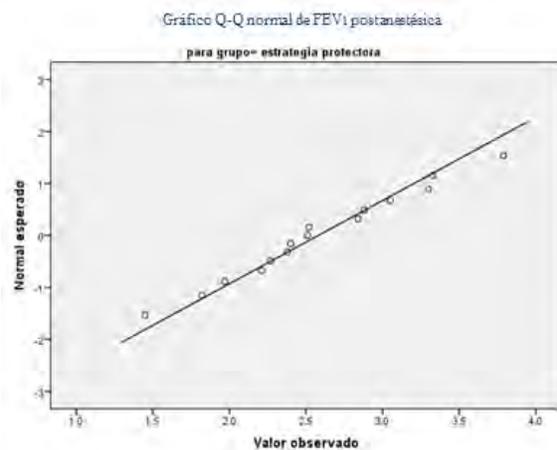


Figura 18 y 19. Distribución normal de datos en la valoración del volumen espiratorio forzado en el primer segundo postanestésico en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 18 para el grupo A y figura 19 para el grupo B respectivamente.

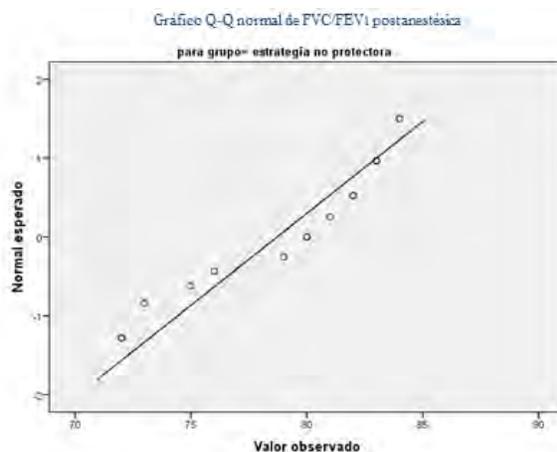
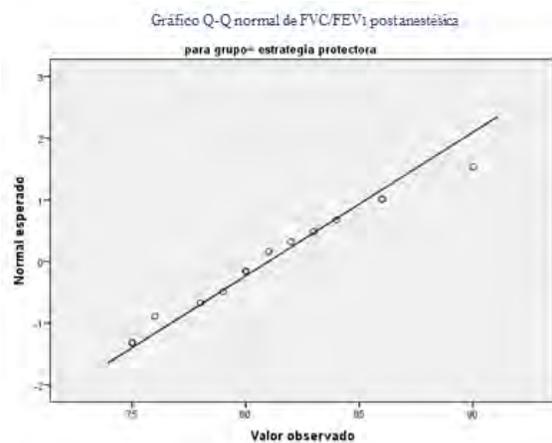


Figura 20 y 21. Distribución normal de datos en la relación entre la capacidad vital forzada y el volumen espiratorio forzado en el primer segundo postanestésico en ambos grupos mediante el método de Shapiro-Wilk; figura 20 para el grupo A y figura 21 para el grupo B respectivamente.