



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Medicina**



**FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES PARA LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
NÚMERO DE REGISTRO: 299.2017**

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

**ALTERACIONES ACIDO-BASICAS RELACIONADAS A NEUMOPERITONEO EN  
COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA.**

**PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN MEDICINA:  
ANESTESIOLOGÍA**

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

**DR. LÓPEZ TORRES CRISTIAN RICARDO  
DIRECTOR DE TESIS: DR. TORRES CARRILLO JUAN CARLOS**

**CIUDAD DE MÉXICO, AGOSTO 2017.**



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.

## AGRADECIMIENTOS

*“Cada vez que pienses que no puedes, te sientas cansado, sin ánimo, sin fuerza para continuar o mientras otros te impidan avanzar, piensa en lo que has querido desde el principio y cuál es tu meta, allí encontrarás la fuerza para continuar este arduo camino e ir por más, porque sólo tú eres el que pone los límites, nadie más”.*

Gracias Dios por ayudarme siempre, guiarme por esta senda sin perderme, rodearme de tantos seres queridos que terminaron siendo mis amigos, por siempre mandar una señal para seguir adelante en todos los aspectos y protegerme de la manera en que sólo tú lo haces, todo para siempre estar bien y cumplir mis metas

A ti Mamá, por ser mi inspiración y ejemplo de lucha en la vida, a ti que me enseñaste a nunca rendirme (y lo sigues haciendo) a las circunstancias que me depara la vida y siempre ver una manera de lograrlo: “porque todo tiene solución y manera para hacerlo”. Gracias por creer siempre en mí y en lo que puedo llegar a convertirme, por estar ahí en todos los aspectos echándome porras o dando consejos, por haber sido madre y padre al mismo tiempo, inculcarme de valores y grandes enseñanzas, quiero decirte que este logro no solo es mío sino también tuyo. ¡¡¡Te amo mi China!!!.

Mary, por ser un ejemplo a seguir, y por qué no, a vencer de la manera más sana posible, siempre pusiste la vara en alto. A ti, por enseñarme a pensar, razonar y siempre saber que puedo lograrlo con sólo poner un poco de esfuerzo; por protegerme de la manera en que lo haces, que hasta a mí me dejas impresionado, y por haberme regalado a esas dos pequeñas personitas que iluminan mi cara y me llenan de felicidad al verlos o escucharlos. ¡¡¡Gracias Pes!!!.

A ti mi Peque, a la persona que amo no solo con el corazón, sino también con la mente; por ser mi más grande amiga, confidente, aconsejadora, maestra, y mi complemento. Por apoyarme y creer siempre en mí, por estar siempre en las buenas y aún más en las malas, por compartir tu vida conmigo y caminar por el mismo rumbo formando una familia (una muy alegre), por nunca parar de reír, calmarme en esos momentos y darme fuerza para continuar siempre con un sabio consejo, por ayudarme a realizar todas mis metas en esta nueva etapa, por ver de otra manera el estudio y trabajo, por hacerme un mejor hombre, tanto personal como en el ámbito laboral. Porque sin tu ayuda y recordatorios hubiera sido más larga esta espera, por eso este logro es de los dos. ¡¡¡Te amo mi Peque hermosa!!!

¡¡¡Gooldooo, si se pudo!!! Por estarme cuidando desde allá arriba, por ser mi más grande y mejor amigo y enseñarme lo que es una verdadera amistad, por extender tu mano y creer en mí desde el primer día en que me conociste, apoyándome sin saber nada de mí ni pedir nada a cambio; ¡¡¡Siempre te recordaré con gran cariño hermanito!!!.

A todas las personas que me enseñaron y guiaron por el camino de la Anestesiología, en especial a la Dra. Yolanda Munguía Fajardo, al aceptarme en su servicio y ser parte de esta gran institución. Al Dr. Alfonso Trejo Martínez que siempre se mantuvo cerca de mí en todos los aspectos tanto académicos como de amistad y lo sigue haciendo, al Dr. Benjamín Estrada, Dr. Juan Carlos Ramírez y al Dr. Ernesto Gandarilla por ser un gran ejemplo a seguir y darme todos esos consejos y maneras de desarrollar este hermoso trabajo. Al Dr. José Luis Mosqueda por ser un gran profesor y amigo, porque aún en el poco tiempo que llevo de conocerlo me he dado cuenta de la gran persona que es, por estar ahí en todo momento y circunstancia, sin importar el motivo.

Y a todos los demás que han estado conmigo en este camino...

Gracias.

---

**DRA. AURA ARGENTINA ERAZO VALLE SOLÍS**  
SUBDIRECTORA DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE". ISSSTE

---

**DR. FERNANDO AGUILAR SILVA**  
PROFESOR TITULAR DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA

---

**DR. JUAN CARLOS TORRES CARRILLO**  
DIRECTOR DE TESIS  
MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE", ISSSTE

---

**DR. LÓPEZ TORRES CRISTIAN RICARDO**  
PRESENTADOR DE TESIS  
MÉDICO RESIDENTE DE ANESTESIOLOGÍA  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE", ISSSTE

**ALTERACIONES ACIDO-BASICAS RELACIONADAS A NEUMOPERITONEO EN  
COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA.**

<b>INDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
SECCIÓN	
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. MARCO TEORICO	3
4. MATERIAL Y METODOS	8
5. RESULTADOS	10
6. ANALISIS	16
7. CONCLUSIONES	17
8. BIBLIOGRAFIA	18
9. ANEXOS	20

## 1. RESUMEN

Objetivos: Determinar las alteraciones ácido básicas en pacientes sometidos a colecistectomías laparoscópicas.

Material y métodos: 32 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. Realizando toma de muestras de sangre arterial para estudio gasométrico en diferentes tiempos durante el perioperatorio.

Resultados: se obtuvieron cambios gasométricos, siendo los del pH los más considerables, disminuyendo desde el inicio hasta el final del tiempo quirúrgico, y aumentando en el tiempo posquirúrgico, acompañado de aumento del pCO<sub>2</sub> durante todo el procedimiento y disminución del HCO<sub>3</sub> hasta 2 unidades a comparación de la toma basal, el cual siempre presentó valores por debajo de parámetros normales.

Conclusiones: durante la colecistectomía laparoscópica se presentan alteraciones ácido básicas relacionadas a neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>, viéndose reflejados en la disminución de los valores de pH, HCO<sub>3</sub>, y EB, con aumento en los valores de pCO<sub>2</sub> desde el inicio de la insuflación de la cavidad abdominal con CO<sub>2</sub>. Con esto se demuestra que el mantenimiento del CO<sub>2</sub> intraperitoneal, tiempo de exposición a este, la posición de anti Trendelenburg y la reducción de la ventilación mecánica por aumento de la presión intraperitoneal son los causantes de las alteraciones en los parámetros de pH, HCO<sub>3</sub> y EB, principalmente, a los cuales se les debe dar seguimiento hasta el término de la cirugía; también se observó la recuperación espontánea del equilibrio ácido-base al retirar la insuflación intraperitoneal con CO<sub>2</sub>, sin ser necesaria la corrección de las alteraciones ácido básicas, no observando complicaciones neurológicas, hemodinámicas o ventilatorias en el postoperatorio inmediato del paciente.



## 2. ABSTRACT

Objectives: determine the basic acid alterations in patients undergoing laparoscopic cholecystectomies.

Material and Methods: Thirty-two patients underwent elective laparoscopic cholecystectomy, between 18 and 60 years of age, who underwent elective laparoscopic cholecystectomy, excluding patients with Pneumopathy, Cardiopathy, Renal Pathology, Obesity grade III and above, Surgery greater than 3 hours, ASA III and beyond, patients younger than 18 years and over 60 years. Performing sampling of arterial blood for gasometric study at different times during the perioperative period.

Results: gasometric changes were obtained, the pH being the most significant, decreasing from the beginning to the end of the surgical time, and increasing in the postoperative time, accompanied by increase of pCO<sub>2</sub> throughout the procedure and decrease of HCO<sub>3</sub> up to 2 units. A Comparison of the baseline intake, which always presented values below normal parameters.

Conclusions: During laparoscopic cholecystectomy, there are basic acid alterations related to pneumoperitoneum with CO<sub>2</sub>, being reflected in the decrease in pH, HCO<sub>3</sub>, and EB, with an increase in pCO<sub>2</sub> values from the onset of abdominal cavity insufflation with CO<sub>2</sub>. This demonstrates that the maintenance of intraperitoneal CO<sub>2</sub>, time of exposure to it, the position of anti-Trendelenburg and the reduction of mechanical ventilation by increase of intraperitoneal pressure are the cause of alterations in pH, HCO<sub>3</sub> and EB parameters. Mainly, to whom they should be followed up until the end of the surgery; Spontaneous recovery of the acid-base balance was also observed when intraperitoneal insufflation with CO<sub>2</sub> was removed, without correction of the basic acid alterations, not observing neurological, hemodynamic or ventilatory complications in the immediate postoperative.

### 3. MARCO TEORICO

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. Es un método reciente, teniendo técnicas quirúrgicas laparoscópicas aún en controversia, siendo un punto de debate el neumoperitoneo, escogiendo el 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.(1,2)

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.(3,4,5,6) 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.(7,8,9,10)

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. No hay disponible en la literatura información importante sobre las repercusiones gasométricas y metabólicas en el paciente sometido a altas presiones intraperitoneales transitorias.(11) La insuflación de CO<sub>2</sub> en la cavidad abdominal y el aumento de la presión intraabdominal provocada por el neumoperitoneo son factores que influyen de manera particular en la función pulmonar del paciente (12,13). Se ha demostrado que durante la laparoscopia se produce una disminución de la complacencia (compliance) pulmonar, 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(16,17). 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>

(PETCO<sub>2</sub>), con disminución del pH. Existe también un aumento de la presión pico y la presión meseta, que posteriormente se estabilizarán.

La absorción del CO<sub>2</sub> por el peritoneo al momento de insuflar la cavidad abdominal, se estabiliza después de los primeros 10 minutos de haber aumentado la presión intrabdominal. La presión que ejerce el neumoperitoneo sobre los capilares peritoneales actúa como un mecanismo protector, impidiendo la absorción de CO<sub>2</sub> a través de éste. Al final del procedimiento, cuando disminuye la presión intrabdominal por la salida del CO<sub>2</sub>, vamos a encontrar una mayor frecuencia de absorción de CO<sub>2</sub> que puede ser registrada mediante la capnografía. La rápida absorción del CO<sub>2</sub> en la circulación sistémica de la cavidad peritoneal durante la laparoscopia, resulta en aumento de la PaCO<sub>2</sub> y disminución del pH arterial. La absorción potencial de cantidades significativas de CO<sub>2</sub> durante los procedimientos laparoscópicos hace imperativo el monitoreo del CO<sub>2</sub> espirado transoperatorio, así como las determinaciones seriadas de gasometrías arteriales. Cuando no se logra el control de la hipercapnia (mayor de 60 mm Hg), a pesar de instituir las medidas terapéuticas indicadas (hiperventilación y ajuste del VC), se evoluciona a acidosis respiratoria, que predispone a la aparición de arritmias cardíacas, vasodilatación y depresión miocárdica. En estas condiciones, es necesaria la interrupción inmediata del neumoperitoneo y convertir el procedimiento laparoscópico a cirugía abierta, las alteraciones posquirúrgicas inmediatas con CO<sub>2</sub> elevado producen en el paciente taquipnea, tensión arterial alta, taquicardia, somnolencia, fatiga, espasmos musculares y excitabilidad(18,19).

La cirugía laparoscópica por si misma trae como consecuencia alteraciones en la ventilación, ya sea en la mecánica ventilatoria o por adición de CO<sub>2</sub> externo necesario para la insuflación y visión intraabdominal.

Así mismo, con este trabajo se pretende saber cuáles son las principales alteraciones ácido básicas, para así poder ofrecer un mejor manejo anestésico hacia el paciente, para beneficiar de esta manera su recuperación.

El uso de la cirugía laparoscópica o mínimamente invasiva se ha incrementado en las últimas dos décadas. Ésta ha llegado a ser empleada de forma rutinaria en patologías quirúrgicas frecuentes, tanto en la población pediátrica, como en la población adulta (19).

La razón del creciente empleo de estas técnicas en la práctica clínica diaria se debe a las ventajas que éstas presentan en relación con la reducción del dolor postoperatorio, la pronta y confortable recuperación, y por tanto, la menor estancia hospitalaria. Es por esto que la comunidad científica ha desarrollado instrumentos para complementar y facilitar la realización de este tipo de cirugías, disminuyendo así las complicaciones atribuibles al error humano, con el cual se han obtenido excelentes resultados (20).

Los procedimientos endoscópicos se iniciaron en 1805 cuando Bozzani realizó una exploración de uretra mediante un tubo sencillo y la luz de una vela. En América, Ruddock efectuó la primera laparoscopia en 1933 y en Europa, este procedimiento se empleó en los años cincuenta. Sin embargo, en Estados Unidos apareció hasta 1970.

Al investigador Kurt Semm se le considera “el padre de la laparoscopia moderna”.

La cirugía laparoscópica ginecológica se inició en 1962 con la fulguración de las trompas de Falopio realizada por Palmer. En la actualidad, este procedimiento es de gran utilidad para el cirujano, particularmente en el campo de la patología gastrointestinal. (21)

Los antecedentes sobre el neumoperitoneo (aire en la cavidad peritoneal) se remontan al año de 1890, cuando se utilizó para el tratamiento de la ascitis tuberculosa. George Kelling, en 1901, en Dresden, Alemania, realizó por primera vez la visualización telescópica de la cavidad abdominal en un perro, con la utilización de un citoscopio y aire filtrado a través de un algodón. Jacobaeus, en Estocolmo, hizo la primera laparoscopia con neumoperitoneo en humanos en 1910. Fue Zollikofer quien usó dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 1924 para la insuflación peritoneal.(22) El establecimiento de una adecuada separación de la pared abdominal de los órganos intraabdominales es primordial para una cirugía laparoscópica adecuada. En la actualidad, los cirujanos laparoscopistas utilizan la aguja de Veress para la insuflación de la cavidad peritoneal con modernos insufladores que regulan el flujo, volumen y presión intraabdominal (PIA) del CO<sub>2</sub>, que no debe pasar de 15 mm Hg en cirugía de abdomen superior. No obstante, la creación del capnoperitoneo (CO<sub>2</sub> en la cavidad peritoneal), que se inicia desde la colocación de la aguja de Veress, puede dar lugar a múltiples complicaciones.

La cirugía laparoscópica se considera como un procedimiento seguro. Una revisión de más de

200,000 laparoscopias sugiere que las complicaciones serias que se producen durante las intervenciones quirúrgicas se pueden esperar en uno de 660 casos y una defunción por cada 2,000 casos.

En el hospital regional de Alta Especialidad de Oaxaca en el año 2013, con un total de 386 pacientes, se evaluó la morbimortalidad en la cirugía de colecistectomía laparoscópica con técnica de tres puertos, obteniendo mortalidad global de 0.3%. (35)

En una serie europea, se reporta una tasa de morbilidad de 0.38% en histerectomías laparoscópicas. A nivel mundial, a través de los años, diversos autores refieren las tasas de morbimortalidad por diversas causas en un gran número de casos.(23, 32)

Algunos autores (24), han mostrado una disminución del pH en PIP de 15 mmHg en los primeros 30 min, con posterior disminución gradual de esos valores. Ese resultado fue similar al encontrado en una investigación realizada por Octavio Hypolito y cols (25), en presiones intraperitoneales mayores (20 mmHg) y menores (12 mmHg). Las alteraciones encontradas en la presente investigación no presentaron significado clínico, pero los cambios a nivel gasométrico se detectaron a partir de los primeros 30 minutos de neumoperitoneo.

El uso de la cirugía laparoscópica o mínimamente invasiva se ha incrementado en las últimas dos décadas. Ésta ha llegado a ser empleada de forma rutinaria en patologías quirúrgicas frecuentes, tanto en la población pediátrica, como en la población adulta (19).

La razón del creciente empleo de estas técnicas en la práctica clínica diaria se debe a las ventajas que éstas presentan en relación con la reducción del dolor postoperatorio, la pronta y confortable recuperación, y por tanto, la menor estancia hospitalaria. Es por esto que la comunidad científica ha desarrollado instrumentos para complementar y facilitar la realización de este tipo de cirugías, disminuyendo así las complicaciones atribuibles al error humano, con el cual se han obtenido excelentes resultados (20).

Los procedimientos endoscópicos se iniciaron en 1805 cuando Bozzani realizó una exploración de uretra mediante un tubo sencillo y la luz de una vela. En América, Ruddock efectuó la primera laparoscopia en 1933 y en Europa, este procedimiento se empleó en los años cincuenta. Sin embargo, en Estados Unidos apareció hasta 1970.

Al investigador Kurt Semm se le considera “el padre de la laparoscopia moderna”.

La cirugía laparoscópica ginecológica se inició en 1962 con la fulguración de las trompas de Falopio realizada por Palmer. En la actualidad, este procedimiento es de gran utilidad para el cirujano, particularmente en el campo de la patología gastrointestinal. (21)

Los antecedentes sobre el neumoperitoneo (aire en la cavidad peritoneal) se remontan al año de 1890, cuando se utilizó para el tratamiento de la ascitis tuberculosa. George Kelling, en 1901, en Dresden, Alemania, realizó por primera vez la visualización telescópica de la cavidad abdominal en un perro, con la utilización de un citoscopio y aire filtrado a través de un algodón. Jacobaeus, en Estocolmo, hizo la primera laparoscopia con neumoperitoneo en humanos en 1910. Fue Zollikofer quien usó dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 1924 para la insuflación peritoneal.(22) El establecimiento de una adecuada separación de la pared abdominal de los órganos intraabdominales es primordial para una cirugía laparoscópica adecuada. En la actualidad, los cirujanos laparoscopistas utilizan la aguja de Veress para la insuflación de la cavidad peritoneal con modernos insufladores que regulan el flujo,

volumen y presión intraabdominal (PIA) del CO<sub>2</sub>, que no debe pasar de 15 mm Hg en cirugía de abdomen superior. No obstante, la creación del capnoperitoneo (CO<sub>2</sub> en la cavidad peritoneal), que se inicia desde la colocación de la aguja de Veress, puede dar lugar a múltiples complicaciones.

La cirugía laparoscópica se considera como un procedimiento seguro. Una revisión de más de

200,000 laparoscopias sugiere que las complicaciones serias que se producen durante las intervenciones quirúrgicas se pueden esperar en uno de 660 casos y una defunción por cada 2,000 casos.

En el hospital regional de Alta Especialidad de Oaxaca en el año 2013, con un total de 386 pacientes, se evaluó la morbimortalidad en la cirugía de colecistectomía laparoscópica con técnica de tres puertos, obteniendo mortalidad global de 0.3%. (35)

En una serie europea, se reporta una tasa de morbilidad de 0.38% en histerectomías laparoscópicas. A nivel mundial, a través de los años, diversos autores refieren las tasas de morbimortalidad por diversas causas en un gran número de casos. (23, 32)

Algunos autores (24), han mostrado una disminución del pH en PIP de 15 mmHg en los primeros 30 min, con posterior disminución gradual de esos valores. Ese resultado fue similar al encontrado en una investigación realizada por Octavio Hypolito y cols (25), en presiones intraperitoneales mayores (20 mmHg) y menores (12 mmHg). Las alteraciones encontradas en la presente investigación no presentaron significado clínico, pero los cambios a nivel gasométrico se detectaron a partir de los primeros 30 minutos de neumoperitoneo.

La insuflación de CO<sub>2</sub> en el abdomen no es benigna. El volumen pulmonar disminuye, la presión arterial media (PAM) aumenta mientras el índice cardíaco se reduce y la absorción de CO<sub>2</sub> provoca hipercapnia y una reducción concomitante del pH de la sangre. Cualquiera de esas alteraciones puede conducir al trastorno cardiorrespiratorio súbito. Además, la lesión no intencional de los vasos puede originar una hemorragia masiva o embolia por CO<sub>2</sub>, lo que exige una reanimación rápida. La capnometría de rutina debe ser usada en todos los casos de laparoscopia, porque permite evaluar la adecuación de la ventilación mecánica.

A pesar de ser esta cirugía denominada mínimamente invasiva, ha demostrado tener grandes repercusiones a nivel fisiológico. En la colecistectomía laparoscópica se han descrito numerosas alteraciones ventilatorias y acido

básicas, como lo son el desajuste en la relación ventilación-perfusión, la disminución de la capacidad residual funcional, disminución de la capacidad vital, disminución de la compliance pulmonar, incremento de la presión pico de la vía aérea, congestión pulmonar y edema, hipercapnia y acidosis respiratoria (19,20).

#### **4. MATERIAL Y METODOS**

Se trata de un estudio observacional, descriptivo, prospectivo, longitudinal en el cual se determinaron las alteraciones ácido básicas durante la cirugía de colecistectomía laparoscópica, con el uso de gasometrías arteriales; en un periodo comprendido de Mayo a Agosto del 2017.

Se realizó la visita pre anestésica el día previo a la intervención quirúrgica, durante la cual se llevó a cabo el examen físico y psicológico de rutina, se evaluaron los antecedentes patológicos de importancia, datos antropométricos del paciente y exámenes paraclínicos. También se le explicó al paciente detalladamente los procedimientos que le serán realizados en el intra y postoperatorio y sus riesgos, a fin de consentir por escrito su participación en este estudio. Luego en el área de quirófanos previa infiltración con anestésico local, 1 cc de mezcla de lidocaína 1% posteriormente previa infiltración con la misma cantidad de la mezcla anestésica local se realizó la punción arterial con punzocath calibre 20 la cual se mantuvo permeable con solución salina al 0.9% 250 ml, 1000 UI de heparina y 100 mg de lidocaína simple, tomándose la primer gasometría sanguínea arterial (tiempo 0).

A continuación se monitorizó con electrocardiograma, pulsioxímetro y presión arterial no invasiva, y se procedió al registro de las variables hemodinámicas y gasométricas con ventilación espontánea a aire ambiente . La técnica anestésica utilizada fue anestesia general balanceada, con inducción vía endovenosa con fentanil 3 mcg/Kg, propofol 1 mg/Kg y cisatracurio 0.150 mcg/Kg; una vez transcurrido el tiempo de latencia de dichos fármacos, se realizó intubación orotraqueal con laringoscopio Welch Alyn con hojas MacIntosh números 3 ó 4 según fuera el caso, una vez intubado el paciente se conectó el tubo orotraqueal a sistema circular semicerrado con reabsorción parcial de CO<sub>2</sub>, marca Drager Fabius, ajustándose un flujo de 2.5 lts/min y realizando el mantenimiento anestésico con sevofluorane de 1 a 3 VOL%, administración fraccionada de fentanilo. Se midió el CO<sub>2</sub> teleespirado con el monitor antes mencionado y se ventiló al paciente con modo tipo volumen y se realizó la toma de gasometría (tiempo 1).

Los pacientes fueron ventilados con volumen corriente (Vc) calculado a 8 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.

A continuación con el paciente en decúbito supino, el equipo quirúrgico realizó la colocación de los trócares y la insuflación del neumoperitoneo con CO<sub>2</sub>, el cual no superó los 15 mmHg; posterior a esto se colocó al paciente en posición de Trendelenburg invertido a 35°, a los 30 minutos de ser establecido el neumoperitoneo, se realizó nueva toma de las variables gasométricas (tiempo 2). La toma de gasometrías se realizó cada 30 minutos posterior a la insuflación con neumoperitoneo, Al finalizar la cirugía, el paciente se colocó nuevamente en posición inicial (decúbito dorsal) en la cual se retiró el neumoperitoneo y se procedió al cierre por planos de las incisiones de la cavidad. Al finalizar todo el procedimiento el paciente se extubó y trasladó a la sala de cuidados postanestésicos en donde 60 minutos después de retirar el neumoperitoneo se realizó el último control de variables gasométricas (tiempo 5). Se mantuvo al paciente en esta área hasta su total recuperación anestésica. Se retiró el punzocath de arteria radial, una vez obtenida la última muestra sanguínea y se vendó dicha extremidad. Los datos obtenidos fueron registrados en un instrumento de recolección diseñado para tal fin.



## 5. RESULTADOS

Se estudió a un total de 32 pacientes, de los cuales el promedio de edad fue de 45.59 años y un IMC de 29.22 kg/M2 (Cuadro 1).

*CUADRO 1. EDAD E IMC (KG/M2)*

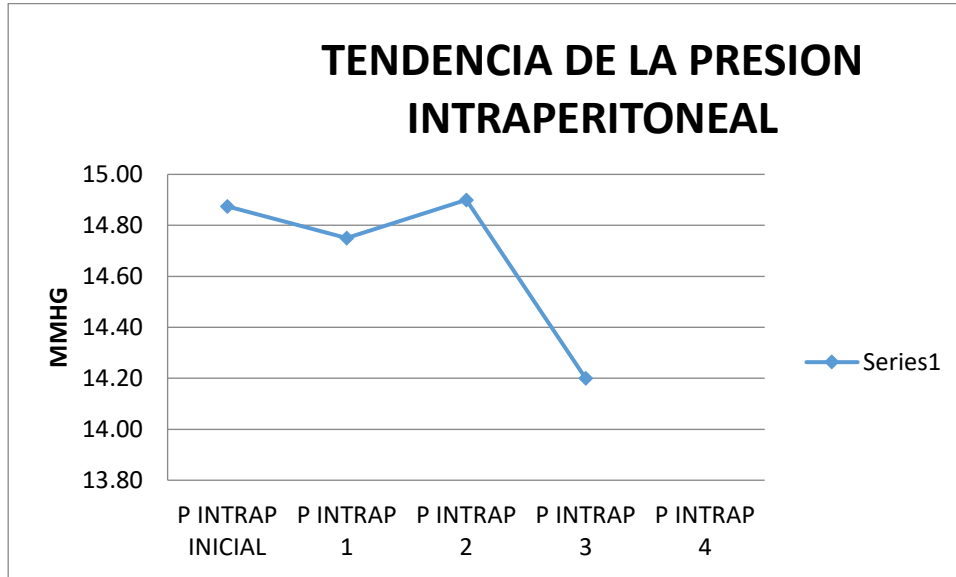
	N	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	STD. DEVIATION
<i>EDAD</i>	32	28	58	45.59	8.929
<i>PESO</i>	32	65	94	80.13	7.832
<i>TALLA</i>	32	1.58	1.77	1.6575	.05559
<i>IMC</i>	32	23.0300	35.5999	29.227784	3.1376742
<i>Valid N (listwise)</i>	32				

Las tendencias de la presión intraperitoneal insuflado con CO2 fue mantenerse durante el tiempo inicial, tiempo 1 y tiempo 2, reduciéndose a partir del tiempo 3; cabe mencionar que estas siempre se mantuvieron entre valores menores a 15 mmHg, no desatando grandes cambios hemodinámicos (Cuadro 2, Gráfica 1).

*CUADRO 2. TENDENCIA DE LA PRESIÓN INTRAPERITOONEAL*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
<i>P INTRAP 0</i>	32	12	20	14.88	1.897
<i>P INTRAP 1</i>	32	13	20	14.75	1.626
<i>P INTRAP 2</i>	30	13	18	14.90	1.398
<i>P INTRAP 3</i>	20	13	15	14.20	.616
<i>P INTRAP 4</i>	0				
<i>Valid N (listwise)</i>	0				

GRÁFICA 1. TENDENCIA DE LA PRESIÓN INTRAPERITONEAL.

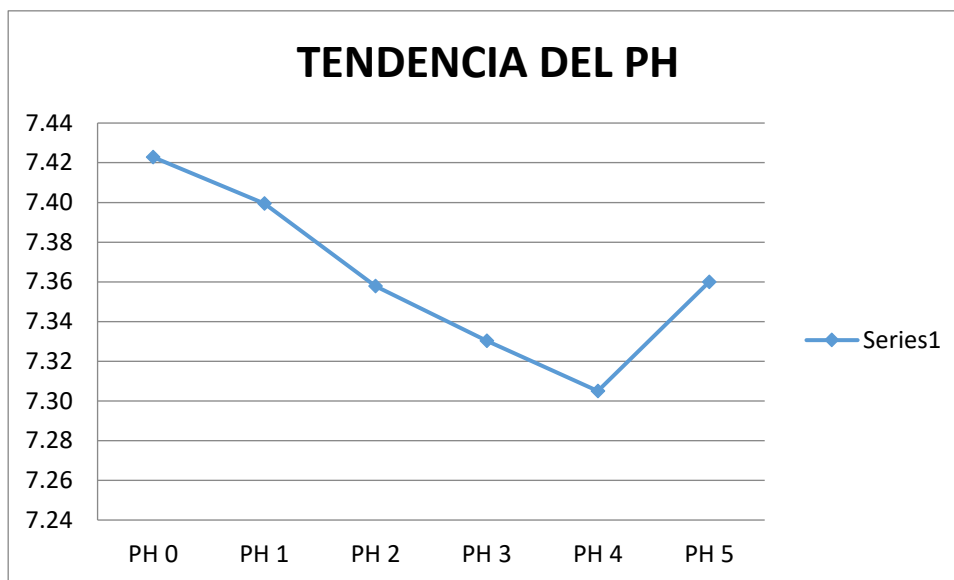


El pH tiene una tendencia a reducir del tiempo 1 hasta el tiempo 4 de manera progresiva por debajo de valores normales (7.35) a partir del tiempo 3, en el tiempo 3 y 4 se mantienen por debajo de valores normales, aumentando en el tiempo 5 (Cuadro 3, Gráfica 2).

CUADRO 3. TENDENCIA DE LA PRESIÓN INTRAPERITONEAL

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PH 0	32	7	8	7.42	.045
PH 1	32	7	8	7.40	.061
PH 2	32	7	7	7.36	.046
PH 3	31	7	7	7.33	.047
PH 4	20	7	7	7.31	.060
PH 5	32	7	8	7.36	.059
Valid N (listwise)	20				

GRÁFICA 2. TENDENCIA DEL PH.

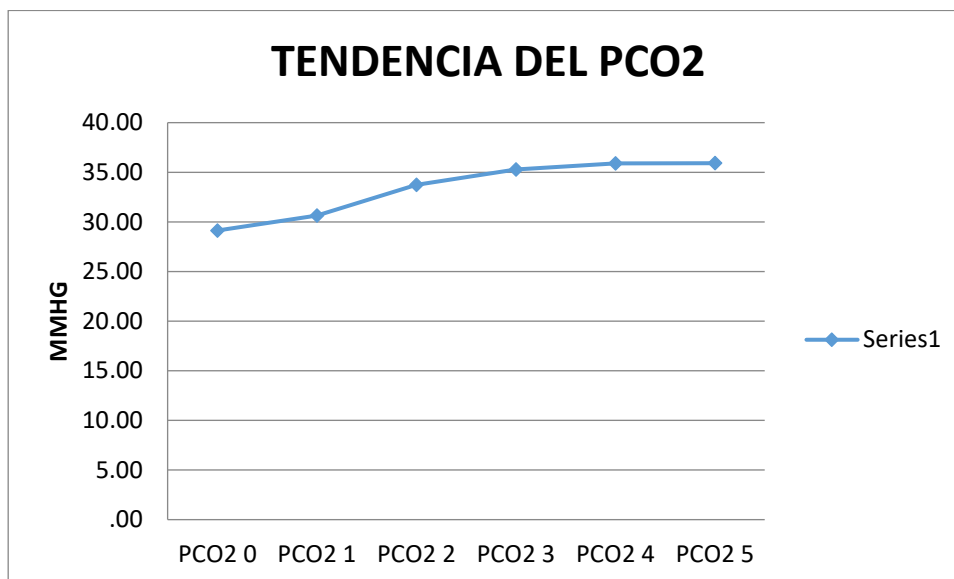


El pCO<sub>2</sub> presentó tendencia a aumentar, siempre manteniéndose dentro de parámetros normales durante la insuflación intraperitoneal y posterior a este (Cuadro 4, Gráfica 3).

CUADRO 4. TENDENCIA DEL PCO<sub>2</sub>.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
PCO <sub>2</sub> 0	32	18	36	29.13	3.989
PCO <sub>2</sub> 1	32	22	37	30.64	3.730
PCO <sub>2</sub> 2	32	25	44	33.73	3.929
PCO <sub>2</sub> 3	31	29	42	35.30	2.897
PCO <sub>2</sub> 4	20	29	52	35.89	5.624
PCO <sub>2</sub> 5	32	33	40	35.91	1.498
Valid N (listwise)	20				

GRÁFICA 3. TENDENCIA DEL PCO2.

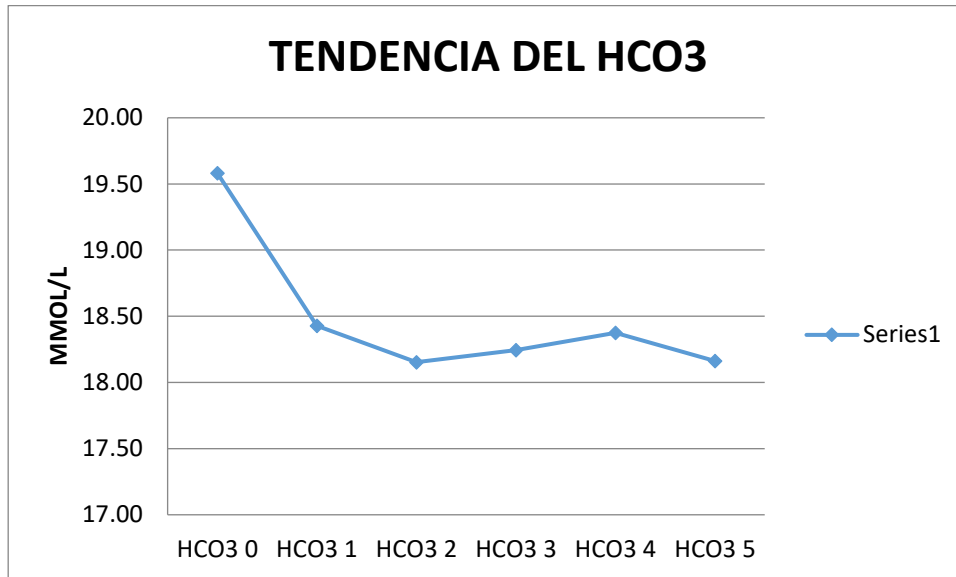


La tendencia del HCO<sub>3</sub> fue disminuir hasta en 2 unidades, desde su medición basal antes de insuflar la cavidad abdominal con CO<sub>2</sub>, hasta posterior a terminar el procedimiento quirúrgico; cabe mencionar que se mantuvo desde el inicio por debajo de parámetros normales (Cuadro 5, Gráfica 4).

CUADRO 5. TENDENCIA DEL HCO3.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
HCO3 0	32	16	30	19.58	2.510
HCO3 1	32	15	23	18.43	1.705
HCO3 2	32	15	25	18.15	2.047
HCO3 3	31	14	25	18.25	2.501
HCO3 4	20	16	24	18.38	2.029
HCO3 5	32	16	24	18.16	1.945
Valid N (listwise)	20				

GRÁFICA 4. TENDENCIA DEL HCO3.

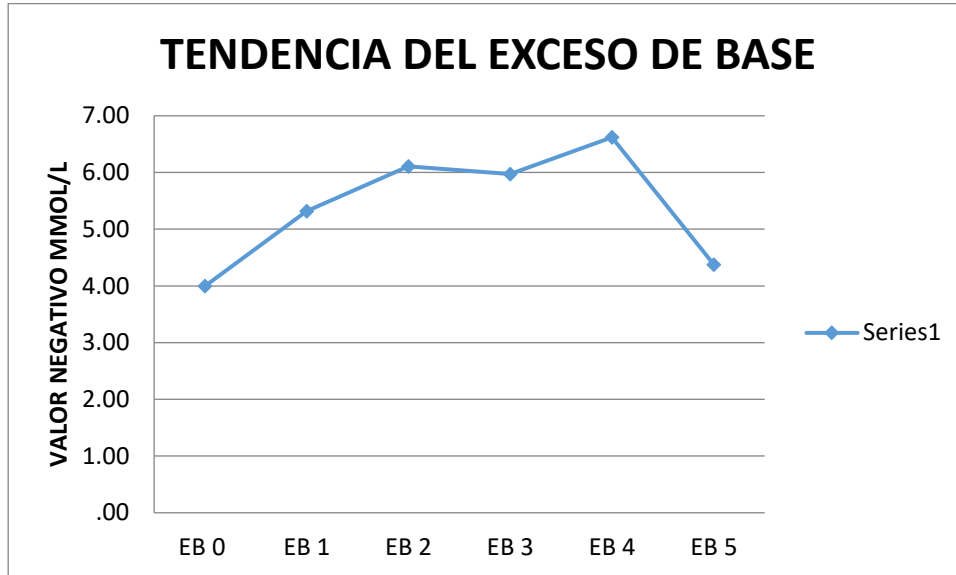


La tendencia del Exceso de Base (EB), aumenta en negatividad desde el basal hasta el tiempo 4, llegando al tiempo 5 a corregirse (Cuadro 6, Gráfica 5).

CUADRO 6. TENDENCIA DEL EB.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
EB 0	32	0	8	4.00	1.792
EB 1	32	1	10	5.32	2.123
EB 2	32	2	9	6.11	1.970
EB 3	31	0	10	5.97	2.450
EB 4	20	2	11	6.62	3.017
EB 5	32	0	10	4.38	3.051
Valid N (listwise)	20				

GRÁFICA 5. TENDENCIA DEL EXCESO DE BASE.

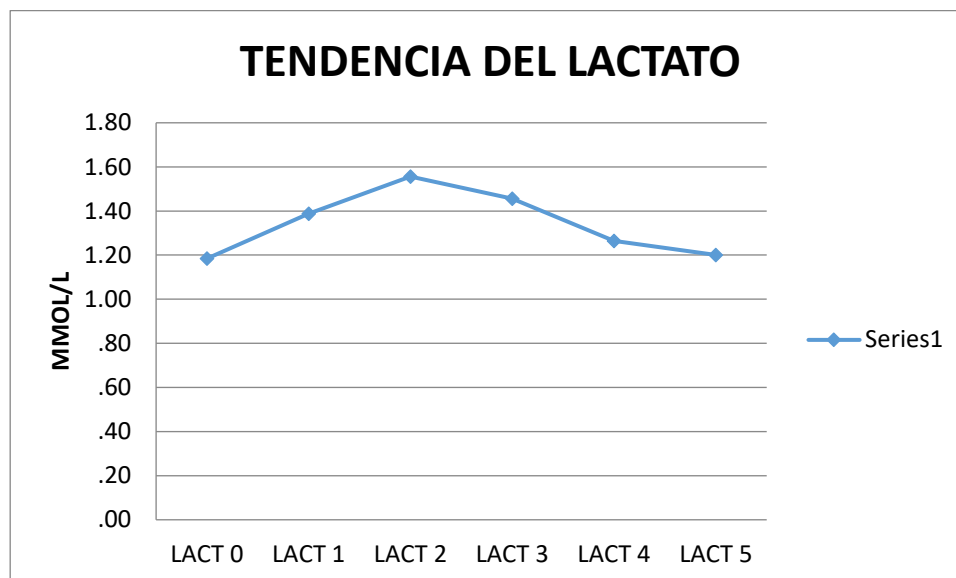


El comportamiento en cuanto a lactato fue tender a aumentar desde el tiempo basal hasta el tiempo 2, comenzando a descender desde el tiempo 3 hasta el tiempo 5; siempre mostrándose dentro de parámetros normales (Cuadro 7, Gráfica 6).

CUADRO 7. TENDENCIA DEL LACTATO.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
LACT 0	32	1	2	1.18	.445
LACT 1	32	1	3	1.39	.484
LACT 2	32	1	3	1.56	.678
LACT 3	31	1	3	1.46	.628
LACT 4	20	0	3	1.27	.710
LACT 5	32	1	3	1.20	.617
Valid N (listwise)	20				

GRÁFICA 6. TENDENCIA DEL LACTATO.



## 6. ANALISIS

En este estudio fueron analizadas las alteraciones gasométricas en colecistectomías laparoscópicas. Fueron utilizados los anestésicos midazolam como ansiolítico, fentanilo como opioide, propofol como inductor, cisatracurio como relajante muscular y sevoflurano como halogenado; y que estos fármacos mantenían los parámetros cardiopulmonares más estables.

Los parámetros ventilatorios iniciales fueron el flujo constante de aire, la fracción de oxígeno inspirado de 80%, presión positiva espirada final de 3 cmH<sub>2</sub>O, volumen corriente de 8 cc/Kg, frecuencia respiratoria de 12 respiraciones por minuto, relación inspiración/espiración de 1:2 y ciclado a volumen, con la intención de promover un volumen-minuto adecuado para compensar la exposición del paciente al aumento de la PIP con CO<sub>2</sub>.

Se observó que los pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica desarrollaron acidosis metabólica; con relación al pCO<sub>2</sub> ocurrió un aumento de este desde el inicio de la insuflación de la cavidad abdominal hasta el término de la misma, siempre estando dentro de parámetros normales; con relación al HCO<sub>3</sub> desde el inicio los pacientes presentaron valores basales por debajo de parámetros normales, con disminución de los mismos durante el procedimiento quirúrgico, manteniéndose así hasta el periodo de recuperación. Demostrando un consumo significativo de

HCO<sub>3</sub> para mantener la homeostasis del pH y atenuar la acidosis metabólica por secundaria a la disminución de la irrigación de los órganos esplácnicos secundarios a la insuflación peritoneal con CO<sub>2</sub> y por la absorción de este al sistema circulatorio.

## **7. CONCLUSIONES**

Existen alteraciones ácido básicas, demostrando en los parámetros gasométricos una acidosis metabólica, con el descenso del pH y del HCO<sub>3</sub>; aunque se insufla la cavidad peritoneal con CO<sub>2</sub> (mismo que es absorbido por el organismo) para realizar el procedimiento laparoscópico, sus cifras gasométricas aumentan constantemente durante todo el procedimiento pero nunca por encima de valores normales. Con esto se demuestra que el neumoperitoneo con CO<sub>2</sub> en cirugía laparoscópica y tiempo de exposición al mismo producen alteraciones acidosis metabólica, con disminución del pH y HCO<sub>3</sub> y aumento del CO<sub>2</sub>, teniendo una recuperación del equilibrio ácido básico al término de la insuflación peritoneal con CO<sub>2</sub>, sin ser necesaria la corrección de las alteraciones, y sin observarse complicaciones en el postoperatorio inmediato del paciente.



## 8. BIBLIOGRAFIA

1. 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):834-6.
2. Ott D. Reduced Peritoneal inflammation using wet gas compared to cold dry gas as measured by C-reactive protein and interleukin-6. *JLS*. 2003;7:S1.2.
3. Henny CP, Hofland J. Laparoscopic surgery: pitfalls due to anesthesia, positioning, and pneumo peritoneum. *Surg Endosc*. 2005;19(9):1163–71.
4. Leighton TA, Liu S, Bongard FS. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery*. 1993;113:527-31.
5. 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. *Surg Radiol Anat*. 2009;31:369-77.
6. Ott DE. Desertification of the peritoneum by thin-film evaporation during laparoscopy. *JLS*. 2003;7:189-95.
7. Sammour T, Kahokehr A, Hill A. Meta-analysis of the effect of warm humidified insufflation on pain after laparoscopy. *Br J Surg*. 2008;95:950-6.
8. Binda M, Molinas C, Hansen P, Koninckx P. Effect of desiccation and temperature during laparoscopy on adhesion formation in mice. *Fertil Steril*. 2006;86:166-75.
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. A prospective, randomized study. *Surg Endosc*. 2001;15(5):477–83.
10. 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*. 1998;32(5):1389–96.
11. 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*. 2004;18(6):919–23.
12. Gurusamy KS, Samraj K, Davidson BR. Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;(2):CD006930.

13. Pang CK, Yap J, Chen PP. The effect of an alveolar recruitment strategy on oxygenation during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesth intensive Care*.2003;31(2):176-80.
14. 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*. 2002;3:71-3.
15. Smith I. Anestesia para laparoscopia con énfasis en el procedimiento en pacientes externos. *Clín Anest NA*. 2011;1:19-37.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. González G, Garza A. Anestesia para cirugía laparoscópica en el paciente pediátrico. *Anest Mex* 2006;18(1):69-74.
20. Irvine M, Patil V. Anaesthesia for robot-assisted laparoscopic surgery. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain* 2009;9:125-129.
21. Baltayian S. A brief review: anesthesia for robotic laparoscopic. *J Robotic Surg* 2008;2:59-66.
22. Mozer P, Troccaz J, Stoianovici D. Urologic robots and future directions. *Curr Opin Urol* 2009;19:114-119.
23. Rigdon J. Robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *AORN Journal* 2006; 84:759-770.
24. Fischer B, Engel N, Jean-Luc F, Hubert J. Complications of robotic assisted radical prostatectomy. *World J Urol* 2008;26:595-602.
25. Kelley WE Jr. The evolution of laparoscopy and the revolution in surgery in the decade of 1990s. *JSLs* 2008;12:351-357.

## 9. ANEXOS

### CARTA DE CONSENTIMIENTO BAJO INFORMACION PARA PARTICIPAR EN UN ESTUDIO DE INVESTIGACION EN SALUD.

**NOMBRE DEL ESTUDIO:** ALTERACIONES ACIDO-BASICAS RELACIONADAS A NEUMOPERITONEO EN COLECISTECTOMIA LAPAROSCOPICA.

Lugar y fecha. México D.F; a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2017.

Por favor tome todo el tiempo que sea necesario para leer este documento, pregunte al investigador sobre cualquier duda que tenga; para decidir si participa o no, deberá tener el conocimiento suficiente acerca de los beneficios y riesgos del presente estudio de investigación.

Estimado señor: \_\_\_\_\_, se le invita a participar en el estudio arriba mencionado, cuyo objetivo será describir las alteraciones en componentes de su sangre arterial, que se pueden presentar en el tipo de cirugía que se le realizará. Lo anterior con la finalidad de: conocer si existe una relación entre la cirugía y las alteraciones que se pueden presentar en su sangre. Su participación en el estudio consiste en: permitir utilizar los datos que arroje su muestra para analizar si existen cambios asociados con la cirugía. La toma de muestras será obtenida por el Dr. Juan Carlos Torres Carrillo o por el Dr. Cristian Ricardo López Torres; la cantidad de la muestra en cada toma, será de 0.5 mililitros de sangre arterial, esta cantidad no crea repercusiones hemodinámicas para su cirugía; para este procedimiento quirúrgico, en el quirófano, con previa infiltración de anestésico local, 1 cc de mezcla de lidocaína 1% se realizará la canalización de la arteria radial con punzocath calibre 20, y se tomará la primera muestra sanguínea arterial (tiempo 0), al establecerse el modo ventilatorio se tomará la segunda muestra (tiempo 1). A continuación se cambiara de posición, a los 30 minutos de ser establecido el neumoperitoneo, se realizará nueva toma muestra (tiempo 2) y así sucesivamente cada 30 minutos hasta terminar la cirugía (tiempo 3,4,etc.) y 30 minutos posterior a insuflación de neumoperitoneo.

**BENEFICIOS:** Seguridad durante el procedimiento anestésico - quirúrgico y manejo temprano de sus complicaciones en caso de presentarlas.

RIESGOS: puede presentar dolor en el sitio de la toma de muestra, formación de hematoma (“moretón”), infección en el sitio de punción. En caso de presentar alguna de las complicaciones se dará manejo inmediato, como lo es vendaje de su mano.

DISPONIBILIDAD DE TRATAMIENTO MEDICO Y/O INDEMINIZACIÓN EN SU CASO: Debido a los riesgos que este estudio pudiera implicar, los investigadores y el ISSSTE, nos comprometemos a proporcionar el tratamiento a cualquiera de los efectos adversos que pudieran presentarse en su caso en particular.

PARTICIPACIÓN: Su participación es VOLUNTARIA, usted puede decidir libremente participar o no, esto no afectará su derecho para recibir atención médica, si participa, puede retirarse del estudio en el momento en que lo desee sin que esto influya sobre el tratamiento habitual que le ofrece el hospital para su enfermedad de base.

MANEJO DE LA INFORMACION. .En la recolección de datos personales se siguen todos los principios que marca la ley en el artículo número 6: Licitud, calidad, consentimiento, información, finalidad, lealtad, proporcionalidad y responsabilidad. Se han implementado las medidas de seguridad, técnicas, administrativas y físicas necesarias para proteger sus datos personales y evitar daño, pérdida, alteración, acceso o tratamiento no autorizado. Su nombre no será usado en ninguno de los estudios, las muestras biológicas obtenidas, no contendrán ninguna información personal y se codificarán con un número de serie para evitar cualquier posibilidad de identificación. Los códigos que identifican su muestra o información estarán solo disponibles a los investigadores titulares quienes están obligados por ley a no divulgar su identidad.

Usted podrá tener acceso a la información sobre este estudio en caso de solicitarlo.

PARTICIPANTE. Confirmando haber recibido información suficiente y clara sobre el estudio propuesto, doy mi autorización para ser incluido en este proyecto de investigación, reservándome el derecho de abandonarlo en cualquier momento si así lo decido.

---

Nombre y firma del Participante o Representante legal.

Parentesco: \_\_\_\_\_

---

Domicilio.

TESTIGOS:

\_\_\_\_\_

(1) Nombre y firma

(2) Nombre y firma

Parentesco: \_\_\_\_\_ Parentesco: \_\_\_\_\_

Domicilio. \_\_\_\_\_ Domicilio \_\_\_\_\_

INVESTIGADOR O MÉDICO QUE INFORMA: Dr. Cristian Ricardo López Torres.

Le he explicado al paciente \_\_\_\_\_, la naturaleza y los propósitos de la investigación, así como los riesgos y beneficios que implica su participación. He dado respuesta a todas sus dudas, y le he preguntado si ha comprendido la información proporcionada, con la finalidad de que pueda decidir libremente participar o no en este estudio. Acepto que he leído, conozco y me apegó a la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos, que pondré el bienestar y la seguridad de los pacientes sujetos de investigación, por encima de cualquier otro objetivo.

INVESTIGADOR RESPONSABLE

Dr. Juan Carlos Torres Carrillo

**Nombre y firma**

Teléfono de contacto: 52-00-50-03 Ext. 14355, 14354

El documento se expide por duplicado, entregando una copia al participante.

**Dra. Zoé Gloria Sondón García**  
**Presidente del Comité de Ética**