



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO.....
E INVESTIGACIÓN**



**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES PARA LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"
NÚMERO DE REGISTRO: 333.2016**

SE PRESENTA LA TESIS DE POSGRADO TITULADA:

**ALTERACIONES GASOMÉTRICAS RELACIONADAS A
NEUMOPERITONEO PROLONGADO EN CIRUGÍA
LAPAROSCOPICA GINECOLÓGICA**

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

P R E S E N T A:

**DR. GABRIEL APOLO ACO MIRANDA
DIRECTOR DE TESIS: DR. JOSÉ LUIS MOSQUEDA VARGAS**

CIUDAD DE MÉXICO, JULIO DE 2016.



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.

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

DR. JOSÉ LUIS MOSQUEDA VARGAS
DIRECTOR DE TESIS
MÉDICO ADSCRITO DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL “20 DE NOVIEMBRE”, ISSSTE

DR. GABRIEL APOLO ACO MIRANDA
PRESENTADOR DE TESIS
MÉDICO RESIDENTE DE ANESTESIOLOGÍA
CENTRO MÉDICO NACIONAL “20 DE NOVIEMBRE”, ISSSTE

SECCIÓN	PÁGINA
1. RESUMEN	5
2. ANTECEDENTES	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. HIPÓTESIS	7
6. OBJETIVOS	7
7. METODOLOGÍA	7
8. IMPLICACIONES ÉTICAS	7
9. RESULTADOS	8
10. DISCUSIÓN	18
11. CONCLUSIONES	20
12. BIBLIOGRAFÍA	21

AGRADECIMIENTOS

Eternamente agradecido con el Dr. José Luis Mosqueda Vargas, profesor, amigo, quien ha influido sobremanera en mi formación como anesthesiólogo, aventurándose conmigo incondicionalmente para la realización de esta tesis, la cual sin su apoyo no hubiera sido posible. Mi respeto y admiración para usted Dr.

Gracias a ti, my sweet august-septiembre! por existir, por ser una motivación en mí, por enseñarme a ver más allá, por hacerme descubrir lo que es amar sinceramente, y que para esto, no existió una regla de tiempo para lograrlo; por la felicidad que llegué a sentir, y a la vez, experimentar uno de los peores dolores en mi vida; por tender tu mano cuando más lo necesité, por darme la oportunidad de tener un espacio en tu mundo, por convertirte en el amor de mi vida, por enseñarme a vivir el momento y disfrutarte sin pensar en el mañana; y por hacer esto posible, que representa el cierre de un capítulo de mi historia, pero que quedará como un buen recuerdo que no dejaré de leer. Confío que en otra vida estaré a tu lado y tendremos esa familia con 2 hijos. Te amo con el alma.

Mil gracias por todo.

Gracias a mis padres Άγγελος Άκώ y Gabriela Miranda por respetar mis decisiones y dejarme ser...

Gracias a mis amigos Julio Torres, Areli Miranda, Cristian López, Esteban Reyes, Erika Luna, quienes estuvieron en todo momento, apoyando mis locuras e impulsando mis convicciones, formando así, mi otra familia.

Gracias a la Dra. Yolanda Munguía Fajardo por elegirme como residente y hacer posible que formará parte de este gran Centro Médico Nacional "20 de noviembre".

Gracias a mis profesores, en especial a: Dr. José Luis Mosqueda, Dr. Benjamín Estrada, Dr. Juan Carlos Ramírez, Dr. Alfonso Trejo, Dra. Rosa Jarero, Dra. Laura Martínez, Dra. Jenny Pérez, Dra. Josefina Altamirano, Dr. Martín Castillo, Dr. Ernesto Gandarilla, Dr. Josué Sánchez, porque sus enseñanzas en quirófano y para la vida fueron fundamentales para lograr que hoy trate de hacer lo mejor posible el arte de la Anestesiología.

1. RESUMEN

Objetivos: Describir y determinar cuáles son las principales alteraciones gasométricas relacionadas a neumoperitoneo prolongado.

Material y métodos: 31 mujeres fueron estudiadas, entre 34 y 63 años de edad, ASA I - III, sometidas a cirugía laparoscópica ginecológica, excluyendo a pacientes con patología respiratoria, patología renal, ASA IV-VI, eliminando a una paciente del estudio por cambio de técnica quirúrgica de cirugía laparoscópica a cirugía abierta y por presentar sangrado mayor a permisible. Realizando toma de muestras de sangre arterial para estudio gasométrico, tomado control inmediato posterior a la inducción anestésica e iniciada ventilación mecánica y cada hora posterior al inicio del neumoperitoneo.

Resultados: Se obtuvieron cambios gasométricos hasta la cuarta hora de neumoperitoneo con cambios considerables durante este período, con presión intraperitoneal promedio de 14 mmHg, dichos cambios se presentaron principalmente en pH, con diferencia estadística de $P < 0.001$; PCO_2 , con diferencia estadística de $P < 0.002$; HCO_3 , con diferencia estadística de $P < 0.009$; EB, con diferencia estadística de $P < 0.001$ y lactato, con diferencia estadística de $P < 0.003$. Todo lo anterior en comparación con la gasometría basal de control resultando estadísticamente significativo.

Conclusiones: La presión intraperitoneal alta (14-20 mmHg) y el neumoperitoneo prolongado, son los causantes de las alteraciones de pH, HCO_3 , lactato y de la BE sin repercusiones clínicas para la paciente posterior al procedimiento quirúrgico.

2. ANTECEDENTES

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.⁴¹ Sin embargo, en Estados Unidos apareció hasta 1970. Al alemán 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.³²

Los antecedentes sobre el neumoperitoneo 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 bióxido de carbono (CO₂) en 1924 para la insuflación peritoneal.³⁵ 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 CO₂, que no debe pasar de 15 mm Hg en cirugía de abdomen superior. No obstante, la creación del capnoperitoneo (CO₂ en la cavidad peritoneal), que se inicia desde la colocación de la aguja de Veress, puede dar lugar a múltiples complicaciones.³⁷

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 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.^{33, 39.} Algunos autores^{44,} 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^{47,} en presiones intraperitoneales mayores (20 mmHg) y menores (12 mmHg). Las alteraciones encontradas en aquella investigación no presentaron significado clínico, pero los cambios a nivel gasométrico se detectaron a partir de los primeros 30 minutos de neumoperitoneo.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al aumento de procedimientos laparoscópicos en este Centro Médico Nacional “20 de noviembre”, en pacientes con patologías ginecológicas, los tiempos quirúrgicos prolongados y la falta de más estudios en relación a las alteraciones gasométricas en este grupo de población, se consideró indispensable conocer cuáles son las principales alteraciones gasométricas relacionadas a neumoperitoneo prolongado.

4. JUSTIFICACIÓN

Se desconoce si existe una relación entre el tiempo prolongado de neumoperitoneo y las alteraciones gasométricas en las pacientes sometidas a cirugía laparoscópica ginecológica, en este Centro Médico Nacional “20 de noviembre”

5. HIPÓTESIS

El neumoperitoneo prolongado en procedimientos laparoscópicos ginecológicos realizados en el Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” produce alteraciones gasométricas durante el período transanestésico-quirúrgico.

6. OBJETIVOS.

6.1 GENERAL

Describir las alteraciones gasométricas relacionadas a neumoperitoneo prolongado

6.2 ESPECIFICOS

Determinar cuáles son las principales alteraciones gasométricas

Conocer el tiempo promedio de neumoperitoneo en cirugía laparoscópica ginecológica en el cual comienzan a presentarse las alteraciones gasométricas y si existe relación con la presión intraabdominal.

Describir el tipo de cirugía ginecológica que se realizó con técnica laparoscópica.

7. METODOLOGÍA

Es un estudio prospectivo, descriptivo, en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica ginecológica en el Centro Médico Nacional “20 de noviembre” en el período comprendido de junio a agosto de 2016.

8. IMPLICACIONES ÉTICAS

El estudio se ajustó a la declaración de Helsinki y a los lineamientos establecidos por la institución en materia de manejo de información del expediente clínico y de investigación clínica. Previa valoración preanestésica de la paciente, firma de consentimiento informado del procedimiento anestésico y confidencialidad de datos recabados, a los cuales sólo tendrán acceso el investigador responsable e investigador asociado, de acuerdo a los principios que marca la ley (art. 6): Licitud,

calidad, consentimiento, información, finalidad, lealtad, proporcionalidad y responsabilidad. Se implementaron las medidas de seguridad, técnicas, administrativas y físicas necesarias para proteger los datos personales y evitar daño, pérdida, alteración, acceso no autorizado. El los nombres de las pacientes no fueron usados en el estudio, las muestras biológicas obtenidas, no presentaron ninguna información personal y se codificaron con un número de serie para evitar cualquier posibilidad de identificación. Los códigos que identificaron las muestras y la información están solo disponibles para los investigadores titulares quienes por ley estamos obligados a no divulgar su identidad. Las pacientes en todo momento pudieron tener acceso a la información sobre este estudio en caso de solicitarlo, y confirmaron haber recibido información suficiente y clara sobre el estudio propuesto, explicando detalladamente el motivo del estudio, el uso que se dio a la información, aclarando dudas ampliamente previo a la intervención quirúrgica y posterior a ésta, empleando términos adecuados para su comprensión y aclarando que el monitoreo invasivo forma parte del manejo anestésico, donde la toma de gasometrías arteriales, por medio de la canulación de alguna arteria, y su registro gráfico se conoce como monitorización invasiva, empleada en cirugías prolongadas y específicas, proporcionando así, valores puntuales que detectan alteraciones, que pueden ser corregidas en el momento de la entrega de los resultados, de ahí la importancia de contar con una línea arterial en estos procedimientos quirúrgicos, no presentando alguna repercusión para el paciente, ni para la cirugía la toma de muestras de 0.5ml cada hora, que fueron procesadas en el laboratorio, desechando la muestra con las técnicas y protocolos adecuados en dicho lugar. Por tal motivo el análisis gasométrico y la detección de las alteraciones registradas proporcionaron seguridad para el paciente durante el período transanestésico y detectar las alteraciones gasométricas relacionadas a neumoperitoneo prolongado.

9. RESULTADOS

Se estudiaron 31 pacientes, con previa valoración preanestésica, candidatas a procedimiento laparoscópico, con edad promedio entre 34 y 64 años de edad, ASA I-III, excluyendo a pacientes con patología respiratoria, patología renal, ASA IV-VI, eliminando a una paciente del estudio por cambio de técnica quirúrgica de cirugía laparoscópica a cirugía abierta y por presentar sangrado mayor al permisible. Previa firma de consentimiento informado del procedimiento anestésico y confidencialidad de datos recabados, a los cuales sólo tuvieron acceso el investigador responsable e investigador asociado, y donde el monitoreo invasivo formó parte del manejo anestésico, especificado en dicho consentimiento; aclarando dudas y explicando detalladamente complicaciones de técnica anestésica y procedimientos invasivos, al ingresar a quirófano, se inició inducción anestésica; una vez orointubada, con parámetros ventilatorios modo volumen, calculado de acuerdo a peso de la paciente, relación inspiración – espiración 1:2, FiO₂ 65%; se canuló arteria radial, previa prueba de Allen modificada, con punzocath número 20 o 22, tomando muestra para análisis gasométrico, 0.5 ml en laboratorio, con equipo

institucional “Radiometer ABL 800 Flex”, desechando la muestra con las técnicas y protocolos adecuados en dicho lugar. La primera toma de sangre se consideró como la muestra cero (M0), siendo la muestra de comparación con el resto. Posteriormente en posición de Trendelenburg a 20° y en período transanestésico, se tomaron muestras subsecuentes cada hora posterior al neumoperitoneo, considerándolas M1, M2, M3, etc dependiendo del tiempo quirúrgico. Una vez terminado procedimiento quirúrgico y retiro del neumoperitoneo, se realizó la última toma de muestra previa a la emersión anestésica. El análisis estadístico se realizó con la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon arrojando los siguientes resultados:

El promedio de edad fue de 47.37años, edad mínima de 34 y máxima de 63 años (cuadro 1)

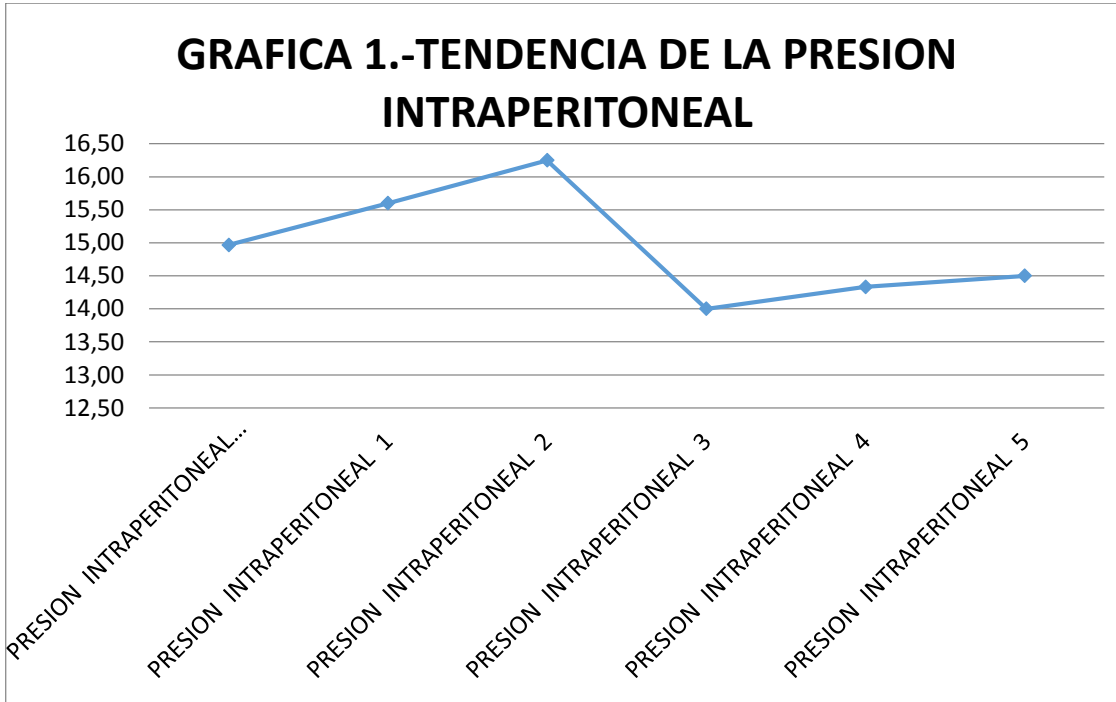
CUADRO 1.- EDAD

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
EDAD	30	34	63	47.37	7.088

La presión intraperitoneal presentó una tendencia a mantenerse durante el tiempo quirúrgico entre valores de mínimo de 12 y máximo de 20. (Cuadro 2, gráfica 1)

CUADRO 2.- TENDENCIA DE LA PRESION INTRAPERITONEAL

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
PRESION INTRAPERITONEAL INICIAL	30	12	20	14.97	1.921
PRESION INTRAPERITONEAL 1	15	14	20	15.60	2.028
PRESION INTRAPERITONEAL 2	8	14	18	16.25	1.982
PRESION INTRAPERITONEAL 3	3	14	14	14.00	.000
PRESION INTRAPERITONEAL 4	3	14	15	14.33	.577
PRESION INTRAPERITONEAL 5	2	14	15	14.50	.707

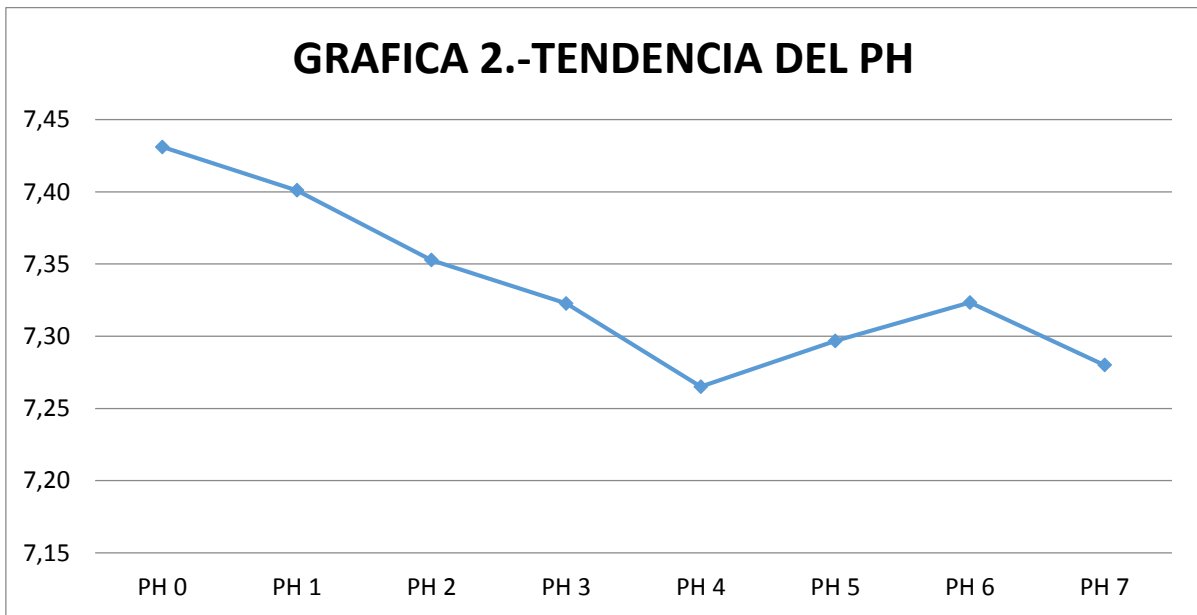


El valor del pH posterior a la insuflación peritoneal de CO₂ tuvo una tendencia a disminuir con respecto al valor basal lo cual fue estadísticamente significativo hasta la cuarta hora; observando reducción bajo niveles normales para la tercera hora en adelante. (cuadro 3, grafica 2)

CUADRO 3.- TENDENCIA DEL PH

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
PH 0	30	7	8	7.43	.053
PH 1	30	7	8	7.40	.061
PH 2	26	7	7	7.35	.046
PH 3	15	7	7	7.32	.060
PH 4	8	7	7	7.27	.079
PH 5	3	7	7	7.30	.035

WILCOXON	PH 1 - PH 0	PH 2 - PH 0	PH 3 - PH 0	PH 4 - PH 0	PH 5 - PH 0
Z					
Asymp. Sig. (2- tailed)	.003	.000	.001	.012	.109

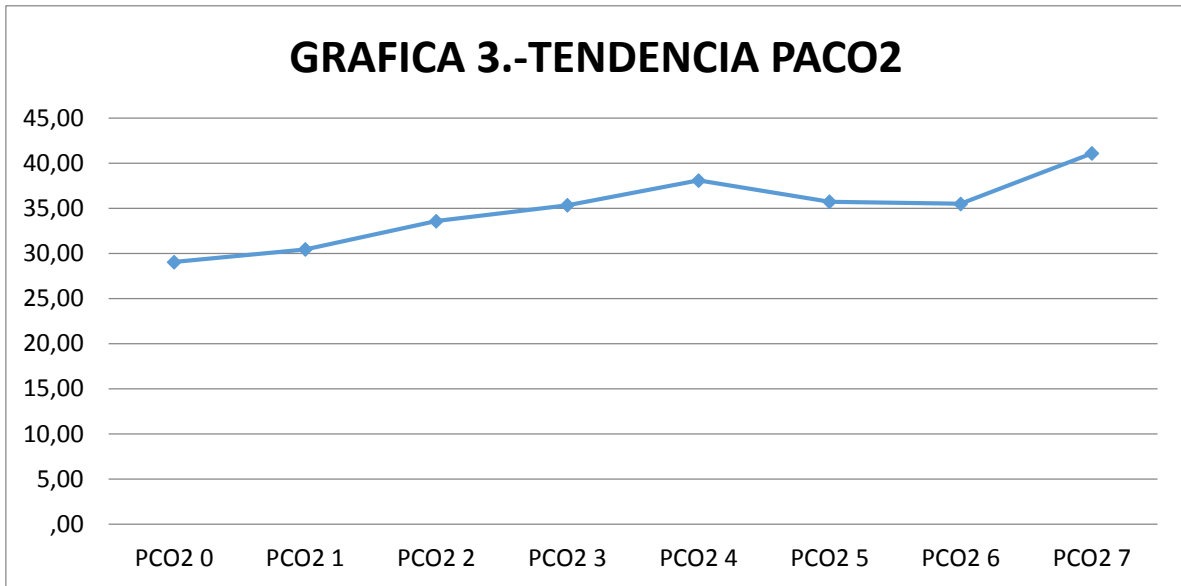


El valor de la PCO2 posterior a la insuflación peritoneal tuvo una tendencia a aumentar de forma paulatina con respecto al valor basal, lo cual fue estadísticamente significativo hasta la cuarta hora. Cabe mencionar que los valores de PCO2 se encontraban bajo niveles normales desde el inicio y es a la tercera hora cuando los valores regresan a la normalidad. (cuadro 4, grafica 3)

CUADRO 4. TENDENCIA DEL PCO2

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
PCO2 0	30	18	36	29.04	4.088
PCO2 1	30	22	37	30.45	3.775
PCO2 2	26	25	44	33.59	4.301
PCO2 3	15	29	42	35.35	3.971
PCO2 4	8	29	52	38.09	8.547
PCO2 5	3	33	38	35.73	2.610

WILCOXON	PCO2 1 - PCO2 0	PCO2 2 - PCO2 0	PCO2 3 - PCO2 0	PCO2 4 - PCO2 0	PCO2 5 - PCO2 0
Z					
Asymp. Sig. (2-tailed)	.042	.002	.002	.017	.109

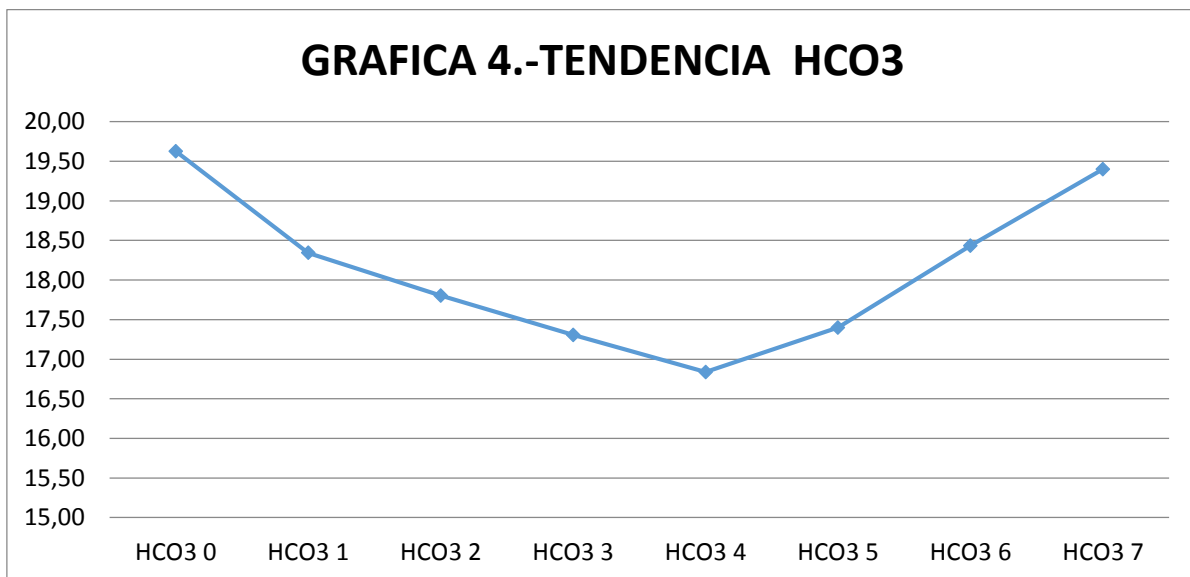


El valor del HCO₃ posterior a la insuflación del peritoneo tuvo una tendencia a disminuir de forma paulatina con respecto al valor basal, lo cual fue estadísticamente significativo hasta la cuarta hora, posterior a esta hora tiende a aumentar nuevamente sin llegar a valores normales. Todos los valores se encuentran bajo el nivel normal incluyendo el valor basal (cuadro 5, grafica 4)

CUADRO 5.- TENDENCIA DEL HCO₃

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
HCO ₃ 0	30	16	30	19.63	2.589
HCO ₃ 1	30	15	23	18.34	1.656
HCO ₃ 2	26	15	25	17.80	2.003
HCO ₃ 3	15	14	24	17.31	2.367
HCO ₃ 4	8	16	18	16.84	.927
HCO ₃ 5	3	16	19	17.40	1.706

WILCOXON	HCO3 1 - HCO3 0	HCO3 2 - HCO3 0	HCO3 3 - HCO3 0	HCO3 4 - HCO3 0	HCO3 5 - HCO3 0
Z					
Asymp. Sig. (2- tailed)	.002	.000	.009	.036	.285

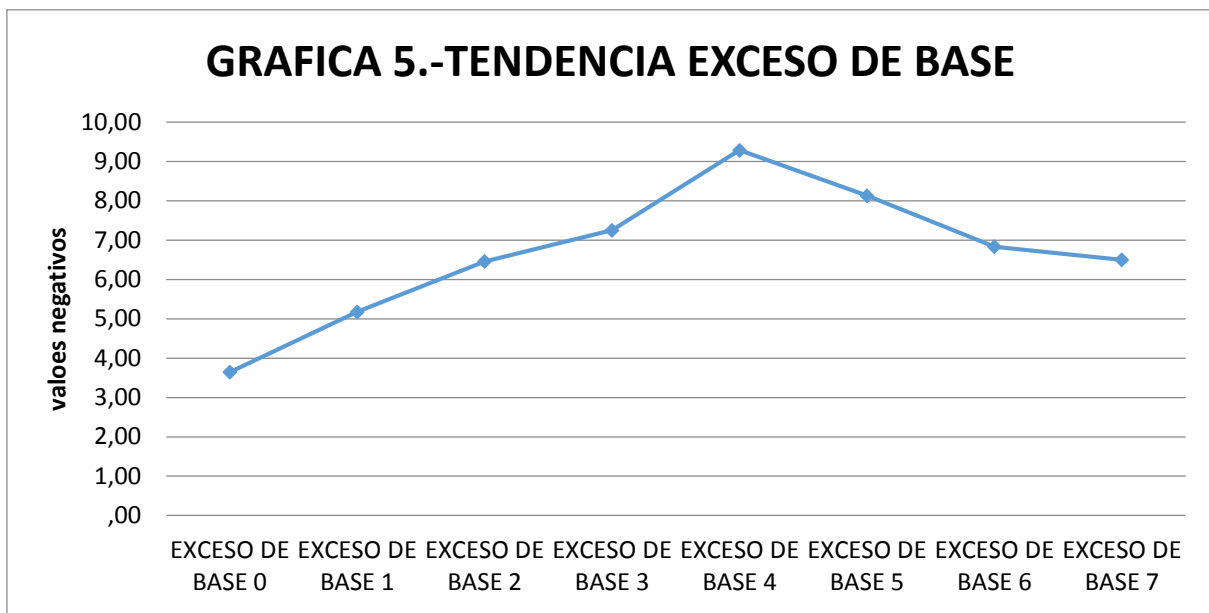


El valor del exceso de base posterior a la insuflación del peritoneo tiene una tendencia a disminuir de forma paulatina con respecto al valor basal lo cual fue estadísticamente significativo hasta la cuarta hora, donde el valor se acerca a 10. Posterior a esta hora tiende a reducir nuevamente (cuadro 6, grafica 5)

CUADRO 6.- TENDENCIA DEL EXCESO DE BASE

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
EXCESO DE BASE 0	30	0	7	3.65	1.617
EXCESO DE BASE 1	30	1	10	5.18	2.218
EXCESO DE BASE 2	26	0	9	6.46	1.980
EXCESO DE BASE 3	15	0	10	7.25	2.447
EXCESO DE BASE 4	8	7	11	9.29	1.681
EXCESO DE BASE 5	3	6	9	8.13	1.935

WILCOXON	EXCESO DE BASE 1 - EXCESO DE BASE 0	EXCESO DE BASE 2 - EXCESO DE BASE 0	EXCESO DE BASE 3 - EXCESO DE BASE 0	EXCESO DE BASE 4 - EXCESO DE BASE 0	EXCESO DE BASE 5 - EXCESO DE BASE 0
Z					
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000	.000	.001	.012	.109

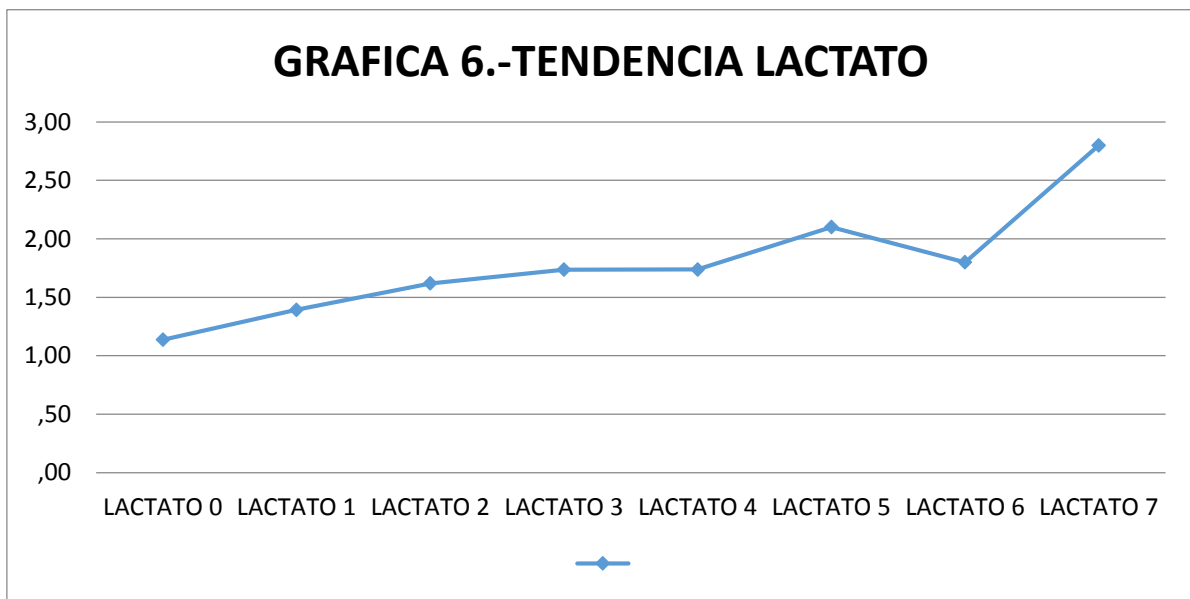


El valor del lactato posterior a la insuflación del peritoneo tiene una tendencia a aumentar de forma paulatina con respecto al valor basal lo cual fue estadísticamente significativo hasta la cuarta hora. Siempre dentro de valores normales. (Cuadro 7, grafica 6)

CUADRO 7.- TENDENCIA DEL LACTATO

	N	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DESV. EST.
LACTATO 0	30	1	2	1.14	.396
LACTATO 1	30	1	3	1.39	.500
LACTATO 2	26	1	3	1.62	.720
LACTATO 3	15	1	3	1.74	.677
LACTATO 4	8	1	3	1.74	.809
LACTATO 5	3	1	3	2.10	1.114

WILCOXON	LACTATO 1 -	LACTATO 2 -	LACTATO 3 -	LACTATO 4 -	LACTATO 5 -
	LACTATO 0	LACTATO 0	LACTATO 0	LACTATO 0	LACTATO 0
Z					
Asymp. Sig. (2-tailed)	.005	.001	.003	.050	.109



TIPO DE CIRUGÍA GINECOLÓGICA QUE SE REALIZÓ CON TÉCNICA LAPAROSCÓPICA (Cuadro 8)

Se observa y que en mayor número de cirugías fueron asistidas por robot y el menor número fueron cirugías laparoscópicas.

TIPO DE CIRUGÍA	CASOS	%
HISTERECTOMIA MAS LINADENECTOMIA LAPAROSCOPICA ASISTIDA POR ROBOT	5	16.66
HISTERECTOMIA LAPAROSCOPICA ASISTIDA POR ROBOT	14	46.66
HISTERECTOMIA LAPAROSCOPICA	10	33.33
MIOMECTOMIA LAPAROSCOPICA	1	3.33

TIEMPO DE NEUMOPERITONEO (Cuadro 9)

El rango de horas de duración de neumoperitoneo fue de 1 hora a 7 horas, con una moda de 2 horas.

HORA	PACIENTES	%
1	3	10.00
2	12	40.00
3	7	23.33
4	5	16.66
5	0	00.00
6	2	6.66
7	1	3.33

10. DISCUSIÓN

En este estudio fueron analizadas las alteraciones gasométricas en procedimientos laparoscópicos ginecológicos con altas presiones transitorias de neumoperitoneo prolongado.

Se analizaron los eventos y las posibles alteraciones durante el procedimiento quirúrgico con PIP promedio entre 14 y 16 mmHg en nuestra población de interés. El objetivo fue establecer el papel del neumoperitoneo prolongado y las alteraciones gasométricas que pudiesen ser observadas en estas pacientes. El comportamiento de los parámetros se calculó en el sentido de incluir el factor «tiempo de exposición al neumoperitoneo» como determinante de alteraciones gasométricas, susceptibles de que puedan ocurrir. Por tanto, se le puede atribuir a la alta PIP y al tiempo de exposición al neumoperitoneo las alteraciones encontradas.

Fueron utilizados los anestésicos fentanilo, propofol, rocuronio y sevoflurano porque mantenían los parámetros cardiopulmonares estables, por propiciar el rápido acceso a la vía aérea y por disminuir en el postoperatorio la incidencia de náuseas, vómitos y procesos de dolor^{29, 30, 31, 32, 33 y 34}.

Los parámetros ventilatorios iniciales fueron el flujo constante, la fracción de oxígeno inspirado de 65%, presión positiva espirada final de 4 cmH₂O, volumen corriente de 7 mL/Kg, frecuencia respiratoria de 10-12 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 CO₂³⁵.

Un estudio dirigido por Abu-Rafea et al.³⁶ no demostró complicaciones cardiopulmonares en 100 mujeres sanas sometidas a la presión intraabdominal elevada (entre 10 y 30 mmHg) durante la introducción del primer trocar. Los autores analizaron el volumen de CO₂ insuflado de manera efectiva en la cavidad peritoneal, la frecuencia cardíaca, la saturación arterial de oxígeno, la PAM y la distensibilidad y notaron cambios estadísticamente significativos en la PAM y en la distensibilidad

pulmonar, pero esos cambios no fueron clínicamente significativos. Sin embargo, Abu-Rafea et al.³⁶ no establecieron parámetros para evaluar los cambios en la función respiratoria y el intercambio gaseoso. Además, el efecto de cada nivel de presión (10, 15, 20, 25 y 30 mmHg) se evaluó en el momento exacto en que fue alcanzado, sin tener en cuenta el efecto acumulativo de la duración del neumoperitoneo para la inserción del primer trocar, lo que dificulta la evaluación de los efectos clínicos resultantes a partir de la duración del neumoperitoneo en vez de a partir del nivel de presión intraabdominal alcanzado. Aunado a esto, los parámetros cardiovasculares fueron monitorizados con métodos no invasivos y la gasometría arterial no se analizó. Otro estudio informó que la presión intraabdominal elevada es segura y que no se observó ningún efecto clínico adverso con el análisis de monitorización no invasiva³⁷. En nuestro estudio realizado, debido a que se contaba con monitorización invasiva por canulación de arteria radial se pudieron evaluar las alteraciones gasométricas, presentándose los cambios a partir de la tercera hora. Teniendo parámetros objetivos hemodinámicos con cambios no significativos, los cuales son propios de la cirugía laparoscópica.

Los procedimientos laparoscópicos con neumoperitoneo y el uso de CO₂ se asocian con el riesgo de hipercapnia por el aumento en la PIP y la absorción del CO₂ a través del peritoneo, lo que puede acarrear una acidosis respiratoria. Algunos estudios demuestran que la absorción de CO₂ depende de la PIP y de la integridad de la serosa peritoneal para absorber el CO₂^{38, 39 y 40}. En la presente investigación fueron observadas alteraciones estadísticamente significativas en los valores de la PaCO₂. Como los parámetros ventilatorios no fueron alterados durante el estudio, los hechos sugieren que ocurre un aumento de la absorción de CO₂ por el peritoneo en razón del aumento de la PIP desde 12 mmHg a 20 mmHg por 60 minutos durante la ventilación pulmonar consistente. (Cuadro 4 gráfica 3)

En este estudio se observó que las pacientes desarrollaron una acidosis metabólica en relación al aumento de la PIP, como probable consecuencia generada en función de la disminución de perfusión de los órganos intraabdominales. Se observa que durante la PIP entre 14 y 20 mmHg, la disminución del pH se da de forma más acentuada que en la PIP de 12 mmHg. Eso está a tono con la explicación fisiopatológica de que la disminución de la perfusión de estructuras intraabdominales tiene un papel preponderante en la alteración de los valores del pH observada en esta investigación, toda vez que el otro factor de acidosis (la absorción de CO₂), conforme a lo que puede ser constatado por los valores de PaCO₂ informados en las gasometrías arteriales. Algunos autores han mostrado un aumento del pH en PIP de 15 mmHg en los primeros 30 min, con posterior disminución de esos valores⁴⁴. Ese resultado fue similar al encontrado en la presente investigación durante presiones intraperitoneales mayores (12 mmHg), y que fueron estadísticamente significativas. (Cuadro 3 y gráfica 2)

Con relación al HCO₃ ocurrió una reducción estadísticamente significativa después de la exposición del paciente a una PIP superior a 12 mmHg acentuándose en la

mayoría de los casos después de la tercera hora de neumoperitoneo. Eso muestra que el factor presión de y tiempo son los responsables de las alteraciones. Asociado al hecho de que el pH presentase una disminución marcada también a partir de la tercera hora, sin elevación significativa de la PaCO₂, todo eso puede suponer un mayor consumo de HCO₃ en el sentido de atenuar la acidosis metabólica por medio de la disminución de la irrigación de los órganos esplácnicos. En el estudio de Sefr et al. no hubo diferencia entre las presiones de 10 y 15 mmHg en cuanto a la consumo de HCO₃⁴⁴, mientras que en la presente investigación la presión entre 14 y 20 mmHg arrojó una disminución estadísticamente significativa de ese parámetro. (cuadro 5 y gráfica 4)

Con relación a la reserva alcalina (BE), ocurrió una disminución similar, las alteraciones encontradas se relacionan con el factor tiempo de exposición del organismo al neumoperitoneo. Durante un régimen de PIP entre 14 y 20 mmHg, esas alteraciones aparecen más tempranamente. La caída en los valores de la BE en PIP promedio de 14 mmHg, asociada con los factores de disminución del pH y de reducción del HCO₃ sin alteración significativa de la PaCO₂, puede indicar nuevamente el consumo de la reserva alcalina (BE) en el sentido de compensar la isquemia de órganos esplácnicos. Sefr et al. relataron una disminución del BE en PIP de 10 mmHg y un aumento de los valores de BE en presión de 15 mmHg⁴⁴. En el presente estudio fue observada una disminución de la BE en PIP de 14 y 20 mmHg. Esas alteraciones tuvieron significancia estadística. (cuadro 6 gráfica 5)

El valor del lactato posterior a la insuflación del peritoneo tuvo una tendencia a aumentar de forma paulatina con respecto al valor basal, lo que indica que el metabolismo anaerobio pudo ocurrir durante el procedimiento quirúrgico y contribuir para la presencia de acidosis. Estas alteraciones también resultaron estadísticamente significativas. Cuadro (7 gráfica 6)

11. CONCLUSIÓN

La monitorización invasiva en este tipo de procedimientos quirúrgicos es indispensable para detectar oportunamente las alteraciones gasométricas que presentan las pacientes. Debido a lo anterior se demostró que la presión intraabdominal alta (14-20 mmHg) y el neumoperitoneo prolongado, considerándose en este estudio a partir de la tercera hora como el pico de las mayores alteraciones; son los causantes de las alteraciones de pH, HCO₃, lactato y de la BE principalmente, las cuales deben observarse hasta el término de la cirugía, tiempo en el cual, al retirar neumoperitoneo y toma de nueva gasometría, se observó la recuperación espontánea del equilibrio ácido-base sin ser necesaria la corrección de las alteraciones, no observando complicaciones en el postoperatorio inmediato.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. Togonal T, Gulhas N, Cicek M, Teksan Hi, Ersoy O. Carbon dioxide pneumothorax during laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16(8):1242.
2. Volz J, Koster S, Spacek Z, Paweletz N. Characteristic alterations of the peritoneum after carbon dioxide pneumoperitoneum. *Surg Endosc.* 1999;13:611-14.
3. Brasesco OE, Szomstcin S, Mailapur RVR, et al. La fisiopatología del pneumoperitoneo. Diez años de estudio en busca de una teoría unificadora. *rev Mex de Cir Endosc.* 2002;3:101-6.
4. Jiang J DU, Pei-Wu PW Yu. Effect of different CO(2) pneumoperitoneum on IL-1 β and IL-6 in abdominal cavity. *Zhonghua Wei Chang Wai Ke Za Zhi.* 2012;15(8):834-6.
5. 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.
6. Henny CP, Hofland J. Laparoscopic surgery: pitfalls due to anesthesia, positioning, and pneumoperitoneum. *Surg Endosc.* 2005;19(9):1163-71.
7. Leighton TA, Liu S, Bongard FS. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery.* 1993;113:527-31.
8. 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.
9. Ott DE. Desertification of the peritoneum by thin-film evaporation during laparoscopy. *JLS.* 2003;7:189-95.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. Gurusamy KS, Samraj K, Davidson BR. Low pressure versus standard pressure pneumoperitoneum in laparoscopic cholecystectomy. *Cochrane Database Syst rev.* 2009;(2):CD006930.

16. 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.
17. González 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.
18. Smith I. Anestesia para laparoscopia con énfasis en el procedimiento en pacientes externos. *Clín Anest NA*. 2011;1:19-37.
19. Gramatica L, Brasesco OE, Mercado Luna A, Martinessi V, et al. Laparoscopic cholecystectomy performed under regional anaesthesia in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Surg Endosc*. 2002;16:472-5.
20. Collins LM, Vaghadia H. Regional anaesthesia for laparoscopy. *Anesthesiol Clin North America*. 2001;19:43-55.
21. López-Herranz GP. Cirugía laparoscópica y anestesia en pacientes de alto riesgo. *Rev Med Hosp Gen Mex*. 2006;69:164-70.
22. Feig BW, Berger DH, Dougherty TB, Dupvis JF, Hisb, Hickey RC, et al. Pharmacologic intervention can reestablish baseline hemodynamic parameters during laparoscopy. *Surgery*. 1994;116:733-41.
23. 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.
24. 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.
25. 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.
26. Cakmakkaya OS, Kaya G, Altintas F, Hayirlioglu M, Ekici B. Restoration of pulmonary compliance after laparoscopic surgery using a simple alveolar recruitment maneuver. *J Clin Anesth*. 2009;21(6):422-6.
27. Suh MK, Seong KW, Jung SH, Kim SS. The effect of pneumoperitoneum and trendelenburg position on respiratory mechanics during pelviscopic surgery. *Korean J Anesthesiol*. 2010;59(5):329-34.
28. Neseek-Adam V, Mrsić V, Smiljanić A, Oberhofer D, Grizelj-Stojčić E. [Pathophysiologic effects of CO₂ pneumoperitoneum in laparoscopic surgery]. *Acta Med Croatica*. 2007;61(2):165-70.
29. Khoury W, Schreiber L, Szold A, Klausner JM, Wienbroum AA. Renal oxidative stress following CO₂ pneumoperitoneum-like conditions. *Surg Endosc*. 2009;23(4):776-82.

30. Wiesenthal JD, Fazio LM, Perks AE, blew BD, Mazer D, Hare G, Honey RJ, Pace Kt. Effect of pneumoperitoneum on renal tissue oxygenation and blood flow in a rat model. *Urology*. 2011;77(6):1508.e9-15.
31. Nathanson LK, Brunott N, Cavallucci D. Adult esophagogastric junction distensibility during general anesthesia assessed with an endoscopic functional luminal imaging probe (Endo FLIP®). *Surg Endosc*. 2012;26(4):1051-5.
32. Moncure M, Salem R, Moncure K, Testaiuti M, Marburger R, Ye X, Brathwaite C, Ross SE. Central nervous system metabolic and physiologic effects of laparoscopy. *Am Surg*. 1999;65(2):168-72.
33. Hoekstra LT, Ruys AT, Milstein DM, Van Samkar G, Van Berge Henegouwen MI, Heger M, Verheij J, Van Gulik TM. Effects of prolonged pneumoperitoneum on hepatic perfusion during laparoscopy. *AnnSurg*. 2012 Jul 20. [Publicación electrónica antes de la impresión].
34. Kashefi P, Montazeri K, Honarmand A, Safavi M, Hosseini HM. The analgesic effect of midazolam when added to lidocaine for intravenous regional anaesthesia. *J Res Med Sci*. 2011;16(9):1139-48.
35. Jabalameli M, Honarmand A, Safavi M, Chitsaz M. Treatment of postoperative nausea and vomiting after spinal anesthesia for cesarean delivery: A randomized, double-blinded comparison of midazolam, ondansetron, and a combination. *Adv Biomed Res*. 2012;1:2.
36. Heidari SM, Talakoub R, Yaraghi Z. Comparing the preventive effect of midazolam and midazolam+dexamethasone on postoperative nausea and vomiting in elective middle ear surgery. *Adv biomed Res*. 2012;1:9.
37. Choi SH, Kim SH, Lee SJ, Soh Sr, Oh YJ. Cerebral oxygenation during laparoscopic surgery: jugular bulb versus regional cerebral oxygen saturation. *Yonsei Med J*. 2013;54(1):225-30.
38. Dewhirst E, Lancaster C, Tobias JD. Hemodynamic changes following the administration of propofol to facilitate endotracheal intubation during sevoflurane anesthesia. *int J Clin Exp Med*. 2013;6(1):26-9.
39. Petrenko AB, Yamakura T, Kohno T, Sakimura K, Baba H. Increased brain monoaminergic tone after the NMDA receptor GluN2A subunit gene knockout is responsible for resistance to the hypnotic effect of nitrous oxide. *Eur J Pharmacol*. 2012 Nov 2. doi:pii: S0014-2999(12)00903-X. 10.1016/j. ejphar.2012.10.034. [Publicación electrónica antes de la impresión].
40. Victorzon M, Peromaa-Haavisto P, Tolonen P. Perioperative morbidity, mortality and early outcome of the first 360 gastric bypass operations performed in a district hospital. *Scand J Surg*. 2012;101(3):184-9.
41. Tsai HW, Chen YJ, Ho CM, Hseu SS, Chao KC, Tsai SK, Wang PH. Maneuvers to decrease laparoscopy-induced shoulder and upper abdominal pain: a randomized controlled study. *Arch Surg*. 2011;146(12):1360-6.
42. Chatti C, Corsia G, Yates Dr, Vaessen C, Bitker MO, Coriat P, Rouprêt M. [Prevention of complications of general anesthesia linked with laparoscopic access and with robot-assisted radical prostatectomy]. *Prog Urol*. 2011;21(12):829-34.

43. Ulsenheimer K. [Legal liability problems in outpatient operations. View from an anesthesiological perspective]. *Anaesthesist*. 2012;61(2):156-62.
44. Chatti C, Corsia G, Yates Dr, Vaessen C, bitker MO, Coriat P, Rouprêt M. [Prevention of complications of general anesthesia linked with laparoscopic access and with robot-assisted radical prostatectomy]. *Prog Urol*. 2011;21(12):829-34.
45. Park EY, Kwon JY, Kim KJ. Carbon dioxide embolism during laparoscopic surgery. *Yonsei Med J*. 2012;53(3):459-66.
46. Critchley LA, Ho AM. Surgical emphysema as a cause of severe hypercapnia during laparoscopic surgery. *Anaesth Intensive Care*. 2010;38(6):1094-100.
47. O. Hypolito et al, Pressao do pneumoperitonio artificial elevada e monitorizac, ao invasiva. *Rev Bras Anesthesiol*. 2014;64(2):98---104