



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

---

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL DELEGACIÓN SUR DEL

DISTRITO FEDERAL UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ” CMN SIGLO XXI

**“COMPARACIÓN DE LOS MODOS VENTILATORIOS  
VOLUMEN CONTROL Y PRESIÓN CONTROL CON VOLUMEN  
GARANTIZADO EN PACIENTE SOMETIDOS A CIRUGÍA  
LAPAROSCÓPICA”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALIDAD EN:

**ANESTESIOLOGÍA**

PRESENTA:

**DRA LUZ MARIA LEYVA VALADEZ**

ASESOR:

**DRA. JANETH ROJAS PEÑALOZA**



CIUDAD DE MÉXICO

FEBRERO 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“COMPARACION DE LOS MODOS VENTILATORIOS VOLUMEN CONTROL Y PRESION CONTROL CON VOLUMEN GARANTIZADO EN PACIENTE SOMETIDOS A CIRUGIA LAPAROSCOPICA”**

---

**DRA. DIANA GRACIELA MÉNEZ DÍAZ**

Jefe de la División de Educación en Salud del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepulveda Gutierrez” Centro Medico Nacional Siglo XXI

---

**DRA. JANETH ROJAS PEÑALOZA**

Profesor titular del Curso de Especialización en Anestesiología del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepulveda Gutierrez” Centro Medico Nacional Siglo XXI

---

**DRA. JANETH ROJAS PEÑALOZA**

Médico adscrito al servicio de Anestesiología del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepulveda Gutierrez” Centro Medico Nacional Siglo XXI

## **AGRADECIMIENTOS**

De manera especial y sincera, agradezco a cada uno de mis maestros el apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en mi formación académica. Gracias por tomarse el arduo trabajo de transmitirme sus diversos conocimientos.

A mis padres, por confiar y creer en mí y en mis expectativas, por motivar mis sueños y acompañarme en cada paso de este largo camino. Gracias por su apoyo, su comprensión y amor incondicional.

<p><b>1. Datos del alumno</b></p> <p>Apellido paterno</p> <p>Apellido materno</p> <p>Nombre</p> <p>Teléfono</p> <p>Universidad</p> <p>Facultad o escuela</p> <p>Carrera</p> <p>Número de cuenta</p>	<p>Leyva</p> <p>Valadez</p> <p>Luz Maria</p> <p>272 15800226</p> <p>Universidad Autónoma de México</p> <p>Facultad de Medicina</p> <p>Anestesiología</p> <p>516231952</p>
<p><b>2. Datos del asesor</b></p> <p>Apellido paterno</p> <p>Apellido materno</p> <p>Nombre</p>	<p>Rojas</p> <p>Peñaloza</p> <p>Janeth</p>
<p><b>3. Datos de la tesis</b></p> <p>Título</p> <p>Número de páginas</p> <p>Año</p> <p>Número de registro</p>	<p>Comparación de modos ventilatorios Volumen control y presión control con volumen garantizado en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica</p> <p>33</p> <p>2018</p> <p>R-2017-3601-222</p>

17/11/2017

Carta Dictamen

MÉXICO  
GOBIERNO DE LA REPÚBLICA



**Dirección de Prestaciones Médicas**  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud



### Dictamen de Autorizado

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud **3601** con número de registro **17 CI 09 015 034** ante  
COFEPRIS  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO  
XXI, D.F. SUR

FECHA 17/11/2017

**DR. JANETH ROJAS PEÑALOZA**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**COMPARACION DE LOS MODOS VENTILATORIOS VOLUMEN CONTROL Y PRESION CONTROL CON VOLUMEN GARANTIZADO EN PACIENTE SOMETIDOS A CIRUGIA LAPAROSCOPICA**

que sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de Ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

Núm. de Registro
R-2017-3601-222

ATENTAMENTE

**DR.(A). CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

## ÍNDICE

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
JUSTIFICACIÓN.....	12
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
OBJETIVOS.....	13
MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN.....	23
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26
ANEXOS.....	30

## RESÚMEN

**Introducción:** La cirugía laparoscópica constituye sin duda la revolución más importante en técnica quirúrgica desde 1900. Sus ventajas radican en mejor resultado cosmético, reducción del dolor y el compromiso pulmonar medido por la espirometría permitiendo un retorno más rápido a las actividades; sin embargo, la insuflación de gas en el abdomen provoca trastornos repentinos y graves de la función cardiorrespiratoria que desafían la realización de la anestesia. La controversia existe en cuanto a qué modo de ventilación es mejor para la oxigenación con respecto a la ventilación controlada por presión comparándola con ventilación controlada por volumen. Decidimos explorar los diferentes efectos de PCV-VG y VCV sobre las presiones de las vías respiratorias, a nivel respiratorio y circulatorio durante la cirugía laparoscópica, a manera de brindar técnicas anestésicas de calidad para la población derechohabiente.

**Objetivo:** Conocer el efecto del modo ventilatorio controlado por presión con volumen garantizado en los paciente sometidos a cirugía laparoscópica.

**Material y Métodos:** Se realizó un estudio comparativo, aleatorizado, prospectivo, en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica electiva manejados con ventilación mecánica controlada por presión con volumen garantizado versus volumen en pacientes en Hospital de Especialidades de Centro Médico Nacional Siglo XXI del Instituto Mexicano del Seguro Social.

**Resultados:** Se recopiló la información de 50 pacientes, dos grupos de manera aleatorizada, 25 integrantes en cada uno. Se observaron valores menores de presiones pulmonares en el grupo PCV-VG con significancia estadística. Ambos modos de ventilación aseguraron un VT estable en todo los procedimientos. Los valores de intercambio de gases no mostraron diferencias significativas entre los grupos de estudio. Las variables hemodinámicas no difirieron entre el estudio de ambos grupos.

**Conclusiones:** En pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, el modo PCV-VG fue superior a VCV en su capacidad de proporcionar ventilación con PIP más bajo y mayor cumplimiento dinámico. No se observaron otras diferencias entre los modos de ventilación cuando se considera la oxigenación, ventilación y variables hemodinámicas.

**PALABRAS CLAVE:** cirugía laparoscópica, modo ventilatorio presión control con volumen garantizado, modo ventilatorio controlado por volumen, cambios cardiovasculares asociados a cirugía laparoscópica.

## INTRODUCCIÓN

La cirugía de mínima invasión (cirugía laparoscópica) constituye sin duda la revolución más importante en técnica quirúrgica desde 1900. De los procedimientos laparoscópicos la colecistectomía fue la primera intervención ampliamente aceptada, ahora muchos otros procedimientos comparten ese lugar. Se cree que sus ventajas radican en mejor resultado cosmético, reducción del dolor (1) y el compromiso pulmonar medido por la espirometría (2-4), permitiendo un retorno más rápido a las actividades preoperatorias (5); sin embargo, la insuflación de gas en el abdomen provoca trastornos repentinos y graves de la función cardiorrespiratoria que desafían la realización de la anestesia.

Los efectos del neumoperitoneo son particularmente relevantes para aquellos pacientes con enfermedad pulmonar subyacente, así como para el número creciente de pacientes con un índice de masa corporal superior al normal. Además, muchos procedimientos quirúrgicos son significativamente más largos cuando se realizan con técnicas laparoscópica (5). La insuflación abdominal de gas durante la laparoscopia afecta la mecánica respiratoria intraoperatoria. (6-9) El desplazamiento hacia arriba del diafragma hace que el volumen pulmonar disminuya; disminuye la capacidad residual funcional, reduciendo así el volumen de reserva para la oxigenación. La disminución del volumen pulmonar hacia regiones menos compatibles favorece la tendencia bien documentada del colapso del pulmón y la formación de atelectasias durante la anestesia (10), añadiendo además un compromiso potencial a la oxigenación durante la laparoscopia. Además, la insuflación de gas en el abdomen a los valores objetivo utilizados frecuentemente durante la laparoscopia (10-12 mmHg) endurece el diafragma así como la pared torácica, causando, junto con los cambios de volumen pulmonar, un profundo desplazamiento hacia la derecha de la curva presión-volumen de la sistema respiratorio; además ocasiona que la presión arterial media aumenta y la absorción de CO<sub>2</sub><sup>1</sup> puede asociarse con la acidosis. Cabe mencionar, la posición de Trendelenburg, solicitada rutinariamente por los cirujanos para facilitar la exposición de la pelvis y la parte inferior del abdomen, ocasionando graves consecuencias fisiológicas al mantener por tiempo prolongado (10).

Los procedimientos laparoscópicos, como se ha delineado anteriormente, aumentan la producción de CO<sub>2</sub> de modo que, para mantener los valores normales de PaCO<sub>2</sub><sup>2</sup>, se

---

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub> Bióxido de carbono

<sup>2</sup> PaCO<sub>2</sub> Presión arterial de bióxido de carbono

necesita un aumento de la ventilación minuto de hasta un 30%. (11) Mientras tanto, el trastorno de la mecánica pulmonar y de la pared torácica contribuye a disminuir el volumen pulmonar y formar atelectasias. (12,13) Por lo tanto, la ventilación mecánica durante la laparoscopia es potencialmente perjudicial, particularmente durante procedimientos largos. De hecho, la distribución del volumen tidal a un volumen pulmonar espiratorio final más pequeño causa la tensión pulmonar (14, 15, 16), mientras que la formación de atelectasias permite el colapso del volumen intra-tidal, ambos mecanismos son bien conocidos para inducir lesión pulmonar asociada a ventilador. (17,18,19) No hay estudios controlados aleatorios sobre los efectos de la ventilación mecánica protectora durante los procedimientos laparoscópicos. Sin embargo, al traducir el conocimiento de (20,21) al ambiente del quirófano, una serie de estrategias ventilatorias pueden ser discutidas como protectoras al pulmón durante la cirugía laparoscópica.

En conjunto, estos factores imponen un cuidado especial para el manejo de la ventilación mecánica durante la cirugía laparoscópica.

La controversia existe en cuanto a qué modo de ventilación es mejor para la oxigenación durante la colecistectomía laparoscópica con respecto a la ventilación controlada por presión (PCV) en comparación con ventilación controlada por volumen (VCV) (22,24). PCV<sup>3</sup> mejora la oxigenación más de VCV<sup>4</sup> dado su alto pico inicial de las tasas inspiratorias y su rápido patrón de deceleración (25). Sin embargo, este alto pico inspiratorio también podría provocar lesiones pulmonares a través de la cizalla y las fuerzas de tracción en los alvéolos (26).

Cuando se ventila a un paciente en modalidad controlada por volumen de flujo constante (VCV), los trastornos anteriormente mencionados de la mecánica respiratoria se traducen en presiones de vías aéreas más altas; la resistencia de las vías respiratorias a menudo se incrementa durante el neumoperitoneo debido al estrechamiento o distorsión de la vía aérea de gran diámetro (27), de modo que la diferencia de presión de pico a meseta aumenta; Inversamente, la atelectasia se traduce en una presión de la vía aérea de la meseta más alta. Aunque el uso de VCV en anestesia puede garantizar la ventilación minuto objetivo; Un caudal constante puede conducir a una mayor presión inspiratoria

---

<sup>3</sup> PCV Ventilación controlada por presión

<sup>4</sup> VCV Ventilación controlada por volumen

máxima (PIP)<sup>5</sup>, aumentando la incidencia de barotrauma y causando distribución desequilibrada de gases pulmonares (28). Con el propósito de evitar una alta presión inspiratoria, se puede utilizar un volumen tila o corriente y una frecuencia respiratoria más rápida, pero se ha demostrado que el Volumen corriente bajo predispone al pulmón a atelectasia y empeora la oxigenación arterial (29).

En el modo PCV, la presión de la vía aérea es fija y el volumen corriente cambia con la resistencia y el cumplimiento de la pared torácica y los pulmones, así como la duración de la inspiración. Durante PCV, el pico de presión se logra rápidamente y se mantiene durante la duración de la inspiración, lo que permite la entrega de volúmenes corrientes que son similares a VCV, pero a menor PIP, suponiendo un cumplimiento similar. Además, el flujo de gas decelerante durante PCV mejora la distribución del flujo de gas a los pulmones (30). Además, el PCV permite el suministro de un volumen corriente más homogéneo a todas las áreas del pulmón y una entrega más rápida del volumen tidal con mayor tiempo para el intercambio gaseoso, lo que mejora el cumplimiento pulmonar y la oxigenación. A diferencia del VCV, en el cual el volumen corriente es predeterminado, las presiones inspiratorias deben ser individualizadas para cada paciente para asegurar una ventilación adecuada mientras se usa PCV. Además, el uso de PCV requiere mayor vigilancia debido a que el cumplimiento / resistencia pulmonar intraoperatoria puede ser muy variable (por ejemplo, cambios en el grado de bloqueo neuromuscular, empastes abdominales, cirujanos en el tórax), lo que puede disminuir los volúmenes corrientes y contribuir al desarrollo De hipercarbia y atelectasia (31) El PCV con volumen garantizado, como un nuevo modo ventilatorio, puede resultar útil para abordar estas limitaciones en el futuro.

El modo ventilatorio controlado por presión con volumen garantizado (PCV-VG)<sup>6</sup> es un modo innovador de ventilación y utiliza el flujo de desaceleración y la presión constante. Los parámetros del ventilador se cambian automáticamente con cada respiración del paciente para proporcionar la VT<sup>7</sup> objetivo sin aumentar las presiones de las vías respiratorias. PCV-VG tiene las ventajas de VCV y PCV para preservar la ventilación objetivo minuto, mientras que la producción de una baja incidencia de barotrauma (32).

---

<sup>5</sup> PIP Presion inspiratoria maxima

<sup>6</sup> PCV-VG presión control con volumen garantizado

<sup>7</sup> VT volumen tidal

El modo PCV-VG es una forma de ventilación con limitación de presión centrada en el volumen, centrada en el tiempo o en el flujo. El operador elige un volumen tidal objetivo y selecciona un límite de presión hasta el que se puede ajustar la presión de funcionamiento del ventilador (la presión de trabajo). El microprocesador de la máquina de anestesia compara el volumen corriente de la respiración anterior, usando el volumen corriente exhalado para minimizar el artefacto posible debido a la aleta de aire, y ajusta la presión de trabajo hacia arriba o hacia abajo para intentar alcanzar el volumen tidal establecido. El algoritmo limita el incremento de la presión de una respiración a la próxima a 3 cm de H<sub>2</sub>O (33,35), para evitar una sobrecorrección que conduzca a un volumen tidal excesivo. Esto, y el hecho de que el volumen tónico exhalado de la respiración anterior se utiliza, significa que con cambios muy rápidos en el cumplimiento o esfuerzo inspiratorio del paciente, pueden ser necesarias varias respiraciones para alcanzar el volumen tidal objetivo. Con el fin de minimizar el riesgo de un volumen corriente excesivamente grande, el microprocesador abre la válvula espiratoria, terminando cualquier liberación de gas adicional si el volumen corriente inspirado excede el 130% de la respiración anterior. El algoritmo está diseñado para hacer un ajuste incremental más lento para el volumen corriente bajo y un ajuste más rápido para el volumen corriente excesivo, potencialmente peligroso. La auto-regulación de la presión inspiratoria hace que el volumen garantice un modo de auto-destete. Debido a que el destete se produce en tiempo real, en lugar de intermitentemente en respuesta a los gases en sangre o la observación intermitente del volumen tidal administrado, el modo PCV-VG tiene el potencial de lograr un destete más rápido de la ventilación mecánica. A pesar de ser más tolerantes a la fuga de tubo endotraqueal que otros modos volumétricos debido al uso de la medida del volumen de aire exhalado, VG se vuelve poco práctico en presencia de una fuga que excede sustancialmente el 40%, debido a que la medición de VT subestima cada vez más el verdadero valor. (35)

Hasta la fecha, muchos estudios han comparado PCV y VCV; sin embargo, pocas investigaciones han comparado PCV-VG y VCV (36,38) en base a los datos arriba mencionados, decidimos explorar los diferentes efectos de PCV-VG y VCV sobre las presiones de las vías respiratorias, a nivel respiratorio y circulatorio durante la cirugía laparoscópica, a manera de brindar técnicas anestésicas de calidad para la población derechohabiente. (39, 40)

## **JUSTIFICACION**

### *MAGNITUD*

La cirugía laparoscópica en la unidad médica de alta especialidad, “Dr. Bernardo Sepúlveda” donde es necesario el uso de neumoperitoneo, cambios en la posición de los pacientes y donde son más notorios los cambios hemodinámicos y ventilatorios, anteriormente descritos.

### *TRASCENDENCIA*

Este estudio permitirá evaluar el efecto de la ventilación mecánica controlada por volumen y la ventilación mecánica controlada por presión con volumen garantizado, obteniendo información sobre la modificación en oxigenación y ventilación durante la cirugía laparoscópica. Hasta la fecha, muchos estudios han comparado PCV y VCV; sin embargo, pocas investigaciones han comparado PCV-VG y VCV, siendo esta última, mayormente asociada a población pediátrica.

### *FACTIBILIDAD*

Este estudio se llevará a cabo sustentado por la nueva llegada de máquinas de anestesia marca Dräger modelo plus ventilador de pistón con circuito semicerrado y monitor marca Dräger modelo infinity Delta a este hospital.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Cada vez aumenta mas el numero de pacientes sometidos a cirugía laparoscopica en nuestro hospital CMNSXXI, independientemente de la especialidad quirurgica, por los beneficios que conlleva, es por ello que el anestesiólogo se enfrenta al reto de brindar todo el arsenal que se tiene al alcance para asegurar el bienestar del paciente en todo momento, no solo en el acto quirúrgico-anestésico, sino en su vida futura, por lo que :

¿Tendra mejores efectos de protección pulmonar la ventilación mecánica en modo PCV-VG en comparación con el modo VCV en pacientes sometidos a cirugía laparoscopica?

## **OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **OBJETIVO GENERAL**

- CONOCER el efecto del modo ventilatorio controlado por presión con volumen garantizado en los paciente sometidos a cirugía laparoscopica.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Conocer las modificaciones en la PEEP<sup>8</sup> utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en la Pmedia<sup>9</sup> utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en la FR <sup>10</sup>para mantener EtCO<sub>2</sub><sup>11</sup> entre 30-35 mmHg utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en la EtCo<sub>2</sub>, utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.

---

<sup>8</sup> PEEP Presion positiva al final de la inspiración

<sup>9</sup> media Presion media

<sup>10</sup> FR Frecuencia respiratoria

<sup>11</sup> EtCO<sub>2</sub> Fraccion expirada de bióxido de carbono

- Conocer las modificaciones en el parámetro gasométrico: PaO<sub>2</sub><sup>12</sup>, utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en el parámetro gasométrico: PaCO<sub>2</sub>, utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en el parámetro gasométrico: pH<sup>13</sup>, utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Conocer las modificaciones en el parámetro gasométrico: SO<sub>2</sub><sup>14</sup>, utilizando el modo ventilatorio PCV-VG y VCV.
- Comparar el comportamiento de los dos modos ventilatorios utilizados en cirugía laparoscópica.
- Evaluación del Índice de oxigenación comparando ambos modos ventilatorios.
- Evaluación de la relación entre espacio muerto fisiológico y volumen tidal, comparando ambos modos ventilatorios.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **TIPO DE ESTUDIO**

- Comparativo, aleatorizado, prospectivo.

### **PROCEDIMIENTOS:**

1. Previa aceptación del comité local de ética y con autorización del jefe de servicio de anestesiología, Dr. Antonio Castellanos Olivares, se inicio la selección de pacientes para el estudio.
2. Se revisaron todos los días la hoja de programación quirúrgica para captar a los pacientes programados a cirugía laparoscópica.
3. Se realizó la valoración pre anestésica así como la firma de consentimiento informado para el procedimiento y para el estudio explicando al paciente detalladamente los riesgos beneficios de los mismos (ver anexo 1).

---

<sup>12</sup> PaO<sub>2</sub> Presión parcial de oxígeno

<sup>13</sup> pH Potencial de hidrógeno

<sup>14</sup> SO<sub>2</sub> Saturación de oxígeno

4. Se realizó aleatorización simple mediante una urna de la cual se obtuvo el grupo al que pertenecía cada paciente (manejado por modo ventilatorio PCV-VG y VCV).
5. En sala quirúrgica se contó con máquina de anestesia marca Drager modelo plus ventilador de pistón con circuito semicerrado y monitor marca Drager modelo infinity Delta.
6. Se monitorizó al paciente con PANI, EKG, FR, entropía, FC y pulsioximetría basal previo a la medicación con registro de signos basales.
7. Se colocó una mascarilla facial conectada a una fuente de oxígeno y se administró oxígeno 5 l/min con FiO<sub>2</sub> 100%.
8. Se llevó a cabo premedicación con midazolam dosis 0.5 mg/Kg.
9. Se premedicó para evitar NVPO<sup>15</sup> con ondasetron 4 mg IV.
10. Se inició acto anestésico: narcosis basal con fentanil 4 mcg/Kg, propofol 1 mg/Kg, rocuronio 0.6 mg/kg; previa desnitrogenación con oxígeno al 100% a 4 L/min durante 1.5-2 min, se realizó laringoscopia directa con hoja mac 4, tubo endotraqueal tipo Murphy # 7.5 para mujer y # 8 para hombre; ya con intubación orotraqueal se ventiló con máquina de anestesia marca Drager modelo plus ventilador de pistón con circuito semicerrado.
11. El mantenimiento anestésico se dio con desflorane y fentanil en infusión, a requerimiento necesario para mantener entropía entre valores de 40-55. Así como administración de BNM<sup>16</sup> según se requiera durante la cirugía.
12. La administración de líquidos durante el transanestésico fue a base de cristaloides calculados de 8-10 ml/kKg/hr.
13. Los parámetros ventilatorios fueron los siguientes: VT 8 ml/Kg, relación inspiración-espiron 1:2, fracción inspirada de oxígeno 50%, flujo de gas fresco 2 L/min, No PEEP, FR según CO<sub>2</sub> de 35 +/- 2 mmHg. En el grupo VCV, los ajustes del ventilador se continuaron durante todo el estudio. En el grupo PCV-VG, PCV-VG se hicieron las modificaciones para lograr VT 8 mL / kg, con RR ajustado para mantener ETCO<sub>2</sub> 35 ± 2 mmHg.
14. Se mantuvo presión intraabdominal entre 12 +/- 2 mmHg.
15. Una vez terminado el acto quirúrgico, se regresó la posición a supino (en dado caso de haber tenido la necesidad de cambiar de posición), se corroboró ausencia de

---

<sup>15</sup> NVPO Náusea vómito postoperatorio

<sup>16</sup> BNM Bloqueador neuromuscular

efecto del BNM, se espero emersion por lisis metabólica, se aspiraron secreciones y se extubó al paciente.

16. Con la certeza de que el paciente mantuvo ventilación espontánea y reflejos protectores de vía aérea paso a UCPA<sup>17</sup> a cargo de Medico adscrito/residente de anestesiología en turno.
17. Se realizaron mediciones gasometricas y de parámetros ventilatorios:
  - A. 5 minutos después de la inducción, antes de instaurar neumoperitoneo.
  - B. 5 minutos después del neumoperitoneo.
  - C. 15 minutos después si existiera cambios en la posición del paciente.
  - D. 5 minutos previos a la extubacion.

## **VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

- En caso de aumento en la presión pico se hicieron las modificaciones necesarias en los parámetros ventilatorios reduciendo volumen corriente y PEEP, incluso cambios en modo ventilatorio, asegurando la disminución de la misma, así como protección al paciente.
- En caso de desaturacion se corrobore la posición del tubo endotraqueal, se revisó el circuito anestésico, haciendo modificaciones necesarias en la FiO<sub>2</sub> (aumentando hasta un 100%), parámetros y modo ventilatorio.
- En caso de acidosis respiratoria se hicieron las modificaciones necesarias a la frecuencia respiratoria para devolver el equilibrio acido base del paciente.
- En caso de inestabilidad hemodinamica se avisó al equipo quirúrgico, se utilizaron fármacos como atropina a dosis de 500 mcc IV, efedrina a razón de 5 mg IV, norepinrefrina iniciando a razón de 0.05 mcg/Kg/min ajustando de acuerdo a la respuesta hemodinámica del paciente para mantener PAM >65 mmHg según se requiera.
- En caso de presentarse alguna de las situaciones anteriores fue necesario excluir de la muestra, sin embargo se dará seguimiento al caso posterior al evento quirúrgico, por lo que se realizara visita postanestésica de igual manera a las 24, 48 y 72 horas para mantenernos informados de la evolución y desenlace del caso.

---

<sup>17</sup> UCPA Unidad de cuidados postanestésicos

## **UNIVERSO Y POBLACIÓN**

El estudio se realizó en el área quirúrgica (bloque B), del Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda”, en el Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS. La población de estudio se constituyó por pacientes programados a cirugía laparoscópica y que cumplieron con los criterios de inclusión.

## **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

## **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes programados en forma electiva para cirugía de laparoscópica.
- Edad mayor a 18 años hasta 65
- Ambos sexos
- ASA I - III
- Pacientes hospitalizados y/o ambulatorios.

### **CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN**

- Negarse a participar en el estudio
- Criterios de vía aérea difícil
- Enfermedad pulmonar restrictiva u obstructiva (FEV1 <50%)
- IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>.
- Cualquier condición clínica que ocasione elevación en la presión intracraneana (Contusión/TCE, Hemorragia, Isquemia, Neoplasia, Encefalitis, Cerebritis, Meningitis, Absceso, Hidrocefalia, Tumores)
- Alteraciones en el ritmo cardiaco documentadas por ECG.

### **CRITERIOS DE ELIMINACION**

- Incapacidad para mantener modo ventilatorio en prueba durante el transoperatorio, por cualquier causa relacionada al manejo concomitante o complicaciones que a juicio del médico tratante o los investigadores justifique su interrupción y que no se haya tenido el tiempo suficiente para evaluar su efecto, así como las variables de seguridad del estudio.

- Retiro de consentimiento informado una vez que el sujeto de estudio haya aceptado participar en el estudio.

## RESULTADOS

Los datos se describieron estadísticamente en términos de media y desviación estandar. Se utilizo la prueba  $\chi^2$  de Pearson para correlacionar variables independientes entre si, presentando los datos en tablas de contingencia.

La comparación entre los grupos de estudio se realizó usando Prueba de t de Student para variables independientes.

La prueba t se realizó como una prueba cuyo valor  $<0.05$  fue considerado estadísticamente significativo.

Todos los cálculos estadísticos se hicieron usando el programa de computadora SPSS (Estadística

Paquete para las Ciencias Sociales; Lanzamiento de SPSS Inc, Chicago, IL) 15 para Microsoft Windows (2006).

Se recopilo la informacion de 50 pacientes sometidos a cirugia laparoscopica, bajo anestesia general, llevadas a cabo en Hospital de Especialidades “Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez”; se formaron dos grupos de manera aleatorizada, 25 integrantes en cada uno y se compararon los modos ventilatorios VCV y PVC-VG.

No hubo diferencias significativas entre los grupos en las características demograficas del paciente y datos operativos (Tabla 1 y 2). El IMC presento significancia estadistica con una  $p < 0.05$  ( $p = 0.03$ ) en el grupo PVC-VG, con una media de  $25.8 \text{ kg/m}^2 (\pm 3.7)$ .

Tabla No. 1: Características demográficas

	VCV	PVC-VG	P
Sexo			0.352
Femenino n/%	13/56.5	10/43.4	
Masculino n/%	12/44.4	15/55.5	
Total n/%	25/50	25/50	
Edad (M) (SD)	50.2 ± 15.1	46.72 ± 15.4	0.831
Peso en Kg (M) (SD)	68.4 ± 16.6	67.8 ± 13.3	0.163

Talla en cm (M) (SD)	1.62 ± 0.083	1.61 ± 0.86	0.874
IMC (M) (SD)	25.7 ± 5.1	25.8 ± 3.7	0.030
ASA			0.424
1 n/%	0/0	1/100	
2 n/%	16/61.5	10/38.4	
3 n/%	8/38.09	13/61.9	
4 n/%	1/50	1/50	
Total n/%	25/50	25/50	

IMC: índice masa corporal; ASA: Sociedad americana de anestesiología; Kg: kilogramos; cm: centímetros; M: media; SD: desviación estándar; n: muestra; %: porcentaje; VCV: ventilación controlada por volumen; PVC-VG: ventilación controlada por presión con volumen garantizado.

Tabla No. 2: Características Perioperatorias

	VCV	PVC-VG	P
Tiempo de cirugía (hrs) (M) (SD)	4.1 ± 1.3	4.2 ± 1.4	0.786
Tiempo de pneumoperitoneo (hrs) (M) (SD)	2.8 ± 1.13	3.04 ± 1.17	0.862
Tiempo de anestesia (hrs) (M) (SD)	5.14 ± 1.56	5-16 ± 1-57	0.957
Diagnóstico			-----
Colecistitis crónica litiásica n/%	10/35.7	8/28.5	
Coledocolitiasis n/%	1/100	0/0	
Donador renal n/%	5/45.4	6/54.5	
Hernia hiatal n/%	2/33.3	4/66.6	
Otros n/%	7/50	7/50	
Total n/%	25/50	25/50	
Cirugía realizada			-----
Colecistectomía laparoscópica n/%	10/55.5	8/44.4	
Funduplicatura laparoscópica n/%	2/33.3	4/66.6	
Hemicolectomía laparoscópica n/%	1/50	1/50	
Nefrectomía lumboscópica n/%	5/41.6	7/58.3	

Resección intestinal n/%	1/100	0/0
Otros n/%	6/54.5	5/45.4
Total n/%	25/50	25/50

M: media; SD: desviación estándar; hrs: horas; n: muestra; %: porcentaje; VCV: ventilación controlada por volumen; PVC-VG: ventilación controlada por presión con volumen garantizado.

En cuanto a las variables ventilatorias, la PIP aumentó notablemente a los 5 minutos de la inducción y a los 5 minutos de iniciado el neumoperitoneo en ambos grupos en comparación con la PIP basal, y fue significativamente más bajo en el grupo PVC-VG que en el grupo VCV a los 5 minutos previo a la extubación ( $p = 0.007$ ). La FR fue significativamente más baja en el grupo de PVC-VG que en el VCV, a los 5 minutos postinducción, a los 15 minutos postneumoperitoneo y a los 5 minutos preextubación ( $p = 0.005$ ,  $0.026$  y  $0.026$ , respectivamente). Otros parámetros respiratorios y de ventilación fueron comparables entre los 2 grupos. ETCO<sub>2</sub> aumentó significativamente durante los 15 minutos de iniciado el neumoperitoneo y disminuyó a los 5 minutos previos a la extubación en ambos grupos ( $P = 0.037$ ), lo que tradujo mejor despertar anestésico en pacientes del grupo PVC-VG. La P media fue significativamente menor en el grupo de PVC-VG a los 5 minutos postinducción, a los 15 minutos postneumoperitoneo y a los 5 minutos preextubación ( $p = 0.041$ ,  $0.031$  y  $0.033$  respectivamente). El compliance pulmonar fue significativamente menor en los pacientes del grupo manejado con PVC-VG ( $p = 0.047$ ), con una media de  $49.9 (\pm 0.9)$  en dicho grupo. Ambos modos de ventilación aseguraron un VT estable en todo los procedimientos (Tabla 3).

Tabla No. 3: Variables ventilatorias

	VCV	PVC-VG	P
VT basal M (SD)	$391.12 \pm 63.9$	$397.6 \pm 58.3$	0.446
VT 5 min M (SD)	$451.2 \pm 64.24$	$420.4 \pm 56.8$	0.514
VT 15 min M (SD)	$412.8 \pm 68.1$	$408.4 \pm 56.6$	0.259
VT pre-extubación M (SD)	$391.12 \pm 63.9$	$397.2 \pm 58.34$	0.461
PIP basal M (SD)	$13.48 \pm 0.71$	$12.68 \pm 0.69$	0.634
PIP 5 min M (SD)	$30.9 \pm 1.05$	$25.24 \pm 0.96$	1.0
PIP 15 min M (SD)	$31.96 \pm 1.06$	$26.72 \pm 2.3$	0.282

PIP pre-extubación M (SD)	14.56 ± 1.08	14.32 ± 0.62	0.007
FR basal M (SD)	10 ± 0	10 ± 0	----
FR 5 min M (SD)	11.76 ± 0.43	11.48 ± 0.50	0.005
FR 15 min M (SD)	12.52 ± 0.77	12.04 ± 0.61	0.026
FR pre-extubación M (SD)	12.52 ± 0.77	12.04 ± 0.61	0.026
EtCO2 basal M (SD)	34.28 ± 1.4	34 ± 1	0.120
EtCO2 5 min M (SD)	36.4 ± 1.5	36.08 ± 1.2	0.169
EtCO2 15 min M (SD)	39.16 ± 1.17	38.12 ± 0.66	0.050
EtCO2 pre-extubación M (SD)	37.64 ± 0.95	36.92 ± 0.7	0.037
P media basal M (SD)	11.08 ± 0.70	8.96 ± 0.53	0.338
P media 5 min M (SD)	14.12 ± 0.60	10.16 ± 0.47	0.041
P media 15 min M (SD)	15.12 ± 0.6	11.2 ± 0.5	0.031
P media pre-extubación M (SD)	11.08 ± 0.7	8.96 ± 0.53	0.033
Compliance basal M (SD)	58.08 ± 1.4	53.92 ± 0.90	0.067
Compliance 5 min M (SD)	26.36 ± 1.4	35.52 ± 1.5	0.253
Compliance 15 min M (SD)	24.04 ± 1.2	33.44 ± 1.5	0.108
Compliance pre-extubación M (SD)	54.08 ± 1.4	49.9 ± 0.9	0.047

VT: volumen tidal; PIP: Presión inspiratoria pico; FR: frecuencia respiratoria; P media: Presión media; M: media; SD: desviación estándar; min: minutos; VCV: ventilación controlada por volumen; PVC-VG: ventilación controlada por presión con volumen garantizado.

Los valores de intercambio de gases no mostraron diferencias significativas entre los grupos de estudio. PaO<sub>2</sub> disminuyó significativamente a los 5 minutos postinducción, a los 15 minutos postneumoperitoneo y a los 5 minutos preextubación (p 0.008) mientras que la PaCO<sub>2</sub> aumentó significativamente a los 5 minutos postinducción, a los 15 minutos postneumoperitoneo y a los 5 minutos preextubación en comparación con la línea base del grupo VC-VG (P b .0.042) (Tabla 4).

Tabla No. 4: Variables gasométricas			
	VCV	PVC-VG	P
pH basal M (SD)	7.37 ± 0.018	7.36 ± 0.015	0.499
pH 5 min M (SD)	7.35 ± 0.008	7.35 ± 0.01	0.282
pH 15 min M (SD)	7.34 ± 0.007	7.34 ± 0.007	0.975
pH pre-extubación M (SD)	7.34 ± 0.007	7.34 ± 0.008	0.961
PaCO2 basal M (SD)	36.8 ± 2.32	37.36 ± 1.8	0.282
PaCO2 5 min M (SD)	38.76 ± 2.31	39.24 ± 1.6	0.204
PaCO2 15 min M (SD)	39.64 ± 1.9	39.68 ± 1.3	0.207
PaCO2 pre-extubación M (SD)	35.96 ± 1.2	36.32 ± 0.9	0.042
PaO2 basal M (SD)	185.08 ± 2.88	197.32 ± 1.6	0.013
PaO2 5 min M (SD)	180.68 ± 3	193.2 ± 1.7	0.008
PaO2 15 min M (SD)	171.4 ± 3.7	183.2 ± 1.7	0.042
PaO2 pre-extubación M (SD)	177.92 ± 4.05	189.36 ± 1.7	0.050
SO2 basal M (SD)	99.80 ± 0.40	99.76 ± 0.43	0.505
SO2 5 min M (SD)	99.8 ± 0.40	99.76 ± 0.43	0.505
SO2 15 min M (SD)	99.8 ± 0.40	99.76 ± 0.43	0.505
SO2 pre-extubación M (SD)	99.8 ± 0.40	99.76 ± 0.43	0.505

pH: potencial de hidrogeno; PaCO2: Presión arterial de dióxido de carbono; PaO2: Presión arterial de oxígeno; SO2: saturación arterial de oxígeno; M: media; SD: desviación estándar; min: minutos; VCV: ventilación controlada por volumen; PVC-VG: ventilación controlada por presión con volumen garantizado.

Las variables hemodinámicas no difirieron entre el estudio de ambos grupos. Sin embargo, PAM aumentó en ambos grupos a los 5 minutos postinducción, a los 15 minutos postneumoperitoneo y a los 5 minutos preextubación en comparación con la basal. La FC fue estable durante toda la operación, excepto durante la instalación del neumoperitoneo cuando se registró la cifra más baja, con media de 64 lpm.

Durante 1 hora de tiempo de recuperación, todos los pacientes se mantuvieron estables en lo que respecta a la hemodinámica y SpO2.

Tabla No. 5: Variables hemodinámicas

	VCV	PVC-VG	P
FC basal M (SD)	74.16 ± 7.3	73.64 ± 7.2	0.880
FC 5 min M (SD)	67.88 ± 3.32	64.04 ± 3.04	0.901
FC 15 min M (SD)	70 ± 2.5	70.8 ± 1.7	0.225
FC pre-extubación M (SD)	74.16 ± 7.36	73.64 ± 7.29	0.880
PAM basal M (SD)	73.16 ± 4.4	72.84 ± 4.2	0.890
PAM 5 min M (SD)	75.12 ± 4.4	75.04 ± 4.13	0.754
PAM 15 min M (SD)	84.96 ± 4.2	84.68 ± 3.8	0.614
PAM pre-extubación M (SD)	73.16 ± 4.4	72.84 ± 4.2	0.890

FC: frecuencia cardíaca; PAM: presión arterial media; M: media; SD: desviación estándar; min: minutos; VCV: ventilación controlada por volumen; PVC-VG: ventilación controlada por presión con volumen garantizado.

## DISCUSION

El estudio actual demostró un papel favorable para Modo de ventilación PCV-VG sobre VCV en pacientes sometidos cirugía laparoscópica. Los pacientes manejados ventilatoriamente con PCV-VG produjeron PIP significativamente más bajo y mayor dinámica cumplimiento en comparación con el modo VCV. El VT fue casi idéntico para ambos modos de ventilación, lo que significa que PCV-VG ciertamente puede entregar un volumen tidal preajustado a los pacientes. La PIP es un reflejo de la conformidad dinámica del sistema respiratorio y depende de factores tales como volumen tidal, tiempo inspiratorio, tamaño endotraqueal y resistencia de la vía aérea (7). Alternativamente, la presión media de la vía aérea (P media) se correlaciona con la ventilación alveolar y oxigenación, mientras que la presión Plateau está asociado con cumplimiento pulmonar estático (10).

La cirugía laparoscópica se utiliza de forma rutinaria en muchos procedimientos quirúrgicos a pesar de los cambios hemodinámicos y ventilatorios temporales que pueden resultar. En aquellas poblaciones de pacientes donde las presiones pulmonares elevadas y el riesgo de barotrauma son de gran preocupación, la presión media en la ventilación parece reducir el grado de elevación PIP y minimizar la incidencia de dicha lesión.

En el modo de ventilación PCV-VG, el VT y la FR son preestablecido y el ventilador entrega el VT usando una desaceleración fluida pero a una presión constante. El

ventilador ajusta la presión inspiratoria necesaria para administrar el VT respiración a respiración para que se use la presión más baja. PCV-VG comienza entregando primero un volumen de respiración en el VT establecido. El rango de presión está entre la PEEP +2 cm H<sub>2</sub>O nivel en el extremo bajo y 5 cm H<sub>2</sub>O por debajo de P max en el alto fin. El cambio de presión inspiratoria entre respiraciones es máximo de +/- 3 cm H<sub>2</sub>O (11). De esta manera, el ventilador automáticamente compensa los cambios en la mecánica pulmonar al mantener el VT, tal como puede ocurrir durante laparoscópica donde los cambios repentinos en la presión intraabdominal puede ocurrir. Los cambios en la profundidad de la anestesia y la relajación muscular, así como las manipulaciones quirúrgicas podrían alterar ambos, cumplimiento y resistencia. Este enfoque combina eficazmente ventajas de control de volumen y presión limitada, y asegura la presión mínima necesaria para lograr VT deseado (12).

Entonces el valor inminente de efectos de PCV-VG sobre VCV durante la cirugía laparoscópica son el uso de presión inspiratoria más baja y un flujo desacelerado que podría prevenir el daño pulmonar (barotrauma) y puede mejorar la distribución de gas inspirado a través de minimizar la atelectasia. Nuestro estudio confirmó los elementos esenciales anteriores donde PCV-VG produce significativamente menor PIP y mantenido un mayor cumplimiento. Para explorar el efecto de ambos modos de ventilación sobre la ventilación alveolar y oxigenación, este hallazgo puede explicarse por la similitud en P media entre ambos grupos. El resultado anterior estuvo de acuerdo con el metanálisis por Aldenkortt y colegas [15] que no encontraron diferencias ya sea de oxigenación o ventilación con modo de ventilación en adultos obesos sometidos a procedimientos abdominales. Por el contrario para nuestro estudio, Davis y colegas [16] sugirieron que PCV-VG puede mejorar la oxigenación en comparación con VCV proporcionado VT, I / E y PEEP constantes en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda en el síndrome de angustia.

En nuestro estudio, el aumento de ET-CO<sub>2</sub> en ambos grupos causado por neumoperitoneo fueron compensados intencionalmente aumentó la frecuencia para prevenir la acidosis respiratoria. Mantener el ETCO<sub>2</sub> entre 34 y 39 mm Hg dio como resultado valores de PaCO<sub>2</sub> de 38 a 42. Estos resultados propuestos que la ventilación de los pacientes no tuvo efectos negativos en la eliminación de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, en su estudio de prostatectomía robótica, Kalmar et al [1] informaron valores más altos de ETCO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> que los nuestros.

La combinación del cambio de posición con neumoperitoneo influye en la fisiología cardiopulmonar en muchos sentidos [20], se ha demostrado que aumenta la presión de

llenado del ventrículo izquierdo 2 a 3 veces, pero el gasto cardíaco puede disminuir [21]. También hay un aumento en las resistencias vasculares sistémicas; mientras la PAM y PVC disminuyen [22]. Nuestro estudio mostró que los valores de PAM estaban por encima de los límites normales en ambos grupos, indicando que ambos modos de ventilación tuvieron efectos comparables en el sistema circulatorio del paciente. En un estudio para Torrielli et al [23], informó que aumentar la PIA a 10 mm Hg se asoció con una disminución en el índice cardíaco que regresó a su inicial valor después de 10 min de posicionamiento del paciente. Ellos también informó que la PIA elevada se asoció con aumentos en la PAM y resistencias vasculares sistémicas, y estos los valores no volvieron a la normalidad después de la exsuflación peritoneal.

Nuestra investigación presenta algunas limitaciones, que necesitan ser consideradas; no se capturaron datos como el índice de oxigenación o la relación  $V_d/V_t$ , lo que nos podría ampliar el panorama en cuanto a la presencia o no de daño pulmonar (atelectasia); no se recopiló tampoco la PIA, solo el tiempo de neumoperitoneo, lo cual podría considerarse como otra debilidad, por lo explicado anteriormente.

## **CONCLUSION**

En pacientes sometidos a cirugía laparoscópica, el modo PCV-VG fue superior a VCV en su capacidad de proporcionar ventilación con PIP más bajo y mayor cumplimiento dinámico.

No se observaron otras diferencias entre los modos de ventilación cuando se considera la oxigenación, ventilación y variables hemodinámicas.

Otros estudios son requerido para determinar el efecto de cada modo de ventilación en la mecánica respiratoria en diferentes tipos de pacientes, principalmente con factores de riesgo pulmonar, como pacientes obesos. Además, se requiere investigación adicional para abordar los efectos de los modos de ventilación en el resultado del paciente.

## BIBLIOGRAFIA:

1. Darzi A, Mackay S. Recent advances in minimal access surgery. *BMJ* 2002; 324(7328): 31-4.
2. Chen AY, Daley J, Pappas T, et al. Growing use of laparoscopic cholecystectomy in the National Veterans Affairs Surgical Risk Study: Effects of volume, patient selection, and selected outcomes. *Ann Surg* 1998; 227(1): 12-24.
3. Gallstones and laparoscopic cholecystectomy. *JAMA* 1993; 269: 1018- 1024. NIH Consensus Conference.
  1. Legorreta AP, Silber JH, Costantino GN, Kobylinski RW, Zatz SL. Increased cholecystectomy rate after the introduction of laparoscopic cholecystectomy. *JAMA* 1993; 270(12): 1429-32.
4. Chousleb A, Shuchleib S, Cervantes J. Indicaciones de la colecistectomía laparoscópica. En: Cirugía laparoscópica y toracoscópica. Cervantes, Patiño (Eds). Interamericana McGraw-Hill; 1997, p. 51-3.
5. Tuech JJ, Pessaux P, Regenet N, et al. Laparoscopic cholecystectomy in cirrhotic patients. *Surg Laparosc Endosc* 2002; 12(4): 227-31.
6. Archer SB, Brown DW, Smith CD, et al. Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: Results of a national survey. *Ann Surg* 2001; 234(4): 549-59.
7. US News & World Report: Americas Best Hospitals. July 2002.
8. Adamsen S, Hansen OH, Funch-Jensen P, et al. Bile duct injury during laparoscopic cholecystectomy: a prospective nationwide series. *J Am Coll Surg* 1997; 184: 571-8.
9. Goodman GR, Hunter JG. Laparoscopic cholecystectomy: results from a university hospital. *Am J Surg* 1991; 162: 576-9.
10. González Ruíz V, Marengo CA, Chávez A, et al. Colecistectomía laparoscópica: resultados de la experiencia del Hospital General de México a nueve años de implementada. *Rev Mex Cir Endosc* 2002; 3(2): 71-3.
11. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF. Influence of steep Trendelenburg position and CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascu- lar, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth* 2010;104:433-9.

12. Phong SV, Koh LK. Anaesthesia for robotic-assisted radical prostatectomy: considerations for laparoscopy in the Trendelenburg position. *Anaesth Intensive Care* 2007;35:281-5.
13. Klauschie J, Wechter ME, Jacob Kt. Use of anti-skid material and patient-positioning to prevent patient shifting during robotic-assisted gynecologic procedures. *J Minim Invasive Gynecol* 2010;17:504-7.
14. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Kauko M. Hemodynamic changes due to Trendelenburg positioning and pneumoperitoneum during laparoscopic hysterectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1995;39:949-55.
15. Pu J, Liu Z, Yang L, Wang Y, Jiang J. Applications of pressure control ventilation volume guaranteed during one-lung ventilation in thoracic surgery. *Int J Clin Exp Med* 2014;7(4):1094-8.
16. Katz J, Laverne R, Fairley H, Thomas A. Pulmonary oxygen exchange during endobronchial anesthesia: effect of tidal volume and PEEP. *Anesthesiology* 1982;56:164-71.
17. zegedi LL, Bardoczky GI, Engelman EE, d'Hollander AA. Airway pressure changes during one-lung ventilation. *Anesth Analg* 1997;84:1034-7.
18. El-Khatib MF, Jamaledine GW. A new oxygenation index for reflecting intrapulmonary shunting in patients undergoing open-heart surgery. *Chest* 2004;125:592-6.
19. Lumb AB. *Nunn's applied respiratory physiology*, Butterworth-Heinemann 6th ed. ; 2005 121-2.
20. Marini JJ, Ravenscraft SA. Mean airway pressure: physiologic determinants and clinical importance – part 2: clinical implications. *Crit Care Med* 1992;20:1604-16.
21. Karbing DS, Kjaergaard S, Smith BW. Variation in the PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> ratio with FIO<sub>2</sub>: mathematical and experimental description, and clinical relevance. *Crit Care* 2007;11:R118.
22. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:294-323.
23. Clark RH, Slutsky AS, Gertsman DR. Lung protective strategies of ventilation in the neonate: what are they? *Pediatrics* 2000;105:112-4.

24. Slutsky AS. Ventilator-induced lung injury: from barotrauma to biotrauma. *Respir Care* 2005;50:646-59.
25. Graziani LJ, Spitzer AR, Mitchell DG, Merton DA, Stanley C, Robinson N, et al. Mechanical ventilation in preterm infants. Neurosonographic and developmental studies. *Pediatrics* 1992;90:515-22.
26. Wiswell TE, Graziani LJ, Kornhauser MS, Stanley C, Merton DA, McKee L, et al. Effects of hypocarbia on the development of cystic periventricular leukomalacia in premature infants treated with high-frequency jet ventilation. *Pediatrics* 1996;98:918-24.
27. Luyt K, Wright D, Baumer JH. Randomised study comparing extent of hypocarbia in preterm infants during conventional and patient triggered ventilation. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2001(Jan);84(1):F14-7.
28. Singh J, Sinha SK, Clarke P, Byrne S, Donn SM. Mechanical ventilation of very low birth weight infants: is volume or pressure a better target variable? *J Pediatr* 2006(Sep);149 (3):308-13.
29. Cannon ML, Cornell J, Tripp-Hamel DS, Gentile MA, Hubble CL, Meliones JN, et al. Tidal volumes for ventilated infants should be determined with a pneumotachometer placed at the endotra- cheal tube. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;162:2109-12.
30. Sinha SK, Donn SM, Gavey J, McCarty M. Randomised trial of volume controlled versus time cycled, pressure limited ventilation in preterm infants with respiratory distress syn- drome. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 1997(Nov);77(3): F202-5.
31. D'Angio CT, Chess PR, Kovacs SJ, Sinkin RA, Phelps DL, Kendig JW, et al. Pressure-regulated volume control ventilation vs synchronized intermittent mandatory ventilation for very low- birth-weight infants: a randomized controlled trial. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:868-75.
32. Cheema IU, Ahluwalia JS. Feasibility of tidal volume-guided ventilation in newborn infants: a randomized, crossover trial using the volume guarantee modality. *Pediatrics* 2001;107:1323-8.
33. Herrera CM, Gerhardt T, Claire N, Everett R, Musante G, Thomas C, et al. Effects of volume-guaranteed synchronized intermittent mandatory ventilation in preterm infants recovering from respiratory failure. *Pediatrics* 2002;110:529-33.
34. Nafday SM, Green RS, Lin J, Brion LP, Ochshorn I, Holzman IR. Is there an advantage of using pressure support ventilation with volume guarantee in the initial management of premature infants with respiratory distress syndrome? A pilot study. *J Perinatal* 2005;25:193-7.

35. Abubakar KM, Keszler M. Patient–ventilator interactions in new modes of patient-triggered ventilation. *Pediatr Pulmonol* 2001;32:71-5.
36. Keszler M, Abubakar KM. Volume Guarantee: stability of tidal volume and incidence of hypocarbia. *Pediatr Pulmonol* 2004;38:240-5.
37. Abubakar K, Keszler M. Effect of volume guarantee combined with assist/control vs. synchronized intermittent mandatory ventilation. *J Perinatol* 2005;25:638-42.
38. Lista G, Colnaghi M, Castoldi F, Condo V, Reali R, Compagnoni G, et al. Impact of targeted-volume ventilation on lung inflammatory response in preterm infants with respiratory distress syndrome. *Pediatr Pulmonol* 2004;37:510-4.
39. Lista G, Castoldi F, Fontana P, Reali R, Reggiani A, Bianchi S, et al. Lung inflammation in preterm infants with respiratory distress syndrome: effects of ventilation with different tidal volumes. *Pediatr Pulmonol* 2006;41:357-63.
40. Keszler M. Volume guarantee and ventilator-induced lung injury: Goldilocks' rules apply. Commentary. *Pediatr Pulmonol* 2006;41:364-6.

## ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

 <b>INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL</b> SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL	
<b>CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
Nombre del estudio:	“COMPARACION DE LOS MODOS VENTILATORIOS VOLUMEN CONTROL Y PRESION CONTROL CON VOLUMEN GARANTIZADO EN PACIENTE SOMETIDOS A CIRUGIA LAPAROSCOPICA”
Lugar y fecha:	México, D.F. a _____ de _____ del 2017.
Número de registro:	<i>Pendiente</i>
Justificación y objetivo del estudio:	<p>La cirugía laparoscópica en la unidad médica de alta especialidad, “Dr. Bernardo Sepúlveda” donde es necesario el uso de neumoperitoneo, cambios en la posición de los pacientes y donde son mas notorios los cambios hemodinámicos y ventilatorios.</p> <p>Este estudio permitirá evaluar el efecto de la ventilación mecánica controlada por volumen y la ventilación mecánica controlada por presión con volumen garantizado, obteniendo información sobre la modificación en oxigenación y ventilación durante la cirugía laparoscópica.</p>

Usted será sometido a una cirugía laparoscopia (minima invasion) bajo anestesia general balanceada; inicialmente se realizará una valoración preanestésica que consiste en realizarle una entrevista para obtener información de su historial médico, esta incluye evaluación de su vía aérea, por lo que revisaremos su boca y cuello, así como en general su estado de salud y estado físico por medio de estudios de laboratorios y revisión médica antes de entrar a su operación. A usted al azar se le asignara uno de los dos grupos donde después de la intubacion oro-traqueal, un grupo se maneja con modo ventilatorio PCV-VG y al otro grupo con modo VCV con los beneficios y posibles eventos adversos que conserva cada uno de los mismos, los cuales serán debidamente explicados a detalle en un par de líneas debajo de este mismo escrito.

Procedimientos:

Previo a la cirugía usted será sometido a procedimiento anestésico, al llegar a la sala de quirófano, serán colocados un par de cables conectados a un monitor para medir su presión arterial, es decir, un brazalete alrededor de su brazo en cuál se llenará de aire provocando un leve apretón en su brazo cada 5 minutos, electrocardiograma, por medio de parches colocados en su pecho o espalda, conectados a unos cables y una pantalla, frecuencia cardiaca (latidos del corazón), frecuencia respiratoria, entropía, con una diadema con esponja rígida, pegada en la frente que manda un número a la pantalla del monitor que indica cuando está dormido y cuando va a despertar, pulsioximetría basal con un dedal con luz roja, que indica el oxígeno de su sangre esto previo a la Medicación. Se realizará el acto anestésico de manera normal, previa toma de signos vitales basales iniciales, se le pasaran medicamentos por el suero, le dará sueño, se le colocara una mascarilla en la cara para adulto cual está conectada a una toma de oxígeno con una manguera, esta cubrirá su nariz y boca, una vez bien colocada la mascarilla se abre

Posibles riesgos y molestias:	Líquidos en sangre más bajos de los normal, baja de oxígeno en la sangre, desequilibrio entre los marcadores de ácido en la sangre, baja de la presión, alteraciones en el corazón, paro cardiaco (que el corazón deje de latir).
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Con el manejo ventilatorio basado en PCV-VG se espera una mejor protección pulmonar, así como evolución y recuperación después de la operación, además de menores complicaciones relacionadas con el procedimiento anestésico-quirúrgico.
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento	Se informará por medio del servicio de Anestesiología acerca del resultado de la investigación.
Participación o retiro:	Puede decidir no participar en el estudio en cualquier momento y no se usará la información obtenida.
Privacidad y confidencialidad:	No se revelará el nombre, número de afiliación o algún otro dato que comprometan la identidad del sujeto de estudio no se le identificarán en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que todos los datos relacionados serán manejados en forma confidencial.
Beneficios al término del estudio:	
Debido a que la decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria y no tendré que hacer gasto alguno durante el estudio, no recibiré pago de ninguna índole por mi participación, solo la satisfacción de haber contribuido a la generación de nuevos conocimientos.	
En caso de dudas o aclaraciones con respecto al estudio podrá dirigirse a:	Dra. Luz Maria Leyva Valadez e-mail: lmlv1986@gmail.com Dra. Janeth Rojas Peñaloza e-mail: <a href="mailto:drajaneth.rojas@gmail.com">drajaneth.rojas@gmail.com</a>

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330, 4º piso Bloque B de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México D.F., CP 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: [comision.etica@imss.gob.mx](mailto:comision.etica@imss.gob.mx)

Nombre y firma del sujeto: \_\_\_\_\_

Nombre y firma testigo 1: \_\_\_\_\_

Nombre y firma testigo 2: \_\_\_\_\_

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento:  
\_\_\_\_\_

## ANEXO 2. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FOLIO \_\_\_\_\_  
 NOMBRE \_\_\_\_\_  
 EDAD: \_\_\_\_\_ SEXO \_\_\_\_\_ PESO: \_\_\_\_\_ kg TALLA: \_\_\_\_\_ m  
 ASA: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_  
 DX: \_\_\_\_\_ QX: \_\_\_\_\_  
 TIEMPO QX: \_\_\_\_\_ TIEMPO NEUMO: \_\_\_\_\_  
 TIEMPO ANESTESICO: \_\_\_\_\_

PARAMETROS VENTILATORIOS INICIALES	GASA (5 MIN) POSTINDUCCION	PARAMETROS VENTILATORIOS	GASA (5 MIN) POST NEUMOPERITONEO	PARAMETROS VENTILATORIOS	GASA (15 MIN) POST MOVILIZACION DE PACIENTE	PARAMETROS VENTILATORIOS	GASA (5 MIN) PRE-EXTUBACION	PARAMETROS VENTILATORIOS
VT	pH	VT	pH	VT	pH	VT	pH	VT
REL.I:E	PaO2	REL.I:E	PaO2	REL.I:E	PaO2	REL.I:E	PaO2	REL.I:E
FIO2	PaCO2	FIO2	PaCO2	FIO2	PaCO2	FIO2	PaCO2	FIO2
PEEP	SO2	PEEP	SO2	PEEP	SO2	PEEP	SO2	PEEP
FR		FR		FR		FR		FR
ETCO2		ETCO2		ETCO2		ETCO2		ETCO2
PIP		PIP		PIP		PIP		PIP
PMEDIA		PMEDIA		PMEDIA		PMEDIA		PMEDIA

