

Avaliação hemogasométrica em cães submetidos à pneumonectomia esquerda¹

Daniella H. Binoki², Fabio B. Jatene³, Denise T. Fantoni⁴, Angelo J. Stopiglia^{4*}, André L.S. Santos⁵, Rodrigo R. Freitas², Edson A. Simões⁵, Eduardo T. Irino⁵, Rosângela Monteiro³ e Renato Lofiego²

ABSTRACT.- Binoki D.H., Jatene F.B., Fantoni D.T., Stopiglia A.J., Santos A.L.S., Freitas R.R., Simões E.A., Irino E.T., Monteiro R. & Lofiego R. 2007. [Hemogasometric evaluation in dogs submitted to left pneumonectomy.] Avaliação hemogasométrica em cães submetidos à pneumonectomia esquerda. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 27(8):345-351. Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP 05508-270, Brazil. E-mail: stopa@usp.br

It is well known that different diseases of infectious, traumatic or neoplastic origin can occur in the lungs of dogs, and pneumonectomy technique may be an option for the treatment of some of these diseases. The objective was to evaluate hemogasometric parameters, oxygen partial pressure (PaO₂), carbon dioxide partial pressure (PaCO₂), hydrogen ion concentration (pH) and bicarbonate ion concentration on the pre- and post-operative moments of the left pneumonectomy. Eighteen adult mongrel dogs, males and females, were randomly distributed into two groups with 9 dogs each. In Group A, the left bronchial stump of the dogs was sutured manually with polypropylene 5-0, and, in Group B, the left bronchial stump of the dogs was sutured mechanically with a surgical stapler. The data were collected at 6 moments: Before the pre-anesthetic administration (T0), one hour after the extubation (T1EXT), 48 hours after the surgery (T48h), 7 days after the surgery (T7d), 15 days after the surgery (T15d), and 36 days after the surgery (T36d). The results were statistically analyzed. PaO₂ values of Group A on T1EXT (67.00±11.31) were significantly lower in relation to T0 (99.4±18.34), a fact that did not happen in Group B: T1EXT (87.00±8.35) in regard to T0 (87.00±7.55). There was no difference on pH values in dogs of Group A, but in Group B was observed a decrease on T1EXT (7.3644±0.0353) in relation to T0 (7.4189±0.0136), although the animals did not develop acidosis. It was concluded that dogs submitted to left pneumonectomy (sutured manually or sutured mechanically of left bronchial) did not show immediate and mediate acid-basic instability during the study.

INDEX TERMS: Pneumonectomy, manual suture, mechanic suture, hemogasometric, dogs.

¹ Recebido em 10 de janeiro de 2007.

Aceito para publicação em 6 de junho de 2007.

² Médico Veterinário autônomo, Rua Ibituruna 283, apto 103, Saúde, São Paulo, SP 04302-051, Brasil.

³ Serviço de Cirurgia Torácica, Departamento de Cardiopneumologia, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP), Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar 44, 5º andar, São Paulo, SP 05403-900, Brasil.

⁴ Laboratório de Cirurgia Cardiorácica (LCCT), Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), USP, Av. Prof. Dr. Orlando Marques de Paiva 87, São Paulo, SP 05508-270, Brasil. *Autor para correspondência: stopa@usp.br

⁵ Pós-Graduando, LCCT, Departamento de Cirurgia, FMVZ, USP. Endereço: Av. Francisco Leme 353, Parque Fongaro, São Paulo, SP 04257-000, Brasil.

RESUMO.- Moléstias de natureza infecciosa, traumática ou neoplásica acometem o pulmão dos cães, constituindo-se a pneumonectomia como possibilidade de tratamento para algumas dessas afecções. Assim, diante da escassez de dados encontrados na literatura, objetivou-se avaliar e comparar parâmetros hemogasométricos, pressão parcial de oxigênio (PaO₂), de dióxido de carbono (PaCO₂), concentração do íon hidrogênio (pH) e do íon bicarbonato [HCO₃-] no sangue arterial de cães adultos, antes e após pneumonectomia esquerda. Foram estudados 18 cães, machos e fêmeas de idades variadas, pesando entre 15 e 20 kg, distribuídos aleatoriamente em dois grupos de 9 animais cada. No Grupo A, o coto brôn-

quico esquerdo dos cães foi suturado manualmente com fio de polipropileno 5-0, e no Grupo B, o coto brônquico esquerdo foi suturado mecanicamente com grampeador cirúrgico. Os dados foram colhidos em 6 momentos: antes da administração da medicação pré-anestésica (T0), 1 hora após a extubação do animal (T1EXT), 48 horas após a intervenção cirúrgica (T48h), 17 (T7d), 15 (T15d) e 36 dias (T36d) após intervenção cirúrgica. Em seguida, foi realizada a análise estatística (teste de normalidade de Anderson-Darling, Wilcoxon e teste U de Man-Whitney). Os valores de PaO_2 do Grupo A no T1EXT ($67,00 \pm 11,31$) mostraram-se significativamente inferiores em relação ao T0 ($99,44 \pm 18,34$), fato este que não ocorreu no Grupo B: T1EXT ($87,00 \pm 8,35$) em relação ao T0 ($87,00 \pm 7,55$). Não houve diferença do pH entre os momentos nos cães do grupo A, porém no grupo B observou-se uma diminuição em T1EXT ($7,3644 \pm 0,0353$) em relação ao T0 ($7,4189 \pm 0,0136$), sem que os animais tenham desenvolvido acidose. Apesar dessas alterações, concluiu-se que os cães submetidos à pneumonectomia esquerda (sutura manual ou mecânica do coto brônquico esquerdo) não apresentaram tendência a desenvolver desequilíbrio ácido-básico no período em que foram avaliados.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Pneumonectomia, sutura manual, sutura mecânica, hemogasometria, cães.

INTRODUÇÃO

Assim como no homem, os pulmões dos cães podem ser afetados por enfermidades, sejam elas congênicas ou adquiridas, degenerativas, inflamatórias, infecciosas ou não infecciosas, parasitárias, traumáticas e neoplásicas. Na dependência da gravidade e do grau de comprometimento tecidual, em alguns casos, há indicação da excisão da região afetada através de lobectomia ou pneumonectomia (Hawkins 2006).

A pneumonectomia é procedimento operatório satisfatoriamente aplicado em Medicina Humana para o tratamento de diversas doenças pulmonares (Goire et al. 1993). Tal procedimento também pode ser aplicado com sucesso para o tratamento de enfermidades em pequenos animais. Porém, segundo Matsumoto et al. (2004), a pneumonectomia não é indicada em alguns pacientes que apresentam disfunção pulmonar, visto que a intervenção cirúrgica geralmente conduz à falência respiratória.

Em continuidade à linha de estudos sobre cirurgias pulmonares em cães, onde avaliaram-se, na pneumonectomia esquerda, os aspectos anatomopatológicos, radiológicos e broncoscópicos do pulmão, além dos parâmetros do animal (Simões 2003, Simões et al. 2005); os dados histopatológicos do pulmão direito e a avaliação eletrocardiográfica dos animais submetidos à pneumonectomia esquerda (Irino et al. 2004), além de, na pneumonectomia direita, onde estudou-se, histologicamente, o pulmão esquerdo, bem como as alterações eletrocardiográficas dos cães (Irino 2006), objetivou-se, neste trabalho, avaliar, especificamente, as possíveis alterações na tensão de oxigênio arterial (PaO_2), tensão de dióxido de carbono arterial (PaCO_2), concentração de hidrogênio (pH), e concentração de íons bicarbonato [HCO_3^-], nos períodos pré e trans-opera-

tórios de cães submetidos à pneumonectomia esquerda, a fim de se determinar a magnitude das alterações hemogasométricas provocadas pela intervenção cirúrgica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Cirurgia Cardio-torácica do Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. Foram avaliados 18 cães sem raça definida (*Canis familiaris*), adultos, machos e fêmeas, pesando entre 15 e 20 kg, provenientes de Centros de Controle de Zoonoses localizados na Grande São Paulo. Os animais utilizados eram hígidos e isentos de quaisquer alterações que porventura comprometessem a realização desse estudo.

Os cães foram tratados contra ectoparasitas e endoparasitas com ivermectina a 1% (400mg/kg), dipropionato de imidocarb (5mg/kg) e banhados com amitraz 15 dias antes do procedimento cirúrgico. No período correspondente a 24 horas antes da intervenção cirúrgica, receberam benzilpenicilina benzatina profilática (40000 U.I./kg). Igualmente, os animais foram submetidos a jejum hídrico e alimentar de 6 e 12 horas, respectivamente. Durante o transcorrer do projeto, receberam cuidados necessários de acordo com o Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), sendo o projeto aprovado pela Comissão de Bioética da FMVZ/USP (Protocolo 133/2002).

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: o primeiro formado por nove cães (Grupo A), cujo coto brônquico esquerdo foi suturado manualmente com fio de polipropileno 5-0 e o segundo (Grupo B) composto pelos demais animais, cujo coto brônquico esquerdo foi suturado mecanicamente com grampeador cirúrgico (Grampeador mecânico TA-55 - Ethicon®).

Tanto os cães do Grupo A como os do Grupo B foram separados aleatoriamente em três subgrupos compostos por três animais: Subgrupos A1 e B1, formados por cães que passaram por 7 dias de experimento; A2 e B2, compostos por animais que permaneceram 15 dias em estudo; e A3 e B3, representados pelos cães que foram observados por 36 dias pela experimentação.

Procedimento anestésico

A medicação pré-anestésica foi realizada com a administração de morfina (0,2 mg/kg) associada à acepromazina (0,1mg/kg) pela via intramuscular. Decorridos 30 minutos, procedeu-se à indução da anestesia com propofol (5mg/kg) pela via intravenosa e, quando atingido o plano anestésico adequado, os cães foram intubados com sonda endotraqueal seletiva (Bronco-Cath, Mallinckrodt), guiada por broncoscópio (Broncoscópio BF-P-20D, Olympus). A manutenção da anestesia foi efetuada com o sevofluorano a 3,75% empregando-se, para tanto, analisador de gases anestésicos (Tracer 5, Intermed), com o objetivo de assegurar o 2º plano de anestesia do 3º estágio de Guedel. Empregaram-se circuito circular de anestesia e fração inspirada de oxigênio de 80% ($\text{FiO}_2 - 0,8$) (Shogun Evolution 2700, Takaoka). A ventilação dos cães foi controlada mecanicamente no modo volume controlado, com volume corrente (VC) inicial de 10ml/kg e frequência respiratória ajustada para a manutenção do dióxido de carbono arterial entre 35 e 45mmHg. Instantes antes do início da intervenção cirúrgica, administrou-se fentanil (5µg/kg IV). Introduziu-se percutaneamente cateter 22G na artéria metatarsiana que foi acoplado a transdutor de pressão arterial do monitor de parâmetros vitais (HPM 1205A/A30, Hewellett Packard), assegurando a mensuração contínua da pressão arterial sistólica, diastólica e média, durante o ato operatório e no pós-operatório imediato.

O bloqueio neuromuscular foi obtido com a utilização de rocurônio (0,6mg/kg, IV), e a sua reversão com neostigmine (0,08mg/kg, IV) associado a sulfato de atropina (0,04mg/kg, IV), ao término

do procedimento cirúrgico e com o animal apresentando VC adequado para a reversão e desmame da ventilação controlada. Durante o procedimento anestésico, foi realizada a infusão contínua de Ringer com lactato na velocidade de 10ml/kg/hora e, quando necessário, foram empregados fármacos vasoativos para adequação da pressão arterial. Ao final da anestesia, todos os animais receberam morfina (0,5mg/kg, SC), e cetoprofeno na dose de 2mg/kg IV associada a dipirona (25mg/kg).

Procedimento cirúrgico

Os cães foram posicionados em decúbito lateral direito e submetidos à ressecção pulmonar esquerda. O acesso cirúrgico foi realizado por toracotomia lateral esquerda, no quinto espaço intercostal.

A musculatura da parede torácica foi incisada até o plano dos arcos costais, para possibilitar o acesso à cavidade torácica por meio da secção de músculos intercostais e pleura parietal. Após o afastamento lateral dos pulmões, foram identificadas as estruturas do hilo pulmonar. Com o tronco pulmonar identificado, o ramo esquerdo da artéria pulmonar foi duplamente ligado, proximal e distalmente, com fio de náilon 2-0. Após a secção da artéria pulmonar esquerda, o coto proximal foi submetido à sutura de reforço com chuleio vaivém com fio de polipropileno 5-0. As veias pulmonares foram ligadas duplamente com fio de náilon 2-0 e, em seguida, seccionadas. O brônquio foi dissecado e uma pinça atraumática foi colocada proximal ao local da secção. A seguir, o brônquio principal esquerdo foi seccionado e o pulmão esquerdo ressecado. O coto proximal remanescente foi tratado segundo o descrito para os Grupos A e B. O grampeador cirúrgico foi utilizado para a secção do brônquio principal esquerdo nos cães do Grupo B.

Acompanhamento do animal no período pós-operatório

Nas primeiras 24 horas após o ato operatório os cães foram monitorados pela equipe envolvida no experimento, recebendo todos os cuidados pós-operatórios necessários: analgesia, conforto térmico adequado e curativos da ferida cirúrgica, visando a promover a melhor assistência pós-operatória aos animais.

A analgesia foi realizada com a utilização do antiinflamatório cetoprofeno (2 mg/kg) a cada 24 horas, morfina (0,5mg/kg, SC) e a dipirona (25mg/kg, IV), a cada 4 e 8 horas, respectivamente, nas primeiras 48 horas após a pneumonectomia esquerda. O cetoprofeno ainda foi administrado ao longo de sete dias.

Para avaliação da dor foi utilizado o protocolo proposto por Thompson & Johnson (1991) e, no momento da avaliação clínica, os animais receberam nota, variando de 0 a 10 (Quadro 1). Os animais que receberam nota igual ou superior a 5 foram submetidos ao protocolo analgésico com doses adicionais de morfina (0,1mg/kg). A aplicação foi repetida toda vez que apresentaram o escore citado.

Durante a avaliação clínica dos animais, foram obtidos dados referentes aos batimentos cardíacos e de movimentos respiratórios com a finalidade de correlacioná-los aos dados avaliados no trabalho.

Avaliação dos parâmetros hemogasométricos

Foram colhidas anaerobicamente amostras do sangue arterial obtidas por punção da artéria femoral com agulhas e seringas de plástico estéreis e descartáveis, umedecidas anteriormente com heparina sódica. Uma vez coletado cerca 0,5ml de sangue, realizou-se gentilmente a homogeneização do mesmo com heparina sódica e as extremidades das agulhas foram vedadas com "cubo de borracha".

As amostras foram imediatamente processadas em analisador de gases sanguíneos (ABL-5, Radiometer, Dinamarca), depois de realizado o ajuste da temperatura corpórea do animal no analisador, para obtenção dos seguintes valores: tensão de oxigênio arterial em

Quadro 1. Protocolo para avaliação da dor em cães (Thompson & Johnson 1991)

Observação	Critério	Pontos
Frequência cardíaca	Até 10% acima do valor pré-operatório	0
	10-30% acima do valor pré-operatório	1
	30-50% acima do valor pré-operatório	2
	Mais de 50% acima do valor pré-operatório	3
Ganido	Sem gemido	0
	Ganido que corresponde a chamado ou afago	1
Movimentação	Ganido que não corresponde a chamado ou afago	2
	Sem movimentação	0
	Freqüentemente mudando de posição	1
Agitação	Movimentação freqüente	2
	Calmo	0
	Levemente agitado	1
	Moderadamente agitado	2
	Histérico	3
Total		0 a 10

mmHg (PaO₂); tensão de dióxido de carbono arterial em mmHg (PaCO₂); concentração do íon hidrogênio (pH); e concentração do íon bicarbonato, mEq/L [HCO₃⁻].

Os parâmetros referentes à hemogasometria foram avaliados nos seguintes momentos: antes da administração da medicação pré-anestésica (T0), 1 hora após a extubação do animal (T1EXT), 48 horas após a intervenção cirúrgica (T48h), 7 (T7d), 15 (T15d) e 36 dias após a operação (T36d).

Análise estatística

Inicialmente, os valores obtidos da PaO₂, PaCO₂, pH e [HCO₃⁻] dos Grupos A e B nos diversos momentos passaram pelo Teste de Normalidade de Anderson-Darling com grau de significância de 5%. Para as distribuições obtidas, optou-se pela análise não paramétrica de Wilcoxon de amostras pareadas (p=5%). A avaliação comparativa entre o Grupo A e o Grupo B foi efetuada com o Teste U de Man-Whitney para amostras independentes (p=5%). Os cálculos que resultaram em p < 0,05, sob intervalo de confiança de 95%, indicaram diferenças significativas entre os avaliados.

RESULTADOS

Tanto os procedimentos anestésicos como os cirúrgicos demonstraram-se satisfatórios para os 18 cães avaliados, não sendo observadas complicações nos períodos pré, trans e pós-operatórios. Todos os animais apresentaram recuperação completa, não ocorrendo nenhuma morte. Os resultados da PaO₂, PaCO₂, pH e [HCO₃⁻] no sangue arterial dos animais avaliados estão expostos nos Quadros 2 a 9. Os valores obtidos para batimentos cardíacos e movimentos respiratórios, nos animais dos Grupos A e B, bem como a média e desvio padrão, nos diferentes momentos de coleta de sangue arterial para análise hemogasométrica, estão discriminados nos Quadros 10 a 13.

PaO₂ (Tensão de oxigênio arterial, mmHg)

Pelos resultados obtidos da PaO₂ dos Subgrupos A1, A2 e A3, pôde-se constatar que apenas os valores em T1EXT (p=0,011), T48h (p=0,025) e T15d (p=0,043) apresentaram resultados estatisticamente inferiores, quando comparados aos valores de T0. Entretanto, apenas os valores obtidos 1 hora após a extubação encontraram-se abaixo dos valores

Quadro 2. Valores da PaO₂ (mmHg) obtidos nos diferentes tempos de avaliação em momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT ^a	T48h ^a	T7d	T15d	T36d
1	96	52	84	99	-	-	
A1	2	80	62	80	90	-	-
3	99	59	97	97	-	-	
4	97	58	71	92	89	-	
A2	5	107	77	93	76	82	-
6	94	83	85	90	87	-	
7	143	66	79	140	77	84	
A3	8	97	63	75	94	97	90
9	82	83	85	88	73	88	
Média		99,44	67,00 ^a	83,22 ^a	96,22	84,17 ^a	87,33 ^b
Desvio padrão		18,34	11,31	8,20	17,68	8,68	3,06

^a Valor estatisticamente significante em relação a T0.

^b Valor não estatisticamente significante em relação a T0.

Quadro 3. Valores da PaO₂ (mmHg) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
	10	74	79	93	83	-	-
B1	11	81	82	89	90	-	-
	12	83	90	85	77	-	-
	13	93	100	74	69	76	-
B2	14	88	91	70	83	93	-
	15	81	72	75	80	83	-
	16	94	88	83	92	91	98
B3	17	95	87	90	97	91	93
	18	94	94	82	92	84	92
Média		87,00	87,00	82,33	84,78	88,00	94,33
Desvio padrão		7,55	8,35	7,91	8,80	7,04	3,21

Quadro 4. Valores da PaCO₂ (mmHg) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
	1	27	33	33	33	-	-
A1	2	29	39	36	34	-	-
	3	27	29	27	28	-	-
	4	28	34	30	36	28	-
A2	5	30	29	26	37	30	-
	6	34	35	34	33	35	-
	7	35	37	33	35	36	38
A3	8	32	29	31	33	29	31
	9	36	35	37	33	35	37
Média		30,89	33,33	31,89	33,56	32,17	35,33
Desvio padrão		3,48	3,67	3,76	2,55	3,54	3,79

considerados normais para a espécie. De outro modo, os momentos T7d e T36d, cujos valores apesar de também terem apresentado valor inferior, não foram considerados estatisticamente significantes (Quadro 2).

Não houve diferenças significativas entre os valores da PaO₂ antes e após a retirada do pulmão esquerdo nos animais do Grupo B. Apesar disto, algumas diferenças foram detectadas, como a diminuição da PaO₂ em T48h e o aumento em T36d, quando comparado aos valores pré-operatórios, porém sem significado estatístico (Quadro 3).

PaCO₂ (Tensão de dióxido de carbono arterial, mmHg)

Observou-se que não houve diferenças significativas entre os valores da PaCO₂ em T1EXT, T48h, T7d, T15d e T36d em comparação com os valores do T0, para os subgrupos A1, A2 e A3 (Quadro 4).

Estatisticamente não foram detectadas diferenças significativas entre a PaCO₂ nos diferentes momentos avaliados para os Subgrupos B1, B2 e B3 (Quadro 5).

pH (Concentração do íon hidrogênio)

Do mesmo modo, não foram encontradas diferenças significativas do pH em T1EXT, T48h, T7d, T15d e T36d com o

Quadro 5. Valores da PaCO₂ (mmHg) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
	10	30	35	27	37	-	-
B1	11	41	40	35	34	-	-
	12	33	33	31	42	-	-
	13	30	27	29	31	35	-
B2	14	32	38	35	39	36	-
	15	36	42	32	35	32	-
	16	32	33	41	33	32	34
B3	17	30	30	31	32	30	33
	18	29	33	33	34	36	31
Média		32,56	34,56	32,67	35,22	33,50	32,67
Desvio padrão		3,81	4,77	4,06	3,53	2,51	1,53

Quadro 6. Valores do pH obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
	1	7,47	7,41	7,42	7,43	-	-
A1	2	7,4	7,41	7,41	7,46	-	-
	3	7,44	7,43	7,44	7,39	-	-
	4	7,42	7,38	7,43	7,4	7,42	-
A2	5	7,37	7,41	7,41	7,46	7,44	-
	6	7,39	7,39	7,43	7,42	7,43	-
	7	7,47	7,4	7,43	7,43	7,4	7,4
A3	8	7,39	7,45	7,44	7,38	7,4	7,43
	9	7,4	7,38	7,4	7,38	7,44	7,38
Média		7,4167	7,4067	7,4233	7,4167	7,4217	7,403
Desvio padrão		0,036	0,0229	0,0141	0,0312	0,0183	0,0251

Quadro 7. Valores de pH obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
	10	7,42	7,35	7,42	7,41	-	-
B1	11	7,42	7,42	7,41	7,4	-	-
	12	7,42	7,34	7,4	7,41	-	-
	13	7,41	7,39	7,45	7,41	7,37	-
B2	14	7,4	7,33	7,4	7,4	7,42	-
	15	7,41	7,31	7,42	7,42	7,43	-
	16	7,42	7,37	7,39	7,38	7,41	7,44
B3	17	7,42	7,4	7,41	7,42	7,41	7,4
	18	7,45	7,37	7,4	7,41	7,4	7,44
Média		7,4189	7,3644	7,4111	7,4067	7,4067	7,4270
Desvio padrão		0,0136	0,0353	0,0176	0,0122	0,0206	0,0230

Quadro 8. Valores da [HCO₃⁻] (mEq/L) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
A1	1	19	21	20	21	-	-
	2	17	24	22	24	-	-
	3	17	19	18	16	-	-
A2	4	17	19	19	21	17	-
	5	17	18	16	26	20	-
	6	20	20	22	21	23	-
A3	7	24	23	21	22	22	23
	8	19	20	21	19	17	20
	9	21	20	21	18	23	21
Média		19,00	20,44	20,00	20,89	20,33	21,33
Desvio padrão		2,39	1,94	2,00	3,02	2,80	1,53

Quadro 9. Valores da [HCO₃⁻] (mEq/L) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT ^a	T48h	T7d	T15d	T36d
B1	10	19	19	17	23	-	-
	11	26	25	21	20	-	-
	12	21	18	18	26	-	-
B2	13	18	16	20	19	19	-
	14	19	19	21	24	23	-
	15	22	21	20	20	19	-
B3	16	19	19	24	18	20	22
	17	19	18	18	20	18	20
	18	20	18	20	21	21	20
Média		20,33	19,22	19,89	21,22	20,00	20,67
Desvio padrão		2,45	2,54	2,09	2,59	1,79	1,15

^a Valor estatisticamente significativo em relação a T0.

Quadro 10. Valores da frequência cardíaca (bpm) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
A1	1	162	141	108	118	-	-
	2	160	120	120	96	-	-
	3	80	104	95	80	-	-
A2	4	130	92	120	140	148	-
	5	96	112	100	100	84	-
	6	93	92	120	123	129	-
A3	7	118	80	105	130	144	108
	8	113	124	132	104	112	137
	9	114	82	114	120	140	140
Média		20,33	19,22	19,89	21,22	20,00	20,67
Desvio padrão		2,45	2,54	2,09	2,59	1,79	1,15

controle pré-operatório para os Subgrupos A1, A2 e A3 (Quadro 6).

Com relação ao pH para o Grupo B, diferenças significativas ocorreram entre o T0 e o T1EXT (p=0,011). No T1EXT, os Cães 10, 12, 14, 15, 16 e 18 apresentaram valores abaixo da normalidade. Apesar de tal alteração, estes animais não desenvolveram acidose, segundo os valores padrões estipulados para cada variável (Quadro 7).

[HCO₃⁻] (Concentração do íon bicarbonato, mEq/L)

Em relação à avaliação pré-operatória, não houve diferen-

Quadro 11. Valores da frequência cardíaca (bpm) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
B1	10	180	82	93	100	-	-
	11	160	118	121	224	-	-
	12	116	91	122	128	-	-
B2	13	116	100	108	112	172	-
	14	115	93	148	104	123	-
	15	115	83	99	120	91	-
B3	16	120	97	143	115	125	127
	17	106	112	123	108	83	84
	18	115	89	96	124	111	103
Média		127	96,11	117	126,11	117,5	104,66
Desvio padrão		25,15	12,27	19,79	37,83	31,59	21,54

Quadro 12. Valores da frequência respiratória (mpm) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura manual do coto brônquico (Grupo A)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
A1	1	56	35	68	80	-	-
	2	108	48	104	44	-	-
	3	32	34	40	21	-	-
A2	4	41	48	28	27	22	-
	5	25	30	25	25	33	-
	6	22	28	20	20	31	-
A3	7	44	31	35	35	40	32
	8	27	32	24	32	32	39
	9	32	24	25	37	48	42
Média		43	33,33	41	35,66	34,33	37,66
Desvio padrão		26,60	9,44	27,71	18,37	8,82	5,13

Quadro 13. Valores da frequência respiratória (mpm) obtidos nos diferentes tempos de avaliação e momentos nos animais submetidos à sutura mecânica com grampeador cirúrgico (Grupo B)

Subgrupo	Cão	T0	T1EXT	T48h	T7d	T15d	T36d
B1	10	83	25	48	57	-	-
	11	29	22	23	32	-	-
	12	32	21	28	24	-	-
B2	13	84	33	78	87	88	-
	14	41	38	68	95	78	-
	15	64	14	35	31	33	-
B3	16	60	38	39	41	40	41
	17	46	40	33	37	35	28
	18	56	34	32	31	33	41
Média		55	29,44	42,66	51,16	51,16	36,66
Desvio padrão	20,04	9,19	18,70	25,95	25,95	24,99	7,50

ças significativas dos valores da [HCO₃⁻] em T1EXT, T48h, T7d, T15d e T36d para os subgrupos A1, A2 e A3; apenas o Cão 5 do Subgrupo A2 apresentou no T7d valor acima do padrão da normalidade para a espécie, porém estatisticamente não significante (Quadro 8).

Já em relação ao T0, houve alteração significativa, quando comparada com o T1EXT (p=0,26). Entretanto, a maioria dos valores referentes à [HCO₃⁻] para os animais dos Subgrupos B1, B2 e B3 se mantiveram dentro do intervalo fisiológico (Quadro 9).

De acordo com os valores obtidos referentes à frequência cardíaca (batimentos por minuto, bpm) e frequência respiratória (movimentos por minuto, mpm) não houve diferença significativa entre os Grupos A e B (Quadros 10 a 13).

DISCUSSÃO

Os valores obtidos nos animais de ambos os grupos no período pré-operatório, quanto aos parâmetros PaO_2 , PaCO_2 , pH e $[\text{HCO}_3^-]$ estavam, em sua maioria, dentro do intervalo da normalidade padronizado para o sangue arterial segundo Massone (1999) e DiBartola (2006). Aqueles que apresentaram algum valor acima ou abaixo do limite fisiológico não foram retirados do experimento, pois estavam em condições clínicas julgadas satisfatórias com base em exame físico, laboratorial (hematológico e bioquímico), radiográfico e broncoscópico, além de não se encontrarem em significativo desequilíbrio ácido-básico ou com hipoxemia importante.

Após a pneumonectomia, houve redução significativa da PaO_2 , observada no Grupo A no T1EXT dos Subgrupos A1, A2 e A3. Entretanto, verificou-se que, nos momentos seguintes, a PaO_2 já retornava a valores do intervalo fisiológico para, no T36d, não mais apresentar diferenças significativas em relação ao T0. Estes resultados corroboram com os obtidos por Carlin et al. (1991), Hsia et al. (1994) e Takeda et al. (1999) no pós-operatório mediato. Esta hipoxemia momentânea verificada uma hora após a extubação pode estar relacionada a diferentes fatores. A técnica de sutura manual envolve maior manipulação e tempo cirúrgico, por conseguinte, maior chance de atelectasia do pulmão a despeito da manobra de recrutamento alveolar realizada ao término da anestesia em ambos os grupos. Outro motivo aventado seria o efeito residual da anestesia geral e dos fármacos analgésicos empregados ao término da intervenção operatória. Neste aspecto, entretanto, deve-se ressaltar que a frequência respiratória não diminuiu de forma significativa no pós-operatório imediato, o que poderia estar associado à excessiva sedação ou depressão promovida pelos anestésicos e analgésicos utilizados. Fato que vem corroborar essa observação são os valores da PaCO_2 verificados no grupo A, nesse mesmo momento, que não denotam nenhum grau de depressão respiratória. Alterações da frequência cardíaca também poderiam estar relacionadas com dor e esta, por conseguinte, ocasionaria dificuldade respiratória. Nenhuma alteração significativa neste parâmetro foi verificada ao longo do período de observação. Isto posto, nos parece que o fator contribuinte principal para a ocorrência de hipoxemia no grupo de animais submetidos a sutura manual do coto brônquico, tenha sido de fato a ocorrência de atelectasia por maior manipulação do pulmão. Durante a anestesia, procurou-se empregar uma FIO_2 de 80% pois quando se emprega 100% de oxigênio, a chance de atelectasia pós-operatória é muito maior (Galiatsou et al. 2006).

Durante a avaliação de todos os momentos pós-operatórios, foi mantido o equilíbrio ácido-básico, vale dizer que nenhum animal dos Grupos A e B desenvolveu alcalose ou acidose após a exérese do pulmão esquerdo, à semelhança ao observado por Wilcox et al. (1979), Hsia et al. (1990), Hjaimarsen et al. (1995) e Miyazawa et al. (1999) em seus estudos.

Diferente do Grupo A, os cães do Grupo B não apresentaram redução significativa da PaO_2 imediatamente após a pneumonectomia esquerda, no T1EXT, quando comparados com a avaliação pré-operatória, permanecendo sempre dentro do intervalo fisiológico para a espécie canina. Estes resultados vêm ao encontro daqueles descritos por Carlin et al. (1991), Hsia et al. (1994) e Takeda et al. (1999) no pós-operatório mediato, como já ressaltado no segundo parágrafo da discussão.

Alguns autores abordam assuntos próximos ao proposto nesta pesquisa. Merecem destaque Matsumoto et al. (2004), que desenvolveram um estudo no qual cães foram submetidos a pneumonectomia esquerda seguida de implantação autóloga do lobo caudal esquerdo, sendo que não houve diferença significativa nos valores da PaO_2 verificados antes e após a intervenção cirúrgica. Posteriormente, Nagao & Cataneo (2005) realizaram estudo semelhante e verificaram que não houve diferença significativa dos valores gasométricos nos diferentes momentos cirúrgicos, ficando os valores médios em $\text{pH} = 7,37$, $\text{PaO}_2 = 87\text{mmHg}$ e $\text{PaCO}_2 = 53\text{mmHg}$.

Na revisão da literatura, poucos foram os trabalhos que avaliaram valores hemogasométricos na intervenção cirúrgica de pneumonectomia em cães, como Hsia et al. (2003), que corroboram os dados ora observados, impossibilitando a elaboração de discussão mais ampla. Apesar disso, pode-se afirmar, certamente, que todos os dados logrados em nossa pesquisa serão de grande valia para a avaliação da viabilidade de aplicação em rotina de tal intervenção cirúrgica na medicina veterinária, principalmente quanto à preservação da função pulmonar após a excisão do pulmão esquerdo.

CONCLUSÕES

Os cães submetidos à pneumonectomia esquerda (com sutura manual ou mecânica do coto brônquico esquerdo) não tendem a apresentar desequilíbrio ácido-básico imediato e mediato até 36 dias de pós-operatório.

A oxigenação sanguínea arterial apresenta-se reduzida no pós-operatório imediato dos animais pneumonectomizados submetidos à sutura manual, com rápida tendência de retorno aos valores fisiológicos para a espécie canina.

Agradecimentos. - À FAPESP pelo apoio financeiro que proporcionou a realização deste trabalho (Proc.00/08578-1).

REFERÊNCIAS

- Carlin J.I., Hsia C.C.W., Cassidy S.S., Ramanathan M., Clifford P.S. & Johnson R.L.J. 1991. Recruitment of lung diffusing capacity with exercise before and after pneumonectomy in dogs. *J. Appl. Physiol.* 70:135-142.
- DiBartola S.P. 2006. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Disorders in Small Animal Practice. 3rd ed. Saunders Elsevier, St Louis, Missouri, p.229-250.
- Galiatsou E., Kostanti E., Svama E., Kitsakos A., Koulouras V., Efremidis S.C. & Nakos G. 2006. Prone position augments recruitment and prevents alveolar overinflation in acute lung injury. *Am. J. Respiratory and Critical Care Medicine* 174(2):187-97.
- Goire J., Deslauriers J., Ghojin L. & Rouleau J. 1993. Indications, risks, and results of completion pneumonectomy. *J. Thoracic and Cardiovascular Surgery* 105:918-24.
- Hawkins E.C. 2006. Manifestações clínicas dos distúrbios do trato respiratório

- rio inferior, p.241-245. In: Couto C.G. & Nelson W.N. (ed.), Medicina Interna de Pequenos Animais. 3ª ed. Elsevier, São Paulo.
- Hjalmsen A., Aasebo U. & Lie M. 1995. Pulmonary function 3-12 months after pneumonectomy, lobectomy or bilobectomy for lung cancer. *Scand. J. Thoracic Cardiovasc. Surg.* 29:71-74.
- Hsia C.C.W., Carlin J.I., Wagner P.D., Cassidy S.S. & Johnson R.L.J. 1990. Gas exchange abnormalities after pneumonectomy in conditioned foxhounds. *J. Appl. Physiol.* 68:94-104.
- Hsia C.C.W., Herazo L.F., Fryder-Doffey F. & Weibel E.R. 1994. Compensatory lung growth occurs in adult dogs after right pneumonectomy. *J. Clin. Invest.* 94:405-412.
- Hsia C.C.W., Johnson R.L.J., Wu E.Y, Estrera A.S., Wagner H. & Wagner P.D. 2003. Reducing lung strain after pneumonectomy impairs oxygen diffusing capacity but not ventilation-perfusion matching. *J. Appl. Physiol.* 95:1370-1378.
- Irino E.T. 2006. Avaliação histopatológica do pulmão esquerdo e avaliação eletrocardiográfica em cães (*Canis familiaris*) submetidos à pneumonectomia direita. Dissertação de Mestrado, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo. 85p.
- Irino E.T., Stopiglia A.J., Larsson M.H.M.A, Guerra J.L., Simões E.A., Shinkai M.T., Aya D.O., Saldiva P.H.N. & Jatene F.B. 2004. Avaliação eletrocardiográfica e avaliação histopatológica do pulmão direito em cães (*Canis familiaris*) submetidos à pneumonectomia esquerda. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 41(1):58-66.
- Massone F. 1999. Apêndices, p.196-213. In: Massone F. (ed.), Anestesiologia Veterinária. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Matsumoto I., Oda M., Tsunozuka Y., Tamura M., Kawakami K. & Watanabe G. 2004. Experimental study of extracorporeal lung resection in dogs: EX situ sleeve resection and autotransplantation of the pulmonary lobe after extended pneumonectomy for central lung cancer. *J. Thoracic Cardiovasc. Surg.* 127:1343-1349.
- Miyazawa M., Haniuda M., Nishimura H. & Kubo K. 1999. Long-term effects of pulmonary resection on cardiopulmonary function. *J. Am. Coll. Surgeons* 189:26-33.
- Nagao R.K. & Cataneo A.J.M. 2005. Implante lobar autólogo pós-pneumonectomia: modelo experimental em cães. *Acta Cirúrg. Bras.* 20(4):311-316.
- Simões E.A. 2003. Estudo comparativo entre sutura mecânica e manual em brônquio após pneumonectomia esquerda em cães: uma avaliação anátomo-patológica, paramétrica, radiológica e broncoscópica. Dissertação de Mestrado, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, USP, São Paulo. 107p.
- Simões E.A., Jatene F.B., Stopiglia A.J., Fantoni D.T., Guerra J.L., Aielo V.D., Irino E.T., Aya D.O., Binoki D.H., Freitas R.R. & Monteiro R. 2005. Estudo comparativo entre sutura mecânica e manual em brônquio após pneumonectomia esquerda em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação anatomopatológica, paramétrica, radiológica e broncoscópica. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* 42(6):357-366
- Takeda S.I., Hsia C.C.W., Wagner E., Ramanathan M., Estrera A.S. & Weibel E.R. 1999. Compensatory alveolar growth normalizes gas-exchange function in immature dogs after pneumonectomy. *J. Appl. Physiol.* 86:1301-1310.
- Thompson S.E. & Johnson, J.M. 1991. Analgesia in dogs after intercostals thoracotomy: a comparison of morphine, selective intercostal nerve block and interpleural regional analgesia with bupivacaine. *Vet. Surg.* 20(1):73-77.
- Wilcox B.R., Murray G.F., Friedman M. & Pimmel R.L. 1979. The effects of early pneumonectomy on the remaining pulmonary parenchyma. *Surgery* 86:294-300.