

# PNEUMOTÓRAX INDUZIDO POR INFUSÃO CONTÍNUA E CONTROLADA DE CO<sub>2</sub> EM EQUINOS: AVALIAÇÃO CLÍNICA

*(PNEUMOTHORAX INDUCED BY CONTROLLED, CONTINUOUS CO<sub>2</sub> INFUSION IN HORSES: CLINICAL EVALUATION)*

*(NEUMOTÓRAX INDUCIDO POR INFUSIÓN CONTINUA CONTROLADA DE CO<sub>2</sub> EN EQUINOS: EVALUACIÓN CLÍNICA)*

A. C. B. A. PENNA<sup>1</sup>, T. S. L. MACHADO<sup>2</sup>, L. C. L. C. SILVA<sup>3</sup>, A. L. V. ZOPPA<sup>4</sup>

## RESUMO

Seis eqüinos, machos, adultos de idades variáveis, pesando  $424 \pm 35,9$  kg foram submetidos a toracoscopia exploratória em posição quadrupedal. Os animais foram submetidos a protocolo anestésico que consistiu em sedação com romifidina na dose de 0,06mg/kg, analgesia com tartarato de butorfanol na dose de 0,05mg/kg, ambas intravenosas, e anestesia local infiltrativa, com em média 20ml de lidocaína a 2% no acesso escolhido. Cada animal foi mantido em tronco de contenção durante todo o procedimento. O pneumotórax foi induzido por infusão de CO<sub>2</sub> e mantido por 20 minutos. Avaliou-se ocorrência de pneumotórax bilateral, pressão intratorácica inicial e final e volume de CO<sub>2</sub> utilizado para manter o pneumotórax. Houve a formação de pneumotórax bilateral em dois dos seis animais. No período pós-operatório imediato foi avaliada a ocorrência de pneumotórax residual por exame radiográfico, e durante cinco dias de pós-operatório foi feita avaliação clínica dos parâmetros fisiológicos e mensuração de fibrinogênio plasmático. Os animais não apresentaram alterações clínicas significantes, excetuando-se o nível de fibrinogênio plasmático que apresentou níveis aumentados 72 horas após o procedimento cirúrgico ( $p < 0.05$ ). Concluimos que a manutenção do pneumotórax por 20 minutos durante a toracoscopia em eqüinos é segura, não provocando alterações clínicas significativas no período pós-operatório. A técnica para acesso à cavidade, indução e redução do pneumotórax foi adequada, possibilitando o restabelecimento da pressão intra-torácica negativa.

PALAVRAS-CHAVE: Pneumotórax. Toracoscopia. Eqüinos.

## SUMMARY

Six male horses of varied age, weighing  $424 \pm 35.9$  kg, were submitted to exploratory thoracoscopy in standing position. The horses were sedated with 0.06 mg/Kg of romifidine intravenously (i.v.), followed by 0.05 mg/Kg of butorphanol tartarate i.v. for analgesia, and infiltrative local anesthesia with approximately 20 mL of 2% lidocaine in the chosen access site. Animals were restrained in a stock during the entire procedure. Pneumothorax was induced by controlled CO<sub>2</sub> infusion (maintained for 20 minutes). The following parameters were evaluated: occurrence of bilateral pneumothorax, initial and final intrathoracic pressure, and total CO<sub>2</sub> volume used to sustain pneumothorax. Two, out of six animals developed

---

1 Médica Veterinária, Pós-graduanda do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP). Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva, 87. CEP: 05508-000 São Paulo - SP. Email: carol.penna@gmail.com

2 Médica Veterinária, Pós-graduanda do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP.

3 Professor Associado do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP.

4 Professor Doutor do Departamento de Cirurgia da FMVZ/USP.

bilateral pneumothorax. Residual pneumothorax was evaluated radiographically immediately after the procedure. Clinical parameters were assessed for five days following thoracoscopy, along with the evaluation of plasmatic fibrinogen levels. Except for plasmatic fibrinogen levels that peaked 72 hours after the procedure ( $p < 0.05$ ), no differences were found in other parameters evaluated. We conclude that a 20-minute long pneumothorax during thoracoscopy in horses is safe, leading to no significant post-operative clinical changes. The techniques employed here for accessing the thoracic cavity were effective in the induction and subsequent reduction of pneumothorax, reaching a full recovery of pre-existing negative intrathoracic pressure.

KEY-WORDS: Pneumothorax. Thoracoscopy. Horses.

## RESUMEN

Seis equinos, machos, adultos de edades variables, pesando  $424 \pm 35.9$  kg, fueron sometidos a toracoscopia exploratoria. Los animales fueron sedados con romifidina a la dosis de  $0,06 \text{ mg/kg}$  y para analgesia se administró tartarato de butorfanol a la dosis de  $0,05 \text{ mg/kg}$ , los dos por vía intravenosa. El protocolo fue complementado con anestesia local infiltrativa con  $20 \text{ ml}$  de lidocaína al 2%. Cada animal fue mantenido en posición cuadrúpedal en el tronco de contención durante todo el procedimiento. El neumotórax fue inducido por infusión de  $\text{CO}_2$  y mantenido por 20 minutos. Lo que se quería observar era la ocurrencia de neumotórax bilateral, las presiones intratorácicas inicial y final y el volumen de  $\text{CO}_2$  utilizado para mantener el neumotórax. Ocurrió la formación de neumotórax bilateral en dos de los seis animales. En el periodo postoperatorio inmediato, no fue confirmada la presencia de neumotórax residual por examen radiográfico. Durante los cinco días siguientes se evaluaron los parámetros fisiológicos y el fibrinógeno plasmático. Los animales no presentaron alteraciones clínicas significativas. Existió variación en el nivel de fibrinógeno plasmático, con valores aumentados 72 horas después del procedimiento quirúrgico ( $p < 0.05$ ). Como conclusión, se puede decir que mantener un neumotórax por 20 minutos durante una toracoscopia en equinos, resulta un procedimiento seguro y no provoca alteraciones clínicas significativas en el periodo postoperatorio. Las técnicas para el abordaje a la cavidad, la inducción y la reducción del neumotórax fueron adecuadas, posibilitando el restablecimiento de la presión intratorácica negativa.

PALABRAS-CLAVE: Neumotórax. Toracoscopia. Equinos.

## INTRODUÇÃO

Os cavalos são submetidos à toracoscopia desde 1980, sendo que esta técnica atualmente tem sido utilizada tanto para diagnóstico quanto para tratamento de diversas afecções torácicas (PERONI et al., 2001, ZOPPA et al., 2001).

Para visualização perfeita do hemitórax a ser examinado é necessário que se promova o pneumotórax, provocando colapso pulmonar (PERONI et al., 2001, PERONI et al., 2000). O pneumotórax pode ser induzido pela perfuração da pleura parietal com auxílio de uma pinça hemostática, provocando assim, influxo passivo de ar na cavidade (PERONI et al., 2001, ZOPPA et al., 2001, ZOPPA et al., 2002) ou ainda por infusão controlada de  $\text{CO}_2$  (WOLFER et al., 1994). A instalação prévia do pneumotórax evita a ocorrência de lesões do parênquima pulmonar no momento em que o trocar é posicionado na cavidade torácica (PERONI et al., 2001).

A ocorrência de pneumotórax residual no período pós-operatório é uma das complicações da cirurgia torácica vídeo-assistida (PERONI et al., 2001, PERONI et al., 2000). Nos trabalhos realizados com esse tipo de cirurgia em equinos, o pneumotórax é reduzido através de sucção

por aspirador externo (PERONI et al., 2001, PERONI et al., 2000, ZOPPA et al., 2001, ZOPPA et al., 2002). Mackey e Weat (1985) e Peroni (2000), realizaram exames radiográficos no período pós-operatório em animais submetidos à toracoscopia, diagnosticando a ocorrência de pneumotórax residual, porém sem a presença de sinais clínicos. Zoppa et al. (2001) descreveram a ocorrência de pneumotórax residual após a realização de toracoscopia, no entanto em todos os casos houve resolução espontânea após 72 horas, observada por avaliação ultra-sonográfica. Animais acometidos de pneumotórax podem ser reconhecidos por apresentarem dificuldade respiratória progressiva por compressão pulmonar (BACCARIN et al., 2002).

Zoppa et al. (2001) realizaram controle pós-operatório de animais submetidos à toracoscopia através de exame clínico e coleta de sangue para hemograma e dosagem de fibrinógeno plasmático 24, 72 e 144 horas após o procedimento. Foram observadas, inicialmente, alterações significativas nos parâmetros com retorno à normalidade após 144 horas. O fibrinógeno plasmático é provavelmente uma das proteínas de fase aguda mais avaliadas na medicina veterinária (KENT, 1992). Segundo Allen e Kold (1998) a resposta com aumento de fibrinógeno plasmático está relacionada com o grau

de injúria tecidual. No entanto, Peroni et al. (2000) não observaram anormalidades no exame físico, alteração dos valores hematológicos e concentração de fibrinogênio plasmático nos animais submetidos à toracoscopia, assim como na contagem e diferencial de leucócitos no lavado broncoalveolar.

O objetivo deste trabalho foi avaliar eqüinos submetidos a pneumotórax com duração de 20 minutos induzido durante cirurgia torácica vídeo-assistida. Para avaliação do pneumotórax e acompanhamento pós-operatório dos animais foram analisados os seguintes parâmetros: ocorrência de pneumotórax bilateral, viabilidade de manutenção da pressão intratorácica pré e pós-operatória com valores iguais, volume total de gás utilizado, fibrinogênio plasmático e avaliação clínica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Animais

Foram utilizados seis eqüinos adultos, machos, com peso, raça e idades variáveis, alojados no Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Esses animais receberam água à vontade, feno de “coast-cross” como volumoso e 500 gramas de concentrado de ração peletizada comercial, ambos duas vezes ao dia<sup>1</sup>.

### Instalações

Os procedimentos foram realizados em tronco de contenção anexo ao Centro Cirúrgico do Serviço de Cirurgia de Grandes Animais.

### Preparo pré-operatório

Os animais foram submetidos a exame físico pré-operatório onde foram obtidas e registradas as seguintes variações fisiológicas: frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura corpórea, coloração de mucosas e tempo de preenchimento capilar, auscultação pulmonar e abdominal. Posteriormente foi coletado sangue, em tubo do tipo Vacutainer contendo EDTA para dosagem de fibrinogênio plasmático.

### Protocolo anestésico

Após jejum hídrico e alimentar de 12 horas, os animais foram submetidos a protocolo anestésico para realização de toracoscopia em posição quadrupedal, que consistiu em sedação com romifidina<sup>2</sup> na dose de 0,06mg/kg, analgesia com tartarato de butorfanol<sup>3</sup> na dose de 0,05mg/kg, ambas intravenosas, e anestesia local infiltrativa, com

em média 20ml de lidocaína<sup>4</sup> a 2% no acesso escolhido. Cada animal foi mantido em tronco de contenção durante todo o procedimento.

### Procedimento cirúrgico

Após ampla tricotomia da região do gradil torácico esquerdo, realizou-se anti-sepsia com clorexidine e preparo do campo operatório. Foram abordados do 11° ao 13° espaços intercostais.

Após incisão de 2cm de pele e fáscia muscular, utilizou-se técnica de introdução assistida da cânula<sup>5</sup>, a qual promove divulsão romba dos planos musculares, fáscia endotorácica e pleura costal, através de movimentos de rotação, tendo, portanto o controle do momento em que a cânula transpassa a pleura parietal permitindo a mensuração da pressão intra-torácica inicial. O pneumotórax foi induzido gradualmente utilizando-se insuflador automático de CO<sub>2</sub> aquecido e mantido por 20 minutos. O ar intra-torácico foi então retirado com auxílio de aspirador cirúrgico, enquanto se observava a reexpansão pulmonar. No momento em que a borda pulmonar atingia a ponta da cânula, era mensurada a pressão intra-torácica final e a cânula retirada através de movimentos de rotação. A musculatura foi suturada em ponto “X” com fio de náilon 2-0<sup>6</sup>, e a pele suturada em ponto simples separado com fio de náilon 2-0.

### Avaliação e cuidados pós-operatórios

Findado o procedimento cirúrgico foi colhido sangue em tubo do tipo Vacutainer contendo EDTA para dosagem de fibrinogênio plasmático no período pós-operatório imediato, assim como nos próximos 5 dias de pós-operatórios. E ainda foi realizado exame radiográfico com objetivo de avaliar a possível ocorrência de pneumotórax residual.

Dentre os cuidados pós-operatórios foi realizada a terapia com um antiinflamatório não esteróide (Fenilbutazona na dose de 4,4mg/Kg via intravenosa)<sup>7</sup> a cada 24 horas, durante três dias. O curativo da ferida cirúrgica foi feito diariamente até a sua cicatrização e a retirada dos pontos cutâneos após dez dias do procedimento.

Foi realizado o exame físico diário onde foram obtidas e registradas as seguintes variações fisiológicas: frequência cardíaca e frequência respiratória por auscultação, temperatura retal com auxílio de termômetro clínico, coloração de mucosas e tempo de preenchimento capilar por inspeção, auscultação pulmonar e abdominal. Os valores foram analisados através de análise de variância (ANOVA) seguido de teste Dunnet, onde foram considerados significativos valores de  $p < 0,05$ .

1 Protocolo de bioética - 386/2003

2 Sedivet – Boehringer Ingelheim

3 Torbugesic – Fort Dodge

4 Cloridrato de Lidocaína 2% - Hipolabor

5 Modelo Endo-Tip – Karl Storz

6 Mononylon Ethilon 2-0 - Ethicon

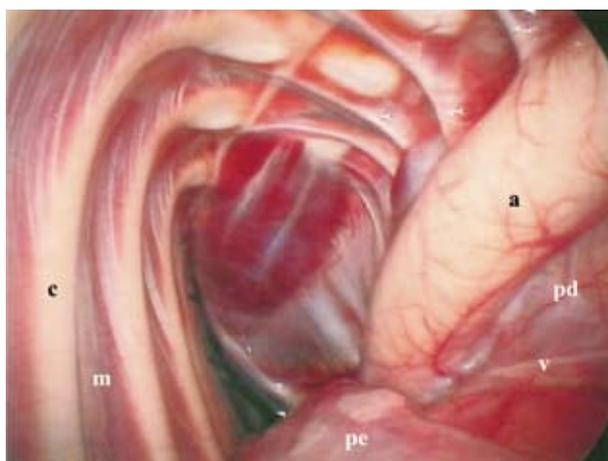
7 Equipalazone - Marcolab

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dois dos animais utilizados desenvolveram pneumotórax bilateral, não permitindo completo colapso pulmonar.

O volume médio total de CO<sub>2</sub> utilizado para instalação do pneumotórax foi 12,10 ± 3,24L nos quatro animais que não apresentaram pneumotórax bilateral, perfazendo 18,96 ± 4,76L durante o procedimento.

O pneumotórax foi considerado ideal quando da visualização do diafragma, mediastino e pulmão direito por transparência da pleura mediastínica, aorta, pulmão esquerdo colabado com a impressão da artéria aorta, costelas e músculos intercostais (ILUSTRAÇÃO 1).



**Figura 1** - Pneumotórax considerado ideal, onde se visualiza em c: costelas; m: musculatura intercostal; pe: pulmão esquerdo colabado; pd: pulmão direito por transparência da pleura mediastínica; a: artéria aorta e v: ramo dorsal do nervo vago

Em todos os animais foi possível a manutenção das pressões intratorácicas finais iguais às iniciais, por aspiração do ar intracavitário, não sendo observada ocorrência de pneumotórax residual no período pós-operatório imediato ao exame radiográfico.

Durante os cinco dias do pós-operatório não houve alterações clínicas significativas em relação ao pré-operatório (Tabela 1). O fibrinogênio plasmático, no entanto, apresentou valores elevados com 72 horas de pós-operatório, quando comparado com seu valor basal (Tabela 1).

A ocorrência de pneumotórax bilateral está ligada com a comunicação dos hemitórax por descontinuidade do mediastino. Peroni et al. (2001) e Peroni et al. (2000) não observaram em seus procedimentos, propondo que o pulmão colabado oblitera a comunicação dos hemitórax. Observamos pneumotórax bilateral em dois dos seis animais, não permitindo a perfeita instalação do pneumotórax. Sugerimos que a ocorrência de tosse durante o procedimento, aumentando a pressão intratorácica, predispõe a presença de pneumotórax bilateral. No entanto, em ambos os animais com pneumotórax bilateral, não foi possível observar a comunicação no mediastino entre os dois hemitórax.

Não há descrição do volume de gás necessário para formação do pneumotórax e realização da toracoscopia em eqüinos, nem como da mensuração e manutenção das pressões intratorácicas iniciais e finais iguais. Consideramos esses dados importantes, pois a comparação das duas pressões, inicial e final e a proximidade de seus valores, é um dado que sugere a ausência de pneumotórax residual (BACCARIN et al., 2002, KRASNA, DESHMUKH, MCLAUGHLIN, 1996, PERONI et al., 2001, ZOPPA, 2003, ZOPPA et al., 2001, ZOPPA et al., 2002). O exame radiográfico no período pós-operatório imediato, não evidenciou a ocorrência de pneumotórax residual, contrastando nossos resultados aos de Mackey e Wheat (1985) e Peroni et al. (2000) que diagnosticaram por exame radiográfico a ocorrência de pneumotórax residual

**Tabela 1** - Valores médios e respectivos desvios padrão dos valores obtidos de temperatura, frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e fibrinogênio plasmático, dos animais submetidos a toracoscopia e avaliados durante o período pré e pós-operatório. São Paulo, 2006.

Parâmetros	Temperatura (°C)		FC (bpm)		FR (mpm)		Fibrinogênio Plasmático (g/dl)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Pré	37,3	0,54	34	8,29	16,3	1,97	0,32	0,19
pós operatório							0,42	0,24
dia 1	37	0,59	32	7,59	13,3	5,89	0,37	0,24
dia 2	36,7	0,67	32,4	8,29	12,4	2,97	0,57	0,22
dia 3	36,9	0,08	29,2	3,9	11,4	3,13	0,73	0,40
dia 4	37,1	0,24	31	4,69	13,7	3,2	0,43	0,12
dia 5	36,9	0,36	29,7	4,46	11,2	1,6	0,32	0,11

assintomático; e aos de Zoppa et al. (2001) que utilizaram ultra-sonografia.

Durante os cinco dias pós-operatórios os animais não apresentaram alterações clínicas significativas, à semelhança de Zoppa et al. (2001). Porém, o fibrinogênio plasmático estava aumentado 72 horas após o procedimento. Estudos anteriores (ZOPPA et al., 2001) apontaram alterações no período pós-operatório (144 horas), concordando com dados de Allen e Kold (1998) que estudaram o aumento do fibrinogênio plasmático em diferentes procedimentos cirúrgicos, com picos de 144 a 192 horas no pós-operatório.

A indução do pneumotórax na espécie eqüina com o animal em posição quadrupedal torna-se mais segura quando do conhecimento dos valores de pressão intratorácica final e inicial para minimizar a presença de pneumotórax residual. A ocorrência de pneumotórax bilateral em animais submetidos à cirurgia torácica vídeo-assistida e em estação ainda é imprevisível, mesmo sabendo-se da comunicação anatômica entre os hemitórax na espécie eqüina. Torna-se necessário um maior número de estudos que esclareçam esta ocorrência, assim como avaliem o processo inflamatório intracavitário quando do pulmão colabado, para que tenhamos maior segurança na realização desta técnica que em muito pode auxiliar o diagnóstico de enfermidades intratorácicas.

Os resultados obtidos permitiram concluir que a manutenção do pneumotórax por 20 minutos durante a toracoscopia em eqüinos é segura, não provocando alterações clínicas significativas no período pós-operatório. A técnica para acesso à cavidade, indução e redução do pneumotórax foi adequada, possibilitando o restabelecimento da pressão intra-torácica negativa.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a funcionária Regina Mieko Sakata Mirandola pelo auxílio nas dosagens de fibrinogênio plasmático

**ARTIGO RECEBIDO: Março/2007**  
**APROVADO: Janeiro/2008**

#### REFERÊNCIAS

ALLEN, B. V., KOLD, S. E. Fibrinogen response to surgical tissue trauma in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 6, p. 441 - 443, 1998.

BACCARIN, R. Y. A., SILVA, L. C. L. C. D., ZOPPA, A. L. D. V. D., FERNANDES, W. R. Tórax agudo em eqüinos. **Revista de Educação Continuada CRMV-SP**,

v. 5, n. 1, p. 59 - 72, 2002.

KENT, J. Acute phase proteins: their use in veterinary diagnosis. **British Veterinary Journal**, v. 148, n. 4, p. 279 - 282, 1992.

KRASNA, M. J., DESHMUKH, S., MCLAUGHLIN, J. S. Complications of Thoracoscopy. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 61, n. 1066 - 1069, 1996.

MACKEY, V. S., WHEAT, J. D. Endoscopic examination of the equine thorax. **Equine Veterinary Journal**, v. 17, n. 2, p. 140 - 142, 1985.

PERONI, J. F., HORNER, N. T., ROBINSON, N. E., STICK, J. A. Equine Thoracoscopy: normal anatomy and surgical technique. **Equine Veterinary Journal**, v. 33, n. 3, p. 231 -237, 2001.

PERONI, J. F., ROBINSON, N. E., STICK, J. A., DERKSEN, F. J. Pleuropulmonary and cardiovascular consequences of thoracoscopy performed in healthy standing horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 32, n. 4, p. 280 - 286, 2000.

WOLFER, R. S., KRASNA, M. J., HASNAIN, J. U., MCLAUGHLIN, J. S. Hemodynamic Effects of Carbon Dioxide Insufflation During Thoracoscopy. **The Annals of Thoracic Surgery**, v. 58, n. 404 - 408, 1994.

ZOPPA, A. L. V. **Cirurgia torácica vídeo assistida aplicada à ressecção pulmonar com o auxílio de sutura mecânica em eqüinos**. 2003. 123f. Tese (Doutorado - Cirurgia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ZOPPA, A. L. V., ALVERENGA, J. D., SILVA, L. C. L. C., FERREIRA, M. A., MIGLIATI, E. R. Toracoscopia em eqüinos: técnica e emprego como método de avaliação da cavidade pleural. **Ciência Rural**, v. 31, n. 5, p. 825 - 830, 2001.

ZOPPA, A. L. V., SILVA, L. C. L. C., FERREIRA, M. A., BACCARIN, R. Y. A., FERNANDES, W. R. Toracoscopia em eqüinos: estudo retrospectivo de 1998 a 2001. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária, suplemento**, v. 9, n. 1, p. 253 -254, 2002.