

Cambios en los gases arteriales de perros de raza Beagle durante el neumoperitoneo con bióxido de carbono

Eliseo Portilla de Buen*
Jorge Castañón Morales**
Alberto Ramos Mora***
Adolfo Cárdenas Ortega*
David Z. García Martínez*
Sergio Rodríguez Reynoso*
Norma Olivares Gasamans*

Abstract

Laparoscopy is a common alternative for the solution of surgical pathology in humans. Its use in veterinary medicine is increasing. Although blood-gas alterations in animals under carbon dioxide pneumoperitoneum have been described, this work was designed to evaluate specific alterations present in dogs less than 10 kg of weight. Four Beagles weighing 6 to 9 kg were anesthetised and pressure-ventilated. Pneumoperitoneum was achieved with CO₂ at 8 mmHg during 75 min. An increase in PaCO₂ was observed (P < 0.05) from normal values up to 51.6 ± 1.28 mmHg, with a simultaneous fall in pH to 7.29 ± 0.02 (P < 0.05). Hyperventilation during the last 50 min returned these values to normal. PaO₂ remained within normal range, and reached 320.33 ± 57 with hyperventilation. Blood gas alterations in these Beagles during CO₂ pneumoperitoneum (8 mmHg) were similar to those observed in larger animals. These alterations can be controlled with ventilatory frequency modifications.

Key words: DOG, LAPAROSCOPY, PNEUMOPERITONEUM, BLOOD-GASES, ACID-BASE BALANCE, CARBON DIOXIDE, HYPERCAPNIA.

Resumen

La laparoscopia es una alternativa común en humanos para la resolución de patología quirúrgica. Su uso en medicina veterinaria tiende a aumentar. Aunque se conocen las alteraciones gasométricas en animales adultos sometidos a neumoperitoneo con CO₂, se diseñó este trabajo con el fin de valorar dichas alteraciones específicamente en perros de menos de 10 kg de peso. Cuatro de estos últimos, de raza Beagle, adultos, de entre 6 y 9 kg fueron sometidos a anestesia, ventilación de presión y neumoperitoneo con CO₂ a 8 mmHg de presión durante 75 min. Se observó elevación significativa (P < 0.05) de la PaCO₂ desde valores normales, hasta 51.6 ± 1.28 mmHg, con una reducción simultánea del pH hasta 7.29 ± 0.02 (P < 0.05). La hiperventilación durante los últimos 50 min tendió a corregir estos valores. La PaO₂ se mantuvo dentro de rangos normales, y alcanzó hasta 320 ± 57 mmHg con la hiperventilación. Las alteraciones gasométricas en perros Beagle, entre 6 y 9 kg de PC,

Recibido el 6 de mayo de 1997 y aceptado el 7 de octubre de 1997.

* División de Investigación Quirúrgica, Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social, Sierra Mojada 800, Col. Independencia, Guadalajara, Jalisco, 44340, México.

** Sanatorio del Niño Carmita, Av. México 2923, Col. Vallarta Norte, Guadalajara, Jalisco, 44690, México.

*** Bioterio, Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social, Sierra Mojada 800, Col. Independencia, Guadalajara, Jalisco, 44340, México.

durante neumoperitoneo con CO₂ (8 mmHg), son similares a las observadas en animales de mayor talla. Éstas pueden ser controladas modificando la frecuencia ventilatoria.

Palabras clave: PERRO, LAPAROSCOPIA, NEUMOPERITONEO, GASES SANGUÍNEOS, EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE, BIÓXIDO DE CARBONO, HIPERCAPNEA.

Introducción

La cirugía laparoscópica ha alcanzado una gran aceptación en la práctica médica! Esta técnica requiere la inducción de neumoperitoneo para obtener una visibilidad adecuada. Se han propuesto varios gases para este propósito, pero el bióxido de carbono es el que se utiliza en la mayoría de las intervenciones debido a diferentes ventajas.² Sin embargo, se han documentado varias alteraciones fisiológicas asociadas con la infusión del gas en la cavidad peritoneal, entre éstas se encuentran: hipertensión arterial, hipertensión pulmonar, reducción de la distensibilidad pulmonar, aumento del gasto cardiaco, elevación en la saturación de oxígeno venoso, acidemia, hipercapnea e hiperkalemia.³⁻⁸

Los procedimientos laparoscópicos se han aplicado principalmente en pacientes humanos ginecológicos jóvenes y generalmente saludables, durante periodos cortos.⁹ Una expansión reciente a la cirugía general ha llevado su uso a pacientes por tiempos prolongados, en particular aquellos con riesgo anestésico o quirúrgico importante. En virtud de que su aplicación ha sido primordialmente en adultos, la mayoría de los procedimientos experimentales relacionados se han realizado en animales de pesos mayores a los 15 kg.

La cirugía laparoscópica tiene también un gran potencial para la atención médica veterinaria.^{7,10-13} En este sentido resulta interesante el estudio de los cambios fisiológicos asociados a procedimientos prolongados o en animales con riesgo anestésico-quirúrgico elevado, en particular aquellos de pesos menores a 10 kg, ya que se desconoce si el peso bajo correlaciona con alteraciones fisiológicas más importantes. Este trabajo se diseñó con el fin de valorar los efectos del neumoperitoneo con bióxido de carbono durante un periodo prolongado sobre los gases arteriales, en perros de menos de 10 kg. También se evaluó el efecto de la hiperventilación para corregir las alteraciones gasométricas en estos animales.

Material y métodos

Se utilizaron cuatro perros de raza Beagle, entre 6 y 9 kg, mantenidos en condiciones de bioterio, de acuerdo con las normas establecidas para el manejo y cuidado de los animales para investigación.

Previo ayuno, se les aplicó atropina (0.05 mg/kg SC) y se les colocó catéter radial calibre 17, a través de este

último se les infundió pentobarbital sódico (25.2 mg/kg IV). Se les colocó sonda orotraqueal de Rüsck y se conectaron a un ventilador de ciclo-presión* a una frecuencia de 10 respiraciones/min, con presión de insuflación de 20 cmH₂O y FiO₂ de 40%. Se administraron las dosis adicionales de pentobarbital (6.3 mg/kg IV) necesarias para mantener una dependencia total del ventilador. Se insertó catéter calibre 19 en arteria femoral vía percutánea, por donde se obtuvieron muestras de sangre para medición de gases sanguíneos. Las pérdidas insensibles fueron remplazadas con solución mixta (1.71 ml • kg⁻¹ • h⁻¹) a través de la vena radial. Se permitió un periodo de estabilización de 10 min sin manipulación alguna, después de éste se realizó una determinación basal de gases sanguíneos. En ese momento se indujo neumoperitoneo con un laparoinflador de CO₂ a través de una aguja de Veress, insertada 2 cm posterior a la cicatriz umbilical, sobre la línea media. Se mantuvo una presión intrabdominal de 8 mmHg durante todo el periodo de insuflación. Los gases arteriales fueron medidos de manera subsecuente a los 5, 10, 15, 25, 35, 55 y 75 min después de la insuflación con CO₂. La frecuencia ventilatoria fue duplicada durante los últimos 50 minutos.

Los gases sanguíneos fueron medidos en un analizador de gases,** con calibración doble antes de cada experimento y calibración simple entre cada determinación.

No se llevaron a cabo mediciones hemodinámicas, con el fin de evitar la introducción de variables que pudieran alterar los resultados de las gasometrías sanguíneas.

Después de cada experimento se detuvo la infusión de CO₂ y se esperó la recuperación anestésica del animal.

Análisis estadístico

Todos los resultados se muestran como media ± error estándar de la media. Las diferencias entre cada medición y las lecturas basales, fueron analizadas con la prueba "t" de Student. Se consideró significancia con una P < 0.05. Todos los cálculos se realizaron con el programa Epi-Info.¹⁴

Resultados

La PCO₂ arterial (Figura 1) mostró un aumento significativo después de la laparoinfluación con CO₂, desde un valor basal de 35.7 ± 1.56 mmHg y un pico de 51.6 ± 1.28 mmHg en el minuto 20 (P < 0.05). Esto fue corregido por la hiperventilación, aun con la

* Bird Mark 8, Palm Springs, California, USA.

** IL 1304, Instrumentation Laboratory, Lexington, MA, USA.

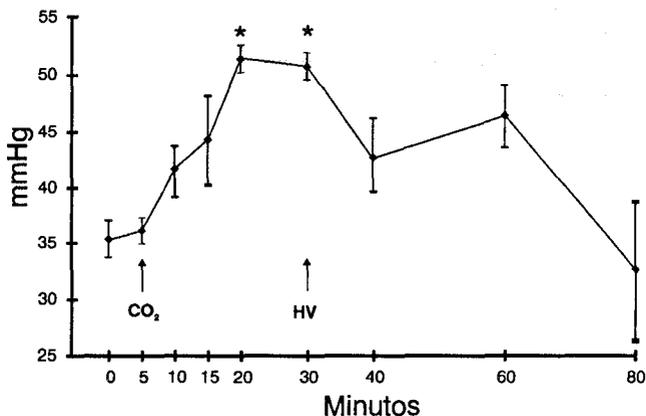


Figura 1. Cambios en la PCO₂ arterial durante neumoperitoneo con bióxido de carbono en Beagles (n = 4). Los valores se expresan como media ± error estándar de la media. (CO₂ = inicio de la insuflación con CO₂; HV = inicio de la hiperventilación.* = diferencia significativa, comparado con el valor basal (P < 0.05).

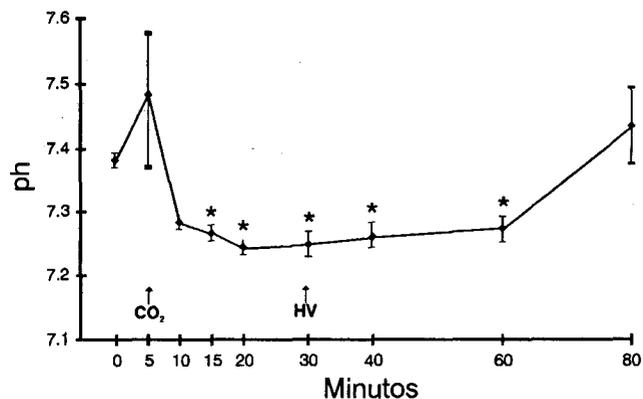


Figura 2. Cambios en el pH arterial durante neumoperitoneo con bióxido de carbono en Beagles (n = 4). Los valores se expresan como media ± error estándar de la media. (CO₂ = inicio de la insuflación con CO₂; HV = inicio de la hiperventilación.* = diferencia significativa, comparado con el valor basal (P < 0.05)

presencia del neumoperitoneo. Se requirió de 45 a 50 minutos para volver a los valores iniciales. Algo similar ocurrió con el pH arterial (Figura 2), que mostró un descenso significativo coincidente con la elevación de la PCO₂, desde 7.39 ± 0.01 hasta 7.29 ± 0.02 inmediatamente después de la inducción del neumoperitoneo y que retornó a los valores iniciales después de 50 minutos de hiperventilación (P < 0.05). La presión arterial de oxígeno (Figura 3) mostró un descenso moderado, de 226.25 ± 29.67 mmHg hasta 161.75 ± 19.19 mmHg, y aumentó hasta 320.33 ± 57.23 mmHg con la hiperventilación, aunque en ningún momento se encontraron diferencias significativas, comparados con sus valores basales.

Discusión

Se ha demostrado que la laparoinfluación con CO₂ produce elevación de la PaCO₂^{2,15} que puede corregirse con un aumento en la frecuencia ventilatoria.¹⁶ Estos resultados se han obtenido con animales o pacientes mayores a 15 kg. En el caso de este trabajo, el interés se centró en valorar si estas condiciones se repetían o se manifestaban más seriamente en perros menores a 10 kg.

Se utilizó una presión intraabdominal de 8 mmHg, que es adecuada para pacientes pediátricos.¹⁷ Ishizaki *et al.*¹⁸ encontraron que las presiones intraperitoneales entre 8 y 12 mmHg no producen cambios significativos de la función cardíaca o los flujos espláncnicos, en animales sometidos a ventilación con presión positiva. Rayman *et al.*⁶ obtuvieron resultados similares en cerdos. Se decidió no utilizar presión espiratoria pulmonar final, en virtud de que Moffa *et al.*¹ mostraron que los efectos adversos de esta técnica se exageran con el neumoperitoneo.

La saturación de oxígeno arterial no proporciona una información real del estado ácido-base sanguíneo. Algo similar sucede con la presión espirada de CO₂.¹⁶ Esto

implica que el grupo anestésico debe procurar una vigilancia estrecha del pH y la PCO₂ sanguíneas durante el neumoperitoneo, en especial en animales inestables o con riesgo anestésico alto.^{19,20} Si se consideran aspectos de difusión y transporte de masas, se concluye que la cantidad de CO₂ absorbida por el peritoneo a presión de insuflación constante, no dependerá de la cantidad de gas infundido, sino de la presión generada. La congruencia de este concepto con los resultados aquí presentados confirma que no hay diferencia en las alteraciones gasométricas de perros entre 6 y 9 kg de peso corporal, comparados con animales de mayor talla.

La elevación de la PaCO₂ tiene efectos hemodinámicos importantes, incluso en ausencia de neumoperitoneo.²¹ Es de suponer que dichas alteraciones existieron en los Beagle estudiados, aunque no se consideró su medición en este trabajo. Los sujetos

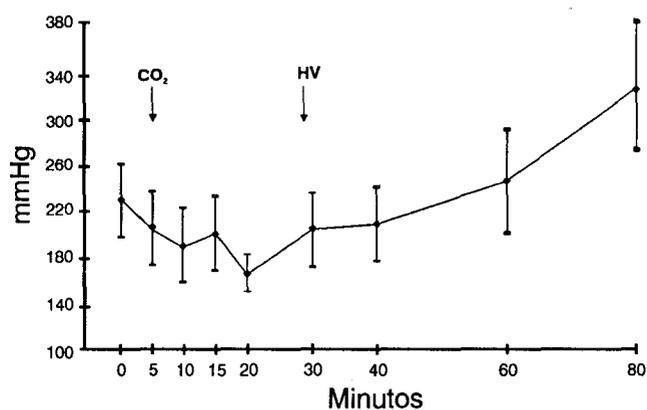


Figura 3. Cambios en la PO₂ arterial durante neumoperitoneo con bióxido de carbono en Beagles (n = 4). Los valores se expresan como media ± error estándar de la media. (CO₂ = inicio de la insuflación con CO₂; HV = inicio de la hiperventilación. No se identificaron diferencias estadísticas significativas en ningún momento, comparadas con el valor basal.)

normales son capaces de compensar estas alteraciones, pero adquieren importancia si se trata de perros con compromiso respiratorio o hemodinámico.^{8,22}

Este trabajo muestra las alteraciones gasométricas encontradas en Beagle adultos, sanos, entre 6 y 9 kg de peso, sometidos a anestesia fija y neumoperitoneo con CO₂. Éstas son similares a las encontradas en animales de mayor talla. La hipercapnea asociada al neumoperitoneo con CO₂ puede ser controlada modificando la frecuencia ventilatoria.

Agradecimientos

Agradecemos al personal de apoyo de la División de Investigación Quirúrgica y del Bioterio del Centro de Investigación Biomédica de Occidente, Instituto Mexicano del Seguro Social, su entusiasta colaboración.

Referencias

1. Moffa SM, Quinn JV, Slotman GJ. Hemodynamic effects of carbon dioxide pneumoperitoneum during mechanical ventilation and positive end-expiratory pressure. *J Traumatol* 1993;35:613-617.
2. Safran DB, Orlando R. Physiologic effects of pneumoperitoneum. *Am J Surg* 1994;167:281-286.
3. Gross ME, Jones BD, Bergstresser DR, Rosenbauer RR. Effects of abdominal insufflation with nitrous oxide on cardiorespiratory measurements in spontaneously breathing isoflurane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res* 1993;54:1352-1358.
4. Hall D, Goldstein A, Tynan E, Braunstein L. Profound hypercarbia late in the course of laparoscopic cholecystectomy: detection by continuous capnometry. *Anesthesiology* 1993;79:173-174.
5. Leighton T, Pianim N, Liu S. Effectors of hypercarbia during experimental pneumoperitoneum. *Am Surg* 1992;58:717-721.
6. Rayman R, Girotti M, Armstrong K, Inman KJ, Lee R, Girvan D. Assessing the safety of pediatric laparoscopic surgery. *Surg Laparosc Endosc* 1995;5:437-443.
7. Silva LD, Onclin K, Donnay I, Verstegen JP. Laparoscopic vasectomy in the male dog. *J Reprod Fertil* 1993;47:399-401.
8. Windberger U, Siegl H, Woisetschlager R, Schrenk P, Podesser B, Losert U. Hemodynamic changes during prolonged laparoscopic surgery. *Eur Surg Res* 1994;26:1-9.
9. Pearson MR, Sander ML. Hyperkalaemia associated with prolonged insufflation of carbon dioxide into the peritoneal cavity. *Br J Anaesth* 1994;72:602-604.
10. Gimbo A, Catone G, Cristarella S, Scirpo A. A new, less invasive, laparoscopic-laparotomic technique for the cryptorchidectomy in the dog. *Arch Ital Urol Androl* 1993;65:277-281.
11. Hardie RJ, Flanders JA, Schmidt P, Credille KM, Pedrick TP, Short CE. Biomechanical and histological evaluation of a laparoscopic stapled gastropexy technique in dogs. *Vet Surg* 1996;25:127-133.
12. Van Lue SJ, Cowles RS, Rawlings CA. Video-assisted percutaneous cystoscopy of the bladder and prostatic urethra in the dog: new approach for visual laser ablation of the prostate. *J Endourol* 1995;9:503-507.
13. Soper NJ, Brunt LM, Brewer JD, Meininger TA. Laparoscopic Billroth II gastrectomy in the canine model. *Surg Endosc* 1994;8:1395-1398.
14. Epi Info (computer program) version 6.02. Atlanta (GA): Centers for Disease Control & Prevention, 1994.
15. Leighton TA, Liu SY, Bongard FS. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery* 1993;113:527-531.
16. Wahba RWM, Mamazza J. Ventilatory requirements during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1993;40:206-210.
17. Castañón J, Portilla E, Rodríguez E, González V, Silva H, Ramos A. A new technique for laparoscopic repair of hypertrophic pyloric stenosis. *J Ped Surg* 1995;30:1294-1296.
18. Ishizaki Y, Bandai Y, Shimomura K, Abe H, Ohtomo Y, Idezuki Y. Safe intraabdominal pressure of carbon dioxide pneumoperitoneum during laparoscopic surgery. *Surgery* 1993;114:549-554.
19. Fitzgerald SD, Andrus CH, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Hypercarbia during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Am J Surg* 1992;163:186-190.
20. Williams MD, Murr PC. Laparoscopic insufflation of the abdomen depresses cardiopulmonary function. *Surg Endosc* 1993;7:12-16.
21. Ho HS, Saunders CJ, Corso FA, Wolfe BM. The effects of CO₂ pneumoperitoneum on hemodynamics in hemorrhaged animals. *Surgery* 1993;114:381-387.
22. Hata K, Goto Y, Kawaguchi O, Takasago T, Saeki A, Nishioaka T, Suga H. Hypercapnic acidosis increases oxygen cost of contractility in the dog left ventricle. *Am J Physiol* 1994;266:H730-H740.