



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA
FACULTAD DE MEDICINA**

HOSPITAL GENERAL DE ZONA NORTE DE PUEBLA

**“EFECTIVIDAD DE LAS ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN
PULMONAR EN VENTILACIÓN MECÁNICA DURANTE EL
TRANSANESTÉSICO EN PACIENTES OBESOS CON ANESTESIA
GENERAL”**



**TESIS PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN:
ANESTESIOLOGÍA**

**PRESENTA:
JORGE LÓPEZ CASTELLANOS**

**ASESOR EXPERTO
DRA. MA. DE JESÚS GARCÍA MORA**

**ASESOR METODOLÓGICO
Q. F. B. BIANCA LIZETTE PERALTA BARBA**

CUATRO VECES HEROICA PUEBLA DE ZARAGOZA A SEPTIEMBRE DE 2021

Dedicatoria

A ti Padre, por ser ese hombre que siempre me ha guiado, por un camino de paz, amor y de tolerancia.

A ti Madre, por ser una mujer y una luchadora incansable, y por haberme dado la vida desde tu ser.

A ti Papá y Mamá, les dedico mi Ser, mi Vida, mi Alma, mis Victorias y mi Especialidad Médica.

Agradecimientos

*A ti Dios Todopoderoso, por cubrirme con tu manto,
y no dejarme caer en el abismo de la depresión y las tinieblas.*

*A ti Maribel mi esposa, por tu Amor Infinito, por no
haberme dejado hundir, y no dejarme renunciar a la residencia.*

*A ti Carlos Larios Luna, por ser un ejemplo de Disciplina,
por tu Enseñanza y tu entrega total a la medicina crítica.*

*A ti Bianca Lixette, por tu paciencia, tolerancia, y
conocimiento Metodológico, parte fundamental de mi logro.*

*A Bola, Toby, Simba y Bolita, que me acompañan
desde el paraíso canino, y se llevaron un pedacito de mi alma.*

*A Meysy, Copito, Toby, Hachi, Athenea y Hella,
Perrhijos
que tienen pedacitos de mi Alma, y me acompañan en vida
ahora.*

EFFECTIVIDAD DE LAS ESTRATEGIAS DE PROTECCIÓN PULMONAR EN VENTILACIÓN MECÁNICA DURANTE EL TRANSANESTÉSICO EN PACIENTES OBESOS CON ANESTESIA GENERAL.

Hospital General de Zona Norte de Puebla
C. López Castellanos Jorge. (drjlc7@gmail.com),
García Mora Ma. de Jesús, Peralta Barba Bianca Lizette.

Introducción.

La ventilación mecánica, es un procedimiento muy usado en sala de quirófano por parte del anestesiólogo, contamos con evidencia franca sobre estrategias de protección pulmonar, además de realizar mediciones de la mecánica pulmonar, obtener el valor de Driving Pressure como guía para realizar ajustes ventilatorios. Sin embargo, cuando los pacientes presentan algún grado de obesidad, presentan una disminución de la capacidad residual funcional.

Objetivos.

Conocer la efectividad de las estrategias de protección pulmonar en la ventilación mecánica durante el transanestésico en pacientes con diferentes grados de obesidad, con anestesia general, en tres unidades hospitalarias, de octubre 2019 a febrero 2020.

Material y Métodos

Estudio observacional, descriptivo, prospectivo, transversal, multicéntrico. Se incluyeron 45 pacientes, divididos en 3 grupos (Obesidad I, II y III) de 15 pacientes cada uno, ingresaron a cirugía con anestesia general, se realizaron lecturas de trabajo al inicio, 20, 40 y 60 minutos; con edades mayor a 18 años; excluyendo pacientes con neumopatía crónica y/o cardiopatía conocida.

Resultados.

De la muestra de 45 pacientes, se obtuvo 58% hombres y 42% mujeres, en grados de obesidad: Grado I mayor número de mujeres (10) mientras que Grado III mayor número de hombres (11). Se realizaron 6 tipos de cirugía, siendo de mayor frecuencia Colectectomía (46.7%), LAPE (26.7%) y Fracturas (13.3%), con duración promedio de cirugías de 60 minutos.

Conclusiones.

Podemos concluir, en el Grado I, el Vtidal inspiratorio y espiratorio tienen impacto relativamente bajo; en Grado II, el impacto estadístico es casi nulo; en Grado III, un impacto estadísticamente significativo desde minuto 21, en Fracción inspirada de oxígeno significativa desde minuto 41 y driving pressure significativo desde minuto 21. Por lo tanto las estrategias de protección pulmonar en ventilación mecánica si son efectivas para pacientes obesos.

Palabras clave. Driving pressure, volumen Tidal, presión positiva al final de la espiración.

Referencias:

- 1.- Gattinoni L, Tonetti T, Cressoni M, Cadringer P, Herrmann P, Moerer O, et al. Ventilator-related causes of lung injury: the mechanical power. *Intensive Care Med.* 2016;42(10):1567-1575.
- 2.- Marseu K, Slinger P. Peri-operative pulmonary dysfunction and protection. *Anaesthesia* 2016; 71(Suppl. 1):46–50.
- 3.- Neto A, Hemmes S, et al. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology* 2015; 123:66-78.
- 4.- Park S, Kim B, et al. Effects of intraoperative protective lung ventilation on postoperative pulmonary complications in patients with laparoscopic surgery: prospective, randomized and controlled trial. *Surg Endoscopy.* 2016; 30(10):4598-4606.
- 5.- Yang D, Grant M, et al. A Meta-analysis of Intraoperative Ventilation Strategies to Prevent Pulmonary Complications Is Low Tidal Volume Alone Sufficient to Protect Healthy Lungs? *Ann Surg* 2016; 263:881–887.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ANTECEDENTES	2
2.1	ANTECEDENTES GENERALES.....	2
2.2	ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	5
3	JUSTIFICACIÓN	13
4	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
5	HIPÓTESIS	15
6	OBJETIVOS	16

6.1	OBJETIVO GENERAL	16
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	16
7	MATERIAL Y MÉTODOS	17
7.1	TIPO DE ESTUDIO.....	17
7.2	UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL	17
7.3	MUESTREO	17
7.3.1	DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN	17
7.3.2	SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	17
7.3.3	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.....	17
7.3.4	DISEÑO Y TIPO DE MUESTREO.	18
7.4	DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALA DE MEDICIÓN... ..	19
7.5	MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
7.6	TÉCNICA Y PROCEDIMIENTOS:.....	20
7.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN	20
8	RESULTADOS	21
9	DISCUSIÓN	28
10	CONCLUSIONES	28
11	LOGÍSTICA.....	29
	RECURSOS HUMANOS	29
	RECURSOS MATERIALES	29
	RECURSOS FINANCIEROS.....	29
	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (GRÁFICA DE GANTT).....	29
12	BIOÉTICA	30
13	GLOSARIO	31
14	BIBLIOGRAFÍA	33

15	ANEXOS	36
15.1	ANEXO 1	36
15.2	ANEXO 2	37
15.3	ANEXO 3	38

1 INTRODUCCIÓN

Debido al aumento de complicaciones respiratorias posoperatorias hasta en 30 días después del evento quirúrgico en pacientes sometidos a anestesia general, numerosas investigaciones se dieron a la tarea en los últimos 6 años, de realizar investigación en cuanto a ventilación mecánica se refiere. Ya que cada médico anesthesiólogo a cargo de dicha anestesia general, aplicaba parámetros ventilatorios diferentes de acuerdo a su experiencia durante la praxis a través del paso del tiempo; no existían protocolos o estrategias claras y específicas sobre la programación de parámetros ventilatorios durante la ventilación mecánica, así como una medición de la mecánica pulmonar específica.

Por lo cual, dichas investigaciones se enfocaron, en establecer estrategias de protección pulmonar específicas, la adaptación más especializada a acercarse en lo mayor posible a la fisiología respiratoria normal de cada paciente, e imperativamente, evitar la lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica.

Se establecen las estrategias de protección pulmonar, tanto para pacientes sanos, como para pacientes que cursen con Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo (SDRA), Neumopatía Crónica y Cardiopatía Crónica. Dichas estrategias de protección pulmonar se enfocan a los ajustes en el Volumen Tidal (V_{Tidal}) de acuerdo a peso predicho del paciente, Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Fracción Inspirada de Oxígeno (FiO_2), así como la medición de la mecánica pulmonar, analizando la Presión Pico (P_{pico}), Presión Plateau ($P_{Plateau}$), la determinación tanto de la Presión de Distensibilidad ó Driving Pressure (dP) y determinación de la energía aplicada a pulmones por parte del ventilador mecánico, más conocida como Poder Mecánico (PM).

La meta de estas estrategias de protección pulmonar, es estandarizar y/o protocolizar, un manejo y programación adecuada de los parámetros, para que todo médico anesthesiólogo, o médico especialista que intervenga en el manejo dinámico de la ventilación mecánica, pueda aproximarse a la mayor normalidad de la fisiología respiratoria de forma individualizada para cada paciente sano o con alguna patología agregada, ya sea de presentación aguda o de evolución crónica.

2 ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

Cada año se realizan más de 230 millones de procedimientos quirúrgicos en todo el mundo. Las complicaciones después de la cirugía son una causa importante de mortalidad y morbilidad; aproximadamente el 4% de los pacientes que desarrollan una complicación postoperatoria mueren antes del alta hospitalaria, y los que sobreviven a menudo tienen un estado funcional reducido. El desarrollo de complicaciones postoperatorias pulmonares tiene un mayor impacto en el resultado de estos pacientes; uno de cada cinco pacientes que desarrollan una o más complicaciones postoperatorias pulmonares muere dentro de los 30 días posteriores a la cirugía, y la aparición de complicaciones postoperatorias pulmonares está fuertemente asociada con una mayor estadía postoperatoria en el hospital. Los avances en la comprensión de los posibles efectos nocivos de la ventilación mecánica, que resultan en la llamada lesión pulmonar inducida por la ventilación han llevado al desarrollo de estrategias de protección pulmonar en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda. ⁽¹⁾

Uno de los desafíos clave en la atención perioperatoria es reducir la morbilidad postoperatoria. Los pacientes que desarrollan complicaciones postoperatorias pero que sobreviven para salir del hospital a menudo también tienen una independencia funcional y una supervivencia a largo plazo reducidas. Las complicaciones pulmonares postoperatorias representan una proporción sustancial de los riesgos relacionados con el procedimiento quirúrgico y la anestesia general, son una causa importante de morbilidad y mortalidad postoperatorias y están asociadas con costos considerables en la atención hospitalaria. Se están acumulando pruebas, que sugieren una asociación entre la estrategia de ventilación mecánica intraoperatoria y la morbilidad pulmonar postoperatoria. ⁽²⁾

La ventilación mecánica comprende dos funciones principales. Una es proporcionar fuerza respiratoria para ventilar los pulmones cuando el paciente no puede respirar por sí mismo; el otro es abrir áreas colapsadas de un pulmón enfermo. Un número considerable de pacientes con pulmones sanos requieren ventilación mecánica por

diversas razones. En el quirófano, los pacientes bajo anestesia general son incapaces de respirar y, por lo tanto, requieren soporte de ventilación mecánica para el impulso de la respiración (por ejemplo, durante la anestesia general, el músculo respiratorio del paciente está paralizado y el impulso respiratorio depende de la ventilación mecánica).⁽³⁾

La anestesia general reduce el tono muscular y altera la posición diafragmática, lo que promueve la reducción del volumen pulmonar, la alteración de la relación ventilación / perfusión y la aparición de atelectasia pulmonar, que son predictores fuertes de complicaciones pulmonares. Por lo tanto, la ventilación mecánica es un procedimiento perjudicial. Sus efectos dependen de la intensidad, la duración y los factores de predisposición subyacentes.⁽⁴⁾

Algunos efectos adversos, incluida la atelectasia y la lesión pulmonar asociada al ventilador, están relacionados con la ventilación mecánica. Se informa atelectasia en aproximadamente el 90% de los pacientes sometidos a anestesia general. Además, la lesión pulmonar puede desencadenarse después del cierre de la vía aérea. Por lo tanto, la distensibilidad disminuida, la oxigenación deteriorada y la lesión pulmonar son los posibles resultados.⁽⁵⁾

Se han recomendado altos niveles de oxígeno inspirado (80%) para la prevención de infecciones del sitio quirúrgico; sin embargo, esto puede contribuir a las complicaciones postoperatorias al aumentar la tendencia a la atelectasia por absorción y causar daño alveolar directo. En la actualidad, no existe consenso sobre el uso de hiperoxia perioperatoria.⁽⁶⁾

Se ha observado que en la práctica diaria, la hipoxia intraoperatoria es tratada por la mayoría de anestesiólogos simplemente aumentando la Fracción Inspiratoria de Oxígeno (FiO_2) y la presión pico inspiratoria, mas no modificando factores como el Volumen Tidal o Volumen Corriente (V_T) en relación al peso del paciente o la presión positiva al final de la espiración (Positive End Expiratory Pressure, PEEP), además de no existir homogeneidad en el tratamiento ventilatorio de los pacientes ni protocolos fuertemente implantados al respecto, empleándose con frecuencia V_T mayor de 10 ml/kg.⁽⁷⁾ La ventilación protectora con volúmenes tidal bajos y reclutamiento pulmonar es una intervención simple y económica que parece causar

reducciones importantes en la morbilidad postoperatoria sin efectos adversos importantes. ⁽⁸⁾

Los artículos de revisión generalmente están de acuerdo sobre los efectos beneficiosos de la ventilación protectora en el síndrome de distrés respiratorio agudo y la lesión pulmonar en las unidades de cuidados intensivos, y en estudios recientes, los investigadores están explorando los efectos de diferentes componentes de las ventilaciones durante la anestesia, para reducir la lesión pulmonar por ventilación mecánica en pacientes con sistema respiratorio normal durante la cirugía. ⁽⁹⁾

El manejo de la disfunción pulmonar debe ser un proceso de varios pasos que involucre más de una modalidad para cada paso de la vía quirúrgica. Una mejor comprensión de las modalidades y / o combinaciones disponibles dará como resultado el desarrollo de estrategias personalizadas para las diferentes cohortes de pacientes. Esto, a su vez, ayudará a reducir la disfunción pulmonar y, por lo tanto, a mejorar los resultados y los costos tempranos después de la cirugía cardíaca. ⁽¹⁰⁾

2.2 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Definición.

La ventilación convencional se define como la ventilación que usa volumen Tidal alto (> 8 ml / kg de peso corporal predicho) con o sin niveles bajos de presión positiva al final de la espiración (< 5 cm H₂O) y sin maniobras de reclutamiento. ⁽¹¹⁾

La ventilación con protección pulmonar se refiere al uso de volúmenes corrientes bajos y niveles moderados a altos de presión positiva al final de la espiración, con o sin maniobra de reclutamiento. Se ha encontrado que la ventilación con protección pulmonar reduce la morbilidad y mortalidad entre pacientes con lesión pulmonar aguda y síndrome de dificultad respiratoria aguda. ⁽¹²⁾ Sin embargo, el volumen Tidal intraoperatorio de ≥ 10 ml / kg solo se usa en el 18% de los casos durante la cirugía, y la ventilación de bajo volumen corriente no es una estrategia de rutina. ⁽¹³⁾

Aplicación convencional de ventilación mecánica en el quirófano.

Aunque el enfoque de ventilación protectora puede ser beneficioso en una población más amplia con y sin síndrome de distrés respiratorio agudo, el uso de volumen Tidal alto sin presión positiva al final de la espiración sigue siendo común durante la anestesia general. Un gran estudio observacional multicéntrico francés, en el que se inscribieron más de 2.900 pacientes sometidos a anestesia general, mostró que el 18% de los pacientes fueron ventilados con un volumen Tidal superior a 10 ml / kg de peso corporal y el 81% sin presión positiva al final de la espiración. Además, se aplicó una maniobra de reclutamiento en solo 7% de los pacientes. Del mismo modo, un estudio observacional de 5 años, en el que se inscribieron 45,575 pacientes, informó que, aunque el uso de un volumen Tidal inferior a 10 mL/kg y niveles de presión positiva al final de la espiración superiores a 5 cmH₂O aumentaron progresivamente con el tiempo, 16-18% de los pacientes continuaron recibiendo un volumen Tidal superior a 10 ml / kg sin aplicación de presión positiva al final de la espiración. La presencia de obesidad como principal comorbilidad y talla baja como principal factor de riesgo, fueron las causas principales para recibir un mayor volumen Tidal durante la anestesia prolongada. ⁽¹⁴⁾ La evidencia muestra,

que debería ventilarse a los pacientes con volumen corriente entre 6-8 mL/kg, peso corporal predicho con presión meseta de <30 cmH₂O. ⁽¹⁵⁾

Principios fisiológicos de la ventilación mecánica.

La insuflación pulmonar durante la ventilación mecánica se produce cuando se aplican presión y flujo aéreo, la presión se equilibra con la presión alveolar, y produce un gradiente de presión transpulmonar entre los alvéolos 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 ventilación mecánica. En los modos de ventilación controlada por presión como por volumen, el volumen corriente alcanzado es distribuido preferentemente a las unidades alveolares con baja resistencia, alta distensibilidad o ambas. Esta heterogeneidad de la fisiología de las unidades alveolares y de la distribución del volumen corriente, favorece un elevado riesgo de lesión por fuerzas mecánicas que no están presentes en la fisiología pulmonar normal. ⁽¹⁶⁾

Fisiopatología del daño pulmonar asociado a ventilador.

La lesión probablemente está mediada por varios mecanismos que incluyen (1) trauma mecánico directo al neumocito, ya sea a través de una presión excesiva (barotrauma), sobreinsuflación (volutrauma) o tensión de cizalla debido a un reclutamiento cíclico (atelectrauma); (2) la inducción posterior de "mecanotransducción" o la conversión de estímulos mecánicos en una respuesta bioquímica a través de la liberación de mediadores de citocinas en los que el epitelio alveolar o el endotelio vascular pueden lesionarse secundariamente (biotrauma). ⁽¹⁷⁾

Estudios experimentales y clínicos recientes han demostrado dos mecanismos principales que conducen a daño pulmonar inducido por ventilador: Primero, el trauma directo a la célula que promueve la liberación de citocinas al espacio alveolar y la circulación; segundo, el llamado mecanismo de "mecanotransducción". El estiramiento cíclico durante la ventilación mecánica estimula las células endoteliales vasculares y epiteliales alveolares a través de canales de proteínas y iones asociados a la membrana mecano-sensibles. La ventilación de volumen tidal alto

conduce a un aumento en la expresión del factor de necrosis tumoral intrapulmonar (TNF)- α y la proteína inflamatoria de macrófagos-2 en ratones sin lesión pulmonar previa y reclutó leucocitos a las células endoteliales. La deformación del tejido activa la señalización del factor nuclear kappa B (NF- κ B) como consecuencia de la producción de interleucinas IL-6, IL-8, IL-1 β y TNF- α . La necrosis celular está asociada con una respuesta inflamatoria en el tejido pulmonar circundante.

La mecanotransducción es la conversión de estímulos mecánicos en una respuesta bioquímica cuando el epitelio alveolar o el endotelio vascular se estira durante la ventilación mecánica. El estímulo provoca la expansión de la membrana plasmática y desencadena la señalización celular a través de varios mediadores inflamatorios que influyen en la disfunción celular pulmonar y sistémica. Un alto nivel de estiramiento mecánico se asocia con un aumento de la necrosis de las células epiteliales, disminución de la apoptosis y aumento del nivel de IL-8. ⁽¹⁸⁾

En un modelo experimental de ratas anestesiadas, Tsuchida et al. han demostrado que la lesión pulmonar asociada con la atelectasia no solo implica un traumatismo de las vías aéreas distales en las regiones pulmonares atelectáticas y no atelectáticas, sino que también provoca daño alveolar en los alveolos remotos no atelectáticos. Aunque la lesión inicial es un colapso simple de los alvéolos, los posibles mecanismos por los cuales la atelectasia puede promover la lesión pulmonar pueden derivar de la sobreexpansión de áreas pulmonares de bajo volumen adyacentes bien deterioradas (y más compatibles), de la aplicación de tensión de corte en los límites entre atelectático y áreas aireadas que conducen a daños ultraestructurales inducidos por el estiramiento con disrupción del endotelio tanto epitelial como vascular, y por la producción local y la liberación sistémica de mediadores inflamatorios. En el contexto de un concepto de daños múltiples, se ha sugerido que la cirugía mayor puede ejercer un efecto sinérgico o aditivo con una modalidad de ventilación mecánica inadecuada utilizando un volumen tidal alto que puede amplificar la reacción biológica a las fuerzas mecánicas y sensibilizar los pulmones a las complicaciones postoperatorias. ⁽¹⁹⁾

Predicción de complicaciones pulmonares posoperatorias.

En 2006, el Colegio Americano de Médicos publicó una revisión sistemática de la literatura que enumera una serie de factores de riesgo para las complicaciones pulmonares posoperatorias de acuerdo con sus respectivos niveles de evidencia. Aproximadamente el 50% de los factores de riesgo son determinadas por las condiciones de salud del paciente, mientras que el otro 50% está relacionado con el procedimiento quirúrgico y el manejo anestésico en sí. Se identifican:

Características demográficas del paciente: edad, sexo, comorbilidades: clasificación ASA (American Society of Anesthesiologists) clase ≥ 2 , infección respiratoria previa, dependencia funcional, insuficiencia cardíaca congestiva, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), tabaquismo, insuficiencia renal, enfermedad por reflujo gastroesofágico, pérdida de peso. ⁽²⁰⁾

Las comorbilidades más asociadas con complicaciones pulmonares incluyen: insuficiencia cardíaca congestiva e insuficiencia renal. El consumo de alcohol y tabaquismo aumentan moderadamente la tasa de complicaciones pulmonares. ⁽²¹⁾

Condiciones preoperatorias: Baja albúmina <3.5 gr/dL (normal de 3.5 a 5.5 gr/dL), baja SpO₂ ($\leq 95\%$), anemia (Hb <10 g / dl).

Tipo de cirugía: torácica abierta, cardíaca, abierta del abdomen superior, vascular mayor, neurocirugía, urología, duración de la cirugía > 2 h, cirugía emergente.

Manejo anestésico: Anestesia general, presión respiratoria alta (≥ 13 cm H₂O), alta fracción de oxígeno inspiratorio, alto volumen de administración de cristaloides, transfusión de eritrocitos, bloqueo neuromuscular residual, uso de sonda nasogástrica. ⁽²⁰⁾

Evidencia de beneficios de la presión positiva al final de la espiración.

La atelectasia es un hallazgo común en mamíferos grandes que reciben ventilación mecánica durante la anestesia general.

Hasta el 20% del pulmón dependiente puede colapsar durante la anestesia, principalmente debido al uso de agentes bloqueantes neuromusculares. Varios estudios experimentales demostraron que la ventilación con presión positiva al final de la espiración (con o sin maniobras de reclutamiento) mejora la ventilación y la oxigenación pulmonar. Por otro lado, la presión positiva al final de la espiración

también podría conducir a una sobredistensión de las regiones pulmonares no dependientes.

Tres ensayos no pudieron mostrar el beneficio de la ventilación con niveles más altos de presión positiva al final de la espiración más maniobras de reclutamiento versus niveles más bajos de presión positiva al final de la espiración sin maniobras de reclutamiento en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo. Sin embargo, un metaanálisis de datos de pacientes individuales usando datos de estos tres ensayos claramente mostró beneficios de la ventilación con niveles más altos de presión positiva al final de la espiración y maniobras de reclutamiento, pero solo en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo moderado o severo. Además, la ventilación con niveles más altos de presión positiva al final de la espiración con maniobras de reclutamiento se asoció con una menor necesidad de terapias de rescate, incluyendo óxido nítrico inhalado, ventilación propensa, y oxigenación de membrana extracorpórea, en comparación con la ventilación con niveles más bajos de presión positiva al final de la espiración. ⁽²²⁾

Consideraciones de las maniobras de reclutamiento.

Una maniobra de reclutamiento se puede realizar de diferentes maneras, todo basado en el aumento de la presión de las vías respiratorias a alrededor de 40 e incluso hasta 50 cm H₂O. El reclutamiento puede no durar si la ventilación se proporciona con una alta concentración de oxígeno. Por lo tanto, la ventilación con 100% de oxígeno después de una maniobra de reclutamiento provoca la recurrencia de atelectasia dentro de los 5 minutos. La aplicación de presión positiva al final de la espiración puede prevenir este retorno de atelectasia. ⁽²³⁾

Estudios de la efectividad de la ventilación mecánica protectora.

Un metaanálisis previo de ensayos clínicos realizado por Hemmes et al informó que la configuración intraoperatoria del ventilador de protección pulmonar tenía el potencial de proteger contra complicaciones pulmonares. Su estudio incluyó ocho artículos con 1,669 pacientes. De estos, dos estudios a gran escala (1,320 pacientes) fueron observacionales y tres estudios se realizaron en entornos de ventilación con un pulmón. Por lo tanto, los resultados de este estudio no pueden considerarse definitivos. ⁽²⁴⁾

Los resultados del estudio de Park et al. sugieren que la estrategia de protección pulmonar con bajo volumen corriente (6 ml / kg) y 5 cm H₂O de presión positiva al final de la espiración redujo la incidencia de complicaciones pulmonares postoperatorias en comparación con la ventilación convencional con maniobra de reclutamiento alveolar en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica hepatobiliar. (25)

Serpa Neto et cols., en un metaanálisis de 20 artículos que involucraron a 2,822 pacientes sin síndrome de dificultad respiratoria aguda, encontraron que la ventilación protectora con volúmenes corrientes más bajos se asoció con una disminución de la lesión pulmonar (razón de riesgo (RR) 0.33, 95 % CI 0.23 a 0.47; p <0.001) y mortalidad (RR 0.64, IC 95% 0.46 a 0.89; p = 0.007). (26)

Schultz et al refirió un ensayo aleatorizado multicéntrico internacional de pacientes no obesos planificado para cirugía abdominal mayor y con riesgo de complicaciones pulmonares en Europa y las Américas comparó un nivel bajo de presión positiva al final de la espiración (2 cmH₂O) con un nivel alto de presión positiva al final de la espiración (12 cmH₂O) durante un bajo volumen corriente (8 mL/kg de peso predicho); el ensayo 'PROVHILO'. Aunque la incidencia de complicaciones pulmonares no se vio afectada, la estrategia de presión positiva al final de la espiración alta se asoció con una mayor incidencia de hipotensión durante la cirugía, lo que obligó a la reanimación con líquidos y al inicio de los vasopresores. Los resultados de "PROVHILO" sugieren que los anestesiólogos no deben usar altos niveles de PEEP con ventilación de bajo volumen tidal, al menos en pacientes no obesos sometidos a cirugía abdominal abierta. (27)

Fernández et al describió que el ensayo IMPROVE, un ensayo clínico multicéntrico, doble ciego, mostró mejores resultados pulmonares (neumonía, insuficiencia respiratoria aguda, atelectasia) y acorta la estancia hospitalaria en pacientes ventilados para cirugía abdominal mayor electiva con un enfoque de gestión de ventilación protectora (volumen tidal de 6–8 mL / kg predicho por peso corporal, presión positiva al final de la espiración 6–8 cmH₂O y maniobras de reclutamiento protocolizadas) en comparación con una estrategia no protectora (volumen tidal de 10–12 mL / kg predicho por peso corporal, presión positiva al final de la espiración

0 cmH₂O, sin maniobras de reclutamiento). Los resultados del estudio IMPROVE convirtieron el enfoque no solo en evitar el volutrauma (mediante el uso de un bajo volumen tidal) sino también en minimizar el atelectrauma con maniobras de reclutamiento adecuadas y presión positiva al final de la espiración. ⁽²⁸⁾

Por último, Ladha et al, al analizar los componentes individuales de la ventilación protectora, encontró que parecía que la cantidad de variabilidad difería según el componente analizado con PEEP que tenía la mayor variación y la presión de meseta demostrando la menor. Los proveedores utilizaron la presión de la meseta protectora con mucha más frecuencia que la PEEP protectora (97% frente al 66%) y, por lo tanto, no es sorprendente encontrar una mayor variabilidad en la última variable. Una explicación de la variabilidad disminuida en el volumen corriente y la presión de la meseta es que los ajustes predeterminados del ventilador en la institución de estudio son el control de volumen con un volumen corriente de 500 ml y la mayoría de los pacientes (87%) se ventilan mediante ventilación de control de volumen. Esto significa que mientras el cumplimiento pulmonar de un paciente fuera normal, era probable que el proveedor tuviera ajustes de protección. Además, el volumen corriente predeterminado utilizado puede o no ser protector según el sexo, la altura y el peso del paciente. ⁽²⁹⁾

Otras áreas aún por investigar incluyen el papel de la hiperoxemia perioperatoria en la generación de lesión pulmonar y los resultados a largo plazo y los objetivos de oxigenación en la cirugía; si los diferentes modos de ventilación (control de presión, control de volumen, modos de ventilación automatizados) tienen un efecto en los resultados pulmonares postoperatorios; y si existe una contribución cardíaca a la morbilidad pulmonar (por ejemplo, secundaria al efecto cíclico de la ventilación de las mareas en la función ventricular derecha). ⁽³⁰⁾

Cuando por distintas circunstancias el paciente obeso debe ser sometido a anestesia general y por lo tanto a ventilación mecánica, nos vamos a encontrar con alteraciones del sistema respiratorio, las cuales podríamos clasificarlas como:

- 1.- Efectos sobre volúmenes pulmonares.
- 2.- Efectos sobre la mecánica respiratoria.
- 3.- Efectos sobre el flujo de las vías aéreas.

4.- Efectos sobre la oxigenación.

5.- Efectos sobre la relación ventilación/perfusión (V/Q).

La obesidad la vamos a asociar sobre cambios en los volúmenes y capacidades. Observando una disminución de la capacidad pulmonar total (CPT), el volumen de reserva espiratorio (VRE) y **principalmente** sobre la capacidad residual funcional (CRF).

Estos cambios los vamos a asociar principalmente al ascenso del diafragma, ya que en la población de pacientes obesos es más significativo que en aquella con peso normal (50% vs. 20%); manifestándose principalmente en obesidad grado III.

La caída de la capacidad residual funcional (CRF) puede llegar a tal grado que el volumen tidal descienda hasta el rango del volumen de cierre, y así favorecer el cierre de la pequeña vía aérea, provocando la alteración de la ventilación/perfusión (V/Q). todos estos cambios ocurren principalmente, cuando se presenta obesidad central (o tipo androide).

Hablando de mecánica respiratoria, en la obesidad, va a existir de forma característica, una disminución de la distensibilidad (*Compliance*) del sistema respiratorio (Crs), aunque paradójico, se da por un aumento de la *Elastancia* de la Caja Torácica (E_{cw}) o baja *distensibilidad pulmonar* (C_l)

3 JUSTIFICACIÓN

La ventilación mecánica es una intervención frecuente y necesaria en el escenario quirúrgico, que resulta salvadora durante la atención de algunos casos de pacientes críticamente enfermos. Los estudios realizados durante los últimos años se han encaminado a definir cuál es la estrategia ventilatoria que le ofrece al paciente la mejor aproximación a su fisiología y, así mismo, el mejor perfil de seguridad. Sin embargo, el soporte mecánico ventilatorio, por sí mismo, puede llegar a ser agresivo, invasivo y en muchos escenarios aleatorio, exponiendo al paciente a complicaciones que se derivan de la lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica, con características que se colocan fuera de la fisiología del paciente, inherentes a esta intervención. Por esta razón, y debido a que se tiene registrado una gran magnitud de pacientes con lesión pulmonar asociada a ventilación mecánica, que puede tener una trascendencia importante y trágica en la función pulmonar del paciente desde el período postoperatorio hasta 30 días después del evento quirúrgico, se hace fundamental conocer los requerimientos específicos para cada paciente que requiere algún tipo de asistencia ventilatoria según su situación clínica. Adicionalmente, es primordial reconocer los posibles riesgos y complicaciones de cara a adoptar estrategias que, a la luz de la evidencia, podrían resultar de utilidad para evitarlas. Y así, tener como propósito principal, tener un apego intensivo de la ventilación mecánica, durante el período transanestésico, para así lograr, una adecuada mecánica ventilatoria. Todo esto teniendo en cuenta, que, en la actualidad, en casi la totalidad de instituciones de salud, donde se realicen procedimientos quirúrgicos bajo anestesia general, cuenta con el recurso necesario para la monitorización de la mecánica pulmonar, y así, poder evitar complicaciones respiratorias trans y postoperatorias.

4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han descrito múltiples estrategias ventilatorias para tratar de contrarrestar eventos adversos relacionados con la ventilación mecánica en pacientes que van a cirugía mayor y así disminuir las potenciales complicaciones pulmonares postoperatorias, pues estas se han asociado a mayor morbilidad, estancia hospitalaria y mortalidad. En términos generales, se acepta que el uso de volúmenes corrientes bajos como estrategia central de ventilación protectora es eficaz para reducir estas complicaciones. Una reciente revisión sobre inducción de secuencia rápida en pacientes críticos propone la ventilación protectora como uno de los estándares de manejo en anestesiología. Sin embargo, mientras algunos estudios indican que el uso de presión positiva al final de la espiración ofrece potenciales beneficios ⁽⁶⁾ y que su ausencia se asocia a un aumento en la mortalidad otros desaconsejan su uso dadas las repercusiones hemodinámicas y el aumento en el requerimiento de vasoactivos.

Pregunta:

¿Cuál será la efectividad de las estrategias de protección pulmonar en la ventilación mecánica durante el periodo transanestésico en pacientes obesos sometidos a anestesia general en el Hospital General Zona Norte durante el período agosto 2019, en el Hospital Traumatología y Ortopedia Dr. y Gral. Rafael Moreno Valle en el período septiembre a noviembre 2019 y en el Hospital General de Cholula en el periodo de diciembre 2019 y enero 2020?

5 HIPÓTESIS

Por tratarse de un estudio observacional, no se plantean ninguna hipótesis de estudio.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Conocer la efectividad de las estrategias de protección pulmonar en la ventilación mecánica durante el periodo transanestésico en pacientes obesos, sometidos a anestesia general, en hospitales de segundo y tercer nivel, en el período agosto 2019 a enero 2020.

6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ❖ Evaluar las estrategias de protección pulmonar (Volumen Tidal (inicial y final), Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Fracción Inspiratoria de Oxígeno (FiO₂) y Driving Pressure (Presión de Distensión DP) en el periodo transanestésico.
- ❖ Definir el tiempo de mayor efectividad de cada estrategia de protección pulmonar.

7 MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 TIPO DE ESTUDIO

Se trata de un estudio de tipo Observacional por la participación del investigador, Transversal por la direccionalidad del estudio, es Prospectivo debido a la temporalidad, Descriptivo por el propósito del mismo, y Multicéntrico debido a la ubicación espacio-temporal y haber sido realizado en hospitales de segundo y tercer nivel.

7.2 UBICACIÓN ESPACIO-TEMPORAL

El estudio se llevará a cabo en el Hospital General de Zona Norte Puebla, Hospital de Traumatología y Ortopedia Dr. y Gral. Rafael Moreno Valle y Hospital General de Cholula, en el periodo de agosto 2019 a enero 2020.

7.3 MUESTREO

7.3.1 DEFINICIÓN DE LA UNIDAD DE POBLACIÓN

La unidad de población del presente estudio estará conformada por pacientes con un grado de obesidad, sometidos a anestesia general en el Hospital General de Zona Norte Puebla, Hospital de Traumatología y Ortopedia Dr. y Gral. Rafael Moreno Valle y Hospital General de Cholula.

7.3.2 SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

Acorde a los criterios de inclusión y exclusión.

7.3.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LAS UNIDADES DE MUESTREO.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN.

- Pacientes con diferentes grados de obesidad de acuerdo a clasificación de la OMS
- Que ingresan a cirugía y que requieran anestesia general.
- Pacientes mayores de 18 años.
- Consentimiento anestésico informado firmado.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.

- Pacientes con neumopatía crónica conocida.
- Pacientes con cardiopatía conocida.
- Pacientes con neumonía asociada a la comunidad, y neumonía asociada a la atención de la salud.
- Pacientes con Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.

- Pacientes que no se conocen neumópatas, hasta el momento transanestésico por alteraciones en la ventilación mecánica.
- Pacientes con procedimientos quirúrgicos posteriores y que hayan egresado del primer procedimiento quirúrgico con apoyo mecánico ventilatorio.
- Defunción.

7.3.4 DISEÑO Y TIPO DE MUESTREO.

El muestreo es no probabilístico, y a conveniencia del investigador, estará determinado por todos los pacientes sometidos a anestesia general que reúnan los criterios de selección y/o inclusión.

7.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES Y ESCALA DE MEDICIÓN

Variable	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Unidad de expresión	Unidad De Medición
Edad	Cuantitativa	Tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo hasta el momento en que se hace el cálculo.	Dato de la edad en años en pacientes obesos sometidos a ventilación mecánica.	Discreta	Años
Obesidad	Cuantitativa	Acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud. Midiéndose con el índice de masa corporal (IMC), esto como el peso de una persona en kilogramos dividido por el cuadrado de la talla en metros.	Se realizó a través de la medición de índice de masa corporal (IMC).	Ordinal	Obesidad Grado I: 30.0-34.9 kg/m ² ; Grado II: 35.0-39.9 kg/m ² ; Obesidad Grado III: ≥40.0 kg/m ²
Volumen Tidal	Cuantitativa	Es la cantidad de aire inhalado en un ciclo respiratorio sin realizar un esfuerzo adicional. El valor normal es de aproximadamente de 6-8 mL/kg de peso corporal predicho.	Se realizó calculando el peso corporal predicho, e inicialmente multiplicado por 6 mL/kg.	Continua	mL
Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP)	Cuantitativa	Es la presión positiva que existe a nivel pulmonar (presión alveolar) sobre la presión atmosférica al final de la espiración, para evitar colapso pulmonar.	Valor proporcionado por ventilador mecánico en la mecánica respiratoria.	Continua	cmH ₂ O
Presión Pico	Cuantitativa	Es la presión máxima que se registra durante una inspiración normal en el ciclo respiratorio, y refleja la impedancia que se impone a la ventilación mecánica, tanto por la vía aérea como por el tubo orotraqueal.	Valor proporcionado por ventilador mecánico en la mecánica respiratoria.	Continua	cmH ₂ O
Presión Plateau (o Presión Meseta)	Cuantitativa	Es la presión aplicada durante la meseta al final de la inspiración, sobre las pequeñas vías aéreas y a nivel alveolar.	Valor proporcionado por ventilador mecánico en la mecánica respiratoria.	Continua	cmH ₂ O
Fracción Inspiratoria de Oxígeno (FiO ₂)	Cuantitativa	Es la concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire inspirado.	Valor proporcionado por ventilador mecánico en la mecánica respiratoria.	Discreta	%
Driving Pressure (Presión de Distensión)	Cuantitativa	Es una variable de la mecánica pulmonar, que se asocia con mortalidad, depende de la relación entre distensibilidad pulmonar, la presión positiva al final de la espiración (PEEP) y el volumen tidal inspirado. De forma clínica, tiene como definición: sirve para ajustar el volumen tidal al tamaño funcional del pulmón.	Valor obtenido por la medición de la mecánica respiratoria, con la fórmula sencilla de restar: P _{plateau} – PEEP.	Continua	cmH ₂ O

7.5 MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El formato diseñado y empleado para este trabajo de investigación encuentra en el apartado ANEXOS

7.6 TÉCNICA Y PROCEDIMIENTOS:

Se formará la población en estudio con base en los criterios de inclusión y de exclusión, seleccionar las variables de interés y ordenar para su análisis estadístico. Una vez obtenida la información, se interpretará la información para elaborar el documento final.

7.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN

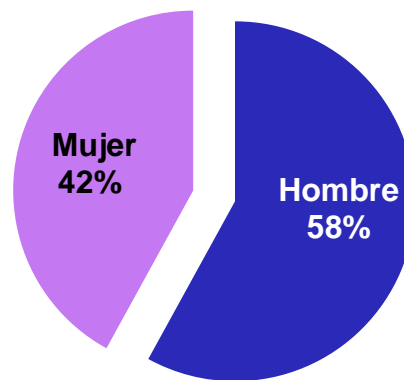
Para el análisis de la información, se utilizó estadística descriptiva para las variables cuantitativas (edad, peso, talla, Índice de Masa Corporal) calculando medias, máximos y mínimos y la desviación estándar; mientras que para las variables cuantitativas (sexo, grados de obesidad y tipo de cirugía realizada) se calcularon frecuencias y porcentaje, finalmente para variables de muestras independientes (Volumen Tidal inspirado y espirado, Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP), Fracción Inspiratoria de Oxígeno (FiO_2) y Driving Pressure (Presión de Distensión [DP]) registradas al inicio así como a los 20, 40 y 60 min del periodo transanestésico se utilizó la prueba de T para muestras relacionadas en cada Grado de Obesidad, considerando que las estrategias de protección pulmonar tendrían una diferencia estadísticamente significativa cuando el valor de p resultará < 0.05 para definir el tiempo de mayor efectividad de cada una en cada grupo de obesidad. En el análisis estadístico de este trabajo se realizó con ayuda del software SPSS (IBM SPSS statistics), versión 25 para Windows.

8 RESULTADOS

Se estudiaron un total de n=45 pacientes, distribuidos en tres grupos de acuerdo al grado de obesidad en el que se encontraban independientemente del sexo al que pertenecieran.

En la Gráfica 1, se muestra la distribución por sexo de la población en estudio, el 42% (19) fueron mujeres, mientras que el 58% (26) correspondieron a hombres; por lo que se establece que dentro de la muestra los hombres presentaron la mayor incidencia de obesidad.

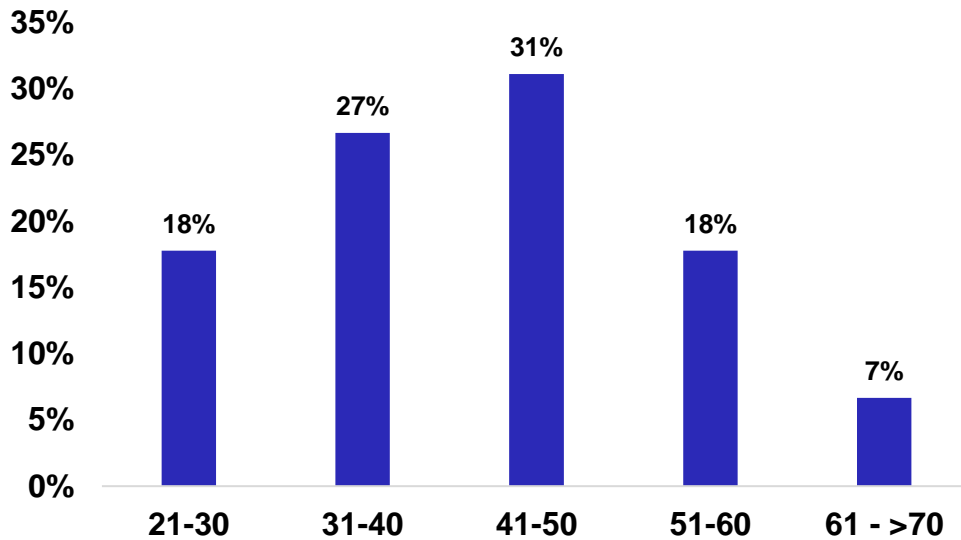
Gráfica 1. Distribución de la población con respecto al sexo.



El análisis de la edad, la muestra se establece un rango de edades entre 24 y 72 años, mostrando un promedio de 42 años (Tabla 1), sin embargo para apreciar de forma más detallada la distribución de los pacientes por edad, se agruparon en decenios (Gráfica 2), donde el rango de edad de los pacientes que más se incluyeron en el estudio fue de 41 a 50 años, seguido de pacientes en el rango de 31 a 40 años con un 31% y 27% respectivamente; mientras que los pacientes que se tenían de 61 años en adelante fueron una proporción del 7%, por lo que se puede decir que la mayor parte de la población de estudio corresponde a población económicamente activa. Por lo que evitar un daño pulmonar durante una cirugía podría favorecer la disminución de la morbilidad en estos pacientes y de ésta forma

disminuir los años de vida perdidos y evitar el impacto económico que esto podría ocasionar en su vida.

Gráfica 2: Distribución por decenios de la población de estudio.



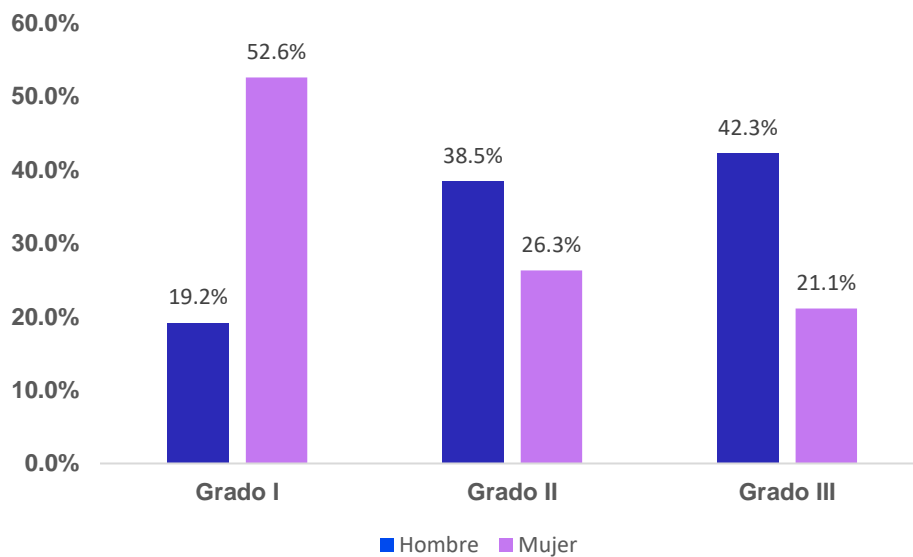
En lo que refiere al peso osciló entre 70 y 134 kg con una media de 93 kg, mientras que el IMC se observó entre el 30.4 a 44.4 con el 36.7 de promedio (Tabla 1). Este último dato nos da cuenta que todos los pacientes estudiados entran en la categoría de Obesidad para adultos por su talla y peso un factor de riesgo potencial para adquirir enfermedades crónicas no transmisibles así como de complicaciones durante un proceso quirúrgico.

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de variables antropométricas

	Media n=45	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Edad	42	24	72	± 11.34
Peso (kg)	93.0	70	134	± 15.36
Talla (cm)	158.9	147	188	± 8.08
IMC (kg/m²)	36.7	30.4	44.4	± 4.30

En la clasificación de acuerdo a los grados de obesidad de la población en estudio, se obtuvo que los hombres con Grado de Obesidad III con un 42.3% se presentaron con mayor frecuencia con respecto al Grado de Obesidad I con un 19.2%, mientras que en las mujeres la distribución fue completamente distinta, las que presentaron Grado de Obesidad I tuvieron una mayor frecuencia con un 52.6% con respecto a las que presentaban Grado de Obesidad III con un 21.1%. Ver Gráfica 3.

Gráfica 3: Porcentaje de Grado de Obesidad con respecto al sexo.



En la Tabla 2 se muestra el detalle de los diferentes tipos de cirugía realizados en los que del total de la muestra, el mayor porcentaje de pacientes del estudio con un 46.6% (21) fueron sometidos a una cirugía de Colectomía, dentro de estos tenemos que el 42.8% (9) corresponden al Grado de Obesidad II con la mayor frecuencia; la cirugía LAPE fue el segundo tipo de cirugía con el mayor frecuencia con el 26.6% (12), dentro de éste grupo el 50% (6) correspondieron a pacientes con Grado de Obesidad III; la atención quirúrgica de Fracturas correspondió al tercer grupo de cirugías más efectuadas con un 13.3% (6), dentro de éste grupo el grado de Obesidad III se presentó en el 50% (3) de los casos.

Tabla 2: Distribución de la población de acuerdo a los Grados de Obesidad con respecto al Tipo de Cirugía Realizada

	Tipo de Cirugía						Total
	CCL	Fractura	Hernia	LAPE	Rafia	Luxación	
Grado I	7	2	1	4	1	--	15
Grado II	9	1	--	2	2	1	15
Grado III	5	3	1	6	--	--	15
Total	21	6	2	12	3	1	45

La Ventilación Mecánica es una herramienta necesaria para visualizar gráficamente las interacciones que ocasionan los cambios dinámicos que puede presentar un paciente en la mecánica pulmonar y el patrón de mecánica programado durante el periodo transanestésico. Identificar de manera precoz cualquier cambio entre ambos permitirá realizar de forma oportuna ajustes necesarios para evitar los potenciales efectos adversos como barotrauma o volutrauma por mencionar algunos. Para ello se calcularon los estadísticos descriptivos de las estrategias pulmonares en cuatro tiempos distintos. Tabla 3.

Los valores aceptados de las estrategias de protección pulmonar en ventilación mecánica, de acuerdo a toda la recolección bibliográfica basada en evidencias, donde nos mencionan valores de rango aceptable, Volumen Tidal de 4-6 mL/kg de peso predicho, con una Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) de 6-8 cmH₂O, Fracción Inspirada de Oxígeno (FiO₂) de 40-50%, y Driving Pressure (DP) o Presión de Distensibilidad Pulmonar de <15 cmH₂O; dentro de nuestros resultados de Media, el resultado es positivo en la confirmación de estas estrategias de protección pulmonar, por encontrarse nuestro grupo de estudio dentro de estos valores normales definidos.

Tabla 3: Estadísticos descriptivos de las estrategias de protección ventilatoria al minuto 0, 20,40 y 60

		Media n=45	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
VTi	0 mir	329	250	500	±53.28
	20 mir	319	250	475	±46.81
	40 mir	319	225	450	±47.19
	60 mir	319	225	475	±53.33
VTe	0 mir	317	250	445	±39.32
	20 mir	315	252	448	±41.54
	40 mir	315	222	466	±48.20
	60 mir	317	223	470	±51.57
PEEP	0 mir	8	5	12	±1.73
	20 mir	9	5	12	±2.21
	40 mir	7	5	12	±1.58
	60 mir	6	5	10	±1.21
FiO₂	0 mir	44	35	60	±6.52
	20 mir	42	35	55	±3.72
	40 mir	40	35	45	±3.54
	60 mir	39	35	45	±3.01
DP	0 mir	16	12	22	±1.85
	20 mir	14	11	19	±2.02
	40 mir	14	9	17	±1.58
	60 mir	14	10	16	±1.54

Finalmente para evaluar la efectividad de las estrategias de protección pulmonar en relación al Grado de Obesidad, se realizó estadísticamente mediante la Prueba T para muestras relacionadas, en dicha prueba se manejaron los datos obtenidos de cada estrategia en los tiempos inicial, al minuto 20, 40 y 60 tiempo en que transcurrió el transanestésico, emparejándose en periodos de 0 a 20, 20 a 40 y 40 a 60 min respectivamente, tiempo promedio en el que se recomienda en la literatura que deben realizarse una correcta interpretación y aplicar los ajustes pertinentes en la mecánica ventilatoria para permanecer en los niveles de seguridad.

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la prueba estadística de las estrategias de protección pulmonar en estudio a los diferentes tiempos y de acuerdo al grado de obesidad que mostraron los pacientes en estudio.

El Volumen Tidal inspirado en Obesidad I y III no hay relación estadísticamente significativa entre ellos, mientras que en los pacientes con Obesidad II valorar de forma correcta la mecánica ventilatoria desde el minuto 0 posee un impacto estadísticamente significativo con un valor de $p=0.001$

En el Volumen Tidal espirado la mayor efectividad de su medición se observa en el rango de 0 a 20 min con un valor de $p=0.012$ en los Obesos I en el resto de pacientes en ningún momento no se aprecia una relación estadística.

Sin embargo en la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) se observa que si puede existir un impacto significativamente estadístico en el ajuste correcto de esta estrategia ya que en la Obesidad I y III el impacto se comienza a apreciar desde el min 20 seguido del min 40 con una $p= 0.028$ y 0.007 respectivamente, en el grupo de Obesidad II únicamente el ajuste en el min 20 muestra cambios significativos ($p=0.002$).

Podemos observar, el control de la PEEP en los tres Grados de obesidad toma importancia estadística a partir del minuto 20 con valores de $p <0.05$, con lo que respecta a la FiO_2 tiene mayor impacto significativo en el minuto 20 a 40 en la Obesidad II y III y finalmente los resultados arrojados para la Driving Pressure (Presión de Distensión [DP]) el tiempo a ser considerado en pacientes con Obesidad de cualquier grado es de 0 a 20 min.

Tabla 4: Resultados de la Prueba T para muestras emparejadas de las estrategias de protección ventilatoria.

		Obesidad I	Obesidad II	Obesidad III	
Estrategias de protección pulmonar	VTi	0 - 20min	0.433	0.001	0.054
		20 - 40min	0.337	0.190	0.435
		40 - 60min	0.191	0.337	1
	VTe	0 - 20min	0.012	0.494	0.171
		20 - 40min	0.589	0.728	0.904
		40 - 60min	0.444	0.256	0.217
	PEEP	0 - 20min	0.116	0.358	0.774
		20 - 40min	0.028	0.002	0.000
		40 - 60min	0.007	0.082	0.01
	FiO₂	0 - 20min	0.000	0.546	0.719
		20 - 40min	0.165	0.028	0.013
		40 - 60min	0.339	0.502	0.336
	DP	0 - 20min	0.000	0.003	0.000
		20 - 40min	0.032	0.679	0.293
		40 - 60min	0.491	0.004	1

9 DISCUSIÓN

De acuerdo a todo el análisis estadístico anterior, así como, al correlacionarlo con toda la literatura y medicina basada en evidencia, encontramos que las estrategias de protección pulmonar con los valores normales ya definidos, cursan con una efectividad contundente para pacientes que tienen algún grado de obesidad, que es imperativo la vigilancia estrecha de la mecánica pulmonar durante el periodo transanestésico, así como realizar los ajustes ventilatorios necesarios durante este mismo.

De acuerdo a nuestra pregunta en el planteamiento del problema de esta investigación, se demuestra de manera confiable, que el acatar y aplicar las estrategias de protección pulmonar a nuestros pacientes obesos con ventilación mecánica durante el transanestésico, tiene un impacto inmenso y benéfico para estos mismos.

10 CONCLUSIONES

El compromiso como anestesiólogos, tanto ético como el de buena praxis, nos lleva de la mano, a entregarnos de lleno a aplicar con seguridad la medicina basada en evidencia, aplicando las estrategias de protección pulmonar con la seguridad y certeza que serás de vital utilidad en la mecánica pulmonar de los pacientes obesos; con el objetivo principal en primer lugar de no hacer daño al paciente, acercarnos en lo mayor posible a su fisiología “normal” respiratoria; a la precaución necesaria para que durante el período transanestésico, y en los períodos posanestésico-quirúrgicos inmediato (0-24 horas), mediato (25-72 horas), y tardío (del día 4 al 30), no exista alguna complicación respiratoria por volutrauma, barotrauma o atelectrauma.

Disminuir en lo mayor posible la mortalidad a un valor de 0, por probables eventos de complicaciones prevenibles.

Hacer consciencia a todo anestesiólogo en su dedicación y entrega total por su paciente, para así aportar la calidad y calidez en su anestesia que estos pacientes necesitan, para que reciban un impacto positivo en sus vidas y su padecimiento.

11 LOGÍSTICA

RECURSOS HUMANOS

El responsable de esta investigación.

RECURSOS MATERIALES

Material didáctico.

RECURSOS FINANCIEROS

Los gastos del presente estudio serán propios del investigador.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES (GRÁFICA DE GANTT)

ACTIVIDADES	2019				2020				2021	
Elaboración y aceptación de protocolo.	Abril a Julio									
Recolección de información.		Agosto en HGZN	Septiembre a Noviembre en HTYO	Diciembre a HGCh	Enero HGCh					
Organización y vaciado de información.						Febrero a Abril				
Análisis de información en base de datos							Mayo a Agosto			
Procesamiento de información en SPSS								Septiembre a Octubre		
Interpretación de resultados estadísticos									Noviembre a Diciembre	
Discusión y Conclusiones									Enero	
Presentación final e impresión de tesis										Febrero

12 BIOÉTICA

Se tendrá confidencialidad en el manejo de los datos y se respetarán los principios establecidos por la Ley General de Salud.

El presente protocolo se ajusta a los lineamientos de la ley general de salud de México, promulgada en 1986, y las convenciones de Helsinki y Tokio respecto a la confidencialidad de los participantes en el estudio. Se firmará la hoja del consentimiento informado.

13 GLOSARIO

Anestesia general:

Pérdida temporal de sensibilidad y completa falta de conciencia, que se siente como un sueño muy profundo. La causa son fármacos especializados u otras sustancias que se llaman anestésicos, donde se impide que el paciente tenga dolor durante la cirugía u otros procedimientos.

Sexo:

Se refiere a las características biológicas y fisiológicas que definen a varones y mujeres.

Edad:

Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento.

Morbilidad:

Toda desviación subjetiva u objetiva de un estado de bienestar.

Mortalidad:

El número de defunciones en cierto grupo de personas en determinado período.

Ventilación Mecánica:

Un método físico que utiliza un aparato mecánico para el soporte artificial de la ventilación y la oxigenación, cuando el sistema respiratorio es insuficiente.

Volumen Tidal o Volumen Corriente:

Es la cantidad de aire inhalado en un ciclo respiratorio sin realizar un esfuerzo adicional. El valor normal es de aproximadamente de 6-8 mL/kg de peso corporal predicho.

Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP):

Es la presión positiva que existe a nivel pulmonar (presión alveolar) sobre la presión atmosférica al final de la espiración, para evitar colapso pulmonar.

Presión Pico:

Es la presión máxima que se registra durante una inspiración normal en el ciclo respiratorio, y refleja la impedancia que se impone a la ventilación mecánica, tanto por la vía aérea como por el tubo orotraqueal.

Presión Plateau (o Presión Meseta):

Es la presión aplicada durante la meseta al final de la inspiración, sobre las pequeñas vías aéreas y a nivel alveolar.

Fracción Inspiratoria de Oxígeno (FiO₂):

Es la concentración o proporción de oxígeno en la mezcla del aire inspirado.

Driving Pressure (Presión de Distensión):

Es una variable de la mecánica pulmonar, que se asocia con mortalidad, depende de la relación entre distensibilidad pulmonar, la presión positiva al final de la espiración (PEEP) y el volumen tidal inspirado.

De forma clínica, tiene como definición: sirve para ajustar el volumen tidal al tamaño funcional del pulmón

14 BIBLIOGRAFÍA

1. Neto A, Schultz M, et al. Current concepts of protective ventilation during general anesthesia. *Swiss Med Wkly.* 2015; 145: w14211
2. Futier E, Jaber S, et al. Lung-protective ventilation in abdominal surgery. *Curr Opin Crit Care* 2014, 20:426–430
3. Zhang Z, Hu X, et al. Lung protective ventilation in patients undergoing major surgery: a systematic review incorporating a Bayesian approach. *BMJ Open* 2015; 5: e007473
4. Romagnoli S, Ricci Z. Lung protective ventilation in Cardiac Surgery. *Heart, Lung and Vessels* 2015; 7(1):5-6
5. Kokulu S, Günay E, et al. Impact of a Lung-Protective Ventilatory Strategy on Systemic and Pulmonary Inflammatory Responses During Laparoscopic Surgery: Is It Really Helpful? *Inflammation.* 2015; 38(1):361-367
6. Patel J, Baker R, et al. Intra-operative adherence to lung ventilation: a prospective observational study. *Perioperative Medicine* 2016; 5:8
7. Peris R, Cruz I, et al. Efectos de la ventilación mecánica intraoperatoria y de la ventilación de protección pulmonar en el paciente quirúrgico adulto. *MeD. UIS.* 2015; 28(1):65-78
8. Goldenberg N, Steinberg B, et al. Lung-protective Ventilation in the Operating Room Time to Implement? *Anesthesiology* 2014; 121(1):184-188
9. Zamani M, Najafi A, et al. The effect of intraoperative lung protective ventilation vs conventional ventilation, on postoperative pulmonary complications after cardiopulmonary bypass. *J Cardiovasc Thorac Res* 2017; 9(4):221-228
10. Jaaly E, Zakkar M, et al. Pulmonary Protection Strategies in Cardiac Surgery: Are We Making Any Progress? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2015; 416235
11. Neto A, Hemmes S, et al. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology* 2015; 123:66-78

12. Gu W, Wang F, et al. Effect of lung-protective ventilation with lower tidal volumes on clinical outcomes among patients undergoing surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials. *CMAJ* 2015; 187(3): E101-E109
13. Park S. Perioperative lung-protective ventilation strategy reduces postoperative pulmonary complications in patients undergoing thoracic and major abdominal surgery. *Korean J Anesthesiol* 2016; 69(1):3-7
14. Coppola S, Froio S, et al. Protective lung ventilation during general anesthesia: is there any evidence? *Critical Care* 2014; 18:210
15. Carrillo R, Pérez A. Ventilación pulmonar ultraprotectora en insuficiencia respiratoria aguda, un nuevo concepto. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2015; 29(4):234-239
16. Carrillo R, Espinoza de los Monteros I, et al. Ventilación de protección en el transoperatorio. *Revista Mexicana de Anestesiología* 2015; 38(2):91-97
17. Yang D, Grant M, et al. A Meta-analysis of Intraoperative Ventilation Strategies to Prevent Pulmonary Complications Is Low Tidal Volume Alone Sufficient to Protect Healthy Lungs? *Ann Surg* 2016; 263:881–887
18. Sutherasan Y, Vargas M, et al. Protective mechanical ventilation in the non-injured lung: review and meta-analysis. *Critical Care* 2014; 18:211
19. Futier E, Constantin J, et al. Protective lung ventilation in operating room: a systematic review. *Minerva Anesthesiol* 2014; 80:726-735
20. Güldner A, Kiss T, 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. *Anesthesiology* 2015; 123:692–713
21. Marseu K, Slinger P. Peri-operative pulmonary dysfunction and protection. *Anaesthesia* 2016; 71(Suppl. 1):46–50
22. Neto A, Schultz M, et al. Intraoperative Ventilation Strategies to Prevent Postoperative Pulmonary Complications – Systematic Review, Metanalysis and Trial Sequential Analysis. *Best Pract Res Clin Anesthesiol.* 2015; 29(3):331-340

23. Hedenstierna G, Edmark L. Protective Ventilation during Anesthesia Is It Meaningful? *Anesthesiology* 2016; 125:1079-1082
24. Tao T, Bo L, et al. Effect of protective ventilation on postoperative pulmonary complications in patients undergoing general anesthesia: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMJ Open* 2014; 4: e005208
25. Park S, Kim B, et al. 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):4598-4606
26. Zhang Z, Hu X, et al. Lung protective ventilation in patients undergoing major surgery: a systematic review protocol. *BMJ Open* 2014; 4: e004542
27. Schultz M, Gama M, et al. Mechanical ventilation strategies for the surgical patient. *Curr Opin Crit Care* 2015, 21:351–357
28. Fernández A, Hashimoto S, et al. Perioperative lung protective ventilation in obese patients. *BMC Anesthesiology* 2015; 15:56
29. Ladha K, Bateman B, et al. Variability in the Use of Protective Mechanical Ventilation During General Anesthesia. *Anesth Analg.* 2018; 126(2):503–512
30. Zochios V, Klein A, et al. Protective Invasive Ventilation in Cardiac Surgery: A Systematic Review With a Focus on Acute Lung Injury in Adult Cardiac Surgical Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018; 32(4):1922-1936

15.2 ANEXO 2

SERVICIOS DE SALUD DEL ESTADO DE PUEBLA
HOSPITAL GENERAL ZONA NORTE "BICENTENARIO DE LA INDEPENDENCIA" CLUES PLSSA015230

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROCEDIMIENTO ANÉSTESICO

Lugar y fecha: _____
Nombre completo del paciente: _____
Fecha de nacimiento: _____ Edad: _____
N° de seguridad social: _____ N° de expediente _____
Domicilio: _____ Teléfono: _____
Ingreso: Fecha _____ Hora _____ Cama _____
Nombre del familiar o responsable legal: _____

Reconozco que el/la Dr(a) _____ me ha proporcionado información amplia, clara, veraz y precisa sobre los objetivos y en que consiste el procedimiento anestésico _____, el cual va a administrar para mi tratamiento quirúrgico en el/los procedimiento(s) quirúrgico(s) que a continuación se mencionan:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____
- 4.- _____

Manifiesto haber sido informado(a) sobre mi padecimiento y el tipo de procedimiento anestésico y **autorizo al médico anesthesiólogo** asignado a mi evento anestésico-quirúrgico, para que aplique la(s) técnica(s) anestésica(s) asignada(s), ello con base en la **NOM-006-SSA3-2011** que establece la no obligación del médico a realizar u omitir procedimientos cuando ello entrañe un riesgo para el/la paciente.

Derivado de lo anterior, estoy en conocimiento de que:

Todo acto médico implica una serie de riesgos debido a mi estado de salud actual con antecedentes, tratamientos previos y a la causa que prescribe la intervención quirúrgica.

Existe la posibilidad de complicaciones leves o severas que pueden causar secuelas permanentes e incluso complicaciones que llevan a la muerte como punción de duramadre, hematoma epidural, paro cardiorrespiratorio, reacciones alérgicas y otros eventos relacionados asociados a la práctica de cualquier procedimiento anestésico-quirúrgico.

Puedo requerir tratamientos complementarios de otros Servicios o unidades médicas que prolonguen mi estancia hospitalaria.

Hay posibilidad de que mi procedimiento anestésico se retrase e incluso se suspenda por causas de fuerza mayor (urgencias).

El personal médico del Servicio de Anestesiología cuenta con amplia experiencia y con el equipo electrónico para mi cuidado y manejo durante mi procedimiento y aun así, existe riesgo de presentar complicaciones.

Soy responsable de comunicar mi decisión de manera pronta a mi familia.

Durante o después de la cirugía, puede ser necesaria la utilización de sangre o derivados.

Con el fin de facilitar mi recuperación, me comprometo a acudir a mi revisión médica cuando se me indique, o en el caso de presentar alguna molestia o duda sobre este procedimiento anestésico.

Riesgos más frecuentes inherentes al procedimiento anestésico y/o alternativas de acuerdo a las condiciones actuales del paciente:

Beneficios: _____

Nombre y firma de(l)/la paciente

Nombre, cédula y firma del Médico

Nombre y firma del familiar o representante legal

Nombre y firma del testigo

FÁRMACOS			
Sustancia Activa	Dosis	Vía	
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			
L			
M			
N			
O			
P			

ANESTESIA GENERAL			VENTILACIÓN MECÁNICA Y MECÁNICA PULMONAR											
Gral. Inhalatoria <input type="checkbox"/>	Gral. Endovenosa <input type="checkbox"/>	Gral. Balanceada <input type="checkbox"/>	Hora											
TIVA <input type="checkbox"/> Mixta <input type="checkbox"/> Combinada <input type="checkbox"/>			Tiempo (min)											
			15 30 45 60 15 30 45 60 15 30 45 60 15 30 45 60											
Inducción			Modalidad											
Intravenosa <input type="checkbox"/> Inhalatoria <input type="checkbox"/> Intramuscular <input type="checkbox"/>			V _{Tidal} inspiratorio											
Sedación			V _{Tidal} espiratorio											
Intravenosa <input type="checkbox"/> Inhalatoria <input type="checkbox"/> Intramuscular <input type="checkbox"/>			F R											
Intubación			Volumen Minuto											
Orotraqueal <input type="checkbox"/> Nasotraqueal <input type="checkbox"/> Traqueostomía <input type="checkbox"/> M. Laringea <input type="checkbox"/>			P E E P											
Calibre: _____ mm o Fr# de Intentos: _____ Neumotaponamiento: _____			F _i O ₂											
Traumática <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tipo de Tubo/ý Cánula _____			Relación I:E											
Dificultades Técnicas _____			P _{Pico}											
Incidencias: _____			P _{Plataeu}											
			C _{Estat}											
			Driving Pressure											
			Poder Mecánico											

ANESTESIA REGIONAL			VENTILACIÓN MECÁNICA Y MECÁNICA PULMONAR											
Gral. Inhalatoria <input type="checkbox"/>	Gral. Endovenosa <input type="checkbox"/>	Gral. Balanceada <input type="checkbox"/>	Hora											
TIVA <input type="checkbox"/> Mixta <input type="checkbox"/> Combinada <input type="checkbox"/>			Tiempo (min)											
			15 30 45 60 15 30 45 60 15 30 45 60 15 30 45 60											
Inducción			Modalidad											
Intravenosa <input type="checkbox"/> Inhalatoria <input type="checkbox"/> Intramuscular <input type="checkbox"/>			V _{Tidal} inspiratorio											
Sedación			V _{Tidal} espiratorio											
Intravenosa <input type="checkbox"/> Inhalatoria <input type="checkbox"/> Intramuscular <input type="checkbox"/>			F R											
Intubación			Volumen Minuto											
Orotraqueal <input type="checkbox"/> Nasotraqueal <input type="checkbox"/> Traqueostomía <input type="checkbox"/> M. Laringea <input type="checkbox"/>			P E E P											
Calibre: _____ mm o Fr# de Intentos: _____ Neumotaponamiento: _____			F _i O ₂											
Traumática <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tipo de Tubo/ý Cánula _____			Relación I:E											
Dificultades Técnicas _____			P _{Pico}											
Incidencias: _____			P _{Plataeu}											
			C _{Estat}											
			Driving Pressure											
			Poder Mecánico											

		UNIDAD DE CUIDADOS POST ANESTÉSICOS							
		Admisión	5'	15'	30'	45'	60'	90'	120'
		0'							
Actividad Motora	2	Mueve las 4 extremidades							
	1	Mueve solo 2 extremidades							
	0	No mueve las extremidades							
Respiración	2	Respira y tose normalmente							
	1	Disnea o respiración limitada	x'	x'	x'	x'	x'	x'	x'
	0	Apnea o Sin respue							
Circulación	2	TA ±20% de la basal preanestés							
	1	TA ±21-50% de la basal preanestésica							
	0	TA > 50% de la basal preanestés							
Consciencia	2	Completamente despierto							
	1	Responde al llamado							
	0	Sin respuesta							
Saturación Coloración	2	SpO ₂ ≥ 92% con aire ambiente							
	1	SpO ₂ ≥ 90% con necesidad de uso de O ₂ suplementario							
	0	SpO ₂ < 90% aun con uso de O ₂ suplementario							

Alta a: Domicilio UCI Residente que realizó _____
 Hospitalización Defunción Anestesiólogo responsable (descripto): _____

15.4 ANEXO 4



Secretaría
de Salud
Gobierno de Puebla

HOSPITAL GENERAL ZONA NORTE
"BICENTENARIO DE LA INDEPENDENCIA"
JEFATURA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

#PROintegridad

"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria."



COMITÉ DE INVESTIGACION DEL HGZN DE PUEBLA
ASUNTO: AUTORIZACION DE TESIS

D. C. JORGE ALEJANDRO CEBADA RUIZ
SECRETARIO DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS DE POSGRADO FMBUAP

Por medio de la presente hago constar que el **Dr. Jorge López Castellanos**, Médico Residente de la especialidad de Anestesiología realizó en el Hospital General Zona Norte de Puebla "Bicentenario de la Independencia" la Tesis con el título "EFECTIVIDAD DE LAS ESTRATEGIAS DE PROTECCION PULMONAR EN VENTILACION MECÁNICA DURANTE EL TRANSANESTÉSICO EN PACIENTES OBESOS CON ANESTESIA GENERAL" bajo la dirección del Asesor Experto Dra. María de Jesús García Mora y Metodológico QFB. Bianca Peralta Barba

Se ha revisado el contenido científico y la estructura metodológica por lo que autorizamos su impresión.
Sin otro particular, me despido de ustedes agradeciendo su apoyo.

ATENTAMENTE
H. PUEBLA DE ZARAGOZA, A 10 DE DICIEMBRE DE 2020
"SUPRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION"

HGZN
Dra. Mariana L. Miguel S.
JEFE DE ENSEÑANZA

DRA. MARIANA LEE MIGUEL SARDANETA
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION

Dra. Maria Elena Luna Ruiz
Ced. Prof. 3503827

DRA. MARIA ELENA LUNA RUIZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE INVESTIGACION DEL HGZN



Ma. de Jesús García Mora
Asesora Anestesiología
Ced. Prof. 3503827

c.c.p. Dra. María de Jesús García Mora

c.c.p. QFB. Bianca Peralta Barba

DEFENDIENDO LA INTEGRIDAD
800 466 37 86
PROINTEGRIDAD
www.prointegridad.puebla.gob.mx

Calle 6 Norte 603, Centro
Puebla, Pue. C.P. 72000 Tel. (222) 551 06 00
www.ss.pue.gob.mx