

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE SEVOFLUORANO, HALOTANO E ISOFLUORANO EM *Gallus domesticus*¹

COMPARITE EVALUATION WITH SEVOFLURANE, HALOTHANE AND ISOFLURANE IN *Gallus domesticus*

Luciana Dambrosio Guimarães² Aury Nunes de Moraes³ Rui Afonso Vieira Campello⁴
Nilson Oleskovicz⁵ Daiana Ulliana⁶

RESUMO

Foram utilizados 30 frangos com 20 semanas de idade, pesando em média $2,90 \pm 0,65\text{kg}$ divididos aleatoriamente em três grupos. A indução da anestesia foi realizada com máscara facial artesanal conectada ao sistema de Maggil Modificado, utilizando entre 3,0 e 3,5 vezes a dose anestésica mínima (DAM) de cada agente e fluxo diluente de O_2 de $2\text{L}/\text{min}$, sendo que posteriormente os animais foram intubados e mantidos com valores de aproximadamente $1,7\text{DAM}$ durante 65 minutos. O isofluorano causou maior depressão respiratória e hipotensão; o halotano proporcionou maiores valores de pressão arterial e temperatura corporal e o sevofluorano, menor depressão respiratória e hipotensão em relação ao grupo do isofluorano, sendo considerado o agente mais indicado para a utilização em aves. A indução e recuperação foram mais rápidas com o sevofluorano, embora sem diferença significativa estatisticamente.

Palavras-chave: anestesia inalatória, aves, monitoração.

SUMMARY

For the comparison 30 twenty-week-old chicken were used. They weigh on average of $2.90 \pm 0.65\text{kg}$ aleatorily divided into 3 groups. The anesthetic induction was accomplished with a home-made facial mask connected with the modified circuit of Maggil using values between 3.0 and 3.5 a minimal anesthetic dose (MAD) for each agent. Posteriorly, the animals were intubated and anesthesia was maintained with values approximately 1.7DAM during 65 minutes. Isoflurane caused further respiratory depression and hypotension when it is compared to the other two anesthetic agents. The group of halothane presented

higher values of blood pressure and body temperature and the group of sevoflurane, lower respiratory depression and hypotension in relation to the group of isoflurane. The induction and recuperation were faster with the sevoflurane, although without expressive difference statistically. The sevoflurane is the most indicated anesthetic agent.

Key words: inhalant anesthesia; birds; monitoring.

INTRODUÇÃO

A anestesiologia é uma das áreas mais controversas da medicina aviária e, para muitos, representa um desafio devido às particularidades anatômicas, fisiológicas e comportamentais (SCHMITT *et al.*, 1998). Essas espécies não possuem um pulmão alveolar, sendo que a troca de gases é realizada em estruturas denominadas de parabronquios, que são capilares aéreos que se anastomosam com capilares sanguíneos (LUDDERS & MATTHEWS, 1996). A concentração alveolar mínima (CAM), como definida para mamíferos, pressupõe a necessidade de um pulmão alveolar (LUDDERS & MATTHEWS, 1996), no entanto, em aves, pode ser denominada de concentração anestésica mínima (CAM) (LUDDERS & MATTHEWS,

¹Parte da Dissertação de Mestrado apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre em Cirurgia Veterinária pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS.

²Médico Veterinário, doutorando do Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária (UFSM), área de Cirurgia Veterinária. Rua Andradas 1400/302, Centro, 97010-030, Santa Maria RS. E-mail: luguima@bol.com.br. Autor para correspondência.

³Médico Veterinário, Doutor, Professor Titular, Centro Agroveterinário, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC.

⁴Médico Veterinário, Doutor, Professor Titular, Centro de Ciências Rurais, UFSM.

⁵Médico Veterinário, mestrando em cirurgia, UNESP, Jaboticabal, SP.

⁶Médico Veterinário, autônomo, Lages, SC.

1996). Pelo fato de CAM ser utilizada para mamíferos, LUDDERS *et al.* (1988) e Heard apud KORBEL (1998) preferiram utilizar o termo dose anestésica mínima (DAM).

De acordo com LINN & GLEED (1987), SKARDA *et al.* (1995) e LUDDERS & MATTHEWS (1996), a anestesia inalatória é preferida aos anestésicos injetáveis, sendo indicada para procedimentos extensos pela fácil manutenção e controle da profundidade anestésica ou para procedimentos curtos devido à rápida recuperação (LINN & GLEED, 1987). LUDDERS & MATTHEWS (1996) relataram ser o isofluorano e o halotano os agentes anestésicos mais utilizados em aves, sendo o isofluorano o preferido (DOHOO, 1990; SKARDA *et al.*, 1995).

O halotano tem sido utilizado em ampla variedade de espécies de aves (LUDDERS *et al.*, 1988; GOELZ *et al.*, 1990), embora se saiba que a droga produz alta incidência de arritmias (GOELZ *et al.*, 1990; GREENLEES *et al.*, 1990; LUDDERS *et al.*, 1990). Também foi relatado severa depressão respiratória de intensidade semelhante em patos em concentrações entre 1,0 e 1,5 V% (GOELZ *et al.*, 1990) e 2,0 e 2,5 V% (LUDDERS, 1992). Segundo PIZZARRO *et al.* (1990), esse fármaco causa instabilidade ventilatória pela inibição dos quimiorreceptores intrapulmonares, que existem em aves mas não em mamíferos, além de alta mortalidade em algumas espécies, o que também foi observado por PASCOE (1985) em psittacinos. Segundo LUDDERS *et al.* (1988), BENNETT (1992) e SKARDA *et al.* (1995), a concentração indicada varia entre aproximadamente 2,5 e 3,0 V% para a indução e 0,5 e 2,0 V% para manutenção (BENNETT, 1992). A DAM em galinhas é de 0,85 V%, semelhante aos valores para mamíferos (LUDDERS *et al.*, 1988).

A introdução do isofluorano como agente anestésico foi o evento mais importante para o progresso da anestesia em aves (ALTAMAN, 1998). PASCOE (1985) relatou que esse fármaco promove plano anestésico mais estável que o halotano tornando-se o anestésico de escolha na medicina aviária (DOHOO, 1990; KORBEL, 1998; OLKOWSKI & CLASSEN, 1998). Segundo OLKOWSKI & CLASSEN (1998), aves traumatizadas são pacientes comuns e devem ser considerados como de alto risco cardíaco devido ao estresse associado ao trauma, sendo que o conhecimento de um anestésico seguro para condições cardíacas é altamente vantajoso para esses animais. A concentração indicada varia entre 3 e 4 V% (BENNETT, 1992; SKARDA *et al.*, 1995) ou até 5 V% (BENNETT, 1992) para indução e entre 1,5 e 2 V% para manutenção, segundo

BENNETT (1992) ou 0,5 a 2,5 V%, de acordo com SKARDA *et al.* (1995). A DAM é de 1,3 V% em grous (LUDDERS *et al.*, 1989) e patos (LUDDERS *et al.*, 1990).

Por não promover excessiva depressão cardiovascular, o sevofluorano é considerado útil em anestesia de pacientes pediátricos, idosos ou com maior comprometimento orgânico em humanos (MÂNICA, 1997) e, segundo EBERT *et al.* (1995), parece oferecer maior estabilidade cardíaca que o isofluorano. A depressão respiratória é considerada semelhante à do isofluorano (DOI & IKEDA, 1987) ou de intensidade maior que a causada pelo halotano (MASUDA *et al.*, 1995) e os efeitos cardiovasculares são semelhantes ao do isofluorano no homem (FRINK *et al.*, 1992). O fato de não ser irritante das vias aéreas (SMITH *et al.*, 1996; MUTOH *et al.*, 1997) permite altas concentrações inspiradas sem efeitos colaterais ou desconforto (SMITH *et al.*, 1996). KORBEL (1998) utilizou 8 V% para indução e 5 V% para manutenção da anestesia em pombos, observando indução e recuperação mais rápida do que com isofluorano, no entanto, não avaliou a função cardiovascular e respiratória. Segundo o mesmo, a DAM em aves varia entre 1,8 e 2,2 V%.

O presente estudo compara três diferentes agentes inalatórios (halotano, isofluorano e sevofluorano) em *Gallus domesticus* em relação à indução, recuperação, parâmetros cardiovasculares e respiratórios com o objetivo de fornecer dados para a utilização em aves em geral.

MATERIAL E MÉTODOS

Trinta frangos (*Gallus domesticus*) da raça COBB, com 20 semanas de idade e pesando em média $2,930 \pm 0,650$ kg, foram utilizados neste experimento realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), na cidade de Lages. Os animais foram divididos aleatoriamente em três grupos de dez, submetidos a jejum prévio de três a dez horas e anestesiados com sevofluorano, halotano ou isofluorano (grupo 1, 2 e 3, respectivamente) por um período de 65 minutos.

Indução e manutenção da anestesia

Após a avaliação dos parâmetros pré-anestésicos, os animais foram contidos manualmente em posição bipedal para a indução da anestesia, utilizando máscara facial confeccionada artesanalmente conectada a um circuito de Maggil Modificado. A concentração anestésica utilizada foi de 7 V% (3,04 vezes o valor da Dose Anestésica Mínima-DAM) para o sevofluorano, 3,0 V% (3,53DAM)

para o halotano e 4,5 V% (3,46DAM) para o isofluorano, administrada através de vaporizador calibrado para cada agente anestésico. O fluxo de O₂ a 100% foi de 2ℓ/min.

A intubação foi realizada no momento em que os animais perdiam o reflexo palpebral e apresentavam relaxamento da musculatura da região cervical, e a manutenção da anestesia foi realizada com sevofluorano a 4 V%(1,74DAM), halotano a 1,5 V% (1,76DAM) e isofluorano a 2,2 V% (1,69DAM).

Método de avaliação dos parâmetros

O período de indução foi considerado o tempo decorrido desde a colocação da máscara facial até a intubação; o tempo de extubação, desde o fechamento do vaporizador até o surgimento do reflexo de deglutição, e do fechamento do vaporizador até o animal manter-se em estação foi considerado o tempo de estação.

Bicarbonato, pH, PaCO₂ e excesso de base (EB) foram mensurados através de um analisador clínico portátil, sendo utilizado sangue coletado da artéria braquial, radial ou ulnar. Esses parâmetros foram avaliados aos cinco minutos antes da anestesia e aos 15 e 60 minutos do período transanestésico.

O valor de frequência cardíaca (FC) foi a média de três contagens de 30 segundos para cada tempo avaliado através de estetoscópio ou sons de frequência de pulso do *Doppler ultrassonic*. A mensuração da pressão arterial sistólica (PAS) foi realizada através do *Doppler ultrassonic*, com o sensor fixado sobre a região da artéria tibial medial, e a saturação de oxigênio na hemoglobina (SpO₂) através de oximetria de pulso com o sensor colocado no local onde se obteve os melhores níveis de SpO₂, ou seja, na crista, barbeta ou sobre a região da artéria ulnar. A temperatura corporal (TC) foi avaliada através de um termômetro digital inserido na cloaca, sendo que a manutenção da TC foi realizada através de cobertores e bolsas de água quente. A sala de cirurgia experimental foi mantida entre 21 e 25°C. Esses parâmetros foram avaliados aos cinco minutos antes da anestesia, cinco minutos após a indução e, a partir daí, a cada 15 minutos durante 65 minutos. Também foram avaliados os reflexos palpebral, corneal, interdígital e cloacal durante o transanestésico.

Para a análise estatística, os dados foram agrupados e expressos com média ± desvio padrão. Para análise estatística, foi utilizado análise de variância seguida pelo teste de Tukey para comparação entre as médias dos grupos, tempos e entre grupos e tempos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contenção dos animais em estação, segurando as asas gentilmente contra o tórax, foi um excelente método de contenção para a indução da anestesia, tornando acessível a colocação da máscara facial com mínimo estresse. No entanto, é importante salientar que esse método deve ser realizado cuidadosamente, pois como as aves não apresentam diafragma, qualquer fator que limite o movimento do esterno e costelas dificulta a respiração (BENNETT, 1992).

Embora não se tenha realizado eletrocardiograma, pode-se observar a presença de arritmias no período pré-anestésico em um grande número de animais, o que, segundo OLKOWSKI & CLASSEN (1998), pode estar associado ao estresse provocado pela contenção manual.

Optou-se pela utilização de máscara facial de plástico, previamente confeccionada para o experimento, pois as fabricadas para pequenos mamíferos não encobriam totalmente a narina de alguns animais, e certamente influenciariam no tempo de indução da anestesia. De acordo com LUDDERS & MATTHEWS (1996) e KORBEL (1998), vários tipos de máscara podem ser confeccionadas para utilização em aves.

A indução foi rápida e livre de excitação, corroborando com GOELZ *et al.* (1990), KORBEL (1998) e OLKOWSKI & CLASSEN (1998), não havendo diferença significativa estatisticamente entre os grupos, obtendo-se $1,03 \pm 0,34$ minutos para a indução com o sevofluorano, $1,11 \pm 0,53$ com o isofluorano e $1,13 \pm 0,42$ com o halotano. Esses valores diferem dos encontrados por GOELZ *et al.* (1990) que induziu patos com isofluorano e halotano a 3,5 V%, observando $4,2 \pm 1$ minuto para a indução com isofluorano e $7,1 \pm 2$ minutos com halotano e KORBEL (1998) que induziu pombos com 5 V% de isofluorano, observando $2,57 \pm 12$ minutos e com 8 V% de sevofluorano, observando $1,58 \pm 9$ minutos. A diferença provavelmente está relacionada com a definição de tempo de indução, pois KORBEL (1998) o definiu como o período desde a administração do agente anestésico até a perda de todos os reflexos de dor ou tolerância cirúrgica, enquanto que neste experimento foi definido como o tempo até a possibilidade de intubação.

A extubação foi significativamente mais rápida com o sevofluorano ($2,77 \pm 0,29$ minutos) em relação ao isofluorano ($4,92 \pm 2,35$ minutos) e halotano ($5,99 \pm 4,46$ minutos), provavelmente pelo menor coeficiente de partição sangue-gás, o que também foi observado por KORBEL (1998) em pombos. Observou-se presença de secreção mucosa na sonda orotraqueal no momento da extubação em

todos os grupos. Segundo LUDDERS & MATTHEWS (1996), isso pode ser observado em aves quando um anticolinérgico não é utilizado, no entanto SKARDA *et al.* (1995) não recomendam sua utilização pelo fato de torná-la mais espessa.

Não houve diferença significativa em relação ao tempo de estação que foi de $5,5 \pm 1$, 19 minutos com o sevoflurano, $7,6 \pm 2,17$ minutos com o isoflurano e $9,8 \pm 3,55$ minutos com o halotano, contribuindo de forma favorável para minimizar o estresse e hipotermia pós operatória.

Durante a indução ocorreu a perda do reflexo palpebral, o que também foi observado por GOELZ *et al.* (1990), KORBEL (1998) e OLKOWSKI & CLASSEN (1998), permanecendo ausente durante todo o experimento, assim como o reflexo interdígital. Durante a manutenção anestésica, os animais permaneceram com as pálpebras fechadas, globo ocular centralizado, midríase parcial, reflexo corneal presente mas lento, reflexo cloacal presente e interdígital ausente, o que de acordo com o esquema de escore estabelecido por KORBEL (1998) corresponderia a um plano anestésico semelhante ao estágio III / plano 2 do esquema de GUEDEL para mamíferos.

Não houve diferença significativa nos valores de SpO₂ entre os grupos e tempos (Tabela 1), no entanto, segundo SCHMITT *et al.* (1998), os

valores não são confiáveis pois o equipamento tende a subestimar valores a altas saturações e superestimar valores a baixas saturações, necessitando, portanto, uma curva de calibração específica para aves. Segundo os mesmos, apesar de não ser confiável, o equipamento apresenta uma satisfatória tendência na indicação da SpO₂. Baseado nisso poder-se-ia dizer que os animais deste experimento estavam bem oxigenados, visto que os valores foram superior a 96%.

Os valores de frequência cardíaca diminuíram significativamente em relação aos valores pré-anestésicos em todos os grupos sem diferença estatisticamente entre eles (Tabela 1). Esses resultados divergiram dos obtidos por GOELZ *et al.* (1990), pois os mesmos observaram aumento neste parâmetro em patos anestesiados com 2,0 a 2,5V% de halotano ou 2,0 a 3,0 V% de isoflurano. Este aumento foi atribuído ao efeito da hipercapnia sobre o sistema cardiovascular com ambos os agentes, e no caso do halotano, também pela sensibilização do miocárdio aos efeitos das catecolaminas, provavelmente liberadas durante a contenção manual no período de indução. Partindo-se do princípio de que aumentos nestes parâmetros com o uso do halotano sejam atribuído ao estresse pré-anestésico, poder-se-ia dizer que os animais deste experimento apresenta-

Tabela 1 - Valores médios de hemoglobina saturada pelo oxigênio (SpO₂ - %), frequência respiratória (FR - movimentos / minuto), frequência cardíaca (FC - batimentos / minuto), pressão arterial sistólica (PAS - mmHg) e temperatura corporal (TC - °C) por grupo e tempo.

Grupo	Parâmetro	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Sevoflurano	SpO ₂	97,62 ± 1,06	97,62 ± 1,19	97,25 ± 2,60	97,00 ± 2,27	97,37 ± 2,82	96,25 ± 3,24
Halotano		96,70 ± 2,26	98,20 ± 1,47	98,00 ± 2,40	98,80 ± 1,55	97,80 ± 2,66	97,30 ± 2,16
Isoflurano		97,00 ± 1,70	97,70 ± 1,89	98,50 ± 0,85	97,40 ± 1,90	97,70 ± 1,94	97,30 ± 1,64
Sevoflurano	FR	19,50 ^a ± 3,96	11,25 ^b ± 3,20	12,00 ^b ± 1,85	10,50 ^b ± 1,49	10,75 ^b ± 2,60	10,12 ^b ± 3,14
Halotano		21,40 ^a ± 8,43	11,30 ^b ± 3,65	10,60 ^b ± 3,92	10,80 ^b ± 4,18	11,30 ^b ± 4,47	10,80 ^b ± 4,31
Isoflurano		18,80 ^a ± 4,64	12,40 ^b ± 5,06	11,60 ^b ± 5,06	10,60 ^b ± 5,08	09,10 ^b ± 3,48	08,30 ^b ± 2,67
Sevoflurano	FC	227,50 ^a ± 6,59	169,75 ^b ± 6,65	160,50 ^b ± 9,44	154,50 ^b ± 4,72	159,50 ^b ± 8,81	151,75 ^{Bb} ± 1,76
Halotano		215,60 ^a ± 4,04	185,60 ^b ± 7,34	194,40 ^b ± 6,92	193,00 ^b ± 7,15	183,00 ^b ± 0,61	181,60 ^{Bb} ± 6,49
Isoflurano		219,00 ^a ± 9,91	184,40 ^b ± 0,31	194,80 ^b ± 2,06	194,40 ^b ± 7,66	183,20 ^b ± 4,09	190,40 ^{Ab} ± 3,37
Sevoflurano	PAS	104,62 ^a ± 7,64	099,37 ^b ± 8,98	94,12 ^b ± 9,76	91,87 ^b ± 3,28	89,75 ^b ± 7,08	89,12 ^b ± 9,28
Halotano		121,00 ^a ± 2,58	091,80 ^b ± 8,86	93,00 ^b ± 8,58	89,10 ^b ± 7,83	93,30 ^b ± 5,94	92,20 ^b ± 6,56
Isoflurano		111,90 ^a ± 3,25	078,30 ^b ± 3,55	88,70 ^b ± 8,31	86,00 ^b ± 7,35	82,50 ^b ± 3,99	81,40 ^b ± 5,35
Sevoflurano	TC	41,51 ^a ± 0,25	41,37 ^a ± 0,48	40,64 ^{Bb} ± 0,54	40,16 ^{Bc} ± 0,52	39,86 ^{Bcd} ± 0,66	39,51 ^{Bd} ± 0,66
Halotano		41,83 ^a ± 0,37	41,82 ^a ± 0,36	41,35 ^{Ab} ± 0,45	41,12 ^{Ac} ± 0,46	40,79 ^{AcD} ± 0,64	40,56 ^{Ad} ± 0,49
Isoflurano		41,57 ^a ± 0,23	41,44 ^a ± 0,42	40,68 ^{Bb} ± 0,67	39,94 ^{Bc} ± 0,73	39,68 ^{Bcd} ± 0,91	39,19 ^{Bd} ± 0,87

^{AB} Médias seguidas de letras maiúsculas diferem significativamente entre os grupos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

^{a,b,c,d} Médias seguidas de letras minúsculas diferem significativamente entre os tempos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

vam-se menos estressados, visto que houve diminuição. Além disso, a hipoventilação em galinhas é menor que em patos (LUDDERS *et al.*, 1988), fazendo com que o efeito da hipercapnia sobre o sistema cardiovascular seja menor.

O sevoflurano produziu menores valores de frequência cardíaca, embora sem diferença estatisticamente significativa, com exceção em relação ao isoflurano aos 60 minutos de anestesia. Estes valores mais baixos também já foram observados em humanos por EBERT *et al.* (1995) e SMITH *et al.* (1996).

Em relação à pressão arterial sistólica, os valores obtidos neste estudo apresentaram maior semelhança entre sevoflurano e halotano (Tabela 1), embora sem diferença estatística, divergindo de FRINK *et al.* (1992) e MUTOH *et al.* (1997) em cães, que observaram maior semelhança entre sevoflurano e isoflurano. Segundo EBERT *et al.* (1995), existem variações nos resultados quando comparado isoflurano e sevoflurano em diferentes espécies, sendo que as diferenças são pequenas e podem ser espécie-específica, no entanto não existem relatos da avaliação da pressão arterial com sevoflurano em aves que possam participar desta discussão.

Todos os três agentes produziram algum grau de acidose respiratória, com menor intensidade no grupo do sevoflurano e maior no grupo do isoflurano (Tabela 2), porém a intensidade pode ser considerada leve em relação aos valores encontrados na literatura em outras espécies de aves, nos quais o pH foi de 7,3 em patos com isoflurano a 1,5DAM (LUDDERS *et al.*, 1990) e 7,07 com halotano (LUDDERS *et al.*, 1988) e a PaCO₂ foi superior a 93mmHg com qualquer dos agentes nesta espécie, conforme o observado por LUDDERS *et al.* (1990) e LUDDERS (1992). No entanto, em galinhas, o valor de pH com halotano a 1DAM foi de 7,4 e PaCO₂ de 37mmHg (LUDDERS *et al.*, 1988).

KORBEL (1998) enfatizou a grande importância do monitoramento da temperatura corporal em aves, recomendando a manutenção acima de 40°C, pois segundo SKARDA *et al.* (1995), a hipotermia é uma das causas de morte pela depressão do sistema respiratório. KORBEL (1998) ainda relatou que o melhor método de manutenção da temperatura corporal é a associação de aquecimento externo e interno do animal. Maior redução na temperatura corporal foi observada com o uso do isoflurano (Tabela 1), provavelmente causada pela maior vasodilatação periférica provocada por esse agente.

Tabela 2 - Valores médios de excesso de base (EB) e bicarbonato (HCO₃⁻) em mmol/L, pressão arterial de dióxido de carbono (PCO₂) em mmHg e pH em unidades.

Parâmetro	Grupo	T0	T1	T2
EB	sevoflurano	-2,80 ^b ± 3,35	0,00 ^a ± 4,64	1,20 ^a ± 4,15
	halotano	-4,60 ^b ± 3,58	0,80 ^a ± 3,35	1,00 ^a ± 5,38
	isoflurano	-7,60 ^b ± 2,79	-5,60 ^a ± 5,46	1,80 ^a ± 1,92
HCO ₃ ⁻	sevoflurano	20,80 ^b ± 3,96	21,20 ^b ± 6,06	26,00 ^a ± 3,32
	halotano	17,60 ^b ± 4,04	25,00 ^b ± 4,06	26,20 ^a ± 5,12
	isoflurano	16,60 ^b ± 2,30	19,00 ^b ± 5,70	27,00 ^a ± 4,64
PaCO ₂	sevoflurano	29,76 ^b ± 10,07	27,22 ^b ± 5,45	39,48 ^a ± 4,42
	halotano	27,82 ^b ± 7,58	38,01 ^b ± 13,18	45,46 ^a ± 10,59
	isoflurano	26,16 ^b ± 5,66	31,44 ^b ± 12,70	56,56 ^a ± 16,34
pH	sevoflurano	7,46 ± 0,06 ^{ab}	7,49 ± 0,09 ^a	7,44 ^{Ab} ± 0,12
	halotano	7,41 ± 0,10 ^{ab}	7,43 ± 0,09 ^a	7,37 ^{ABb} ± 0,03
	isoflurano	7,41 ± 0,06 ^{ab}	7,41 ± 0,08 ^a	7,30 ^{Bb} ± 0,05

^{A,B} Médias seguidas de letras maiúsculas diferem significativamente entre os grupos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

^{ab} Médias seguidas de letras minúsculas diferem significativamente entre os tempos pelo teste de Tukey (p < 0,05).

CONCLUSÕES

Embora não tenham ocorrido grandes diferenças entre os fármacos neste experimento, o sevoflurano foi o melhor dos três agentes, podendo apresentar grandes vantagens para espécies muito estressadas ou predispostas a maior hipoventilação, além de animais debilitados, por proporcionar menor depressão respiratória, provavelmente não havendo a necessidade de ventilação assistida, a qual é recomendada quando se utiliza o isoflurano, além disso, causa maior estabilidade cardíaca e menor hipotensão. A maior desvantagem é o alto custo.

O halotano apresentou várias vantagens em relação ao isoflurano, como menor depressão respiratória e melhor manutenção da pressão arterial, porém a maior desvantagem está relacionada aos efeitos arritmogênicos observados por outros, mas que não foram avaliados aqui.

FONTES DE AQUISIÇÃO

HALOTANO: Hoescht, São Paulo, SP.

ISOFLURANE: Cristália, Itapira, SP.

SEVOrane: Abbott, São Paulo, SP.

Vaporizador calibrado para sevoflurano: Abbott, São Paulo, SP.

Vaporizador calibrado para halotano FLUOTEC 5: Ohmeda, CO, E.U.A.

Vaporizador calibrado para isoflurano ISOTEC 5: Ohmeda, CO, E.U.A.

Analizador clínico portátil INSIGHT: I - STAT, NJ, E.U.A

Cartucho EC8,: I - STAT, NJ, E.U.A.

Doppler ultrassonic MODELO 811 - B: Parks Medical Eletronic, E.U.A.

Oxímetro de pulso ACTIVE: Ecafix, São Paulo, SP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTMAN, R.B. Twenty years of progress in avian anesthesia and surgery. **J Am Vet Med Assoc**, v.212, n.8, p.1233 - 1235, 1998.
- BENNETT, R.A. Current methods in avian anesthesia. In: ACVS VETERINARY SYMPOSIUM, 20, 1992, Miami. **Proceedings...** Miami : American College of Veterinary Surgeons, 1992. 636p. p.619 - 624.
- DOHOO, S.E. Isoflurane as na inhalational anesthetic agent in clinical practice. **Can Vet J**, v.31, p.847 - 850, 1990.
- DOI, M.; IKEDA, K. Respiratory effects of sevoflurane. **Anesth Analg**, v.66, p.241-244, 1987.
- EBERT, T.J., HARKIN, C.P., MUZI, M. Cardiovascular response to sevoflurane: a review. **Anesth Analg**, v.81, p.S11 - S22, 1995.
- FRINK, E.J., MORGAN, S.E., COETZEE, A., *et al.* The effects of sevoflurane, halothane, enflurane, and isoflurane on hepatic blood flow and oxigenation in chronically instrumented greyhound dogs. **Anesthesiology**, v.76, p.85 - 90, 1992.
- GOELZ, M.F., HAHN, A.W., KELLEY, S.T. Effectes of halothane and isoflurane on mean arterial blood pressure, heart rate, and respiratory rate in adult Pekin ducks. **Am J Vet Res**, v.51, n.3, p.458 - 460, 1990.
- GREENLEES, K.J., CLUTTON, R.E., LARSEN, C.T., *et al.* Effect of halothane, isoflurane and pentobarbital anesthesia on myocardial irritability in chickens. **Am J Vet Res**, v.51, n.5, p.757 - 758, 1990.
- KORBEL, R. Vergleichende untersuchungen zur inhalationsanaästhesie mit isofluran (Forene®) und sevofluran (SEVOrane®) bei haustauben (*Columba livia* gmel., 1789, var. domestica) und vorstellung eines referenz - narkoseprotokolls für vögel. **Tierärztl Prax**, v.26, p.211-223, 1998.
- LINN, K.A., GLEED, R.D. Avian and wildlife anesthesia. In: SHORT, C.E. **Principles & practice of veterinary anesthesia**. Baltimore : Willians & Wilkins, 1987. Cap.5. p.322-329.
- LUDDERS, J.W., MITCHELL, G.S., SCHAEFER, S.L. Minimum anesthetic dose and cardiopulmonary dose response for halothane in chickens. **Am J Vet Res**, v.49, n.6, p.929 - 932, 1988.
- LUDDERS, J.W., RODE, J., MITCHELL, G.S. Isoflurane anesthesia in sandhill cranes (*Grus canadensis*): minimal anesthetic concentration and cardiopulmonary dose - response during spontaneous and controlled breathing. **Anesth Analg**, v.68, p.511 - 516, 1989.
- LUDDERS, J.W., MITCHELL, G.S., RODE, J. Minimal anesthetic concentration and cardiopulmonary dose response of isoflurane in ducks. **Vet Surg**, v.19, n.4, p.304- 307, 1990.
- LUDDERS, J.W. Minimal anesthetic concentration and cardiopulmonary dose - response of halothane in ducks. **Vet Surg**, v.21, n.4, p.319 - 324, 1992.
- LUDDERS, J. W., MATTHEWS, N. Birds. In: THURMON, J.C., TRANQUILLI, W.J., BENSON, G. J. **Lumb & Jones: Veterinary anesthesia**. 3.ed. Baltimore: Lea & Febiger, 1996. Cap.20E. p. 645 -669.
- MÂNICA, J. **Anestesiologia: Princípios e técnicas**. 2.ed. Porto Alegre : Artes Médicas, 1997. Farmacodinâmica dos anestésicos inalatórios: p.251 - 270.
- MASUDA, A., HAJI, A., KIRIYAMA, M., *et al.* Effects of sevoflurane on respiratory activities in the phrenic nerve of decerebrate cats. **Acta anaesthesiologica scandinavica**, v.39, p.774-781, 1995.
- MUTOH, T., NISHIMURA, R., KIM, H., *et al.* Cardiopulmonary effects of sevoflurane, compared with halothane, enflurane, and isoflurane, in dogs. **Am J Vet Res**, v.58, n.8, p.885 - 890, 1997.
- OLKOWSKI, A.A., CLASSEN, H.L. Safety of isoflurane anaesthesia in high risk avian patients. **Vet Rec**, p.82 - 83, 1998.
- PASCOE, P.J. Avian anaesthesia. **Vet Rec**, v.116, n.2, p.58, 1985.
- PIZZARRO, J., LUDDERS, J.W., DOUSE, M.A., *et al.* Halothane effectes on ventilatory response to changes in intrapulmonary CO₂ in geese. **Respiration Physiology**, v.82, p.337 - 348, 1990.
- SCHMITT, P.M., GÖBEL, T., TRAUTVETTER, E. Evaluation of pulse oximetry as a monitoring method in avian anesthesia. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v.12, n.2, p.92 - 99, 1998.
- SKARDA, R.T., BERDNARSKI, R.M., MUIR, W.W., *et al.* **Handbook of veterinary anesthesia**. 2.ed. St Louis : Mosby, 1995. Anesthetic procedures in exotics pets: p.341 - 371.
- SMITH, I., NATHANSON, M., WHITE, P.F. Sevoflurane - a long - awaited volatile anaesthetic. **Br J Anaesth**, v.76, p.435 - 445, 1996.