



ARTÍCULO CIENTÍFICO

Efectos de la presión elevada del neumoperitoneo artificial sobre la presión arterial invasiva y los niveles de los gases sanguíneos



Octavio Hypolito^{a,*}, João Luiz Azevedo^b, Fernanda Gama^c, Otavio Azevedo^b,
Susana Abe Miyahira^c, Oscar César Pires^c, Fabiana Alvarenga Caldeira^c y Thamiris Silva^c

^a Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil

^b Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo (Unifesp), São Paulo, SP, Brasil

^c Hospital Municipal José de Carvalho Florence, São José dos Campos, SP, Brasil

Recibido el 25 de septiembre de 2012; aceptado el 20 de marzo de 2013

Disponible en Internet el 6 de abril de 2014

PALABRAS CLAVE

Neumoperitoneo artificial;
Laparoscopia;
Instrumentos quirúrgicos;
Monitorización;
Intraoperatorio

Resumen

Justificación y objetivo: evaluar las repercusiones clínicas, hemodinámicas, gasométricas y metabólicas de las altas presiones transitorias del neumoperitoneo durante un corto período de tiempo para garantizar una mayor seguridad en la introducción del primer trocar.

Métodos: fueron estudiados 67 pacientes sometidos a procedimientos videolaparoscópicos y distribuidos aleatoriamente en grupo P12: n = 30 (presión intraperitoneal [PIP] de 12 mmHg), y grupo P20: n = 37 (PIP de 20 mmHg). Se evaluó la presión arterial media por cateterismo de la arteria radial; y mediante gasometría, el pH, la presión parcial de oxígeno arterial, la presión parcial de CO₂ arterial, el bicarbonato y la reserva alcalina. Esos parámetros fueron evaluados en ambos grupos en el tiempo cero, antes del neumoperitoneo (TP0); en el tiempo uno (TP1), cuando la PIP alcanza 12 mmHg en ambos grupos; en el tiempo 2 (TP2), después de 5 min con PIP de 12 mmHg en P12 y después de 5 min con PIP de 20 mmHg en P20; y en el tiempo 3 (TP3), después de 10 min con PIP de 12 mmHg en P12 y con PIP de retorno desde 20 mmHg a 12 mmHg, contados 10 min después de TP1 en P20. Los valores diferentes de los considerados normales para los parámetros medidos o el surgimiento de fenómenos orgánicos atípicos fueron considerados alteraciones clínicas.

Resultados: hubo diferencias estadísticas significativas en el grupo P20 en la presión arterial media, en el pH, en el bicarbonato y en la reserva alcalina, pero dentro de los límites de la normalidad. No se evidenciaron alteraciones clínicas ni patológicas.

Conclusiones: la presión intraabdominal alta y transitoria causa alteraciones de la presión arterial media, del pH, del bicarbonato y de la reserva alcalina sin repercusiones clínicas para el paciente.

© 2014 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: octaviohypolito@hotmail.com (O. Hypolito).

Introducción

Los métodos mínimamente invasivos usados para llegar a los órganos y a las estructuras de la cavidad abdominal generan una reducción de la respuesta metabólica al trauma y más beneficios para los pacientes. Eso se aplica particularmente a la videolaparoscopia¹⁻³. Sin embargo, por ser relativamente recientes, las técnicas quirúrgicas laparoscópicas todavía son controvertidas. Una de ellas se refiere a la mejor forma de creación del neumoperitoneo artificial. A pesar de que no existe un consenso en cuanto al mejor método para el acceso a la cavidad peritoneal con vistas a la instalación del neumoperitoneo, la punción con aguja de Veress es la técnica que se usa más a menudo^{4,5}. Las complicaciones durante la introducción del primer trocar también se discuten.

Gran parte de las complicaciones que ocurren en las laparoscopias (en cerca de un 50% de ellas) suceden al inicio del procedimiento, durante la introducción de la aguja de Veress y del primer trocar, lo que hace que la laparoscopia sea un procedimiento quirúrgico peculiar, en el cual el acceso operatorio es más peligroso que la intervención quirúrgica propiamente dicha⁶. En una revisión reciente de la literatura referente a las lesiones causadas por aguja de Veress y por el primer trocar en 357.257 pacientes, constatamos una prevalencia del 0,04% de lesiones gastrointestinales y del 0,02% de lesiones vasculares⁷. Esas iatrogenias son relativamente raras, pero sus consecuencias son de suma gravedad. En esas circunstancias, pueden ocurrir hemorragias, peritonitis, fracaso multiorgánico, deceso e implicaciones médico-legales.

Por eso es esencial buscar opciones técnicas más seguras que el método usado más a menudo, que consiste en la punción con aguja de Veress en la línea media del abdomen, en las cercanías de la cicatriz umbilical, insuflación del abdomen hasta obtener una presión intraperitoneal (PIP) entre 10 y 12 mmHg e introducción a ciegas del primer trocar, en la misma región usada para la introducción de la aguja^{4,5}.

Una revisión de literatura evidenció que las lesiones más graves se dan cuando se introduce la aguja de Veress en la línea media del abdomen, al nivel de la cicatriz umbilical⁷. La inserción de la aguja de Veress en la región del hipocondrio izquierdo, sin embargo, es segura y eficaz⁸ y la probabilidad de lesiones graves es menor, porque el sitio no involucra estructuras vitales como los vasos retroperitoneales⁷.

Sin embargo, la inserción del primer trocar debe hacerse en la línea media al nivel de la cicatriz umbilical, y no en el hipocondrio izquierdo, como se recomienda para la aguja de Veress⁸. Esa recomendación se basa en el hecho de que el trocar es el lugar donde se insertará la cánula del laparoscopio^{4,5}. Cuando el laparoscopio se introduce en la línea media en la cicatriz umbilical, se obtiene una mayor claridad, mejores imágenes de los órganos y de las estructuras intraabdominales y una visión más amplia durante la introducción de los otros trocares.

El establecimiento de un régimen de presión muy elevada del neumoperitoneo artificial, en un período de tiempo mínimo imprescindible para la introducción del primer trocar, y hecho a ciegas con el método cerrado, puede contribuir a proteger las estructuras intraabdominales de lesiones sin determinar sin embargo, las repercusiones orgánicas bajo la forma de complicaciones clínicas^{9,10}. No se

refirió ninguna lesión vascular en un estudio que investigó a 3.041 pacientes sometidos a la introducción del primer trocar a ciegas en la línea media con una presión intraabdominal por debajo de 25-30 mmHg¹¹.

Un estudio investigó el efecto protector de las PIP elevadas sobre las estructuras intraabdominales frente a la agresión representada por la introducción a ciegas del primer trocar en la cavidad peritoneal¹². Los autores correlacionaron la distancia entre la pared abdominal anterior y las vísceras intraabdominales con diferentes presiones y volúmenes intraperitoneales, como también las distancias observadas con la fuerza requerida para la introducción del primer trocar en la cavidad abdominal, y constataron que altas PIP determinan un importante aumento de las referidas distancias y del volumen de la burbuja de gas, propiciando también un mejor deslizamiento del trocar hacia el interior de la cavidad. También fue demostrado que, con el uso de altas PIP, la pared abdominal se hace más tensa y disminuye su deformación elástica causada por la fuerza aplicada sobre el trocar¹².

No obstante la no existencia de signos clínicos irrefutables de complicaciones, el neumoperitoneo artificial con presiones muy elevadas durante un período prolongado de tiempo puede causar alteraciones hemodinámicas y estructurales en el paciente, directamente relacionadas con la magnitud de los niveles tensionales y detectables por la monitorización de los parámetros hemodinámicos y gasométricos. Así, bajo las altas 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 intraabdominales¹³⁻¹⁹. Debido a esos efectos perjudiciales de las altas PIP durante los procedimientos laparoscópicos, la mayoría de los autores preconiza el mantenimiento de la presión al nivel de 12 mmHg (nunca más de 15 mmHg, cuando son consideradas altas)^{5,20-26}.

A pesar de lo dicho anteriormente, con la presión intraabdominal elevada y durante un período prolongado de tiempo pueden ocurrir cambios hemodinámicos, metabólicos y estructurales. No hay disponibles en la literatura informaciones importantes sobre las repercusiones gasométricas y metabólicas en el paciente sometido a altas PIP transitorias. Eso significa que una estrategia segura para la introducción del primer trocar tal vez haya sido omitida por cirujanos videolaparoscópicos.

El objetivo del presente estudio es mejorar la seguridad de la introducción del primer trocar y evaluar las repercusiones clínicas, hemodinámicas, gasométricas y metabólicas de las altas presiones transitorias del neumoperitoneo durante un corto período de tiempo.

Materiales y método

Para este ensayo clínico prospectivo y aleatorizado se obtuvo la autorización del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Federal de São Paulo (Unifesp), con el número 1.219/07, y del Comité de Ética en Investigación de la Universidad de Taubaté (Unitau), con el número 007/2.007, y todos los pacientes firmaron el consentimiento informado.

El estudio se desarrolló en el Hospital Municipal Dr. José de Carvalho Florence, en São José dos Campos (SP).

Entre octubre de 2007 y mayo de 2008 se estudiaron 67 pacientes, programados para intervenciones quirúrgicas laparoscópicas electivas, con edades entre 20 y 79 años, clasificados en ASA I o ASA II según su estado físico, sin historial de cirugía abdominal en los órganos del abdomen supramesocólico, sin peritonitis previamente diagnosticada y con un índice de masa corporal (IMC) menor de 35.

Mediante la obtención de números impares y pares en el lado superior del dato examinado, los pacientes fueron aleatoriamente distribuidos en grupo P12: $n=30$ (PIP de 12 mmHg) y grupo P20: $n=37$ (PIP de 20 mmHg). El grupo P12 estaba compuesto por 25 mujeres y 5 hombres, entre 22 y 72 años (media \pm desviación estándar [DE] de $47,2 \pm 14,5$), con un IMC entre 20,2 y $33,4 \text{ kg/m}^{-2}$ (media \pm DE de $26,3 \pm 4 \text{ kg/m}^{-2}$). El grupo P20 lo formaron 30 mujeres y 7 hombres, entre 20 y 79 años (media \pm DE de $46,5 \pm 15$), con un IMC entre 17,5 y $34,6 \text{ kg/m}^{-2}$ (media \pm DE de $26,2 \pm 3,8 \text{ kg/m}^{-2}$). No se observó ninguna diferencia significativa estadística entre los grupos cuando fueron comparados los datos demográficos ($p \leq 0,05$).

Los pacientes fueron sometidos a una evaluación preanestésica en el ambulatorio en una fecha anterior a la intervención quirúrgica. Ningún paciente recibió medicación preanestésica.

Antes del inicio del procedimiento anestésico se hizo el test de Allen modificado²⁷. La hidratación de los pacientes se hizo con Ringer Lactato después de la venoclisis con catéter 18 G. Para la monitorización fueron instaladas líneas para comprobar los datos provenientes de la cardioscopia, oximetría de pulso²⁸, presión arterial no invasiva, capnometría y presión intratraqueal.

Todos los pacientes recibieron anestesia general. La inducción fue hecha con sufentanilo $0,5 \text{ mcg/kg}^{-1}$, rocuronio $0,6 \text{ mg/kg}^{-1}$ y propofol 2 mg/kg^{-1} . El mantenimiento se llevó a cabo con sevoflurano en una mezcla de oxígeno y aire comprimido. Todos los pacientes fueron ventilados mecánicamente mediante flujo constante, en un ventilador con ciclado por tiempo. Fueron usados los equipos de anestesia y monitorización Ergo System PC 2700-Shogum Takaoka y el aparato de anestesia Fabius GS Dräger, con monitores de la marca Dixtal, modelo DX 2010. La ventilación inicial se hizo con fracción de oxígeno inspirado del 60%, presión positiva espirada final de $4 \text{ cmH}_2\text{O}$, volumen corriente de 7 mL/kg^{-1} , frecuencia respiratoria de 15 rpm y relación inspiración/espiración de 1:2.

Con el establecimiento del plan anestésico apropiado y del test de Allen modificado por Asif negativo²⁶, la arteria radial fue cateterizada en el miembro no dominante. Para eso se procedió como máximo a 3 intentos, con la exclusión de los pacientes en los cuales no hubo éxito.

Fueron excluidos del trabajo 6 pacientes: uno que presentó broncospasmo después de la inducción; el otro por una intubación orotraqueal difícil y en el que fueron necesarios procedimientos adicionales no incluidos en el protocolo de la investigación; en 2 más, el tercer intento de cateterización de la arteria radial falló; y en los 2 restantes donde hubo pérdida de la muestra de sangre por formación de coágulo.

La creación del neumoperitoneo se hizo por la técnica cerrada con punción abdominal por medio de la aguja de Veress y flujo de CO_2 de 1 L/min.

Durante el procedimiento, se analizaron la PAM y la gasometría arterial (pH), la presión parcial de oxígeno arterial (PaO_2) en mmHg; la presión parcial de dióxido de carbono arterial (PaCO_2) en mmHg, el bicarbonato (HCO_3) en mmol/L, y la reserva alcalina (*base excess* [BE]) en mmol/L, con el aparato Rapidlab 348 Bayer Health Care, modelo 348 pH/blood gases Analyzer SN 6678. Esos parámetros fueron evaluados en ambos grupos en el tiempo cero, antes del neumoperitoneo; en el tiempo uno (TP1), cuando la PIP alcanza 12 mmHg en ambos grupos; en el tiempo 2 (TP2), después de 5 min con PIP de 12 mmHg en P12 y después de 5 min con PIP de 20 mmHg en P20; y en el tiempo 3 (TP3), después de 10 min con PIP de 12 mmHg en P12 y con PIP de retorno de 20 mmHg para 12 mmHg, contados los 10 min después de TP1 en P20.

Durante el procedimiento anestésico-quirúrgico se hizo seguimiento en los pacientes de los parámetros frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco, oximetría de pulso, capnometría (EtCO_2) y PAM. En la sala de recuperación postanestésica fueron observados hasta el alta los parámetros frecuencia cardíaca, ritmo cardíaco, PAM, oximetría de pulso, nivel de conciencia y actividad muscular.

Fueron consideradas alteraciones clínicas los valores de los diversos parámetros medidos que rebasaran los límites considerados normales para la población sana o el surgimiento de fenómenos atípicos, indicativos de la presencia de enfermedad orgánica. Fueron considerados valores normales una frecuencia cardíaca menor de 75 lpm; PAM entre 70 y 120 mmHg; saturación arterial de oxígeno mayor del 93%; EtCO_2 entre 30 y 45 mmHg; presión intratraqueal por debajo de $35 \text{ cmH}_2\text{O}$; pH entre 7,35 y 7,45; PaCO_2 entre 30 y 45 mmHg; PaO_2 por encima de 80 mmHg; BE entre -2 y $+2$; y HCO_3 $22\text{-}26 \text{ mEq/L}^{-1}$.

En cuanto al análisis estadístico, para el análisis descriptivo fueron usadas las medidas de posición para las variables continuas y la frecuencia para las variables categóricas. Para comparar el sexo entre los grupos se usó el test de la Xi-cuadrado (χ^2) y para comparar la edad y el IMC entre los grupos fue usado el test no paramétrico de Mann-Whitney. Para la comparación entre los tiempos de las variables de interés, se usó el análisis de varianza (Anova) para medidas repetidas con transformación por puestos. Se consideró un nivel de significación del 5% ($p=0,05$).

Resultados

Presión arterial media

Los valores (media \pm DE) de PAM en el grupo P12 en T0, T1, T2 y T3 fueron, respectivamente: $68,57 \pm 10,18 \text{ mmHg}$; $88,10 \pm 17,68 \text{ mmHg}$; $90,10 \pm 19,03 \text{ mmHg}$ y $99,07 \pm 18,58 \text{ mmHg}$, y arrojó una diferencia estadística ($p=0,0000$). En el grupo P20 los valores de media y DE de la PAM en T0, T1, T2 y T3 fueron respectivamente $70,57 \pm 14,58 \text{ mmHg}$; $83,57 \pm 12,86 \text{ mmHg}$; $89,30 \pm 15,33 \text{ mmHg}$ y $92,43 \pm 14,42 \text{ mmHg}$ y mostraron una diferencia estadística ($p=0,0000$) (fig. 1). La diferencia estadística en el grupo P12 ocurrió en la relación de T0 con T1, T2 y T3; entre T1 y T3 y entre T2 y T3. En el grupo P20 hubo una diferencia de T0 con T1, T2 y T3, y entre T1 con T2 y T3.

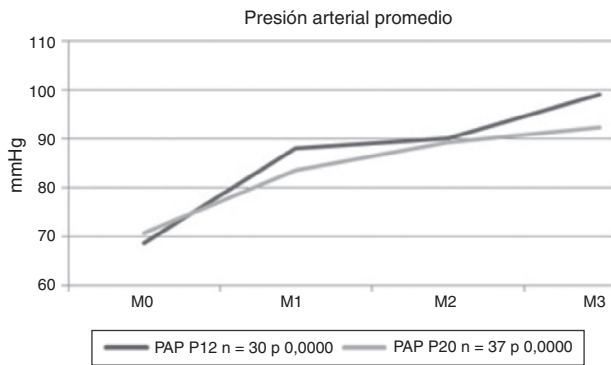


Figura 1 Presión arterial media (PAM en mmHg).

Potencial de hidrógeno

El pH presentó en el grupo P12 los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3 respectivamente $7,47 \pm 0,05$; $7,47 \pm 0,06$; $7,46 \pm 0,06$ y $7,44 \pm 0,06$, y mostró diferencias estadísticas ($p=0,0000$). Las medias y DE del pH en el grupo P20 en T0, T1, T2 y T3 fueron respectivamente $7,48 \pm 0,06$; $7,48 \pm 0,06$; $7,46 \pm 0,06$ y $7,45 \pm 0,07$, con una diferencia estadística ($p=0,0000$) (fig. 2). El pH arrojó alteraciones significativas en el grupo P12 entre T0 y T3, de T1 con relación a T2 y T3 y entre T2 y T3. En el grupo P20 las diferencias aparecieron entre T0 con relación a T2 y T3, y de T1 con relación a T2 y T3.

Presión parcial de oxígeno arterial

La PaO₂ presentó en el grupo P12 los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3 respectivamente: $216,80 \pm 51,60$ mmHg; $192,15 \pm 52,73$ mmHg; $191,88 \pm 51,74$ mmHg y $196,77 \pm 46,66$ mmHg, y arrojó una diferencia estadística ($p=0,0057$). Los valores de media y DE en el grupo P20 en T0, T1, T2 y T3 fueron respectivamente $212,07 \pm 72,37$ mmHg; $197,73 \pm 52,74$ mmHg; $202,35 \pm 52,46$ mmHg y $203,41 \pm 49,20$ mmHg, y no mostró diferencia estadística ($p=0,4239$) (fig. 3). En el grupo P12 la diferencia estadística ocurrió entre T0 y T1.

Presión parcial de dióxido de carbono arterial

Los valores de media y DE de la PaCO₂ en el grupo P12 en T0, T1, T2 y T3 fueron respectivamente

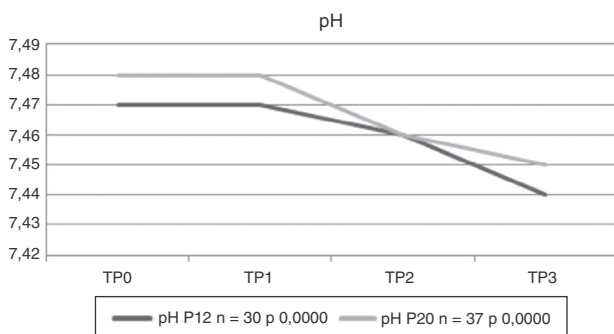


Figura 2 Potencial de hidrógeno (pH).

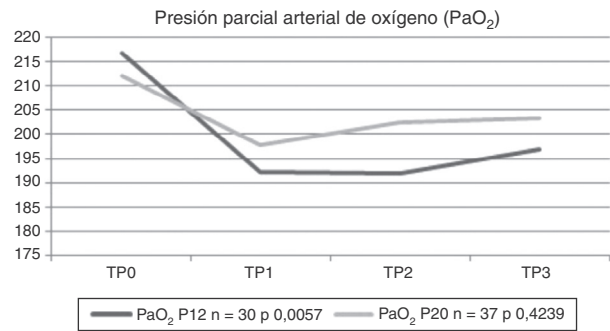


Figura 3 Presión parcial de oxígeno arterial (PaO₂ en mmHg).

$31,96 \pm 5,20$ mmHg; $31,48 \pm 6,67$ mmHg; $32,68 \pm 6,82$ mmHg y $32,63 \pm 8,30$ mmHg sin presentar diferencia estadística ($p=0,3557$). La PaCO₂ en el grupo P20 presentó los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3, respectivamente: $32,47 \pm 5,36$ mmHg; $32,43 \pm 4,84$ mmHg; $33,19 \pm 5,08$ mmHg y $34,09 \pm 6,20$ mmHg, y no mostró diferencia estadística ($p=0,0887$) (fig. 4).

Bicarbonato

El HCO₃ presentó en el grupo P12 los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3, respectivamente de $22,85 \pm 3,11$ mmol/L⁻¹; $22,50 \pm 3,85$ mmol/L⁻¹; $22,42 \pm 3,34$ mmol/L⁻¹ y $21,96 \pm 4,38$ mmol/L⁻¹, y no evidenció diferencia estadística ($p=0,3629$). En el grupo P20 el HCO₃ presentó los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3, respectivamente: $23,75 \pm 3,45$ mmol/L⁻¹; $23,48 \pm 2,64$ mmol/L⁻¹; $23,06 \pm 3,04$ mmol/L⁻¹ y $23,20 \pm 3,17$ mmol/L⁻¹, arrojando una diferencia estadística ($p=0,0126$) (fig. 5). En el grupo P20 hubo una diferencia estadística entre T0 y T2.

Reserva alcalina

Los valores de media y DE de la BE en el grupo P12 en T0, T1, T2 y T3 fueron respectivamente $0,15 \pm 3,00$ mmol/L⁻¹; $-0,08 \pm 3,55$ mmol/L⁻¹; $-0,53 \pm 3,14$ mmol/L⁻¹ y $-1,27 \pm 3,92$ mmol/L⁻¹, arrojando una diferencia estadística

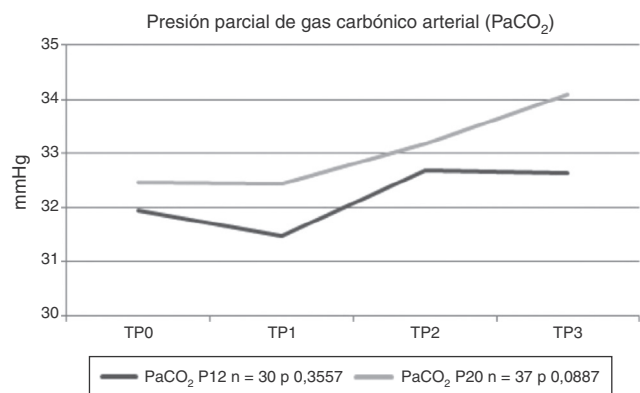


Figura 4 Presión parcial de dióxido de carbono en sangre arterial (PaCO₂ en mmHg).

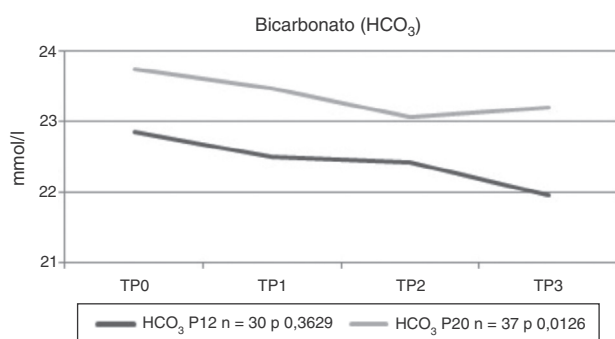


Figura 5 Bicarbonato (HCO₃ en mmol/L⁻¹).

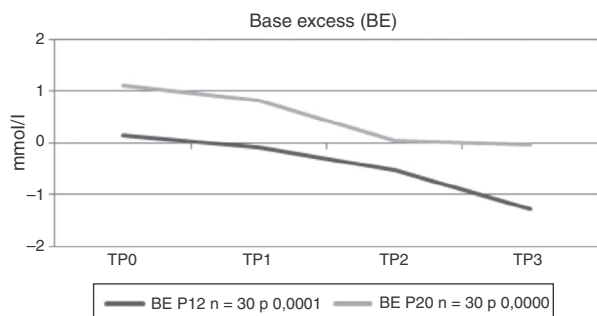


Figura 6 Reserva alcalina (base excess [BE] en mmol/L⁻¹).

($p=0,0001$). La BE presentó en el grupo P20 los siguientes valores de media y DE en T0, T1, T2 y T3 respectivamente: $1,10 \pm 3,27$ mmol/L⁻¹; $0,82 \pm 2,74$ mmol/L⁻¹; $0,05 \pm 3,22$ mmol/L⁻¹ y $-0,03 \pm 3,12$ mmol/L⁻¹, con una diferencia estadística ($p=0,0000$) (fig. 6). La BE presentó diferencias estadísticas en el grupo P12 cuando fueron comparados los T0 con T3 y entre T1 con relación a T2 y T3. En el grupo P20 las diferencias aparecieron entre T0 con relación a T2 y T3 y en la relación de T1 con T2 y T3.

Los valores medidos en los diversos parámetros evaluados no rebasaron aquellos considerados como normales en poblaciones sanas durante los procedimientos quirúrgicos y en su permanencia hasta el alta de la recuperación postanestésica.

Discusión

En este estudio fueron analizadas las alteraciones orgánicas e intercambio de gases en procedimientos laparoscópicos con altas presiones transitorias del neumoperitoneo artificial en tiempo suficiente para la introducción del primer trocar.

Los pacientes fueron distribuidos en 2 grupos, P12 (PIP de 12 mmHg) y P20 (PIP de 20 mmHg).

El grupo P12 fue el grupo control positivo, en el se analizaron todos los eventos y todas las posibles alteraciones durante el procedimiento quirúrgico con PIP estándar (12 mmHg) en nuestra población de interés. El objetivo de la inclusión del grupo P12 en esta investigación fue establecer el papel aislado de presiones altas (20 mmHg) en eventuales alteraciones que pudiesen ser observadas en el grupo P20, mediante la comparación entre los tiempos de cada grupo estudiado. El comportamiento de los parámetros se calculó

en el grupo P12 en el sentido de excluir el factor «tiempo de exposición al neumoperitoneo» como determinante de alteraciones orgánicas susceptibles de que puedan ocurrir en el grupo P20. Por tanto, se le puede atribuir exclusivamente a la alta PIP esas eventuales alteraciones encontradas en P20.

El grupo P20 fue el grupo experimental y control del mismo, porque los pacientes fueron sometidos a diferentes PIP, desde la ausencia de neumoperitoneo hasta la PIP de 20 mmHg.

Fueron utilizados los anestésicos propofol, rocuronio, sufentanilo y sevoflurano porque mantenían los parámetros cardiopulmonares estables, por propiciar el rápido acceso a las vías aéreas y por disminuir en el postoperatorio la incidencia de náuseas, vómitos y procesos de dolor²⁹⁻³⁴.

Los parámetros ventilatorios iniciales fueron el flujo constante, la fracción de oxígeno inspirado de un 60%, presión positiva espirada final de 4 cmH₂O, volumen corriente de 7 mL/kg⁻¹, frecuencia respiratoria de 15 rpm, 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. Además, 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 los resultados obtenidos fue observada una alteración estadísticamente significativa en la PAM en ambos grupos y en todos los tiempos del neumoperitoneo artificial. El hecho de que esa alteración haya sido también observada en el grupo P12 nos permite suponer que la causa fue la presencia de la exposición del organismo al neumoperitoneo artificial, inclusive con PIP estándar. Incluso en presiones consideradas bajas (12 mmHg) el reflejo se inicia el reflejo de vasoconstricción y por ende el aumento de la presión arterial. Sin embargo, esas alteraciones no representan problemas clínicos para los pacientes (fig. 1). Destaquemos que en ninguno de los grupos fue instaurado un régimen para hipertensión arterial.

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

peritoneo³⁸⁻⁴⁰, 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. En la presente investigación no fueron observadas alteraciones estadísticamente significativas en los valores de la PaCO₂, en ambos grupos. Como los parámetros ventilatorios no fueron alterados durante el estudio, los hechos sugieren que no 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 5 minutos durante la ventilación pulmonar consistente. Eso se puede deber al aumento de la presión intraabdominal que causa una compresión de los capilares, lo que limita la absorción de CO₂⁴¹⁻⁴³ y disminuye el flujo sanguíneo de la región esplácnica.

En este estudio se observó que los pacientes inicialmente desarrollaron una discreta alcalosis del tipo respiratoria como consecuencia de los parámetros ventilatorios determinados para el procedimiento. Como esos parámetros no fueron alterados en el transcurso del estudio y los valores respiratorios medidos (PaCO₂) no se alteraron significativamente, la caída de los valores del pH (inmediatamente después de la referida alcalosis inicial) hasta valores estadísticamente significativos puede haber ocurrido por la discreta elevación de los valores de la PaCO₂ y por la acidosis metabólica generada en función de la disminución de perfusión de los órganos intraabdominales. Se observa que durante la PIP de 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), fue similar en los grupos P20 y P12, conforme a lo que puede ser constatado por los valores de PaCO₂ informados en la gasometría (fig. 4). Algunos autores⁴⁴ han mostrado un aumento del pH en PIP de 15 mmHg en los primeros 30 min, con posterior disminución de esos valores. Ese resultado fue similar al encontrado en la presente investigación durante presiones intraperitoneales mayores (20 mmHg) y menores (12 mmHg). Las alteraciones encontradas en la presente investigación no presentaron significado clínico (fig. 2).

Con relación al HCO₃ ocurrió una reducción estadísticamente significativa en el grupo P20 después de la exposición del paciente a una PIP de 20 mmHg, hecho que no se observó en otros tiempos de ese grupo con PIP menores y que tampoco ocurrió en el grupo P12. Eso muestra que el factor presión de 20 mmHg es el responsable de las alteraciones. Asociado al hecho de que el pH presentase una disminución más acentuada en régimen de PIP de 20 mmHg 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 espláncnicos. En el estudio de Seft et al.⁴⁴ no hubo diferencia entre las presiones de 10 y 15 mmHg en cuanto a la producción de HCO₃, mientras que en la presente investigación la presión de 20 mmHg arrojó una disminución estadísticamente significativa de ese parámetro. Sin embargo, esa alteración no mostró significado clínico (fig. 5).

Con relación a la reserva alcalina (BE), ocurrió una disminución estadísticamente significativa en ambos grupos. Las

alteraciones encontradas se relacionan con el factor tiempo de exposición del organismo al neumoperitoneo. Durante un régimen de PIP de 20 mmHg, esas alteraciones aparecen más tempranamente. La caída en los valores de la BE en PIP de 20 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 espláncnicos. Seft et al.⁴⁴ relataron una disminución del BE en PIP de 10 mmHg y un aumento de los valores de BE en presión de 15 mmHg. En el presente estudio fue observada una disminución de la BE en PIP de 12 y 20 mmHg. Esas alteraciones no tuvieron un significado clínico (fig. 6).

La presión intraabdominal alta (20 mmHg) y transitoria (5 min) para la inserción del primer trocar causa alteraciones de la PAM, del pH, del HCO₃ y de la BE sin repercusiones clínicas para el paciente y debe ser usada para prevenir la aparición de lesiones iatrogénicas en la introducción del primer trocar.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Schippers E, Ottinger AP, Anurov M, et al. Laparoscopic cholecystectomy: a minor abdominal trauma? *World J Surg.* 1993;17:539-42.
- Roll S, Azevedo JLMC, Campos F, et al. Two-ports technique of laparoscopic cholecystectomy. *Endoscopy.* 1997;29:S43.
- Novitsky YW, Kercher KW, Czerniach DR, et al. Advantages of mini-laparoscopic vs conventional laparoscopic cholecystectomy: results of a prospective randomized trial. *Arch Surg.* 2005;140:1178-83.
- Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer EB, et al. The European Association for Endoscopic Surgery clinical practice guideline on the pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002;16:1121-43.
- Molloy D, Kaloo PD, Cooper M, et al. Laparoscopic entry: a literature review and analysis of techniques and complications of primary port entry. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2002;42:246-53.
- Neves JFNP, Monteiro GA, Almeida JR, et al. Lesão vascular grave em colecistectomia videolaparoscópica. Relato de dois casos. *Rev Bras Anestesiol.* 2000;50:294-6.
- Azevedo JL, Azevedo OC, Miyahira SA, et al. Injuries caused by Veress needle insertion for creation of pneumoperitoneum: a systematic literature review. *Surg Endosc.* 2009;23:1428-32. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-009-0383-9>.
- Azevedo OC, Azevedo JLMC, Sorbello AA, et al. Veress needle insertion in the left hypochondrium in creation of the pneumoperitoneum. *Acta Cir Bras.* 2006;21:296-303.
- Reich H, Rasmussen C, Vidali A. Peritoneal hypertension for trocar insertion. *Gynaecol Endosc.* 1999;8:375-7.
- Tsaltas J, Pearce S, Lawrence A, et al. Safer laparoscopic trocar entry: it's all about pressure. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2004;44:349-50.
- Reich H, Ribeiro SC, Rasmussen C, et al. High-pressure trocar insertion technique. *J Soc Laparoendosc Surg.* 1999;3:45-8.
- Phillips G, Garry R, Kumar C, et al. How much gas is required for initial insufflation at laparoscopy. *Gynaecol Endosc.* 1999;8:369-74.

13. Koivusalo AM, Lindgren L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44:834–41.
14. Safran DB, Orlando R. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am J Surg.* 1994;167:281–6.
15. Indberg F, Bergqvist D, Bjorck M, et al. Renal hemodynamics during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Surg Endosc.* 2003;17:480–4.
16. MacDougall EM, Monk TG, Wolf JS, et al. The effect of prolonged pneumoperitoneum on renal function in an animal model. *J Am Coll Surg.* 1996;182:317–28.
17. Akbulut G, Polat C, Aktepe F. The oxidative effect of prolonged CO₂ pneumoperitoneum on renal tissue of rats. *Surg Endosc.* 2004;18:1384–8.
18. Ozmen MM, Kessaf Alsar A, Besler HT. Does splanchnic ischemia occur during laparoscopic cholecystectomy? *Surg Endosc.* 2002;16:468–71.
19. Zulfikaroglu B, Koc M, Soran A. Evaluation of oxidative stress in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Today.* 2002;32:869–74.
20. Dexter SP, Vucevic M, Gibson J, et al. Hemodynamic consequences of high and low pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1999;13:376–81.
21. Rosen DMB, Lam AM, Chapman M, et al. Methods of creating pneumoperitoneum: a review of techniques and complications. *Obstet Gynecol Surv.* 1998;53:167–74.
22. Motew M, Ivankovich AD, Bieniarz J, et al. Cardiovascular effects and acid-base and blood gas changes during laparoscopy. *Am J Obstet Gynecol.* 1973;115:1002–12.
23. Greim CA, Broscheit J, Kortlander J, et al. Effects of intra-abdominal CO₂-insufflation on normal impaired myocardial function: an experimental study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2003;47:751–60.
24. Ivankovich AD, Albrech RF, Zahed B, et al. Cardiovascular collapse during gynecological laparoscopy. *Ill Med J.* 1974;145:58–61.
25. Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. *Dig Surg.* 2004;21:95–105.
26. Barczynski M, Herman RM. A prospective randomized trial on comparison of low-pressure (LP) and standard-pressure (SP) pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2003;17:533–8.
27. Asif M, Sarkar PK. Three-digit Allen's test. *Ann Thorac Sur.* 2007;84:686–7.
28. Amaral JLG, Ferreira ACP, Ferez D, et al. Monitorização da respiração: oximetria e capnografia. *Rev Bras Anesthesiol.* 1992;42:51–8.
29. Turazzi JC, Bedin A. Sevoflurano em cirurgia videolaparoscópica. *Rev Bras Anesthesiol.* 1999;49:299–303.
30. Filipovic M, Michaux I, Wang J, et al. Effects of sevoflurane and propofol on left ventricular diastolic function in patients with pre-existing diastolic dysfunction. *Br J Anaesth.* 2007;98:12–8.
31. Filipovic M, Wang J, Michaux I, et al. Effects of halothane, sevoflurane, and propofol on left ventricular diastolic function in humans during spontaneous and mechanical ventilation. *Br J Anaesth.* 2005;94:186–92.
32. Dobson AP, McCluskey A, Meakin G, et al. Effective time to satisfactory intubation conditions after administration of rocuronium in adults. Comparison of propofol and thiopentone for rapid sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia.* 1999;54:172–97.
33. Dershwitz M, Michałowski P, Chang Y, et al. Postoperative nausea and vomiting after total intravenous anesthesia with propofol and remifentanyl or alfentanil: how important is the opioid? *J Clin Anesth.* 2002;14:275–8.
34. Thomson IR, Harding G, Hudson RJ. A comparison of fentanyl and sufentanil in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2000;14:652–6.
35. Kaba A, Joris J. Anaesthesia for laparoscopic surgery. *Curr Anaesth Crit Care.* 2001;12:159–65.
36. Abu-Rafea B, Vilos GA, Ahmad R, et al. High-pressure laparoscopic entry does not adversely affect cardiopulmonary function in healthy women. *J Minim Invasive Gynecol.* 2005;12:475–9.
37. Hypólito O, Azevedo J, Caldeira FLA, et al. Creation of pneumoperitoneum: noninvasive monitoring of clinical effects of elevated intraperitoneal pressure for the insertion of the first trocar. *Surg Endosc.* 2010;24:1663–9.
38. Gándara V, de Vega DS, Escríu A, et al. Acid-base balance alterations in laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 1997;11:707–10.
39. Iwasaka H, Miyakawa H, Yamamoto H. Respiratory mechanics and arterial blood gases during and after laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth.* 1996;43:129–33.
40. Pearce DJ. Respiratory acidosis and subcutaneous emphysema during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth.* 1994;41:314–6.
41. Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K, et al. Changes in splanchnic blood flow and cardiovascular effects following peritoneal insufflation of carbon dioxide. *Surg Endosc.* 1993;7:420–3.
42. Lister DV, Rudston-Brown B, Wriner B. Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology.* 1994;80:129–36.
43. Mullet CE, Viale JP, Sagnard PE. Pulmonary CO₂ elimination during surgical procedures using intra or extraperitoneal CO₂ insufflation. *Anesth Analg.* 1993;76:622–6.
44. Sefr R, Puszkailer K, Jagos F. Randomized trial of different intraabdominal pressure and acid-base balance alterations during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc.* 2003;17:947–50.