

Efeitos do pneumoperitônio com ar e CO₂ na gasometria de suínos¹

Silvio Luis da Silveira Lemos²
 Joaquim Miguel Vinha²
 Iandara Schettert Silva³
 Paulo André Costa Novaes²
 Maisse Fernandes Oliveira⁴
 Georgette Beatriz Paula⁴
 Camila Carvalho Rebelo⁴
 Marcelo Luiz Marinho⁴

Lemos SLS, Vinha JM, Silva IS, Novaes PAC, Oliveira MF, Paula GB, Rebelo CC, Marinho ML. Efeitos do pneumoperitônio com ar e CO₂ na gasometria de suínos. Acta Cir Bras [serial online] 2003 Set-Out;18(5). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/acb>.

RESUMO – Objetivo: O pneumoperitônio produz várias alterações na fisiologia humana. Algumas destas alterações, como hipercapnia e acidose, dependem ou são agravadas com o uso de CO₂, tendo maior repercussão em pacientes com problema cardio-respiratório. A necessidade de uma melhor alternativa para insuflação da cavidade; a observação de que as cirurgias abertas, assim como as laparoscópicas com suspensão mecânica, são realizadas na presença de Ar ambiente; e a escassez de trabalhos testando o Ar em substituição ao CO₂ para insuflação da cavidade, foram motivos para a realização deste trabalho. **Métodos:** Vinte (0) suínos anestesiados foram submetidos a pneumoperitônio com 1 hora de duração. Os animais foram distribuídos em 4 grupos de 5 animais: Grupo A1 – Pneumoperitônio de Ar a 10 mmHg; Grupo A – Pneumoperitônio de Ar a 16 mmHg; Grupo B1 – Pneumoperitônio de CO₂ a 10 mmHg; Grupo B – Pneumoperitônio de CO₂ a 16 mmHg. O pneumoperitônio foi realizado pela técnica aberta com trocater de Hasson. Através de um cateter venoso central colhe-se amostra de sangue para exame de gasometria em 3 momentos. **Resultados:** A análise da gasometria venosa não revelou alterações significativas entre os grupos em relação a PaO₂ e a saturação do O₂. Nos Grupos A1, A e B1 não foram observadas alterações no equilíbrio ácido-básico. No Grupo B após uma hora de pneumoperitônio houve nítida tendência a hipercapnia e acidose. **Conclusão:** O ar, com a técnica aberta de pneumoperitônio foi uma opção segura para insuflação de cavidade em procedimentos laparoscópicos diagnósticos de suínos.

DESCRITORES – Pneumoperitônio. Gasometria. Laparoscopia. Suínos. Ar.

Introdução

A videolaparoscopia vem sendo cada vez mais empregada como opção para diagnóstico e tratamento cirúrgico das afecções abdominais.

O pneumoperitônio é um dos passos necessários para realização dos procedimentos laparoscópicos. O Dióxido de Carbono (CO₂) tem sido o gás mais utilizado para a insuflação da cavidade abdominal, devido as suas características: ser transparente, não comburente, de

1. Trabalho desenvolvido no Laboratório de Cirurgia Experimental do Hospital Veterinário da Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal (UNIDERP), aprovado e financiado pela Fundação Manoel de Barros (FMB), Campo Grande – MS.
2. Professor do curso de Medicina da UNIDERP.
3. Professora Doutora do curso de Medicina Veterinária da UNIDERP.
4. Acadêmicos do curso de Medicina da UNIDERP.

fácil acesso, baixo custo e altamente solúvel em água¹, o que reduz o risco de embolia gasosa fatal^{2, 3, 4, 5, 6}. Além disso, é um produto endógeno natural que é eliminado pelos pulmões durante a respiração³.

No entanto, o pneumoperitônio produz várias alterações na fisiologia humana^{1,3,7,8,9, 10,11,12,13}. Algumas destas alterações, como hipercapnia e acidose, dependem ou são agravadas com o uso de CO₂^{2,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26}.

O pneumoperitônio provoca alterações relacionadas não só ao efeito mecânico do aumento da pressão intra-abdominal^{1,3,18,19,27,28,29}, mas principalmente pelo aumento da absorção de CO₂^{1,3,10,12,13,14,17,19,20,25,30}. As alterações do equilíbrio ácido-básico, ventilatórias e hemodinâmicas, em pacientes saudáveis, não ocorrem ou teriam poucas conseqüências, quando a pressão de pneumoperitônio utilizada é de no máximo 15 mmHg^{10,18,29,25,31}. Em pacientes com doença cardio-respiratória, estas alterações têm uma repercussão maior^{1,12,14,16,22,23,26,29,32,33}.

É conhecido que o CO₂ reduz o pH da superfície peritoneal^{25,34,35}, provocando mais dor quando comparado com outros gases^{35,36}, fato que também implica na utilização de anestesia geral.

Assim, frente à necessidade de uma melhor alternativa em substituição ao pneumoperitônio de CO₂, várias opções foram experimentadas, entre as quais pode-se citar a utilização de outros gases para insuflação da cavidade, como o hélio, o argônio e o óxido nitroso^{2,8,9,12,14,15,23,32,34,35,36,37,38,39,40,41,42} e até mesmo a suspensão mecânica da cavidade^{8,11,16,20,24,33,43,44,45,46}. Esta última opção, apesar de não causar as alterações induzidas pelo pneumoperitônio, tem suas limitações^{41,47} e não é amplamente empregada.

Os gases nobres apesar de mostrarem algumas vantagens em relação ao CO₂^{2,9,32,34,40}, também têm desvantagens^{2,32,34,40}, que seria o custo maior e a insegurança em relação ao risco de embolia gasosa, pois se ocorresse, seria mais grave^{2,4,5,6,40,48}, uma vez que os gases nobres são pouco solúveis em água.

O ar e seu principal componente, o nitrogênio, da mesma forma, são pouco solúveis e por isso também têm sido evitados¹².

Na prática, a embolia gasosa ocorre durante a criação do pneumoperitônio, insuflando a cavidade com a agulha de Verres, ou seja, somente com a técnica fechada de pneumoperitônio^{6,49,50,51,52}.

Teoricamente, a embolia gasosa poderia ocorrer durante uma cirurgia laparoscópica na presença de lesão vascular (venosa), associada com uma pressão elevada de pneumoperitônio e hipovolemia, como demonstrado em estudo experimental⁵³. Normalmente não se indica

procedimento laparoscópico na vigência de hipovolemia, e a pressão de pneumoperitônio normalmente empregada (máximo 15 mmHg), possivelmente não seria suficiente para provocar embolia gasosa.

Assim, se o único risco real da embolia gasosa fosse na instalação do pneumoperitônio com agulha de Verres, os gases insolúveis, inclusive o ar, poderiam ser utilizados com segurança usando uma técnica aberta de pneumoperitônio^{6,54}, como proposto por Hasson.

O emprego de uma técnica aberta, sem utilização da agulha de verres, é mais seguro, pois além diminuir a incidência de lesões viscerais^{54,55,56,57,58} evita o risco de embolia gasosa durante a criação do pneumoperitônio. Em equipes treinadas demanda pouco tempo, sendo já uma rotina em alguns serviços^{54,55,58}.

O Óxido Nitroso (NO₂) apesar de ser solúvel (bem difusível) tem o inconveniente de ser comburente devendo também ser evitado em procedimentos terapêuticos com uso de eletrocoagulação⁵⁹.

Apesar de ter sido amplamente usado no passado, o Ar atualmente não tem sido opção de escolha para a insuflação da cavidade em procedimentos laparoscópicos, já que em condições normais o CO₂ mostrava-se uma opção segura.

A observação de que as intervenções abertas, assim como as laparoscópicas com suspensão mecânica, são realizadas na presença de Ar ambiente; e a escassez de trabalhos testando o Ar em substituição ao CO₂ para insuflação da cavidade, foram também motivos para a realização do presente trabalho.

Este trabalho tem como objetivo testar o Ar para realização do pneumoperitônio, comparando-o com o CO₂, analisando alterações provocadas na gasometria venosa central e verificar possíveis complicações relacionadas ao seu uso.

Frente aos resultados obtidos, poder-se-ia ter uma outra opção mais acessível para realização de procedimentos laparoscópicos diagnósticos, podendo ter utilidade especialmente para pacientes com comprometimento cardio-respiratório. Ao mesmo tempo poder-se-ia evitar também a necessidade do uso de cilindro de gases, com redução maior do custo.

Métodos

Vinte (20) suínos foram submetidos a pneumoperitônio. O peso médio dos animais foi de 28 Kg. Os porcos foram divididos em quatro grupos de cinco animais. O Ar foi utilizado para realização do pneumoperitônio na metade dos porcos e na outra o CO₂ foi utilizado. Cada grupo destes animais foi subdividido, utilizando-se duas pressões diferentes de pneumope-

ritônio, 10mmHg e 16 mmHg. A duração do pneumoperitônio foi de 01 hora.

Os grupos foram assim denominados:

Grupo A1 – Cinco suínos com pneumoperitônio de Ar a 10 mmHg;

Grupo A2 – Cinco suínos com pneumoperitônio de Ar a 16 mmHg;

Grupo B1 – Cinco suínos com pneumoperitônio de CO₂ a 10 mmHg;

Grupo B2 – Cinco suínos com pneumoperitônio de CO₂ a 16 mmHg.

Decidiu-se analisar a gasometria com amostra de sangue venoso central, pois acreditamos que esta seria mais fiel para revelar a quantidade de CO₂ absorvido. Outro motivo desta escolha seria pelo fato dos animais estarem com ventilação pulmonar variável, ou seja, com respiração espontânea. Vários trabalhos concluem que a acidose e hipercapnia decorram principalmente da absorção de CO₂ pela cavidade peritonial. O CO₂ absorvido estaria na circulação venosa, antes de ir para os pulmões e ser eliminado. É sabido que podemos compensar a hipercapnia e a acidose com aumento da ventilação alveolar (elevação da frequência respiratória)^{15,29,30}. A gasometria arterial poderia não mostrar a tendência para hipercapnia, pois grande parte do CO₂ absorvido poderia ser eliminada pela respiração na circulação pulmonar.

Preparo, indução e manutenção anestésica – Os porcos foram mantidos em jejum por 18 a 24 horas antes do ato anestésico-cirúrgico. Para a indução anestésica utilizou-se pela via intramuscular: Ketamina 150mg, Fentanil 0,1mg, Midazolam 10mg, Sulfato de Atropina 0,25mg e Azaperone 80 mg. Os animais, então, foram pesados para em seguida serem transportados à sala de operações. Realizou-se venóclise com catéter plástico 18 na orelha esquerda para manutenção anestésica. Para esta manutenção utilizou-se infusão contínua endovenosa de Midazolam 0,2 mg/min associada a bolus endovenoso de Ketamina 35mg, Fentanil 0,01mg e Midazolam 1 mg, administrados 30 minutos após criação do pneumoperitônio.

Os animais foram mantidos em ventilação espontânea sob máscara com oxigênio a 5 l/min.

Depois de induzida a anestesia infiltra-se com lidocaína 2% a região cervical direita para punção da veia jugular interna e posicionamento do cateter venoso central, que é utilizado para coleta de três amostras de sangue para exame de gasometria. O comprimento do cateter introduzido é calculado para que sua extremidade esteja posicionada nas proximidades do átrio direito. Este é mantido com gotejamento contínuo de 5000 unidades de Heparina diluídas em solução fisiológica

0,9% (250 ml) a 15 gotas/minuto. Este gotejamento é interrompido no momento das coletas de amostras de sangue venoso nos horários programados.

Pneumoperitônio - Infiltrou-se com anestésico local na linha média do abdome acima do umbigo. Realizou-se incisão na pele e TCSC, expondo a aponeurose para colocação de 2 pontos de fio algodão 0 para reparo e tração da mesma. Realizou-se posteriormente a abertura da aponeurose e peritônio para visualização direta da cavidade e introdução do trocater de Hasson pela técnica aberta de pneumoperitônio. Este trocater foi fixado utilizando-se dos fios de algodão reparados.

Conectou-se a mangueira de insuflação ao trocater e para criação do pneumoperitônio. O insuflador foi regulado para uma pressão máxima de 10 ou 16 mmHg, com um fluxo de 3 litros/min do início até o final do procedimento. O insuflador eletrônico cessa o fluxo automaticamente quando a pressão máxima é alcançada. Pequenas perdas de gás durante o procedimento, em torno do trocar de Hasson, foram automaticamente repostas pelo insuflador.

Tempos de coleta – A coleta do sangue venoso central para análise foi realizada em 3 momentos. O 1º após estabilização do animal e posicionamento do trocar de Hasson, imediatamente antes da insuflação da cavidade. O 2º após 15 min de pneumoperitônio e o 3º após uma hora de pneumoperitônio. Logo após a coleta da 3ª amostra, desinsuflamos a cavidade e cessamos a medicação anestésica. Os animais foram observados até 3 horas após procedimento.

Vários trabalhos mostraram que as alterações ocorridas no pneumoperitônio têm tendência de retorno à normalidade após algum tempo da desinsuflação da cavidade, sendo um dos motivos pelo qual não foi realizada coleta de amostra posteriormente.

Resultados

Todos animais permaneceram vivos durante o estudo. A análise do resultado da gasometria venosa não revelou alterações significativas entre os grupos em relação a PaO₂ e a saturação do O₂.

Nos Grupos A1, A2 e B1 não foram observadas alterações no equilíbrio ácido-básico. No Grupo B2 também não encontramos alterações significativas com 15 min de pneumoperitônio, no entanto após uma hora de pneumoperitônio houve significativa elevação da PaCO₂ e concomitante redução do pH. Neste grupo a PaCO₂ que era de 41,6 mmHg no início, sobe para 69,8 mmHg após 1 hora (Figura 1), e o pH que era de 7,37 no início, cai para 7,35 com 15 min e 7,27 após 1 hora (Figura 2).

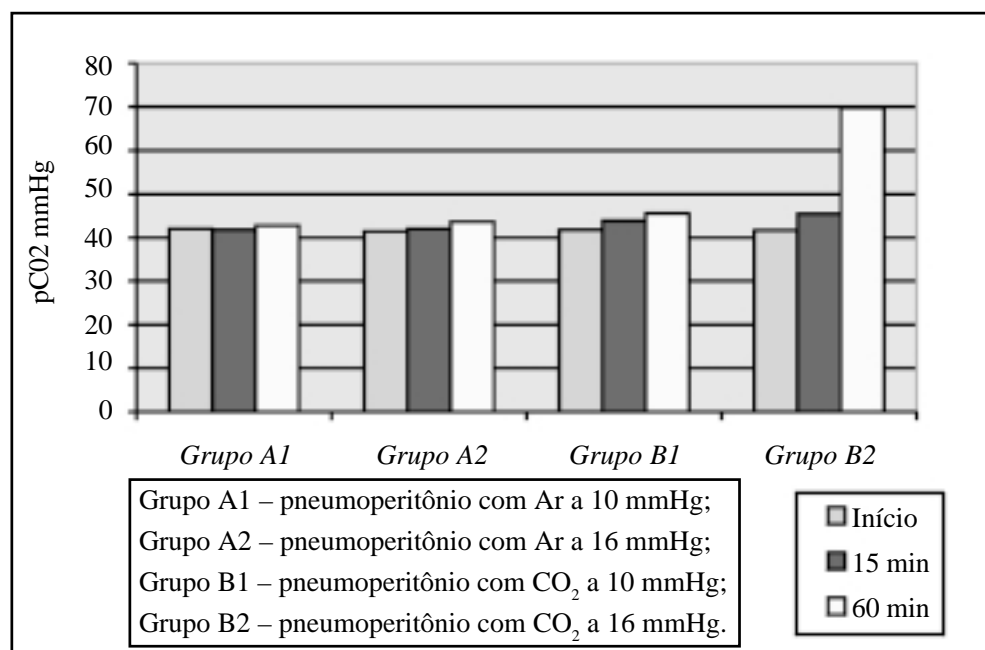


FIGURA 1 – pCO₂ na amostra de sangue venoso central nos grupos A1, A2, B1 e B2: antes da insuflação da cavidade, com 15 min. e 1 hora de pneumoperitônio.

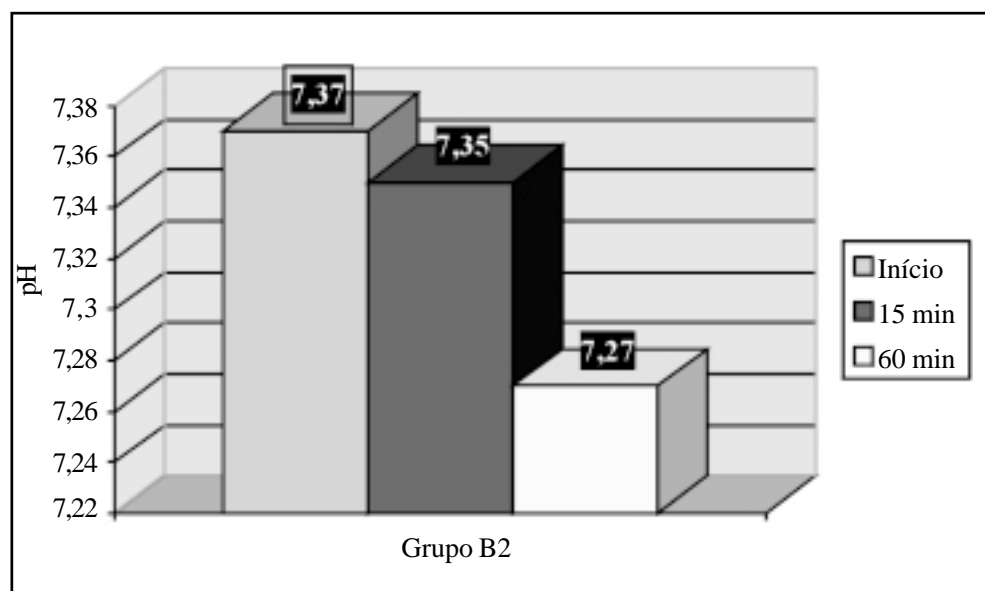


FIGURA 2 – Variação do pH em pneumoperitônio de CO₂ a 16mmHg: antes da insuflação da cavidade, com 15 min. e 1 hora de pneumoperitônio.

O ar no pneumoperitônio de suínos realizado com a técnica aberta, com pressões de 10 e 16 mmHg, não provocou alterações no equilíbrio ácido-básico. O CO₂ utilizado com pressão de 10 mmHg teve o mesmo comportamento, o que não ocorreu quando utilizado com pressão de 16 mmHg após 1 hora, havendo neste caso nítida tendência a hipercapnia e acidose.

Assim, neste modelo animal, a acidose e hipercapnia foram complicações do pneumoperitônio que

dependeram da duração do mesmo, pressão empregada e também do tipo de gás utilizado.

Discussão

Neste estudo o Ar mostrou-se seguro em procedimento laparoscópico diagnóstico, sem o uso de agulha de Verres. Apesar do ar ter sido amplamente usado no passado, algumas questões precisam ser esclarecidas

quanto à segurança do seu uso no pneumoperitônio de procedimentos laparoscópicos terapêuticos.

Não há trabalhos ou relatos sobre a combustão com o uso de ar. É nossa impressão que este risco seria o mesmo do que em cirurgias abertas.

Assim, novos estudos devem ser realizados para avaliar a segurança do pneumoperitônio com Ar em relação ao risco de combustão, em procedimentos terapêuticos. Este risco deveria ser testado utilizando a eletrocoagulação e outras formas de energia. Há de se considerar que, atualmente, novas formas de energia são utilizadas em substituição a eletrocoagulação, tendo menor possibilidade ou ausência de risco de causar combustão, como por exemplo o bisturi ultrassônico (UltraCision®)⁶⁰. Devemos lembrar que há serviços utilizando o NO₂, com conhecido potencial de combustão, em procedimentos terapêuticos sem o uso de eletrocoagulação^{36,42}.

Talvez a preocupação principal da utilização do Ar nos procedimentos laparoscópicos terapêuticos seria verificar o perigo de embolia gasosa na presença de lesões vasculares que eventualmente podem ocorrer durante uma operação, já que a possibilidade de lesão vascular no momento da criação do pneumoperitônio com a agulha de Verres poderia ser evitada usando-se uma técnica aberta.

Se estudos futuros comprovarem ausência de risco real de embolia gasosa em procedimentos terapêuticos utilizando-se pneumoperitônio com Ar, mas que há risco de combustão, o Nitrogênio poderia ser uma alternativa, pois teria a mesma tendência de comportamento que o Ar, em relação ao equilíbrio ácido básico, porém sem nenhum potencial para combustão.

Uma importante questão para estudos posteriores seria verificar a possibilidade e consequências de manter paciente humano, com anestesia local ou regional, usando-se o Ar em laparoscopia diagnóstica ou terapêutica, como já é realizado com outros gases em acesso extra-peritônioal [34a, 36a], com o benefício da menor alteração no equilíbrio ácido básico que o ar oferece e possivelmente menor dor no per e pós-operatório.

Também são temas que merecem estudos: o uso do ar na presença de peritonite se favoreceria a bacteremia, aumentando o risco de sepses e formação de abscessos; e nos procedimentos oncológicos, se aumentaria a incidência de metástase nos orifícios dos trocâteres.

Conclusão

O ar, com a técnica aberta de pneumoperitônio revelou ser uma opção segura para insuflação de

cavidade nos procedimentos laparoscópicos diagnósticos de suínos.

Referências

1. Ortega AE, Peters JH. Physiologic alterations of endosugery. In: Minimally invasive surgery of the foregut. St Louis: Quality Medical Publishing; 1994. p 23-37.
2. McMahon AJ, Baxter JN, Murray W, Imrie CW, Kenny G, O'Dwyer PJ. Helium pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy: ventilatory and blood gas changes. Br J Surg 1994; 81: 1033-6.
3. Morgan GE Jr. Anesthetic considerations. In: Minimally invasive surgery of the foregut. St Louis: Quality Medical Publishing; 1994. p 14-22.
4. Roberts MW, Mathiesen KA, Ho H S, Wolfe BM. Cardiopulmonary responses to intravenous infusion of soluble and relatively insoluble gases. Surg Endosc 1997; 11: 341-6.
5. Wolf JS Jr, Carrier S, Stoller ML. Gas embolism: helium is more lethal than carbon dioxide. J Laparoendosc Surg 1994; 4: 173-7.
6. Yau P, Watson DI, Lafullarde T, Jamieson GG. An experimental study of the effect of gas embolism using different laparoscopy insufflation gases. J Laparoendosc Adv Surg Tech 2000; 10: 211-6.
7. Bozkurt P, Kaya G, Yeker Y, Tunali Y, Altintas. The cardiorespiratory effects of laparoscopic procedures in infants. Anaesthesia 1999; 54: 831-4.
8. Davidson BS, Cromeens DM, Feig BW. Alternative methods of exposure minimize cardiopulmonary risk in experimental animals during minimally invasive surgery. Surg Endosc 1996; 10: 301-4.
9. Fleming RYD, Dougherty TB, Feig BW. The safety of helium for abdominal insufflation. Surg Endosc 1997; 11: 230-4.
10. Ho HS, Saunders CJ, Gunther RA, Wolfe BM. Effector of hemodynamics during laparoscopy: CO₂ absorption or intra-abdominal pressure? J Surg Res 1995; 59: 497-503.
11. Koivusalo AM, Kellokumpu I, Scheinin M, Tikkanen I, Makisalo H, Lindgren L. A comparison of gasless mechanical and conventional carbon dioxide pneumoperitoneum methods for laparoscopic cholecystectomy. Anesth Analg 1998; 86: 153-8.
12. Naude GP, Bongard FS. Helium insufflation in laparoscopic surgery. Endosc Surg Allied Technol 1995; 3: 183-6.
13. Rademaker BM, Bannenberg JJ, Kalkman CJ, Meyer DW. Effects of pneumoperitoneum with helium on hemodynamics and oxygen transport: a comparison with carbon dioxide. J Laparoendosc Surg 1995; 5: 15-20.
14. Aksoy F, Belviranlı M, Vatansev C, Tuncer S, Yol S, Ozergin U, Atabek M, Kesriklioglu A, Avsar FM. A comparison of the hemodynamic and metabolic effects of extraperitoneal carbon dioxide and nitrous oxide insufflation. Am J Surg 1999; 182: 486-90.
15. Dubecz S Jr, Pianim N, Se-Yuan L, Klein S, Bongard F. Laparoscopic surgery with carbon dioxide insufflation causes respiratory acidosis. Acta Chir Hung 1992-93; 33: 93-100.
16. Galizia G, Prizio G, Lieto E, Castellano P, Pelosio L, Imperatore V, Ferrara A, Pignatelli C. Hemodynamic and pulmonary changes during open, carbon dioxide pneumoperitoneum and abdominal wall-lifting cholecystectomy. A prospective, randomized study. Surg Endosc 2001; 15: 477-83.
17. Ho HS, Gunther RA, Wolfe BM. Intraperitoneal carbon dioxide insufflation and cardiopulmonary functions. Laparoscopic cholecystectomy in pigs. Arch Surg 1992; 127: 928-33.

18. Horvath KD, Whelan RL, Lier B, Viscomi S, Barry L, Buck K, Bessler M. The effects of elevated intraabdominal pressure, hypercarbia, and positioning on the hemodynamic responses to laparoscopic colectomy in pigs. *Surg Endosc* 1998; 12: 107-14.
19. Leighton T, Pianim N, Liu SY, Kono M, Klein S, Bongard F. Effectors of hypercarbia during experimental pneumoperitoneum. *Am Surg* 1992; 58: 717-21.
20. Leighton TA, Liu SY, Bongard FS. Comparative cardiopulmonary effects of carbon dioxide versus helium pneumoperitoneum. *Surgery* 1993; 113: 527-31.
21. Liu SY, Leighton T, Davis I, Klein S, Lippmann M, Bongard F. Prospective analysis of cardiopulmonary responses to laparoscopic cholecystectomy. *Laparosc Surg* 1991; 1: 241-6.
22. McDermott JP, Regan MC, Page R, Stokes MA, Barry K, Moriarty DC, Caushaj PF, Fitzpatrick JM, Gorey TF. Cardiorespiratory effects of laparoscopy with and without gas insufflation. *Arch Surg* 1995; 130: 984-8.
23. Neuberger TJ, Andrus CH, Wittgen CM, Wade TP, Kaminski DL (1996) Prospective comparison of helium versus carbon dioxide pneumoperitoneum. *Gastrointest Endosc* 1996; 43: 38-41.
24. Rademaker BM, Meyer DW, Bannenberg JJ, Klopper PJ, Kalkman CJ. Laparoscopy without pneumoperitoneum. Effects of abdominal wall retraction versus carbon dioxide insufflation on hemodynamics and gas exchange in pigs. *Surg Endosc* 1995; 9: 797-801.
25. Volz J, Koster S, Weis M, Schmidt R, Urbaschek R, Melchert, F, Albrecht M. Pathophysiologic features of a pneumoperitoneum at laparoscopy: A swine model. *Am J Surg* 1996; 174: 132-40.
26. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991; 126: 997-1001.
27. Dexter SPL, Vucevic M, Gibson J, McMahon M J. Hemodynamic consequences of high and low pressure capnoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Surg. Endosc* 1999; 13: 376-81.
28. Hazebroek EJ, Haitsma JJ, Lachmann B, Bonjer HJ. Mechanical ventilation with positive end-expiratory pressure preserves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 2002; 16: 685-89.
29. Luiz T, Huber T, Hartung HJ. Ventilatory changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesthesist* 1992; 41: 520-6.
30. McMahon AJ, Baxter JN, Kenny G, O'Dwyer PJ. Ventilatory and blood gas changes during laparoscopic and open cholecystectomy. *Br J Surg* 1993; 80:1252-4.
31. Wallace DH, Serpell MG, Baxter JN, O'Dwyer PJ. Randomized trial of different insufflation pressures for laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1997; 84: 455-8.
32. Fitzgerald SD, Andrus CH, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Hypercarbia during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Am J Surg* 1992; 163: 186-90.
33. Uchikoshi F, Kamiike W, Iwase K, Ito T, Nezu R, Nishida T, Momiyama T, Miyata M, Matsuda H. Laparoscopic cholecystectomy in patients with cardiac disease: hemodynamic advantage of the abdominal wall retraction method. *Surg Laparosc Endosc* 1997; 7: 196-201.
34. Crabtree JH, Fishman A. Videoscopic surgery under local and regional anesthesia with helium abdominal insufflation. *Surg Endosc* 1999, 13: 1035-39.
35. Neuhaus SJ, Watson DI, Ellis T, Lafullarde T, Jamieson, GG, Russell WJ. Metabolic and immunologic consequences of laparoscopy with helium or carbon dioxide insufflation: A randomized clinical study. *ANZ Journal of Surgery* 2001; 71: 447-52.
36. Spivak H, Nudelman I, Fuco V, Rubin M, Raz P, Peri A, Lelcuk S, Eidelman LA. Laparoscopic extraperitoneal inguinal hernia repair with spinal anesthesia and nitrous oxide insufflation. *Surg Endosc* 1999; 13:1026-29.
37. Eisenhauer DM, Saunders CJ, Ho HS, Wolfe BM. Hemodynamic effects of argon pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1994; 8: 315-21.
38. Horvath KD, Whelan RL, Lier B, Viscomi S, Barry L, Buck K, Bessler M. The effects of elevated intraabdominal pressure, hypercarbia, and positioning on the hemodynamic responses to laparoscopic colectomy in pigs. *Surg Endosc* 1998; 12: 107-14.
39. Junghans T, Bohm B, Grundel K, Schwenk W. Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function. *Arch Surg* 1997; 132: 272-8.
40. Mann C, Boccara G, Grevy V, Navarro F, Fabre JM, Colson P. Argon pneumoperitoneum is more dangerous than CO2 pneumoperitoneum during venous gas embolism. *Anesth Analg* 1997; 85: 1367-71.
41. Meijer DW, Rademaker BP, Schlooz S, Bemelman WA, de Wit LT, Bannenberg JJ, Stijnen T, Gouma DF. Laparoscopic cholecystectomy using abdominal wall retraction. Hemodynamics and gas exchange, a comparison with conventional pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1997; 11: 645-9.
42. Tsereteli Z, Terry ML, Bowers SP, Spivak H, Archer SB, Galloway KD, Hunter JG. Prospective randomized clinical trial comparing nitrous oxide and carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. *J Am Coll Surg* 2002; 195: 173-80.
43. Gutt CN, Daume J, Schaeff B, Paolucci V. Systems and instruments for laparoscopic surgery without pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1997; 11: 868-74.
44. Korkmaz A, Alkis M, Hamamci O, Besim H, Erverdi N. Hemodynamic changes during gaseous and gasless laparoscopic cholecystectomy. *Surg Today* 2002; 32: 685-9
45. Martin IG, McMahon MJ. Gasless laparoscopy. *J R Coll Surg Edinb* 1996; 41: 72-4.
46. Watson DI, Mathew G, Ellis T, Baigrie CF, Rofe AM, Jamieson GG. Gasless laparoscopy may reduce the risk of port-site metastases following laparoscopic tumour surgery. *Arch Surg* 1997; 132: 166-8.
47. Johnson PL, Sibert KS. Laparoscopy: gasless vs. CO₂ pneumoperitoneum. *J Reprod Med* 1997; 42: 255-9.
48. Rudston-Brown B, Draper PN, Warriner B, Walley KR, Phang PT. Venous gas embolism - a comparison of carbon dioxide and helium in pigs. *Can J Anaesth* 1997; 44: 1102-7.
49. Cottin V, Delafosse B, Viale JP. Gas embolism during laparoscopy: a report of seven cases in patients with previous abdominal surgical history. *Surg Endosc* 1996; 10: 166-9.
50. Jacobi CA, Junghans T, Peter F, Naundorf D, Ordemann J, Muller JM. Cardiopulmonary changes during laparoscopy and vessel injury: comparison of CO₂ and helium in an animal model. *Langenbecks Arch Surg* 2000; 385: 459-66.
51. Lantz PE, Smith JD. Fatal carbon dioxide embolism complicating attempted laparoscopic cholecystectomy. Case report and literature review. *J Forensic Sci* 1994; 39: 1468-80.
52. Nagao K, Reichert J, Beebe DS, et al. Carbon dioxide embolism during laparoscopy: effect of insufflation pressure in pigs. *JSLM* 1999; 3: 91-6.

53. Bazin JE, Gillart T, Rassin P, Conio N, Aigouy L and Schoeffler P. Haemodynamic conditions enhancing gas embolism after venous injury during laparoscopy: a study in pigs. *Br J Anaesth* 1997; 78: 570-5.
54. Zaraca F, Catarci M, Gossetti F, Mulieri G, Carboni M. Routine use of open laparoscopy: 1,006 consecutive cases. *J Laparoendosc Adv Surg Tech* 1999; 9: 75-80.
55. Kockerling F, Schneider C, Reck T. Open laparoscopy for prevention of puncture injuries. *Chirurg* 1996; 67: 183-7.
56. McKernan JB, Champion JK. Access techniques: Veress needle-initial blind trocar insertion versus open laparoscopy with the Hasson trocar. *Endosc Surg Allied Technol* 1995; 3: 35-8.
57. Nuzzo G, Giuliani F, Tebala GD, Vellone M, Cavicchioni C. Routine use of open technique in laparoscopic operations. *J Am Coll Surg*. 1997; 184: 58-62.
58. Yerdel MA; Karayalcin K; Koyuncu A; Akin B; Koksoy C; Turkcapar AG; Erverdi N; Alacayir I; Bumin C; Aras N. Direct Trocar Insertion Versus Veress Needle Insertion in Laparoscopic Cholecystectomy. *Am J Surg* 1999; 177: 247-9.
59. Gunatilake DE. Case report: fatal intraperitoneal explosion during electrocoagulation via laparoscopy. *Int J Gynaecol Obstet* 1978, 15: 353-7.
60. Gossot D, Buess G, Cuschieri A, Leporte E, Lirici M, Marvik R, Meijer D, Melzer A, Schurr MO. Ultrasonic dissection for endoscopic surgery. *Surg Endosc* 1999; 13: 412-.

Lemos SLS, Vinha JM, Silva IS, Novaes PAC, Oliveira MF, Paula GB, Rebelo CC, Marinho ML - Effects of CO₂ and air pneumoperitoneum on blood gas changes in pigs. *Acta Cir Bras* [serial online] 2003 Sept-Oct;18(5). Available from URL: <http://www.scielo.br/acb>.

ABSTRACT – Purpose: The pneumoperitoneum causes several physiological alterations in humans. Some of these alterations, as hypercapnia and acidosis, are dependent on the use of CO₂ or aggravated by its use, and affects mainly the patients with cardiopulmonary problems. The need for a better alternative of cavity insufflation; the observation that open surgeries, as well as the laparoscopic surgeries with mechanical lifting devices are performed in the presence of environmental air; and the shortage of studies investigating the air insufflation as an alternative to CO₂ cavity insufflation, were the reasons for carrying out the present work. **Methods:** Twenty pigs under anesthesia were submitted to pneumoperitoneum in an hour procedure. The animals were divided in 4 groups of 5 animals: A1 Group – Air Pneumoperitoneum at 10 mmHg; A2 Group – Air Pneumoperitoneum at 16 mmHg; B1 Group – CO₂ Pneumoperitoneum at 10 mmHg; B2 Group – CO₂ Pneumoperitoneum at 16 mmHg. The pneumoperitoneum was performed by open technique using Hasson trocar. Through a central venous blood catheter, venous blood was collected three times to gas analysis. **Results:** The blood gas analysis didn't show significant changes related to PaO₂ and O₂ saturation among the groups. In the Groups A1, A2 and B1, changes related to the acid-basic balance were not observed. In the Group B2 there was a clear tendency to hypercapnia and acidosis after an hour of pneumoperitoneum procedure. **Conclusion:** The air was a safe option for cavity insufflation during diagnostic laparoscopic procedures in swine.

KEY WORDS – Pneumoperitoneum. Blood gas analysis. Laparoscopy. Swine. Air.

Conflito de interesse: nenhum

Fonte de financiamento: Fundação Manoel de Barros

Correspondência:

Silvio Luis da Silveira Lemos

Rua Eduardo Santos Pereira, 85

79002-251 Campo Grande - MS

Tel/Fax: (67)384-6506

silviolemos@hotmail.com

Data do recebimento: 02/07/2003

Data da revisão: 18/07/2003

Data da aprovação: 28/07/2003