



**BUAP**

**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**

**Facultad de Medicina**

**Hospital General Zona Norte de Puebla “Bicentenario de la  
Independencia”**

Nombre de la Tesis:

**Comparación entre ventilación mecánica protectora vs ventilación  
convencional en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general.**

Tesis para obtener el Diploma de Especialidad:

**Anestesiología**

Presenta

**Larissa Elizabeth Mora Camargo**

Asesor Metodológico

**Doctora Mariana Lee Miguel Sardaneta**

Asesor Experto

**Dr Netzahualcoyotl Toxtle Guerra**

H. Puebla de Z. octubre 2023

No. Registro: **CI/HGZN/R031/2023**



Agradecimientos y dedicatoria.

Quiero dedicar esta tesis a mis padres, ya que sin su apoyo no hubiera podido lograr esta meta, gracias por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad y por sus palabras de aliento. A mi hermana por creer en mí, por su apoyo incondicional y por brindarme la fortaleza necesaria para seguir con esta meta. A mi novio Isaac por brindarme todo su amor y apoyo en esta etapa de mi vida, en los días difíciles, por su compañía y por creer siempre en mí. Y sobre todo gracias a Dios quien me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mis asesores que me dieron la oportunidad de trabajar junto con ellos, guiaron el trabajo que pude realizar gracias a su ayuda, dedicación y apoyo. Gracias por su tiempo, por su paciencia y por compartir su amplio conocimiento conmigo.

## Contenido

1	Resumen .....	4
2	Marco Teórico .....	5
2.1	Antecedentes Generales .....	5
2.2	Antecedentes Específicos .....	8
3	Justificación .....	11
4	Planteamiento del Problema .....	12
5	Hipótesis.....	13
6	Objetivos.....	13
6.1	Objetivo General .....	13
6.2	Objetivos Específicos .....	13
7	Material y Métodos .....	14
7.1	Tipo de Estudio .....	14
7.2	Ubicación Espaciotemporal.....	14
7.3	Estrategia de Trabajo .....	14
7.4	Universo de Estudio .....	15
7.4.1	Población Fuente .....	15
7.4.2	Población Elegible.....	15
7.5	Criterios de Inclusión.....	15
7.6	Criterios de Exclusión.....	15
7.7	Criterios de Eliminación.....	16
8	Operacionalización de Variables .....	16
9	Análisis Estadístico.....	17
10	Cronograma.....	18
11	Organización Logística .....	19
11.1	Recursos Materiales.....	19
12	Aspectos Éticos y de Bioseguridad. ....	19
13	Resultados.....	20
14	Discusión.....	25
15	Limitantes .....	27
16	Conclusiones .....	27
17	Referencias .....	29

18 Anexos.....	33
18.1 Consentimiento informado .....	33

## 1 Resumen

**Introducción:** La ventilación mecánica es una forma muy común de soporte vital utilizada en todo el mundo para pacientes sometidos a anestesia general. Sin embargo, conlleva a la posibilidad de inducir daños significativos pulmonares, incluso cuando se administra durante breves periodos de tiempo como consecuencia podría provocar un síndrome de dificultad respiratoria aguda, prolongación del uso de ventilación mecánica y por lo tanto un aumento en la mortalidad. **Objetivo:** Comparar estrategias de ventilación mecánica protectora versus la ventilación mecánica convencional en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general. **Material y métodos:** estudio observacional, unicéntrico, comparativo, prospectivo y transversal. Se seleccionaron 62 pacientes de los cuales 22 se excluyeron por no contar con expediente completo obteniendo una muestra de 40 pacientes, los cuales se dividieron en dos grupos, el grupo 1 al cual se aplicaron medidas de neumoprotección y el grupo 2 en el cual no se realizaron medidas de neumoprotección. Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba t de Student para las muestras independientes y para analizar los datos que no se distribuyeron normalmente se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney. **Resultados:** en el índice de PAFI preanestésico se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) comparada con el PAFI posanestésico, en cuanto al resto de las variables no se demostró significancia estadística. En cuanto a la asociación entre el tipo de complicación y el método de ventilación mecánica que se utilizó pudimos observar que en el grupo con medidas de neumoprotección obtuvimos un total de 2 complicaciones pulmonares, mientras que en el grupo sin medidas de neumoprotección obtuvimos un total de 4 complicaciones. **Conclusiones:** es necesario en investigaciones futuras un aumento del número de pacientes y el uso de uno o más métodos de evaluación diagnóstica para valorar con mayor precisión la reducción o la prevención de las complicaciones pulmonares posoperatorias y así lograr una reducción importante de morbilidad y mortalidad perioperatoria.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes Generales

La ventilación mecánica es una forma muy común de soporte vital utilizada en todo el mundo para pacientes sometidos a anestesia general o con insuficiencia respiratoria en el contexto de una enfermedad crítica. Sin embargo, conlleva a la posibilidad de inducir daños significativos pulmonares (1), incluso cuando se administra durante breves periodos de tiempo como consecuencia podría provocar un síndrome de dificultad respiratoria aguda, prolongación del uso de ventilación mecánica y por lo tanto un aumento en la mortalidad. (2) Por lo que, es necesario que los pacientes que reciban ventilación mecánica sean manejados con estrategias o maniobras ventilatorias seguras para reducir el riesgo de lesiones pulmonares.

La ventilación mecánica intraoperatoria puede ocasionar una disminución del volumen pulmonar espiratorio final, la aparición de atelectasias y estar relacionada con la degradación tanto de la mecánica respiratoria y del intercambio gaseoso. (3) En consecuencia, la ventilación mecánica, como indican las pruebas de estudios clínicos y experimentales, puede agravar o incluso desencadenar lesiones pulmonares (4).

Se ha reportado que una de las principales etiologías críticas que causan un aumento en la morbilidad y mortalidad perioperatorias son las complicaciones pulmonares, especialmente la insuficiencia respiratoria postoperatoria (3).

Aproximadamente 5% de los pacientes que se someten a cirugía desarrollarán al menos una complicación pulmonar y uno de cada cinco pacientes que desarrolló una complicación pulmonar morirá dentro de los primeros 30 días después de la cirugía (5). Además, el número de complicaciones pulmonares está fuertemente

asociado con la estancia hospitalaria prolongada y con la mortalidad a corto plazo (6).

La ventilación mecánica de protección pulmonar intraoperatoria incluye, el uso de un volumen corriente bajo, niveles adecuados de presión positiva al final de la espiración (PEEP) y maniobras de reclutamiento (MR) se ha demostrado que tiene un efecto profiláctico en el desarrollo de complicaciones pulmonares en comparación con la estrategia de ventilación mecánica con uso de volumen tidal alto, niveles bajos de PEEP y sin maniobras de reclutamiento alveolar (7).

Se estima que cada año en todo el mundo se realizan mas de 200 millones de cirugías en donde se emplea la ventilación mecánica (8).

Las metas de la ventilación mecánica neumoprotectora intraoperatoria son minimizar la sobredistención alveolar, el colapso repetido y la reapertura de los alvéolos, así como la atelectasia, que son los principales mecanismos de lesión pulmonar inducida por ventilación (VILI)(9). La sobredistención alveolar puede evitarse utilizando volúmenes tidales pequeños y manteniendo una driving pressure y una presión de meseta adecuadas, mientras que el uso de PEEP y/o maniobras de reclutamiento puede revertir la aparición de atelectasias.

La lesión pulmonar inducida por ventilador es una lesión pulmonar aguda que afecta a las vías respiratorias y al parénquima pulmonar, causada o exacerbada por la ventilación mecánica.

El volutrauma, el barotrauma, el atelectrauma y el biotrauma son los principales mecanismos de lesión pulmonar inducida por ventilación mecánica.

Sin embargo, se desconoce el papel individual de cada mecanismo. Las lesiones alveolares en la VILI se componen de hemorragia alveolar, formación de membrana hialina, aumento de la permeabilidad de la membrana alveolo-capilar, edema

intersticial y alveolar, pérdida de surfactante funcional y colapso alveolar (hallazgos similares a los observados en el síndrome de dificultad respiratoria aguda.)(10).

La ventilación mecánica con un driving pressure excesivo, definido como la diferencia entre la presión de meseta y la PEEP (11), pone en peligro el aclaramiento del fluido alveolar, un mecanismo crucial para conservar la homeostasis del líquido intraalveolar (12). La degradación del aclaramiento de líquido alveolar junto con el deterioro de la función del epitelio y el endotelio, contribuyen a la formación de edema intersticial y alveolar.

Las consecuencias de estos trastornos son la disfunción del surfactante, la formación de atelectasias y el deterioro de la mecánica pulmonar, como las propiedades resistivas y elásticas pulmonares, especialmente el deterioro de la distensibilidad, lo que finalmente da como resultado el deterioro pulmonar del huésped (13).

Existen tres principales componentes para llevar a cabo una ventilación mecánica protectora: un volumen corriente bajo y una driving pressure limitada junto con una presión de meseta adecuada para reducir el estrés y la tensión, PEEP para mantener el pulmón abierto y maniobras de reclutamiento para reabrir los alvéolos colapsados(14).

Dentro de las principales estrategias de ventilación neumoprotectora se encuentran las siguientes:

Volumen tidal: los volúmenes corrientes bajos o mejor denominados "fisiológicos" han sido un elemento esencial de la ventilación protectora pulmonar. Varios estudios han demostrado una reducción de la frecuencia de complicaciones pulmonares (CPP) en pacientes que reciben volúmenes tidales bajos intraoperatorios (es decir, de 6 a 8 mL/kg de peso), en comparación con los que reciben la estrategia convencional de ventilación con volúmenes corrientes mayores.



Presión meseta: la presión de meseta (Pplat) se define como la presión ejercida sobre las pequeñas vías respiratorias y los alvéolos. Aunque no se ha descubierto un nivel exacto de Pplat que induzca barotrauma, en general, cuanto mayor sea la Pplat, mayor es el riesgo de barotrauma. Aunque no existe un valor específico de Pplat recomendado para esta estrategia, la mayoría de los intensivistas sugieren una Pplat  $<30$  cmH<sub>2</sub>O y evitar una Pplat  $>35$  cmH<sub>2</sub>O.

Driving pressure: se define como la diferencia entre la presión meseta y la PEEP. Este gradiente de presión está linealmente relacionado con la distensión pulmonar, que incluye un componente estático y otro dinámico. Se ha demostrado una relación entre una DP ( $>13$  cmH<sub>2</sub>O), presión de meseta alta ( $>16$  cmH<sub>2</sub>O) y un aumento de complicaciones pulmonares postoperatorias.

PEEP: varios estudios han sugerido que el uso de 6 cmH<sub>2</sub>O de PEEP es apropiado, ya que podría mejorar la compliance pulmonar y preservar el volumen espiratorio pulmonar, bajo anestesia general en pacientes obesos y no obesos. Además de estos beneficios este nivel de PEEP también puede disminuir los cortocircuitos (shunts) y mejorar la oxigenación arterial (PaO<sub>2</sub>) en pacientes con pulmones no lesionados. (17).

## 2.2 Antecedentes Específicos

En los últimos años, se ha informado de que la ventilación mecánica protectora intraoperatoria puede atenuar las lesiones pulmonares inducidas por la ventilación, empleando VT bajo, un nivel adecuado de PEEP y maniobras de reclutamiento alveolar. Los objetivos de estas intervenciones son minimizar la sobredistensión alveolar, evitar repetidamente el colapso y reapertura de los alvéolos, reduciendo así las atelectasias.(16)

En el 2014, Hemmes y cols (18) realizaron un estudio llamado PROVILHO en el cual el objetivo de la presión de meseta fue de 30 cmH<sub>2</sub>O y las maniobras se

realizaron directamente después de la inducción, tras cualquier interrupción del ventilador, así como antes de la extubación.

Otra forma de ejecutar estas maniobras se mostró en un ensayo realizado en 2013 por Futier, publicado en el New England Journal of Medicine (19), en este estudio, los reclutamientos se realizaron manteniendo la inflación a través de una presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) de 30 cmH<sub>2</sub>O durante 30 s cada 30 min después de la intubación traqueal.

Se aplicó un enfoque similar en un estudio realizado en China en el 2013 por Yuang y cols sobre ventilación protectora en ancianos sometidos a cirugía de fusión espinal, pero en este estudio se utilizó una presión de las vías respiratorias de 35 cmH<sub>2</sub>O y las maniobras se repitieron cada 15 min demostrando una mejoría en la incidencia de complicaciones pulmonares.

Se han realizado muchos estudios y metanálisis sobre el uso de PEEP. (3,20) En este estudio, Güldner et al. Clasificaron el PEEP en niveles altos y bajos, pero persistieron durante todo el período de ventilación, independientemente del modo de ventilación. En ambos casos observaron mejoras, reducción de la morbilidad y mortalidad a corto y largo plazo y estancias hospitalarias más cortas.

En 2023 se realizó un estudio en Vietnam (21), en este ensayo clínico controlado aleatorizado, 62 pacientes indicados para cirugías laparoscópicas abdominales electivas con una duración prevista superior a 2 horas se asignaron aleatoriamente a recibir VM convencional y VM con medidas de neumoprotección, se demostró que la VM neumoprotectora mejoro significativamente la oxigenación pulmonar y mejoro la compliance pulmonar en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica. Similar a este estudio en 2019 Liu J y cols (22) demuestra en su estudio con 120 pacientes sometidos a ventilación neumoprotectora que hubo significativa mejoría en la

oxigenación pulmonar y redujo la incidencia de complicaciones pulmonares especialmente en los pacientes que fueron sometidos a VM por más de 6 horas.

Sin embargo, el papel dominante de la reducción del volumen corriente se ve favorecido por los resultados de un ensayo clínico multicéntrico internacional iPROVE (23) realizado en el 2018 en 900 pacientes. En este ensayo, los pacientes fueron ventilados mecánicamente con 8 ml/kg de volumen corriente (VT) y se les proporcionó un nivel alto de PEEP (12 cmH<sub>2</sub>O), combinado con maniobras de reclutamiento, o bien un nivel bajo de PEEP (2 cmH<sub>2</sub>O) sin maniobras de reclutamiento. Los resultados de este estudio mostraron que el porcentaje de PPC era comparable entre los dos grupos (38 frente a 39%; RR, 1,01; IC del 95%, 0,85e1,20; P¼ 0.84) (24).

Un meta-análisis en 2012 (25) que incluyó 15 ensayos controlados aleatorizados y cinco estudios observacionales reportó que los pacientes ventilados con un volumen corriente de aproximadamente 6 ml/kg tenían un menor riesgo de lesión pulmonar (RR 0,33; IC del 95%: 0,23e0,47) y mortalidad (RR 0,64; IC del 95%: 0,46e0,89) en comparación con los ventilados con volúmenes corrientes más altos (26); otro metanálisis de siete estudios (27) halló que los pacientes ventilados con volúmenes tidales bajos (7 ml/kg) evolucionaron a SDRA, desarrollaron neumonía o murieron en menor cantidad que los pacientes en los que se utilizaron volúmenes tidales más altos (>8 ml/kg).

**Tabla 1. Recomendaciones y afirmaciones de moderada a alta calidad y fuerte apoyo experto.**

El ventilador inicialmente se debe configurar para brindar VT bajos 6-8ml por kg de peso ideal y PEEP =5.
Un PEEP apropiado y maniobras de reclutamiento alveolar pueden prevenir PPC y mejorar la función ventilatoria.
En adición a la monitorización estándar se debe monitorizar también la compliance dinámica, el DP y presión meseta en la VM controlada.
Se recomienda monitorización hemodinámica continua y de saturación de O <sub>2</sub> antes y durante el reclutamiento alveolar.
La formación de atelectasias perioperatorias puede ser un factor de riesgo importante en desarrollar PPCs.
Un PEEP individualizado puede prevenir el colapso alveolar progresivo.
Incrementar el FIO <sub>2</sub> puede ser efectivo al incrementar la PO <sub>2</sub> , pero no es efectivo para mejorar la compliance dinamica del sistema respiratorio.

**Tomada de: Young C. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations, British Journal of Anaesthesia 2019;898-913.**

### 3 Justificación

La ventilación mecánica protectora trae beneficios importantes como la prevención de complicaciones pulmonares, mejoría de función respiratoria en el postoperatorio, disminución de estancia hospitalaria, entre otros. Las complicaciones respiratorias postquirúrgicas, continúan siendo de preocupación para los médicos ya que conllevan a un incremento en la morbilidad y mortalidad de los pacientes.

No obstante, en México, son pocos estudios los que se han realizado comparando la ventilación mecánica convencional con los beneficios de la ventilación protectora.

A pesar de contar con evidencia suficiente para recomendar su uso, en nuestra unidad hospitalaria no se cuenta con un protocolo establecido para el manejo estandarizado de pacientes que serán sometidos a ventilación mecánica, por lo tanto, establecer medidas para el uso de ventilación mecánica bajo parámetros de protección pulmonar ,podría ser de utilidad en la disminución de morbilidad y mortalidad reportada, así como beneficios en nuestros pacientes y disminución en los efectos negativos de nuestro sistema de salud.

#### 4 Planteamiento del Problema

La aparición de complicaciones pulmonares postoperatorias tiene un alto impacto en la morbilidad y mortalidad de los pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general. Dentro de las principales complicaciones podemos encontrar atelectasias, neumonía, derrame pleural, broncoespasmo, motivo por el cual, recientemente se han estudiado y descrito múltiples estrategias de neumoprotección en pacientes con ventilación intraoperatoria, sin embargo, aún no es posible garantizar una ventilación mecánica adecuada que reduzca las complicaciones pulmonares posoperatorias.

Aproximadamente 5% de los pacientes que se someten a cirugía; desarrollaran al menos una complicación pulmonar y uno de cada cinco pacientes que desarrolló una complicación pulmonar morirá dentro de los primeros 30 días después de la cirugía. Además, se ha demostrado que el número de complicaciones pulmonares está fuertemente asociado con la estancia hospitalaria prolongada y con la mortalidad a corto plazo, por lo que desarrollar protocolos de atención sobre el uso de ventilación mecánica protectora conllevaría a disminuir los efectos negativos en

el paciente y por tanto, en el sistema de salud, por lo que surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existen diferencias entre el uso de ventilación mecánica protectora en comparación con la ventilación convencional?

## 5 Hipótesis

Ho. No existen diferencias entre ventilación mecánica protectora en comparación con la ventilación mecánica convencional.

Ha. Existen diferencias entre ventilación mecánica protectora en comparación con la ventilación mecánica convencional.

## 6 Objetivos

### 6.1 Objetivo General

Comparar estrategias de ventilación mecánica protectora versus la ventilación mecánica convencional en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general.

### 6.2 Objetivos Específicos

- Describir las características de la población de la muestra como la edad, genero, el índice de masa corporal y la escala de la Asociación Americana de Anestesiología (ASA)
- Identificar el Ariscat Score de cada paciente.
- Comparar los parámetros clínicos gasométricos preanestésicos contra los posanestésicos.
- Registrar la PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> de ambos grupos.
- Registrar el tiempo quirúrgico y anestésico de ambos grupos.

- Comparar diferencias entre el índice de Kirby de ambos grupos.
- Comparar el número de complicaciones pulmonares obtenidas en ambos grupos.

## 7 Material y Métodos

### 7.1 Tipo de Estudio

Observacional, unicentrico, comparativo, prospectivo, transversal.

### 7.2 Ubicación Espaciotemporal

Se recolectaron datos entre junio de 2022 a julio de 2023, en el Hospital General de Zona Norte de Puebla.

### 7.3 Estrategia de Trabajo

Se seleccionó a los pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión en el período de junio de 2022 a julio de 2023. Se dividieron en 2 grupos; el grupo 1 con medidas de protección pulmonar (n=20) y el grupo 2 sin medidas de protección pulmonar (n=20). Se registraron las siguientes variables: edad, genero, IMC, Ariscat Score, ASA, SPO2 previa, tempo quirúrgico, tiempo anestésico, tiempo de extubación, PAFI, presencia de complicaciones pulmonares, para determinar el tiempo quirúrgico se tomó en cuenta desde la incisión en piel hasta el cierre de ésta y anestésico desde la intubación hasta el momento de la extubación. Se recolectaron los datos en una hoja con formato especial, la información se recabo en el programa Excel 2015 y los datos se analizaron con el software SPSS statistics versión 25.

## 7.4 Universo de Estudio

### 7.4.1 Población Fuente

Pacientes sometidos a ventilación mecánica bajo anestesia general en el Hospital General Zona Norte de Puebla.

### 7.4.2 Población Elegible

Pacientes sometidos a ventilación mecánica bajo anestesia general en el Hospital General Zona Norte de Puebla, en el periodo establecido, que cumplan con los criterios de inclusión.

## 7.5 Criterios de Inclusión

- Expediente clínico completo.
- Edad mayor de 20 años y menores de 70 años.
- Paciente programado de manera electiva.
- Paciente que requiera anestesia general.
- Clasificación de ASA menor a III.
- Paciente sin antecedentes de patología pulmonar previa.
- Sin antecedente de cirugía pulmonar previa.

## 7.6 Criterios de Exclusión

- Indicación de procedimiento quirúrgico de urgencia.
- ASA mayor a III
- Antecedente de cirugía pulmonar.
- Antecedente de patología pulmonar.



- Paciente con obesidad grado III o mayor.
- Paciente hemodinámicamente inestable con apoyo de vasopresor.

### 7.7 Criterios de Eliminación.

- Pacientes que durante el procedimiento quirúrgico requieran el uso de vasopresor.
- Pacientes en los que por indicación de medico tratante no se realice extubación.

## 8 Operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual.	Tipo de variable	Unidad de medición	Valor de medición
<b>Edad</b>	Lapso de tiempo que transcurre desde el nacimiento hasta el momento de referencia	Cuantitativa ordinal	Número	Interviniente
<b>Género</b>	Condición orgánica que distingue a los hombres de las mujeres.	Cualitativa Nominal	1. Masculino 2. Femenino	Interviniente
<b>IMC</b>	Medida que relaciona el peso y la estatura del cuerpo humano para estimar la cantidad de grasa corporal que tiene.	Cuantitativa ordinal	Número	Interviniente
<b>Clasificación ASA</b>	clasificación del estado físico de la Sociedad Americana de Anestesiólogos	Cualitativa ordinal	Puntuación 1 al 6	Independiente
<b>Medidas neumoprotectoras</b>	Maniobras empleadas durante la ventilación mecánica para la reexpansión de áreas pulmonares	Cuantitativa ordinal	1. Si 2. No	Independiente
<b>Duración de la intervención anestésica</b>	Tiempo que transcurre desde la intubación del paciente hasta la extubación.	Cuantitativa ordinal	Número	Independiente
<b>Índice de kirby</b>	Relación calculada entre la presión de oxígeno en la sangre arterial y la fracción de oxígeno inspirada, registrada en la gasometría de ingreso.	Continua	1. Leve: 200-300 2. Moderada: 100-200 3. Severo: >100	Dependiente
<b>Complicación pulmonar</b>	Patología que afecta el parénquima pulmonar posterior a un evento quirúrgico-anestésico.	Cuantitativa	1. Si 2. No	Dependiente

## 9 Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS, para las variables cuantitativas se empleó la media y la desviación estándar. Se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la prueba t de Student para las muestras independientes y para analizar los datos que no se distribuyeron normalmente se utilizó la prueba de U de Mann-Whitney.

Para estudiar la asociación de las variables cualitativas se efectuó prueba de  $\chi^2$  o prueba exacta de Fisher cuando no se pudo aplicar la primera.

Los cálculos estadísticos se realizaron con una significancia estadística con un valor de  $P < 0.05$ .

## 10 Cronograma

Mes \ Actividad	Abril 2022	Mayo 2022	Junio 2022	Julio 2022	Agosto 2022	Sept 2022	Oct 2022	Nov-dic 2022	Enero-feb 2023	Feb-marzo 2023	Marzo -abr 2023	Abr-mayo 2023	Mayo-jul 2023	Agosto-sept 2023	Oct-Nov 2023	Nov-dic 20 23	Enero-feb 2024
Busqueda de informacion.	■	■	■														
Validacion por comité de investigación				■	■												
Implementación del estudio							■	■	■	■	■						
Recoleccion de datos								■	■	■	■	■	■	■			
Analisis estadístico															■		
Realizacion de correcciones finales																■	■
Presentacion de informe final																	■

## 11 Organización Logística

### 11.1 Recursos Materiales

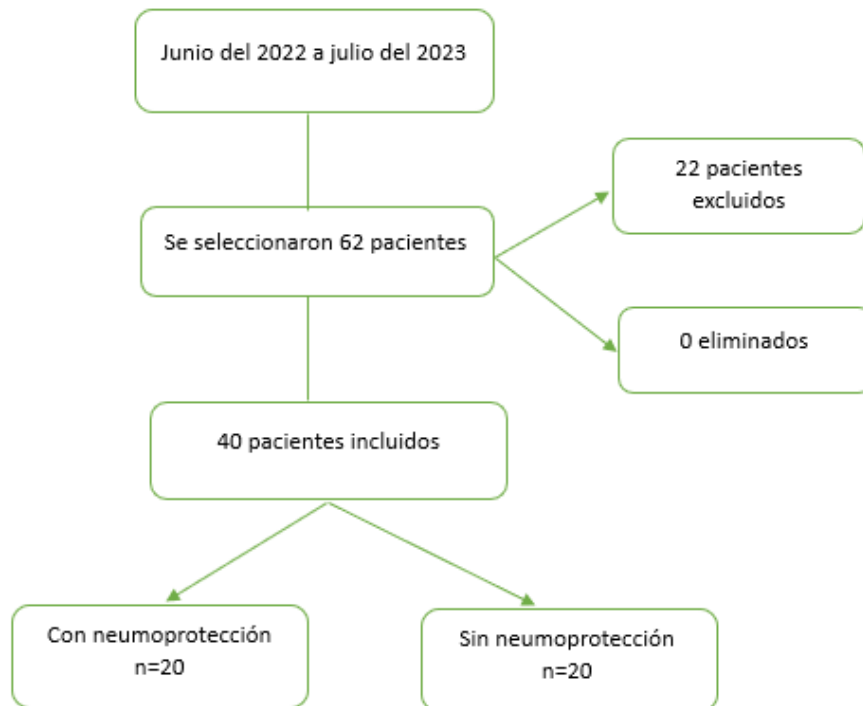
Artículos científicos de los últimos 5 años, base de datos (PubMed, UpToDate), revistas científicas, libros de Anestesiología, Normas Oficiales Mexicanas, Guías internacionales, expediente clínico, computadora con software para procesamiento de datos, máquina de anestesia funcional, equipo y material anestésico, hoja de recolección de datos.

## 12 Aspectos Éticos y de Bioseguridad.

El presente estudio fue validado y aprobado previamente por el Comité de Ética y de Investigación del Hospital General de Zona Norte de Puebla, los datos recabados durante el estudio fueron manejados bajo confidencialidad y se respetaron los principios establecidos por la Ley general de Salud al igual que las Pautas Éticas Internacionales para la Investigación y Experimentación Biomédica en Seres Humanos. Los pacientes fueron informados sobre el procedimiento anestésico y sus riesgos, se resolvieron dudas y se firmó consentimiento informado.

### 13 Resultados

Se seleccionaron 62 pacientes en el período comprendido entre junio del 2022 y julio del 2023, de los cuales 22 se excluyeron por no contar con expediente completo y no se eliminó ningún paciente. Obteniendo por lo tanto una muestra de 40 pacientes(n=40), los cuales se dividieron en dos grupos, el grupo 1 (n=20) al cual se aplicaron medidas de neumoprotección y el grupo 2 (n=20) en el cual no se realizaron medidas de neumoprotección. (ver imagen 1).



#### **Imagen 2. Muestreo no probabilístico.**

Respecto a la edad no hubo diferencias significativas en las edades entre los dos grupos (tabla 1 y 2). La edad promedio que se presentó en el grupo 2 fue de

47.3±12.6 siendo la mínima 20 años y la máxima 67 años, mientras que en el grupo 1 fue de 40.8±13.5, siendo la mínima 23 años y la máxima 68 años, edades similares ente ambos grupos.

**Tabla 1. Edad (grupo 2).**

Sin neumoprotección.	
<b>Media</b>	47.3
<b>Desviación estándar</b>	12.6
<b>Mínima</b>	23
<b>Máxima</b>	68

**Tabla 2. Edad (grupo 1)**

Con neumoprotección.	
<b>Media</b>	40.8
<b>Desviación estándar</b>	13.5
<b>Mínima</b>	20
<b>Máxima</b>	67

De igual manera observamos que en cuanto al índice de masa corporal la media en ambos grupos fue de 24.2 (peso normal) al igual que la mínima que fue de 19 (peso bajo), mientras que el máximo fue de 33 (obesidad grado 1).

**Tabla 3. Análisis de IMC.**

	Con medidas de neumoprotección	Sin medidas de neumoprotección
<b>Media</b>	24.2	24.2
<b>Desviación estándar</b>	3.6	2.5
<b>Mínimo</b>	19	19
<b>Máximo</b>	33	28

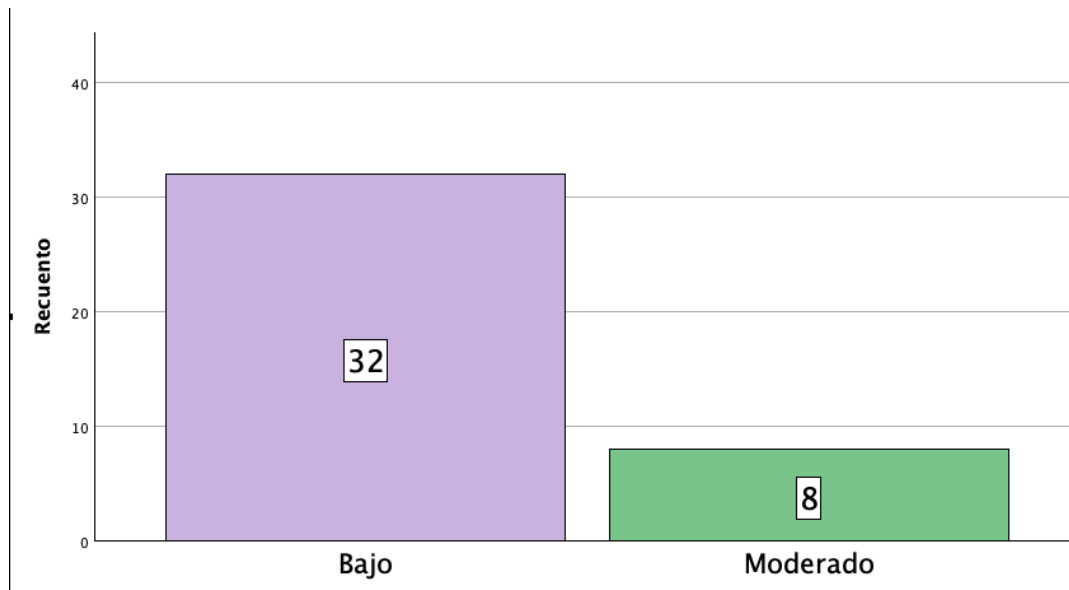
En cuanto al género de los pacientes se encontró que el género femenino representa el 55% de la muestra en el grupo 1 (n=11) mientras que el género masculino representa el 45% (n=9). De igual manera en el grupo 2 el género femenino representa el 45% de la muestra en el grupo 1 (n=9) mientras que el género masculino representa el 55% (n=11).

**Tabla 4. Análisis de género**

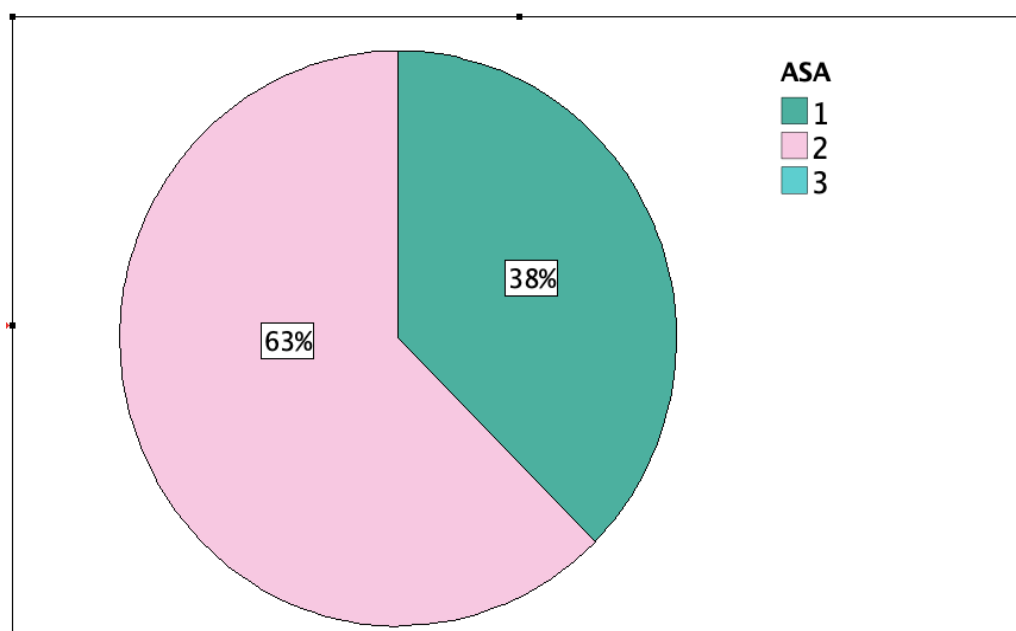
	Con medidas de neumoprotección	Sin medidas de neumoprotección
Femenino	55%	45%
Masculino	45%	55%

Con respecto a el Ariscat Score de los pacientes se observó que el 80% (n=32) obtuvo un Ariscat bajo, mientras que el 20% (n=8) obtuvo un Ariscat moderado (ver imagen 2). Por otro lado, pudimos examinar que el 63% de los pacientes fueron clasificados como ASA 2, mientras que el 38% se clasifico como ASA1 y no se obtuvo pacientes con ASA 3 (ver imagen 3)

**Imagen 2. Clasificación Ariscat**



**Imagen 3. Clasificación ASA**



Con lo que respecta a las pruebas estadísticas, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de la muestra, obteniendo una muestra no paramétrica.

Se observó que en el grupo con medidas de protección, la media de tiempo quirúrgico fue de 2.7 horas( $\pm 0.9$ ) mientras que en el grupo sin medidas fue de 3 horas ( $\pm 0.8$ ), el tiempo anestésico en el grupo con medidas fue de 3.2 horas ( $\pm 0.95$ ) mientras que en el grupo sin medidas fue de 3.6 horas ( $\pm 0.98$ ), en lo que respecta al tiempo de extubación el mínimo del grupo con medidas fue de 10 minutos y el máximo de 40 minutos, mientras que en el grupo sin medidas fue de 20 minutos el mínimo y 40 el máximo.



Con respecto al índice de PAFI preanestésico se encontró una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) comparada con el PAFI posanestésico, en cuanto al resto de las variables no se demostró significancia estadística. En la tabla 5 se exponen el resto de las variables estudiadas.

**Tabla 5. Análisis de frecuencia de variables entre ambos grupos.**

		Tiempo quirúrgico(hr)	Tiempo anestésico(hr)	PAFI preanestésico	PAFI posanestésico	PaCO2	PaO2	Tiempo de extubación(min)
Con neumoprotección	Media	2.705	3.270	276.80	304.95	32.10	96.20	27.50
	DE	.9875	.9581	70.145	84.009	2.827	2.567	8.507
	Mínimo	1.2	2.0	125	98	28	89	10
	Máximo	4.3	5.0	378	398	37	99	40
Sin neumoprotección	Media	3.070	3.610	335.90	270.10	33.25	95.65	28.00
	DE	.8921	.9867	44.433	96.154	2.731	2.231	7.678
	Mínimo	1.5	2.1	252	119	29	91	20
	Máximo	5.2	5.5	410	398	40	99	40
*P		*0.348	*0.248	*0.009	*0.291	*0.209	*0.352	*0.954

\*U de Mann Whitney

En cuanto a la asociación entre el tipo de complicación y el método de ventilación mecánica que se utilizó pudimos observar que en el grupo con medidas de neumoprotección obtuvimos un total de 2 complicaciones pulmonares siendo estas atelectasias y neumonía, mientras que en el grupo sin medidas de neumoprotección obtuvimos un total de 4 complicaciones pulmonares las cuales fueron 3 atelectasias y derrame pleural. En relación con el valor de P que se obtuvo (0.268) se pudo demostrar que el uso de medidas de protección pulmonar no tiene relación con las

complicaciones pulmonares ya que no se encontró una diferencia significativa en las complicaciones presentadas en ambos grupos (ver tabla 6).

**Tabla 6. Asociación entre complicaciones y métodos de ventilación mecánica.**

Neumoprotección	Ninguna	Atelectasia	Neumonía	Derrame pleural	Total	P*
Si	18	1	1	0	20	0.268*
No	16	3	0	1	20	

\* $\chi^2$

## 14 Discusión

Actualmente no se cuenta con un protocolo un ventilatorio seguro para el paciente sometido a ventilación mecánica, aunque ya existen numerosos estudios sobre la ventilación mecánica protectora hay escasas investigaciones en México y América latina que enriquezcan y respalden los resultados existentes para mejorar la calidad de la ventilación mecánica y así reducir las complicaciones pulmonares posoperatorias.

La media de edad y el índice de masa corporal no mostraron diferencias significativas a diferencia de los parámetros gasométricos posanestésicos (PaO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub>) en los cuales pudimos observar que el en el grupo con medidas de neumoprotección el CO<sub>2</sub> fue menor y hubo mejoría en los valores de PaO<sub>2</sub> de los pacientes.

El resultado del siguiente estudio sugiere que el uso de medidas de neumoprotección en pacientes sometidos a anestesia general reduce la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias comparado con la ventilación convencional. Al igual que Hemmes S y cols mencionaron en su estudio (29) el uso

de altos volúmenes en la anestesia general puede contribuir a lesión parenquimatosa pulmonar por el estrés pulmonar elevado y constante. Pudimos observar que en nuestro estudio la presencia de complicaciones pulmonares (atelectasias) fueron menores en el grupo que utilizó medidas de neumoprotección ya que ocurrió únicamente en dos pacientes.

Observamos también que el tiempo de cirugía está relacionado con el índice de PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> (Kirby) ya que los pacientes con menor duración de cirugía (1.2 h) tuvieron mejoría del índice de Kirby posterior a la extubación. Al igual que el tiempo anestésico tuvo relación con el tiempo de extubación pudiendo observar que entre menor tiempo anestésico disminuía considerablemente el tiempo de extubación.

Cheng C en el 2020 (30) realiza un estudio aleatorizado comparando dos grupos con y sin ventilación protectora donde demuestra que los pacientes que utilizaron las medidas tuvieron menos eventos de desaturación en el postoperatorio con una notable mejoría de la PAFI. También se demostró que la relación entre el uso de las medidas de neumoprotección y el riesgo de complicación pulmonar mediante la prueba de Chi Cuadrada arrojó un valor significativo similar al estudio que realizó Lumb en el 2020 (20).

Nguyen T et al realizaron un estudio con 62 pacientes los cuales 31 utilizó medidas de protección pulmonar y 31 fue con ventilación convencional controlada por volumen en donde encontró que en comparación con el grupo de ventilación convencional se observó que la PAFI y PaO<sub>2</sub> en el grupo con medidas fue significativamente elevado mientras que la PaCO<sub>2</sub> en el grupo sin medidas de neumoprotección fue significativamente bajo, no encontró diferencias en la incidencia de complicaciones pulmonares en ambos grupos siendo la más común las atelectasias en los dos grupos.

Finalmente, podemos concluir que la única variable con significancia estadística en ambos grupos fue el índice de PAFI preanestésico, por lo que se requiere ampliar

la muestra para verificar dichos resultados. Así mismo el resto de las variables no mostraron diferencia significativa para el resultado posanestésico de los pacientes, de igual manera no existió evidencia estadísticamente significativa para decir que las complicaciones pulmonares se asocian con el tipo de ventilación mecánica utilizada, sin embargo, se observó una menor incidencia de complicaciones pulmonares en el grupo con medidas de protección comparada con el grupo que utilizo ventilación mecánica convencional.

## 15 Limitantes

- Tamaño de la muestra.
- No se conto con equipo anestésico completo la mayoría del tiempo.
- No existen guías internacionales o consensos publicados respecto a este tema.

## 16 Conclusiones

La ventilación mecánica es una forma muy común de soporte vital utilizada en todo el mundo para pacientes sometidos a anestesia general o con insuficiencia respiratoria en el contexto de una enfermedad crítica.

Aunque puede salvar vidas, la ventilación mecánica conlleva a la posibilidad de inducir daños significativos pulmonares, incluso cuando se administra durante breves periodos de tiempo. Por lo tanto, es necesario que los pacientes que reciban ventilación mecánica sean manejados con estrategias o maniobras ventilatorias seguras para reducir el riesgo de lesiones pulmonares. Diversas investigaciones han sugerido que las medidas mecánicas neumoprotectoras y las maniobras de reclutamiento alveolar pueden ser benéficos intraoperatoriamente.

Por lo que el presente estudio está enfocado en valorar si las medidas de protección pulmonar durante el transoperatorio son efectivas en la reducción de

complicaciones pulmonares en el postoperatorio inmediato y si existe mejoría clínica significativa en comparación con la ventilación convencional con el objetivo de disminuir la morbimortalidad perioperatoria.

En este estudio se demostró que el uso de ventilación protectora puede mejorar significativamente la oxigenación pulmonar intraoperatoria pero no puede reducir por completo la aparición de atelectasias u otras complicaciones pulmonares.

El presente trabajo mostró una correlación entre el uso de medidas de protección pulmonar y la reducción del número de complicaciones pulmonares así como una mejora en la oxigenación intraoperatoria, sin embargo, es necesario en investigaciones futuras un aumento del número de pacientes y el uso de uno o más métodos de evaluación diagnóstica, como un estudio de imagen más completo para valorar con mayor precisión la reducción o la prevención de las complicaciones pulmonares posoperatorias y así lograr una reducción importante de morbilidad y mortalidad perioperatoria.

## 17 Referencias

1. Hagan R, Gillan CJ, Spence I, McAuley D, Shyamsundar M. Comparing regression and neural network techniques for personalized predictive analytics to promote lung protective ventilation in Intensive Care Units. *Comput Biol Med.* 2020;126.
2. Jiang L, Wu Y, Zhang Y, Lu D, Yan K, Gao J. Effects of intraoperative lung-protective ventilation on clinical outcomes in patients with traumatic brain injury: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2021;21(1).
3. Güldner A, Kiss T, Serpa Neto A, Hemmes SNT, Canet J, Spieth PM, et al. Intraoperative protective mechanical ventilation for prevention of postoperative pulmonary complications: A comprehensive review of the role of tidal volume, positive end-expiratory pressure, and lung recruitment maneuvers. Vol. 123, *Anesthesiology.* 2015.
4. Stephens RJ, Siegler JE, Fuller BM. Mechanical ventilation in the prehospital and emergency department environment. *Respir Care.* 2019;64(5).
5. Park SJ, Kim BG, Oh AH, Han SH, Han HS, Ryu JH. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial. *Surg Endosc.* 2016;30(10).
6. Dianti J, Fard S, Wong J, Chan TCY, Del Sorbo L, Fan E, et al. Strategies for lung- and diaphragm-protective ventilation in acute hypoxemic respiratory failure: a physiological trial. *Crit Care.* 2022;26(1).
7. Yüksek A, Bakı ED, Sarıtaş TB, Sivacı R. A comparison of the effects of lung protective ventilation and conventional ventilation on thermoregulation during anaesthesia. *Turk J Anaesthesiol Reanim.* 2019;47(3).
8. Rackley CR. Monitoring during mechanical ventilation. *Respir Care.* 2020;65(6).
9. Abrams D, Agerstrand C, Beitler JR, Karagiannidis C, Madahar P, Yip NH, et al. Risks and Benefits of Ultra–Lung-Protective Invasive Mechanical Ventilation Strategies with a Focus on Extracorporeal Support. *Am J Respir Crit Care Med.* 2022;205(8).

10. Baedorf Kassis EN, Bastos AB, Schaefer MS, Capers K, Hoenig B, Banner-Goodspeed V, et al. Adaptive Support Ventilation and Lung-Protective Ventilation in ARDS. *Respir Care*. 2022;67(12).
11. Fernando SM, Fan E, Rochweg B, Burns KEA, Brochard LJ, Cook DJ, et al. Lung-Protective Ventilation and Associated Outcomes and Costs Among Patients Receiving Invasive Mechanical Ventilation in the ED. *Chest*. 2021;159(2).
12. Short B, Serra A, Tariq A, Moitra V, Brodie D, Patel S, et al. Implementation of lung protective ventilation order to improve adherence to low tidal volume ventilation: A RE-AIM evaluation. *J Crit Care*. 2021;63.
13. Dianti J, Matelski J, Tisminetzky M, Walkey AJ, Munshi L, Sorbo L Del, et al. Comparing the effects of tidal volume, driving pressure, and mechanical power on mortality in trials of lung-protective mechanical ventilation. *Respir Care*. 2021;66(2).
14. Goligher EC, Dres M, Patel BK, Sahetya SK, Beitler JR, Telias I, et al. Lung-And diaphragm-protective ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2020;202(7).
15. Gao CA, Howard FM, Siner JM, Candido TD, Ferrante LE. Lung-Protective Ventilation over 6 Years at a Large Academic Medical Center: An Evaluation of Trends, Adherence, and Perceptions of Benefit. *Crit Care Explor*. 2021;3(1).
16. Li XF, Jiang D, Jiang YL, Yu H, Zhang MQ, Jiang JL, et al. Comparison of low and high inspiratory oxygen fraction added to lung-protective ventilation on postoperative pulmonary complications after abdominal surgery: A randomized controlled trial. *J Clin Anesth*. 2020;67.
17. Jo YY, Lee KC, Chang YJ, Jung WS, Park J, Kwak HJ. Effects of an alveolar recruitment maneuver during lung protective ventilation on postoperative pulmonary complications in elderly patients undergoing laparoscopy. *Clin Interv Aging*. 2020;15.
18. Sci-Hub | Prediction of Postoperative Pulmonary Complications in a Population-based Surgical Cohort. *Anesthesiology*, 113(6), 1338–1350 | 10.1097/ALN.0b013e3181fc6e0a [Internet]. [cited 2023 Oct 28]. Available from: <https://sci-hub.se/10.1097/ALN.0b013e3181fc6e0a>

19. Mazo V, Sabaté S, Canet J, Gallart L, De Abreu MG, Belda J, et al. Prospective external validation of a predictive score for postoperative pulmonary complications. *Anesthesiology*. 2014;121(2).
20. Lumb AB, Boardman V. Strategies to Reduce the Risk of Post-operative Pulmonary Complications. In: *The High-Risk Surgical Patient*. 2023.
21. Nguyen TK, Nguyen VL, Nguyen TG, Mai DH, Nguyen NQ, Vu TA, et al. Lung-protective mechanical ventilation for patients undergoing abdominal laparoscopic surgeries: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2021;21(1).
22. Liu J, Meng Z, Lv R, Zhang Y, Wang G, Xie J. Effect of intraoperative lung-protective mechanical ventilation on pulmonary oxygenation function and postoperative pulmonary complications after laparoscopic radical gastrectomy. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2019;52(6).
23. Sun M, Jia R, Wang L, Sun D, Wei M, Wang T, et al. Effect of protective lung ventilation on pulmonary complications after laparoscopic surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. Vol. 10, *Frontiers in Medicine*. 2023.
24. Tusman G, Bohm SH, Suarez-Sipmann F. Protective ventilation during anesthesia: Too soon for final recommendations. Vol. 123, *Anesthesiology*. 2015.
25. Piran P, Stevens RD. Lung-protective ventilation and adjunctive strategies to manage respiratory failure: are they safe in the neurological patient? Vol. 27, *Current Opinion in Critical Care*. 2021.
26. Liu J, Huang X, Hu S, Meng Z, He H. Individualized lung protective ventilation vs. conventional ventilation during general anesthesia in laparoscopic total hysterectomy. *Exp Ther Med*. 2020;
27. Mølsted M, Ekeløf P, Bech JN, Wessels J, Jensen JB. Effects of lung protective ventilation on postoperative respiratory parameters in patients undergoing robot-assisted radical prostatectomy. *J Robot Surg*. 2020;14(3).
28. Young CC, Harris EM, Vacchiano C, Bodnar S, Bukowy B, Ryland R, et al. Lung-protective ventilation for the surgical patient: international expert panel-based consensus recommendations. *Br J Anaesth* [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 25];123(6):898–913. Available from: <https://rayyan.qcri.org>



29. Hemmes SNT, Neto AS, Schultz MJ. Intraoperative ventilatory strategies to prevent postoperative pulmonary complications: A meta-analysis. Vol. 26, Current Opinion in Anaesthesiology. 2013.
30. Cheng CD, Lin WL, Chen YW, Cherng CH. Effects of lung protective ventilation on postoperative pulmonary outcomes for prolonged oral cancer combined with free flap surgery. Medicine (United States). 2020;99(5).
31. Marín Martínez A. Impacto de diferentes estrategias de ventilación mecánica sobre el driving pressure y el poder mecánico en pacientes sometidos a cirugía abdominal mayor bajo anestesia general [tesis de posgrado]. Puebla: Benemerita Universidad autonoma de Puebla;2019. Recuperado a partir de:<https://repositorioinstitucional.buap.mx>.

## 18 Anexos

### 18.1 Consentimiento informado



#### CONSENTIMIENTO INFORMADO

Acepto participar en el estudio: Comparación de ventilación mecánica protectora y ventilación convencional en pacientes sometidos a cirugía bajo anestesia general. Se me explico los beneficios y riesgos que se podrían presentar en este estudio. Confirmando que he leído y entendido este documento y la información proporcionada.

Confirmando que me explicaron de que trata el estudio, que tuve la oportunidad de hacer preguntas y que se me dio tiempo suficiente para decidir participar.

Sé a quién contactar si tengo preguntas adicionales.

Entiendo que parte de mis registros médicos serán revisadas por el Comité de Ética de Investigación

Acepto que registren mis datos personales según los códigos que permitan mi identificación.

Acepto que se incluya información sobre esta prueba y los resultados en mi expediente médico.

Reconozco que he recibido una copia del documento de consentimiento.

\_\_\_\_\_

Nombre del sujeto de investigación

\_\_\_\_\_

Firma

\_\_\_\_\_

Testigo

\_\_\_\_\_

Firma

Fecha:



Secretaría  
de Salud  
Gobierno de Puebla



**COMITÉ DE INVESTIGACIÓN DEL HGZNP "BI"**  
**ASUNTO: AUTORIZACION IMPRESIÓN DE TESIS**

**DRA. LIS ROSALES BÁEZ**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS DE POSGRADO FMBUAP**  
**PRESENTE.**

Por Medio del presente, hago de su conocimiento que la C. Larissa Elizabeth Mora Camargo, Médico Residente de la Especialidad de Anestesiología, realizó su Tesis con título: "COMPARACIÓN ENTRE VENTILACIÓN MECÁNICA PROTECTORA VS VENTILACIÓN CONVENCIONAL EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA BAJO ANESTESIA GENERAL", realizado en el Hospital General Zona Norte de Puebla, "Bicentenario de la Independencia", bajo la dirección del Dr. Netzahualcoyotl Toxtle Guerra y Dra. Mariana L. Miguel Sardaneta, ha sido revisada en su contenido y estructura, por lo que se autoriza para su impresión.

Sin más por el momento y agradeciendo su apoyo, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**H. PUEBLA DE ZARAGOZA A 22 DE DICIEMBRE DE 2023**  
**"SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN"**

HGZNP  
AUTORIZA  
DRA. MARIANA L. MIGUEL SARDANETA  
JEFA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
HGZNP "BI"

Dr Netzahualcoyotl Toxtle Guerra  
Anestesiólogo  
C.P 6880372 / C.F 303668  
Subdirección Médica Jornada Acumulativa  
SSEP Hospital General Zona Norte

**DR. NETZAHUALCOYOTL TOXTLE GUERRA**  
**ASESOR EXPERTO**

Dr. María Elena Luna Ruiz  
Cód. Prof. 350362  
Vo. Bo.

DRA. MARIA ELENA LUNA RUIZ  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE  
INVESTIGACION  
DEL HGZNP "BI" **COMITÉ DE INVESTIGACIÓN HGZN**

**DRA. MARIANA L. MIGUEL SARDANETA**  
**ASESOR METODOLOGICO**

