



Facultad de Medicina



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS  
SOCIALES DE LOS TRABAJADORES DEL ESTADO**

**SE PRESENTA LA TESIS DE POSGRADO TITULADA:**

**“RELACIÓN ENTRE LA PRESIÓN PARCIAL ARTERIAL Y LA  
PRESIÓN ESPIRATORIA FINAL DEL DIÓXIDO DE CARBONO  
EN PACIENTES SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA  
LAPAROSCÓPICA ELECTIVA EN EL HOSPITAL GENERAL DR.  
FERNANDO QUIRÓZ GUTIÉRREZ”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
ANESTESIOLOGÍA**

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

**DRA. DIANA MONTSERRAT TÉLLEZ PEÑA**

**ASESORA: DRA. MARÍA ELENA MARTÍNEZ GONZÁLEZ**

**NO DE REGISTRO DE PROTOCOLO:  
167.2019**

**CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2019**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

Vo.Bo.

DRA. LOURDES NORMA CRUZ SANCHEZ

Directora del Hospital

Vo.Bo.

DR EMMANUEL MELGAREJO ESTEFAN

Coordinador de enseñanza e investigación

Vo.Bo.

DRA. ADRIANA VELÁZQUEZ FUENTEZ

Jefe de Servicio de Anestesiología

Vo.Bo.

DR. ALBERTO ANDRADE CABALLERO

Profesor titular del Curso de Anestesiología

Vo.Bo

DRA. MARÍA ELENA MARTÍNEZ GONZÁLEZ

Asesora de Tesis

Vo.Bo.

DRA. DIANA MONTSERRAT TÉLLEZ PEÑA

Presentadora de tesis

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, en especial al Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez, así como a sus respectivas autoridades, personal de salud y administrativo por confiar en mí, abirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso educativo, formativo e investigativo dentro de esta unidad Hospitalaria.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Nacional Autónoma de México, a la Facultad de Medicina, a mis maestros de todos los turnos, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pudiera crecer día a día como profesionista, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Alberto Andrade Caballero y Dra. María Elena Martínez González, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mis abuelitos y toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigas y todas las personas que estuvieron detrás de todo esto, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias hermanitas, siempre las llevo en mi corazón.

**RELACIÓN ENTRE LA PRESIÓN PARCIAL ARTERIAL Y LA PRESIÓN  
ESPIRATORIA FINAL DEL DIÓXIDO DE CARBONO EN PACIENTES  
SOMETIDOS A COLECISTECTOMÍA LAPAROSCÓPICA ELECTIVA EN EL  
HOSPITAL GENERAL DR. FERNANDO QUIRÓZ GUTIÉRREZ**

# ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

## I. INTRODUCCIÓN

- I.1 Antecedentes
- I.2 Planteamiento del problema
- I.3 Justificación

## II. MARCO TEÓRICO

- II.1 Dióxido de Carbono
- II.2 Neumoperitoneo
- II.3 Capnometría
- II.4 Gases arteriales
- II.5 Factores asociados
  - II.5.1 ASA
  - II.5.2 Sobrepeso y obesidad

## III. HIPÓTESIS

## IV. OBJETIVOS

## V. DISEÑO METODOLÓGICO

## VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

## VII. DISCUSIÓN

## VIII. CONCLUSIONES

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## X. ANEXOS

## RESUMEN

**Objetivos:** Establecer el coeficiente de correlación entre la presión parcial arterial y la presión espiratoria final del dióxido de carbono en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva procedentes del Hospital General “Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez”.

**Material y métodos:** 77 pacientes fueron estudiados, entre 18 y 60 años de edad, ASA I/II, sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva, excluyendo a pacientes con Neumopatía, Cardiopatía, Patología Renal, Obesidad grado III en adelante, Cirugía mayor de 3 horas, ASA III en adelante, pacientes menores de 18 años y mayores de 60 años.

**Resultados:** La correlación entre ETCO<sub>2</sub> y PaCO<sub>2</sub> mostró una relación positiva entre ambos. La curva de regresión mostró concordancia entre variables hasta 35 mmHg, posterior a esta cifra es mayor la PaCO<sub>2</sub> al ETCO<sub>2</sub>.

**Conclusiones:** Con el arribo de nueva tecnología quirúrgica, la colecistectomía laparoscópica se realiza con mucha frecuencia; simultáneamente, el monitoreo transanestésico de la EtCO<sub>2</sub> resulta esencial para vigilar en forma muy estrecha la homeostasis de CO<sub>2</sub> en este tipo de procedimientos quirúrgicos. En una situación de hemodinamia y ventilación estable, la medición de la EtCO<sub>2</sub> durante la anestesia sigue muy de cerca a los cambios en los niveles sanguíneos de CO<sub>2</sub> y resulta, por lo tanto, una guía no invasiva de la PaCO<sub>2</sub>, y la relación entre estas dos variables proporciona datos de gran interés.

Por tanto, la colecistectomía laparoscópica con capnoperitoneo está asociada a incremento significativo del CO<sub>2</sub>, que requiere un aumento variable de la frecuencia respiratoria y/o del volumen corriente para mantener el CO<sub>2</sub> dentro de límites normales.

Con los datos de este estudio se muestra que la elevación del valor de la EtCO<sub>2</sub> es un indicador poco fidedigno de la verdadera condición de estos sujetos y no traduce la cifra real de la PaCO<sub>2</sub>. Es recomendable el análisis periódico de los gases arteriales, porque revela la extensión de hipercarbia y acidosis.



## ABSTRACT

**Objectives:** To establish the correlation coefficient between partial arterial pressure and final expiratory pressure of carbon dioxide in patients undergoing elective laparoscopic cholecystectomy from the Hospital General "Dr. Fernando Quiroz Gutierrez".

**Material and methods:** 77 patients were studied, between 18 and 60 years of age, ASA I / II, undergoing elective laparoscopic cholecystectomy, excluding patients with Pneumopathy, Cardiopathy, Renal Pathology, Grade III obesity onwards, Surgery older than 3 hours , ASA III onwards, patients under 18 years and over 60 years.

**Results:** The correlation between ETCO<sub>2</sub> and PaCO<sub>2</sub> showed a positive relationship between them. The regression curve showed agreement between variables up to 35 mmHg, after this figure the PaCO<sub>2</sub> is greater than the ETCO<sub>2</sub>.

**Conclusions:** With the arrival of new surgical technology, laparoscopic cholecystectomy is performed very frequently; Simultaneously, the trans-anesthetic monitoring of EtCO<sub>2</sub> is essential to monitor CO<sub>2</sub> homeostasis very closely in this type of surgical procedures. In a situation of stable hemodynamics and ventilation, the measurement of EtCO<sub>2</sub> during anesthesia closely follows changes in blood CO<sub>2</sub> levels and is therefore a non-invasive guide to PaCO<sub>2</sub>, and the relationship between these two variables provide data of great interest.

Therefore, laparoscopic cholecystectomy with capnoperitoneum is associated with a significant increase in CO<sub>2</sub>, which requires a variable increase in respiratory rate and / or tidal volume to keep CO<sub>2</sub> within normal limits.

With the data of this study it is shown that the elevation of the value of EtCO<sub>2</sub> is an unreliable indicator of the true condition of these subjects and does not translate the real figure of PaCO<sub>2</sub>. Periodic analysis of arterial gases is recommended, because it reveals the extent of hypercarbia and acidosis.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

Hoy en día, la colecistectomía es una de las cirugías más practicadas en el mundo. No obstante, para llegar a este punto de la evolución de la técnica, se debe recordar que primero tuvieron que desarrollarse la anestesia, en el siglo XIX y la técnica aséptica, por Lister, para que, posteriormente, se empezaran a realizar las cirugías abdominales mayores (1). La prevalencia de patología biliar es alta, se estima que aproximadamente de 11 a 36% según lo observado en autopsias (2), en tanto que el segundo lugar lo ocupa la patología apendicular con 16,44% atenciones. Es así que la cirugía laparoscópica se ha convertido en el gold estándar para el tratamiento de la colelitiasis, sin embargo, el procedimiento no está exento de riesgos (2).

Con el advenimiento de este tipo de cirugía aparecieron nuevos retos para el anestesiólogo, ya que además de los cambios hemodinámicos producidos durante la inducción anestésica se suman los causados por la insuflación de dióxido de carbono en la cavidad abdominal (neumoperitoneo), con la consecuente difusión e incremento de la presión intraabdominal, efectos negativos sobre la mecánica ventilatoria y los de la posición adoptada para facilitar la técnica quirúrgica (1).

El término laparoscopia deriva de las raíces griegas lapara -abdomen- y skopein -examinar. La laparoscopia es una técnica quirúrgica que permite visualizar de forma directa las vísceras del abdomen sin hacer una gran incisión, se realiza llenando la cavidad peritoneal (habitualmente virtual) de gas para crear así un espacio que permita dicha función, a través de un instrumento llamado laparoscopio (2).

Los primeros registros que existen sobre el interés humano en explorar las cavidades corporales provienen de la antigua cultura griega y de la egipcia. Probablemente de los tiempos de Hipócrates (460-375 a. de C.) provengan los primeros instrumentos con espejos que se usaron por primera vez para realizar exploraciones de los oídos, la cavidad nasal, el recto o la vagina (3)

En los inicios de su creación se utilizó con fines diagnósticos y toma de biopsias sencillas, como por ejemplo, de hígado. En la actualidad, se efectúan múltiples y complejas operaciones en la cavidad abdominal por esta vía.

No obstante, la primera descripción clara del uso de instrumentos para explorar el cuello uterino se atribuye a Abulcasis (Abu-al-Qasim-al-Zahrawi, 936-1013 d. C.). A partir de entonces y hasta finales del siglo XVIII el interés y el desarrollo tecnológico de los instrumentos usados para llevar a cabo estos procedimientos se mantuvieron en un nivel relativamente rudimentario (3).

Philipp Bozzini fue un médico militar alemán quien adelantándose notoriamente a su época, en 1804 describió un aparato, el «conductor lumínico», que constaba de una óptica, una fuente luminosa (luz de vela) y una parte mecánica que se adaptaba

a la abertura corporal que se deseaba explorar, ya fuera la boca, la nariz, los oídos, la vagina o el recto. Inclusive llegó a reportar, en modelo cadavérico, el haber realizado exploraciones de la vejiga urinaria a través de una cistostomía. Del mismo modo, Bozzini llegó a planear procedimientos mucho más avanzados con el uso de su instrumento, como extraer cuerpos extraños de las cavidades corporales, realizar una histerectomía transvaginal o explorar la cavidad abdominal a través de heridas causadas por trauma. Con este acontecimiento ocurre el nacimiento de la endoscopía moderna (1,3).

Usando los mismos principios de Bozzini, luego del descubrimiento de los efectos anestésicos del cloroformo en 1846, el urólogo francés Antonin Jean Désormeaux mejoró el sistema de óptica en 1853, haciéndolo más delgado, largo y angulado. También adaptó una lámpara alimentada por una mezcla combustible a base de petróleo, alcohol y aguarrás para mejorar la fuente lumínica de su aparato, al que llamó por primera vez «endoscopio». Por ello se le conoce como el padre de la cirugía endoscópica.

Después de Désormeaux, muchos otros pioneros participaron con ideas al mejoramiento de los sistemas de endoscopía, principalmente en Europa.

Luego de que Joseph Lister introdujera los principios de asepsia y antisepsia en 1867 y de que Thomas Alva Edison inventara el foco eléctrico en 1879, el urólogo alemán Maximilian Nitze lo adaptó como fuente de iluminación a su endoscopio. También a Nitze se le atribuye la idea de usar lentes de aumento en su endoscopio para mejorar la claridad de la imagen de las superficies observadas.

Por otro lado, Georg Kelling de Alemania, a los 24 años de edad obtuvo el título de médico y se especializó en enfermedades gastrointestinales, trabajando muy de cerca con Jan Mikulicz Raedecki, alumno de Theodor Billroth y precursor de la esofagoscopía y gastroscopía. Desde el principio de su práctica médica Kelling se interesó en los sangrados digestivos e inventó el esofagoscopio semiflexible. Utilizó un insuflador manual para generar una presión intraluminal de 50 mmHg y así cohibir el sangrado.

En los Estados Unidos de América en 1911, Bertram Bernheim, del Hospital Johns Hopkins, realizó una exploración abdominal a la cual llamó organoscopía con un proctoscopio y el espejo utilizado por los otorrinolaringólogos.

Durante los años 20 del siglo pasado comenzaron a publicarse estudios acerca de la absorción del aire insuflado en la cavidad peritoneal. Los cirujanos alemanes Otto Goetze y Roger Korbsch, así como el ginecólogo húngaro Janos Veress diseñaron sus propias agujas con el fin de establecer el neumoperitoneo y el neumotórax para que la entrada de los trocares fuera más segura. El uso de estas agujas se popularizó con rapidez entre los laparoscopistas. Goetze inventó además un insuflador para la creación y el mantenimiento del neumoperitoneo.

Hasta entonces para crear el neumoperitoneo por lo general se utilizaba aire ambiente, pero el ginecólogo suizo Richard Zollkoffer fue el primero en reconocer y popularizar los beneficios del uso de dióxido de carbono en lugar de aire ambiental para insuflar el peritoneo.

En esta época se dio el florecimiento de la laparoscopia como instrumento diagnóstico, pero el de la laparoscopia operatoria tendría que esperar algunas décadas más.

Boesch (1935), comunica en su informe acerca de la laparoscopia las indicaciones precisas para poder llevar a cabo la tubo-esterilización sin laparotomía, y realiza la primera esterilización tubárica en el año 1936, a través de una pinza aislada que coagula por vía endoscópica las trompas de Falopio en varios puntos durante 3–5 segundos (1,3).

En tal sentido, Decker (1945) detecta que existen dificultades con la técnica abdominal, y descubre una vía vaginal más al alcance del ginecólogo: la vía del fondo de saco de Douglas y la llama culdoscopia. Esta vía pierde más tarde su significado por lo difícil del diagnóstico, además de no permitir el desarrollo de la técnica quirúrgica (1,3).

Frangenheim (1858), promueve la tendencia laparoscópica e introduce en Alemania la vía abdominal. La laparoscopia superior con anestesia local posee en ese momento una ejecución práctica y un menor riesgo (1).

El profesor Semm (1962), desarrolla una nueva herramienta, el insuflador automático de gas de ácido carbónico, el CO-Pneu con el objetivo de disminuir los riesgos de la técnica (1,3).

Conjuntamente con el desarrollo simultáneo de la luz fría, disminuyen los peligros más importantes de la laparoscopia en ginecología: constituido por quemaduras. Sin embargo, la laparoscopia como medio diagnóstico en la ginecología, topó con el rechazo mundial. De este modo Semm (1964) escogió la palabra pelviscopia. Tres años después, en Alemania, ocurre una rápida expansión de este método, en primera línea para el diagnóstico de esterilidad femenina (1,3).

Hasson (1971), diseña un trocar especial con una vaina, que al ser introducida en la cavidad peritoneal e insuflarla impide, la pérdida de aire de la misma y facilita los procedimientos laparoscópicos (1-3).

En América, comenzó el amortiguamiento del peligro de quemaduras mediante el aislamiento de los instrumentos y reducción de la intensidad de la corriente. En este sentido, Semm (1973) propone un nuevo procedimiento para detener las hemorragias denominado Endocoagulación, con lo cual comienza la verdadera historia de la cirugía Pelviscópica avanzada (2).

En 1974 aparece, después de la remoción de una red de adherencias pélvicas, una fuerte hemorragia, incontrolable. En la preparación de la paciente para una laparotomía le surge a Semm, la idea de aplicar el lazo Roeder (1886), para la extirpación de amígdalas (1-3).

Durante la primera prueba de valerse el lazo en la cavidad abdominal, el neumoperitoneo cae completamente, en ese momento se idea el aplicador de lazo y en el año 1978 se describe la técnica de sutura intracorpórea con nudo extra o intracorpóreo (2).

Semm (1978), crea el insuflador CO-Pneu- Electrónico que garantiza una seguridad absoluta para los pacientes.

La publicación sobre la primera apendicectomía por pelviscopia (Semm, 1980), se rechaza en la práctica. Dos años más tarde (1982), se incorpora la cámara de video al instrumental quirúrgico, y ocurre un cambio importante en la cirugía general, que le permite al cirujano y a su equipo de trabajo, realizar procedimientos con mayor coordinación y precisión (3).

Lukichev (1983), propone un método laparoscópico para extirpar la vesícula biliar en pacientes portadores de una colecistitis aguda, lo cual es rechazado por el concepto de enfriar estos cuadros agudos con tratamiento médico, para operarlos más tarde en mejores condiciones (3).

Es hasta el 12 de septiembre de 1985, que Mühe lo usó para efectuar la primera colecistectomía laparoscópica exitosa. Su tiempo quirúrgico fue de casi dos horas.

Mühe (1985), cirujano alemán, conocedor de los trabajos de Semm y de Lukichev, se interesa por la cirugía de la vesícula biliar. Diseña un nuevo laparoscopio, que denomina Galloscope. Además de la incisión umbilical para el Galloscope, coloca dos trocares suprapúbicos, por donde introduce a la cavidad abdominal los instrumentos para extirpar la vesícula biliar.

Francois Dubois, cirujano del Centro Médico-Chirurgical de la Porte de Choissy de París, dedicado a la cirugía digestiva, realizó trabajos en la colecistectomía por minilaparotomía. (1,3).

En Europa se aprecia un gran impulso de esta técnica en la década del 80, destancándose Mouret, que realiza su primera colecistectomía laparoscópica (1987) y, Perissat (1989) que ensaya la litotricia previa de los cálculos de la vesícula, para hacer más fácil su extirpación por laparoscopia (1,3). En los años sucesivos, efectúa una gran actividad laparoscópica y desarrolla nuevas técnicas como por ejemplo, la vagotomía gástrica en el tratamiento de la úlcera péptica en el año 1989.

Otros cirujanos de prestigio realizan la colecistectomía laparoscópica con buenos resultados en las décadas del 80 y 90, que corroboran los logros alcanzados en dicha técnica, estos son: Mc Kerman (1988); Reddick (1988); Olsen (1988) y, Vicent

(1990) (4). En tal sentido, considero que tanto en el siglo XX como en el transcurso del XXI, la laparoscopia sigue siendo una técnica de elección por los cirujanos para la colecistectomía.

En América, comenzó el amortiguamiento del peligro de quemaduras mediante el aislamiento de los instrumentos y reducción de la intensidad de la corriente. En este sentido, Semm (1973) propone un nuevo procedimiento para detener las hemorragias denominado Endocoagulación, con lo cual comienza la verdadera historia de la cirugía Pelviscópica avanzada (4).

El 29 de junio de 1990, el cirujano general y endoscopista Leopoldo Gutiérrez Rodríguez realizó la primera colecistectomía laparoscópica en México (3).

En sus primeros nueve años de experiencia con la cirugía laparoscópica, el Hospital General de México de la Secretaría de Salud; un hospital de concentración de esta ciudad, en un periodo comprendido entre enero de 1993 y diciembre del 2001 se realizaron 7,323 colecistectomías de las cuales únicamente 3,394 se iniciaron con técnica laparoscópica representando 46.34%,<sup>12</sup> sin embargo, en un hospital privado como el ABC de la ciudad de México, el número de colecistectomías laparoscópicas realizadas en un periodo comprendido entre enero de 1997 y febrero del 2003 fue de 3,017, representando más de 90% (5).

En el Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez, ISSSTE en el año 2018 se realizaron 320 colecistectomías laparoscópicas, de las cuales 19 se corresponden a cirugías de urgencia y 301 a cirugías programadas.

Es por ello que los beneficiarios de la presente investigación serán todo el personal médico involucrado en la atención del paciente quirúrgico sometido a cirugía laparoscópica, el Hospital Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez, en la que se podrían crear protocolos de actuación conociendo la realidad de la población, y en especial los y las pacientes que podrán recibir un tratamiento individualizado para su patología de ingreso y comorbilidades.

## **1.2 Planteamiento del problema**

En los últimos años hemos asistido al explosivo aumento de la cirugía laparoscópica. Durante largo tiempo esta técnica fue básicamente utilizada en la práctica ginecológica, pero desde 1989, en que se reportó la primera colecistectomía laparoscópica, ha tenido un desarrollo tal que se transformó en la vía de elección en la cirugía biliar.

En el caso de la cirugía biliar, la laparoscopia requiere de pequeñas heridas que reemplazan a la gran incisión abdominal de la cirugía clásica, por lo que provoca menor trauma quirúrgico, menos dolor posoperatorio, acorta el período de ileo posoperatorio y fundamentalmente permite una deambulacion y retorno más precoz a las actividades normales del paciente.

El procedimiento, hoy día rutinario, no está exento de riesgos, que provienen básicamente de dos fuentes:

- a) De las alteraciones fisiopatológicas que provoca el neumoperitoneo, necesario para separar la pared abdominal de las vísceras.
- b) De las alteraciones propias de una cirugía abdominal alta realizada con anestesia general.

En el 2000 el Hospital General de México publicó un artículo para comparar la diferencia de la presión parcial de CO<sub>2</sub> arterial y espiratoria final de bióxido de carbono en pacientes con o sin patología cardiopulmonar sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva, en el cual se concluye que la colecistectomía laparoscópica con capnoperitoneo está asociada a un incremento importante en la diferencia de la presión arterial y espiratoria final de bióxido de carbono, en particular en sujetos con enfermedad cardiovascular y/o pulmonar, por lo que se justifica el monitoreo invasivo en estos pacientes (6).

En 2003 Maíllo y colaboradores llevaron a cabo un estudio prospectivo que incluyó 31 pacientes, en el mismo encontraron que, la edad media fue de 56 años un 40% eran obesos, el 16% tenían várices. La capacitancia vascular presenta una disminución progresiva durante la cirugía y se reduce significativamente con el neumoperitoneo. Estas reducciones son significativamente más evidentes en pacientes de más edad (7).

En 2011 Tripathi y colaboradores en un estudio doble ciego con 30 pacientes ASA I y II sometidos a colecistectomía laparoscópica, se encontró que en el grupo estándar hubo un incremento significativo en las variables hemodinámicas durante la intubación, neumoperitoneo y extubación ( $P < 0.001$ ) (8).

En relación a la edad, un estudio llevado a cabo 527 pacientes por Suzuki, publicado en 2014, menciona que 66 pacientes corresponden a edades de más de 75 años sometidos a cirugía laparoscópica, observa una elevación significativa en la presión arterial media (PAM) de 44 % y un leve incremento en la frecuencia cardiaca (de 13 %). La elevación del EtCO<sub>2</sub> fue de 8% en el grupo de ancianos y no difirió de los no ancianos, al igual que la saturación de oxígeno no empeoró, tampoco se incrementó la discapacidad cardiopulmonar (8,9).

Con relación al ASA, en el estudio de casos y controles publicado por Gómez en 2014, en el que comparó el riesgo de complicaciones clínicas y hemodinámicas, ocurridas en 94 pacientes, se concluyó que los pacientes ASA III son factor de riesgo al presentar más complicaciones en comparación a los ASA I. Las principales complicaciones asociadas fueron, electrocardiograma patológico y taquicardia; el ASA es un factor de riesgo importante a tomar en cuenta en anestias a pacientes que se sometan a cirugía por videolaparoscopia (9).

Como se puede observar, actualmente se ha elevado el número de procedimientos laparoscópicos y no existen estudios suficientes en nuestra Institución sobre la PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub>, es por esto que a través de esta investigación se obtendrán varios beneficios al identificar esta relación y proporcionar un mejor manejo transanestésico en pacientes sometidos a este procedimiento, por lo que se plantea la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es la relación entre la PaCO<sub>2</sub> y la EtCO<sub>2</sub> y cuáles son los factores de riesgo más frecuentemente relacionados en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica?

### **1.3 Justificación y uso de los resultados**

El propósito esta tesis surge a partir de la escasa cantidad de trabajos realizados en nuestro país, en nuestro Instituto y en nuestro Hospital General con relación a esta problemática, en tanto que estudios internacionales cuentan con datos limitados de estudios descriptivos.

El Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez no cuenta con ningún formato en el que se clasifique a los derechohabientes según sus factores de riesgo, por lo que es difícil estimar la prevalencia de las alteraciones en la relación de la PaCO<sub>2</sub> y la EtCO<sub>2</sub>.

Esto debería representar un problema al anestesiólogo de la institución al generar incertidumbre acerca de la estabilidad del paciente a lo largo del procedimiento quirúrgico, especialmente en aquellos con factores de riesgo.

Por esto es importante recolectar datos de pacientes que reflejen la realidad de nuestro medio, permitiendo enriquecer los conocimientos relacionados con estas alteraciones y asociarlas a un mejor manejo. Esta información nos permitirá mejorar nuestra conducta terapéutica y optimizar el bienestar de cada paciente, disminuyendo las complicaciones debido a ésta entidad, la morbilidad, la estancia hospitalaria y los costos, además de crear recomendaciones para un manejo adecuado.

Los resultados serán entregados a la Directora del Hospital y Área del postgrado, para que dentro del pensum de estudio incluyan este tema, los datos resultantes estarán disponibles en la biblioteca de la Facultad de Medicina donde podrán ser utilizados por profesores, autoridades de salud y estudiantes.



## II. MARCO TEÓRICO

La cirugía laparoscópica abdominal engloba gran variedad de procedimientos y cuenta con varias ventajas razón por la que ganó auge, pero a pesar de los beneficios que posee, no se puede ignorar las posibles complicaciones intraoperatorias entre las cuales están: arritmias cardíacas, embolismo gaseoso, trauma intestinal, hemorragias, neumotórax, neumomediastino, enfisema subcutáneo, entre otras.

La cirugía laparoscópica se ha ubicado como un método mínimamente invasivo usado para llegar a los órganos y estructuras dentro de la cavidad abdominal o torácica, con la consiguiente reducción de la respuesta metabólica al trauma en comparación a cirugía con técnica abierta, teniendo mejores beneficios para el paciente (9). Es un método reciente, teniendo técnicas quirúrgicas laparoscópicas aún en controversia, siendo un punto de debate el neumoperitoneo, escogiendo el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como gas para realizarlo, por ser uno de los menos inocuos para el paciente. No existe aún un consenso para determinar el mejor método de acceso a la cavidad peritoneal e instaurar el neumoperitoneo; la técnica más usada para realizar esto es utilizando la punción con aguja de Veress (10).

### 2.1 Dióxido de Carbono

El CO<sub>2</sub> es el gas de insuflación más ampliamente usado para crear neumoperitoneo, debido a sus características: químicamente inerte, incoloro, barato, fácilmente disponible, y menos combustible que el aire. El CO<sub>2</sub> es altamente soluble en sangre lo que permite la rápida absorción en el torrente sanguíneo y a través del peritoneo; así mismo, este puede causar hipercapnia, acidosis respiratoria, compromiso cardiorrespiratorio, dolor postoperatorio y efectos adversos en la función inmune intraperitoneal (11).

En condiciones normales, la concentración plasmática de CO<sub>2</sub> depende de cierto número de variables que incluyen: el metabolismo celular, la perfusión tisular, el flujo sanguíneo y la ventilación. Con la formación del neumoperitoneo, el flujo exógeno de CO<sub>2</sub> constituye una variable adicional. La absorción de CO<sub>2</sub> desde la cavidad peritoneal deteriora la ventilación por factores mecánicos, como la distensión abdominal, la posición del paciente y la ventilación mecánica. Cuando se utiliza el CO<sub>2</sub> como gas para la insuflación, hay un aumento en la producción de éste, el cual se incrementa lentamente durante los primeros 15 a 20 minutos y alcanza una meseta a los 25 minutos, de aproximadamente el 25% sobre los valores antes de la insuflación (10). La absorción del gas depende de su capacidad de difusión y de la perfusión de las paredes de la cavidad peritoneal. Como el CO<sub>2</sub> se difunde con mucha facilidad, puede haber absorción de grandes cantidades en sangre y, en consecuencia, hay un aumento en la presión parcial arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>) (12).

## 2.2 Neumoperitoneo

El neumoperitoneo artificial con presiones muy elevadas durante un período prolongado de tiempo puede causar alteraciones hemodinámicas y estructurales en el paciente, las cuales se ven directamente reflejadas en los signos vitales del paciente, detectables por la monitorización de los parámetros hemodinámicos y gasométricos. Así, bajo las altas presiones intraperitoneales (PIP) quedó demostrada la disminución del gasto cardíaco, la caída del retorno venoso, el aumento en la presión arterial media (PAM), el incremento en la resistencia vascular sistémica, la alteración de perfusión renal y de la filtración glomerular, además de la lesión de isquemia y reperfusión de los órganos intraabdominales (13).

Debido a estos efectos perjudiciales de las altas presiones intraperitoneales durante los procedimientos laparoscópicos, la mayoría de los autores expertos en el tema, recomiendan el mantenimiento de la presión de neumoperitoneo al nivel de 12 mmHg y no más de 15 mmHg (14). Los individuos sanos con ventilación controlada toleran normalmente el neumoperitoneo en tanto que los pacientes debilitados con deterioro cardiopulmonar y los obesos pueden sufrir consecuencias adversas graves.

Las variaciones hemodinámicas incluyen arritmias, alteración de la presión arterial y paro cardíaco y dependen de la interacción de varios factores incluyendo la posición, respuesta neurohumoral y ciertos factores como el estado cardiorespiratorio y volumen intravascular (15).

Además, el efecto mecánico que ejerce el CO<sub>2</sub> dentro de la cavidad peritoneal al comenzar el neumoperitoneo, produce un incremento de la tensión arterial, tanto pulmonar como sistémica y esto a su vez provoca una disminución del índice cardíaco. La distensión del peritoneo provoca la liberación de catecolaminas, elevación de presiones de llenado sanguíneo, disminución del flujo venoso femoral, del retorno venoso y de la precarga cardíaca. Otros autores mencionan la existencia de aumento del trabajo cardíaco y consumo miocárdico de oxígeno. Los pacientes con función cardiovascular normal son capaces de tolerar estos cambios hemodinámicos en tanto que en individuos previamente debilitados podría ser fatal (16, 17, 18).

A nivel ventilatorio el aumento de la presión intraabdominal (PIA) a causa del neumoperitoneo tiene repercusión significativa en la función pulmonar. A pesar de los cambios demostrados con la presión intraabdominal elevada y durante un período prolongado de tiempo, pueden ocurrir cambios hemodinámicos, metabólicos y estructurales (19).

Se ha demostrado que durante la laparoscopia se produce una disminución de la compliance pulmonar tanto dinámica como estática, del volumen de reserva respiratorio y de la capacidad residual funcional, con el aumento de la presión pico inspiratoria (14,15). Como consecuencia, se produce una redistribución de flujo a zonas pobremente perfundidas durante la ventilación mecánica, con el aumento del shunt intrapulmonar y del espacio muerto (20, 21).

En nuestro hospital no hay disponible información importante sobre las repercusiones gasométricas en el paciente sometido a altas presiones intraperitoneales transitorias.

## **2.5 Capnometría**

La EtCO<sub>2</sub> mide el final de la espiración de un volumen corriente. El valor de la EtCO<sub>2</sub> se aproxima mucho a la concentración alveolar de CO<sub>2</sub>. En el capnoscopio, la EtCO<sub>2</sub> se mide al final de la meseta que se alcanza cuando el gas espirado procede totalmente de los alvéolos. Una escala mide la altura del capnograma y proporciona la EtCO<sub>2</sub> (capnografía). Un monitor de CO<sub>2</sub> calcula automáticamente la EtCO<sub>2</sub> y da su valor numérico (capnometría) (22).

A pesar de que los valores de la EtCO<sub>2</sub> son muy cercanos a los del CO<sub>2</sub> en sangre arterial (PaCO<sub>2</sub>), ambos valores no son exactamente los mismos. Normalmente la EtCO<sub>2</sub> es de 3 a 5 mm Hg más baja que la PaCO<sub>2</sub> debido a la dilución de los gases exhalados del espacio muerto, y se denomina diferencia entre la presión parcial arterial y espiratoria final de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub>) (24).

La capnometría consiste en medir la presión de dióxido de carbono al final de la espiración (PETCO<sub>2</sub> o EtCO<sub>2</sub>, por sus siglas en inglés) con un capnógrafo; es un método muy útil y no invasivo para estimar la presión parcial de dióxido de carbono arterial durante la anestesia general (23).

En el caso de la posición del paciente durante una colecistectomía laparoscópica, se ha encontrado que la posición Trendelenburg junto con el neumoperitoneo disminuye la capacidad funcional residual e incrementa el espacio muerto ventilatorio. Estos cambios realizados juntos o por separado puede afectar el EtCO<sub>2</sub> así como el gradiente PaCO<sub>2</sub>-EtCO<sub>2</sub> (23).

## **2.4 Gases arteriales**

En México existe una gran diversidad geográfica con respecto a la altitud. Sin embargo, no se contaba con suficiente información acerca de los valores gasométricos normales a diferentes alturas sobre el nivel del mar, es por eso que en el año 2000 Juan Carlos Vázquez García y colaboradores realizaron un trabajo original en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, en el cual se

estimaron los valores de gases arteriales para las principales ciudades y sitios a mayor altura sobre el nivel del mar en México usando un modelo teórico previamente publicado (25).

Los cálculos se realizaron basándose en ecuaciones de regresión lineal para estimar los valores de PaCO<sub>2</sub> en exposición aguda a la altura (PaCO<sub>2</sub>= 37.78-0.908<sup>a</sup>, donde A es la altura en km) y en aclimatación (PaCO<sub>2</sub>= 38.3-2.5<sup>a</sup>). La PaO<sub>2</sub> se obtuvo usando una diferencia alveolo-arterial de 6 mmHg (promedio para sujetos jóvenes en México). Es así que en la Ciudad de México en pacientes con exposición aguda la PaCO<sub>2</sub> es de 35.7mmHg y en personas aclimatadas de 32.7mmHg y la PaO<sub>2</sub> de 62mmHg y 65.9mmHg respectivamente. Los valores para exposición aguda se refieren a personas que ascienden desde el nivel del mar a sitios de mayor altitud, mientras que los valores para aclimatados representan a residentes de muchos años en diferentes altitudes (25).

También se ha observado un aumento en el gradiente de presión arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>), presión espirada de CO<sub>2</sub> (EtCO<sub>2</sub>), con disminución del Ph (26). La absorción sistémica de CO<sub>2</sub> por el peritoneo se hace más evidente en los primeros 15 minutos de instaurada, en cambio al final del procedimiento quirúrgico cuando se revierte el neumoperitoneo se evidencia nuevamente un aumento de la absorción CO<sub>2</sub>. Para la medición de estas variaciones en el CO<sub>2</sub>, se utiliza la capnometría (22). Otros parámetros medibles y que se usan para determinar alteraciones ventilatorias durante el transanestésico son la presión pico, presión meseta y volumen minuto (27).

## **2.5 Factores asociados**

### **2.5.1 ASA**

El sistema de clasificación del estado físico de la American Society of Anesthesiologists (ASA-PS, por sus siglas en inglés), es el método de evaluación que más utiliza el anestesiólogo previo al procedimiento anestésico (28).

Es exclusivamente para valorar la condición física de los sujetos con patología quirúrgica antes de un procedimiento anestésico, no evalúa riesgo quirúrgico. Actualmente, consiste en seis categorías, donde la sexta corresponde al paciente con muerte cerebral y candidato a donación de órganos: ASA-PS I Paciente sano, ASA-PS II Paciente con enfermedad sistémica leve; ASA-PS III Paciente con enfermedad sistémica grave; ASA-PS IV Paciente con enfermedad sistémica grave que es una amenaza constante para la vida; ASA-PS V Paciente moribundo que no se espera que sobreviva en las siguientes 24 horas con o sin cirugía; ASA-PS VI Paciente declarado con muerte cerebral cuyos órganos serán removidos para donación (29).

### **2.5.2 Sobrepeso y obesidad**

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud.

El sobrepeso y obesidad en México son un problema creciente, que no se estanca, y se encuentra en zonas ricas, pobres, rurales y urbanas de nuestro país. El 70% de los mexicanos padece sobrepeso y casi una tercera parte sufre de obesidad, además, esta enfermedad se asocia principalmente con la diabetes y enfermedades cardiovasculares, pero también con trastornos óseos y musculares y algunos tipos de cáncer.

La forma más efectiva para conocer el grado de obesidad y sobrepeso en las personas es de acuerdo a su Índice de Masa Corporal (IMC), el cual es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. Se calcula dividiendo el peso de una persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ).

El IMC proporciona la medida más útil del sobrepeso y la obesidad en la población, pues es la misma para ambos sexos y para los adultos de todas las edades. Sin embargo, hay que considerarla como un valor aproximado porque puede no corresponderse con el mismo nivel de grosor en diferentes personas.

De acuerdo con criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), se considera que una persona tiene sobrepeso cuando su IMC está entre 25.0 y 29.9; se considera obesidad grado I cuando el IMC está entre 30.0 y 34.9; obesidad grado II cuando el IMC está entre 35.0 y 39.9, y obesidad grado III cuando el IMC es igual o mayor a 40 (30).

El paciente obeso tiene mayor posibilidad de desarrollar atelectasias y presentar mala oxigenación ya que su capacidad funcional residual (CFR) está disminuida; en decúbito supino y con efectos de anestesia general el volumen corriente es menor a la capacidad de cierre, que sumado al neumoperitoneo aumenta el desplazamiento cefálico del diafragma y disminuye más la CFR y la compliance pulmonar, aumentando la resistencia de la vía aérea (31).

Existen dificultades en el manejo ventilatorio en los pacientes durante la cirugía laparoscópica, debido a que el neumoperitoneo provoca múltiples alteraciones en el sistema respiratorio.

### **III. HIPÓTESIS**

Existe una correlación directa entre la presión parcial arterial y la presión espiratoria final del dióxido de carbono en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1 Objetivo General**

Establecer el coeficiente de correlación entre la presión parcial arterial y la presión espiratoria final del dióxido de carbono en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva procedentes del Hospital General “Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez”.

#### **4.2 Objetivos Específicos**

- Estimar los percentiles de presión parcial arterial y presión espiratoria final de dióxido de carbono en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva procedentes durante el mes de junio de 2018 en el Hospital General “Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez.
- Determinar un posible punto de corte para establecer un rango de diferencia que permita disminuir las complicaciones perioperatorias del paciente sometido a colecistectomía laparoscópica electiva.
- Determinar mediante gasometrías arteriales la presión parcial arterial del dióxido de carbono, en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva.
- Comparar la presión parcial arterial de dióxido de carbono y la presión espiratoria final del dióxido de carbono en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica electiva.

## **V. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **5.1 Tipo de estudio y diseño general**

Estudio de tipo descriptivo, observacional, longitudinal, prospectivo que permite cuantificar la proporción de individuos de una población que presenta una condición específica en un momento determinado.

### **5.2 Área de estudio**

Departamento de Cirugía y Anestesiología del Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez en meses de enero a junio del 2019.

### **5.3 Universo de estudio**

Pacientes mayores de 18 años que acudieron al Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez durante el primer semestre del 2019, provenientes de las áreas de hospitalización y consulta externa; a quienes se les realizó cirugía laparoscópica por patología biliar.

### **5.4 Unidad de análisis y observación**

La unidad de observación que se consideró fueron los pacientes que asistieron al Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez en los meses de enero a junio del 2019 con diagnóstico de colecistectomía laparoscópica electiva a someterse a cirugía con anestesia general que cumplieron los criterios de inclusión.

### **5.5 Criterios de inclusión**

Pacientes de 18 a 60 años, ASA I y II, ingresados por consulta externa con protocolo completo programados para Colecistectomía Laparoscópica manejados con anestesia general, que se les haya tomado gasometrías arteriales

### **5.6 Criterios de exclusión**

Pacientes menores de 18 años y mayores de 60, ASA III o más, embarazadas, con protocolo incompleto, inestabilidad hemodinámica, con patología cardíaca o pulmonar previa diagnosticada. Pacientes a los que se les haya realizado cirugía de Urgencia, Colecistectomía abierta o cirugía mayor a 3 horas. Pacientes sometidos a Colecistectomía Laparoscópica manejada con Bloqueo Neuroaxial.

### **5.7 Criterios de eliminación**

Pacientes que no cumplan los criterios de inclusión, cambio de técnica quirúrgica de laparoscópica a abierta y sangrado mayor al permisible (hematocrito por debajo del 30%)

## **5.8 Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de los datos**

La información fue obtenida a través de un los expedientes clínicos. Se utilizó una base de datos, en la cual se transcribieron los datos importantes: Nombre, RFC, edad, sexo, peso, talla, ASA, comorbilidades y la monitorización transoperatoria al inicio de la cirugía y a los 10 minutos del neumoperitoneo de los y las pacientes sometidos a cirugía laparoscópica en el Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez.

Los datos fueron recolectados por el médico tratante y residente a cargo de la sala en donde se realizó la intervención quirúrgica. Los participantes fueron capacitados en el llenado del formulario con la finalidad de verificar la adecuada aplicación de los protocolos anestésicos para reducir los sesgos interoperator.

La técnica anestésica utilizada fue anestesia general balanceada en todos los casos y quedó a elección del anesthesiólogo tratante el manejo. Los pacientes fueron ventilados con volumen corriente (VC) calculado a 6 cc/Kg, PEEP de 5 cmH<sub>2</sub>O y FiO<sub>2</sub> de 60%, sin exceder los 30cmH<sub>2</sub>O en la presión pico. La frecuencia respiratoria (FR) se fijó en 12 respiraciones por minuto y se modificó a menor o mayor número fin de mantener la normocapnia. La fluidoterapia intraoperatoria estuvo constituida por cristaloides.

El neumoperitoneo se estableció mediante insuflación de CO<sub>2</sub>, hasta alcanzar una presión intraabdominal mantenida entre 12-15mmHg.

Al finalizar la cirugía los pacientes fueron extubados en el quirófano, posteriormente trasladados a la unidad de cuidados postanestésicos, donde se les administró oxígeno suplementario con mascarilla facial. Se monitorizó la presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación de oxígeno y EtCO<sub>2</sub>. Estos controles se registraron al ingreso del paciente a quirófano, en la inducción, intubación, mantenimiento y final de la cirugía.

## **5.9 Operacionalización de las variables**

Ver anexo 1

## **5.10. Plan de análisis de los resultados**

La información se procesó a través del programa estadístico SPSS 22 versión libre. La presentación de la información se realizó en forma descriptiva de frecuencia y porcentaje, las medidas numéricas se presentaron en media y desviación estándar. estadísticos analíticos: Se realizó correlación de Pearson y Regresión lineal para asociar variables de salida tomando una p menor a 0.05 como significativa.



### **5.11 Consideraciones éticas**

El proyecto de investigación será llevado a cabo de acuerdo con la declaración de Helsinki en su última versión, con las Guías para la investigación clínica y epidemiológica del Consejo para Organizaciones Internacionales de Ciencias Médicas (Council for International Organizations of Medical Sciences o CIOMS por sus siglas en inglés), con el código de ética de la Asociación Médica mundial, con el Reporte Belmont, con las guías de Buenas Prácticas Clínicas y con la Ley Federal de protección de datos personales en posesión de los particulares y la Ley General de Salud, de acuerdo con los Artículos 16, 17 y 23 del CAPÍTULO I, TÍTULO SEGUNDO: De los Aspectos Éticos de la Investigación en Seres Humanos.

La presente investigación contemplará los principios Bioéticos de beneficencia; este estudio permitirá prevenir complicaciones para los pacientes. Principio de no maleficencia: en ningún caso se manipulará la información y no se le causará daño. Principio de justicia los datos del expediente serán tratados de igual forma sin distinción de ningún tipo y con confidencialidad, con base en las recomendaciones del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales INAI, en posesión de los particulares. Además, los nombres de los pacientes serán cambiados por un número de identificación; solo los investigadores del estudio, el Comité de Ética del Hospital y las agencias regulatorias nacionales (COFEPRIS) podrán tener acceso a la información completa. Los datos publicados en la tesis o artículo no lo identificarán de ninguna forma a los pacientes. Los involucrados en el estudio se comprometen a guardar en todo momento la confidencialidad de los datos.

## VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1 Características generales de la población

Se estudiaron 174 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica en un periodo de seis meses (enero a junio del 2019), de los cuales únicamente 77 pacientes cumplieron criterios de inclusión para el estudio.

La distribución de la población en estudio según sexo fue de 55 mujeres y 22 hombres, correspondientes al 71.4% y al 28.6% respectivamente [tabla 1].

Tabla 1

SEXO	Frecuencia	%
FEMENINO	55	71.4
MASCULINO	22	28.6
Total	77	100.0

**6.2 Características demográficas.** Respecto a la edad, el peso, la talla y el IMC la distribución fue la siguiente siendo el promedio de ellas de 45 años, 72 kilos, 1.59 m y un IMC de 28 [tabla 2].

Tabla 2

	N	Mínimo	Máximo	Media	Std. Deviation
EDAD	77	18	60	45.30	11.116
PESO	77	48	110	72.64	14.461
TALLA	77	1	2	1.59	.089
IMC	77	21	39	28.61	4.674

La distribución de acuerdo al ASA fue de 33 pacientes en ASA I y 44 pacientes en ASA II, que corresponde al 42.9% y 57.1% respectivamente [tabla 3].

Tabla 3

ASA	Frecuencia	%
I	33	42.9
II	44	57.1
Total	77	100.0

Del total de la población estudiada se encontraron diversas comorbilidades tales como Diabetes Mellitus, Hipertensión Arterial, la presencia de Hipercolesterolemia, Hipertiroidismo e Hipotiroidismo. De los cuales El 10 % fueron diabéticos [tabla 4], el 14% fueron hipertensos [tabla 5], el 20% presentaba hipercolesterolemia [tabla 6], el 3% tenía Hipotiroidismo [tabla 7], el 2% Hipertiroidismo [tabla 8] y el 1% Osteoporosis [tabla 9].

#### DM

	Frecuencia	%
No	67	87.0
Si	10	13.0
Total	77	100.0

Tabla 4

#### HAS

	Frecuencia	%
No	66	85.7
Si	11	14.3
Total	77	100.0

Tabla 5

### HIPERCOLESTEROLEMIA

	Frecuencia	%
No	61	79.2
Si	16	20.8
Total	77	100.0

Tabla 6

### HIPOTIROIDISMO

	Frecuencia	%
No	74	96.1
Si	3	3.9
Total	77	100.0

Tabla 7

### HIPERTIROIDISMO

	Frecuencia	%
No	75	97.4
Si	2	2.6
Total	77	100.0

Tabla 8

### OSTEOPOROSIS

	Frecuencia	%
No	76	98.7
Si	1	1.3
Total	77	100.0

Tabla 9

### 6.3 Correlacion SpO2-PaO2 y EtCO2-PaCO2 al inicio de la cirugía y a los 10 minutos del pneumoperitoneo.

La correlación de Pearson entre la SpO2 y PaO2 inicial y a los 10 minutos; así como la correlación entre la EtCO2 y la PaCO2 al inicio de la cirugía y a los 10 minutos del pneumoperitoneo mostró:

- PaO2 y la SpO2 ambas aumentaron en promedio después de los 10 minutos del procedimiento [tabla 10].

	N	Mínimo	Máximo	Media	Std. Deviation
PaO2	77	72	170	117.34	16.446
SpO2	77	89	100	98.01	2.320
PaO2 10MIN	77	105	196	150.09	19.707
SpO2 10MIN	77	94	100	99.00	1.214

Tabla 10

- PaCO2 y la ETCO2 al inicio son en promedio concordantes. Estos parámetros a los 10 minutos son diferentes en casi una unidad siendo mayor la PaCO2 [tabla 11].

	N	Mínimo	Máximo	Media	Std. Deviation
PaCO2	77	25	43	33.14	3.553
ETCO2	77	28	42	33.44	3.156
PaCO2 10MIN	77	29	48	36.73	4.986
ETCO2 10MIN	77	32	42	35.60	2.725

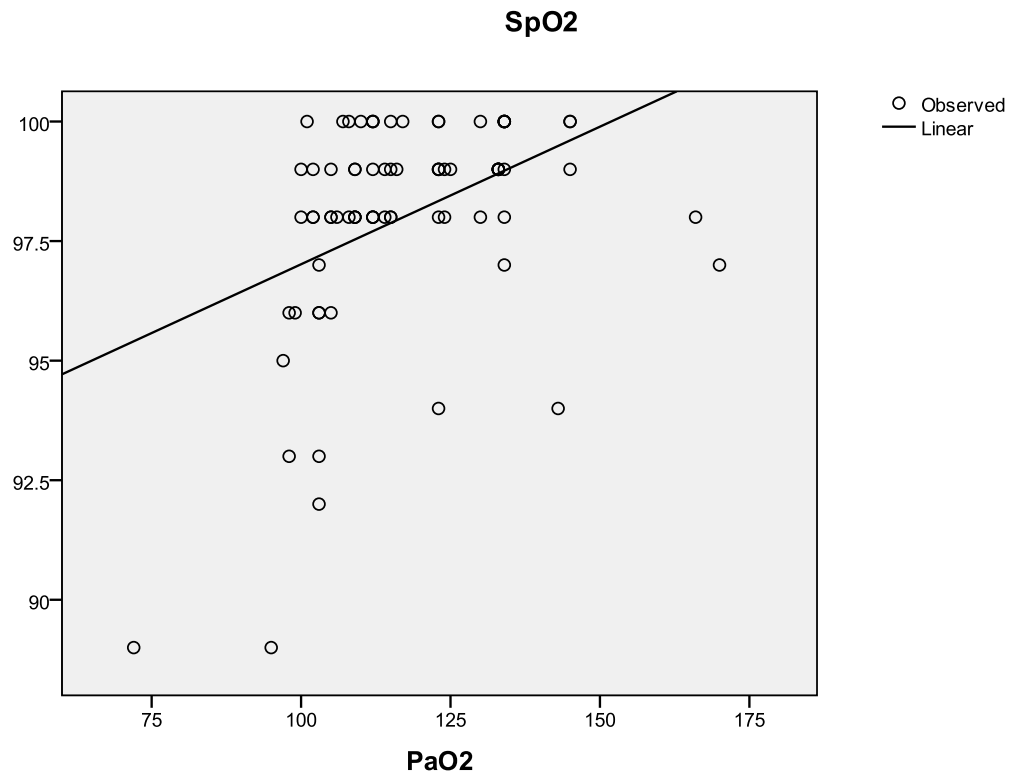
Tabla 11

La correlación de Pearson entre SpO2 y PaO2 inicial mostró una relación positiva entre ambos donde al aumentar una variable aumenta la otra; esto se explica en el 49 % de los casos ( $p=0.671$ ) [tabla 11, gráfica 1].

### Correlaciones

		SpO2	PaCO2
SpO2	Pearson Correlation	1	.049
	Sig. (2-tailed)		.671
	N	77	77
PaCO2	Pearson Correlation	.049	1
	Sig. (2-tailed)	.671	
	N	77	77

Tabla 11



Gráfica 1

La correlación de Pearson entre ETCO2 y PaCO2 inicial, mostró una relación positiva entre ambos donde al aumentar una variable aumenta la otra y se explica esa relación en el 54 % ( $p=0.000$ ) [tabla 11]

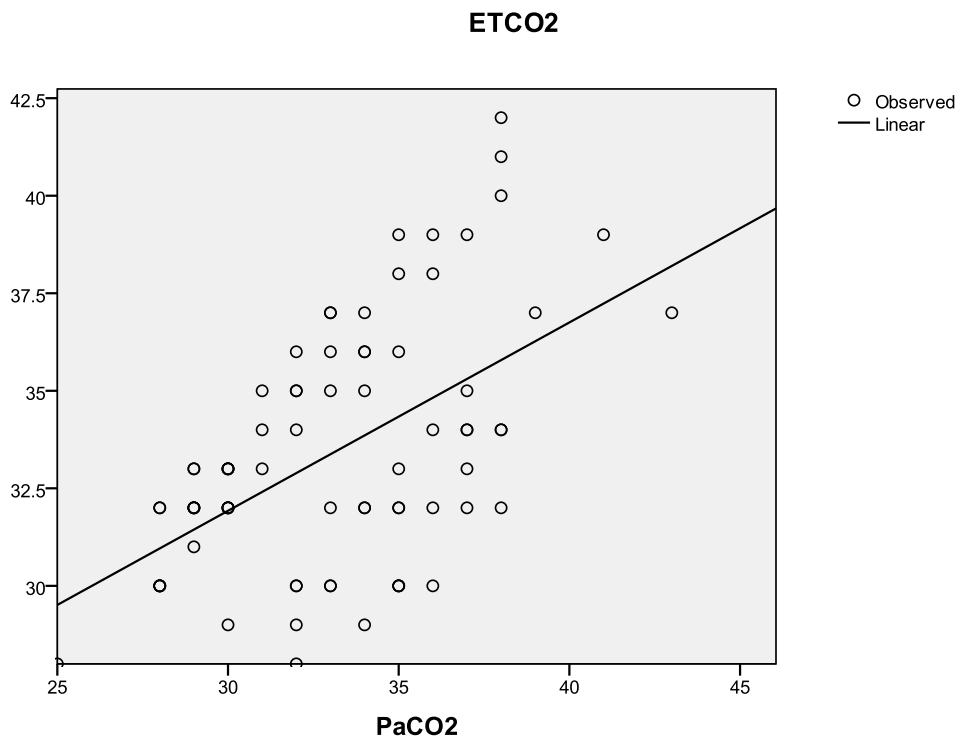
### Correlaciones

		ETCO2	PaCO2
ETCO2	Pearson Correlation	1	.543**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	77	77
PaCO2	Pearson Correlation	.543**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	77	77

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabla 11

La curva de regresión mostró concordancia entre variables hasta el valor de 35 mmHg, posterior a esta cifra es mayor la PaCO2 al ETCO2 [gráfica 2]



Gráfica 2

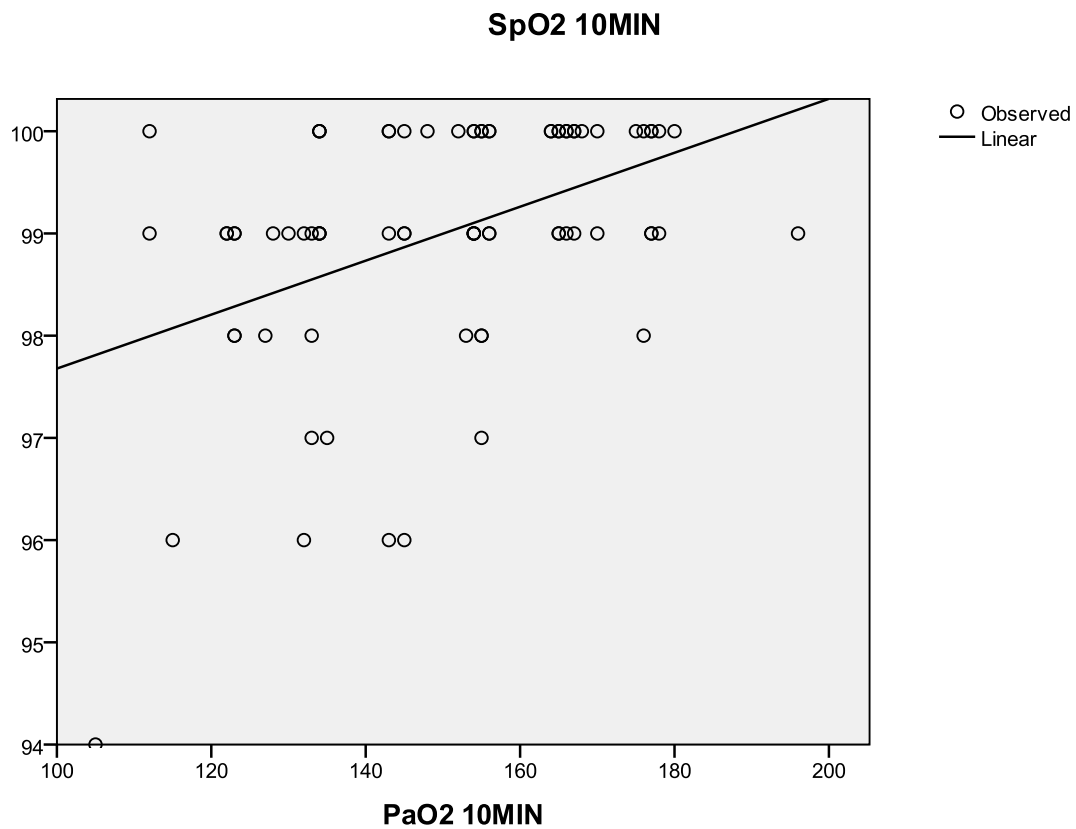
La correlación de Pearson entre SpO2 y PaO2 a los 10 minutos, mostró una relación positiva entre ambos donde al aumentar una variable aumenta la otra y se explica esa relación en el 42 % ( $p= 0.000$ ) [tabla 12, gráfica 3]

### Correlaciones

		PaO2 10MIN	SpO2 10MIN
PaO2 10MIN	Pearson Correlation	1	.428**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	77	77
SpO2 10MIN	Pearson Correlation	.428**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	77	77

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabla 12



Gráfica 3



La correlación de Pearson entre ETCO2 y PaCO2 a los 10 minutos mostró una relación positiva entre ambos donde al aumentar una variable aumenta la otra y se explica esa relación en el 62 % del estudio ( $p=0.000$ ) [tabla 13].

### Correlaciones

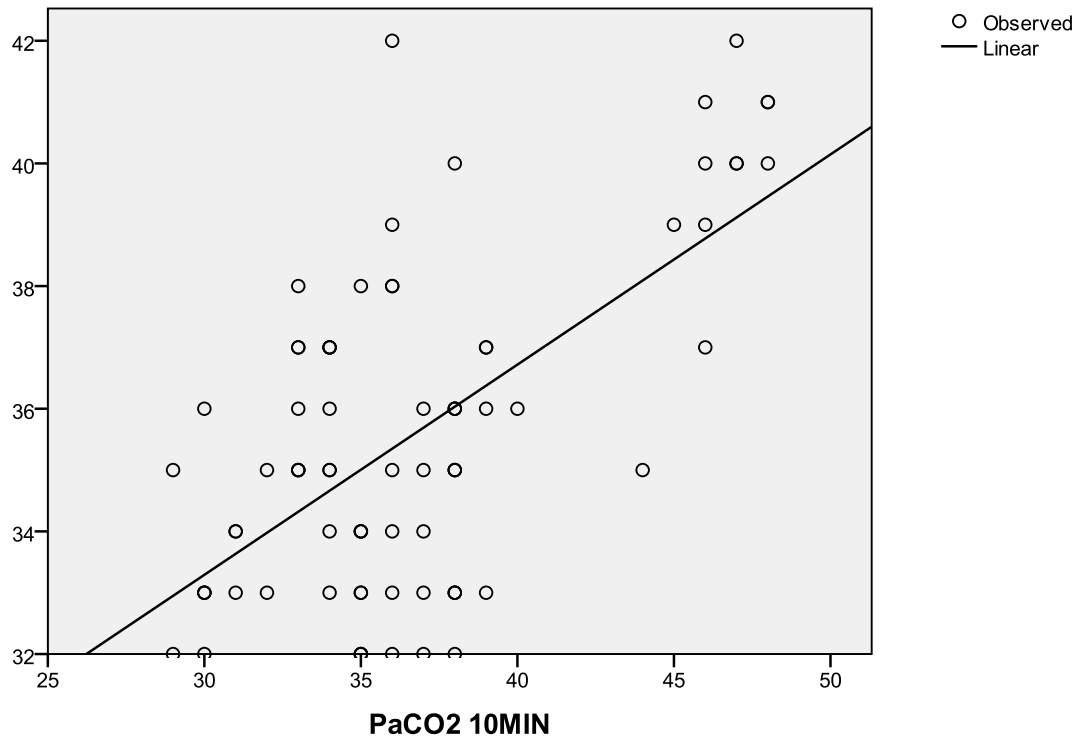
		PaCO2 10MIN	ETCO2 10MIN
PaCO2 10MIN	Pearson Correlation	1	.627**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	77	77
ETCO2 10MIN	Pearson Correlation	.627**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	77	77

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabla 13

La curva de regresión mostró concordancia entre variables hasta 35 mmHg, posterior a esta cifra es mayor la PaCO2 al ETCO2 [gráfica 4].

### ETCO2 10MIN



Gráfica 4

La hipercapnia fue la única complicación que se presentó en todo el estudio tanto en la correlación inicial como a los 10 minutos y esto después de los 35mmHg. Esta puede ser causada como lo vimos al inicio por aumento del metabolismo celular, una alteración de la relación ventilación/perfusión o debido a la absorción de dióxido de carbono desde la cavidad abdominal a partir del neumoperitoneo durante la cirugía. Las leyes de la física de los gases plantean que al aumentar la presión del gas aumenta su coeficiente de solubilidad y, por ende, aumenta la absorción hacia la sangre arterial. Por tanto, se infiere que el aumento de la presión intraabdominal por encima de 10mmHg favorece el aumento de concentraciones de CO<sub>2</sub> arterial.

## **VII. DISCUSIÓN**

El neumoperitoneo es sin duda alguna el factor causante de todas las modificaciones hemodinámicas y ventilatorias que aparecen en la intervención quirúrgica laparoscópica.

En este trabajo de investigación se estudiaron 77 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica durante el primer sexenio del año 2019 en el Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez; hasta ahorita, el primer trabajo epidemiológico llevado a cabo en esta Unidad, que reporta las correlaciones entre la PaCO<sub>2</sub> y el EtCO<sub>2</sub>.

En cuanto a los datos demográficos se evidenció que el sexo predominante fue el femenino con un 71.4%, la edad promedio fue de 45 años, de los cuales el 20% presentaba hipercolesterolemia tendencia similar a la revisión bibliográfica que hicieron Ceramides Lidia y colaboradores en el 2012.

Como se observó la PaCO<sub>2</sub> se eleva más que la EtCO<sub>2</sub>, lo que indica un aumento del espacio muerto pulmonar. Para mantener la PaCO<sub>2</sub> entre 32+- 2mmHg se deben ajustar continuamente tanto la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y se disminuye la presión intraabdominal.

## **VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La cirugía laparoscópica no siempre es inocua, por lo que en pacientes críticos se sugiere realizar la cirugía biliar abierta, limitando la cantidad de CO<sub>2</sub> insuflado a través de una disminución de la presión intraabdominal máxima alcanzada (10-12 mmHg), puesto que al momento de insuflación, en individuos sanos, las cavidades cardíacas no se dilatan, sin embargo en pacientes con patología cardíaca este puede ser un momento crítico. Se han descrito colapsos cardiovasculares severos que obligan a la inmediata descompresión abdominal.

Como se pudo observar el CO<sub>2</sub> insuflado es absorbido rápidamente y es lógico que su nivel sanguíneo se eleve y que aumente el CO<sub>2</sub> espirado, medido en el

capnógrafo, un monitor de gran utilidad en esta cirugía. En estas condiciones todo se soluciona aumentando la ventilación minuto en el ventilador mecánico, con lo que los niveles de CO<sub>2</sub> vuelven a la normalidad. La mantención de una normocarpnia puede ser particularmente difícil en pacientes con patología pulmonar o cardíaca. Es sencillo imaginar que las alteraciones descritas, normalmente fáciles de manejar, pueden provocar en estos enfermos una acidosis respiratoria progresiva por incapacidad de eliminar el CO<sub>2</sub>, o inestabilidad hemodinámica por disminuciones del retorno venoso, que alteran aún más la relación ventilación-perfusión. En todo caso la cirugía laparoscópica puede intentarse con una monitorización más invasiva como es la toma seriada de gasometrías arteriales, si esto fracasa, siempre existe la posibilidad de pasar a cirugía abierta.

En resumen, la cirugía laparoscópica biliar se realiza hoy día en forma rutinaria, con una escasa morbimortalidad y con una sorprendente evolución posoperatoria. Sin embargo, durante el procedimiento se producen alteraciones fisiopatológicas que pueden complicar seriamente la evolución de los pacientes, especialmente si presentan patología pulmonar o cardíaca previa. Las alteraciones respiratorias son cualitativamente iguales pero cuantitativamente menores que las que provoca la cirugía abierta, por lo que el intento de realizar la laparoscopia con un adecuado manejo y una monitorización se justifica ampliamente. Si se superan los problemas que el neumoperitoneo provoca durante el intraoperatorio, el paciente se beneficia, pues la evolución posoperatoria es mejor.

Es por ello que debemos tener presente los resultados encontrados en este estudio, los mismos que; a pesar que no en todos los casos se ajustan a la bibliografía revisada, sin embargo, poseen características propias que enriquecen los resultados al proveer la realidad en nuestro Hospital.

Por todo lo anterior propongo la monitorización a través de técnicas como la propuesta, no invasiva, la cual debería ser obligatoria en todos los pacientes y minuciosa en aquellos pacientes añosos, con reservas funcionales cardiovasculares limitadas.

Por último no está por demás informar a los anestesiólogos de esta Institución sobre la importancia de calcular la PaO<sub>2</sub> y así determinar la diferencia entre ésta y la EtCO<sub>2</sub>, para detectar de manera certera y temprana las alteraciones ventilatorias, modificar los parámetros ventilatorios y tomar medidas para disminuir las complicaciones asociadas a la ventilación mecánica.

## **IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Guevara Ó. De la colecistectomía a la hepatectomía. *Rev Colomb Cir.* 2017;32:12-21
2. García Ruiz A y cols. Historia de la cirugía laparoscópica. *Asociación Mexicana de Cirugía Endoscópica.* 2016;17(2): 93-106
3. Galloso G, Gilberto L. Consideraciones sobre la evolución histórica de la cirugía laparoscópica: colecistectomía. *Revista Médica Electrónica.* 2010;32(6).
4. Kelley WE Jr. The evolution of laparoscopy and the revolution in surgery in the decade of 1990s. *JLS* 2008;12:351-357.
5. Gonzáles Ruiz V, Marengo Correa CA, Chávez Gomes A y col. Colecistectomía laparoscópica: resultados de la experiencia del Hospital general de México a nueve años de implementada. *Rev Mex Cir Endosc.* 2012;3:71-3.
6. López HG y Castro GAM. Presión parcial de CO<sub>2</sub> arterial y espiratoria final de CO<sub>2</sub>. *Rev Med Hosp Gen Mex* 2000;63(1): 25-29.
7. Kenichi S, Ayako O, Miho K, Masahito S, Akiyoshi K, Shigeharu J. Evaluation of Differences between PaCO<sub>2</sub> and ETCO<sub>2</sub> by Age as Measured during General Anesthesia with Patients in a Supine Position. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Anesthesiology* 2015; 2-5.
8. Gómez-Ríos N, Rodríguez-Ortega F, Lozano-Corona R, León Victoria-Campos J, Negrete-Rivera M, Fernández-Rivera B. Cirugía bariátrica. Consideraciones anestésicas cardiopulmonares en bypass gástrico laparoscópico. *Rev Mex Anes.* 2016;39(1): 30-49.
9. Galizia G, Prizio G, Lieto E, Castellano P, Pelosio L, imperatore V, et al. Hemodynamic and pulmonary changes during open, carbon dioxide pneumoperitoneum and abdominal wall-lifting cholecystectomy. *Aprospective, randomized study. Surg Endosc.*2011;15(5):477–83.
10. Smith I. Anestesia para laparoscopia con énfasis en el procedimiento en pacientes externos. *Clín Anest NA.* 2011;1:19-37.
11. Gurusamy KS, Samraj K, Davidson BR. Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *Cochrane Database Syst rev.* 2009;(2):CD006930.
12. Leighton TA, Liu S, Bongard FS. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery.*2003;113: 527-31.
13. Albanese A, Albanese E. Mino J, Gomez E, Gomez M, Zandomeni M, Merlo A. Peritoneal surface area: measurements of 40 structures covered by peritoneum: correlation between total peritoneal surface area and the surface calculated by formulas. *SurgRadiol Anat.* 2012;31:369-77.

14. Jiang J DU, Pei-Wu PW Yu. Effect of different CO<sub>2</sub> pneumoperitoneum on IL-1 $\beta$  and IL-6 in abdominal cavity. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi.* 2012;15(8):834-36.
15. Henny CP, Hofland J. Laparoscopic surgery: pitfalls due to anesthesia, positioning, and pneumo peritoneum. *Surg Endosc.* 2015;19(9):1163–71.
16. Ott D. Reduced Peritoneal inflammation using wet gas compared to cold dry gas as measured by C-reactive protein and interleukin-6. *JLS.* 2013;7:S1.2.
17. Labrada Despaigne A. Repercusión fisiopatológica de la cirugía laparoscópica. *Anestesia en cirugía de mínimo acceso.* La Habana: Editorial Ciencias Médicas;2010: 8-17.
18. Joris JL, Chiche JD, Canivet JL, Jacquet NJ, Legros JJ, Lamy ML. Hemodynamic changes induced by laparoscopy and their endocrine correlates: effects of clonidine. *J Am Coll Cardiol.* 2008;32(5):1389–96.
19. Bickel A, Eitan A, Melnik D, Weiss A, Gavrieli N, Kniaz D, Intrator N. the use of pneumoperitoneum during laparoscopic surgery as a model to study pathophysiologic phenomena: the correlation of cardiac functionality with computerized acoustic indices--preliminary data. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2012;22(4):349-54.
20. Bickel A, Trossman A, Kukuev I, Eitan A. The effects of high-frequency jet ventilation (HFJV) on pneumoperitoneum-induced cardiovascular changes during laparoscopic surgery. *Surg Endosc.*2011;25(11):3518-25.
21. Kim EJ, Yoon H. [the effects of pneumoperitoneum on heart rate, mean arterial blood pressure and cardiac output of hypertensive patients during laparoscopic colectomy]. *J Korean Acad Nurs.*2010;40(3):433-41.
22. Chávez V y cols, Ventilación mecánica con y sin presión positiva. *An Med (Mex)* 2017;62 (4): 251-255.
23. Borg IR Mertens Zur, Lim A, Verbrugge SJ, Ijzermans JN, Klein J. Effect of intraabdominal pressure elevation and positioning on hemodynamic responses during carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic donor nephrectomy: a prospective controlled clinical study. *Surg Endosc.* 2014;18(6):919–23.
24. Kantorova I, Svoboda P, Ochmann J, Pestal M. Does insufflation of the abdomen in laparoscopic surgery affect acid-base and ventilatory parameter?. *Rozhol Chir.* 1999;78(7):332-36.
25. Vázquez J y cols. Valores gasométricos estimados para las principales poblaciones. *Rev Inst Nal Enf Resp Mex.* 2000;13(1):6-13.
26. 12. Pérez-Padilla JR, Vázquez GJC. Estimación de valores gasométricos a diferentes alturas sobre el nivel del mar. *Rev Inv Cli* 2000; 52:148-155
27. Pang CK, Yap J, Chen PP. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth intensive Care.*2013;31(2):176-80.

28. American Society of Anesthesiologists. ASA Physical Status Classification System. [Consultado 18 de marzo 2016] [On line] Available in: <http://www.asahq.org/clinical/physicalstatus.htm>.
29. López-Herranz GP y col. Variabilidad de la clasificación del estado físico de la Sociedad Americana de Anestesiólogos entre los anestesiólogos del Hospital General de México. Rev Mex Anest 2017;40(3):190-94.
30. M. J. Navarro Martínez et al. Tratamiento anestésico perioperatorio de 300 pacientes con obesidad mórbida sometidos a cirugía bariátrica laparoscópica. Rev Esp Anestesiol Reanim. 2011;58:211-21.
31. Maluenda F. Cirugía bariátrica. Rev Med Clin Condes 2012; 23(2) 180-188.
32. Carpió C, Santiago A, García de Lorenzo A, Álvarez-Sala R. Función pulmonar y obesidad. Nutr Hosp. 2014;30(5): 1054-1062.
33. Otano S y cols. Su relación con el Síndrome Metabólico y la Obesidad. Bioquímica y Patología Clínica. 2008;72(2): 335-40.

## X. ANEXOS

### 10.1 Anexo 1: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	INSTRUMENTO MEDICIÓN	ESCALA
EDAD	Cuantitativa universal	Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta el momento actual	Número de años cumplidos al momento de la aplicación del estudio	Cédula de recolección de datos	Razón 18-20 21-25 26-60
SEXO	Cualitativa universal	Diferencia de género	Diferencia de género: femenino o masculino	Cédula de recolección de datos	Nominal -Femenino -Masculino
IMC	Cuantitativa continua	Medida de asociación entre el peso y la talla de los individuos con el fin de clasificar el estado nutricional	Estimar la cantidad de grasa corporal y determinar si está dentro del rango normal	Kg/m <sup>2</sup>	Nominal Bajo peso <18.5 -Normal 18.5- 24.99 Sobrepeso 25- 29.99 Obesidad ≥30.00
ASA	Cuantitativa continua	Clasificación del estado físico del paciente de la American Society of Anesthesiologists	Facilita la recolección de datos estadísticos	I, II, III	Nominal -ASA I -ASA II -ASA III
SPO2	Cuantitativa continua	Porcentaje de saturación de oxígeno por la hemoglobina captado por el pulsioxímetro	Saturación de oxígeno en %	Porcentaje	Nominal > 95 % 90 – 95 % < 90%

PO2	Cuantitativa continua	Presión de Oxígeno en sangre arterial	Fracción de oxígeno disuelto en sangre	VN mayor a 65	Nominal
ETCO2	Cuantitativa continua	Cantidad de CO2 que abandona el alveolo al final la espiración	Fracción espirada indicada en el capnómetro	Valor de CO2	Nominal
PCO2	Cuantitativa continua	Presión de Dióxido de Carbono en sangre arterial	Fracción de dióxido de carbono disuelto en sangre	VN 32+-2	Nominal
Diabetes Mellitus	Cualitativa discreta		Diagnóstico de DM		SI/NO
Hipertensión Arterial	Cualitativa discreta		Diagnóstico de Hipertensión Arterial		SI/NO
Hipertiroidismo	Cualitativa discreta		Diagnóstico de Hipertiroidismo		SI/NO
Hipotiroidismo	Cualitativa discreta		Diagnóstico de Hipotiroidismo		SI/NO
Osteoporosis	Cualitativa discreta		Diagnóstico de Osteoporosis		SI/NO



## 10.2 Anexo 2: CRONOGRAMA

Actividades	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Revisión Bibliográfica	■	■	■	■	■	■
Elaboración de Protocolo	■	■	■	■	■	■
Aceptación de protocolo	■	■	■	■	■	■
Recolección de Datos	■	■	■	■	■	■
Análisis de datos	■	■	■	■	■	■
Reporte final	■	■	■	■	■	■

## 10.3 Anexo 3: RECURSOS

### 10.3.1 Recursos humanos

Directos: Dra. Diana Montserrat Téllez Peña Residente de tercer año del servicio de Anestesiología del Hospital General ISSSTE “Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez”. Investigador responsable: Diseño del estudio, recolección de datos, cálculo de la estadística. Dra. María Elena Martínez González. Adscrita al servicio de Anestesiología en el Hospital General ISSSTE “Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez”. Investigador asociado: Asesora de Tesis. Diseño y revisión del proyecto de investigación, análisis estadístico y generación del manuscrito para publicación. D en C Daniel López Hernández. Adscrito a la C.M.F. “Aragón” del ISSSTE. Director de Tesis: Diseño y revisión del proyecto de investigación, análisis estadístico y generación del manuscrito para publicación.

Indirectos: Médicos adscritos y residentes de Cirugía General: realización de Colectectomía Laparoscópica Electiva. Médicos adscritos y residentes de anestesiología: manejo anestésico, toma y recolección de gasometría arterial, recolección de datos de capnometría. Enfermeros quirúrgicos: ayuda a procesar gasometría arterial.

### 10.3.2 Recursos materiales

Recolección de datos: hojas papel bond, lápiz, pluma, equipo de cómputo, USB, hoja de registro

Toma de muestras: jeringas heparinizadas, Lidocaína 2, torundas, alcohol.

Análisis de estadístico: equipo de cómputo.

### **10.3.3. Recursos financieros**

El proyecto se realizó con apoyo de las autoridades del Hospital General Dr. Fernando Quiroz Gutiérrez considerando los requerimientos de información, en el caso de recursos financieros cada uno de los participantes hizo frente a los costos, cuando existió alguna deficiencia económica o falta de recursos económicos personales éstos fueron cubiertos por la Dra. Diana Montserrat Téllez Peña.