



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

HOSPITAL PARA EL NIÑO POBLANO

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

**“Estudio Comparativo de los modos ventilatorios para mantener
protección pulmonar en cirugía pediátrica laparoscópica en El Hospital
Para El Niño Poblano en el período 2022-2023.”**

PRESENTA

Dra. Carolina Vega Sánchez

ASESORES EXPERTOS

Dra. Araceli Barrón Soto.

Dr. Samuel Margarito Lozano.

ASESOR METODOLÓGICO

MC. Froylán Eduardo Hernández Lara González

Heroica Puebla de Zaragoza, Puebla, noviembre 2023.



Índice.

1. Resumen.	3
2. Introducción.	4
3. Antecedentes.	5
a) Generales.	
b) Específicos.	16
4. Planteamiento del problema.	18
5. Pregunta de investigación.	19
6. Objetivos.	19
a) Generales.	
b) Específicos.	
7. Hipótesis.	20
8. Material & métodos.	21
9. Criterios de selección.	
a) Inclusión.	
b) Exclusión.	
c) Eliminación.	
10. Método de recolección de datos.	22
11. Aspectos éticos.	24
12. Resultados.	25
13. Discusión.	30
14. Conclusiones.	34
15. Bibliografía.	36
16. Anexos.	37

1. Resumen.

Introducción: La ventilación mecánica es la piedra angular del manejo intraoperatorio del paciente quirúrgico, y a pesar del uso creciente de técnicas de anestesia regional, sigue siendo obligatoria en varios procedimientos quirúrgicos. Hay varias afecciones quirúrgicas relacionadas con el paciente que plantean desafíos específicos en el manejo de los entornos ventilatorios, como la laparoscopia. Cada año, se realizan 230 millones de procedimientos quirúrgicos, tanto electivos como de emergencia.

Objetivos: Determinar el modo ventilatorio que requiere menor número de intervenciones para mantener parámetros de protección pulmonar en cirugía pediátrica laparoscópica en el Hospital Para El Niño Poblano en el periodo comprendido del 2022-2023.

Material & metodos: Se realizará estudio cuantitativo, observacional, descriptivo, transversal, prospectivo, prolectivo. Población de estudio. Se determinará por medio de selección de los pacientes que cumplieran con los criterios de inclusión, Unidad de análisis: pacientes de 2 a 10 años sometidos a cirugía laparoscópica.

Resultados: Durante el estudio comparativo se obtuvieron los siguientes resultados. En un total de 23 pacientes estudiados, los cuales 3 pacientes salieron del estudio por no cumplir con criterios de inclusión, 10 pacientes fueron sometidos a cirugía laparoscópica con ventilación controlada por presión y 10 pacientes con ventilación controlada por volumen.

La monitorización se realizó por medio de espirometría y capnografía transoperatoria, evaluando los parámetros ventilatorios, así como la concentración de fracción inspirada de oxígeno y CO₂, observándose con CO₂ en la mayoría.

Conclusiones: Durante este estudio de investigación, se describieron los modos ventilatorios más comúnmente utilizados en cirugías laparoscópicas. como lo son el modo control volumen y modo control presión, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a complicaciones descritas en el estudio y en las que se quería indagar más como barotrauma y volutrauma.

Palabras clave: cirugía laparoscopia, CMV, CMP, complicaciones pulmonares.

2. Introducción.

La ventilación mecánica es uno de los aspectos más importantes en el manejo intraoperatorio del paciente quirúrgico en general, a pesar del aumento del uso de técnicas de anestesia regional y neuroaxial, sigue siendo obligatoria en procedimientos quirúrgicos específicos. (1). Uno de los propósitos de la ventilación mecánica es principalmente disminuir el esfuerzo ventilatorio. Sin embargo, debido a las interacciones a nivel sistémico la ventilación mecánica puede afectar a la mayoría de los sistemas corporales. Sus interacciones dependen del cambio en las presiones negativas fisiológicas dentro del tórax y su establecimiento va a ser proporcional con la presión de la vía aérea y por ende con el estado per-ce cardiopulmonar del paciente sometido a la ventilación mecánica. (3).

A pesar de las mejoras continuas en áreas de quirófano y la atención pre y postoperatoria, las complicaciones pulmonares continúan representando una grave amenaza para los resultados exitosos, su incidencia es incierta desde menos del 1% hasta 90% dependiendo de las definiciones utilizadas y la literatura revisada situándose como una de las principales causas de prolongación en la estancia intrahospitalaria, asociado a complicaciones ventilatorias e infecciones asociadas a la larga estancia hospitalaria. (9).

En el Hospital Para El Niño Poblano, en estos últimos años se realizan cirugías vía laparoscópica de manera cada vez más frecuente en pacientes con patologías quirúrgicas abdominales altas y bajas, dejando atrás las técnicas anestésicas regionales y neuroaxiales convencionales, requiriendo de anestesia general balanceada para un adecuado manejo ventilatorio con control del CO₂, por lo que es de gran importancia conocer las implicaciones anestésicas y quirúrgicas, respuesta ventilatoria y complicaciones pulmonares transoperatorias asociadas a las cirugías por vía laparoscópica en pacientes pediátricos, conocer las distintas modalidades ventilatorias controladas por volumen y por presión, su concepto, indicaciones, complicaciones, el impacto sobre esta cirugía, logrando reducir los resultados negativos respecto a costos económicos, hospitalarios, prolongación de estancia hospitalaria, aumento de morbilidad y mortalidad, recursos humanos y laborales.

3. Antecedentes:

3.1 Generales.

La ventilación mecánica es uno de los aspectos más importantes en el manejo intraoperatorio del paciente quirúrgico en general, a pesar del aumento del uso de técnicas de anestesia regional y neuroaxial, sigue siendo obligatoria en procedimientos quirúrgicos específicos. (1).

La mayoría de las patologías quirúrgicas en pacientes pediátricos se consideran como desafíos en cuanto al manejo de los entornos ventilatorios, aspectos importantes como lo son la técnica laparoscópica, la posición del paciente, patologías preexistentes, grupos etarios entre otros aspectos. Cada año, se realizan aproximadamente 250 millones de cirugías, ya sea electivas o de urgencia. Buia en 2015 estima que el mayor índice de mortalidad en eventos quirúrgicos es atribuible a lesiones pulmonares trans y postoperatorias, estimado en alrededor del 19%. (1).

La ventilación mecánica se define como todo procedimiento de respiración artificial que emplea un aparato para suplir o colaborar con la función respiratoria de una persona que no puede hacerlo por sí mismo, en el contexto anestésico, empleado para realizar procedimientos quirúrgicos en los cuales se requiere la protección de la vía aérea. (1).

Durante la ventilación mecánica, se deben de producir varias fuerzas ventilatorias, así como gradientes ventilatorios, para tener una adecuada función ventilatoria, para que se produzca la inspiración debe haber un gradiente de presión entre la vía aérea y los alvéolos, este gradiente periódico de presión tiene que vencer la impedancia del sistema respiratorio (resistencia y elastancia) para generar un flujo de gas que ocasione un cambio en el volumen pulmonar en función del tiempo. (2).

La presión necesaria para la insuflación pulmonar, se denomina presión transrespiratoria, la cual es resultante de todas las presiones que interactúan sobre el sistema respiratorio, que están constituidas por la presión de ventilación generada por el ventilador mecánico y la presión que ejerce la caja torácica, producida por los músculos respiratorios. La presión transrespiratoria se considera como el gradiente de presión: la vía aérea superior y la superficie corporal del

paciente, que incluye la presión trans-vía aérea y la presión que se ejerce entre los espacios alveolar e intrapleurales, dando como resultado un equilibrio entre estos gradientes y una adecuada oxigenación y ventilación pulmonar. (2).

Uno de los propósitos de la ventilación mecánica es principalmente disminuir el esfuerzo ventilatorio. Sin embargo, debido a las interacciones a nivel sistémico la ventilación mecánica puede afectar a la mayoría de los sistemas corporales. Sus interacciones dependen del cambio en las presiones negativas fisiológicas dentro del tórax y su establecimiento va a ser proporcional con la presión de la vía aérea y por ende con el estado per-ce cardiopulmonar del paciente sometido a la ventilación mecánica. (3).

Las presiones de la vía aérea son el resultado del promedio de la presión generada durante todo el ciclo ventilatorio mecánico, este está relacionado con la cantidad y la duración de la presión aplicada, que depende de todos los factores en la ventilación, es uno de los determinantes principales de la oxigenación, ya que aumenta la presión alveolar media y favorece el reclutamiento alveolar. Lograr este objetivo requiere que el ciclo del ventilador se alinee con el ritmo intrínseco de la salida del centro respiratorio del paciente. (3).

Los efectos hemodinámicos de la ventilación mecánica se encuentran en relación con la variación que se produce en la presión intratorácica, atenuando a medida que se producen cambios que se van compensando respecto al volumen y al tono de la vasculatura con respuesta hemodinámica. En el evento quirúrgico, la ventilación mecánica, hay un aumento de la presión de la vía aérea, provocando un efecto de compresión de los vasos sanguíneos, dando lugar a un ascenso en las presiones venosas. Dando como respuesta, una disminución del retorno venoso y el gasto cardíaco, produciendo hipotensión arterial sistémica, a pesar de que, en los pacientes pediátricos, dada la inmadurez del sistema cardiovascular, estos cambios se presentan de manera tan franca, sin embargo, se tienen que tomar en cuenta los posibles cambios para evitar riesgos y complicaciones anestésicas y quirúrgicas. (4).

La administración de volúmenes en gran cantidad produce una sobre distensión alveolar teniendo como respuesta la compresión de capilares, incrementando la resistencia a los flujos pulmonares con aumento de la poscarga y la disminución del gasto cardíaco. (4).

Hay tres tipos de variables, las cuales promueven el desarrollo de un adecuado ventilatorio mecánico estos tres tipos son: variables de fase, variables condicionales y variables de control, clasificando estas a su vez en volumétrica y barométrica. En VPV, el volumen programado y los flujos inspiratorios se mantienen de manera constante, mientras que el Ti viene determinado por volúmenes y flujos fijos. (5).

El modo ventilatorio controlado por presión, la presión inspiratoria se programa de manera constante y se considera una variable independiente, el volumen y el flujo varían dependen de acuerdo con el nivel de presión establecidos, el Ti se prefija en el ventilador, y el flujo disminuye a medida que la presión alveolar se aproxima a la presión implicada en la vía aérea. (5).

La ventaja del modo ventilatorio controlada por presión es que, tanto la presión máxima de la vía aérea como la presión alveolar se encuentran de manera constante (proporción entre presión pico y presión meseta con mejoría del driving pressure) reduciendo el riesgo de barotrauma y lesiones pulmonares inducidas por la ventilación mecánica, los bucles de flujo inspiratorio son desacelerados, variando con las demandas del paciente. (5).

La ventaja de mantener una ventilación controlada por volumen es que aporta un volumen circulante constante, el cual asegura la ventilación alveolar y resulta en una variación en la presión máxima de la vía aérea en relación con los cambios de la impedancia respiratoria. (5).

La diferencia entre ambos modos ventilatorios es que la VPC es un método alternativo que ofrece mejores beneficios ventilatorios en los pacientes pediátricos, pues mantiene una presión constante de las vías respiratorias, teniendo mejor distensión alveolar, con una mejoría de la compliance pulmonar y, por ende, mejoría del driving pressure, cuando se compara VCV en procedimientos quirúrgicos en los pacientes sometidos a ventilación mecánica. (6).

Desde los últimos estudios en pacientes pediátricos, no se ha definido la modalidad ventilatoria adecuada ni consensos de manejo para eventos quirúrgicos con patologías específicas. (6).

La cirugía laparoscópica es el Gold standar para cirugías como son los procedimientos abdominales altos y bajos, principalmente colecistectomías. Ya que tiene beneficios como disminución de molestas y dolor posterior al evento quirúrgico, recuperación más rápida, con

menor estancia hospitalaria, menos complicaciones postoperatorias, con mejores resultados estéticos, según los consensos del protocolo ERAS, consisten en medidas para mejorar el cuidado perioperatorio, la utilidad en el empleo de dichos protocolos en cirugía laparoscópica se benefician de un cuidado multimodal y se ha vuelto el principal manejo en pacientes con ciertas patologías abdominales. (7).

La cirugía laparoscópica es el proceso de inspección de la cavidad abdominal a través de un endoscopio. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas más frecuentemente utilizado universalmente para insuflar la cavidad abdominal para facilitar la vista, creando un neumoperitoneo, el CO₂ es insuflado dentro de la cavidad peritoneal en un rango de entre 4-6 litros por minuto a una presión de 10-20 mmHg., el neumoperitoneo se mantiene con un flujo constante de 200-400 ml de CO₂, dependiente del grupo etario y de la cirugía que se realice. El neumoperitoneo crea una compleja dinámica de cambio de las condiciones fisiológicas normales que tienen consecuencias fisiopatológicas durante la cirugía laparoscópica, puesto que se absorbe hasta un 30% de CO₂ durante el evento quirúrgico. (7).

El aumento de la presión intraabdominal, la posición del paciente y la absorción de CO₂ produce alteraciones en los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica principalmente en el sistema cardiovascular y respiratorio, estos cambios, así como el efecto directo de la insuflación de CO₂, pueden tener efecto significativo en el paciente, en especial en paciente pediátricos siendo proporcional de acuerdo al grupo etario, con mayores complicaciones en pacientes que tienen patologías preexistentes o con comórbidos. (7).

Los efectos fisiológicos del neumoperitoneo en el sistema cardiovascular: el incremento de la presión intraabdominal afecta el retorno venoso, las resistencias vasculares periféricas y la función miocárdica. Inicialmente el aumento de la circulación esplácnica incrementa el volumen sanguíneo circulante resultado del aumento del retorno venoso, secundario a la compresión de la vena cava inferior reduce el retorno venoso y subsecuentemente disminuye el gasto cardiaco, dando como resultado hipotensión arterial y datos de bajo gasto cardiaco, hay un incremento de la circulación de catecolaminas endógenas, en especial adrenalina y noradrenalina. (7).

La posición en decúbito dorsal y la anestesia general balanceada, disminuyen la capacidad pulmonar residual funcional. El neumoperitoneo y la posición de Trendelenburg causan

compresión del diafragma disminuyendo la capacidad residual funcional, causando colapso de la vía aérea, provocando atelectasias, alteraciones de la relación ventilación/perfusión (V/Q), hipoxemia e hipercapnia, hay un aumento en la resistencia de la vía aérea y reducción de la compliance con riesgo potencial de barotrauma con ventilación con presión positiva sumado a la condición fisiológica pulmonar de los pacientes pediátricos, también otras alteraciones como volutrauma, edema agudo de pulmón de presión positiva. (8).

La cirugía laparoscópica abdominal alta presenta una serie de características fisiológicas que hacen que la ventilación controlada por presión pueda ser un método alternativo. Sin embargo, no existen trabajos que establezcan las implicaciones sobre el intercambio gaseoso del método ventilatorio empleado y tampoco de las repercusiones intraoperatorias de la aplicación de la ventilación controlada por volumen en este tipo de cirugía en pacientes pediátricos. (8).

Las complicaciones pulmonares perioperatorias y postoperatorias son la segunda causa de alteraciones en cirugías laparoscópicas, seguida de la infección del sitio quirúrgico, sin embargo, no existe un acuerdo para su definición, según artículos publicados, lo más aceptado es que son una serie de hechos combinados de eventos pulmonares fatales y no fatales que se relacionan con la cirugía y/o anestesia y se presentan desde el inicio del procedimiento hasta máximo siete días posteriores del evento quirúrgico, sin haber algún consenso en cuales eventos puedan considerarse como complicaciones pulmonares, entre ellos están principalmente: atelectasias, barotrauma, volutrauma, síndrome de distrés respiratorio agudo y broncoaspiración, por su mayor frecuencia y su fisiopatología que está asociada directamente al evento quirúrgico y en segundo plano se pueden presentar neumonía, tromboembolia pulmonar, derrame pleural, edema agudo pulmonar cardiogénico y no cardiogénico de presión positiva, neumotórax y broncoespasmo por considerarse menos frecuentes y tener un componente de patología previa asociado a patología quirúrgica actual. (8).

A pesar de las mejoras continuas en áreas de quirófano y la atención pre y postoperatoria, las complicaciones pulmonares continúan representando una grave amenaza para los resultados exitosos, su incidencia es incierta desde menos del 1% hasta 90% dependiendo de las definiciones utilizadas y la literatura revisada situándose como una de las principales causas de prolongación en la estancia intrahospitalaria, asociado a complicaciones ventilatorias e infecciones asociadas a la larga estancia hospitalaria. (9).

Las complicaciones pulmonares transoperatorias y postoperatorias más frecuentes son por frecuencia barotrauma, volutrauma, biotrauma, atelectrauma, edema agudo de pulmón no cardiogénico. El biotrauma es una respuesta inflamatoria local y sistémica del pulmón frente a la lesión tisular inducida por volutrauma o atelectrauma, en el cual el Inter juego de presión y volumen en los ciclos inspiratorio y espiratorio de las unidades alveolocapilares parece generar a su vez un daño sistémico mediado por citocinas, interleucinas y otros mediadores de inflamación sistémica. (9).

La ventilación con presiones elevadas de las vías respiratorias puede provocar barotrauma, definido como el daño alveolar provocado por la existencia de una presión positiva exagerada a nivel de la membrana alveolocapilar que se manifiesta con neumotórax o enfisema subcutáneo, con alteraciones ventilatorias y complicaciones cardiovasculares. (9).

Otro tipo de lesión causada por ventilación a altos volúmenes pulmonares es el volutrauma, que es la lesión ocasionada en el pulmón por la sobre distensión alveolar originada en un volumen tidal global o regional inadecuado, teniendo un incremento de permeabilidad capilar y edema pulmonar, además, el ciclo de apertura y colapso que ocurre durante la ventilación de unidades alveolares localizadas en zonas dependientes puede ocasionar atelectrauma. (10).

La ventilación controlada por volumen ha sido el modo de ventilación mecánica tradicional en la cirugía laparoscópica, sin embargo, la ventilación controlada por presión se ha utilizado con mayor frecuencia en los últimos años, sobre todo en pacientes pediátricos con peso menor a 10 kg y pacientes que presentan comórbidos, no obstante, aún falta mayor evidencia sobre la superioridad y beneficios de un modo ventilatorio sobre el otro. (10).

La ventilación controlada por volumen se ha utilizado ampliamente para anestesia general en cirugías laparoscópicas, teniendo el mérito de un volumen tidal preestablecido garantizado, sin embargo, presenta el riesgo de aumento de resistencia de vías respiratorias cuando cambian los cumplimientos pulmonares. (11).

A diferencia de la ventilación controlada por volumen, la ventilación controlada por presión tiene menor riesgo de barotrauma porque la presión máxima de la vía aérea es limitada pero no puede garantizar el volumen tidal, teniendo aumento de flujos inspiratorios. (12).

Durante el neumoperitoneo, se puede recomendar ventilación controlada por volumen debido a un aumento significativo en la presión de las vías respiratorias después de la insuflación de CO₂, un estudio aleatorizado previo demostró que la ventilación controlada por volumen proporciona presiones pico de vía aérea más bajas y mayor cumplimiento dinámico de pulmón a los 60 y 120 minutos durante cirugías laparoscópicas en posición de Trendelenburg que la ventilación controlada por presión a volúmenes tidales similares, sin embargo otros informes también han demostrado un cumplimiento mayor con una presión de las vías respiratorias pico más bajas para ventilación por volumen que por presión. (12).

Durante la cirugía laparoscópica las funciones respiratorias generalmente se ven afectadas durante el neumoperitoneo, como la formación de atelectasias y desajuste de índice V/Q por los efectos combinados de la posición en decúbito dorsal y parálisis muscular, así como disminución de distensibilidad respiratoria produciendo complicaciones pulmonares postoperatorias y mayor estadía hospitalaria. (13).

Se realizó un estudio aleatorizado, ciego y controlado, el cual evaluó si la ventilación pulmonar protectora intraoperatoria influye en las complicaciones pulmonares postoperatorias después de cirugía laparoscópica. Hassler KR afirma que las complicaciones pulmonares postoperatorias son un problema importante después de una cirugía mayor realizada bajo anestesia general balanceada. (13).

Las funciones respiratorias generalmente se ven afectadas durante el neumoperitoneo para la cirugía laparoscópica, este estudio aleatorizado controlado y simple ciego se realizó para la evaluación de la ventilación pulmonar protectora intraoperatoria influye en las complicaciones pulmonares postoperatorias después de la ventilación convencional con maniobra de reclutamiento alveolar (volumen tidal 6-8 ml/kg) presión inspiratoria 4 cmH₂O durante 3 segundos después del final del neumoperitoneo o ventilación pulmonar protectora por lo que se

asoció con menos incidencia de complicaciones pulmonares que ventilación convencional con reclutamiento alveolar después de cirugías abdominales laparoscópicas. (13).

Las complicaciones pulmonares postoperatorias se han asociado a un riesgo de mortalidad, pueden desarrollarse en hasta el 58% de los pacientes sometidos a cirugía abdominal. La estrategia de ventilación con protección pulmonar el PEEP durante la presencia de complicaciones no se encuentra del todo definida. (14).

Con el objetivo de disminuir la incidencia de complicaciones pulmonares, se han descrito múltiples procedimientos, el más utilizado por parte de anestesiología son los parámetros ventilatorios de protección pulmonar que incluyen la utilización de volumen tidal bajo, el componente más conocido de una estrategia de protección pulmonar, presión espiratoria final positiva (PEEP) y maniobras de reclutamiento alveolar intermitente, debiendo utilizarse las tres en forma concomitante para lograr resultados pulmonares clínicos significativamente mejorados y una reducción en la duración de la estancia hospitalaria en pacientes sanos que se someten a anestesia. (14).

Los parámetros de protección pulmonar se definen como aumentos de manera transitoria de las presiones en la vía aérea para reclutar alveolos colapsados con un ajuste PEEP en un nivel adecuado, lo que aumenta el volumen pulmonar total y la capacidad de residual funcional. Teniendo un adecuado intercambio gaseoso. (15).

En la población pediátrica existen pocos trabajos que recomienden algún tipo de modo ventilatorio, estableciendo una adecuada seguridad y utilidad de las maniobras de reclutamiento alveolar. Las últimas recomendaciones del consenso internacional Pediatric Acute Lung Injury Consensus Conference, sugieren maniobras de reclutamiento alveolar con el fin de mejorar la oxigenación mediante modificaciones del PEEP. (15).

Se han reportado varios estudios en población en general, sometidos a cirugías laparoscópicas bajo anestesia general balanceada sugieren que las maniobras de reclutamiento alveolar mejoran la oxigenación y disminuyen el riesgo de complicaciones pulmonares. (15).

Los ajustes óptimos de parámetros ventilatorios durante la ventilación intraoperatoria, es uno de los componentes primordiales en la ventilación con parámetros de protección pulmonar, diversos artículos han demostrado una reducción de las complicaciones a nivel pulmonar modificación niveles, dependiente de si tiene comórbidos en el sistema pulmonar. (15).

Se han descrito efectos negativos asociados con la ventilación mecánica, estos efectos incluyen la reducción del volumen pulmonar al final de la espiración, posterior a la inducción anestésica, contribuyendo a volutrauma, la individualización del PEEP mejora la oxigenación, sin embargo, posterior a la extubación está mejoría se modifica, por lo que las maniobras de protección pulmonar deben mantenerse durante toda a cirugía. El uso de PEEP es eficaz en la prevención de atelectasias intraoperatorias. (15).

Dentro de las fases de reclutamiento alveolar, se describen en cuatro fases, en donde la primera fase de reclutamiento alveolar comienza con PEEP de 25 mcH₂O durante 1 minuto, la segunda es el incremento del PEEP de manera gradual durante 1 a 2 minutos con mínimo de 15 hasta observar una disminución de SaO₂ > 1% considerándose así el reclutamiento. (15).

Se necesita realizar y analizar a fondo más estudios para estadificar si estos efectos positivos ventilatorios durante el evento quirúrgico sobre la mecánica ventilatoria tienen un impacto clínicamente significativo en los resultados ventilatorios posterior al evento quirúrgico. (16).

Con respecto a la administración de anestesia en pacientes en edad pediátrica, el manejo adecuado de las vías respiratorias es su dimensión más importante. La anestesia para la cirugía generalmente se induce a través de una vía aérea de intubación traqueal. Debido a la alta frecuencia del procedimiento, es de suma importancia manejar la vía aérea de una manera que conduzca a la menor cantidad posible de efectos no deseados. (16).

Los lactantes y neonatos al mantener la anestesia general debido a una mayor dificultad para proporcionar una ventilación eficaz con mascarilla facial y al peligro de entrada de aire al estómago. (16).

En este estudio comparativo, se encontró que el uso de mascarilla laríngea para asegurar la vía aérea en niños en un procedimiento quirúrgico como lo es una cirugía laparoscópica resulta menos segura que la colocación de un tubo orotraqueal, con una frecuencia menor de complicaciones respiratorias tanto intraoperatorias como postoperatorias. En los niños que se someten a cirugías cortas con bajas presiones de insuflación, se puede lograr una anestesia segura utilizando la vía aérea con mascarilla laríngea sin relajante muscular. (16).

Este estudio utilizó una comparación no aleatoria, lo que podría ser su mayor limitación. Un mayor número de pacientes también podría haber revelado una frecuencia diferente de complicaciones con respecto a los diferentes métodos de conducción anestésica. Hoy en día se utilizan dos técnicas principales de manejo de la vía aérea. La mascarilla laríngea es más fácil de administrar y generalmente se usa en procedimientos quirúrgicos más cortos, mientras que la colocación de tubo orotraqueal proporciona un control más fácil de las vías respiratorias y se usa más comúnmente en la práctica diaria. Por lo general, se prefiere el tubo orotraqueal sobre la mascarilla laríngea cuando se realiza una reparación de hernia inguinal por vía laparoscópica. Unos pocos estudios han confirmado la seguridad del uso de mascarilla laríngea en la reparación de hernias inguinales, sin embargo, no ha ganado una tracción significativa en el uso actual. (16)

La intubación orotraqueal es el estándar de oro en pacientes pediátricos sometidos a cirugía laparoscópica, porque mantiene una vía aérea segura con una ventilación controlada, se mantiene una relajación neuromuscular excelente, para adecuadas condiciones quirúrgicas, facilitando la visualización quirúrgica, se disminuye la presión intraperitoneal. La insuflación abdominal debe de ser progresiva para evitar reacciones vágales. (17).

La posición en Trendelenburg que se usa con frecuencia. Si se considera necesario realizar laparoscopia en pacientes con cardiopatía es importante mantener la mesa en posición horizontal. La frecuencia respiratoria y el volumen tidal se deben de modificar de manera dinámica para mantener la normocapnia. (17).

Se considera el uso de ventilación mecánica con volúmenes bajos, aumentando la frecuencia respiratoria o con ventilación controlada por presión. El uso de PEEP menor a 5 mmHg no modifica la hemodinamia ni evita la disminución de la capacidad residual funcional. (18).

El dolor subsecuente a la cirugía laparoscópica se debe a una distensión rápida del peritoneo, a la manipulación visceral, a la irritación y tracción frénica y de vasculatura, así como el gas residual y de mediadores inflamatorios. La insuflación de CO₂ inicia una reacción química, que provoca acidificación del líquido peritoneal siendo la respuesta al dolor postquirúrgico. (18).

3.2 Antecedentes específicos.

Según estudios publicados en la revista Mexicana de Anestesiología en el 2021, 21 pacientes adultos con manejo en una de las 3 modalidades ventilatorias, con un promedio de 7 por grupo. Se realizaron análisis durante y posterior al evento quirúrgico durante el procedimiento, dichos parámetros analizados fueron la FR, diferentes volúmenes, etCO₂, presiones de la vía aérea, entre otros parámetros de elastancia y resistencia. (18).

No se encontraron diferencias clínicas significativas en las mediciones entre todos los modos ventilatorios. A la insuflación del neumoperitoneo, los pacientes con VCP aumentaron su frecuencia respiratoria, con mismas presiones, contra aquéllos en modo VCV que incrementaron su presión pico sin modificación de volumen minuto. Las otras variables no se modificaron durante el evento quirúrgico. (18).

En el estudio publicado en la revista de anestesiología en la Habana publicada en el 2015, se describió una respuesta parecida de las presiones pico en la VCV en 250 pacientes. Esta diferencia en las presiones ocurre por el flujo constante de las modalidades cicladas por volumen, provocando una mala distribución de turbulencias en la vía aérea aumentando la de la resistencia, con una reducción de la adaptabilidad pulmonar causada por el neumoperitoneo. (18).

Baltier y Dos Santos, coincidieron que no existen cambios en la oxigenación de un modo ventilatorio respecto al otro. Concluyendo que, en pacientes pediátricos sometidos a colecistectomías laparoscópicas bajo anestesia general previamente sanos, no hay una diferencia en las presiones pico, respecto a las presiones mesetas son más elevadas en la modalidad controlada por volumen con una FR necesaria para mantener la presión espiratoria de CO₂. No existió diferencia significativa en la oxigenación. (19).

No se han encontrado estudios comparativos en la población pediátrica sobre diferentes modos ventilatorios en cirugía laparoscópica, así como una estandarización sobre los parámetros de protección pulmonar que se deben de mantener considerando los cambios de presión y flujo durante el neumoperitoneo y las variables sobre en EtCO₂. (19).

Los resultados obtenidos de la colecistectomía vía laparoscópica en la población pediátrica son similares a los resultados de las cirugías en adultos, es efectiva, segura y disminuye el costo

respecto a estancia intrahospitalaria. Los beneficios de este procedimiento han sido ampliamente reportados, siendo por tanto el procedimiento de elección para este tipo de procedimientos (20).

4. Planteamiento del problema.

En procedimientos quirúrgicos por vía laparoscópica se utilizan de manera habitual y de manera creciente la anestesia general balanceada para un adecuado manejo y monitorización de neumoperitoneo disminuyendo complicaciones pulmonares trans y posoperatoria con posibilidad de realizar modificación en parámetros ventilatorios, mejorando la compliance pulmonar disminuyendo la incidencia de complicaciones pulmonares.

Durante la cirugía laparoscópica, se pueden colocar ambos modos ventilatorios, es decir, el modo controlado por presión y el modo controlado por volumen, la ventilación controlada por presión provoca una presión elevada de la vía respiratoria después del neumoperitoneo, mientras que la ventilación controlada por volumen mantiene volúmenes tidales de manera continua evitando así un aumento en presiones de vía aérea, estos modos ventilatorios son adecuado para este tipo de procedimientos, sin embargo ambos reportan complicaciones pulmonares trans y postoperatorias, no se ha encontrado consenso que avale el uso de algún modo ventilatorio para los procedimientos quirúrgicos vía laparoscópica, identificando de manera continua parámetros ventilatorios que permitan un adecuado manejo en pacientes pediátricos, basándose en parámetros indirectos como el uso de capnografía y espirometría durante el periodo transoperatorio y realizando evaluaciones pulmonares con ultrasonografía antes y posterior al procedimiento quirúrgico para confirmar o descartar alguna alteración pulmonar secundaria a la ventilación mecánica durante el evento quirúrgico. (3).

5. Pregunta de investigación.

¿Cuál es el modo ventilatorio que requiere menor número de intervenciones para protección pulmonar en cirugía pediátrica laparoscópica en el Hospital Para El Niño Poblano en el periodo comprendido del 2022-2023?

6. Objetivos.

a. General.

Determinar el modo ventilatorio que requiere menor número de intervenciones para mantener parámetros de protección pulmonar en cirugía pediátrica laparoscópica en el Hospital Para El Niño Poblano en el periodo comprendido del 2022-2023.

b. Específicos.

- a) Determinar los parámetros ventilatorios en las modalidades CVM y CPM
- b) Enumerar las intervenciones de protección pulmonar en ambas modalidades.
- c) Describir complicaciones pulmonares ultrasonográficas que se pueden encontrar en ambas modalidades previo y posterior al evento quirúrgico.
- d) Describir las complicaciones pulmonares y su frecuencia en cada modo ventilatorio.
- e) Determinar los diagnósticos que justifican la cirugía laparoscópica incluidas en el estudio.

7. Hipótesis.

7.1 Hipótesis alterna: Existen diferencias en el número de intervenciones de parámetros para protección pulmonar en cirugía laparoscópica en población pediátrica en modo control presión vs control volumen.

7.2 Hipótesis nula: no se encuentran diferencias en el número de intervenciones de parámetros para protección pulmonar en cirugía laparoscópica en población pediátrica en modo control presión vs control volumen.

8. Material y métodos:

Se realizó un estudio comparativo, cuantitativo, descriptivo, observacional y prolectivo, con una población de estudio finito, en donde se seleccionaron a 20 pacientes pediátricos de entre 2 a 10 años en El Hospital Para El Niño Poblano sometidos a colecistectomía vía laparoscópica bajo ventilación mecánica en modo control presión vs control volumen.

Durante todo el procedimiento quirúrgico se evaluó la respuesta ventilatoria en ambos modos ventilatorios (control volumen vs control presión), se analizaron variantes ventilatorias en circuito semicerrado, curva capnográfica y bucles de espirometría, se realizó rastreo ultrasonográfico pulmonar previo y posterior al procedimiento quirúrgico.

9. Criterios de selección:

a) Criterios de inclusión.

1. Pacientes que autorizan mediante consentimiento informado (ver anexo) la participación en el estudio.
2. Pacientes de 2 a 10 años.
3. ASA I y II.
4. Pacientes sometidos a cirugía laparoscopia por cualquier diagnóstico que lo justifique.
5. Sexo indistinto.
6. Pacientes con manejo anestésico general.

b) Criterios de exclusión.

1. Pacientes que tengan alguna comorbilidad que altere la dinámica pulmonar para la evaluación de las medidas de protección pulmonar.

c) Criterios de eliminación.

1. Cirugía no concluya en laparoscópica.

2. Paciente con vía aérea difícil.
3. Expedientes incompletos. (cuando el expediente no cuenta con el 80% de las variables.)

Se consiguió información durante y posterior a cirugía, en donde se realizaron registros anestésicos como método de recolección de datos, en El Hospital Para El Niño Poblano se realizó monitorización no invasiva como los signos vitales (presión arterial sistémica, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación arterial de oxígeno), enumerando las intervenciones que se realizaron durante la cirugía en los pacientes pediátricos sometidos a ventilación mecánica en ambos modos ventilatorio, evaluación y descripción de la curva capnográfica y bucles de espirometría que incluyeron monitorización de la relación inspiración y espiración, se realizó rastreo pulmonar ultrasonográfico previo y posterior al evento quirúrgico evaluando alteraciones pulmonares.

La información obtenida de la espirometría, capnografía y ultrasonografía pulmonar se procedió a llevar a cabo una base de datos en donde se vaciaron todas las variables obtenidas durante el procedimiento quirúrgico como lo son grupo etario, modo ventilatorio utilizado en ambos grupos comparativos, variables hemodinámicas y ventilatorias.

Se conformaran dos grupos, el primer grupo de pacientes, se manejaron con modalidad controlada por volumen y segundo grupo, pacientes manejados con la modalidad controlada por presión en pacientes pediátricos sometidos a procedimientos quirúrgicos laparoscópicos en El Hospital Para El Niño Poblano, la selección de los pacientes será por medio de fichas que se entregarán a los padres o tutores que elegirán de manera al azar para elección de modo ventilatorio que se emplea durante el evento quirúrgico. Se realizaron mediciones no invasivas con capnografía, espirometría y ultrasonido pulmonar, cuantificando el número de modificaciones en variables ventilatorias para mantener adecuados parámetros de ventilación pulmonar.

Se utilizará SPSS la versión 25 para el análisis de muestras recolectadas mediante la obtención de datos se analizarán con estadística descriptiva, así como uso de CHI cuadrada y uso de tablas cruzadas, recolección de datos en una base en Excel.

10. Aspectos éticos.

La investigación se basa en los principios éticos para investigaciones médicas en seres humanos adoptados por la 18ª asamblea Médica Mundial de Helsinki Finlandia en junio de 1964 y enmendada para la 29ª Asamblea Médica Mundial, Tokio, Japón, octubre de 1975.

35ª Asamblea Médica Mundial en Venecia, Italia de octubre de 1983, 41ª Asamblea Médica Mundial en Hong Kong en septiembre de 1989, 48ª Asamblea General de Somerset West en Sudáfrica en octubre de 1996 y la 52ª Asamblea General de Edimburgo, Escocia en octubre de 2000, y con la Ley General de Salud de la República Mexicana.

Los procedimientos propuestos están de acuerdo, con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, así como los códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas en investigación clínica. Además de todos los aspectos arriba señalados, en cuanto al cuidado que se deberá tener con la seguridad y bienestar de los pacientes se respetan cabalmente los principios contenidos en el Informe de Belmont de respeto, beneficio y justicia. De acuerdo con el código de Helsinki se garantizará la privacidad y la confidencialidad de la información.

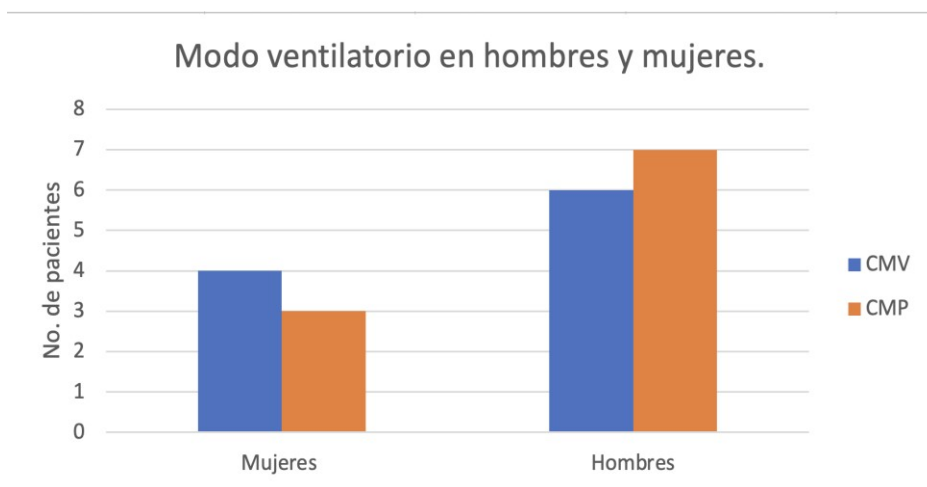
La presente tesis se considera sin riesgo para los pacientes involucrados en el estudio de acuerdo con el artículo 100 fracción III de la Ley General de Salud vigente, ya que habrá una seguridad en que el sujeto de estudio no sea expuesto a riesgos ni daños innecesarios y de acuerdo con la fracción II de la Ley General de Salud el conocimiento que se pretendía obtener no se podía obtener por otro método idóneo.

11. Resultados.

En este estudio se incluyeron un total de 20 pacientes, 10 pacientes se sometieron a cirugía laparoscópica bajo modo ventilatorio controlado por presión y 10 pacientes a cirugía laparoscópica bajo modo ventilatorio mandado por volumen.

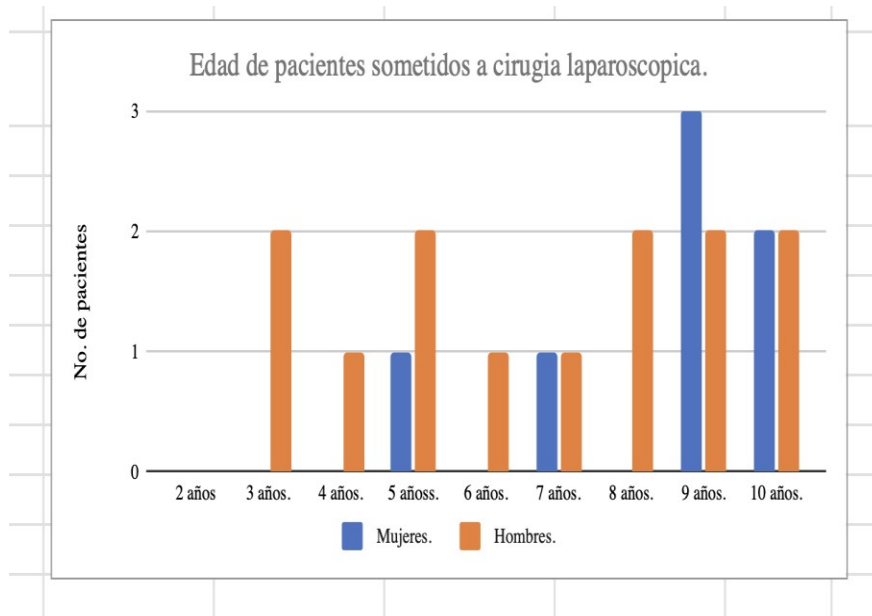
La monitorización se realizó por medio de espirometría y capnografía transoperatoria, evaluando los parámetros ventilatorios, así como la concentración de fracción inspirada de oxígeno y CO₂, observándose con CO₂ dentro de rangos adecuados en la mayoría de los pacientes, sin embargo en el grupo con ventilación controlada por volumen se observó un ligero aumento de CO₂ sobre todo al inicio del neumoperitoneo, oscilando entre 35 a 37 mmHg, sin observarse repercusiones hemodinámicas y/o ventilatorias.

Del total de pacientes sometidos al evento quirúrgico bajo anestesia general balanceada, en un total de 13 pacientes hombres, 6 bajo ventilación mecánica por volumen y 7 pacientes bajo ventilación mecánica controlada por presión. Un total de 7 mujeres incluidas en este estudio, de las cuales 4 en manejo ventilatorio controlado por volumen y el resto, 3 mujeres con manejo ventilatorio controlado por presión.



a) Figura 1: total de pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, 13 hombres y 7 mujeres.

Del grupo etario que se incluye en este estudio con edades de entre 2 a 10 años, se obtuvieron un total de 2 pacientes con 3 años, 1 paciente con 4 años, 3 pacientes con 5 años, 1 paciente con 6 años, 2 pacientes con 7 años, 2 con 8 años, 5 con 9 años y 4 con 10 años, con una media de edad de 7.3 ± 2.4 años, con una mediana de 8 años.



b) Figura 2: edad de todos los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, en hombres y mujeres.

De las pacientes sometidas a ventilación control presión, 3 pacientes obtuvieron presión Pico dentro de parámetros normales, sin embargo la presión meseta aumento así como el driving pressure a pesar del aumento de PEEP durante el evento quirúrgico teniendo que modificarse los parámetros del mismo sin repercusiones hemodinámicas y ventilatorias a diferencia de la ventilación controlada por volumen en los cuales los valores de driving pressure se mantuvieron dentro de parámetros ventilatorios de protección pulmonar sin tener que hacer modificaciones ni maniobras adicionales para asegurar una protección pulmonar.

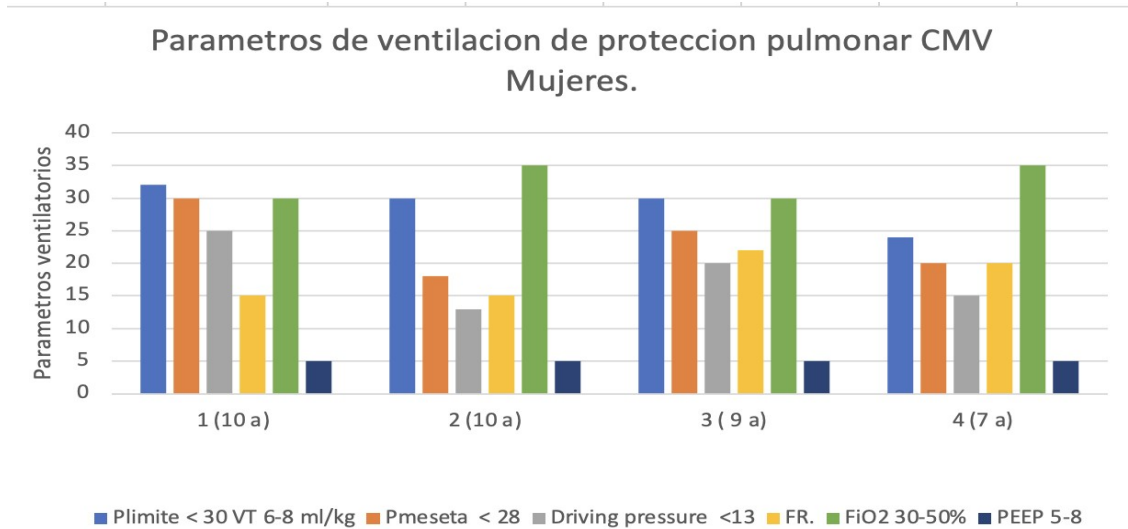


Figura 3: Parámetros ventilatorios que se utilizaron según grupo etario en mujeres durante la ventilación controlada por volumen.

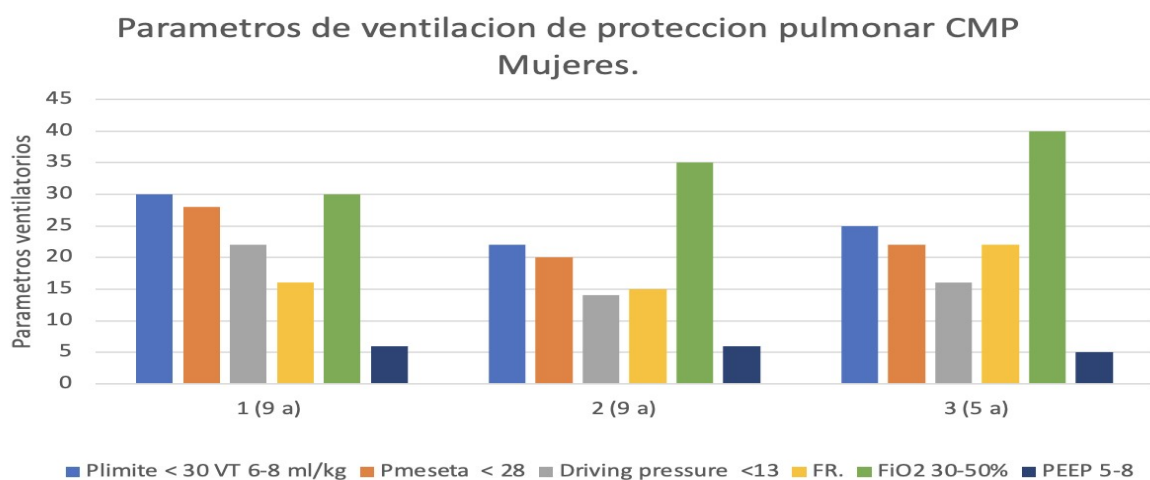


Figura 4: Parámetros ventilatorios que se utilizaron según grupo etario en mujeres durante la ventilación controlada por presión.

Del grupo de hombres en el grupo de ventilación controlada por volumen, solo se encontró un aumento de presión pico (34 cmh20) en un paciente, con un ligero aumento de driving pressure relacionada a un PEEP de 6 cmH2O, sin variaciones en la mecánica ventilatoria ni respuesta hemodinámica, en el grupo de ventilación controlada por presión, dos pacientes tuvieron un aumento de la presión pico, 5 pacientes tuvieron no lograron metas de driving pressure por

debajo de 13 a pesar de aumento de PEEP, sin embargo no presentaron repercusiones ventilatorias.

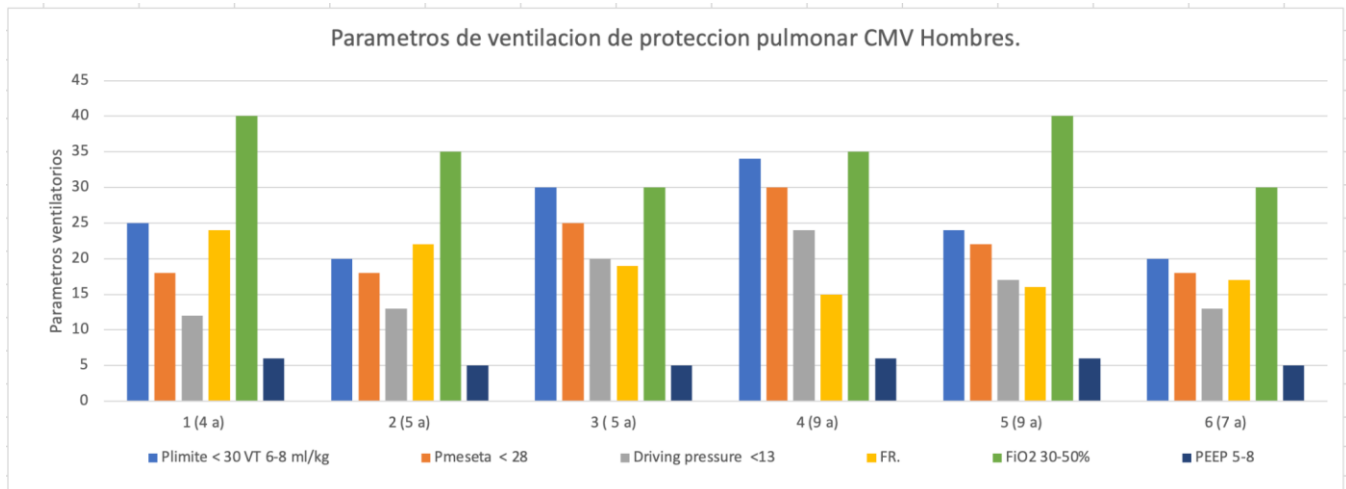


Figura 5: Parámetros ventilatorios que se utilizaron según grupo etario en hombres durante la ventilación controlada por volumen.

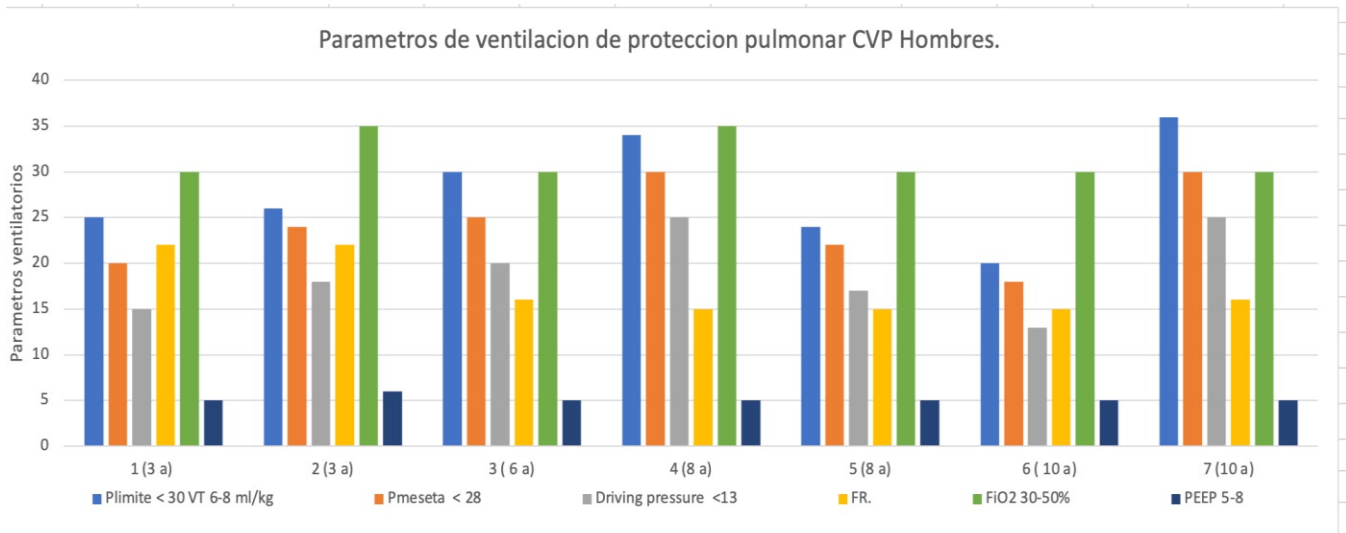


Figura 6: Parámetros ventilatorios que se utilizaron según grupo etario en hombres durante la ventilación controlada por presión.

Al término de los procedimientos quirúrgicos, se realizaron rastreos ultrasonográficos pulmonares, de los cuales al 100% de los pacientes, corresponden a un grado 0 de la escala "lungscore", sin necesidad de realizar algún otro estudio complementario.

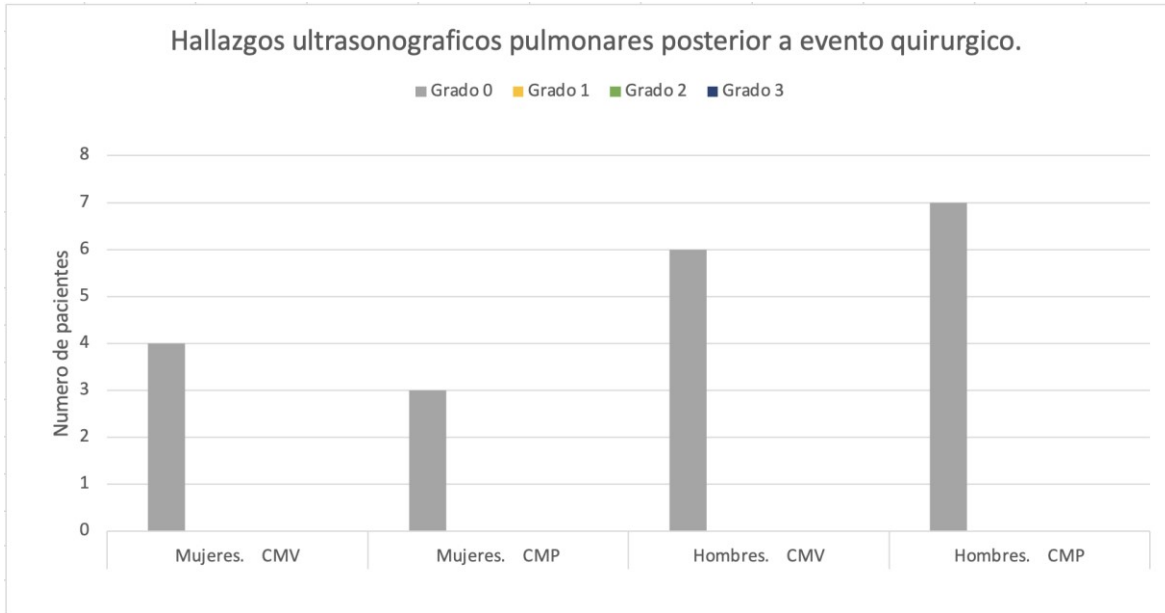


Figura 7: Hallazgos ultrasonográficos pulmonares posterior a evento quirúrgico, en donde en todos los grupos se encontró un estadio uno.

De igual forma en ninguno de los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, independientemente del modo ventilatorio empleado así como los parámetros ventilatorios de protección pulmonar, presentaron complicaciones pulmonares como barotrauma, volutrauma o ateletrauma, por lo que no se realizan más intervenciones.

13. Análisis.

Los parámetros de protección pulmonar en pediatría en cirugías laparoscópicas son dinámicos y se necesita una monitorización estrecha de cada uno de los parámetros para garantizar adecuada ventilación y protección pulmonar durante los eventos quirúrgicos. (2).

Para lograr los objetivos ventilatorios con adecuados parámetros de protección pulmonar, se han propuesto diferentes modelos, principalmente el modo ventilatorio controlado por presión y por volumen, los cuales fueron los que se utilizaron durante nuestra investigación.

En el modo controlado por presión con respecto al controlado por volumen hay una mayor entrega del volumen tidal durante el TI, aumentando el tiempo de elastancia alveolar del volumen tidal, produciendo presiones altas en vía aérea, con mejoría en la relación V/Q. El principal inconveniente del modo controlado por presión es su dependencia en la distensibilidad como de la resistencia del sistema respiratorio. (1)

En el modo controlado por volumen garantiza un volumen tidal predeterminado, pero, tiene un aumento en la presión de las vías respiratorias, disminuyendo la distensibilidad pulmonar.

Los parámetros del ventilador se ajustan automáticamente con cada respiración del paciente para ofrecer el volumen corriente objetivo sin aumentar las presiones de la vía aérea. Con ello, se disminuye el riesgo de barotrauma. A pesar de ello, no se ha establecido la superioridad de un modelo ventilatorio sobre otro.

Un estudio realizado en el 2014 concluyó que el modo controlado por volumen resultaba en una mejor ventilación alveolar, sin embargo, estudios más recientes no demostraron diferencia significativa respecto al modo controlado por presión. (3).

La ventilación de protección pulmonar se define como la estrategia de ventilación el cual tiene como objetivo evitar el daño pulmonar secundario de la ventilación mecánica utilizando parámetros ventilatorios individualizados, basado en el uso de determinados parámetros de FiO_2 , volumen tidal, PEEP y la utilización de maniobras de reclutamiento alveolar.

El uso de FiO_2 bajas disminuye la aparición de atelectasias y alteraciones en la relación V/Q. La aplicación del VT ha demostrado la reducción de marcadores inflamatorios, mejoría en la

oxigenación y mecánica ventilatoria, se conocen diversos parámetros de protección pulmonar, como lo son el poder mecánico, que hace referencia a la diferencia entre la presión meseta y la PEEP, manteniéndolo por debajo de 15 cmH₂O descendiendo el volumen tidal para mantener adecuadas presiones. (4).

En el actual estudio, se programaron parámetros de protección pulmonar de acuerdo con el grupo etario y modo ventilatorio, teniendo que realizar varias modificaciones en el modo controlado por volumen para mantener estos parámetros, con principal modificación en el PEEP, para mantener un adecuado parámetro en el driving pressure y presión meseta, con la modificación de estos parámetros, los pacientes no presentaron alteraciones a nivel hemodinámico ni ventilatorio.

La ultrasonografía pulmonar es una herramienta de monitorización utilizada de manera universal en diferentes eventos quirúrgicos, ofreciendo diversos parámetros ecográficos que representan el sistema pulmonar y los artefactos que se generan ante la presencia de alteraciones pulmonares, en el contexto de ventilación pulmonar, se asocia principalmente con atelectasias o neumotórax.

Mediante la observación ultrasonográfica, se han propuesto varios patrones ultrasonográficos de derrame pleural neumotórax y síndrome alveolo-intersticial. El patrón de neumotórax es caracterizado por pérdida del movimiento pleural ondulante, dando como resultado la presencia del signo de la estratosfera, (líneas horizontales) y el signo del punto pulmonar. (5).

El patrón de derrame pleural es la pérdida del movimiento, nivel hidroaéreo, y el signo de la cortina, mientras que el patrón que se observa en el síndrome alveolo-intersticial se caracteriza por la pérdida del movimiento pleural y el signo de la imagen en cuetes. Las alteraciones pulmonares mayormente encontradas en ambos modos ventilatorios son patrones atelectásicos y/o neumotórax, que en el estudio actual no se encontraron alteraciones ultrasonográficas.

En el actual estudio, se empleó la clasificación de lugscore para la evaluación postoperatoria de los campos pulmonares, en donde todos los pacientes se encontraron dentro de la clasificación 0, en donde no se encontraron alteraciones ultrasonográficas pulmonares, correlacionándose con la clínica y parámetros ventilatorios, sin requerir alguna intervención posterior a la medición.

Las complicaciones pulmonares mayormente asociadas al modo ventilatorio controlado por presión es el barotrauma (presión excesiva de la vía aérea) , él cual es una acumulación de aire alveolar adicional, provocando neumotórax y/o enfisema, el mecanismo por el cual se produce el barotrauma es por la ruptura alveolar y la fuga de aire a los espacios bronco alveolares asociado a ventilación mecánica, mientras que en él modo ventilatorio controlado por volumen se considera mayormente el volutrauma (sobre distensión), de alguna área pulmonar por él aumento de volúmenes que superan la presión pico provocando una impermeabilidad de la barrera alveolocapilar, se estimulan las células endoteliales vasculares y epiteliales alveolares a través de iones y proteínas asociadas a membranas mecano sensibles, produciéndose edema agudo de pulmón no cardiogénico. (5).

Dentro de las variables sociodemográficas descritas en este protocolo, no se han visto implicadas variables como sexo y edad, encontrando en informes que se ha demostrado que, a menor edad del paciente sometido a ventilación mecánica, mayor riesgo de complicaciones pulmonares. (5).

La cirugía laparoscópica es ahora el estándar de oro de atención para muchos procedimientos abdominales para pacientes de todos los grupos etarios. Ofrece ventajas en comparación con los procedimientos abiertos que incluyen estancia intrahospitalaria más corta, disminuyen los costos, así como menor incidencia en infecciones y complicaciones.

Los procedimientos quirúrgicos en los que se puede aplicar la laparoscopia incluyen numerosas indicaciones abdominales, pélvicas y urológicas. El manejo perioperatorio representa uno de los desafíos más grandes para los anestesiólogos en los pacientes pediátricos. (7).

Se relaciona a múltiples complicaciones hemodinámicas, ventilatorias y mecánicas como la posibilidad de que el tubo endotraqueal se desplace hacia el bronquio del tallo principal derecho debido a la dirección cefálica. Desplazamiento del diafragma por neumoperitoneo y posición de Trendelemburg. Aunque es raro, el neumoperitoneo puede también conducen a enfisema subcutáneo, neumotórax, neumomediastino y arrastre de aire venoso, así como alteraciones como volutrauma y barotrauma. (7).

En diversas investigaciones se han realizado estudios en donde se comparan ambos modos ventilatorios, en modalidad controlada por volumen y controlada en cirugía laparoscopia principalmente de abdomen bajo que incluyen colecistectomías, orquidopexias, teniendo mejores resultados ventilatorios en pacientes manejados en modo control presión manteniendo parámetros ventilatorios de protección pulmonar, se realizaron mediciones pulmonares ultrasonográficas previo y posterior a evento quirúrgico sin encontrar hallazgos indicativos de lesión pulmonar inducida por aumento de presiones intraabdominales secundarias al flujo y aumento de cO₂ necesario para realizar el neumoperitoneo en estas intervenciones quirúrgicas. (8).

Sin embargo, a pesar de los estudios antes mencionados, no se ha encontrado información con un nivel de evidencia aceptable sobre las cirugías laparoscópicas y el manejo ventilatorio en pacientes pediátricos, tomando en cuenta todas las consideraciones anatómicas, fisiológicas y funcionales segunda cada grupo etario. (8).

En el reporte “Comportamiento ventilatorio-hemodinámico intraoperatorio en la colecistectomía laparoscópica pediátrica del 2002” publicado por la Asociación Mexicana de Cirugía Endoscópica, se refiere que las características demográficas de los grupos estudiados mencionan que existe la misma frecuencia para ambos sexos, sin embargo, estos resultados no coinciden con los de nuestra investigación. (11).

En relación con la edad de los pacientes de dicha publicación refiere que su edad varió de 8 meses a 14 años, lo cual difiere de los resultados de nuestro estudio. Nápoles Smith y Oliva Real, en su trabajo Anestesia video endoscópica en el niño, publicado en el 2012, se refiere que en la serie el integrante con menor edad tuvo 11 meses y el de mayor, 15 años. El grupo de edades entre 11-15 años presentó la mayor incidencia de afecciones que necesitaban cirugía video endoscópica, con 235 pacientes, para 51.4%. Sólo hubo 81 afectados (17.7%) con las edades de 0 a 5 años, estos resultados descritos resultan coincidentes con los de nuestra propia investigación. (12).

14. conclusiones.

Durante este estudio de investigación, se describieron los modos ventilatorios más comúnmente utilizados en cirugías laparoscópicas. como lo son el modo control volumen y modo control presión, a pesar de que no se encontraron diferencias significativas en cuanto a complicaciones descritas en el estudio y en las que se quería indagar más como barotrauma y volutrauma. Finalmente se logró cuantificar el número de intervenciones realizadas durante los procedimientos quirúrgicos para mantener los parámetros ventilatorios de protección pulmonar basándonos principalmente en el cO₂, driving pressure y presión meseta. Se infiere que, durante los eventos quirúrgicos, hubo menos intervenciones realizadas en la cirugía laparoscópica en modo controlado por presión, en donde se las presiones pico se mantuvieron de manera constante a pesar del aumento de CO₂ y el neumoperitoneo en varios momentos de la cirugía como al inicio y durante el procedimiento. Por lo que se infiere que el uso de este modo ventilatorio asegura parámetros ventilatorios adecuados a diferencia del modo controlado por volumen, en donde el número de intervenciones fue mayor, sin embargo, tampoco se encontraron alteraciones pulmonares ultrasonográficas.

Las mediciones en pacientes basadas en grupo etario y sexo tampoco mostraron diferencias significativas, por lo que podría no tomarse en cuanto en estudios posteriores, continuando en la misma rama de investigación tomando en cuenta más parámetros sociodemográficos.

Aún faltan estudios en donde se evalúen de manera más dinámica estos parámetros ventilatorios y se ajusten a los diferentes tipos de cirugías, no solo laparoscópicas. teniendo un grupo más amplio para tener mayor significancia estadística.

Con los resultados de esta presente tesis, en el Hospital Para El Niño Poblano, se puede realizar de manera sistemática el análisis de parámetros ventilatorios de protección pulmonar, en cirugías laparoscópicas, no solo en el grupo etario antes descrito, sino ampliar más el grupo etario, considerando a pacientes en edades en donde tengamos diferentes consideraciones pulmonares anatómicas, fisiológicas y funcionales, además de incluir a pacientes con patologías preexistentes como cardiopatías, broncodisplasia pulmonar entre otras, evaluando el comportamiento ventilatorio y así obtener más datos del manejo ventilatorio más adecuado para disminuir riesgo de complicaciones y alteraciones pulmonares posterior a eventos quirúrgicos.

El hecho de saber cómo monitorear, identificar y modificar las conductas ventilatorias en este tipo de procedimientos, hace que los pacientes de nuestro hospital se beneficien obteniendo un menor riesgo de complicaciones, menor estancia intrahospitalaria y menor número de intervenciones para tratar las complicaciones.

se busca la implementación de manera más sistemática y generaliza del ultrasonido pulmonar así como el manejo y educación continua del mismo en el personal adscrito al quirófano principalmente lo anesthesiólogos para identificar problemas pulmonares, así como utilizar la clasificación lungscore como apoyo de manera más estandarizada, brindando un beneficio a los pacientes sometidos a estos procedimientos quirúrgicos.

15. Bibliografía.

1. Lorenzo Ball, Federico Constantino. (October 2017) Intraoperative mechanical ventilation: state of the art. Pubmed, Italy.
2. J. Gerges Frederic, Ghassan E. Kanazi. (Feb. 2006) Anesthesia for laparoscopy: a review. Volume 18, issue 1, pages 67-78, Beirut, Journal of Clinical Anesthesia, Elsevier.
3. Ramos Gómez Luis A., Vales Salvador Benito. (2012), fundamentos de ventilación mecánica. 1 edición. Barcelona. Marge Medica Books.
4. West Jonh B., Luks Andrew M. (2016), West Respiratory Physiology the essentials, Tenth edition, Wolters Kluwer.
5. Zachary Messina, Olubunmi Olarewaju, (Nov. 18, 2020) Pressure controlled ventilation, Treasure Island, Starpearls.
6. Senter Peter, Zheng Shengxing, July 01, 2020, Ventilatory frequency during intraoperative mechanical ventilation and postoperative pulmonary complications: a hospital registry study, volume 125, issue 1, E130-E 139, British Journal of Anaesthesia.
7. Curley Gerard. F. MB DM, Jonh G. Laftley MD, (July 2016), Biotrauma and ventilator induced lung injury/clinical implications. Elsevier.
8. Buia Alexander, Stockhausen Florian, Ernst Hanisch (May 5, 2015) laparoscopic surgery: a qualified systematic review, 238-254 Largent Germany, world journal of methodology.
9. Collins Hassler KR JT, Philip K et al. (April 21, 2021), Laparoscopic Cholecystectomy, Starpearls, Treasure Island, Pudmed.
10. Perrin Mandy, FRCA, Fletcher Anthony, FRCA, (01 august 2004), laparoscopic

11. abdominal surgery, volume 4, issue 4, pager 107-110, continuing education in anaesthesia critical care & pain.
12. *PROTOCOLO DE MANIOBRAS DE RECLUTAMIENTO*. Secip.info. Recuperado el 14 de febrero de 2023, <https://secip.info/images/uploads/2020/07/Maniobrasreclutamiento.pdf>.
13. Mexicana De Anestesiología, R. D. Ángel., García-Arreola, P., Ramírez-Aldana Liliana, D., & Hernández-Gutiérrez Deoselina, D. (s/f). *Consideraciones anestésicas en cirugía laparoscópica en el paciente pediátrico*.
14. Hassler KR, Collins JT, Philip K et al. (April 21, 2021), Laparoscopic Cholecystectomy, Starpearls, Treasure Island, Pudmed.
15. Batidas Rodrigo Alirio, Diab Yussef, Chayanne Freddy (2019), predicción de complicaciones pulmonares postoperatorias a través de pruebas de función pulmonar y pruebas cardiopulmonares en pacientes llevados a cirugía no torácica, artículo de revisión número 4, volumen 48, Chile, sociedad oficial de anestesiología de Chile, revista chilena de anestesia.
16. Kang Seok Woon MD, Oh sik Chung, MD (July 2016), Effect of mechanical ventilation mode type on intra- and postoperative blood loss in patients undergoing posterior lumbar interbody fusion surgery: a randomized controlled trial, Vol 125, pp 115-123. Perioperative medicine, Anesthesiology.
17. J. M. Caira, Susan P. Pilbeam (18, enero, 2012), Pilbeams mechanical ventilation: physiological and clinical applications, fifth edition, workbook, Elsevier.
18. Cañas-Lucero, L. (2021). Comparación de 3 modos de ventilación mecánica en colecistectomía laparoscópica. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0484-79032021000300178
19. Dr. Garcia Alvarez, P. (2015). *Ventilación mecánica en colecistectomía laparoscópica*.

medigrafic. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubanerea/rca-2015/rca153d.pdf>

20. *Bufo A, Chen M, Lobe TE, et al.* Laparoscopic fundoplication in children: a Superior technique. *Pediatric Endosurgery and Innovative Techniques* 1997; 1: 71-

16. Anexos.

1.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.

Fecha: _____

Título: estudio comparativo de los modos ventilatorios para mantener protección pulmonar en cirugía pediátrica laparoscópica en el Hospital Para El Niño Poblano.

Investigador: Dra. Carolina Vega Sánchez.

Investigador secundario: Dra. Aracely Barrón Soto.

Nombre: _____ Edad: _____

Sexo: _____ Entidad: _____

Se invita cordialmente a su hijo a participar en este estudio de investigación científica. Antes de ello se debe de conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados, este proceso se conoce como consentimiento informado.

Justificación del estudio: En el Hospital Para El Niño Poblano, en estos últimos años se realizan cirugías laparoscópicas de manera creciente en pacientes con patologías frecuentes, dejando atrás las técnicas regionales convencionales y requiriendo de anestesia general balanceada para un adecuado manejo ventilatorio y control de CO₂, por lo que es de suma importancia conocer las implicaciones, respuesta ventilatoria y complicaciones pulmonares transoperatorias asociadas a las cirugías por vía laparoscópica en pacientes pediátricos, conocer las distintas modalidades ventilatorias, su concepto, indicaciones, complicaciones y el impacto sobre esta cirugía, la implementación de los diferentes parámetros ventilatorios de protección pulmonar, así pues reduciendo el impacto negativo referente a costos económicos, prolongación de estancia hospitalaria, gastos hospitalarios, aumento de morbilidad y mortalidad, recursos humanos y laborales.

La investigación consiste en la medición previa y posterior al evento quirúrgico con USG pulmonar, así como la monitorización, medición y modificación de parámetros pulmonares para una adecuada protección pulmonar durante el evento quirúrgico. La investigación se hará de manera aleatoria por medio de tarjetas para elección de modo ventilatorio.

Nombre y firma del padre o tutor.

Nombre y firma del investigador

Hoja de recolección de

datos.

Paciente:	
Edad:	
Peso:	

Ficha de identificación.

Tipo de ventilación.	Modo control presión. <input type="checkbox"/>	Modo control volumen. <input type="checkbox"/>
-----------------------------	--	--

Espirometría	
---------------------	--

Capnografía.	Fio2 utilizado durante todo el evento quirúrgico. ETCO2 mantenido durante todo el evento quirúrgico.
---------------------	---

Parámetros de ventilación de protección pulmonar.	Volumen tidal 6-8 ml/kg	Presión 6-8 ml/kg	Plimito < 30	Preseta < 20	Driving pressure < 13	F.R. Grupo etario	Relación I: E Grupo etario	FIO2 30-50%	PEEP 5-8	Fuga <24%

USG pulmonar.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Puntaje (puntos)</th> <th style="width: 60%;">Hallazgos ecográficos</th> <th style="width: 25%;">Grado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Líneas A (patrón normal del pulmón).</td> <td>A</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Línea pleural irregular, con presencia de líneas verticales, líneas B menores al 50% de ocupación.</td> <td>B1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Línea pleural discontinua, con presencia de líneas B y consolidaciones subpleurales, líneas B mayores al 50% de ocupación.</td> <td>B2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Consolidaciones extendidas, pulmón blanco, hiperecogenicidad del parénquima pulmonar.</td> <td>C</td> </tr> </tbody> </table>	Puntaje (puntos)	Hallazgos ecográficos	Grado	0	Líneas A (patrón normal del pulmón).	A	1	Línea pleural irregular, con presencia de líneas verticales, líneas B menores al 50% de ocupación.	B1	2	Línea pleural discontinua, con presencia de líneas B y consolidaciones subpleurales, líneas B mayores al 50% de ocupación.	B2	3	Consolidaciones extendidas, pulmón blanco, hiperecogenicidad del parénquima pulmonar.	C
Puntaje (puntos)	Hallazgos ecográficos	Grado														
0	Líneas A (patrón normal del pulmón).	A														
1	Línea pleural irregular, con presencia de líneas verticales, líneas B menores al 50% de ocupación.	B1														
2	Línea pleural discontinua, con presencia de líneas B y consolidaciones subpleurales, líneas B mayores al 50% de ocupación.	B2														
3	Consolidaciones extendidas, pulmón blanco, hiperecogenicidad del parénquima pulmonar.	C														

Puntaje total:

Complicaciones pulmonares.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Barotrauma</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Volutrauma</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Atelectrauma</td> <td></td> </tr> </table>	Barotrauma		Volutrauma		Atelectrauma	
Barotrauma							
Volutrauma							
Atelectrauma							

Parámetros ventilatorios.