EDSON AZEVEDO SIMÕES

Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Fabio Biscegli Jatene

São Paulo

2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1938
FMVZ

Simões, Edson Azevedo

Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória / Edson Azevedo Simões. – São Paulo: E. A. Simões, 2007.
154 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2008.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Biscegli Jatene.

1. Pneumonectomia. 2. Pulmão. 3. Cirurgia. 4. Pulmão (cirurgia).
5. Cães. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória", Protocolo nº475/2004, utilizando 10 cães, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Fábio Biscegli Jatene, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendun".

(We certify that the Research "Viability of right pneumonectomy in the dogs (*Canis familiaris*): a parametric, hemogasometric, echocardiographic, radiological, bronchoscopic and respiratory mechanical evaluation" protocol number 475/2004, utilizing 10 dogs, under the responsibility of Prof. Dr. Fábio Biscegli Jatene, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendun", meeting.

São Paulo, 14 de dezembro de 2006

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: SIMÕES, Edson Azevedo

Título: Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Julgamento: _____

Instituição: _____

Assinatura: _____

Aos **meus Pais** pelo apoio e compreensão.

Ao **Professor Doutor Fabio Biscegli Jatene**, obrigado novamente pela confiança e oportunidade, exemplo de dedicação, minha grande referência de postura científica e profissional.

Ao **Doutor Wanderley Marques
Bernardo**, pelo seu espírito científico, pela
contribuição no aprimoramento do método,
adicionando conhecimento e experiência,
fundamentais na elaboração desta tese.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo** por me permitir a realização do curso de pós-graduação em Cirurgia Veterinária.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp)**, pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.

Ao **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**, pela concessão da bolsa de doutorado.

Ao **Prof. Dr. Angelo João Stopiglia**, pela disponibilidade constante, estímulo, confiança e permitir a realização desta linha de pesquisa no laboratório de Cirurgia Cardiorádica da FMVZ-USP. Sem dúvida nenhuma, seu nome representa um divisor de águas para a Cirurgia Torádica Veterinária no Brasil.

À **Dra. Rosangela Monteiro**, pelas discussões e sugestões na realização deste trabalho.

À **Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni**, pela interpretação e orientação na realização das avaliações da mecânica respiratória e colaboração ímpar na realização das anestésias.

À amiga **Dra. Maria Cristina Donádio Abduch**, pela valiosa colaboração na realização e interpretação da avaliação ecocardiográfica e, principalmente, por sua amizade e incentivo constante em todos os momentos.

Ao **Prof. Dr. Paulo Sergio de Moraes Barros**, exemplo de maturidade e incentivo ao desenvolvimento científico.

À médica veterinária **Silvana Maria Unruh**, pela importante colaboração na avaliação radiográfica deste trabalho.

À **Dra. Karina Veloso Braga Yazbek** e à pós-graduanda **Márcia Kahvegian** pela colaboração na realização das anestésias.

Ao **Dr. Hélio Minamoto** do Serviço de Cirurgia Torádica do Hospital das Clínicas da FM-USP, pela amizade e colaboração na interpretação dos exames broncoscópicos.

Ao colega, **Eduardo Toshio Irino**, pelo auxílio na realização das cirurgias e coleta de dados nas infindáveis horas de trabalho durante a realização desta pesquisa.

Ao Secretário do Departamento de Cirurgia da FMVZ-USP, **Berlarmino Ney Pereira**, pelo apoio e por manter um ambiente de trabalho produtivo e amigo.

Aos técnicos do Serviço de Diagnóstico de Imagem da FMVZ-USP, **Hugo Idalgo e Reginaldo Barbosa**, pelo auxílio na realização das radiografias.

Aos acadêmicos **Maurício, César, Huber, Gabriel, Renato, Kauê, André e Danilo**, pela colaboração na realização deste trabalho.

À bibliotecária **Elza Faquim** pelo auxílio e atenção prestados na normatização desta tese.

“Do atrito de duas pedras chispam faíscas;
das faíscas vem o fogo; do fogo brota a
luz.”

(Victor Hugo)

RESUMO

SIMÕES, E. A. **Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*):** uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória. [Viability of right pneumonectomy in the dogs (*Canis familiaris*): a parametric, hemogasometric, echocardiographic, radiographic, broncoscopic and respiratory mechanical evaluation]. 2008. 154 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Em cães, a comprovação da real viabilidade da pneumonectomia direita, bem como, o estudo das complicações resultantes deste procedimento cirúrgico, tornam-se importantes diante da pequena quantidade de estudos na literatura específicos sobre pneumonectomia nesta espécie. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo experimental para avaliar a viabilidade da pneumonectomia direita em cães, através da avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória. Foram utilizados 10 cães, saudáveis, machos e fêmeas, adultos, sem raça definida, pesando entre 13 e 32 kg. Todos os cães foram submetidos à intubação seletiva e toracotomia direita no 5º espaço intercostal, onde foi realizada a pneumonectomia. Foi realizado estudo temporal aos sete, 30 e 60 dias de pós-operatório, onde foi feita avaliação ecocardiográfica, radiográfica e broncoscópica.

A avaliação paramétrica e hemogasométrica foi realizada antes da indução anestésica, uma hora após extubação, 48 horas, sete, 30 e 60 dias após o procedimento cirúrgico.

A avaliação da mecânica respiratória foi realizada antes da indução anestésica, durante a cirurgia, 48 horas, sete, 30 e 60 dias após o procedimento cirúrgico.

Estas avaliações foram consideradas importantes para determinar as possíveis complicações relacionadas com a técnica anestésica, cirúrgica, assim como, as complicações resultantes deste procedimento cirúrgico. Os resultados encontrados foram analisados estatisticamente. Apesar das alterações dos índices paramétricos, hemogasométricos e da mecânica respiratória, todos os cães apresentaram compensação das trocas gasosas após retirada do pulmão direito. Em relação a avaliação da mecânica respiratória, os volumes pulmonares não se modificam de maneira acentuada. Ocorreu aumento das pressões de pico e resistência das vias aéreas devido ao emprego da sonda de duplo lúmen e ressecção pulmonar. Não houve diferença significativamente estatística nos níveis da pressão sistólica e média no tronco pulmonar. Entretanto, alguns cães apresentaram hipertensão pulmonar leve e transitória, sendo que o período de maior incidência foi aos 30 dias de pós-operatório. A fração de ejeção do ventrículo direito manteve-se normal durante o estudo. No entanto, nos mesmos cães que

apresentaram hipertensão pulmonar, houve diminuição significativa da fração de ejeção do ventrículo direito aos 60 dias de pós-operatório. Na avaliação radiográfica, observamos que a expansão do pulmão remanescente causou deslocamento do coração e pulmão para hemitórax direito. Nas imagens broncoscópicas pós-operatórias não foram observadas quaisquer sinais de infecção, deiscência, fistula e estenose da sutura em coto brônquico. Concluiu-se que a realização da pneumonectomia direita é plenamente viável no cão, permitindo evolução paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória satisfatória em todos os cães.

Palavras – chave: Pneumonectomia. Pulmão. Cirurgia. Pulmão (Cirurgia). Cães.

ABSTRACT

SIMÕES, E. A. **Viability of right pneumonectomy in the dogs (*Canis familiaris*): a parametric, hemogasometric, echocardiographic, radiographic, broncoscopic and respiratory mechanical evaluation.** [Viabilidade da pneumonectomia direita em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória]. 2008. 154 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

In dogs, the evidence of the viability of right pneumonectomy, as well as the study of the complications resulting from surgical procedure, are very important against the small quantity of specific studies on pneumonectomy in this species. The objective of this project was carrying out an experimental study to evaluate the viability of right pneumonectomy in dogs, through parametric, hemogasometric, echocardiographic, radiographic, broncoscopic and mechanical respiratory evaluation. Ten adult mongrel, healthy dogs, both male and female were utilized weighing from 13 to 32 kg. The dogs were submitted to selective intubation and right thoracotomy at the 5th intercostal space, where the pneumonectomy was performed. A temporal study was made in 7, 30 and 60 days after the surgery, where echocardiographic, radiographic and bronchoscopic evaluation were done.

The parametric and hemogasometric evaluations was made before anesthetic induction, one hour after extubation, in 48 hour, seven, 30 and 60 days after the surgical procedure.

The mechanical respiratory evaluation was before anesthetic induction, during surgery, 48 hour, seven, 30 and 60 days after the surgical procedure. These evaluations were considered important to determine the probable complications connected to the anesthetic, surgical techniques, as well as the resulting complications from these procedures. The results were analyzed statistically. Besides the alterations of the parametric, hemogasometric and mechanical respiratory rates, all the dogs presented compensations on the gaseous exchanges after removing right lung. Regarding the mechanical respiratory evaluation, the pulmonary volume has not changed accentually. There was an increase of the peak pressures and resistance of the respiratory tract due to the use of a double lumen probe and lung resection. There wasn't any significant statistically difference on the levels of systolic and average pressure on the pulmonary trunk. However, some dogs showed light and transitory pulmonary hypertension, and the highest occurrence period happened 30 days after surgery. The fraction of ejection of the right ventricle remained normal during the study. However, at the same dogs who presented pulmonary hypertension, there was a significant decrease of the fraction of the

right ventricle 60 days after surgery. On the radiographic evaluation, we have observed that the expansion of the remaining lung caused heart and lung displacement to the right hemithorax. Any signs of infection, dehiscence, fistula or suture stenosis in the main right bronchial stump were observed on the post-operative bronchoscopic images. It follows that the right pneumonectomy is completely feasible the dogs, allowing a parametric, hemogasometric, echocardiographic, radiographic, bronchoscopic and mechanical respiratory satisfactory evaluation in all the dogs.

Key words: Pneumonectomy. Lung. Surgery. Lung (Surgery). Dogs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fotografia do equipamento utilizado para broncoscopia. M-monitor, P-processador, F-fonte de luz, V-vídeo-impressora, Vi-videocassete, B-broncofibroscópio flexível.....	46
Figura 2 -	Sonda orobronquial de duplo lúmen para intubação seletiva.....	47
Figura 3 -	Detalhe da toracotomia e região de pulmão direito com atelectasia pela interrupção de sua ventilação com intubação seletiva	49
Figura 4 -	Detalhe da região de hilo pulmonar após ligadura das veias pulmonares, ligadura e sutura da artéria pulmonar direita pinçada durante pneumonectomia direita em cão.....	50
Figura 5 -	Pulmão direito ressecado após pneumonectomia direita em cão	52
Figura 6 -	Imagem fotográfica do aparelho de gasometria modelo ABL-5 radiometer.....	57
Figura 7 -	Monitor de ventilação mecânica e respiratória Tracer 5	59
Figura 8 -	Corte apical quatro câmaras durante a sístole na mensuração dos volumes diastólico e sistólico finais segundo o método de Simpson	87
Figura 9 -	Corte apical quatro câmaras durante diástole na mensuração do diâmetro diastólico final do ventrículo direito	88
Figura 10 -	Imagem radiográfica em projeção látero-lateral esquerda de cão após pneumonectomia direita, observa-se área homogênea de contato cardíaco com o gradil costal direito e hiperinsuflação pulmonar cranial e caudal.....	99

Figura 11 - Imagem radiográfica em projeção látero-lateral direita de cão após pneumonectomia direita. Observa-se deslocamento dorsal da silhueta cardíaca devido à hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	100
Figura 12 - Imagem radiográfica em projeção ventro dorsal de cão após pneumonectomia direita, observa-se hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos, invadindo o hemitórax direito cranial e caudalmente e desvio lateral direito da traquéia e silhueta cardíaca	101
Figura 13 - Imagem broncoscópica da região de carina e brônquio principal direito no período pré-operatório.....	107
Figura 14 - Imagem broncoscópica da região de carina em cão submetido à pneumonectomia direita com sutura manual do coto brônquico principal direito.....	107

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Valores da média e desvio-padrão do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	68
Gráfico 2 - Valores da média e desvio-padrão da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	69
Gráfico 3 - Valores da média e desvio-padrão da frequência cardíaca (bpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	70
Gráfico 4 - Valores da média e desvio-padrão da frequência respiratória (mpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	71
Gráfico 5 - Valores da média e desvio-padrão da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	72
Gráfico 6 - Valores da média e desvio-padrão do pH dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	73
Gráfico 7 - Valores da média e desvio-padrão da PaCO_2 (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	74
Gráfico 8 - Valores da média e desvio-padrão da PaO_2 (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	75
Gráfico 9 - Valores da média e desvio-padrão da $\text{SaO}_2\%$ dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	76
Gráfico 10 - Valores da média e desvio-padrão do $[\text{HCO}_3^-]$ (mmol/l) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	77
Gráfico 11 - Valores da média e desvio-padrão da PPI (cmH_2O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	78

Gráfico 12 - Valores da média e desvio-padrão da pressão de plateau (cmH ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	79
Gráfico 13 - Valores da média e desvio-padrão da PMVA (cmH ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	80
Gráfico 14 - Valores da média e desvio-padrão do volume inspiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	81
Gráfico 15 - Valores da média e desvio-padrão do volume expiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	82
Gráfico 16 - Valores da média e desvio-padrão da resistência inspiratória(cmH ₂ O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	83
Gráfico 17 - Valores da média e desvio-padrão da resistência expiratória (cmH ₂ O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	84
Gráfico 18 - Valores da média e desvio-padrão da complacência estática (ml/cm/H ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	85
Gráfico 19 - Valores da média e desvio-padrão da PAO ₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	86
Gráfico 20 - Valores da média e desvio-padrão da FEVE dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	89
Gráfico 21 - Valores da média e desvio-padrão do Vol. DVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	90
Gráfico 22 - Valores da média e desvio-padrão do Vol. SVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	91
Gráfico 23 - Valores de média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo longo dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	91

Gráfico 24 - Valores da média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo curto 1 dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	92
Gráfico 25 - Valores da média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo curto 2 dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	93
Gráfico 26 - Valores da média e desvio-padrão da Massa do VD (gramas) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	94
Gráfico 27 - Valores da média e desvio-padrão do IPMVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	95
Gráfico 28 - Valores da média e desvio-padrão da FEVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	96
Gráfico 29 - Valores da média e desvio-padrão da PSTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	97
Gráfico 30 - Valores da média e desvio-padrão da PMTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	98
Gráfico 31 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com sete dias de pós-operatório – São Paulo - 2007.	103
Gráfico 32 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com 30 dias de pós-operatório – São Paulo - 2007. ...	104
Gráfico 33 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com 60 dias de pós-operatório – São Paulo - 2007. ...	105

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Protocolo de Thompson & Johnson (1991) para avaliação da dor em cães – São Paulo – 2007.....	54
Quadro 2 - Momentos das avaliações paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	55
Quadro 3 - Momentos de mensuração das avaliações paramétricas e hemogasométricas nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	57
Quadro 4 - Momentos de mensuração dos parâmetros da mecânica respiratória nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	59
Quadro 5 - Momentos da avaliação ecocardiográfica nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	60
Quadro 6 - Momentos na realização do exame broncoscópico nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	64
Quadro 7 - Resultados dos exames broncoscópicos com sete dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	108
Quadro 8 - Resultados dos exames broncoscópicos com 30 dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	108
Quadro 9 - Resultados dos exames broncoscópicos com 60 dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valor individual de peso (kg), sexo, médias e desvios padrão dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	45
Tabela 2 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	67
Tabela 3 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	68
Tabela 4 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da frequência cardíaca (bpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	69
Tabela 5 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da frequência respiratória (mpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	70
Tabela 6 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	71
Tabela 7 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do pH dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	72
Tabela 8 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PaCO_2 (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007. ..	73
Tabela 9 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PaO_2 (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	74
Tabela 10 -	Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da $\text{SaO}_2\%$ dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	75

Tabela 11 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do $[HCO_3^-]$ (mmol/l) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007....	76
Tabela 12 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PPI (cmH ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007..	77
Tabela 13 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da pressão de plateau (cmH ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	78
Tabela 14 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PMVA (cmH ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007. .	79
Tabela 15 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do volume inspiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	80
Tabela 16 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do volume expiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo – 2007.....	81
Tabela 17 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da resistência inspiratória (cmH ₂ O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007	82
Tabela 18 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da resistência expiratória (cmH ₂ O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	83
Tabela 19 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da complacência estática (ml/cm/H ₂ O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	84

Tabela 20 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PAO ₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	85
Tabela 21 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da FEVE dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	89
Tabela 22 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do Vol. DVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	90
Tabela 23 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do Vol. SVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	90
Tabela 24 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo longo dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	91
Tabela 25 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo curto 1 dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	92
Tabela 26 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo curto 2 dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	93
Tabela 27 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da massa do ventrículo direito (gramas) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	93
Tabela 28 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do IPMVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	94
Tabela 29 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da FEVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.....	95
Tabela 30 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PSTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007.	96

Tabela 31 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PMTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita – São Paulo - 2007. ..97

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	29
2	REVISÃO DA LITERATURA	33
3	OBJETIVO	42
4	MATERIAL E MÉTODO	44
4.1	ANIMAIS	44
4.2	ANESTESIA E MONITORIZAÇÃO	45
4.3	PROCEDIMENTO OPERATÓRIO	48
4.3.1	Posicionamento e Acesso Cirúrgico	48
4.3.2	Tratamento do Brônquio	51
4.3.3	Síntese da Toracotomia	51
4.4	ACOMPANHAMENTO DO ANIMAL NO PÓS-OPERATÓRIO	53
4.4.1	Controle da Dor	53
4.5	VARIÁVEIS AVALIADAS	55
4.5.1	Avaliação Paramétrica, Hemogasométrica, Ecocardiográfica, Radiográfica, Broncoscópica e da Mecânica Respiratória nos Cães submetidos à Pneumonectomia Direita nos Diferentes Momentos Analisados	55
4.5.2	Avaliação Paramétrica e Hemogasométrica	56
4.5.3	Avaliação dos Parâmetros Respiratórios	58
4.5.4	Avaliação Ecocardiográfica	60
4.5.4.1	Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (VE)	60
4.5.4.2	Fração de Ejeção do Ventrículo Direito (VD)	60
4.5.4.3	Volumes Diastólico e Sistólico do VD	61
4.5.4.4	Diâmetro do VD	61
4.5.4.5	Massa do VD	61
4.5.4.6	Índice de Performance Miocárdica do VD (IPM _{VD})	62
4.5.4.7	Cálculo das Pressões no Tronco Pulmonar	62
4.5.5	Avaliação Radiográfica	63
4.5.6	Avaliação Broncoscópica	63
4.5.7	Avaliação Estatística	64
5	RESULTADOS	66
5.1	ANIMAIS	66
5.2	ANESTESIA E MONITORIZAÇÃO	66

5.3	PROCEDIMENTO OPERATÓRIO	67
5.4	AVALIAÇÃO PARAMÉTRICA.....	67
5.4.1	Hematócrito	67
5.4.2	Hemoglobina	68
5.4.3	Frequência Cardíaca	69
5.4.4	Frequência Respiratória	70
5.4.5	Temperatura	71
5.5	AVALIAÇÃO HEMOGASOMÉTRICA.....	72
5.5.1	Concentração Hidrogeniônica Arterial (pH)	72
5.5.2	Pressão Parcial de Dióxido de Carbono no Sangue Arterial (PaCO₂)	73
5.5.3	Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial (PaO₂)	74
5.5.4	Saturação de Hemoglobina no Sangue Arterial (S_a O₂%)	75
5.5.5	Bicarbonato Plasmático no Sangue Arterial [HCO₃⁻]	76
5.6	MECÂNICA RESPIRATÓRIA	77
5.6.1	Pressão de Pico Inspiratória (PPI)	77
5.6.2	Pressão de Plateau	78
5.6.3	Pressão Média das Vias Aéreas (PMVA)	79
5.6.4	Volume Inspiratório	80
5.6.5	Volume Expiratório	81
5.6.6	Resistência Inspiratória	82
5.6.7	Resistência Expiratória	83
5.6.8	Complacência Estática	84
5.7	VENTILAÇÃO.....	85
5.7.1	Pressão Parcial de Oxigênio no Gás Alveolar (PAO₂)	85
5.8	AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA	87
5.8.1	Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE)	89
5.8.2	Volume Diastólico do Ventrículo Direito (Vol. DVD)	89
5.8.3	Volume Sistólico do Ventrículo Direito (Vol. SVD)	90
5.8.4	Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Longo (DDVD eixo longo)	91
5.8.5	Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Curto 1 (DDVD eixo curto 1) .	92
5.8.6	Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Curto 2 (DDVD eixo curto 2) .	92
5.8.7	Massa do Ventrículo Direito	93
5.8.8	Índice de Performance Miocárdica do Ventrículo Direito (IPMVD)	94
5.8.9	Fração de Ejeção do Ventrículo Direito (FEVD)	95
5.8.10	Pressão Sistólica no Tronco Pulmonar (PSTP)	96

5.8.11	Pressão Média no Tronco Pulmonar (PMTP)	97
5.9	AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA	99
5.10	AVALIAÇÃO BRONCOSCÓPICA	106
6	DISCUSSÃO	111
7	CONCLUSÕES	121
	REFERÊNCIAS	123
	APÊNDICES	133

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Na Medicina Humana ocorreu um fenômeno sem precedentes, através do acelerado desenvolvimento da cirurgia torácica nas últimas décadas (FUENTES, 2003).

Este desenvolvimento foi fruto dos avanços científicos multidisciplinares e da perseverança dos pesquisadores de todo o mundo. A cirurgia torácica, fisiológica por excelência, necessita da colaboração clínico-cirúrgica, sendo que a cada componente da equipe é atribuído um papel específico de fundamental importância em todas as fases do tratamento.

Associado a isto, a cirurgia torácica, cada vez mais, exige o aperfeiçoamento constante dos métodos de diagnósticos anatômicos, funcionais e hemodinâmicos para a correta interpretação da sua fisiopatologia e êxito cirúrgico.

Por outro lado, na Medicina Veterinária, este importante ramo da cirurgia está começando a se delinear, tendo como objetivos principais minimizar os custos e as intercorrências cirúrgicas.

Existe, ainda, relutância de muitos cirurgiões veterinários na execução da cirurgia torácica em pequenos animais. Esta relutância tem, em parte, sido causada pela realização de poucos estudos experimentais e da necessidade de uma assistência contínua no pós-operatório com a utilização de aparelhagem e recursos modernos em certos procedimentos cirúrgicos.

Nesta modalidade cirúrgica temos as ressecções pulmonares representadas pela pneumonectomia, lobectomia, bilobectomia, segmentectomia, ressecção em cunha e nodulectomia pulmonar (FOSSUM, 1993; NELSON, 1993a, 1993b).

Antes de submetermos o paciente à ressecção pulmonar, devemos avaliar o prognóstico e evolução da afecção que vai determinar o tipo de intervenção cirúrgica.

As cirurgias pulmonares nos cães e gatos estão indicadas nos processos broncopulmonares congênitos, neoplásicos, infecciosos e traumáticos (ARCHIBALD, 1974; LARUE; WITHROW; WYKES, 1987; WALSHAW, 1994).

As neoplasias primárias do pulmão são raras em cães e gatos. A incidência tem sido estimada em 1,24% para cães e 0,38% para gatos. O tipo mais comum de neoplasia primária de pulmão em cães e gatos é o adenocarcinoma (BELL, 1987; FOSSUM, 1993).

O pulmão é mais freqüentemente acometido por tumores metastáticos do que por neoplasias primárias. As metástases mais comuns incluem carcinoma mamário, carcinoma

de tireóide, hemangiossarcoma, osteossarcoma, carcinoma de células transicionais, carcinoma de células escamosas, melanoma oral e digital (FOSSUM, 1993). Considerando os trabalhos compilados, a maioria dos estudos realizados nos animais tem o objetivo de melhorar a técnica cirúrgica no homem. Potenciais complicações das operações para ressecções pulmonares incluem hemorragia, pneumotórax e empiema (BETTS; TAKARO, 1965; LARUE; WITHROW; WYKES, 1987).

As ressecções totais do pulmão podem ser feitas através da pneumonectomia simples, na qual a dissecação dos elementos do hilo pulmonar faz-se sem abrir o pericárdio. A pneumonectomia é indicada nas afecções que acometem todos os lobos de um pulmão, desde que o pulmão contralateral esteja íntegro. As principais afecções em que a pneumonectomia é indicada são: neoplasias, abscessos e traumas (FOSSUM, 1993; NELSON, 1993b; KOPEC et al., 1998).

Para a realização da operação, a intubação seletiva é indicada no isolamento de infecções purulentas do pulmão acometido, fístula brônquica e pneumotórax, entre outras, permitindo ventilação adequada e proteção do pulmão não comprometido. Além disso, facilita as manobras na cavidade torácica durante o procedimento cirúrgico (RIQUELME et al., 2005).

Dentre as possíveis complicações da pneumonectomia, a hipertrofia ventricular direita, aumento da resistência vascular pulmonar, arritmias, empiema, disfagia e problemas com a cicatrização do coto brônquico são relatados no pós-operatório (PEREZ; HOLLAND, 1985; HIMELMAN; STULBARG; KIRCHER, 1989; PATEL; TOWNSEND; FOUNTAIN, 1992; FOSSUM, 1993; KEARNEY; LEE; REILLY, 1994; AMAR et al., 1995, 1996; MITSUDOMI; MIZOUE; YOSHIMATSU, 1996; KOPEC et al., 1998).

Complicações menos frequentes, tais como, acidente vascular cerebral, tromboembolismo, síndrome pós-pneumonectomia, fístula esofágica, quilotórax, pneumotórax contralateral, vôlvulo gástrico, pneumopericárdio, paralisia pós-pneumonectomia, edema pulmonar e falência renal são relatados no pós-operatório, principalmente, após pneumonectomia direita em pacientes humanos (PEREZ; HOLLAND, 1985; PATEL; TOWNSEND; FOUNTAIN, 1992; KOPEC et al., 1998; BEDARD; KESHAVJEE, 2007).

A pneumonectomia pode mimetizar doenças restritivas pulmonares, permitindo o estudo das alterações fisiológicas associadas à perda de grande parte do parênquima pulmonar. A maioria dos estudos devido à perda de tecido pulmonar em cães foi avaliada através de alterações anatômicas medidas no “post mortem” e alterações funcionais

do pulmão remanescente durante anestesia. Os mecanismos que ocasionam a limitação ao exercício, após ressecção pulmonar, incluem depressão ventilatória e anormalidades nas trocas gasosas devido à desigualdade na relação ventilação/perfusão durante o exercício (HSIA et al., 1990a; Yan et al., 2005).

Em cães, a pneumonectomia esquerda e direita correspondem a remover aproximadamente 45% e 57% do volume pulmonar, respectivamente (HSIA et al., 1994a) e segundo Nelson (1993b), a pneumonectomia direita em cães resulta em óbito na maioria dos casos.

Hsia et al. (1994a, 1994b) realizaram cirurgia experimental em cães, estudando as mudanças estruturais no pulmão esquerdo, após pneumonectomia direita e os resultados dos estudos morfométricos demonstraram uma maior compensação funcional após pneumonectomia direita, quando comparada com a pneumonectomia esquerda.

A comprovação da real viabilidade da pneumonectomia direita em cães, bem como as complicações resultantes deste procedimento cirúrgico, têm sido motivo de preocupação daqueles que se dedicam à cirurgia torácica veterinária, em especial, a pneumonectomia direita, ainda não realizada na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP).

Diante da importância desses fatos e da pequena quantidade de estudos específicos na literatura sobre pneumonectomia em cães, torna-se importante estudar a viabilidade da pneumonectomia direita em cães através da avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória.

2 Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Realizamos as primeiras pneumonectomias experimentais em cães no Laboratório de Cirurgia Cardiorádica da FMVZ-USP, surgindo nosso primeiro trabalho: “Estudo comparativo entre sutura mecânica e manual em brônquio após pneumonectomia esquerda em cães (*Canis familiaris*): uma avaliação anatomopatológica, paramétrica, radiológica e broncoscópica” (SIMÕES, 2003; SIMÕES et al., 2005). Este trabalho impulsionou o início de uma linha de pesquisa em cirurgia pulmonar, propiciando a realização de outros trabalhos: “Avaliação histopatológica do pulmão direito e avaliação eletrocardiográfica em cães (*Canis familiaris*) submetidos à pneumonectomia esquerda” (IRINO et al., 2004), “Avaliação histopatológica do pulmão esquerdo e avaliação eletrocardiográfica em cães (*Canis familiaris*) submetidos à pneumonectomia direita” (IRINO et al., 2006) e “Avaliação hemogasométrica em cães submetidos à pneumonectomia esquerda” (BINOKI et al., 2007).

O início do histórico das pneumonectomias se confunde com a cirurgia torácica, evoluindo paralelamente com os trabalhos experimentais e as tentativas cirúrgicas em seres humanos.

Quando nos reportamos ao sistema respiratório, em especial ao pulmão, foco do presente trabalho, observamos que desde tempos imemoriais, o homem associa o ato de respirar com saúde e vida (GUTHRIE, 1945).

Segundo Amothep, deus egípcio da medicina, o “espírito do ar” entrava pelas narinas, pulmões e coração, que era distribuído por “canais cheios de sangue”, verificando a existência de pulsos, através do qual o coração poderia ser sentido. Em uma mistura de ciência, religião e magia, estabeleceram a relação entre respiração, pulso arterial e batimento cardíaco (GOTTLIEB, 1964).

Hipócrates (460-375 a.C) afirmou que o ar inspirado chegava ao coração pela veia pulmonar, onde se aqueceria e depois seria enviado para todo o corpo por vasos contendo ar. Além disso, recomendava a realização de toracotomia para o tratamento de empiema na cavidade torácica (MURPHY, 1898).

Galeno (130-200), demonstrou experimentalmente que as artérias continham sangue e não ar, através da realização de vivisseções em animais (GUTHRIE, 1945).

Marcelo Malpighi (1628-1694), além de descobrir os alvéolos pulmonares, estabeleceu pela primeira vez as relações entre artérias e veias, contribuindo para o modelo circulatório de Wilian Harvey (GUTHRIE, 1945).

Lavosier, em 1789, por meio de seus estudos sobre respiração, revolucionou a Medicina, correlacionando consumo de oxigênio, produção de gás carbônico e produção de calor pelos seres vivos. Permitiu identificar o oxigênio, elemento químico essencial à vida no planeta, criando a relação entre Química, Física e Medicina. Entre 1789 e 1790, Lavosier estudou o consumo de oxigênio no homem em diversas situações. Foi observado que esfriando o ambiente, o consumo de oxigênio do paciente em jejum aumentava cerca de 10%; alimentando-o, aumentava 50%; praticando trabalho físico em jejum, 20% e praticando o mesmo trabalho após alimentação, aumentava 300% (MCKIE, 1952).

Borelli, em 1681, iniciou trabalhos sobre a mecânica respiratória, sendo o primeiro a medir o volume inspiratório dos pulmões e demonstrar a presença de ar residual pulmonar (GOTTSCHELL, 2000).

Frans Cornelis Donders e John Hutchinson, em 1849, iniciaram a fase moderna da mecânica respiratória, medindo a pressão positiva intratraqueal, pressão negativa no espaço pleural e demonstraram as primeiras curvas pressão-volume dos pulmões, no homem, imediatamente após o óbito (GOTTSCHELL, 2000).

Os primeiros estudos experimentais sobre lobectomia pulmonar e pneumonectomia foram efetuados por Gluck, em 1881. Foi realizada pneumonectomia em seis cães e 14 coelhos através da ligadura em massa do hilo pulmonar. Com exceção de dois coelhos, todos os animais morreram entre sete e 10 dias após o procedimento cirúrgico, devido a pleurite, pericardite e pneumotórax (GLUCK¹, 1881 apud SCHLUETER; WEIDLEIN, 1926, p. 459; GLUCK¹, 1881 apud HEUER, 1934, p. 560).

Em 1882, pela primeira vez, Biondi obteve melhores resultados realizando pneumonectomia experimental em 65 animais dos quais morreram 35. Foi feita a ligadura em massa do hilo pulmonar e aplicado iodofórmio sobre o coto brônquico. Em 1884, Biondi, publicou os resultados da pneumonectomia e lobectomia experimentais realizadas em 10 coelhos, seis gatos e cinco cães, previamente infectados com bacilo da tuberculose.

Aproximadamente metade dos animais morreu de pleurite séptica (HEUER, 1920).

1 - GLUCK, T. Experimenteller beitrag zur frage der lungen-exstirpation. *Berl. klin. Wehnschr.*, v. 18, p. 645, 1881.

Em 1891, Willard praticou com êxito uma pneumonectomia experimental em cão, suturando o coto brônquico com tecido peribrônquico (WILLARD², 1891 apud SCHLUETER; WEIDLEIN, 1926).

Meyer, em 1909, realizou 21 pneumonectomias em cães, verificando apenas quatro óbitos, sendo que em dois cães a causa de óbito foi pneumotórax. Meyer adotou o seguinte método: o coto brônquico foi isolado, pinçado e ligado por transfixação com fio de seda para seu fechamento.

Em 1911, Kummel realiza a primeira pneumonectomia no homem devido a neoplasia pulmonar. O paciente morreu no sexto dia após o procedimento cirúrgico (FUENTES, 2003).

Em 1914, Henschen suturou um fragmento de fâscia-lata sobre o coto brônquico (HENSCHEN³, 1914 apud SCHLUETER; WEIDLEIN, 1926, p. 462). No mesmo ano, Giertz praticou esta técnica com algumas modificações: o brônquio foi primeiramente suturado com seda e após recoberto com fâscia suturada com seda no tecido peribrônquico. Dez cães foram operados, sendo que apenas dois morreram em consequência de pneumotórax (GIERTZ⁴, 1914 apud SCHLUETER; WEIDLEIN, 1926, p. 462).

Robinson, em 1912, relatou que a pneumonectomia é geralmente bem tolerada quando há boa cicatrização do coto brônquico.

Em 1920, Heuer e Dunn, operaram 23 cães dos quais morreram 10. Seis cães morreram de doença infectocontagiosa, um cão morreu de pneumonia, um cão de caquexia após dois meses de cirurgia e dois cães de pneumotórax.

Em 1919, Lilienthal realizou pneumonectomia esquerda em uma criança de oito anos, devido a abscesso após amidelectomia, ligando o pedículo com pontos por transfixação com fio de seda. A paciente veio a óbito por hemorragia após 13 dias de pós-operatório.

Schlueter e Weidlein, em 1926, utilizando quatro métodos distintos, operaram cães nos quais causaram previamente abscessos pulmonares. No primeiro método, realizaram ligadura em massa do hilo pulmonar com categut, o cão sobreviveu 23 dias após o procedimento cirúrgico, vindo a óbito por empiema. No segundo método, realizaram ligadura simples do coto brônquico com categut cromado em quatro cães. Após quatro dias de pós-operatório, um animal veio a óbito devido a empiema e pneumotórax. Um cão foi sacrificado

2 - WILLARD, D. Experiments in pneumonectomy. *Tr. Coll. Phys.*, v. 13, p. 133, 1891.

3 - HENSCHEN, K. Experimente zur intrathorakalen lungenchirurgie. *Beitr. z. klin. Chir.*, v. 90, p. 373, 1914.

4 - GIERTZ, K. H. Ueber exstirpation von lungen und lungenlappen mit versorgung des bronchialstumpfes durch frei transplantierte fascia lata. *Zentralbl. F. Chir.*, v. 41, p. 1433, 1914.

85 dias após a operação devido à sarna. Apenas dois cães sobreviveram. No terceiro método, realizaram ligadura simples do coto brônquico com categute que foi, em seguida, recoberta com tecido peribronquial em cinco cães. Dois cães vieram a óbito no pós-operatório devido à abertura da sutura e conseqüentemente empiema e pneumotórax. Um animal morreu e não foi possível estabelecer a causa da morte durante a necropsia. Somente dois cães sobreviveram ao procedimento operatório. No quarto método, o coto brônquico foi submetido à sutura contínua com seda em apenas um cão. Este não apresentou intercorrências no pós-operatório.

Joannides, em 1928, descreveu um novo procedimento no tratamento do coto brônquico, seccionando obliquamente o parênquima pulmonar e fazendo uma sutura contínua invaginante do parênquima pulmonar sobre os elementos do hilo, após ter ligado separadamente artéria, veias e brônquio.

Bettmann, em 1922, publica estatística de 90% de mortalidade nas pneumonectomias experimentais em cães, devido a complicações pleurais (BRUNN, 1932).

Em 1929, tem início a verdadeira época de êxito da cirurgia pulmonar no homem. Brunn publica os resultados de oito lobectomias dos quais faleceram dois pacientes, considerado excelente resultado na época (BRUNN, 1932).

Em 1933, Graham e Singer praticam a primeira pneumonectomia esquerda no homem devido a neoplasia pulmonar, obtendo bom resultado pós-operatório.

Em 1935, Overholt realizou a primeira pneumonectomia direita no homem sem complicações no pós-operatório.

Ao mesmo tempo, utilizando outra variante técnica, Rienhoff, em 1933, realizou no homem, a primeira pneumonectomia com ligadura individual dos elementos do hilo pulmonar.

O'Shaughnessy, em 1935, realizou vários trabalhos sobre cirurgia pulmonar afirmando: “os presentes triunfos alcançados pela cirurgia torácica foram resultados obtidos pela aplicação na sala de necropsia e no laboratório experimental”, fazendo uma das primeiras descrições da anatomia cirúrgica do hilo pulmonar.

Em 1942, Kent e Blades descrevem a anatomia do brônquio, artéria e veia pulmonar baseados na dissecação de 83 cadáveres humanos. Eles contribuíram para uma descrição detalhada de cada elemento do hilo pulmonar (KENT; BLADES⁵, 1942 apud FABER, 1990, p. 1016).

5 - KENT, E. M.; BLADES, D. The surgical anatomy of the pulmonary lobes. *J. Thorac Surg*, v. 12, p. 18-30, 1942.

Brugarolas e Takita, em 1972, realizaram cirurgias experimentais em cães, demonstrando, através do angiograma, aumento da vascularização pulmonar após pneumonectomia esquerda. Através da avaliação hemogasométrica observaram discreta acidose no pós-operatório. Após três semanas de pós-operatório a avaliação hemogasométrica estava dentro dos limites normais.

Amis et al. (1982), observaram, através da cintilografia, nos animais em estação, maior perfusão na região ventral dos lobos pulmonares, quando comparado com a região dorsal, devido a influência da gravidade.

Os estudos sobre a função pulmonar realizados em Medicina Humana para avaliar a função pulmonar e de vias aéreas, têm sido utilizados apenas recentemente em Medicina Veterinária, havendo escassez de trabalhos sobre parâmetros da mecânica respiratória em cães e gatos acometidos por doenças pulmonares (MCKIERNAN, 1992).

Nos estudos das modalidades ventilatórias realizadas experimentalmente em animais hígidos anestesiados, visando uma adequada ventilação mecânica, não se deve apenas estipular o volume corrente baseado no peso, além disso, deve-se utilizar técnicas que procurem empregar valores adequados de volume e pressão, a fim de evitar barotrauma e manter a PCO_2 e oxigenação em níveis normais (BONETTI; FANTONI; AULER, 2003; LOPES, 2004).

No homem, a pneumonectomia direita apresenta maior mortalidade, variando entre 10% e 12%, enquanto nos pacientes submetidos à pneumonectomia esquerda a mortalidade varia entre 1% e 3,5% (KOPEC et al., 1998).

Pacientes submetidos à pneumonectomia direita apresentam incidência maior de fistula brônquica e empiema que levam a um aumento da taxa de mortalidade. Isto ocorre pois o coto brônquico direito fica no espaço pleural, enquanto o coto brônquico esquerdo fica protegido no mediastino. A pneumonectomia direita está também associada com maior risco de edema pulmonar com taxa de mortalidade superior a 50% (WAHI; DECARO, 1989; KOPEC et al., 1998).

Hsia et al. (1993), realizaram o primeiro estudo correlacionando compensação morfométrica e fisiológica após exercício em cães. Neste estudo, ocorreu aumento da capacidade de difusão de oxigênio em 27% após pneumonectomia esquerda quando estimado por técnicas de avaliação fisiológica e morfométrica.

As mudanças após pneumonectomia esquerda são hiperinsuflação do pulmão direito, aumento do espaço alveolar e diminuição da barreira alvéolo capilar. Estas mudanças

causam um aumento compensatório das trocas gasosas como demonstraram Hsia et al. (1993); Takeda et al. (1996) e Takeda et al. (1999).

Takeda, em 1997, demonstrou, através da avaliação tomográfica, que a expansão do pulmão remanescente, após pneumonectomia em cães, pode causar o deslocamento do coração e mediastino para hemitórax esquerdo.

Por meio da pneumonectomia estuda-se o potencial compensatório de vários componentes do pulmão remanescente, incluindo avaliação hemogasométrica e hemodinâmica (HSIA et al., 1990a, 1990b, 1991, 1992; JOHNSON et al., 1991; TAKEDA et al., 1996).

Muysoms et al. (1998), realizaram estudo retrospectivo de 138 pneumonectomias realizadas em pacientes humanos entre 1975 e 1995. Observaram mortalidade de 13,8%, incluindo quatro óbitos no período intra-operatório e 15 óbitos no período pós-operatório. A mortalidade hospitalar foi a mesma para pacientes com neoplasia pulmonar e doença pulmonar benigna. Quando ocorreu complicação cirúrgica primária, a mortalidade foi de 37,5%. Quando a indicação da pneumonectomia foi empiema, a mortalidade hospitalar foi de 23,3%.

Hsia et al. (2001), estudaram os mecanismos compensatórios do pulmão remanescente, após pneumonectomia direita em cães adultos, através da implantação de uma prótese inflável de silicone em hemitórax direito. A expansão pulmonar, volume do tecido septal alveolar, área superficial e capacidade de difusão alvéolo capilar foi significativamente menor nos cães em que a prótese de silicone foi inflada.

Villani, De Maria e Busia (2003), realizaram estudo no homem, correlacionando mortalidade e morbidade com a mensuração do V_{O_2} máximo (máximo consumo de oxigênio) após exercício nos pacientes submetidos à pneumonectomia. Neste estudo, houve uma progressiva diminuição no consumo de oxigênio com o aumento na frequência de complicações no pós-operatório. Concluíram que este teste, após exercício, pode auxiliar na avaliação das complicações cardiopulmonares no pós-operatório, especialmente nos pacientes com doença pulmonar obstrutiva.

Pavia et al. (2003) compararam as alterações hemogasométricas e da função estática pulmonar após realização de três tipos de ressecção pulmonar (pneumonectomia, lobectomia e ressecção em cunha) em pacientes humanos. Apenas a pneumonectomia esteve associada com a diminuição da resistência aos exercícios, no entanto, as alterações dos parâmetros foram menores que as expectativas dos autores.

Liptak et al. (2004) relataram que a técnica cirúrgica e os resultados da pneumonectomia no pós-operatório não têm sido reportado em cães e gatos. Neste estudo, foi realizado pneumonectomia em três cães e um gato para tratamento de neoplasia pulmonar e doença pleural no Serviço de Oncologia Veterinária da Universidade do Estado do Colorado. Um cão morreu no pós-operatório imediato, provavelmente, devido à insuficiência respiratória. O gato veio a óbito devido a arritmias cardíacas e progressiva falência cardíaca congestiva. Um cão apresentou complicações gastroentéricas, acompanhado do deslocamento do mediastino e disfunção esofágica. Apenas um cão obteve pós-operatório sem intercorrências.

Foroulis et al. (2004) estudaram as variações na pressão sistólica no tronco pulmonar e dimensões do ventrículo direito, em pacientes humanos, submetidos à cirurgia pulmonar. As avaliações foram realizadas com seis meses de pós-operatório, através da avaliação hemogasométrica, ecocardiográfica e espirométrica. Os pacientes foram divididos em dois Grupos: Grupo A: foi realizado pneumonectomia em 35 pacientes. Grupo B: foi realizado lobectomia e bilobectomia pulmonar em 17 pacientes. A pressão sistólica no tronco pulmonar foi significativamente alta no Grupo A, quando comparada com o Grupo B. A incidência de dilatação ventricular direita foi maior nos pacientes do Grupo A (60%) quando comparado com os pacientes do grupo B (23,52%). Concluíram que a pneumonectomia está associada com elevação da pressão sistólica no tronco pulmonar e dilatação ventricular direita, especialmente, após pneumonectomia direita.

Riquelme et al. (2005) estudaram as alterações cardiopulmonares, durante anestesia com intubação seletiva, em sete cães saudáveis. As avaliações foram realizadas 15 minutos após a realização da intubação seletiva. Durante a mensuração dos parâmetros, houve diminuição significativa da PaO_2 e saturação de oxigênio. Não houve alteração significativa dos parâmetros hemodinâmicos e de oxigênio livre. A análise dos resultados demonstrou que o uso da intubação seletiva não causa efeito negativo na oxigenação tecidual.

Brunelli et al. (2007) afirmaram que, no homem, a pneumonectomia ou lobectomia determinam redução da função pulmonar, cuja intensidade depende da extensão da ressecção, bem como, o tempo de pós-operatório. Para tanto, realizaram estudo comparando com o período pré-operatório, os valores do volume expiratório em um segundo (VE_1), capacidade de difusão do monóxido de carbono (CDMC) e consumo de oxigênio (VO_2) após pneumonectomia ou lobectomia em 200 pacientes, sendo estabelecido estudo temporal aos 30 e 90 dias de pós-operatório.

Os autores verificaram que 30 dias após a pneumonectomia os valores da VE_1 , CDMC e VO_2 foram 65%, 75% e 87% dos valores do pré-operatório e 30 dias após a lobectomia, os valores do VE_1 , CDMC e VO_2 foram 79,5%, 81,5% e 96% dos valores do pré-operatório. Da mesma maneira, 90 dias após a pneumonectomia a VE_1 , CDMC e VO_2 foram 66%, 80% e 89% dos valores do pré-operatório e 90 dias após lobectomia os valores da VE_1 , CDMC e VO_2 foram 84%, 88,5% e 97%, respectivamente, dos valores do pré-operatório.

Concluíram que estes valores podem ser usados para auxiliar na determinação dos fatores de risco durante a escolha do tipo de ressecção pulmonar.

Isto posto, podemos observar que as dúvidas e imprecisões presentes na literatura reforçam a necessidade da realização de novos trabalhos, visando o aprimoramento da cirurgia pulmonar.

Para que a pneumonectomia ocupe o seu merecido lugar dentro da cirurgia torácica na Medicina Veterinária torna-se importante a associação entre os conhecimentos anatômicos e fisiológicos, bem como, a padronização da técnica cirúrgica.

Acreditamos que esta postura acarretará uma constante melhora dos resultados pós-operatórios e uma diminuição dos riscos e complicações da Pneumonectomia, podendo ser prática corrente na Cirurgia Veterinária, com o tempo ocupando o seu lugar ao lado das cirurgias Ortopédicas, dos sistemas Genito-urinário e Digestivo.

3 Objetivo

3 OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade da pneumonectomia direita em cães através da avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória.

4 Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 ANIMAIS

Foram utilizados, neste estudo, 10 cães (*Canis familiaris*), machos e fêmeas, adultos, sem raça definida, pesando entre 13 e 32 kg, provenientes dos centros de Controle de Zoonoses de cidades pertencentes à grande São Paulo e alojados no Canil do Laboratório de Cirurgia Cardiorrespiratória da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP) (Tabela 1), com 15 dias de antecedência à data da intervenção cirúrgica.

No dia em que chegaram, foram pesados, tratados contra ectoparasitas e endoparasitas através da aplicação de ivermectina a 1%¹ na dose de 400 µg/kg por via subcutânea e avaliados clinicamente, radiograficamente e laboratorialmente. Foram mantidos com ração comercial² e água à vontade em gaiolas individuais.

Cada cão possuía uma ficha clínica, anestésica e cirúrgica, contendo identificação, peso, avaliação clínica, resultados dos exames radiográficos, broncoscópicos, hemogasométricos, ecocardiográficos, mecânica respiratória e laboratoriais (Apêndices A a J).

No período que correspondeu a 24 horas antes da cirurgia experimental, foi realizada tricotomia ampla da região torácica, membros torácicos, face medial de membros pélvicos e utilização profilática de antibiótico através da administração de benzilpenicilina benzatina³ na dose de 40.000 u/kg por via subcutânea.

Antes do procedimento cirúrgico, os cães foram submetidos a jejum hídrico de seis horas e alimentar de 12 horas.

Todos os cães foram submetidos à pneumonectomia direita e avaliados com até 60 dias de pós-operatório.

¹ Ivomec^(R) - Merck-Sharp S/A

² Premier Pet^(R)

³ Benzetacil^(R) – Wyeth

Tabela 1 - Valor individual de peso (kg), sexo, médias e desvios padrão dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo – 2007

Cães n°	Peso (kg)	Sexo	Raça
1	20	F	SRD
2	13	M	SRD
3	32	F	SRD
4	29	M	SRD
5	23	M	SRD
6	16	M	SRD
7	16	M	SRD
8	16,5	M	SRD
9	25	M	SRD
10	18,6	M	SRD
MD	20,91		
DP	6,20		

MD - Média

DP - Desvio Padrão

SRD - Sem Raça Definida

4.2 ANESTESIA E MONITORIZAÇÃO

Com o cão na sala de pré-operatório, foi puncionada a veia cefálica do antebraço, iniciando-se a fluidoterapia com ringer lactato⁴ na velocidade de infusão de 10 ml/kg/hora acrescido de maiores quantidades, levando em conta principalmente as perdas sanguíneas e pressão arterial média.

A medicação pré-anestésica foi feita através da administração de acepromazina 0,2%⁵ na dose de 0,1 mg/kg, por via intramuscular, 10 minutos antes da indução.

A indução anestésica foi realizada através da utilização de propofol⁶ na dose de 5 mg/kg por via intravenosa.

Com a diminuição do reflexo laringotraqueal o animal foi submetido, com o auxílio de broncoscópio flexível de 3,2 mm de diâmetro⁷ (Figura 1), à intubação seletiva com uma sonda orobronquial⁸ de duplo lúmen (Figura 2), número compatível e mantido em ventilação controlada mecânica.⁹

⁴ Solução de Ringer com lactato (R) – Astra Química

⁵ Acepran (R) - Univet S/A

⁶ Diprivan (R) - Laboratórios Wellcome - Zeneca Ltda

⁷ Broncoscópio LF-DPMS - Olympus (R) - Brasil (processo FAPESP nº 00/08577-9)

⁸ Bronco - Cath - Mallinckrodt (R) ou Portex (R) - Brasil

⁹ Shogum - Takaoka (R) – Brasil (processo FAPESP nº 00/00192-7)

Figura 1 –Fotografia do equipamento utilizado para broncoscopia. M-monitor, P-processador, F-fonte de luz, V-vídeo-impressora, Vi-videocassete, B-broncofibroscópio flexível

Figura 2 – Sonda orobronquial de duplo lúmen para intubação seletiva

A manutenção anestésica foi realizada com o agente inalatório isoflurano¹⁰ para mantê-lo no terceiro plano de anestesia do terceiro estágio de Guedel.

O bloqueio neuromuscular foi realizado com a utilização de rocurônio¹¹ na dose de 0,6 mg/kg por via intravenosa. Quando necessário, a reversão do bloqueio neuromuscular foi realizado através da administração de neostigmine¹² 0,08 mg/kg por via intravenosa associado a sulfato de atropina¹³ na dose de 0,04 mg/kg. Os cães foram ventilados em volume controlado empregando-se para tanto um volume corrente inicial de 10 ml/kg e relação inspiração: expiração de 1:2.

Para o acompanhamento hemodinâmico foi puncionada a artéria femoral com cateter de calibre 18G¹⁴. A ventilação mecânica foi regulada de maneira a manter pressão inspiratória média de 20 mmHg na frequência de 20-25 movimentos respiratórios por minuto e com uma fração inspiratória de oxigênio a 100%, objetivando-se a manutenção da ETCO₂ entre 40 e 45 mmHg. No momento da interrupção da ventilação do pulmão direito pela intubação seletiva, o volume corrente inicial foi reduzido em um terço.

Os parâmetros da pressão arterial média, temperatura, padrão eletrocardiográfico e oximetria foram acompanhados por um monitor computadorizado.¹⁵

4.3 PROCEDIMENTO OPERATÓRIO

4.3.1 Posicionamento e Acesso Cirúrgico

Os cães foram posicionados em decúbito lateral esquerdo.

Procedeu-se a limpeza da região cirúrgica com solução degermante de polivinilpirrolidona - iodo¹⁶ e a antisepsia com solução de tintura de polivinilpirrolidona - iodo¹⁷. O acesso cirúrgico foi realizado através de toracotomia lateral direita.

¹⁰ Isoforane^(R) Abbott Laboratórios do Brasil Ltda

¹¹ Esmeron^(R) Akzo Organon Teknika

¹² Prostigmine^(R) - Produtos Roche Químicas e Farmacêuticas S/A

¹³ Sulfato de Atropina^(R) 0,25% - Ariston Indústrias Químicas e Farmacêuticas Ltda

¹⁴ Jelco^(R) - Johnson & Johnson Ltda.

¹⁵ HPM 1205A/A30 - Hewlett Packard (Processo FAPESP nº 00/00192-7)

¹⁶ Riodeine Degermante^(R) - Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda.

¹⁷ Riodeine Tintura^(R) - Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda.

A seguir, foi feita incisão da pele e do tecido subcutâneo na altura do quinto espaço intercostal direito. Os planos musculares foram seccionados com eletrocautério¹⁸, até o plano dos arcos costais, onde o quinto espaço intercostal foi identificado. Foi seccionado o músculo intercostal e a pleura parietal, permitindo o acesso à cavidade torácica. As costelas foram separadas com afastador tipo Finochietto infantil¹⁹ (Figura 3).

Os pulmões foram afastados lateralmente e dorsalmente em relação à cavidade pleural sendo identificadas as estruturas do hilo pulmonar.

Com o tronco pulmonar identificado, o ramo direito da artéria pulmonar foi duplamente ligado proximal e distalmente com fio de náilon 2-0²⁰. Após a secção da artéria pulmonar direita, o coto proximal da mesma foi submetido à sutura de reforço com chuleio vaivém com fio de polipropileno 5-0²¹. As veias pulmonares foram ligadas duplamente com fio de náilon 2-0 e, em seguida, seccionadas (Figura 4).

Figura 3 – Detalhe da toracotomia e região de pulmão direito com atelectasia pela interrupção de sua ventilação com intubação seletiva

¹⁸ Valleylab^(R) - Force I (Processo FAPESP nº 1996/10508-4)

¹⁹ Quinelatto^(R) - Brasil

²⁰ Nylon^(R) Monofilamento - Brasmédica S/A

²¹ Prolene 5-0^(R) - Ethicon - Johnson & Johnson

Figura 4 - Detalhe da região de hilo pulmonar após ligadura das veias pulmonares, ligadura e sutura da artéria pulmonar direita pinçada durante pneumonectomia direita em cão

4.3.2 Tratamento do Brônquio

Após ligadura dos elementos vasculares do hilo, o brônquio foi dissecado e uma pinça atraumática foi colocada proximalmente ao local da secção. A seguir o brônquio principal direito foi seccionado e o pulmão ressecado. O coto proximal foi submetido à sutura manual com pontos separados “em oito” utilizando fio polipropileno 5-0²¹.

Após a sutura, a pinça foi retirada, sendo testada a aerostasia através do preenchimento da cavidade pleural com solução fisiológica 0,9% e, em seguida, foram realizadas manobras de insuflação pulmonar. Não havendo borbulhonamento, a solução salina foi aspirada. Realizada a ressecção pulmonar (Figura 5), foi feita inspeção minuciosa do campo operatório para certificar-se da boa qualidade da hemostasia e aerostasia.

4.3.3 Síntese da Toracotomia

Um dreno tubular sob selo d'água²² foi colocado no espaço pleural.

A síntese da parede torácica foi realizada de acordo com os planos anatômicos, iniciando-se com a aproximação das costelas com fio poliglecaprone 0²³ em pontos separados em figura de X, os planos musculares com sutura contínua com fio poliglecaprone 3.0²³ e sutura em U contínua da pele com náilon 2-0²⁰. O dreno torácico foi mantido até que o animal estivesse estável e acordado.

As particularidades técnicas e as eventuais intercorrências foram anotadas neste período.

²² Phisics (R) - Brasil

²³ Monocryl (R) - Ethicon - Johnson & Johnson

Figura 5 - Pulmão direito ressecado após pneumonectomia direita em cão

4.4 ACOMPANHAMENTO DO ANIMAL NO PÓS-OPERATÓRIO

Os cães foram encaminhados ao Canil do Laboratório de Cirurgia Cardiorácica da FMVZ-USP para cuidados pós-operatórios: analgesia, curativos da ferida cirúrgica e anotações dos parâmetros clínicos. Foram mantidos com colar protetor até a retirada dos pontos.

Todos os animais receberam os cuidados necessários, seguindo as normas do “Principles of Laboratory Animal Care” elaborado pela National Society for Medical Research e o “Guide for the Care and Use of Laboratory Animals” preparado pela National Academy of Sciences e publicado pela National Institute of Health.

4.4.1 Controle da Dor

A analgesia foi mantida com a utilização do anti-inflamatório não esteroidal, ketoprofeno²⁴ na dose de 2 mg/kg por via subcutânea realizado no momento da extubação, morfina²⁵ na dose de 0,1 mg/kg por via intravenosa a cada seis horas e dipirona²⁶ na dose de 20 mg/kg por via subcutânea a cada seis horas, nas primeiras 24 horas de pós-operatório. Além disso, antes do fechamento da parede torácica foi realizado bloqueio dos nervos intercostais na região do quinto espaço intercostal através da infiltração de bupivacaína²⁷ 0,25%.

Para a avaliação da dor seguimos o protocolo proposto por Thonson & Johnson (1991) conforme quadro 1.

Os animais receberam uma nota, variando de 0 a 10 conforme o quadro ora exposto.

Nenhum dos cães apresentou escore de dor igual ou superior a três, não necessitando de aplicações adicionais de morfina²⁵.

²⁴ Ketofen Injetável – 10% - Indústria Química e Farmacêutica Merial S/A

²⁵ Dimorf SP^(R) - Cristália

²⁶ Dipirona Sódica^(R) - Hipolabor

²⁷ Marcaína – 0,5% - Astra

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 ganido	0
	Ganido que responde a chamado ou afago	1
	Ganido que não responde a chamado ou afago	2
Movimentação	Sem movimentação	0
	Freqüentemente mudando de posição	1
	Movimentação freqüente	2
Agitação	Calmo	0
	Levemente agitado	1
	Moderadamente agitado	2
	Histérico	3
Total		0 a 10

Quadro 1 - Protocolo de Thompson & Johnson (1991) para avaliação da dor em cães - São Paulo – 2007

4.5 VARIÁVEIS AVALIADAS

4.5.1 - Avaliação Paramétrica, Hemogasométrica, Ecocardiográfica, Radiográfica, Broncoscópica e da Mecânica Respiratória nos Cães submetidos à Pneumonectomia Direita nos Diferentes Momentos Analisados

O estudo temporal das avaliações paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória nos cães submetidos à pneumonectomia direita pode ser resumido no quadro 2:

MOMENTOS		AVALIAÇÕES					
		Paramétrica	Hemogasométrica	Ecocardiográfica	Radiográfica	Broncoscópica	Mecânica Respiratória
Momento Zero (M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico	+	+	+	+	+	+
Momento Um (M ₁)	Após estabilização da anestesia, sob respiração espontânea e ventilando os dois pulmões	-	-	-	-	-	+
Momento Dois (M ₂)	Antes da abertura do tórax, sob ventilação controlada e ventilando os dois pulmões	-	-	-	-	-	+
Momento Três (M ₃)	Após o término da ressecção pulmonar, sob ventilação controlada	-	-	-	-	-	+
Momento Quatro (M ₄)	Imediatamente antes da extubação	-	-	-	-	-	+
Momento Cinco (M ₅)	Uma hora após extubação	+	+	-	-	-	-
Momento Seis (M ₆)	48 horas após o procedimento cirúrgico	+	+	-	-	-	+
Momento Sete (M ₇)	Sete dias após o procedimento cirúrgico	+	+	+	+	+	+
Momento Oito (M ₈)	30 dias após o procedimento cirúrgico	+	+	+	+	+	+
Momento Nove (M ₉)	60 dias após o procedimento cirúrgico	+	+	+	+	+	+

Avaliação realizada: +

Avaliação não realizada: -

Quadro 2 – Momentos das avaliações paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo – 2007

4.5.2 Avaliação Paramétrica e Hemogasométrica

Os cães foram submetidos à avaliação paramétrica clínica e laboratorial através da mensuração da temperatura (TR), hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR).

Da mesma maneira, os cães foram submetidos à avaliação hemogasométrica através da obtenção no sangue arterial dos valores da Pressão Parcial de Oxigênio (PaO_2), Pressão Parcial de Dióxido de Carbono (PaCO_2), Concentração Hidrogeniônica (pH), Saturação de Hemoglobina ($\text{SaO}_2\%$) e Bicarbonato Plasmático [HCO_3^-].

Na avaliação hemogasométrica, as coletas pré e pós-operatória foram realizadas após tricotomia e antissepsia da região proximal da face medial do membro pélvico.

O sangue foi obtido por punção da artéria femoral com agulhas²⁸ e seringas de plástico²⁹ estéreis e descartáveis de tamanho e volume, respectivamente 20x5,5 cm e 3 ml umedecidas interiormente com heparina sódica³⁰.

Após coletar cerca de 2 ml de sangue, foi realizada gentilmente a homogenização do mesmo com heparina sódica e retirada da bolha de ar que acidentalmente se encontrasse misturada com a amostra de sangue e as extremidades das agulhas foram vedadas com “cubo de borracha”.

As amostras foram imediatamente processadas em analisador gasométrico³¹ (Figura 6) para obtenção dos valores da hemogasometria, depois de feito o ajuste da temperatura corpórea do animal no gasômetro.

Os momentos de mensuração dos parâmetros acima relacionados estão representados no quadro 3.

²⁸ Precision Glide^(R) Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda. - Brasil

²⁹ Plastipack^(R) Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda. - Brasil

³⁰ Lique mine^(R) Roche Química e Farmacêutica S/A - Brasil

³¹ Radiometer ABL 5 Copenhagen – Brasil (Processo FAPESP nº 1996/10508-4)

Momento Zero (M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico (antes da indução da anestesia)	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Cinco (M ₅)	Uma hora após a extubação	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Seis (M ₆)	48 horas após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Sete (M ₇)	Sete dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Oito (M ₈)	30 dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Nove (M ₉)	60 dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]

Quadro 3 - Momentos de mensuração das avaliações paramétricas e hemogasométricas nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Figura 6 – Imagem fotográfica do aparelho de gasometria modelo ABL-5 radiometer

4.5.3 Avaliação dos Parâmetros Respiratórios

Os cães foram submetidos à avaliação da mecânica respiratória através da mensuração dos seguintes parâmetros:

Pressão de Pico Inspiratória
 Pressão de Plateau
 Pressão Média das Vias Aéreas
 Volume Inspiratório
 Volume Expiratório
 Resistência Inspiratória
 Resistência Expiratória
 Complacência Estática

A avaliação da ventilação foi realizada nos cães através da mensuração da P_{AO_2} (pressão parcial de oxigênio no gás alveolar).

A P_{AO_2} foi calculada baseando-se nos valores médios obtidos em cada momento avaliado, usando-se a equação do gás alveolar:

$$P_{AO_2} = [FIO_2 \times (P_B - PH_2O)] - P_a CO_2 \times [FIO_2 + (1 - FIO_2/R)]$$

Onde:

FIO_2 = concentração fracional de O_2 inspirada

P_B = pressão barométrica ou atmosférica, igual a 690 mmHg

R = coeficiente respiratório, igual a 0,8

PH_2O = pressão parcial de H_2O dentro do sistema respiratório tem valor igual a 37 mmHg

Os parâmetros da mecânica respiratória foram obtidos através da utilização do monitor de ventilação mecânica e respiratória Tracer 5²⁸ (Figura 7), de acordo com Begin et al. (1984) e Hsia et al. (1990a, 1992). Este monitor apresenta uma extensão que pode se adaptar à sonda endotraqueal ou a máscara anestésica³² com formato cônico e extremidade em borracha. A mensuração desses valores foi realizada com os cães acordados, com exceção dos momentos M_1 , M_2 , M_3 e M_4 que foram realizados durante o procedimento operatório.

Os momentos de mensuração dos parâmetros acima relacionados foram representados no quadro 4, com exceção dos valores da pressão de pico inspiratória, pressão de plateau, pressão média das vias aéreas, resistência inspiratória, resistência expiratória e complacência estática que foram mensurados somente nos momentos M_2 e M_3 . Para a obtenção dos valores da complacência estática, realizou-se pausa inspiratória de quatro segundos.

³² Ortovet

Momento Zero	(M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico (antes da indução da anestesia)
Momento Um	(M ₁)	Após estabilização da anestesia, sob respiração espontânea e ventilando os dois pulmões
Momento Dois	(M ₂)	Antes da abertura do tórax, sob ventilação controlada e ventilando os dois pulmões
Momento Três	(M ₃)	Após o término da ressecção pulmonar, sob ventilação controlada
Momento Quatro	(M ₄)	Imediatamente antes da extubação
Momento Seis	(M ₆)	48 horas após o procedimento cirúrgico
Momento Sete	(M ₇)	Sete dias após o procedimento cirúrgico
Momento Oito	(M ₈)	30 dias após o procedimento cirúrgico
Momento Nove	(M ₉)	60 dias após o procedimento cirúrgico

Quadro 4 - Momentos de mensuração dos parâmetros da mecânica respiratória nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo – 2007

Figura 7 - Monitor de ventilação mecânica e respiratória Tracer 5

4.5.4 Avaliação Ecocardiográfica

Todos os cães foram submetidos à avaliação ecocardiográfica por um Médico Veterinário ecocardiografista. Os momentos da avaliação ecocardiográfica foram representados no quadro 5.

Momento Zero (M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico
Momento Sete (M ₇)	Sete dias após o procedimento cirúrgico
Momento Oito (M ₈)	30 dias após o procedimento cirúrgico
Momento Nove (M ₉)	60 dias após o procedimento cirúrgico

Quadro 5 - Momentos da avaliação ecocardiográfica nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Os exames foram feitos com os animais acordados, por via transtorácica, utilizando-se ecocardiograma³³ bidimensional, modo M, Doppler pulsado e Doppler colorido.

Os parâmetros analisados foram:

4.5.4.1 Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (VE)

Por meio do corte paraesternal eixo curto, na altura dos músculos papilares, utilizando-se o modo M, foram mensurados os diâmetros diastólico e sistólico finais do VE, obtendo-se assim a fração de ejeção (FE), pelo método do cubo (FEIGENBAUM, 1986; VUILLE; WEYMAN, 1994).

4.5.4.2 Fração de Ejeção do Ventrículo Direito (VD)

Através dos volumes diastólico e sistólico finais, obtidos pelo método de Simpson modificado, foi calculada a fração de ejeção do VD (MORHY et al., 2005).

³³ Agilent Image Point Hx Color/Angio Doppler (Processo FAPESP nº 00/00192-7)

4.5.4.3 Volumes Diastólico e Sistólico do VD

Calculados pelo método de Simpson (SNIDER; SERWER; RITTER, 1997; CHOONG, 1994).

4.5.4.4 Diâmetro do VD

Mensurado a partir do corte apical quatro câmaras no final da diástole. Três dimensões lineares foram obtidas:

eixo longo: do ápice até a inserção média dos folhetos da valva tricúspide

eixo curto: da porção direita do septo interventricular até o endocárdio da parede livre do VD, perpendicular ao eixo longo. Foram obtidas duas mensurações: dimensão anular (próxima ao anel tricúspide) e dimensão média (que corta o eixo longo em duas metades iguais) (JIANG; WIEGERS; WEYMAN, 1994).

4.5.4.5 Massa do VD

Foi mensurado o perímetro interno da parede livre do ventrículo direito nos cortes paraesternal eixo curto na altura dos vasos da base (b_1) e dos músculos papilares (b_2) e no corte apical quatro câmaras (h). Nos três cortes foi medida a espessura da parede livre do VD, obtendo-se uma média dos valores. Assumindo que o VD tem a forma aproximada de um trapézio, sua área foi calculada a partir da fórmula:

$$A_{VD} = \frac{(b_1 + b_2)}{2} \times h \quad \text{cm}^2$$

O cálculo da massa foi feito da seguinte forma:

$$M_{VD} = A \times E \times D$$

Onde:

M= massa do VD

E= espessura da parede livre do VD

D= densidade do miocárdio (igual a 1,055 gramas/cm²)

4.5.4.6 Índice de Performance Miocárdica do VD (IPM_{VD})

Obtido a partir da fórmula:

$$\text{IPM}_{\text{VD}} = \frac{\text{TCIV} + \text{TRIV}}{\text{TE}}$$

Onde:

TCIV= tempo de contração isovolumétrica

TRIV= tempo de relaxamento isovolumétrico

TE= tempo de ejeção

Os valores foram obtidos no corte apical quatro câmaras, posicionando o volume da amostra no centro do anel valvar tricúspide. Foi medido o intervalo de tempo entre o início do fechamento valvar até o início da próxima diástole (tempo a). O tempo de ejeção do VD foi obtido com o volume da amostra localizado na via de saída do VD (tempo b). Subtraindo-se o tempo a de b, obtém-se TCIV + TRIV. Este valor foi então dividido pelo TE, obtendo-se o IPM_{VD} (TEI et al., 1997).

4.5.4.7 Cálculo das Pressões no Tronco Pulmonar

O cálculo das pressões no tronco pulmonar foi realizado por meio Doppler pulsado, com o volume da amostra posicionado na via de saída do ventrículo direito, cerca de 1 cm abaixo da valva pulmonar. Com o fluxo assim obtido, mensurou-se o tempo de aceleração que corresponde ao início de ejeção do sangue através do tronco pulmonar até o pico de aceleração. A partir deste tempo, foram calculadas as pressões pulmonares sistólica e média (WEYMAN, 1994).

4.5.5 Avaliação Radiográfica

Os cães foram encaminhados para o Serviço de Diagnóstico por Imagem da FMVZ-USP 24 horas antes e com sete, 30 e 60 dias, após o procedimento cirúrgico, onde foi realizada radiografia torácica ventro-dorsal, látero-lateral direita e esquerda para avaliação dos campos pulmonares, silhueta cardíaca e espaço pleural, visando avaliar as alterações topográficas decorrentes da pneumonectomia e descartar imagens radiográficas de pneumotórax e efusão pleural no pós-operatório.

4.5.6 Avaliação Bronoscópica

Todos os cães foram submetidos à broncoscopia tendo como objetivo, a visualização direta do brônquio principal direito, para avaliar principalmente coloração e aspecto da mucosa, aspecto da secreção brônquica quando presente, estenose, deiscência e fístula brônquica.

Foi utilizado um broncoscópio pediátrico de fibra óptica flexível⁷.

Antes da broncoscopia os cães foram submetidos à anestesia geral. A medicação pré-anestésica foi composta por acepromazina⁵ 0,05 mg/kg por via intravenosa.

Após 10 minutos, foi feita a indução anestésica através da utilização de propofol⁶ na dose de 5 mg/kg por via intravenosa.

A intubação orotraqueal⁸ foi feita com sonda de tamanho apropriado e com adaptador para permitir a introdução da porção flexível do broncoscópio.

Uma vez anestesiado, o cão foi posicionado dorso ventralmente com a cabeça estendida e levemente elevada. Em todos os cães foi utilizado um abridor de boca³⁴, posicionado entre o canino inferior e superior para prevenir danos ao broncoscópio.

Com o cão posicionado em decúbito esternal, o broncoscópio foi introduzido até a extremidade do brônquio principal direito.

Os momentos do exame broncoscópico estão representados no quadro 6.

³⁴ Jorvet (R)

Momento Zero (M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico (após indução anestésica)
Momento Sete (M ₇)	Sete dias após o procedimento cirúrgico
Momento Oito (M ₈)	30 dias após o procedimento cirúrgico
Momento Nove (M ₉)	60 dias após o procedimento cirúrgico

Quadro 6 - Momentos na realização do exame broncoscópico nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

4.5.7 Avaliação Estatística

As variáveis foram inicialmente analisadas descritivamente. Para as variáveis quantitativas esta análise foi realizada através da observação dos valores mínimos e máximos e do cálculo de médias, desvios-padrão e medianas. Para as variáveis qualitativas foram calculadas as frequências absolutas e relativas. O comportamento do grupo de cães foi averiguado considerando-se as condições estudadas, nos diferentes momentos, em cada mensuração foi utilizado técnica de Análise de Variância com medidas repetidas (TIMM, 1975), a qual consiste no ajuste de um modelo linear multivariado a partir do qual a seguinte hipótese foi testada: H₀ cujo perfil médio de resposta é paralelo ao eixo das abscissas, ou seja, não há efeito do fator condição de avaliação.

A estatística de Wilks, com a aproximação para a estatística de F, foi utilizada no teste da hipótese acima. A técnica de Análise de Variância com medidas repetidas pressupõe normalidade dos dados, quando esta suposição for rejeitada, as variáveis foram transformadas através do logaritmo.

Caso a normalidade dos dados (mesmo com a variável transformada) não tenha sido observada foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman ou Wilcoxon (ROSNER, 1986).

Todos os testes foram realizados admitindo-se o nível de significância de 5%.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 ANIMAIS

As cirurgias foram realizadas conforme proposto no protocolo cirúrgico.

A avaliação pré-operatória clínica, laboratorial, o controle de ectoparasitas, endoparasitas e antibioticoterapia permitiu que todos os cães apresentassem boas condições para o ato operatório.

5.2 ANESTESIA E MONITORIZAÇÃO

O protocolo anestésico utilizado no presente experimento permitiu a realização da pneumonectomia direita de maneira satisfatória nos 10 cães submetidos a este procedimento cirúrgico.

A utilização de um broncofibroscópio flexível de 3,2 mm de diâmetro facilitou a realização da intubação seletiva permitindo, devido ao seu diâmetro reduzido, uma ventilação adequada, minimizando a queda da saturação de oxigênio durante o procedimento.

O período compreendido entre a indução anestésica e o despertar dos animais transcorreu nos 10 cães sem intercorrências. Não houve alteração do padrão respiratório após a retirada do oxigênio e da sonda orotraqueal.

A drenagem e a retirada do dreno torácico ocorreu sem complicações.

A técnica anestésica utilizada na realização da broncoscopia mostrou-se adequada, permitindo boa avaliação pré e pós-operatória da carina, brônquio principal direito e brônquio principal esquerdo.

5.3 PROCEDIMENTO OPERATÓRIO

Nos 10 cães submetidos à pneumonectomia direita não foram encontradas dificuldades especiais na realização do procedimento operatório.

O acesso utilizado, através do quinto espaço intercostal, permitiu uma exposição adequada dos elementos do hilo pulmonar em todos os cães submetidos à pneumonectomia, variando apenas o comprimento de incisão da pele.

Todos os 10 cães completaram os procedimentos metodológicos.

5.4 AVALIAÇÃO PARAMÉTRICA

5.4.1 Hematócrito

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M5 ($p < 0,001$), M6 ($p = 0,006$), M7 ($p = 0,037$) e M9 ($p = 0,020$) e não difere do momento M8 ($p = 0,541$) (Tabela 2 e Gráfico 1).

Tabela 2 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	40,60	5,30	40,50	30,00	51,00
M5 *	32,90	3,38	34,00	27,00	38,00
M6 *	33,40	5,66	32,50	24,00	45,00
M7 *	35,80	4,02	35,50	28,00	41,00
M8	38,90	4,58	39,50	31,00	44,00
M9 *	44,70	5,46	44,50	37,00	53,00

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 1 - Valores da média e desvio-padrão do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.4.2 Hemoglobina

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M5 ($p < 0,001$), M6 ($p = 0,021$), M7 ($p = 0,019$) e M9 ($p = 0,020$) e não difere do momento M8 ($p = 0,452$) (Tabela 3 e Gráfico 2).

Tabela 3 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	14,08	1,59	14,10	10,60	16,90
M5 *	11,21	1,27	11,25	9,40	13,20
M6 *	11,84	2,31	11,80	8,00	17,00
M7 *	12,06	1,52	12,10	9,10	14,10
M8	13,43	1,47	14,05	10,70	14,90
M9 *	16,69	2,43	17,25	12,60	19,80

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 2 - Valores da média e desvio-padrão da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.4.3 Frequência Cardíaca

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,709$) (Tabela 4 e Gráfico 3).

Tabela 4 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da frequência cardíaca (bpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	115,40	13,18	111,50	100,00	139,00
M5	114,40	38,32	98,50	71,00	183,00
M6	108,90	22,24	111,50	64,00	140,00
M7	108,20	14,53	104,00	93,00	139,00
M8	113,70	20,43	111,50	85,00	143,00
M9	122,50	19,63	118,00	100,00	160,00

Gráfico 3- Valores da média e desvio-padrão da frequência cardíaca (bpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.4.4 Frequência Respiratória

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p= 0,632$)(Tabela 5 e Gráfico 4).

Tabela 5 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da frequência respiratória (mpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	46,20	27,86	36,00	20,00	97,00
M5	48,30	32,86	35,50	19,00	120,00
M6	41,90	18,51	38,00	20,00	70,00
M7	38,50	10,06	39,50	23,00	55,00
M8	45,00	10,65	47,00	31,00	64,00
M9	49,80	16,49	44,50	31,00	82,00

Gráfico 4 - Valores da média e desvio-padrão da frequência respiratória (mpm) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.4.5 Temperatura

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M5 ($p < 0,001$) e não difere dos demais momentos de avaliação M6 ($p=1,000$), M7 ($p=0,315$), M8 ($p=0,232$) e M9 ($p=0,690$)(Tabela 6 e Gráfico 5).

Tabela 6 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	38,83	0,44	38,95	38,00	39,30
M5 *	36,94	0,93	37,05	35,30	38,00
M6	38,84	0,25	38,80	38,50	39,30
M7	38,96	0,25	39,00	38,50	39,20
M8	39,00	0,27	39,00	38,50	39,30
M9	38,90	0,30	39,00	38,50	39,30

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 5- Valores da média e desvio-padrão da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.5 AVALIAÇÃO HEMOGASOMÉTRICA

5.5.1 Concentração Hidrogeniônica Arterial (pH)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M5 ($p < 0,001$) e não difere dos demais momentos de avaliação M6 ($p = 0,448$), M7 ($p = 1,000$), M8 ($p = 1,000$) e M9 ($p = 0,246$) (Tabela 7 e Gráfico 6).

Tabela 7 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do pH dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	7,41	0,03	7,40	7,36	7,46
M5 *	7,34	0,04	7,33	7,29	7,42
M6	7,42	0,04	7,41	7,39	7,49
M7	7,41	0,03	7,41	7,37	7,47
M8	7,41	0,04	7,41	7,37	7,47
M9	7,42	0,02	7,42	7,40	7,46

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 6 - Valores da média e desvio-padrão do pH dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.5.2 Pressão Parcial de Dióxido de Carbono no Sangue Arterial (PaCO_2)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,158$) (Tabela 8 e Gráfico 7).

Tabela 8 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PaCO_2 (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	32,80	5,09	33,50	23,00	39,00
M5	36,90	6,72	39,50	23,00	45,00
M6	33,80	4,02	34,50	25,00	40,00
M7	34,60	4,48	33,00	29,00	42,00
M8	34,10	4,58	33,00	28,00	42,00
M9	31,10	3,18	31,00	28,00	38,00

Gráfico 7 - Valores da média e desvio-padrão da PaCO₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.5.3 Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial (PaO₂)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,240$) (Tabela 9 e Gráfico 8).

Tabela 9 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PaO₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	92,60	7,71	93,50	82,00	103,00
M5	85,90	7,33	84,00	78,00	98,00
M6	84,40	11,82	86,50	55,00	96,00
M7	83,10	8,03	83,50	70,00	98,00
M8	85,70	6,77	85,00	77,00	100,00
M9	89,50	11,15	88,00	72,00	110,00

Gráfico 8 - Valores da média e desvio-padrão da PaO₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.5.4 Saturação de Hemoglobina no Sangue Arterial (S_a O₂%)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,331$) (Tabela 10 e Gráfico 9).

Tabela 10 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da S_aO₂% dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	96,10	0,99	96,00	94,00	97,00
M5	96,20	1,75	96,00	94,00	100,00
M6	94,70	3,59	96,00	85,00	97,00
M7	94,70	1,57	95,00	92,00	97,00
M8	95,40	0,84	95,00	94,00	97,00
M9	96,20	0,92	96,00	95,00	98,00

Gráfico 9- Valores da média e desvio-padrão da S_aO₂% dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.5.5 Bicarbonato Plasmático no Sangue Arterial [HCO₃⁻]

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,373$) (Tabela 11 e Gráfico 10).

Tabela 11 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do [HCO₃⁻] (mmol/l) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	20,20	3,97	19,50	12,00	25,00
M5	18,80	3,39	19,50	13,00	23,00
M6	20,90	2,23	20,50	17,00	24,00
M7	21,10	1,97	20,50	19,00	25,00
M8	20,50	2,01	20,00	18,00	24,00
M9	19,70	2,00	19,50	17,00	23,00

Gráfico 10 - Valores da média e desvio-padrão do $[HCO_3^-]$ (mmol/l) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6 MECÂNICA RESPIRATÓRIA

5.6.1 Pressão de Pico Inspiratória (PPI)

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,008$). O momento M2 difere significativamente do momento M3 ($p < 0,05$) (Tabela 12 e Gráfico 11).

Tabela 12 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PPI (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	12,70	2,91	9,00	18,00	12,00
M3 *	22,30	6,65	17,00	38,00	20,00

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

Gráfico 11 - Valores da média e desvio-padrão da PPI (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.2 Pressão de Plateau

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,009$). O momento M2 difere significativamente do momento M3 ($p < 0,05$) (Tabela 13 e Gráfico 12).

Tabela 13 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da pressão de plateau (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	9,00	3,68	1,00	16,00	9,00
M3 *	15,90	6,28	5,00	26,00	17,00

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

Gráfico 12 - Valores da média e desvio-padrão da pressão de plateau (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.3 Pressão Média das Vias Aéreas (PMVA)

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,007$). O momento M2 difere significativamente do momento M3 ($p < 0,05$) (Tabela 14 e Gráfico 13).

Tabela 14 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PMVA (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	4,20	1,03	3,00	6,00	4,00
M3 *	8,10	3,14	4,00	15,00	8,00

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

Gráfico 13 - Valores da média e desvio-padrão da PMVA (cmH₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.4 Volume Inspiratório

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M1 ($p = 0,012$), M2 ($p = 0,019$), M3 ($p = 0,005$), M4 ($p = 0,045$) e não difere dos demais momentos de avaliação M6 ($p = 0,550$), M7 ($p = 0,117$), M8 ($p = 0,160$) e M9 ($p = 0,279$) (Tabela 15 e Gráfico 14).

Tabela 15 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do volume inspiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	429,00	212,52	395,00	150,00	820,00
M1 *	265,00	82,23	230,00	180,00	410,00
M2 *	256,00	96,29	220,00	140,00	410,00
M3 *	178,00	58,46	160,00	100,00	310,00
M4 *	226,00	133,52	195,00	40,00	480,00
M6	389,00	144,18	345,00	210,00	730,00
M7	334,00	126,07	340,00	120,00	510,00
M8	359,00	156,66	365,00	150,00	610,00
M9	369,00	197,73	345,00	60,00	680,00

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 14 - Valores da média e desvio-padrão do volume inspiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.5 Volume Expiratório

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,007$). O momento M0 difere significativamente do M1 ($p = 0,003$), M3 ($p = 0,002$), e não difere dos demais momentos de avaliação M2 ($p = 0,091$), M4 ($p = 0,091$), M6 ($p = 0,349$), M7 ($p = 0,110$), M8 ($p = 0,158$) e M9 ($p = 0,157$) (Tabela 16 e Gráfico 15).

Tabela 16 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do volume expiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	467,00	229,78	410,00	180,00	850,00
M1 *	291,50	148,40	280,00	140,00	650,00
M2	334,00	101,13	335,00	180,00	510,00
M3 *	191,00	81,57	170,00	90,00	360,00
M4	277,00	140,16	275,00	60,00	540,00
M6	393,00	151,00	375,00	180,00	720,00
M7	359,00	126,53	385,00	140,00	550,00
M8	387,00	175,19	415,00	150,00	590,00
M9	372,00	161,37	380,00	70,00	600,00

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 15 - Valores da média e desvio-padrão do volume expiratório (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.6 Resistência Inspiratória

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,004$). O momento M2 difere significativamente do momento M3 ($p < 0,05$) (Tabela 17 e Gráfico 16).

Tabela 17 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da resistência inspiratória ($\text{cmH}_2\text{O/l/s}$) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	16,20	3,77	10,00	20,00	17,00
M3 *	36,70	19,24	11,00	66,00	37,00

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

Gráfico 16 - Valores da média e desvio-padrão da resistência inspiratória (cmH₂O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.7 Resistência Expiratória

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,193$). O momento M2 não difere significativamente do momento M3 ($p > 0,05$) (Tabela 18 e Gráfico 17).

Tabela 18 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da resistência expiratória (cmH₂O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	17,20	5,79	4,00	25,00	18,50
M3	23,60	9,92	5,00	37,00	23,50

Gráfico 17 - Valores da média e desvio-padrão da resistência expiratória (cmH₂O/l/s) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.6.8 Complacência Estática

Através do teste não-paramétrico de Wilcoxon há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p = 0,002$). O momento M2 difere significativamente do momento M3 ($p < 0,05$) (Tabela 19 e Gráfico 18).

Tabela 19 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da complacência estática (ml/cm/H₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mínimo	Máximo	Mediana
M2	40,30	14,16	18,00	60,00	38,00
M3 *	13,60	6,59	8,00	26,00	10,50

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M2 ($p < 0,05$)

Gráfico 18 - Valores da média e desvio-padrão da complacência estática (ml/cm/H₂O) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.7 VENTILAÇÃO

5.7.1 Pressão Parcial de Oxigênio no Gás Alveolar (PAO₂)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p < 0,001$). O momento M0 difere significativamente do M1 ($p < 0,001$), M2 ($p < 0,001$), M3 ($p < 0,001$) e M4 ($p < 0,001$) e não difere dos demais momentos de avaliação M6 ($p = 0,574$), M7 ($p = 0,239$), M8 ($p = 0,638$) e M9 ($p = 1,000$) (Tabela 20 e Gráfico 19).

Tabela 20 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PAO₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	106,05	4,83	105,39	100,17	115,33
M1 *	416,35	10,67	420,40	391,10	429,05
M2 *	418,99	10,76	422,04	404,30	430,70
M3 *	393,41	33,97	407,60	316,85	426,57
M4 *	405,54	16,70	407,60	373,77	424,10
M6	105,10	3,81	104,44	99,23	113,44
M7	104,34	4,24	105,86	97,33	109,65
M8	104,82	4,34	105,86	97,33	110,60
M9	106,34	4,86	106,81	95,44	110,60

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento M0 ($p < 0,05$)

Gráfico 19 - Valores da média e desvio-padrão da PAO₂ (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8 AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA

Apesar das alterações topográficas das estruturas presentes na cavidade torácica, após pneumonectomia direita, a avaliação ecocardiográfica foi realizada em todos os cães (Figuras 8 e 9).

Os animais foram colaborativos durante o exame, não havendo necessidade de sedação.

Figura 8 - Corte apical quatro câmaras durante a sístole na mensuração dos volumes diastólico e sistólico finais segundo o método de Simpson

Figura 9 - Corte apical quatro câmaras durante diástole na mensuração do diâmetro diastólico final do ventrículo direito

5.8.1 Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,186$) (Tabela 21 e Gráfico 20).

Tabela 21 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da FEVE dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo – 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	0,73	0,04	0,73	0,65	0,82
7 PO	0,74	0,04	0,74	0,69	0,80
30 PO	0,74	0,04	0,76	0,69	0,78
60 PO	0,70	0,04	0,69	0,66	0,79

Gráfico 20 - Valores da média e desvio-padrão da FEVE dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.2 Volume Diastólico do Ventrículo Direito (Vol. DVD)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,201$) (Tabela 22 e Gráfico 21).

Tabela 22 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do Vol. DVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	9,85	4,06	8,62	5,39	18,80
7 PO	8,30	3,90	8,77	2,43	13,30
30 PO	7,44	4,16	6,53	1,78	14,20
60 PO	8,27	3,90	7,05	4,21	16,00

Gráfico 21 - Valores da média e desvio-padrão do Vol. DVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.3 Volume Sistólico do Ventrículo Direito (Vol. SVD)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,419$) (Tabela 23 e Gráfico 22).

Tabela 23 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do Vol. SVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	3,34	1,41	2,83	1,74	5,95
7 PO	3,53	1,90	3,71	0,65	6,60
30 PO	2,70	1,90	2,15	0,57	5,90
60 PO	3,53	1,81	2,94	1,60	6,13

Gráfico 22 - Valores da média e desvio-padrão do Vol. SVD (ml) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.4 Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Longo (DDVD eixo longo)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,353$) (Tabela 24 e Gráfico 23).

Tabela 24 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo longo dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	4,42	0,26	4,41	4,08	4,86
7 PO	4,21	0,50	4,26	3,28	4,98
30 PO	4,08	0,72	4,10	2,82	5,17
60 PO	4,27	0,39	4,45	3,75	4,80

Gráfico 23 - Valores de média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo longo dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.5 Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Curto 1 (DDVD eixo curto 1)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,361$) (Tabela 25 e Gráfico 24).

Tabela 25 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo curto 1 dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	1,98	0,31	1,97	1,64	2,58
7 PO	1,94	0,35	2,00	1,30	2,48
30 PO	1,70	0,46	1,71	1,03	2,53
60 PO	2,15	0,88	1,86	1,60	4,55

Gráfico 24 - Valores da média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo curto 1 dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.6 Diâmetro Diastólico do Ventrículo Direito Eixo Curto 2 (DDVD eixo curto 2)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,395$) (Tabela 26 e Gráfico 25).

Tabela 26 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do DDVD (cm) eixo curto 2 dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo – 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	1,79	0,29	1,76	1,34	2,33
7 PO	1,74	0,39	1,84	1,13	2,34
30 PO	1,53	0,40	1,66	0,78	1,95
60 PO	1,95	0,88	1,68	1,49	4,43

Gráfico 25 - Valores da média e desvio-padrão do DDVD (cm) eixo curto 2 dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.7 Massa do Ventrículo Direito

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,067$) (Tabela 27 e Gráfico 26).

Tabela 27 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da massa do ventrículo direito (gramas) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	75,14	21,42	74,44	28,48	109,00
7 PO	70,51	20,04	70,32	31,30	104,00
30 PO	63,85	19,24	64,00	30,51	91,00
60 PO	70,79	18,45	69,03	38,24	98,00

Gráfico 26 - Valores da média e desvio-padrão da Massa do VD (gramas) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.8 Índice de Performance Miocárdica do Ventrículo Direito (IPMVD)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,635$) (Tabela 28 e Gráfico 27).

Tabela 28 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do IPMVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	0,24	0,20	0,21	0,04	0,79
7 PO	0,27	0,12	0,24	0,13	0,55
30 PO	0,33	0,16	0,32	0,14	0,69
60 PO	0,33	0,21	0,29	0,07	0,74

Gráfico 27 - Valores da média e desvio-padrão do IPMVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.9 Fração de Ejeção do Ventrículo Direito (FEVD)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,011$). Observamos que o momento basal difere significativamente dos momentos 7 PO ($p=0,042$) e 60 PO ($p=0,001$), apresentando valores significativamente maiores. O momento basal não difere do momento 30 PO ($p=0,819$) (Tabela 29 e Gráfico 28).

Tabela 29 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da FEVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	0,66	0,03	0,66	0,61	0,72
7 PO *	0,60	0,08	0,60	0,50	0,73
30 PO	0,66	0,08	0,66	0,52	0,81
60 PO *	0,58	0,07	0,59	0,49	0,66

(*) diferença significativa do momento Basal ($p < 0,05$)

(*) diferença significativa do momento Basal ($p < 0,05$)

Gráfico 28 - Valores da média e desvio-padrão da FEVD dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.10 Pressão Sistólica no Tronco Pulmonar (PSTP)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,431$) (Tabela 30 e Gráfico 29).

Tabela 30 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PSTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	31,20	8,48	30,00	20,00	40,00
7 PO	37,10	15,94	40,00	12,00	68,00
30 PO	36,20	21,33	30,50	12,00	68,00
60 PO	28,60	14,58	25,50	12,00	59,00

Gráfico 29 - Valores da média e desvio-padrão da PSTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.8.11 Pressão Média no Tronco Pulmonar (PMTP)

Através da análise de variância com medidas repetidas observamos que não há alteração significativa entre os momentos avaliados abaixo ($p=0,420$) (Tabela 31 e Gráfico 30).

Tabela 31 - Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da PMTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
Basal	29,60	4,27	29,00	23,00	34,00
7 PO	32,50	7,60	34,00	20,00	47,00
30 PO	32,00	10,23	29,50	20,00	47,00
60 PO	28,40	7,09	27,00	20,00	43,00

Gráfico 30 - Valores da média e desvio-padrão da PMTP (mmHg) dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

5.9 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA

As possíveis alterações topográficas das estruturas presentes na cavidade torácica, tais como, deslocamento da silhueta cardíaca, mediastino e hiperinsuflação de lobos pulmonares esquerdos foram avaliados radiograficamente (Figuras 10 a 12).

Figura 10 – Imagem radiográfica em projeção látero-lateral esquerda de cão após pneumonectomia direita, observa-se área homogênea de contato cardíaco com o gradil costal direito e hiperinsuflação pulmonar cranial e caudal

Figura 11 - Imagem radiográfica em projeção látero-lateral direita de cão após pneumonectomia direita. Observa-se deslocamento dorsal da silhueta cardíaca devido à hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos

Figura 12 – Imagem radiográfica em projeção ventro dorsal de cão após pneumonectomia direita, observa-se hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos, invadindo o hemitórax direito cranial e caudalmente e desvio lateral direito da traquéia e silhueta cardíaca

Nos 10 cães estudados, nenhum apresentou alterações radiográficas de tórax no pré-operatório.

As radiografias de tórax na projeção ventro-dorsal apresentaram imagens de hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos, em sete cães aos sete dias de pós-operatório e nove cães aos 30 e 60 dias de pós-operatório.

Em cinco cães aos sete dias de pós-operatório e seis cães aos 30 e 60 dias de pós-operatório, as radiografias de tórax na projeção látero-lateral apresentaram desvio dorsal da silhueta cardíaca, sugerindo hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos.

Os cães números três, quatro, seis, sete e nove apresentaram efusão pleural aos sete dias de pós-operatório.

Em 80% dos cães aos sete dias de pós-operatório e em 100% dos cães aos 30 e 60 dias de pós-operatório, as radiografias de tórax na projeção ventro-dorsal demonstraram deslocamento da silhueta cardíaca e mediastino para hemitórax direito. Estes dados estão representados nos gráficos 31 a 33.

Gráfico 31 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com sete dias de pós-operatório – São Paulo – 2007

Gráfico 32 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com 30 dias de pós-operatório – São Paulo - 2007

Gráfico 33 - Distribuição das frequências das alterações radiográficas dos cães submetidos à pneumonectomia direita com 60 dias de pós-operatório – São Paulo - 2007

5.10 AVALIAÇÃO BRONCOSCÓPICA

Durante a avaliação broncoscópica pós-operatória, a evolução cicatricial da sutura manual do coto brônquico principal direito foi semelhante nos diferentes momentos.

O exame broncoscópico pré-operatório, realizado nos 10 cães, não apresentou sinais de acometimento das vias respiratórias. (Figura 13)

Nos casos estudados, os cães submetidos à pneumonectomia não apresentaram estenose, fístula brônquica e deiscência de sutura. (Figura 14)

Em dois cães foi observado eritema de mucosa brônquica com sete dias de pós-operatório.

Não houve alterações na avaliação broncoscópica aos 30 e 60 dias de pós-operatório.

Os resultados estão representados nos quadros 7, 8 e 9.

Figura 13 –Imagem broncoscópica da região de carina e brônquio principal direito no período pré-operatório

Figura 14 –Imagem broncoscópica da região de carina em cão submetido à pneumonectomia direita com sutura manual do coto brônquico principal direito

CÃES	LAUDO				
	ESTENOSE	FÍSTULA	COLORAÇÃO DA MUCOSA	SECREÇÃO	LINHA DE SUTURA
1	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
2	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
3	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
4	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
5	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
6	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
7	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
8	Ausente	Ausente	Hiperemia	Ausente	Preservada
9	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
10	Ausente	Ausente	Hiperemia	Ausente	Preservada

Quadro 7 - Resultados dos exames broncoscópicos com sete dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

CÃES	LAUDO				
	ESTENOSE	FÍSTULA	COLORAÇÃO DA MUCOSA	SECREÇÃO	LINHA DE SUTURA
1	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
2	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
3	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
4	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
5	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
6	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
7	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
8	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
9	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
10	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada

Quadro 8 - Resultados dos exames broncoscópicos com 30 dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

CÃES	LAUDO				
	ESTENOSE	FÍSTULA	COLORAÇÃO DA MUCOSA	SECREÇÃO	LINHA DE SUTURA
1	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
2	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
3	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
4	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
5	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
6	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
7	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
8	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
9	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada
10	Ausente	Ausente	Normal	Ausente	Preservada

Quadro 9 - Resultados dos exames broncoscópicos com 60 dias de pós-operatório nos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

O estudo da viabilidade da pneumonectomia direita em cães, através da avaliação paramétrica, hemogasométrica, ecocardiográfica, radiográfica, broncoscópica e da mecânica respiratória, está justificado diante do interesse crescente e da escassez de trabalhos em Medicina Veterinária, considerando os aspectos referentes à padronização da técnica anestésica, cirúrgica, bem como as complicações resultantes deste procedimento cirúrgico.

Concomitantemente, devemos considerar a alta mortalidade após a pneumonectomia direita em pacientes humanos, variando entre 10% e 13% quando comparada com a pneumonectomia esquerda, onde temos mortalidade entre 1% e 3,5% (KOPEC et al., 1998; MUYSONS et al., 1998).

Na rotina da cirurgia em Medicina Veterinária, existem casos nos quais não há uma conduta bem estabelecida, muitas vezes o tratamento clínico seguido de lobectomia é insuficiente, limitado e paliativo.

Assim, nas intervenções cirúrgicas do pulmão, sejam por trauma, infecção ou neoplasia, a pneumonectomia pode ser um importante aliado no protocolo cirúrgico.

No procedimento operatório do presente trabalho, observamos algumas particularidades técnicas na realização da pneumonectomia direita.

Apesar da intubação seletiva, o volume pulmonar maior do lado direito, que corresponde aproximadamente a 57% do volume pulmonar total, dificultou a dissecação e ligadura das veias pulmonares.

Além disso, a localização anatômica da artéria pulmonar direita dificultou sua exposição cirúrgica. A artéria pulmonar direita transita ventralmente à carina, emergindo no hilo situado entre os lobos pulmonares cranial e médio direitos, acompanhando dorsalmente o brônquio do lobo pulmonar médio, sendo observada dorsalmente às veias pulmonares (HARE, 1986; NELSON, 1993a, 1993b).

Entretanto, de acordo com Riquelme et al. (2005), no presente estudo, a intubação seletiva facilitou sobremaneira as manobras na cavidade torácica e exposição dos elementos do hilo pulmonar durante o procedimento cirúrgico.

As particularidades anatômicas e fragilidade do sistema circulatório pulmonar, exigiram uma dissecação cuidadosa e criteriosa das estruturas dessa região.

No entanto, nos 10 cães operados, estas dificuldades foram superadas, não sendo observadas intercorrências no trans e pós-operatório, exceto no cão número sete que

apresentou hemotórax e parada cardiorespiratória seis horas após a realização do procedimento operatório. Após a realização da ressuscitação cardiopulmonar e cerebral acompanhada de transfusão sangüínea, foi realizada toracotomia exploratória para identificar possíveis pontos de sangramento.

Observamos sangramento difuso na musculatura intercostal, parede torácica e região de mediastino.

Provavelmente a causa de hemotórax foi a trombocitopenia no pós-operatório imediato.

Realizada a estabilização do quadro, o cão número sete apresentou evolução pós-operatória satisfatória.

Nos 10 cães operados, o acesso escolhido através da incisão da pele e tecido subcutâneo na altura do quinto espaço intercostal, proporcionou um campo operatório adequado para a abordagem dos elementos do hilo pulmonar.

Todos os cães completaram os procedimentos metodológicos. Estes resultados não coadunaram com o que fora relatado por Nelson (1993b), onde afirma que a pneumonectomia direita em cães é quase sempre fatal e, também, com as intercorrências intra e pós-operatória, associadas a alta taxa de mortalidade, citadas por Liptak et al. (2004).

Na realização da pneumonectomia, seja por processos broncopulmonares neoplásicos, infecciosos ou traumáticos, a ocorrência de fístula brônquica, pneumonia, edema, hemorragia, empiema, embolia pulmonar, falência renal, arritmias cardíacas, infecção da ferida cirúrgica, herniação cardíaca, síndrome pós-pneumonectomia, fístula esofágica, disfagia e quilotórax são citados por vários autores (BETTS; TAKARO, 1965; PEREZ; HOLAND, 1985; LARUE; WITHROW; WYKES, 1987; PATEL; TOWNSEND; FOUNTAIN, 1992; KEARNEY; LEE; REILLY, 1994; MITSUDONI; MIZOUE; YOSHIMATSU, 1996; KOPEC et al., 1998; VILANI; DE MARIA; BUSIA, 2003; BEDARD; KESHAVJEE, 2007). As complicações pós-operatórias, citadas acima, não foram observadas neste estudo, com exceção do cão número sete que apresentou hemotórax e parada cardiorespiratória.

A técnica anestésica utilizada no presente estudo, permitiu realizar a toracotomia de maneira satisfatória em todos os cães, bem como, todas as manobras necessárias para a realização da pneumonectomia direita.

Foi escolhido o isofluorano por permitir rápida indução e recuperação anestésica, apresentando pequena taxa de metabolização, sendo mínimos os seus efeitos cardiovasculares (OLIVA, 2002). As características do anestésico utilizado, permitiram rápida

recuperação anestésica com retomada da respiração espontânea logo após o término do procedimento cirúrgico.

O controle da pressão arterial e da frequência cardíaca foi considerado adequado com a utilização da anestesia inalatória.

A utilização de um broncofibroscópio flexível de 3,2 mm de diâmetro facilitou a realização da intubação seletiva permitindo, devido ao seu diâmetro reduzido, uma ventilação adequada, minimizando a queda da saturação do oxigênio durante o procedimento, de acordo com Amis e Kiernan (1986) e Sackner (1975).

A analgesia com a utilização do anti-inflamatório não esteroideal ketoprofeno na dose de 2mg/kg por via subcutânea realizada no momento da extubação, morfina na dose de 0,1 mg/Kg por via intravenosa a cada seis horas e dipirona na dose de 20mg/kg por via subcutânea a cada seis horas nas primeiras 24 horas de pós-operatório, foi suficiente para que nenhum animal apresentasse escore de dor igual ou superior a três.

A utilização de gaiolas individuais para os cães, utilização de colar protetor, avaliação clínica, laboratorial, ração comercial balanceada, controle de ectoparasitas e endoparasitas, curativos da ferida cirúrgica, utilização de antibioticoterapia e analgésicos, foram considerados importantes para manter o bem-estar dos cães e conseqüentemente minimizar as complicações no pós-operatório.

No que se refere aos valores do hematócrito e hemoglobina, observamos queda significativa desses valores nos momentos M₅, M₆ e M₇ (uma hora após a extubação, 48 horas e sete dias após o procedimento cirúrgico) em relação aos valores basais. Acredita-se que a ocorrência de hemodiluição devido à administração de fluidoterapia durante o procedimento cirúrgico, poderia explicar a queda desses valores.

Todavia, verificou-se incremento significativo nos valores do hematócrito e hemoglobina no momento M₉ (60 dias após o procedimento cirúrgico). De fato, Hsia et al. (1990a e 1994a) constataram policitemia após realização de pneumonectomia experimental em cães, afirmando ser um importante mecanismo compensatório para tentar manter as mesmas taxas de trocas gasosas do período pré-operatório.

O procedimento anestésico ocasionou queda estatisticamente significativa da temperatura no momento M₅ (uma hora após extubação) com retorno aos valores normais no pós-operatório. A diminuição da temperatura no momento M₅ ocorreu devido à diminuição do metabolismo basal durante a anestesia.

A avaliação dos resultados, mostrou uma rápida e efetiva compensação funcional do pulmão esquerdo, após a retirada de aproximadamente 57% do volume pulmonar.

Este foi capaz de compensar funcionalmente o pulmão retirado através da hiperinsuflação pulmonar. Houve quem estudasse e comprovasse experimentalmente estas alterações, além de observarem uma diminuição da barreira alvéolo capilar, após pneumonectomia em cães, porém visando melhorar a técnica cirúrgica no homem (HSIA et al., 1990a, 1990b, 1992, 1993, 1994a, 1994b, 2001; JOHNSON et al., 1991; TAKEDA et al., 1996, 1997, 1999; YAN et al., 2005).

Os resultados da mecânica respiratória e do estudo hemogasométrico puderam comprovar uma hematose adequada, proporcionando uma evolução pós-operatória satisfatória. A ventilação alveolar adequada foi demonstrada pelo aumento dos valores da pressão parcial de oxigênio no gás alveolar durante a anestesia. Resultados semelhantes foram encontrados por Pavia et al. (2003), que comparou as alterações hemogasométricas e da função pulmonar após a realização de três tipos de ressecção pulmonar (pneumonectomia, lobectomia e ressecção em cunha) em pacientes humanos. Observaram que somente a pneumonectomia esteve associada com as alterações dos parâmetros hemogasométricos, no entanto, as alterações dos parâmetros foram pouco significativas.

No presente estudo, verificou-se que os resultados relativos dos volumes pulmonares não se modificaram de maneira acentuada, demonstrando uma surpreendente capacidade de adaptação do pulmão remanescente, considerando que a pneumonectomia direita, de acordo com Hsia et al. (1994a), representa uma perda de 57% do volume pulmonar total.

As mensurações dos valores da pressão de pico inspiratória, pressão de plateau, pressão média das vias aéreas, resistência inspiratória, resistência expiratória e complacência são mais exeqüíveis com uso de ventilação controlada, correspondendo, neste estudo, aos momentos M_2 (antes da abertura do tórax, sob ventilação controlada e ventilando os dois pulmões) e M_3 (após o término da ressecção pulmonar, sob ventilação controlada), de acordo com Lopes (2004) que estudou dois modos de ventilação mecânica em cães hígidos, através da análise dos parâmetros da mecânica respiratória.

Durante a obtenção dos valores da mecânica respiratória no momento M_3 , ou seja, o parâmetro mensurado imediatamente após a ressecção pulmonar, observaram-se valores de pressão de pico inspiratório bastante altos. O motivo principal foi o emprego da sonda de duplo-lúmen e diminuição do volume pulmonar que aumentou sobremaneira a

resistência das vias aéreas e, por conseguinte, maior pressão foi necessária para vencer esta resistência.

Já em relação à pressão média das vias aéreas, verificou-se apenas um pequeno aumento dos valores mensurados. Deve-se considerar que o aumento do componente resistivo é demonstrado apenas na pressão de pico, pois é este o componente que demonstra o valor da pressão necessária para promover a abertura das vias aéreas (LEVITZKY, 2004).

Durante a interrupção da ventilação para o pulmão direito, o volume corrente foi diminuído em um terço no sentido de evitar barotrauma no pulmão esquerdo, de acordo com Bonetti, Fantoni, Auler (2003) e Lopes (2004).

Avaliando-se a resistência das vias aéreas observa-se, de fato, como a intubação seletiva, ou melhor, o emprego da sonda de duplo-lúmen, aumenta este parâmetro, corroborando com os resultados obtidos na pressão de pico.

A complacência estática, que é inversamente proporcional à resistência, tem comportamento oposto. Durante a intubação seletiva e imediatamente após a ressecção pulmonar esta diminuiu de forma importante.

Estas observações, referentes à mecânica respiratória são importantes para o conhecimento do anestesista, uma vez que permitem a adequação dos parâmetros de ventilação, a fim de promover um bom suporte ventilatório na cirurgia pulmonar em cães.

A gasometria comprovou os valores obtidos na mecânica respiratória. Nos momentos M_6 e M_7 (48 horas e sete dias após o procedimento cirúrgico) obtidos com $F_i O_2$ de 21% a média da $P_a O_2$ é igual a 84,4 mmHg e 83,10 mmHg, respectivamente, o que resulta em uma relação de $P_a O_2 / F_i O_2$ de 401,9 e 396. A relação $P_a O_2 / F_i O_2$ é um índice importante na avaliação da gravidade da insuficiência respiratória.

Considerando-se que a oxigenação é adequada quando a $P_a O_2 / F_i O_2$ é superior a 280 (ROSSI et al., 1998), os valores obtidos acima demonstram uma rápida compensação do pulmão esquerdo, ou seja, este assume completamente a falta do direito, mantendo os valores de $P_a O_2$ e $P_a O_2 / F_i O_2$ normais até o final do pós-operatório.

Neste estudo a realização da pneumonectomia direita ocasionou acidose respiratória transitória, demonstrada pela redução significativa do pH no momento M_5 (uma hora após a extubação). Observou-se também, no momento M_5 , um aumento discreto nos valores da $P_a CO_2$. Entretanto, nos momentos seguintes, os valores do pH já retornaram aos valores normais do intervalo fisiológico. O pH neste momento alcançou valor igual a $7,34 \pm 0,04$. Pode-se pressupor que neste momento, as alterações nos valores do pH e $P_a CO_2$ foram

causadas durante mecanismo de adaptação da ventilação alveolar e sua adequação para manter esses valores em níveis normais, após a retirada abrupta do pulmão direito.

Estes resultados vão de encontro aos trabalhos realizados por Hsia et al. (1994a, 1994b), Takeda et al. (1996, 1999) que observaram acidose respiratória no pós-operatório imediato e Brugarolas e Takita (1972), com até três semanas de pós-operatório, após pneumonectomia em cães.

No presente trabalho, a despeito de praticamente ausência de intercorrências após a retirada abrupta do pulmão direito após cirurgia experimental em cães, Kopec et al. (1998), relataram que a realização da pneumonectomia, em humanos, após trauma torácico apresenta mortalidade de aproximadamente 50%. Na ocasião, o autor salientou as alterações fisiológicas após a retirada abrupta do pulmão comprometido.

Ainda não há uma explicação plausível para a ocorrência de edema pulmonar após pneumonectomia (KOPEC et al., 1998). Neste estudo, nenhum cão apresentou edema pulmonar após o procedimento operatório, apesar de Wahi e Decaro (1989) relatar maior incidência de edema pulmonar após pneumonectomia direita em pacientes humanos, onde a mortalidade dos pacientes é superior a 50%.

Na literatura compilada, há escassez de relatos sobre a avaliação ecocardiográfica após pneumonectomia em cães.

A avaliação ecocardiográfica foi considerada um exame simples, contribuindo para uma melhor elucidação de algumas lacunas relativas as alterações secundárias no tronco pulmonar e coração, após a realização da pneumonectomia direita em cães.

No homem, a hipertensão pulmonar é um dos motivos de maior preocupação conseqüente a retirada de um dos pulmões (HIMELMAN; STULBARG; KIRCHER, 1989; SCHILLER, 1990; AMAR et al., 1995, 1996).

No presente estudo, os índices da função sistólica do ventrículo esquerdo, representados pela fração de ejeção do VE mantiveram-se normais em todos os cães durante o período de estudo.

O deslocamento do coração, provocado pela ausência do pulmão direito, impediu que fosse realizado o corte apical quatro câmaras nos cães números um e quatro.

Nestes cães, o volume diastólico final foi obtido pelo corte longitudinal quatro câmaras o que pode diminuir o volume mensurado, uma vez que o ápice verdadeiro do coração não foi visibilizado. As alterações topográficas do coração no homem, após pneumonectomia, foram evidenciadas nos estudos de Rienhoff (1933) e Christiansen, Morgan e Karich (1965).

No estudo em tela, não houve diferença significativamente estatística nos níveis de pressão sistólica e média no tronco pulmonar antes e após a retirada do pulmão direito. Entretanto, alguns cães apresentaram hipertensão pulmonar transitória, sendo que o período de maior incidência foi no 30º dia de pós-operatório.

Resultados semelhantes foram apresentados por Amar et al. (1996) que estudaram, através da avaliação ecocardiográfica transtorácica, os efeitos das ressecções pulmonares na função ventricular direita em pacientes humanos. Concluíram que apenas a pneumonectomia esteve associada com discreta hipertensão pulmonar, no entanto, estas alterações não estavam associadas à disfunção do ventrículo direito. Afirmaram também, que o estudo ecocardiográfico, após a ressecção pulmonar, tem sido pouco realizado no homem.

Considerando-se a média dos cães estudados, a FEVD estimada pelo ecocardiograma manteve-se normal durante todo o estudo, ou seja, maior que 0,55. Entretanto, o momento basal apresentou valores estatisticamente maiores quando comparado aos 60 dias de pós-operatório. Além disso, alguns cães apresentaram diminuição deste índice de função sistólica, principalmente aos 60 dias de pós-operatório (cães números um, três, quatro e cinco). Ao serem analisadas as pressões pulmonares, nota-se que elas se encontram aumentadas nestes mesmos cães aos 30 dias de pós-operatório. Isto provavelmente deve-se ao fato de que a hipertensão pulmonar precede a disfunção do ventrículo direito.

Estas alterações foram evidenciadas por Foroulis et al. (2004), onde afirmaram em seus estudos ecocardiográficos em pacientes humanos, que a pneumonectomia pode provocar dilatação e disfunção sistólica no ventrículo direito, secundário à hipertensão pulmonar.

Reed, Spinale e Crawford (1992), igualmente demonstraram diminuição de 20% na fração de ejeção do ventrículo direito, com dilatação de 14% e aumento no volume diastólico desta câmara após pneumonectomia em pacientes humanos.

Alguns cães apresentaram FEVD minimamente abaixo do limite normal aos sete dias de pós-operatório, o que pode ser consequência à diminuição da rede capilar pulmonar após pneumonectomia.

O estudo radiográfico do tórax foi um procedimento importante para se avaliar as alterações anatômicas após a pneumonectomia direita e possíveis alterações da parênquima pulmonar, presença de pneumotórax e efusão pleural no pós-operatório.

Apenas cinco cães apresentaram efusão pleural na avaliação radiográfica aos sete dias de pós-operatório. Após este período, a efusão pleural não foi observada nas avaliações radiográficas aos 30 e 60 dias de pós-operatório. Em contrapartida, Adams,

Thorton e Carlton (1945), realizaram estudo radiográfico após pneumonectomia em pacientes humanos e observaram que imediatamente após a pneumonectomia, o espaço pleural é preenchido por ar e há mínima efusão pleural. Nas primeiras 24 horas, o diafragma eleva-se ligeiramente e o mediastino desloca-se em direção ao lado operado. Afirmaram que o fluido pleural se acumula na taxa de dois espaços intercostais por dia. Todavia, a velocidade de formação de fluido pleural pode variar. Normalmente, 80% a 90% do espaço pleural é preenchido em duas semanas. Analogamente, Christiansen, Morgan, Karich (1965) e Fuentes (2003), relataram que o tempo médio para a completa opacificação foi de 3,9 meses, após a realização de pneumonectomia em pacientes humanos.

No presente estudo, acredita-se que a causa de efusão pleural no pós-operatório foi o resíduo de soro fisiológico durante o teste de aerostasia da sutura do brônquio principal direito, associado ao processo inflamatório exsudativo nos primeiros dias de pós-operatório.

Os exames radiográficos na fase pós-operatória demonstraram imagens de desvio dorsal da silhueta cardíaca e deslocamento do coração e mediastino para hemitórax direito, sugerindo hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos.

Considerando os resultados obtidos, concordamos com Takeda et al. (1997) quando demonstraram através da avaliação tomográfica que a expansão do pulmão remanescente, após pneumonectomia em cães, pode causar o deslocamento do coração e pulmão para hemitórax esquerdo.

Estes resultados vem de encontro com os trabalhos conduzidos por Hsia et al. (1993) e Takeda et al. (1996, 1999) onde verificaram que as mudanças após pneumonectomia esquerda em cães são: hiperinsuflação do pulmão direito, aumento do espaço alveolar e diminuição da barreira alvéolo capilar, causando um aumento compensatório das trocas gasosas.

Corroborando com estes resultados, Brody et al. (1975) também obtiveram resultados semelhantes ao realizarem pneumonectomia esquerda em camundongos jovens, demonstraram aumento da síntese de DNA nas células alveolares do pulmão remanescente. Uma semana após a cirurgia, houve 38% de aumento do peso e 41% de aumento do volume pulmonar.

O diâmetro e o comprimento do broncofibroscópio flexível foi compatível com o tamanho da sonda orotraqueal, orobronquial e anatomia do sistema respiratório dos cães utilizados neste estudo. A broncoscopia com broncofibroscópio flexível, apresenta menor riscos de complicações ocorrentes (SACKNER, 1975). Não foram observadas alterações na avaliação broncoscópica pré-operatória.

A presença de eritema de mucosa brônquica adjacente à linha de sutura, observado nos cães números oito e 10, foi decorrente do processo inflamatório cicatricial.

Na avaliação broncoscópica pós-operatória não foi observada quaisquer sinais de infecção, deiscência, fístula brônquica e estenose. Este exame pode ser utilizado para avaliar as complicações na cicatrização do coto brônquico principal direito e associar, principalmente, com as alterações clínicas e radiográficas no pós-operatório (KEARNEY; LEE; REILLY, 1994; KOPEC et al., 1998).

Desta forma, esperamos que este trabalho estimule a utilização da pneumonectomia direita na rotina dos centros cirúrgicos veterinários.

A comprovação que o pulmão remanescente consegue manter a capacidade de oxigenação adequada do sangue, permite que este princípio seja utilizado na rotina cirúrgica em pequenos animais, podendo ser uma alternativa viável e tecnicamente segura, elevando a probabilidade de melhora da qualidade de vida e cura desses animais, além de se constituir um interessante instrumento para estudos experimentais mais aprofundados da fisiologia pulmonar.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados obtidos permitiu concluir que:

1 - A pneumonectomia direita, da forma como foi realizada, pode ser considerada plenamente viável, obtendo-se adequada evolução pós-operatória em todos os cães estudados.

2 - Foram observadas alterações nos valores paramétricos, hemogasométricos, ecocardiográficos e da mecânica respiratória entre os vários momentos da avaliação. Estas alterações foram transitórias na maior parte das análises realizadas.

3 – Na avaliação radiográfica houve alterações permanentes na topografia das estruturas presentes na cavidade torácica e satisfatória evolução cicatricial do coto brônquico direito demonstrada pela análise broncoscópica.

4 – Este procedimento, empregando as técnicas operatórias e anestésicas propostas pode ser considerado tecnicamente reprodutível nos cães que necessitem da realização da pneumonectomia direita.

Referências

REFERÊNCIAS

- ADAMS, W. E.; THORTON, T. F.; CARLTON, L. M. The use of blood plasma for filling the pleural space following total pneumonectomy. **Annals Surgery**, v. 121, p. 905-916, 1945.
- AMAR, D.; BURT, M.; ROISTACHER, N.; REINSEL, R. A.; GINSBERY, R. J.; WILSON, R. S. Value of perioperative doppler ecocardiography in patients undergoing major lung resection. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 61, p. 512-520, 1996.
- AMAR, D.; ROISTACHER, N.; BURT, M.; REINSEL, R. A.; GINSBERY, R. J.; WILSON, R. S. Clinical and echocardiography correlates of symptomatic tachydysrhythmias after noncardiac thoracic surgery. **Chest**, v. 108, p. 349-354, 1995.
- AMIS, T. C.; JONES, H. A.; RHODES, C. G.; HEATHER, J. D.; HUGHES, J. M. B. Regional distribution of pulmonary ventilation and perfusion in the conscious dog. **American Journal of Veterinary Research**, v. 43, n. 11, p. 1972-1977, 1982.
- AMIS, T. C.; KIERNAN, B. C. Systematic Identification of Endobronchial Anatomy During Bronchoscopy in the Dog. **American Journal Veterinary Residence**, v. 47, n. 12, p. 2649-2657, 1986.
- ARCHIBALD, J. Canine surgery. p. 2. ed. California: American Veterinary Publications, 1974.
- BEDARD, E. L.; UY, K.; KESHAVJEE, S. Postpneumonectomy Syndrome: aspectrum of clinical presentations. **Animals Of Thoracic Surgery**, v. 83, n. 3, p. 1185-1186, 2007.
- BEGIN, P.; DESCHAMPS, C.; GAUTHIER, J. J.; MARTIN, R. R. Functional effects of pneumonectomy and bilobectomy for lung cancer. **Respiration**, v. 46, p. 8-16, 1984, 2007.
- BELL, F. W. Neoplastic diseases of the thorax. **Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, v. 17, n. 2, p. 387-409, 1987.
- BETTS, R. H.; TAKARO, T. Use of a lung stapler in pulmonary resection. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 1, p. 197-202, 1965.

BINOKI, D. H.; JATENE, F. B.; SIMÕES, E. A.; STOPIGLIA, A. J.; FANTONI, D. T.; IRINO, E. T.; FREITAS, R. R.; MONTEIRO, R.; SANTOS, A. L. S.; LOFIEGO, R. Avaliação hemogasométrica em cães submetidos à pneumonectomia esquerda. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 27, n. 8, p. 345-351, 2007.

BONETTI, E.; FANTONI, D. T.; AULER, J. O. C. Avaliação da anestesia com baixo fluxo de gases, comparando ventilação com pressão controlada à ventilação com tempo controlado – pressão limitada e fluxo constante de gases. Modelo experimental em coelhos. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v.53, n. 1, p. 25-38, 2003.

BRODY, J. S. Time course of and stimuli to compensatory growth of the lung after pneumonectomy. **Journal Clin Invest**, v. 56, p. 897-904, 1975.

BRUGAROLAS, A.; TAKITA, H. Regeneration of the lung in the dog. **The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery**, v. 65, n. 2, p. 187-190, 1972.

BRUNELLI A.; XIUME, F.; REFAIM,; SALATI, M.; MARASCO, R.; SCIARRA, V.; SABBATINI, A. Evaluation of expiratory volume diffusion capacity, and exercise tolerance following major lung resection: a prospective follow-up analysis. **Chest**, v. 131, n. 1, p. 141-147, 2007.

BRUNN, H. The technique of lobectomy in one stage. **Surgery Gynecology and Obstetrician**, p. 55-61, 1932.

CHOONG, C. Y. Left ventricle V: diastolic function – its principles and evaluation. In: WEYMAN A E. **Principles and practice of echocardiography**. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, v. 24, p. 721-780.

CHRISTIANSEN, K. H.; MORGAN, S. W.; KARICH, A. F. Pleural space following pneumonectomy. **Annals Thoracic Surgery**, v. 1, p. 298-304, 1965.

FABER, L. P. Individual ligation technique for lower lobe lobectomy. **Annals of Thoracic Surgery**, v. 49, n. 5, p. 1016-1018, 1990.

FEIGENBAUM, H. Echocardiographic evaluation of cardiac chambers. In: Feigenbaum H. **Echocardiography**. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1986, v. 3, p. 127-187.

FOROULIS, C. N.; KOTOULAS, C. S.; KAKOUROS, S.; EVANGELATOS, G.; CHASSAPIS, C.; KONSTANTINOV, M.; LIOULIAS, A. G. Study on the late effect of pneumonectomy on right heart pressures using doppler echocardiography. **Journal Cardiology**, v. 36, n. 4, p. 241-249, 2004.

FOSSUM, T. W. Respiratory system. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. Philadelphia: Saunders, 1993. p. 2231-2244.

FUENTES, P. A. Pneumonectomy: historical perspective and prospective insight. **European Journal of Cardio-Thoracic Surgery**, v. 23, p. 439-445, 2003.

GOTTLIEB, L. S. **A History of respiration** 3th ed. Springfield; Charles C. Thomas, 1964.

GOTTSCHAL, C. A. M. **O Sopro da alma e a bomba da vida**. Porto Alegre: Age, 2000, p. 113.

GRAHAM, E. A.; SINGER, I. J. Successful removal of an entire lung for carcinoma of bronchus. **Journal of the American Medical Association**, v. 101, p. 1371, 1933.

GUTHRIE, D. **A history of medicine** 3th ed. London; Nelson, 1945.

HARE, W. L. D. Sistema respiratório. In: SISSON e GROSSMAN. **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986, p. 1465-1480.

HEUER, G. J. Experimental pneumonectomy. **Bull John's Hopkins Hospital**, v. 31, p. 37, 1920.

HEUER, G. J. The development of lobectomy and pneumonectomy in man. **Journal of Thoracic Surgery**, v. 3, p. 560-572, 1934.

HIMELMAN, R. B.; STULBARG, M.; KIRCHER, B. Noninvasive evaluation of pulmonary artery pressure during exercise by saline – enhanced doppler ecocardiography in chronic pulmonary disease. **Circulation**, v. 79, p. 863-871, 1989.

HSIA, C. C. W.; CARLIM, J. I.; CASSIDY, S. S.; RAMANATHAN, M.; JOHNSON, R. L. Hemodynamic changes after pneumonectomy in the exercising foxhound. **Journal of Applied Physiology**, v. 69, n. 1, p. 51-67, 1990a.

HSIA, C. C. W.; CARLIM, J. I.; WAGNER, P. D.; CASSIDY, S. S.; JOHNSON, R. L. Gas exchange abnormalities after pneumonectomy in conditioned, foxhounds. **Journal of Applied Physiology**, v. 68, n. 1, p. 94-104, 1990b.

HSIA, C. C. W.; DOFFEY, F. F.; STALDER-NAVARRO, V.; JOHNSON, R. L.; REYNOLDS, R. C.; WEIBEL, E. R. Structural changes underlying compensatory increase of diffusing capacity after left pneumonectomy in adult dogs. **Journal of Clinical Investigation**, v. 92, p. 758-764, 1993.

HSIA, C. C. W.; HERAZO, L. F.; DOFFEY, F. F.; WEIBELL, E. R. Compensatory lung growth occurs in adult dogs after right pneumonectomy. **Journal of Clinical Investigation**, v. 94, n. 1, p. 405-412, 1994a.

HSIA, C. C. W.; HERAZO, L. F.; RAMANATHAN, M.; JOHNSON, R. L. Cardiopulmonary adaptations to pneumonectomy in dogs IV. Membrane diffusing capacity and capillary blood volume. **Journal of Applied Physiology**, v. 77, n. 2, p. 998-1005, 1994b.

HSIA, C. C. W.; RAMANATHAN, M.; PEAN, J. L.; JOHNSON, R. L. Respiratory muscle blood flow in exercising dogs after pneumonectomy. **Journal of Applied Physiology**, v. 73, n. 1, p. 240-247, 1992.

HSIA, C. C. W.; WU, E. Y.; WAGNER, E.; WEIBEL, E. R. Preventing mediastinal shift after pneumonectomy impairs regenerative alveolar tissue growth. **American Journal Physiology Lung Cell Mol Physiology** v. 281, n. 5, p. 279-287, 2001.

IRINO, E. T. **Avaliação histopatológica do pulmão esquerdo e avaliação eletrocardiográfica de cães (*Canis familiares*) submetidos à pneumonectomia direita**, 2006. 85f. Tese (Mestrado em Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

IRINO, E. T.; STOPIGLIA, A. J.; LARSSON, M. H. M. A.; GUERRA, J. L.; SIMÕES, E. A.; SHINKAI, M. T.; FANTONI, D. T.; OTSUKI, D. A.; FREITAS, R. R.; SALDIVA, P. H. N.; JATENE, F. B. Avaliação histopatológica do pulmão direito e avaliação eletrocardiográfica de cães submetidos à pneumonectomia esquerda. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, n. 1, p. 58-66, 2004.

JIANG, L.; WIEGERS, S. E.; WEYMAN, A. E. Right ventricle. In: WEYMAN, A. E. **Principles and practice of echocardiography**. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, v. 28, p. 901-921.

JOANNIDES, M. Surgery of the lung: care of the stump in pneumonectomy and in lobectomy. **Archives of Surgery**, n. 17, p. 91-101, 1928.

JOHNSON, R. L.; CASSIDY, S. S.; GROVER, R.; RAMANATHAN, M.; ESTRERA, A.; REYNOLDS, R. C.; EPSTEIN, R.; SCHUTTE, J. Effect of pneumonectomy on the remaining lung in dogs. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, n. 2, p. 849-858, 1991.

KEARNEY, D. J.; LEE, T. H.; REILLY, J. J. Assessment of operative risk in patients undergoing lung resections. **Chest**, v. 105, p. 753-759, 1994.

KOPEC, S. E.; IRWIN, R. S.; UMALI-TORRES, C. B.; BALIKIAN, J. P.; CONLAN, A. A. The postpneumonectomy state. **Chest**, v. 114, p. 1158-1184, 1998.

LARUE, S. M.; WITHROW, S. J.; WYKES, P. M. Lung resection using surgical staplers in dogs and cats. **Veterinary Surgery**, v. 16, n. 3, p. 238-240, 1987.

LEVITZKY, M. G. **Fisiologia Pulmonar** 6^a ed. Manole, 2004. p. 11-54.

LILIENTHAL, H. Resection of the lung for post-tonsilectomy abscess-surgery. **Gynand Obs**, p. 443, 1919.

LIPTAK, J. M.; MONNET, E.; DERNELL, W. S.; RIZZO, S. A.; WITHROW, S. J. Pneumonectomy: four cases studies and a comparative review. **Journal Small Animal Practice**, v. 45, n. 9, p. 441-447, 2004.

LOPES, T. F. T. **Análise da ventilação controlada com anestesia de baixo fluxo de gases frescos em circuito com reinalação em cães**. 2004. 69f. Tese (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MCKIE, D. Antoine Lavoisier: scientist economist, schuman. New York: Social Reformer, 1952.

MCKIERNAN, B. C. Update on respiratory diseases. **The Veterinary Clinics of North America – Small Animal Practice**, v. 22, n. 5, p. 1043-1064, 1992.

MEYER, W. Pneumonectomy with the aid of differential air pressure: an experimental study. **Journal of the American Medical Association**, v. 55, n. 24, p. 1978-1987, 1909.

MITSUDOMI, T.; MIZOUE, T.; YOSHIMATSU, T. Postoperative complications after pneumonectomy for treatment of lung cancer: multivariate analysis. **Journal Surgery Oncology**, v. 61, p. 218-222, 1996.

MORHY, S. S.; ANDRADE, J. L.; SOARES, A. M.; RIBEIRO, Z. V.; WILBERG, T. M.; MATHIAS, W. J. R.; PARGA, J. R.; BUSTAMANTE, L. N. P.; ATIK, E.; RAMIRES, J. F. Non-invasive assessment of right ventricular function in the late follow-up of the Senning procedure. **Cardiol Young**, v. 15, p. 154-159, 2005.

MURPHY, J. B. Surgery of the lung. **Journal of the American Medical Association**, v. 13, p. 151, 1898.

MUYSOMS, F. E.; RIVIÈRE, A. B.; DEFAUW, J. J.; DOSSCHE, K. M.; KNAEPEN, P. J.; SWIETEN, H. A.; BOSCH, J. M. M. Completion pneumonectomy: analysis of operative mortality and survival. **Annals Thorac Surgery**, v. 66, n. 4, p. 1165-1169, 1998.

NELSON, A. W. Respiratory system. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. Philadelphia: Saunders, 1993a. p. 692-708.

NELSON, A. W. Respiratory system. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. Philadelphia: Saunders, 1993b. p. 777-804.

OLIVA, V. N. L. S. Anestesia inalatória. In: FANTONI, D. T.; CORTOPASSI, S. R. G. **Anestesia em cães e gatos**. São Paulo: Roca, 2002. p. 174-183.

O' SHAUGHNESSY, L. Surgery of the lung root, **lancet**. v. 1, p. 476-479, 1935.

OVERHOLT, R. H. The total removal of the right lung for carcinoma. **Journal Thorac Surgery**, v. 4, p. 196-210, 1935.

PATEL, R. L.; TOWNSEND, E. R.; FOUNTAIN, S. W. Elective pneumonectomy: factors associated with morbidity and operative mortality. **Annals Thoracic Surgery**, v. 54, p. 84-88, 1992.

PAVIA, R.; MONACO, F.; MONDELLO, B.; BARRESI, P.; BARONE, M.; FAMILIARI, D.; MONACO, M. Evaluation of lung function as a prognostic index before and after surgical resection due to NSCLC. **Minerva Chir.**, v. 58, n. 4, p. 551-555, 2003.

PEREZ, G. F.; HOLLAND, J. N. Epidural hematoma as a cause of post pneumonectomy paraplegia. **Annals Thoracic Surgery**, v. 39, p. 282, 1985.

REED, C. E.; SPINALE, F. G.; CRAWFORD, F. A. Effect of pulmonary resection on right ventricular function. **Annals Thoracic Surgery**, v. 53, p. 578-582, 1992.

RIENHOFF, W. F. Pneumonectomy: A preliminary report of the operative technique in two success ful cases. **Bull, Johns Hopkins Hospital**, v. 43, p. 390-392, 1933.

RIQUELME, M.; MONNET, E.; KUDNIG, S. T.; GAYNOR, J. S.; WAGNER, A. E.; CORLISS, D.; SALMAN, D. M. Cardiopulmonary changes induced during one lung ventilation in anesthetized dogs with a closed thoracic cavity. **American Journal of Veterinary Research**, v. 66, n. 6, p. 973-977, 2005.

ROBINSON, S. Pneumonectomy: its possibilities. **Annals of Surgery**, n. 60, p. 513-529, 1912.

ROSNER, B. **Fundamentals of biostatistics**. 2. ed. Boston: PWS Publishers, 1986, p. 588.

ROSSI, N.; KOLOBOW, T.; APRIGLIANO, M.; TSUNO, K.; GIACOMINI, M. Intratracheal pulmonary ventilation at low airway pressures in a ventilator-induced model of acute respiratory failure improves lung function and survival. **Chest**, v. 114, p. 1147-1157, 1998.

SACKNER, M. A. Bronchofiberscopy: state of the art. **American Review Respiratory Disease**, v. 111, n. 1, p. 62-88, 1975.

SCHILLER, N. B. Pulmonary artery pressure estimation by doppler and two – dimensional echocardiography. **Cardiology Clinics**, v. 8, p. 277-287, 1990.

SCHLUETER, S. A.; WEIDLEIN, I. F. Surgery of the lung: experimental lobectomy and pneumonectomy. **Archives of Surgery**, v. 13, n. 4, p. 459-476, 1926.

SIMÕES, E. A. **Estudo comparativo entre sutura mecânica e manual em brônquio após pneumonectomia esquerda em cães (Canis familiaris): uma avaliação anatomopatológica, paramétrica, radiológica e broncoscópica**. 2003. 107 f. Tese (Mestrado em Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SIMÕES, E. A.; JATENE, F. B.; STOPIGLIA, A. J.; FANTONI, D. T.; GUERRA, J. L.; AIELLO, V. D.; MONTEIRO, R.; IRINO, E. T.; OTSUKI, D. A.; BINOKI, D. H.; FREITAS, R. R.; UNRUH, S. M. Estudo comparativo entre sutura mecânica e manual em brônquio após pneumonectomia esquerda em cães (Canis familiaris): uma avaliação anatomopatológica. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 5, p. 357-366, 2005.

SNIDER, A. R.; SERWER, G. A.; RITTER, S. B. Methods for obtaining quantitative information from the echocardiographic examination In: SNIDER, A. R.; SERWER, G. A.; RITTER, S. B.. **Echocardiography in pediatric heart disease**. 2nd ed. Missouri: Mosby, 1997, v. 5, p. 133-234.

TAKEDA, S.; RAMANATHAN, M.; ESTRERA, A. S.; HSIA, C. C. W. Postpneumectomy alveolar growth does not normalize hemodynamic and mechanical function. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 2, p. 491-497, 1999.

TAKEDA, S.; WU, E. Y.; EPSTEIN, R. H.; ESTRERA, A. S.; HSIA, C. C. W. In vivo assessment of changes in air and tissue volumes after pneumonectomy. **Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 4, p. 1340-1348, 1997.

TAKEDA, S.; WU, E. Y.; RAMANATHAN, M.; ESTRERA, A. S.; HSIA, C. C. W. Temporal course of gas exchange and mechanical compensation after right pneumonectomy in immature dogs. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, n. 4, p. 1304-1312, 1996.

TEI, C.; NISHIMURA, R. A.; SEWARD, J. B.; TAJIK, A. J. Noninvasive Doppler- derived myocardial performance index: correlation with simultaneous measurements of cardiac catheterization measurements. **Journal American Society Echocardiography**, v. 10, p. 169-178, 1997.

THOMPSON, S. E.; JOHNSON, J. M. Analgesia in dogs after intercostal thoractomy. A comparison of morphine, selective intercostal nerve block and interpleural regional analgesia with bupivacaine. **Veterinary Surgery**, v. 20, n. 1, p. 73-77, 1991.

TIMM, N. H. **Multivariate analysis with applications in educations and psychology**. Monterrey, CA Brooks: Cole, 1975, p. 687.

VILLANI, F.; DE MARIA, P.; BUSIA, A. Exercise testing as a predictor of surgical risk after pneumonectomy for bronchogenic carcinoma. **Respiratory Medicine**, v. 97, n. 12, p. 1296-1298, 2003.

VUILLE, C.; WEYMAN, A. E. Left ventricle I: general considerations, assessment of chamber size and function. In: WEYMAN, A. E. **Principles and practice of echocardiography**. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, v. 20, p. 575-624.

WAHI, R. M.; DECARO, L. F. Determinants of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy. **Annals Thorac Surgery**, v. 48, p. 33-37, 1989.

WALSHAW, R. Stapling techniques in pulmonary surgery. **The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice**, v. 24, n. 2, p. 335-366, 1994.

WEYMAN, A. E. right ventricular outflow tract. In: WEYMAN A. E. **Principles and practice of echocardiography**. 2nd Ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1994, p. 863-900.

YAN, X.; BELLOTTO, D. J.; DANE D. M.; ELMORE, R. G.; JOHNSON, R. L.; ESTRERA, A. S.; HSIA, C. C. Lack of response to all-transacid supplementation in adult dogs following left pneumonectomy. **Journal of applied physiology**, v. 99, n. 5, p. 1681-1688, 2005.

Apêndices

Apêndice A - Valores do hematócrito (%), hemoglobina (g%), temperatura (°C), frequência cardíaca (batimentos por minuto) e frequência respiratória (movimentos por minuto) em todos os cães submetidos à pneumonectomia direita nos momentos M₀, M₅, M₆, M₇, M₈, M₉, respectivamente, antes do procedimento cirúrgico, uma hora após a extubação, 48 horas, sete dias, 30 dias e 60 dias após o procedimento cirúrgico - São Paulo - 2007

(Continua)

CÃES	MOMENTO	H t (%)	H b (g%)	T (°C)	F C (bpm)	F R (mpm)
Cão nº 1	M0	41	14	38,9	108	53
	M5	34	11,3	36,7	119	64
	M6	33	11,6	38,7	132	59
	M7	36	12,3	39	102	42
	M8	36	13,2	39,3	143	46
	M9	40	15,1	39,1	147	43
Cão nº 2	M0	40	13,3	39,2	112	28
	M5	36	11,7	37	98	34
	M6	30	12,7	38,7	88	40
	M7	39	13,7	38,7	95	55
	M8	44	14,5	39	85	49
	M9	40	12,6	39	120	40
Cão nº 3	M0	43	14,9	38	100	20
	M5	30	10,1	36,5	71	41
	M6	30	10,2	39,3	120	20
	M7	35	11,6	38,7	106	23
	M8	42	14,8	39	86	32
	M9	47	16,8	39	116	31
Cão nº 4	M0	40	14	39	104	40
	M5	29	9,4	37,9	96	27
	M6	24	8	38,9	120	70
	M7	35	11,5	39	122	38
	M8	44	14,9	39,1	100	31
	M9	44	15,1	39,2	116	53
Cão nº 5	M0	41	14,2	39,3	117	49
	M5	32	10,9	35,3	99	19
	M6	34	12	38,7	107	22
	M7	35	11,9	39,2	98	27
	M8	33	11,7	39,3	120	32
	M9	40	13,8	38,5	104	82

(Conclusão)						
CÃES	MOMENTO	H t (%)	H b (g%)	T (° C)	F C (bpm)	F R (mpm)
Cão nº 6	M0	38	15	39,1	111	97
	M5	34	13,2	37,1	89	120
	M6	32	11,2	38,6	107	57
	M7	31	10,4	39,2	93	49
	M8	43	13,8	38,7	109	52
	M9	50	18,1	39	137	44
Cão nº 7	M0	51	16,9	38,7	139	93
	M5	35	11,2	37,2	180	88
	M6	37	12,9	39	95	61
	M7	38	13,1	39,2	107	40
	M8	31	10,7	38,8	108	64
	M9	51	18,8	38,5	120	72
Cão nº 8	M0	44	14,4	38,5	119	32
	M5	38	13,1	38,0	87	19
	M6	45	17	39,1	64	32
	M7	41	14,1	39,1	120	39
	M8	39	14,3	38,5	132	44
	M9	53	19,1	39,3	160	45
Cão nº 9	M0	38	13,5	39,3	137	26
	M5	34	1,4	35,7	122	35
	M6	38	12,2	38,9	116	22
	M7	28	9,1	39	100	44
	M8	37	12	39,3	140	48
	M9	45	17,7	38,9	105	32
Cão nº 10	M0	30	10,6	38,3	107	24
	M5	27	9,8	38	183	36
	M6	31	10,6	38,5	140	36
	M7	40	12,9	38,5	139	28
	M8	40	14,4	39	114	52
	M9	37	19,8	38,5	100	56

Apêndice B - Valores da Concentração Hidrogeniônica Arterial (pH), Pressão Parcial de Oxigênio no Sangue Arterial (PaO₂), Pressão Parcial de Dióxido de Carbono no Sangue Arterial (PaCO₂); Saturação da Hemoglobina no Sangue Arterial (SaO₂%) e Bicarbonato Plasmático no Sangue Arterial [HCO₃⁻] em todos os cães submetidos à pneumonectomia direita nos momentos M₀, M₅, M₆, M₇, M₈, M₉, respectivamente, antes do procedimento cirúrgico, uma hora após a extubação, 48 horas, sete dias, 30 dias e 60 dias após o procedimento cirúrgico - São Paulo - 2007

(Continua)

CÃES	MOMENTO	pH	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	SaO ₂ %	HCO ₃ ⁻ (mmol/l)
Cão nº 1	M0	7,41	83	39	95	24
	M5	7,33	82	45	100	23
	M6	7,39	55	34	85	20
	M7	7,42	85	41	95	25
	M8	7,47	77	28	95	19
	M9	7,45	110	28	98	19
Cão nº 2	M0	7,39	99	36	97	25
	M5	7,34	86	40	96	21
	M6	7,39	90	40	96	23
	M7	7,4	87	38	96	23
	M8	7,37	86	42	95	24
	M9	7,41	75	33	95	21
Cão nº 3	M0	7,45	92	28	97	19
	M5	7,36	81	42	95	20
	M6	7,39	78	35	93	20
	M7	7,39	70	33	92	20
	M8	7,39	100	35	97	20
	M9	7,41	87	30	96	18
Cão nº 4	M0	7,45	101	30	97	20
	M5	7,35	78	39	94	21
	M6	7,49	88	32	97	24
	M7	7,4	85	33	95	19
	M8	7,43	81	33	95	21
	M9	7,43	86	32	96	20
Cão nº 5	M0	7,4	82	39	94	23
	M5	7,32	79	36	95	19
	M6	7,39	96	36	96	21
	M7	7,37	89	35	95	19
	M8	7,42	84	29	95	18
	M9	7,46	72	32	95	23

(Conclusão)

CÃES	MOMENTO	pH	PaO ₂ (mmHg)	PaCO ₂ (mmHg)	SaO ₂ %	HCO ₃ ⁻ (mmol/l)
Cão nº 6	M0	7,36	92	23	96	12
	M5	7,3	86	40	95	19
	M6	7,47	94	31	97	19
	M7	7,47	82	29	95	20
	M8	7,37	79	41	94	23
	M9	7,4	93	29	96	17
Cão nº 7	M0	7,46	83	36	96	24
	M5	7,42	80	23	96	14
	M6	7,42	82	33	95	21
	M7	7,46	98	29	97	20
	M8	7,44	87	33	96	22
	M9	7,42	87	33	96	21
Cão nº 8	M0	7,39	96	30	96	17
	M5	7,33	96	42	97	22
	M6	7,39	93	35	96	20
	M7	7,42	82	33	95	21
	M8	7,37	82	32	95	18
	M9	7,40	98	28	97	18
Cão nº 9	M0	7,40	95	33	96	19
	M5	7,33	98	32	98	16
	M6	7,44	83	25	96	17
	M7	7,43	81	33	95	21
	M8	7,42	91	32	96	20
	M9	7,44	98	28	97	18
Cão nº 10	M0	7,38	103	34	97	19
	M5	7,29	93	30	96	13
	M6	7,45	85	37	96	24
	M7	7,37	72	42	90	23
	M8	7,37	90	36	96	20
	M9	7,41	89	38	96	22

Apêndice C - Valores da Mecânica Respiratória em todos os cães submetidos à pneumonectomia direita nos momentos M₀, M₁, M₂, M₃, M₄, M₆, M₇, M₈, M₉, respectivamente, antes do procedimento cirúrgico, após estabilização da anestesia sob respiração espontânea e ventilando os dois pulmões, antes da abertura do tórax sob ventilação controlada e ventilando os dois pulmões, após o término da ressecção pulmonar sob ventilação controlada, imediatamente antes da extubação, 48 horas, sete dias, 30 dias e 60 dias após o procedimento cirúrgico - São Paulo - 2007

(Continua)

CÃES	MOMENTO	PPI (cm H ₂ O)	PLAT (cm H ₂ O)	PMVA (cm H ₂ O)	VI (ml)	VE (ml)	RI (cmH ₂ O/l/s)	RE (cmH ₂ O/l/s)	CE (ml/cmH ₂ O)
nº 1	M0	-	-	-	520	490	-	-	-
	M1	-	-	-	220	320	-	-	-
	M2	17	16	6	230	360	15	22	18
	M3	28	26	8	220	300	34	37	8
	M4	-	-	-	130	150	-	-	-
	M6	-	-	-	350	390	-	-	-
	M7	-	-	-	390	410	-	-	-
	M8	-	-	-	470	590	-	-	-
	M9	-	-	-	380	410	-	-	-
nº 2	M0	-	-	-	260	250	-	-	-
	M1	-	-	-	190	210	-	-	-
	M2	10	10	4	190	200	20	25	60
	M3	18	5	4	160	150	40	19	26
	M4	-	-	-	160	210	-	-	-
	M6	-	-	-	210	180	-	-	-
	M7	-	-	-	170	210	-	-	-
	M8	-	-	-	150	150	-	-	-
	M9	-	-	-	280	280	-	-	-
nº 3	M0	-	-	-	530	360	-	-	-
	M1	-	-	-	210	190	-	-	-
	M2	9	9	3	410	510	10	13	59
	M3	17	17	5	150	170	19	29	8
	M4	-	-	-	480	540	-	-	-
	M6	-	-	-	730	720	-	-	-
	M7	-	-	-	490	550	-	-	-
	M8	-	-	-	610	580	-	-	-
	M9	-	-	-	680	600	-	-	-

(Continua)

CÂES	MOMENTO	PPI (cm H ₂ O)	PLAT (cm H ₂ O)	PMVA (cm H ₂ O)	VI (ml)	VE (ml)	RI (cmH ₂ O/l/s)	RE (cmH ₂ O/l/s)	CE (ml/cmH ₂ O)
nº 4	M0	-	-	-	690	790	-	-	-
	M1	-	-	-	410	360	-	-	-
	M2	14	10	5	380	380	12	19	34
	M3	18	18	8	140	170	11	23	9
	M4	-	-	-	270	300	-	-	-
	M6	-	-	-	390	430	-	-	-
	M7	-	-	-	360	410	-	-	-
	M8	-	-	-	460	510	-	-	-
	M9	-	-	-	440	450	-	-	-
nº 5	M0	-	-	-	410	660	-	-	-
	M1	-	-	-	290	270	-	-	-
	M2	13	11	5	380	440	12	18	53
	M3	22	20	7	310	360	20	29	14
	M4	-	-	-	230	270	-	-	-
	M6	-	-	-	520	550	-	-	-
	M7	-	-	-	510	500	-	-	-
	M8	-	-	-	500	530	-	-	-
	M9	-	-	-	310	420	-	-	-
nº 6	M0	-	-	-	220	270	-	-	-
	M1	-	-	-	180	140	-	-	-
	M2	18	1	5	140	180	20	4	47
	M3	18	10	6	100	170	66	37	9
	M4	-	-	-	140	190	-	-	-
	M6	-	-	-	310	290	-	-	-
	M7	-	-	-	120	140	-	-	-
	M8	-	-	-	210	190	-	-	-
	M9	-	-	-	420	350	-	-	-
nº 7	M0	-	-	-	150	180	-	-	-
	M1	-	-	-	240	145	-	-	-
	M2	12	8	4	220	370	19	19	29
	M3	38	14	15	160	130	45	5	18
	M4	-	-	-	410	450	-	-	-
	M6	-	-	-	340	340	-	-	-
	M7	-	-	-	320	310	-	-	-
	M8	-	-	-	200	210	-	-	-
	M9	-	-	-	160	220	-	-	-

(Conclusão)									
CÂES	MOMENTO	PPI (cm H ₂ O)	PLAT (cm H ₂ O)	PMVA (cm H ₂ O)	VI (ml)	VE (ml)	RI (cmH ₂ O/l/s)	RE (cmH ₂ O/l/s)	CE (ml/cmH ₂ O)
nº 8	M0	-	-	-	380	400	-	-	-
	M1	-	-	-	210	290	-	-	-
	M2	12	8	4	220	280	17	14	27
	M3	17	10	9	220	90	46	17	12
	M4	-	-	-	240	320	-	-	-
	M6	-	-	-	320	280	-	-	-
	M7	-	-	-	300	280	-	-	-
	M8	-	-	-	260	270	-	-	-
	M9	-	-	-	60	70	-	-	-
nº 9	M0	-	-	-	820	850	-	-	-
	M1	-	-	-	390	650	-	-	-
	M2	11	8	3	210	310	17	18	36
	M3	22	22	8	170	220	21	24	9
	M4	-	-	-	40	60	-	-	-
	M6	-	-	-	410	370	-	-	-
	M7	-	-	-	410	420	-	-	-
	M8	-	-	-	450	520	-	-	-
	M9	-	-	-	670	590	-	-	-
nº 10	M0	-	-	-	310	420	-	-	-
	M1	-	-	-	310	340	-	-	-
	M2	11	9	3	180	310	20	20	40
	M3	25	17	11	150	150	65	16	23
	M4	-	-	-	160	280	-	-	-
	M6	-	-	-	310	380	-	-	-
	M7	-	-	-	270	360	-	-	-
	M8	-	-	-	280	320	-	-	-
	M9	-	-	-	290	330	-	-	-

Legendas: PPI: Pressão de Pico Inspiratória; PLAT: Pressão de Plateau; PMVA: Pressão Média das Vias Aéreas; VI: Volume Inspiratório; VE: Volume Expiratório; RI: Resistência Inspiratória; RE: Resistência Expiratória; CE: Complacência Estática.

Apêndice D - Valores referentes às mensurações ecocardiográficas realizadas em todos os cães submetidos à pneumonectomia direita nos momentos M₀, M₇, M₈ e M₉, respectivamente, antes do procedimento cirúrgico, sete dias, 30 dias e 60 dias após o procedimento cirúrgico - São Paulo - 2007

CÃES	MOMENTO	FEVE	Vol DVD (ml)	Vol SVD (ml)	DDVD Eixo Longo (cm)	DDVD Eixo Curto 1 (cm)	Massa VD (gramas)	IPMVD	FEVD	PSTP (mmHg)	PMTP (mgHg)	DDVD Eixo Curto 2
n° 1	M0	0,72	5,39	1,74	4,08	1,72	71,63	0,27	0,68	30	29	1,34
	M7	0,76	13,30	6,60	4,19	2,48	72,55	0,21	0,50	40	34	2,34
	M8	0,78	6,08	2,43	4,0	1,72	56,82	0,33	0,60	59	43	1,71
	M9	0,72	7,72	3,77	4,5	1,72	69	0,07	0,51	40	34	1,68
n° 2	M0	0,65	6,29	2,07	4,41	2,13	28,48	0,19	0,67	20	23	1,72
	M7	0,77	3,12	0,85	3,28	1,59	31,30	0,55	0,73	21	25	1,17
	M8	0,76	2,05	0,69	2,82	1,08	30,51	0,21	0,66	21	25	0,78
	M9	0,66	4,21	1,60	3,77	1,76	38,24	0,24	0,62	12	20	1,68
n° 3	M0	0,74	10,90	4,19	4,69	2,22	96,62	0,79	0,61	21	25	1,90
	M7	0,69	9,10	4,28	3,71	2,10	81,14	0,25	0,53	40	34	1,83
	M8	0,70	12,40	5,90	5,17	2,53	89,46	0,42	0,52	49	38	1,90
	M9	0,71	12,50	6,08	4,52	2,40	94,61	0,23	0,51	40	34	1,92
n° 4	M0	0,73	14,10	5,21	4,86	2,19	86,78	0,04	0,63	40	34	2,10
	M7	0,76	10,60	4,09	4,32	2,00	88,07	0,18	0,61	40	34	1,90
	M8	0,69	6,87	1,33	4,11	1,41	49,72	0,36	0,81	59	43	1,39
	M9	0,74	12,00	6,13	4,56	1,95	69,05	0,74	0,49	59	43	1,70
n° 5	M0	0,82	7,77	2,77	4,64	1,75	75,87	0,16	0,64	40	34	1,71
	M7	0,71	7,13	2,86	4,32	1,94	68,08	0,23	0,6	40	34	1,86
	M8	0,76	10,50	3,89	4,61	1,89	72	0,31	0,63	68	47	1,80
	M9	0,79	7,52	3,55	4,60	2,03	68	0,11	0,53	21	25	1,49
n° 6	M0	0,73	7,32	2,62	4,40	2,10	73,0	0,22	0,64	40	34	1,88
	M7	0,77	4,71	2,38	4,28	1,61	54	0,17	0,5	40	34	1,42
	M8	0,76	6,18	1,87	4,09	1,61	62	0,16	0,7	40	34	1,60
	M9	0,69	5,19	1,76	3,75	1,72	47	0,43	0,66	30	29	1,67
n° 7	M0	0,73	9,47	2,89	4,18	1,64	71	0,23	0,69	40	34	1,51
	M7	0,69	8,43	3,33	3,9	2,0	68	0,39	0,6	68	47	1,84
	M8	0,78	4,77	1,68	3,8	1,69	66	0,26	0,65	21	25	1,28
	M9	0,66	5,57	2,33	3,81	1,60	69	0,58	0,58	21	25	1,55
n° 8	M0	0,75	10,80	3,79	4,39	1,84	77	0,22	0,65	30	29	1,80
	M7	0,80	2,45	0,65	4,86	1,30	58	0,27	0,73	21	25	1,13
	M8	0,69	1,78	0,57	3,06	1,03	45	0,42	0,68	12	20	1,03
	M9	0,69	5,40	2,17	4,40	4,55	74	0,40	0,6	30	29	4,43
n° 9	M0	0,73	18,80	5,95	4,46	2,58	109	0,15	0,68	30	29	2,33
	M7	0,71	12,90	5,10	4,98	2,26	104	0,28	0,6	12	20	2,15
	M8	0,71	14,20	5,59	4,68	1,99	91	0,69	0,61	21	25	1,85
	M9	0,69	16,0	5,61	4,80	2,17	98	0,33	0,65	12	20	1,86
n° 10	M0	0,69	7,70	2,13	4,10	1,65	62	0,17	0,72	21	25	1,57
	M7	0,72	11,30	5,11	4,24	2,08	80	0,13	0,55	49	38	1,77
	M8	0,77	9,53	3,06	4,46	2,06	76	0,14	0,69	12	20	1,95
	M9	0,69	6,58	2,29	4,02	1,61	81	0,14	0,66	21	25	1,50

Legendas: FEVE: fração de ejeção do VE; Vol DVD: volume diastólico do ventrículo direito; Vol SVD: volume sistólico do ventrículo direito; DDVD eixo longo, eixos curto 1 e 2: diâmetro diastólico do ventrículo direito; Massa do VD: massa do ventrículo direito; IPMVD: índice de performance miocárdica do ventrículo direito; FEVD: fração de ejeção do VD; PSTP: pressão sistólica no tronco pulmonar; PMTP: pressão média no tronco pulmonar.

Apêndice E - Resultados das avaliações radiográficas nos cães submetidos à pneumonectomia direita, aos sete, 30 e 60 dias de pós-operatório - São Paulo - 2007

CÃES	PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS AVALIADOS	RADIOGRAFIA COM 7 DIAS DE PÓS-OPERATÓRIO			RADIOGRAFIA COM 30 DIAS DE PÓS-OPERATÓRIO			RADIOGRAFIA COM 60 DIAS DE PÓS-OPERATÓRIO		
		VD	LLD	LLE	VD	LLD	LLE	VD	LLD	LLE
1	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	0	0	0	1	1	0	1	1
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
2	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	1	0	0	1	0	0	1	0
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
3	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	0	0	0	1	0	0	1	0	0
4	Efusão Pleural	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	0	0	0	1	1	1	1	1	1
5	Desvio do mediastino para hemitórax direito	0	0	0	1	0	0	1	0	0
	Efusão Pleural	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	0	1	0	1	1	0	1	1
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
6	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Efusão Pleural	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Efusão Pleural	1	1	1	0	0	0	0	0	0
8	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
9	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
10	Efusão Pleural	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	Desvio dorsal da silhueta cardíaca	0	1	1	0	1	1	0	1	1
	Desvio da silhueta cardíaca para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0
	Hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Desvio do mediastino para hemitórax direito	1	0	0	1	0	0	1	0	0

0: Ausente

1: Presente

VD.: Projeção ventro-dorsal

LLD.: Projeção látero-lateral direita

LLE.: Projeção látero-lateral esquerda

Apêndice F - Valores dos hemogramas pré-operatórios dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Hemograma/Cães	Cão n° 01	Cão n° 02	Cão n° 03	Cão n° 04	Cão n° 05
Hemácias	5,5x10 ⁶ mm ³	6,2x10 ⁶ mm ³	6,8x10 ⁶ mm ³	8,0x10 ⁶ mm ³	6,3x10 ⁶ mm ³
Hematócrito	28%	40%	41%	48%	37%
Hemoglobina	8,6 g%	13,4 g%	13,6 g%	15,9 g%	13,0 g%
VCM	50,91 fl	64,52 fl	60,29 fl	60,00 fl	58,73 fl
HCM	15,64 pg	21,61 pg	20 pg	19,88 pg	20,63 pg
CHCM	30,71%	33,50%	33,17%	33,13%	35,14%
Leucócitos	12.400/mm ³	14.200/mm ³	11.100/mm ³	6.700/mm ³	10.900/mm ³
Neutrófilos (valor absoluto/mm ³)	8.804	9.798	7.659	4.623	6.976
Segmentados	8.804	9.798	7.659	4.623	6.976
Eosinófilos	248	2.556	1.665	871	436
Linfócitos Típicos	2.728	1.136	1.110	737	2.616
Monócitos	620	710	555	469	872

Hemograma/Cães	Cão n° 06	Cão n° 07	Cão n° 08	Cão n° 09	Cão n° 10
Hemácias	7,0x10 ⁶ mm ³	6,7x10 ⁶ mm ³	7,4x10 ⁶ mm ³	7,8x10 ⁶ mm ³	4,9x10 ³ mm ³
Hematócrito	43%	42%	45%	47%	29%
Hemoglobina	15,3 g%	14,6 g%	16 g%	14,8 g%	10,4 g%
VCM	61,43 fl	62,69 fl	60,81 fl	60,26 fl	59,18 fl
HCM	21,86 pg	21,79 pg	21,62 pg	18,97 pg	21,22 pg
CHCM	35,58%	34,76%	35,56%	31,49%	35,86%
Leucócitos	10.700/mm ³	9.500/mm ³	7.200/mm ³	5.300/mm ³	13.100/mm ³
Neutrófilos (valor absoluto/mm ³)	7.062	5.320	4.032	3.763	5.371
Segmentados	7.062	5.320	4.032	3.763	5.371
Eosinófilos	1.284	1.045	1.008	583	262
Linfócitos Típicos	1.391	2.660	1.584	636	6.812
Monócitos	963	475	576	318	655

Apêndice G - Valores dos exames bioquímicos pré-operatórios dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Bioquímica Sérica/Cães	Cão n° 01	Cão n° 02	Cão n° 03	Cão n° 04	Cão n° 05
Uréia (mg/dl)	61	23	42	30	48
Creatinina (mg/dl)	1,01	1,5	1,3	1,5	1,4
Proteínas Totais (g/dl)	8,8	6,3	7,4	8,3	8,4
Albumina (g/dl)	2	2,0	2,8	2,4	2,5
ALT (U/L)	53	31	26	22	24
FA (U/L)	234	50	60	40	100
Bilirrubina Total (mg/dl)	0,478	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Direta (mg/dl)	0,44	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Indireta (mg/dl)	0,038	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico

Bioquímica Sérica/Cães	Cão n° 06	Cão n° 07	Cão n° 08	Cão n° 09	Cão n° 10
Uréia (mg/dl)	41	35,9	46	132	101,9
Creatinina (mg/dl)	1,4	1,3	1,3	1,6	1,3
Proteínas Totais (g/dl)	7,6	6,3	6,7	7,9	6,8
Albumina (g/dl)	3,1	2,9	2,8	2,7	1,7
ALT (U/L)	27	32,7	46	43,6	127
FA (U/L)	60	50	29,8	34,0	218
Bilirrubina Total (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Direta (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Indireta (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico

Apêndice H - Valores dos hemogramas pós-operatórios dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Hemograma/Cães	Cão n° 01	Cão n° 02	Cão n° 03	Cão n° 04	Cão n° 05
Hemácias	5x10 ⁶ mm ³	6,2x10 ⁶ mm ³	5,6x10 ⁶ mm ³	5,6x10 ⁶ mm ³	5,7x10 ⁶ mm ³
Hematócrito	31%	39%	35%	35%	35%
Hemoglobina	10 g%	13,7 g%	11,6 g%	11,5 g%	11,9 g%
VCM	62 fl	62,90 fl	62,50 fl	62,50 fl	61,40 fl
HCM	20 pg	22,10 pg	20,71 pg	20,54 pg	20,88 pg
CHCM	32,26%	35,13%	33,14%	32,86%	34,00%
Leucócitos	18.100/mm ³	13.300/mm ³	21.300/mm ³	7.200/mm ³	10.300/mm ³
Neutrófilos (valor absoluto/mm ³)	13.394	8.379	16.188	5.400	6.798
Segmentados	13.394	8.379	16.188	5.400	6.798
Eosinófilos	1.267	1.729	1.491	360	1.030
Linfócitos Típicos	3.077	1.330	2.343	792	1.751
Monócitos	362	1.862	1.278	648	721

Hemograma/Cães	Cão n° 06	Cão n° 07	Cão n° 08	Cão n° 09	Cão n° 10
Hemácias	4,7x10 ⁶ mm ³	5,4x10 ⁶ mm ³	6,1x10 ⁶ mm ³	4,6x10 ⁶ mm ³	5,7x10 ⁶ mm ³
Hematócrito	31%	38%	41%	28%	40%
Hemoglobina	10,4 g%	13,1 g%	14,1 g%	9,1 g%	12,9 g%
VCM	65,96 fl	70,37 fl	67,21 fl	60,87 fl	70,18 fl
HCM	22,13 pg	24,26 pg	23,11 pg	19,78 pg	22,63 pg
CHCM	33,55%	34,473%	34,39%	32,50%	32,25%
Leucócitos	17.000/mm ³	14.500/mm ³	11.200/mm ³	6.100/mm ³	12.200/mm ³
Neutrófilos (valor absoluto/mm ³)	10.370	10.150	9.184	4.453	7.076
Segmentados	10.370	10.150	9.184	4.453	7.076
Eosinófilos	510	580	672	183	610
Linfócitos Típicos	4.590	2.610	560	854	2.928
Monócitos	1.530	1.160	784	610	1.586

Apêndice I - Valores dos exames bioquímicos pós-operatórios dos cães submetidos à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Bioquímica Sérica/Cães	Cão n° 01	Cão n° 02	Cão n° 03	Cão n° 04	Cão n° 05
Uréia (mg/dl)	65	52	28	38	39
Creatinina (mg/dl)	1,23	1,40	1,20	1,30	1,4
Proteínas Totais (g/dl)	8,8	6,7	6,8	7	7,2
Albumina (g/dl)	2,2	2,1	2,5	2,2	2,5
ALT (U/L)	40	48	32	22	31,0
FA (U/L)	249	104	87	72	121,0
Bilirrubina Total (mg/dl)	0,075	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Direta (mg/dl)	0,025	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Indireta (mg/dl)	0,05	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico

Bioquímica Sérica/Cães	Cão n° 06	Cão n° 07	Cão n° 08	Cão n° 09	Cão n° 10
Uréia (mg/dl)	35	69	48,6	164	75
Creatinina (mg/dl)	1,2	1,1	1,0	1,3	1,5
Proteínas Totais (g/dl)	6,2	5,4	5,3	7,1	6,9
Albumina (g/dl)	2,9	2,3	2,6	2,5	2,3
ALT (U/L)	43	281	69	52	77
FA (U/L)	96	273	91	83,9	177
Bilirrubina Total (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Direta (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico
Bilirrubina Indireta (mg/dl)	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico	Soro não icterico

Apêndice J – Valores da contagem de plaquetas do cão número sete submetido à pneumonectomia direita - São Paulo - 2007

Cão nº 7/Exame	Contagem de Plaquetas
Pré-Operatório	253.000 mm ³
6 horas de Pós-Operatório	56.000 mm ³

Viabilidade da pneumonectomia direita em cães: uma avaliação paramétrica, hemogasométrica e radiográfica¹

Edson A. Simões^{2*}, Fabio B. Jatene³, Wanderley M. Bernardo³, Angelo J. Stopiglia⁴, Rosângela Monteiro³, Denise T. Fantoni⁴, Cristina D. Abduch⁵, Karina V.B. Yasbek², Eduardo T. Irino², Silvana M. Unruh⁴, Márcia Kahvegian² e André L.H. Soares²

ABSTRACT.- Simões E.A., Jatene F.B., Bernardo W.M., Stopiglia A.J., Monteiro R., Fantoni D.T., Abduch C.D., Yasbek K.V.B., Irino E.T., Unruh S.M., Kahvegian M. & Soares A.L.H. 2007. [Viability of the right pneumonectomy in dogs: a parametric, hemogasometric and radiological evaluation.] Viabilidade da pneumonectomia direita em cães: uma avaliação paramétrica, hemogasométrica e radiográfica. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 27(11):447-454. Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Orlando Marques de Paiva 87, São Paulo, SP 05508-900, Brazil. E-mail: edas@uol.com.br

In dogs, the evidence of viability of the right pneumonectomy, as well as the study of complications resulting from surgical procedure, are very important regarding the few specific studies made on the pneumonectomy in this animal species. The objective of this project was to carry out an experimental study to evaluate the viability of the right pneumonectomy in dogs through parametric, hemogasometric and radiographic evaluation. Ten adult healthy mongrel dogs, males and females, weighing 13-32 kg, were used. The dogs were submitted to selective intubation and right thoracotomy at the 5th intercostal space, where the pneumonectomy was performed. A radiographic evaluation was made on days 7, 30 and 60 after the surgery, as well as parametric and hemogasometric evaluations were done (before anesthetic induction, 1 hour after extubation, 48 hours and on days 7, 30 and 60 after the surgical procedure), considered important to evaluate possible complications due to the anesthetic and surgical techniques, as well as complications resulting from these procedures. The results were analyzed statistically. Besides the parametric and hemogasometric alterations, all dogs showed compensation for the gaseous exchanges after removing 57% of the pulmonary volume. Regarding the radiographic evaluation, it could be observed that the expansion of the remaining lung caused heart and lung displacement into the right hemithorax. It can be concluded that the right pneumonectomy is completely feasible in dogs, allowing a parametric, hemogasometric and radiographic satisfactory evaluation in all the animals.

INDEX TERMS: Pneumonectomy, lung surgery, dogs.

RESUMO.- Em cães, a comprovação da real viabilidade da pneumonectomia direita, bem como, o estudo das complicações resultantes deste procedimento cirúrgico, tornam-se importantes diante da pequena quantidade de estudos na literatura específicos sobre pneumonectomia nesta espécie. O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo experimental para avaliar a viabilidade da pneumonectomia direita em cães, através da avaliação paramétrica, hemogasométrica e radiográfica. Foram utilizados 10 cães adultos, sadios, machos e fêmeas sem raça definida, pesando entre 13 e 32 kg. Todos os cães foram submetidos à intubação seletiva e toracotomia direita no 5º espaço intercostal, onde foi realizada a pneumonectomia. Foi realizado estudo temporal aos 7, 30 e 60 dias

¹ Recebido em 11 de agosto de 2007.

Aceito para publicação em 15 de outubro de 2007.

² Pós-Graduando, Departamento de Cirurgia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), Av. Prof. Orlando Marques de Paiva 87, São Paulo, SP 05508-900, Brasil. *Autor para correspondência: edas@uol.com.br

³ Departamento de Cardiopneumologia, Instituto do Coração, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina (FM), Universidade de São Paulo (USP), Av. Prof. Enéas de Carvalho Aguiar 442, Bloco II, 5º andar, sala 7, São Paulo, SP 05403-000.

⁴ Departamento de Cirurgia, Hospital Veterinário, FMVZ, USP, São Paulo, SP.

⁵ Pós-Graduanda, Laboratório de Anatomia Patológica, Instituto do Coração, Hospital das Clínicas, FM, USP, São Paulo, SP.

de pós-operatório, onde foi feita avaliação radiográfica, bem como, avaliação paramétrica e hemogasométrica (antes da indução anestésica, 1 hora após extubação, 48 horas, 7, 30 e 60 dias após o procedimento cirúrgico), considerados importantes para avaliar as possíveis complicações relacionadas com a técnica anestésica, cirúrgica, assim como, as complicações resultantes deste procedimento cirúrgico. Os resultados encontrados foram analisados estatisticamente. Apesar das alterações dos índices paramétricos e hemogasométricos, todos os cães apresentaram compensação das trocas gasosas após retirada de 57% do volume pulmonar. Na avaliação radiográfica, observamos que a expansão do pulmão remanescente causou deslocamento do coração e pulmão para hemitórax direito. Concluiu-se que a realização da pneumonectomia direita é plenamente viável no cão, permitindo evolução paramétrica, hemogasométrica e radiográfica satisfatória em todos os cães.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Pneumonectomia, cirurgia pulmonar, cães.

INTRODUÇÃO

As ressecções totais do pulmão podem ser feitas através da pneumonectomia simples, na qual a dissecação dos elementos do hilo pulmonar faz-se sem abrir o pericárdio. A pneumonectomia é indicada nas afecções que acometem todos os lobos de um pulmão, desde que o pulmão contralateral esteja íntegro. As principais afecções em que a pneumonectomia é indicada são: neoplasias, abscessos e traumas. Dentre as possíveis complicações da pneumonectomia, a hipertrofia ventricular direita, aumento da resistência vascular pulmonar, arritmias, empiema, disfagia e problemas com a cicatrização do coto brônquico são relatados no pós-operatório (Perez et al. 1985, Patel et al. 1992, Fossum 1993, Kopec et al. 1998).

Complicações menos frequentes, tais como, acidente vascular cerebral, tromboembolismo, síndrome pós-pneumonectomia, fístula esofágica, quilotórax, pneumotórax contralateral, vôlvulo gástrico, pneumopericárdio, paralisia pós-pneumonectomia, edema pulmonar e falência renal são relatados no pós-operatório, principalmente, após pneumonectomia direita em pacientes humanos (Perez et al. 1985, Patel et al. 1992, Kopec et al. 1998, Bedard et al. 2007).

Em cães a pneumonectomia esquerda e direita corresponde a remover aproximadamente 45 e 57% do volume pulmonar, respectivamente (Hsia et al. 1994). Segundo Nelson (1993), a pneumonectomia direita em cães resulta em morte na maioria dos casos.

A pneumonectomia pode mimetizar doenças restritivas pulmonares, permitindo o estudo das alterações fisiológicas associadas à perda de grande parte do parênquima pulmonar. A maioria dos estudos devido à perda de tecido pulmonar em cães foram avaliados através de alterações anatômicas medidas no post-mortem e alterações funcionais do pulmão remanescente durante anestesia. Os mecanismos que ocasionam a limitação ao exercício, após ressecção pulmonar, incluem depressão ventilatória, anormalidades nas trocas gasosas devido à desigualdade na relação ventilação/perfusão durante o exercício (Hsia et al. 1990a).

Hsia et al. (1994) e Yan et al. (2005) realizaram cirurgia experimental em cães, estudando as mudanças estruturais no pulmão esquerdo, após pneumonectomia direita em cães. Os resultados dos estudos morfométricos demonstraram uma maior compensação funcional após pneumonectomia direita, quando comparado com a pneumonectomia esquerda.

Em humanos a pneumonectomia direita apresenta maior mortalidade, variando entre 10 e 12%, enquanto nos pacientes submetidos à pneumonectomia esquerda a mortalidade varia entre 1 e 3,5% (Kopec et al. 1998). A pneumonectomia direita está também associada com maior risco de edema pulmonar com taxa de mortalidade superior a 50% (Wahi et al. 1989, Kopec et al. 1998).

Hsia et al. (1993), realizaram o primeiro estudo correlacionando compensação morfométrica e fisiológica após exercício em cães. Neste estudo, ocorreu aumento da capacidade de difusão de oxigênio em 27% após pneumonectomia esquerda quando estimado por técnicas de avaliação fisiológica e morfométrica. As mudanças após pneumonectomia esquerda são hiperinsuflação do pulmão direito, aumento do espaço alveolar e diminuição da barreira alvéolo capilar. Estas mudanças causam um aumento compensatório das trocas gasosas como demonstraram Hsia et al. (1993), Takeda et al. (1996, 1999).

Takeda (1997) demonstrou, através da avaliação tomográfica, que a expansão do pulmão remanescente, após pneumonectomia em cães, pode causar o deslocamento do coração e mediastino para hemitórax esquerdo.

Por meio da pneumonectomia estuda-se o potencial compensatório de vários componentes do pulmão remanescente, incluindo avaliação hemogasométrica e hemodinâmica (Hsia et al. 1990, 1991, 1992; Johnson et al. 1991, Takeda et al. 1996).

Hsia et al. (2001), estudaram os mecanismos compensatórios do pulmão remanescente, após pneumonectomia direita em cães adultos, através da implantação de uma prótese inflável de silicone em hemitórax direito. A expansão pulmonar, volume do tecido septal alveolar, área superficial e capacidade de difusão alvéolo capilar foi significativamente menor nos cães em que a prótese de silicone foi inflada.

Brody et al. (1975) também obtiveram resultados semelhantes ao realizarem pneumonectomia esquerda em camundongos jovens, demonstraram aumento da síntese de DNA nas células alveolares do pulmão remanescente. Uma semana após a cirurgia, houve 38% de aumento do peso e 41% de aumento do volume pulmonar.

Pavia et al. (2003) compararam as alterações hemogasométricas e da função estática pulmonar após realização de 3 tipos de ressecção pulmonar (pneumonectomia, lobectomia e ressecção em cunha) em pacientes humanos. Apenas a pneumonectomia esteve associada com a diminuição da resistência aos exercícios, no entanto, as alterações dos parâmetros foram menores que as expectativas dos autores.

Liptak et al. (2004) relataram que a técnica cirúrgica e os resultados da pneumonectomia no pós-operatório não têm sido reportados em cães e gatos. Neste estudo, foi realizado pneumonectomia em 3 cães e 1 gato para tratamento de

neoplasia pulmonar e doença pleural. Um cão morreu no pós-operatório imediato, provavelmente, devido à insuficiência respiratória. O gato veio à óbito devido à arritmias cardíacas e progressiva falência cardíaca congestiva. Um cão apresentou complicações gastroentéricas, acompanhado do deslocamento do mediastino e disfunção esofágica. Apenas um cão obteve pós-operatório sem intercorrências.

Riquelme et al. (2005) estudaram as alterações cardiopulmonares, durante anestesia com intubação seletiva, em 7 cães saudáveis. As avaliações foram realizadas 15 minutos após a realização da intubação seletiva. Durante a mensuração dos parâmetros, houve diminuição significativa da PaO_2 e saturação de oxigênio. Não houve alteração significativa dos parâmetros hemodinâmicos e de oxigênio livre. A análise dos resultados demonstrou que o uso da intubação seletiva não causa efeito negativo na oxigenação tecidual.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da pneumonectomia direita em cães através da análise paramétrica, hemogasométrica e radiográfica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, neste estudo, 10 cães (*Canis familiaris*), machos e fêmeas, adultos, sem raça definida, pesando entre 13 e 32 kg, provenientes dos centros de Controle de Zoonoses de cidades pertencentes a grande São Paulo e alojados no Canil do Laboratório de Cirurgia Cardiotorácica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), com 15 dias de antecedência à data da intervenção cirúrgica.

Foram avaliados clinicamente e submetidos a exames complementares através de amostras de sangue coletadas para hemograma, função hepática e renal, para posteriormente serem incluídos no estudo. Esses exames complementares foram novamente realizados com 7 dias de pós-operatório nos 10 cães submetidos à pneumonectomia direita.

Todos os cães foram submetidos à pneumonectomia direita e avaliados com até 60 dias de pós-operatório.

No período que correspondeu a 24 horas antes da cirurgia experimental, foi realizada administração profilática de antibiótico, sendo aplicada benzilpenicilina benzatina na dose de 40.000 U/kg por via subcutânea.

Após jejum hídrico e alimentar de 6 e 12 horas, respectivamente, os cães receberam como medicação pré-anestésica acepromazina 0,2% na dose de 0,1mg/kg, por via intramuscular, 10 minutos antes da indução. A indução anestésica foi realizada através da utilização de propofol na dose de 5mg/kg por via intravenosa. Em seguida, foi realizada intubação seletiva, com o auxílio de broncoscópio flexível de 3,2mm de diâmetro (Broncoscópio LF-DPMS-Olympus®), manutenção anestésica com agente inalatório isoflurano e bloqueio neuromuscular com administração de rocurônio na dose de 0,6mg/kg por via intravenosa.

A ventilação mecânica foi regulada de maneira a manter pressão inspiratória média de 20 mm Hg na frequência de 20-25 movimentos por minuto e com fração inspiratória de oxigênio de 100%.

Os cães foram submetidos à toracotomia lateral direita na altura do 5º espaço intercostal. As costelas foram separadas com afastador tipo Finochietto infantil (Fig.1).

Os pulmões foram afastados lateralmente e dorsalmente em relação à cavidade pleural, sendo identificadas as estruturas do hilo pulmonar.

Fig.1. Imagem fotográfica da abordagem cirúrgica através do 5º espaço intercostal direito. Em detalhe, região de pulmão direito com atelectasia durante intubação seletiva.

Após ligadura dos elementos vasculares do hilo, o brônquio foi dissecado e uma pinça atraumática foi colocada proximalmente ao local da secção. A seguir, o brônquio principal direito foi seccionado e o pulmão ressecado. O coto proximal foi submetido à sutura manual com pontos separados “em 8” utilizando fio polipropileno 5-0.

Após a sutura, a pinça foi retirada, sendo testada a aerostasia através do preenchimento da cavidade pleural com solução fisiológica 0,9% e, em seguida, foram realizadas manobras de insuflação pulmonar. Não havendo borbulhonamento, a solução salina foi aspirada. Realizada a ressecção pulmonar, foi feita inspeção minuciosa do campo operatório para certificar-se da boa qualidade da hemostasia e aerostasia. Um dreno tubular sob selo d’água foi colocado no espaço pleural. A síntese da parede torácica foi realizada de acordo com técnica convencional. O dreno torácico foi mantido até que o animal estivesse estável e acordado.

Os cães foram encaminhados ao canil do Laboratório de Cirurgia Cardiotorácica da FMVZ-USP para cuidados pós-operatórios: analgesia, curativos da ferida cirúrgica e anotações dos parâmetros clínicos. Foram mantidos com collar protetor até a retirada dos pontos.

Os cães foram submetidos à avaliação paramétrica clínica e laboratorial através da mensuração da temperatura (TR), hematócrito (Ht), hemoglobina (Hb), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR). Da mesma maneira, os cães foram submetidos à avaliação hemogasométrica através da obtenção no sangue arterial dos valores da Pressão Parcial de Oxigênio (PaO_2), Pressão Parcial de Dióxido de Carbono ($PaCO_2$), Concentração Hidrogeniônica (pH), Saturação de Hemoglobina ($S_aO_2\%$) e Bicarbonato Plasmático [HCO_3^-].

Os momentos de mensuração dos parâmetros acima relacionados estão representados no Quadro 1.

Para a avaliação radiográfica os cães foram encaminhados para o Serviço de Diagnóstico por Imagem da FMVZ-USP 24 horas antes e com 7, 30 e 60 dias, após o procedimento cirúrgico, onde foi realizada radiografia torácica ventro-dorsal, látero-lateral direita e esquerda para avaliação dos campos pulmonares, silhueta cardíaca e espaço pleural, visando avaliar as alterações topográficas decorrentes da pneumonectomia e descartar imagens radiográficas de pneumotórax e efusão pleural no pós-operatório.

Avaliação estatística. As variáveis foram inicialmente analisadas descritivamente. Para as variáveis quantitativas (avaliação paramétrica e hemogasométrica), esta análise foi realizada através da observação dos valores mínimos e máximos e do cálculo de médias,

Quadro 1. Momentos de mensuração das avaliações paramétricas e hemogasométricas nos cães submetidos à pneumonectomia direita

Momento Zero (M ₀)	Antes do procedimento cirúrgico (antes da indução da anestesia)	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Um (M ₁)	1 hora após a extubação	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Dois (M ₂)	48 horas após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Três (M ₃)	7 dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Quatro (M ₄)	30 dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]
Momento Cinco (M ₅)	60 dias após o procedimento cirúrgico	FC, FR, TR, Ht, Hb, PaO ₂ , PaCO ₂ , pH, S _a O ₂ % e [HCO ₃ ⁻]

desvios-padrão e medianas. Para as variáveis qualitativas (avaliação radiográfica) foram calculadas as frequências absolutas e relativas.

O comportamento do grupo de cães foi averiguado considerando-se as condições estudadas, nos diferentes momentos, em cada mensuração foi utilizado técnica de Análise de Variância com medidas repetidas (Timm 1975), a qual consiste no ajuste de um modelo linear multivariado a partir do qual a seguinte hipótese foi testada: H₀ cujo perfil médio de resposta é paralelo ao eixo das abscissas, ou seja, não há efeito do fator condição de avaliação.

A estatística de Wilks, com a aproximação para a estatística de F, foi utilizada no teste da hipótese acima. A técnica de Análise de Variância com medidas repetidas pressupõe normalidade dos dados, quando esta suposição for rejeitada, as variáveis foram transformadas através do logaritmo.

Caso a normalidade dos dados (mesmo com a variável transformada) não tenha sido observada foi utilizado o teste não paramétrico de Friedman (Rosner 1986).

Todos os testes foram realizados admitindo-se o nível de significância de 5%.

RESULTADOS

As cirurgias foram realizadas conforme proposto no protocolo cirúrgico.

Comparando-se com os valores controle, foi possível observar diminuição estatisticamente significativa dos valores do hematócrito e hemoglobina nos momentos M1, M2 e M3 (Fig.2 e 3, Quadros 2 e 3).

Em contrapartida, ocorreu aumento estatisticamente significativo, em relação ao momento M0, nos valores de hematócrito e hemoglobina no momento M5 (Fig.2 e 3, Quadros 2 e 3).

Foi observada diminuição estatisticamente significativa

Fig.2. Valores da média e desvio-padrão do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita. *Diferença significativa do momento M0 (p < 0,05).

Fig.3. Valores da média e desvio-padrão da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita. *Diferença significativa do momento M0 (p < 0,05).

dos valores da temperatura, em relação ao M0, no momento M1 (Fig.4, Quadro 4).

Em relação à avaliação hemogasométrica, foi verificada diminuição estatisticamente significativa, apenas nos valores do pH, no momento M1, com retomada aos valores normais nos demais momentos (Fig.5, Quadro 5).

Quadro 2. Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do hematócrito (%) dos cães submetidos à pneumonectomia direita

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	40,60	5,30	40,50	30,00	51,00
M1 *	32,90	3,38	34,00	27,00	38,00
M2 *	33,40	5,66	32,50	24,00	45,00
M3 *	35,80	4,02	35,50	28,00	41,00
M4	38,90	4,58	39,50	31,00	44,00
M5 *	44,70	5,46	44,50	37,00	53,00

* Diferença significativa do momento M0 (p < 0,05).

Quadro 3. Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da hemoglobina (g/dl) dos cães submetidos à pneumonectomia direita

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	14,08	1,59	14,10	10,60	16,90
M1 *	11,21	1,27	11,25	9,40	13,20
M2 *	11,84	2,31	11,80	8,00	17,00
M3 *	12,06	1,52	12,10	9,10	14,10
M4	13,43	1,47	14,05	10,70	14,90
M5 *	16,69	2,43	17,25	12,60	19,80

* Diferença significativa do momento M0 (p < 0,05).

Fig.4. Valores da média e desvio-padrão da temperatura (°C) dos cães submetidos à pneumonectomia direita. *Diferença significativa do momento M0 (p< 0,05).

Quadro 4. Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo da temperatura (°C) dos cães submetidos à pneumonectomia direita

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	38,83	0,44	38,95	38,00	39,30
M1 *	36,94	0,93	37,05	35,30	38,00
M2	38,84	0,25	38,80	38,50	39,30
M3	38,96	0,25	39,00	38,50	39,20
M4	39,00	0,27	39,00	38,50	39,30
M5	38,90	0,30	39,00	38,50	39,30

*Diferença significativa do momento M0 (p< 0,05).

Fig.5. Valores da média e desvio-padrão do pH arterial dos cães submetidos à pneumonectomia direita. *Diferença significativa do momento M0 (p< 0,05).

Quadro 5. Valores da média, desvio-padrão, mediana, mínimo e máximo do pH arterial dos cães submetidos à pneumonectomia direita

Momento	Média	dp	Mediana	Mínimo	Máximo
M0	7,41	0,03	7,40	7,36	7,46
M1 *	7,34	0,04	7,33	7,29	7,42
M2	7,42	0,04	7,41	7,39	7,49
M3	7,41	0,03	7,41	7,37	7,47
M4	7,41	0,04	7,41	7,37	7,47
M5	7,42	0,02	7,42	7,40	7,46

* Diferença significativa do momento M0 (p< 0,05).

Fig.6. Imagem radiográfica em projeção látero-lateral direita de cão após pneumonectomia direita. Observa-se deslocamento dorsal da silhueta cardíaca devido à hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos.

Fig.7. Imagem radiográfica em projeção ventro dorsal de cão após pneumonectomia direita. Observa-se hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos, invadindo o hemitórax direito cranial e caudalmente e desvio lateral direito da traquéia e silhueta cardíaca.

As possíveis alterações topográficas das estruturas presentes na cavidade torácica, tais como, deslocamento da silhueta cardíaca, mediastino e hiperinsuflação de lobos pulmonares esquerdos foram avaliados radiograficamente (Fig.6 e 7).

Nos 10 cães estudados, nenhum apresentou alterações radiográficas de tórax no pré-operatório.

As radiografias de tórax na projeção ventro-dorsal apresentaram imagens de hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos, em sete cães aos 7 dias de pós-operatório e nove cães aos 30 e 60 dias de pós-operatório.

Em cinco cães, aos 7 dias de pós-operatório, e seis cães, aos 30 e 60 dias de pós-operatório, as radiografias de tórax na projeção látero-lateral apresentaram desvio dorsal da silhueta cardíaca, sugerindo hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos.

Os Cães 3, 4, 6, 7 e 9 apresentaram efusão pleural aos 7 dias de pós-operatório.

Em 80% dos cães aos 7 dias de pós-operatório e em 100% dos cães aos 30 e 60 dias de pós-operatório, as radiografias de tórax na projeção ventro-dorsal demonstraram deslocamento da silhueta cardíaca e mediastino para hemitórax direito.

DISCUSSÃO

O estudo da viabilidade da pneumonectomia direita em cães, através da avaliação paramétrica, hemogasométrica e radiográfica, está justificado diante do interesse crescente e da escassez de trabalhos em Medicina Veterinária, considerando os aspectos referentes à padronização da técnica anestésica, cirúrgica, bem como, as complicações resultantes deste procedimento cirúrgico.

Concomitantemente, deve-se considerar a alta mortalidade após a pneumonectomia direita em pacientes humanos, variando entre 10 e 13% quando comparada com a pneumonectomia esquerda, onde temos mortalidade entre 1 e 3,5% (Kopec et al. 1998, Muysons et al. 1998).

Na rotina da cirurgia em Medicina Veterinária, existem casos nos quais não há uma conduta bem estabelecida, muitas vezes o tratamento clínico seguido de lobectomia é insuficiente, limitado e paliativo.

Assim, nas intervenções cirúrgicas do pulmão, sejam por trauma, infecção ou neoplasia, a pneumonectomia pode ser um importante aliado no protocolo cirúrgico.

No presente estudo, todos os cães completaram os procedimentos metodológicos. Estes resultados não coadunaram com o que fora relatado por Nelson (1993), onde afirma que a pneumonectomia direita em cães é quase sempre fatal.

Nos 10 cães operados, o acesso escolhido através da incisão da pele e tecido subcutâneo na altura do 5º espaço intercostal, proporcionou um campo operatório adequado para a abordagem dos elementos do hilo pulmonar. No entanto, apesar da intubação seletiva, o volume pulmonar maior do lado direito, que corresponde aproximadamente a 57% do volume pulmonar total, dificultou a dissecação e ligadura das veias pulmonares. Além disso, a localização anatômica da artéria pulmonar direita dificultou sua exposição cirúrgica. A artéria pulmonar direita transita ventralmente à carina, emergindo no hilo situado entre os lobos pulmonares cranial e médio direitos, acompanhando dorsalmente o brônquio do lobo pulmonar médio, sendo observada dorsalmente às veias pulmonares (Hare, 1986; Nelson, 1993). Entretanto, de acordo com Riquelme et al. (2005), no presente estudo, a intubação seletiva facilitou sobremaneira as manobras na cavidade torácica e exposição dos elementos do hilo pulmonar durante o procedimento cirúrgico.

Em relação a técnica anestésica, foi escolhido o isoflurano por permitir rápida indução e recuperação anestésica, apresentando pequena taxa de metabolização, sendo mínimos os seus efeitos cardiovasculares (Oliva 2002). As características do anestésico utilizado permitiram rápida recuperação anestésica com retomada da respiração espontânea logo após o término do procedimento cirúrgico. Verificou-se estabilidade cardiovascular ao longo do procedimento, demonstrando adequação da técnica anestésica empregada.

A utilização de um broncofibroscópio flexível de 3,2mm de diâmetro facilitou a realização da intubação seletiva permitindo, devido ao seu diâmetro reduzido, uma ventilação adequada, minimizando a queda da saturação do oxigênio durante o procedimento, de acordo com Sackner (1975).

No que se refere aos valores do hematócrito e hemoglobina, observamos queda significativa desses valores nos momentos M1, M2 e M3 (uma hora após a extubação, 48 horas e 7 dias após o procedimento cirúrgico) em relação aos valores basais. Acredita-se que a ocorrência de hemodiluição devido à administração de fluidoterapia durante o procedimento cirúrgico, poderia explicar a queda desses valores.

Todavia, verificou-se incremento significativo nos valores do hematócrito e hemoglobina no momento M5 (60 dias após o procedimento cirúrgico). De fato, Hsia et al. (1994) e Hsia et al. (1990) constataram policitemia após realização de pneumonectomia experimental em cães, afirmando ser um importante mecanismo compensatório para tentar manter as mesmas taxas de trocas gasosas no período pré-operatório.

O procedimento anestésico ocasionou queda estatisticamente significativa da temperatura no momento M1 (uma hora após extubação) com retorno aos valores normais no pós-operatório. A diminuição da temperatura no momento M1 ocorreu devido à diminuição do metabolismo basal durante a anestesia.

A despeito das intercorrências intra e pós-operatórias, associadas a alta taxa de mortalidade, citadas por Liptak et al. (2004) e Nelson (1993), após pneumonectomia direita em cães, o presente estudo mostrou uma rápida e efetiva compensação funcional do pulmão esquerdo, ou seja, este foi capaz de compensar funcionalmente o pulmão retirado através da hiperinsuflação pulmonar de acordo com (Hsia et al. 1990a,b, 1993, 1994a,b, 2001, Johnson et al. 1991, Takeda et al. 1996, 1999, Yan et al. 2005).

Neste estudo, a gasometria comprovou os mecanismos compensatórios após a realização da pneumonectomia direita. Decorridos 48 horas e 7 dias após o procedimento cirúrgico, obtidos com $F_i O_2$ de 21%, a média da $P_a O_2$ foi igual a 84,4mmHg e 83,10mmHg, respectivamente, o que resulta em uma relação de $P_a O_2 / F_i O_2$ de 401,9 e 396. Estes valores estão dentro da normalidade, tendo-se em vista que a oxigenação é adequada quando a relação $P_a O_2 / F_i O_2$ é superior a 280 (Rossi et al. 1998), demonstrando uma rápida compensação do pulmão esquerdo, mantendo os valores de $P_a O_2$ e relação $P_a O_2 / F_i O_2$ normais até o final do pós-operatório.

No presente trabalho, a realização da pneumonectomia direita ocasionou acidose respiratória transitória, demonstrada pela redução significativa do pH no momento M1 (uma hora após a extubação). Pode-se pressupor que neste momento, as alterações nos valores do pH foram causadas durante mecanismo de adaptação da ventilação alveolar e sua adequação para manter esses valores em níveis normais, após a retirada abrupta do pulmão direito. Estes resultados vão de encontro aos trabalhos realizados por Hsia et al. (1994), Takeda et al. (1996, 1999) no pós-operatório imediato após pneumonectomia esquerda em cães.

O estudo radiográfico do tórax foi um procedimento im-

portante para se avaliar as alterações anatômicas após a pneumonectomia direita e possíveis alterações do parênquima pulmonar, presença de pneumotórax e efusão pleural no pós-operatório.

No estudo em tela, apenas 5 cães apresentaram efusão pleural na avaliação radiográfica aos 7 dias de pós-operatório. Em contrapartida, Adams et al. (1945), realizaram estudo radiográfico após pneumonectomia em pacientes humanos e observaram aumento gradativo da efusão pleural no pós-operatório. Afirmaram que o fluido pleural se acumula na taxa de 2 espaços intercostais por dia. Todavia, a velocidade de formação de fluido pleural pode variar. Normalmente, 80% a 90% do espaço pleural é preenchido em 2 semanas. Analogamente, Christiansen et al. (1965), relataram que o tempo médio para a completa opacificação foi de 3,9 meses, após a realização de pneumonectomia em pacientes humanos.

No presente estudo, acredita-se que a causa de efusão pleural no pós-operatório foi o resíduo de solução salina 0,9% durante o teste de aerostasia da sutura do brônquio principal direito associado com processo inflamatório exsudativo nos primeiros dias de pós-operatório.

Os exames radiográficos na fase pós-operatória demonstraram imagens de desvio dorsal da silhueta cardíaca e deslocamento do coração e mediastino para hemitórax direito, sugerindo hiperinsuflação de campos pulmonares esquerdos.

Considerando os resultados obtidos, concordamos com Takeda et al. (1997) quando demonstraram através da avaliação tomográfica que a expansão do pulmão remanescente, após pneumonectomia esquerda em cães, pode causar o deslocamento do coração e pulmão para hemitórax esquerdo.

Estes resultados vêm de encontro com os trabalhos conduzidos por Hsia et al. (1993), Takeda et al. (1996, 1999) onde verificaram que as mudanças após pneumonectomia esquerda em cães são hiperinsuflação do pulmão direito, aumento do espaço alveolar e diminuição da barreira alvéolo capilar, causando um aumento compensatório das trocas gasosas.

Desta forma, esperamos que este trabalho estimule a utilização da pneumonectomia direita na rotina dos centros cirúrgicos veterinários.

A comprovação que o pulmão remanescente consegue manter a capacidade de oxigenação adequada do sangue, permite que este princípio seja utilizado na rotina cirúrgica em pequenos animais, podendo ser uma alternativa viável e tecnicamente segura, elevando a probabilidade de melhora da qualidade de vida e cura desses animais, além de se constituir um interessante instrumento para estudos experimentais mais aprofundados da fisiologia pulmonar.

CONCLUSÕES

A avaliação dos resultados obtidos permitiu concluir que a técnica cirúrgica utilizada para a realização da pneumonectomia direita é plenamente viável no cão. Este modelo experimental pode ser realizado através de técnica cirúrgica reprodutível nos cães acometidos por doenças pulmonares.

Não foram observadas alterações importantes na hemogasometria em todos os cães operados, demonstrando uma

hematose adequada do pulmão remanescente no pós-operatório imediato e tardio.

Os volumes pulmonares foram mantidos no período pós-operatório pelo pulmão remanescente.

Os dados obtidos da avaliação radiográfica permitiram concluir que a pneumonectomia direita promove alterações significativas na anatomia topográfica das estruturas presentes na cavidade torácica, demonstradas por imagens de hiperinsuflação do pulmão esquerdo, deslocamento da silhueta cardíaca e mediastino para hemitórax direito.

Agradecimentos. - Os autores agradecem o apoio financeiro do CNPq e da FAPESP. Trabalho aprovado pela Comissão de Bioética (Protocolo 475/2004).

REFERÊNCIAS

- Bedard E.L., UY K. & Keshavjee S. 2007. Postpneumonectomy syndrome: a spectrum of clinical presentations. *Annals of Thoracic Surgery* 83(3):1185-1186.
- Fossum T.W. 1993. Respiratory system, p.2231-2244. In: Slatter D. (ed.), *Textbook of Small Animal Surgery*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Hare W.L.D. 1986. Sistema Respiratório, p.1465-1480. In: (ed.), *Anatomia dos Animais Domésticos*, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Hsia C.C.W., Carlim J.L., Cassidy S.S., Ramanathan M. & Johnson R.L. 1990. Hemodynamic changes after pneumonectomy in the exercising foxhound. *J. Appl. Physiol.* 69(1):51-67.
- Hsia C.C.W., Carlim J.L., Wagner P.D., Cassidy S.S. & Johnson R.L. 1990a. Gas exchange abnormalities after pneumonectomy in conditioned, foxhounds. *J. Appl. Physiol.* 68(1):94-104.
- Hsia C.C.W., Doffey F.F., Stalder-Navarro V., Johnson R.L., Reynolds R.C. & Weibel E.R. 1993. Structural changes underlying compensatory increase of diffusing capacity after left pneumonectomy in adult dogs. *J. Clin. Invest.* 92:758-764.
- Hsia C.C.W., Herazo L.F., Doffey F.F. & Weibel E.R. 1994. Compensatory lung growth occurs in adult dogs after right pneumonectomy. *J. Clin. Invest.* 94(1):405-412.
- Hsia C.C.W., Herazo L.F., Ramanathan M. & Johnson R.L. 1994. Cardio-pulmonary adaptations to pneumonectomy in dogs. IV. Membrane diffusing capacity and capillary blood volume. *J. Appl. Physiol.* 77(2):998-1005.
- Hsia C.C.W., Ramanathan M., Pean J.L. & Johnson R.L. 1992. Respiratory muscle blood flow in exercising dogs after pneumonectomy. *J. Appl. Physiol.* 73(1):240-247.
- Hsia C.C.W., Wu E.Y., Wagner E. & Weibel E.R. 2001. Preventing mediastinal shift after pneumonectomy impairs regenerative alveolar tissue growth. *Am. J. Physiol. Lung Cell Mol. Physiol.* 281(5):279-287.
- Johnson R.L., Cassidy S.S., Grover R., Ramanathan M., Estrera A., Reynolds R.C., Epstein R. & Schutte J. 1991. Effect of pneumonectomy on the remaining lung in dogs. *J. Appl. Physiol.* 70(2):849-858.
- Kopec S.E., Irwin R.S., Umali-Torres C.B., Balikian J.P. & Conlan A.A. 1998. The postpneumonectomy state. *Chest* 114:1158-1184.
- Liptak J.M., Monnet E., Dernell W.S., Rizzo S.A. & Withrow S.J. 2004. Pneumonectomy: four cases studies and a comparative review. *J. Small Anim. Pract.* 45(9):441-447.
- Muysoms F.E., Rivière A.B., Defauw J.J., Dossche K.M., Knaepen P.J., Swieten H.A. & Bosch J.M.M. 1998. Completion pneumonectomy: analysis of operative mortality and survival. *Annals Thorac. Surg.* 66(4):1165-1169.
- Nelson A.W. 1993a. Respiratory system, p.692-708. In: Slatter D. (ed.), *Textbook of Small Animal Surgery*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Nelson A.W. 1993b. Respiratory system, p.777-804. In: Slatter D. (ed.), *Textbook of Small Animal Surgery*. W.B. Saunders, Philadelphia.
- Oliva V.N.L.S. 2002. Anestesia inalatória, p.174-183. In: Fantoni D.T. & Cortopassi S.R.G. (ed.), *Anestesia em Cães e Gatos*. Roca, São Paulo.
- Patel R.L., Townsend E.R. & Fountain S.W. 1992. Elective pneumonectomy:

- factors associated with morbidity and operative mortality. *Annals Thorac. Surg.* 54:84-88.
- Pavia R., Monaco F., Mondello B., Barresi P., Barone M., Familiari D. & Monaco M. 2003. Evaluation of lung function as a prognostic index before and after surgical resection due to NSCLC. *Minerva Chir.* 58(4):551-555.
- Perez G.F. & Holland J.N. 1985. Epidural hematoma as a cause of post pneumonectomy paraplegia. *Annals Thorac. Surg.* 39:282.
- Riquelme M., Monnet E., Kudnig S.T., Gaynor J.S., Wagner A.E., Corliss D. & Salman D.M. 2005. Cardiopulmonary changes induced during one lung ventilation in anesthetized dogs with a closed thoracic cavith. *Am. J. Vet. Res.* 66(6):973-977.
- Rosner B. 1986. *Fundamentals of Biostatistics*. 2nd ed. PWS Publishers, Boston. 588p.
- Rossi N., Kolobow T., Aprigliano M., Tsuno K. & Giacomini M. 1998. Intratracheal pulmonary ventilation at low airway pressures in a ventilator-induced model of acute respiratory failure improves lung function and survival. *Chest* 114:1147-1157.
- Sackner M.A. 1975. Bronchofiberscopy: state of the art. *Am. Rev. Resp. Dis.* 111(1):62-88.
- Takeda S., Ramanathan M., Estrera A.S. & Hsia C.C.W. 1999. Postpneumonectomy alveolar growth does not normalize hemodynamic and mechanical function. *J. Appl. Physiol.* 87(2):491-497.
- Takeda S., Wu E.Y., Epstein R.H., Estrera A.S. & Hsia C.C.W. 1997. *In vivo* assessment of changes in air and tissue volumes after pneumonectomy. *J. Appl. Physiol.* 82(4):1340-1348.
- Takeda S., Wu E.Y., Ramanathan M., Estrera A.S. & Hsia C.C.W. 1996. Temporal course of gas exchange and mechanical compensation after right pneumonectomy in immature dogs. *J. Appl. Physiol.* 80(4):1304-1312.
- Wahi R.M. & Decaro L.F. 1989. Determinants of perioperative morbidity and mortality after pneumonectomy. *Annals Thorac. Surg.* 48:33-37.
- Yan X., Bellotto D.J., Dane D.M., Elmore R.G., Johnson R.L., Estrera A.S. & Hsia C.C. 2005. Lack of response to all-transacid supplementation in adult dogs following left pneumonectomy. *J. Appl. Physiol.* 99(5):1681-1688.