

ELETCARDIOGRAFIA EM CÃES SUBMETIDOS À ANESTESIA PELO DESFLUORANO COM FLUXO BAIXO OU INTERMEDIÁRIO DE OXIGÊNIO

(ELECTROCARDIOGRAPHY IN DOGS ANESTHETIZED WITH DESFLURANE
DILUTED IN EITHER INTERMEDIATE OR LOW FLOW OXYGEN)

(ELECTROCARDIOGRAFÍA EN PERROS ANESTESIADOS CON DESFLUORANO,
CON FLUJO BAJO O INTERMEDIARIO DE OXÍGENO)

D. P. PAULA¹, N. NUNES^{2*}, P. S. P. SANTOS³, A. P. SOUZA⁴, C. T. NISHIMORI¹,
M. L. REZENDE⁵, A. V. LEITE⁶, P. N. H. GUERRERO⁶

RESUMO

Compararam-se os efeitos da anestesia com desflurano em fluxo baixo ou intermediário de oxigênio sobre a frequência cardíaca (FC) e eletrocardiografia (ECG), em cães. Para tanto, foram utilizados 26 animais adultos sem raça definida, sendo 22 machos e 4 fêmeas, hígdos, pesando $32,4 \pm 4,0$ kg. Os cães foram separados equitativamente em dois grupos, G1 e G2. Para ambos, induziu-se a anestesia geral por meio de administração intravenosa de propofol, na dose de $8,0 \pm 2,0$ mg/kg. Ato contínuo, os cães foram submetidos à anestesia inalatória pelo desflurano (7,2 V% expirado), diluído em oxigênio (O₂), num fluxo de 50 mL/kg/min, por meio de circuito anestésico com reinalação parcial de gases. Decorridos 15 minutos, o fluxo de O₂ passou a ser de 7 mL/kg/min para o G1, e de 30 mL/kg/min para o G2. Para o G1, simultaneamente à redução do fluxo de O₂ foi fechada a válvula de alívio, tornando o circuito anestésico com reinalação total de gases. Mensuraram-se os parâmetros imediatamente antes da aplicação dos fármacos (M0) e após 15 minutos da indução anestésica (M15), repetindo-se a coleta de parâmetros a cada 15 minutos, durante uma hora (M30 a M60). A avaliação estatística das variáveis foi efetuada pela Análise de Perfil ($p < 0,05$). Os resultados demonstraram que a anestesia com fluxo baixo de oxigênio não promove alterações na frequência cardíaca ou na eletrocardiografia, que determinem risco para o paciente.

PALAVRAS-CHAVE: Anestesia. Cães. Desflurano. Fluxo baixo. Eletrocardiografia.

SUMMARY

Desflurane anesthesia in low or intermediate oxygen flow rates were compared in dogs regarding its effects on heart rate (HR) and electrocardiography (ECG). In this experiment, 26 adult healthy mongrel dogs, males and females, weighing 32.04 ± 4.0 kg, were used. Dogs were randomly assigned to two equal groups (G1 and G2). In both groups, general anesthesia was induced with propofol (8.0 ± 2.0 mg/kg IV), followed by inhalation anesthesia with desflurane (7.2V% expired), diluted in oxygen (O₂) at a flow rate of 50 mL/kg/min, using a semi-closed anesthetic system. After 15

¹ Doutorando(a) em Cirurgia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp - Campus de Jaboticabal.

² Professor, Doutor, Depto. de Clínica e Cirurgia Veterinária, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n°. CEP 14884-900, Jaboticabal, SP. E-mail: newton@fcav.unesp.br.

³ Professor Doutor de Anestesiologia Veterinária, Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto, SP

⁴ Professor Doutor, UFCG, Campus de Patos - PB.

⁵ Doutora em Cirurgia Veterinária pela Unesp - Jaboticabal.

⁶ Médica Veterinária, Mestre em Cirurgia Veterinária.

minutes, O₂ flow was decreased to 7 mL/kg/min and 30 mL/kg/min for G1 and G2 animals, respectively. After reducing O₂ flow rate, the pop-off valve was closed for G1 animals, resulting in a closed anesthetic circuit. Parameters were measured immediately before the drugs were given (M0) and 15 minutes after anesthetic induction (M15), with repeated data collection at 15-minute intervals (M30 to M60). Statistical analysis was performed by Profile Analysis (p<0.05). We concluded that low flow anesthesia does not cause threatening changes in heart rate or in electrocardiographic parameters.

KEY-WORDS: Anesthesia. Dogs. Desflurane. Low flow. Electrocardiography.

RESUMEN

Fueron comparados los efectos de la anestesia con desflurano, con flujo bajo o intermediario de oxígeno, sobre la frecuencia cardiaca (FC) y la electrocardiografía (ECG), en perros. Para ese fin fueron utilizados 26 animales adultos, mestizos, siendo 22 machos y 4 hembras, saludables, con peso de 32,4±4,0 kg. Los perros fueron distribuidos equitativamente en dos grupos, G1 y G2. En los dos grupos la anestesia general fue inducida por medio de la administración intravenosa de propofol, en la dosis de 8,0±2,0 mg/kg. A continuación, los perros fueron sometidos a anestesia inhalatoria con desflurano (7,2 V% expirado), diluido en oxígeno (O₂), con un flujo de 50 ml/kg/min, por medio de un circuito anestésico con reinhalación parcial de gases. Transcurridos 15 minutos el flujo de O₂ se redujo a 7 ml/kg/min en el G1 y a 30 ml/kg/min en el G2. En el G1 la válvula de alivio fue cerrada simultáneamente con la reducción del flujo, tornando el sistema un circuito anestésico con reinhalación total de gases. Los parámetros fueron medidos inmediatamente antes de la aplicación de los fármacos (M0) y después de 15 minutos de la inducción anestésica (M15), repitiendo la recolección de parámetros a cada 15 minutos, durante 1 hora (M30 a M60). El análisis estadístico de las variables fue efectuado con el Análisis de Perfil (p<0,05). Los resultados demostraron que la anestesia con flujo bajo de oxígeno no promueve alteraciones en la frecuencia cardiaca ni en la electrocardiografía que determinen riesgo para el paciente.

PALABRAS-CLAVE: Anestesia. Perros. Desflurano. Flujo bajo. Electrocardiografía.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novos agentes e técnicas representa um grande avanço para a Anestesiologia Veterinária, possibilitando procedimentos mais seguros, minimizando assim os riscos inerentes a esses processos. Uma dessas novas técnicas é a anestesia com fluxo baixo de oxigênio, que vem despertando interesse crescente de médicos veterinários por, dentre outras razões, ser uma técnica com menor custo operacional, já que os gases expirados são reciclados e retornam aos pulmões do paciente após o dióxido de carbono ter sido absorvido pelo filtro, o que permite a redução do fluxo de gases novos (COTTER et al., 1991; SUTTNER e BOLDT, 2000). Complementarmente, há uma redução de gases emitidos no local de trabalho e, assim, menor poluição ambiental (BEAMS et al., 1998; JOHANSSON et al., 2001).

Descreve-se também umidificação e aquecimento dos gases inspirados com o uso desta técnica (ALDRETE et al., 1981; BERTMAN et al., 1990; COTTER et al., 1991; CONCANNON, 1996; BEAMS et al., 1998; JOHANSSON et al., 2001), que podem prevenir a morbidade pulmonar pós-operatória, manter a temperatura corpórea e impedir a perda desnecessária de água (ALDRETE et al., 1981). Fármaco de destaque entre os novos agentes anestésicos, o desflurano é dotado de baixo coeficiente de solubilidade sangue/gás (0,42 a 37° C) que permite rápida

indução e recuperação do paciente (BENNETT et al., 1992; SMILEY, 1992) apresentando também taxa de biotransformação reduzida, menor que 0,02% (WEISKOPF et al., 1992).

Sabe-se que este agente apresenta um baixo potencial tóxico, sendo seguro em sistemas de fluxo baixo (ROIGÉ e CANET, 1996).

Segundo Weiskopf (1995), quando a concentração de desflurano é aumentada rapidamente para valores maiores que 1 concentração alveolar mínima (CAM), na ausência de pré-tratamento, ocorre aumento da atividade simpática com conseqüente elevação da frequência cardíaca e da pressão sanguínea arterial. Porém, Patel e Goa (1995) observaram que este anestésico induz depressão nos sistemas cardiorrespiratório e nervoso central de forma dose-dependente, com redução da pressão arterial, mas com o débito cardíaco e a perfusão dos órgãos mantidos (GRAHAM, 1994).

Apesar de seu efeito inotrópico negativo, este fármaco não afeta a função ventricular esquerda, nem a habilidade do ventrículo esquerdo em responder ao aumento da carga cardíaca (DE HERT et al., 2001). Porém, há depressão da contratilidade atrial esquerda e redução do relaxamento da parede cardíaca (GARE et al., 2001).

O fármaco proporciona aumento da frequência cardíaca que, somada ao baixo fluxo de gases utilizado, poderiam interferir no suprimento de oxigênio para o

miocárdio ocasionando diferenças na eletrocardiografia. Assim sendo, por serem escassas as informações na literatura relativas às intercorrências produzidas pelo desflurano na dinâmica elétrica do coração, objetivou-se avaliar a anestesia de fluxo baixo, comparativamente ao uso de fluxo intermediário, com o intuito de elucidar os efeitos produzidos por essas técnicas sobre a eletrocardiografia de cães anestesiados pelo agente volátil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 26 cães adultos, sendo 22 machos e 4 fêmeas, clinicamente saudáveis, com pesos compreendidos entre 28 e 40 kg, distribuídos em dois grupos de igual número (G1 e G2). Após jejum alimentar de 12 horas e restrição hídrica de duas horas, estes foram induzidos à anestesia com $8,0 \pm 2,0$ mg/kg de propofol^a, por via intravenosa (IV) e, em seguida, entubados com sonda de Magill de diâmetro compatível com o porte do animal e imediatamente submetidos à anestesia inalatória com desflurano^b. O fármaco, diluído em oxigênio, num fluxo de 50 mL/kg/min, foi administrado aos animais de ambos os grupos, por meio de circuito anestésico com reinalação parcial de gases^c, dotado de vaporizador^d termocompensado, microprocessado e calibrado para o agente anestésico. Esse fluxo foi administrado durante 15 minutos para que ocorresse equilíbrio da concentração de gases entre o paciente e o circuito anestésico. O desflurano foi fornecido na concentração de 1,5 CAM, mensurada em equipamento digital^e, baseando-se na concentração expirada do agente, considerando-se 1 CAM equivalente a 7,2 V% (CLARKE et al., 1996).

Decorridos 15 minutos o fluxo de O₂ passou a ser de 7 mL/kg/min para o G1 e de 30 mL/kg/min para o G2.

Para o G1, simultaneamente à redução do fluxo de O₂ foi fechada a válvula de alívio, tornando o circuito anestésico com reinalação total de gases.

Foram avaliadas frequência cardíaca (FC), pelo cálculo do intervalo R-R, eletrocardiografia (ECG), obtidas em monitor de eletrocardiografia computadorizado^f ajustado para leitura da derivação DII; frequência respiratória (FR), concentração de CO₂ ao final da expiração (ETCO₂), saturação de oxi-hemoglobina (SpO₂) obtidas em monitor multiparamétrico^g, e temperatura retal (T). Para a eletrocardiografia foram analisados os valores referentes à duração e amplitude da onda P, respectivamente Ps e PmV; intervalo entre as ondas P e R (PR); duração do complexo QRS (QRSs); amplitude da onda R (RmV); duração do intervalo entre as ondas Q e T (QT); intervalo entre duas ondas R (RR). Para o registro de eventuais traçados eletrocardiográficos anormais, o ECG foi monitorado, continuamente, ao longo de todo experimento. As variáveis foram aferidas antes da aplicação dos fármacos (M0), 15 minutos após a indução

anestésica (M15) e, a partir desse momento, a cada 15 minutos (M30, M45 e M60).

A avaliação estatística das variáveis foi efetuada por meio de Análise de Perfil (MORRISON, 1967, CURI, 1980).

RESULTADOS

Os resultados referentes à frequência cardíaca não demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Observou-se, no grupo em que foi administrado fluxo intermediário de oxigênio, que a média de M15 foi inferior às dos momentos seguintes.

Os fluxos de oxigênio empregados não determinaram alterações significativas na duração da onda P (Ps), quando os valores foram comparados entre os grupos ou ao longo dos momentos.

Para a amplitude da onda P (PmV), a média de M0 foi inferior às demais no grupo onde foi empregado o fluxo baixo de oxigênio, não havendo diferenças estatísticas entre os dois grupos.

Não houve diferenças significativas quanto ao intervalo PR comparando-se os dois grupos, porém, no grupo em que se utilizou o fluxo baixo, a média de M0 foi superior à de M30 e M60.

Relativamente à duração do complexo QRS, os fluxos de oxigênio empregados não promoveram diferenças estatísticas entre os grupos. No grupo onde foi empregado o fluxo baixo, observou-se que a média de M0 foi inferior à de M15.

Para ambos os grupos, não se observaram diferenças significativas na amplitude da onda R (RmV), quando os valores foram comparados entre os grupos ou ao longo dos momentos.

Com relação ao intervalo QT, os fluxos de oxigênio empregados não foram capazes de determinar diferenças entre os grupos. Para ambos, a média de M0 foi inferior às demais.

O intervalo RR não demonstrou diferenças significativas entre os grupos. Na análise individual, para o grupo em que se utilizou o fluxo baixo, a média de M0 foi inferior às de M15, M30 e M60, enquanto no grupo onde foi empregado o fluxo intermediário, a média de M15 foi inferior às dos momentos seguintes.

Relativamente à FR, a variável comportou-se de maneira semelhante em ambos os grupos. Dentre de cada grupo, os momentos posteriores à indução (M15 a M60) registraram médias inferiores ao momento basal (M0), sendo os menores valores observados em M15.

Observou-se aumento das médias de ETCO₂ após a indução em relação aos valores basais em ambos os grupos, sendo o aumento de maior magnitude em M15. Não houve diferenças entre os grupos para a SpO₂, observou-se aumento das médias em M15, que se manteve

até o final do período experimental.

A temperatura apresentou o mesmo perfil em ambos os grupos, demonstrando redução gradual das médias ao longo dos momentos, a partir de M0.

DISCUSSÃO

Os resultados referentes à FC demonstraram que os fluxos de oxigênio empregados neste estudo não alteram esse parâmetro. Apesar de a média de M15 ser estatisticamente inferior às dos momentos seguintes, essa diferença não é biologicamente significativa.

Apesar de não ser significativo, observa-se que, após o início da administração do desflurano, há um aumento discreto das médias de frequência cardíaca, que pode ser explicado por uma resposta simpática reflexa, que ocorre pela rápida elevação da concentração inspirada de desflurano (WEISKOPF et al., 1990; ZWASS et al., 1992). No G2, a média de M15 inferior às dos momentos seguintes sugere que os animais que compunham esse grupo foram mais sensíveis à ação depressora do miocárdio, provocada pela indução com propofol (KEEGAN e GREENE, 1993).

Os resultados obtidos para o tempo de condução elétrica atrial (Ps) demonstraram que o fluxo de oxigênio não interfere nesse parâmetro. Esses achados estão de acordo com os encontrados por Rezende (2000), que também não observou atraso no tempo de condução elétrica atrial. Porém, Santos (2000) relata um aumento do Ps durante a anestesia com desflurano. Uma possível explicação para a diferença entre os achados poderia residir na menor queda de temperatura corpórea dos animais, observada neste estudo, em relação àquele feito por Santos (2000). Nesse caso, o autor já relatara a necessidade de manutenção da temperatura corpórea, de modo a minimizar os efeitos do desflurano sobre o miocárdio.

Com relação ao PmV, apesar de M0 apresentar média significativamente inferior às demais no grupo onde se utilizou fluxo baixo, estas mantiveram-se dentro da faixa considerada normal para a espécie (TILLEY, 1992), não sendo provável a presença de alterações volumétricas das cavidades atriais, o que também explicaria os achados.

Concernente à condução átrio-ventricular (PR), os valores obtidos estão dentro da faixa considerada fisiológica para a espécie (TILLEY, 1992). Assim, a diferença observada no G1 não é de grande importância clínica.

Os valores colhidos, no estudo, relativos à duração do complexo QRS, apontaram que, no grupo onde se utilizou fluxo baixo, M15 apresentou média superior à M0. Esses valores não indicam um aumento do tempo de condução ventricular, já que se encontram dentro da faixa considerada fisiológica para a espécie (FOX et al., 1988). A amplitude da onda R (RmV), que reflete e quantifica a

intensidade do impulso elétrico necessário para a despolarização ventricular, manteve-se dentro dos valores considerados normais para cães, ao longo de todo o período experimental. Tal achado deixa claro a não interferência dos fluxos de oxigênio empregados, dentro dos limites utilizados no presente estudo, sobre a qualidade do evento elétrico responsável pela ação mecânica dos ventrículos cardíacos (FOX et al., 1988)

O intervalo QT é utilizado para monitorar efeitos de fármacos e eletrólitos sobre dinâmica cardíaca e está intimamente ligado à frequência cardíaca (OGUCHI e HAMLIN, 1993). Tilley (1992) sugere que a frequência cardíaca e o intervalo QT são governados, separadamente, por neurônios simpáticos, que podem ou não ser ativados juntos. Uma redução do intervalo QT está associada a um aumento da FC e do tônus simpático, enquanto o aumento desse intervalo reflete uma queda da FC e/ou diminuição do tônus simpático. Isso explicaria o aumento das médias observado a partir de M15, em ambos os grupos, quando já se havia iniciado a administração do desflurano aos animais.

Há uma estreita relação entre o intervalo RR e a frequência cardíaca. Tal fato pode ser comprovado uma vez que é possível calcular os valores de FC baseando-se exclusivamente no intervalo de picos de onda R, conhecendo-se previamente a velocidade de registro do traçado eletrocardiográfico. Assim sendo, os eventos discutidos por ocasião da descrição dos achados relativos à FC são perfeitamente válidos quando se estuda o intervalo RR. Por consequência, o que já foi citado quanto à ativação do eixo simpato-adrenal ocasionada pela elevação da concentração inspirada de desflurano (EBERT e MUZI, 1993, EBERT et al., 1995, WEISKOPF, 1995) cabe como explicação para os resultados obtidos para essa variável.

O propofol promove redução da FR (MORGAN e LEGGE, 1989). O desflurano possui efeito depressor da respiração (GRAHAM, 1994), que, atuando sinergicamente com o propofol, ocasionou a menor média de FR observada em M15, nos dois grupos estudados. Nos momentos seguintes, quando não se encontra mais presente o efeito do propofol, já que este é rapidamente metabolizado (ZORAN et al., 1993), os valores das médias tendem à elevação, aproximando-se do valor basal.

A $ETCO_2$ relaciona-se diretamente com a FR, portanto a redução da FR (M15), promovendo uma menor eliminação de CO_2 pelos pulmões e conseqüente aumento de sua taxa no sangue é responsável pelo aumento das médias de $ETCO_2$, observada a partir de M15, em ambos os grupos.

Em M0 os animais encontravam-se acordados, respirando ar atmosférico, composto por aproximadamente 21% de oxigênio. Nos momentos seguintes, os animais respiravam oxigênio a 100%, ocasionando o aumento das médias de SpO_2 , observado a partir de M15, em ambos os

Tabela 1 - Valores médios e desvios padrão das variáveis eletrocardiográficas e frequência cardíaca de cães submetidos à anestesia em fluxo baixo (G1) ou intermediário (G2), com desflurano por um período de uma hora (M0 a M60). Jaboticabal - 2002

		M0	M15	M30	M45	M60
FC (bat/min)	G1	115 21,91	121 12,62	122 11,45	123 13,90	126 12,92
	G2	122 22,10	120 19,34 ^a	128 17,63 ^b	130 14,76 ^b	131 13,85 ^b
Ps (ms)	G1	58 8,17	57 7,72	58 6,56	60 8,18	59 9,03
	G2	58 8,62	57 6,99	57 6,56	59 8,19	59 8,37
PmV (mV)	G1	0,19 0,062 ^a	0,25 0,083 ^b	0,24 0,065 ^b	0,23 0,075 ^b	0,24 0,082
	G2	0,23 0,066	0,23 0,071	0,24 0,060	0,23 0,071	0,23 0,060
PR (ms)	G1	114 21,12 ^a	120 41,40	104 15,30 ^b	106 14,81	106 14,56 ^b
	G2	109 12,73	109 21,50	105 17,39	106 18,03	105 17,77
QRS (ms)	G1	53 8,33 ^a	59 14,67 ^b	60 9,10	55 7,51	57 10,04
	G2	55 12,29	54 8,88	58 11,12	58 11,66	54 11,37
RmV (mV)	G1	0,98 0,30	1,02 0,41	1,01 0,48	1,04 0,46	1,05 0,45
	G2	1,04 0,33	0,90 0,43	0,92 0,41	0,97 0,41	0,97 0,40
QT (ms)	G1	194 18,79 ^a	221 22,46 ^b	225 7,58 ^b	220 8,56 ^b	222 9,47 ^b
	G2	187 16,75 ^a	222 16,34 ^b	219 17,09 ^b	217 17,70 ^b	226 21,10 ^b
RR (ms)	G1	534 94,22 ^a	499 54,19	482 41,19 ^b	475 49,95 ^b	479 49,09 ^b
	G2	505 73,64	499 93,91 ^a	474 72,41 ^b	462 60,64 ^b	463 52,82 ^b
FR (mov/min)	G1	22 7,15 ^a	10 5,64 ^b	14 7,31 ^c	16 8,53 ^c	20 9,56 ^d
	G2	25 9,64 ^a	10 6,03 ^b	14 7,25 ^c	16 8,56 ^d	18 9,87 ^d
ETCO₂ (mmHg)	G1	31,2 5,09 ^a	55,8 7,40 ^b	52,5 7,61 ^c	49,6 7,70 ^d	49,2 8,58 ^{cd}
	G2	31,0 4,67 ^a	56,2 10,52 ^b	53,3 10,87 ^c	49,9 9,17 ^d	49,3 9,92 ^{cd}
SpO₂ (%)	G1	94 5,01 ^a	100 0	99,54 1,66	100 0	99,69 0,85
	G2	93 5,56 ^a	100 0	100 0	100 0	100 0
TR (°C)	G1	39,2 0,57 ^a	38,5 0,77 ^b	38,1 0,77 ^c	37,9 0,78 ^d	37,6 0,88 ^c
	G2	39,2 0,55 ^a	38,4 0,92 ^b	38,0 0,91 ^c	37,8 0,93 ^d	37,6 1,03 ^c

Para cada variável, médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pela análise de perfil ($p < 0,05$). Letras maiúsculas diferentes na coluna representam a desigualdade entre os grupos e as minúsculas nas linhas, a desigualdade entre os momentos dentro de cada grupo.

grupos.

O desflurano, assim como a maioria dos anestésicos gerais, promove diminuição da temperatura corpórea de maneira progressiva. Essa redução é devida a vários fatores, principalmente diminuição do metabolismo basal e pressão arterial, além de vasodilatação periférica (NUNES et al., 1995). Apesar de relatado que o fluxo baixo promove aquecimento dos gases inspirados e isso impediria a queda da temperatura corpórea (BAXTER, 1997), foi observada a sua redução gradual de maneira semelhante em ambos os grupos. Embora essa queda tivesse sido estatisticamente significativa, os valores se

mantiveram dentro dos limites fisiológicos para a espécie.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos com a metodologia proposta, pode-se concluir que ambas as técnicas são isentas de propriedades que determinem alterações eletrocardiográficas ou respiratórias significativas, em cães.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP, pelo apoio financeiro.

ARTIGO RECEBIDO: Maio/2003
APROVADO: Março/2004

REFERÊNCIAS

- ALDRETE, J. A., CUBILLOS, P., SHERRILL, D. Humidity and temperature changes during low flow and closed system anaesthesia. **Acta Anaesthesiologica Scandinavica**, v.25, n.4, p.312-4, 1981.
- BAXTER, A. D. Low and minimal flow inhalational anaesthesia. **Canadian Journal of Anaesthesia**, v.44, n.6, p.643-53, 1997.
- BEAMS, D. M., SASSE, F. J., WEBSTER, J. G., RADWIN, R. G. Model for the administration of low-flow anaesthesia. **British Journal of Anaesthesia**, v.81, n.2, p.161-70, 1998.
- BENNETT, J. A., LINGARAJU, N., HONOW, J. C., McELRATH, T., KEYKHAH, M. M. Elderly patients recover more rapidly from desflurane than from isoflurane anaesthesia. **Journal of Clinics Anesthesiology**, v.4, n.5, p.378-81, 1992.
- BERNTMAN, L., LUTTROPP, H. H., WERNER, O. Mechanical ventilation during low-flow anaesthesia. **Anaesthesia**, v.45, n.10, p.855-8, 1990.
- CLARKE, K. W., ALIBHAI, H. I., LEE, Y. H., HAMMOND, R. A. Cardiopulmonary effects of desflurane in the dog during spontaneous and artificial ventilation. **Research in Veterinary Science**, v.61, n.1, p.82-6, 1996.
- CONCANNON, K. T. Using low-flow anaesthesia. **Veterinarni Medicina**, v.4, p.349-52, 1996.
- COTTER, S. M., PETROS, A. J., DORE, C. J., BARBER, N. D., WHITE, D. C. Low-flow anaesthesia - Practice, cost implications and acceptability. **Anaesthesia**, v.46, n.12, p.1009-12, 1991.
- CURI, P. R. Análise de medidas repetidas em experimentos biológicos. **Revista Brasileira de Estatística**, v.41, n.161, p.137-50, 1980.
- DE HERT, S. G., VAN DERLINDEN, P. J., TEN BROECKE, P. W., VERMEYLEN, K. T., RODRIGUS, I. E., STOCKMAN, B. A. Effects of desflurane and sevoflurane on length – dependent regulation of myocardial function in coronary surgery patients, **Anesthesiology**, v.95, n.2, p. 357-63, 2001.
- EBERT, T. J., MUZI, M. Sympathetic hyperactivity during desflurane anaesthesia in healthy volunteers. A comparison with isoflurane. **Anesthesiology**, v.79, n.3, p.444-53, 1993.
- EBERT, T. J., MUZI, M., LOPATKA, C. W. Neurocirculatory responses to sevoflurane in humans - A comparison to desflurane. **Anesthesiology**, v.83, n.1, p.88-95, 1995.
- FOX, P. R., SISSON, D., MOÏSE, N. S. **Textbook of canine and feline cardiology – Principles and practice**. 2ed. Philadelphia: Saunders Company, 1988. 955p.
- GARE, M., SCHWABE, D. A., HETRICK, D. A., KERSTEN, J. R., WARLTIER, D. C., PAGEL, P. S. Desflurane, sevoflurane, and isoflurane affect left atrial active and passive mechanical properties and impair left atrial - left ventricular coupling in vivo: analysis using pressure – volume relations **Anaesthesiology**, v.95, n.3, p.689-698, 2001.
- GRAHAM, S. G. New drug in volatile anaesthesia-desflurane. **Annals Academic Medical of Singapore**, v.23, n.4, p.510-8, 1994.
- JOHANSSON, A., LUNDBERG, D., LUTTROPP, H. H. Low-flow anaesthesia with desflurane: kinetics during clinical procedures. **European Journal of Anaesthesiology**, v.18, n. 8, p.499-504, 2001.
- KEEGAN, R. D., GREENE, S. A. Cardiovascular effects of continuous two-hour propofol infusion in dogs. Comparison with isoflurane anaesthesia. **Veterinary Surgery**, v.22, p.537-43, 1993.
- MORRISON, D. F. **Multivariate statistical methods**. New York: MaC Grows Hill Book, 1967. 388p.
- MORGAN, D. W. T., LEGGE, K. Clinical evaluation of propofol as an intravenous agent in cats and dogs. **Veterinary Record**, v.124, n.2, p.31-3, 1989.

FONTE DE AQUISIÇÃO

- a- Diprivan - ZENECA Farmacêutica do Brasil Ltda – São Paulo, SP
b- Suprane - ZENECA Farmacêutica do Brasil Ltda – São Paulo, SP
c - OHMEDA - mod. Excel 210SE – Miami, EUA (Processo FAPESP 97/10668-4)
d - OHMEDA - mod. TEC 6 – Miami, EUA (Processo FAPESP 97/10668-4)
e - OHMEDA - mod. 5220 – Miami, EUA (Processo FAPESP 96/12830-0)
f - TEB - mod. ECGPC software versão 1.10 – São Paulo, SP (Processo FAPESP 96/1151-5)

NUNES, N., POMPERMAYER, L. G., PIROLO, J., RAHAL, S. C. Emprego do metaraminol no bloqueio da hipotensão produzida pelo uso da levomepromazina em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.32, n.2, p.120-4, 1995.

OGUCHI, Y., HAMLIN, R. L. Duration of QT interval in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v.54, n.12, p. 2145-9, 1993.

PATEL, S. S., GOA, K. L. Desflurane: A review of its pharmacodynamic and pharmacokinetic properties and efficacy in general anaesthesia. **Drugs**, v.50, n.4, p.742-67, 1995.

REZENDE, M. L. **Dinâmica cardiorrespiratória e concentração alveolar mínima do desflurano, em cães pré-tratados com levomepromazina**. Jaboticabal, SP. 2000. 90p. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

ROIGÉ J., CANET, J. Desflurane: a new inhalation anesthetic. **Revista Espanola de Anesthesiologia y Reanimation**, v.43, n.7, p.249-54, 1996.

SANTOS, P. S. P. **Efeitos da associação de fentanil e droperidol sobre a dinâmica cardiorrespiratória e concentração alveolar mínima do desflurano, em cães**. Jaboticabal, SP, 2000. 100p. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.

SMILEY, R. M. An overview of induction and emergence characteristics of desflurane in pediatric, adult, and geriatric patients. **Anesthesia & Analgesia**, v.75, n.4, p.38-46, 1992.

SUTTNER, S. W., BOLDT, J. Low-flow anaesthesia: does it have potential pharmacoeconomic consequences? **Pharmacoeconomics**, v.17, n.6, p.585-90, 2000

TILLEY, L. P. **Essentials of canine and feline electrocardiographic**: interpretation and treatment. 3 ed. Philadelphia: Lea & Feabinger, 1992. 470p.

WEISKOPF, R. B., EGER II, E. I., HOLMES, M. A., YASUDA, N., JOHNSON, B. H., TARG, A. G., RAMPIL, I. J. Cardiovascular actions of common anesthetic adjuvants during desflurane (I-653) and isoflurane anesthesia in swine. **Anesthesia & Analgesia**, v. 71, n.2, p. 144-8, 1990.

WEISKOPF, R. B. Cardiovascular effects of desflurane in experimental animals and volunteers. **Anaesthesia**, v.50, p.14-7, 1995.

WEISKOPF, R. B., EGER II, E. I., IONESCU, P., YASUDA, N., CHALAN, M. K., FREIRE, B., PETERSON, N., LOCKHART, S. H., RAMPIL, I. S., LASTER, M. Desflurane does not produce hepatic or renal injury in human volunteers. **Anesthesia & Analgesia**, v.74, n.4, p.570-4, 1992.

ZORAN, D. L., RIEDESEL, D. H., DYER, D. C. Pharmacokinetics of propofol in mixed-breed dogs and greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v.54, n.5, p.755-60, 1993.

ZWASS, M. S., FISHER, D. M., WELBOM, L. G., COTE, C. J., DAVIS, P. J., DINNER, M., HANNALLAH, R. S., LIU, L. M., SARNER, J., MCGILL, W. A. Induction and maintenance characteristics of anesthesia with desflurane and nitrous oxide in infants and children. **Anesthesiology**, v. 76, n. 3, p. 373-378, 1992.