

Efeitos de diferentes frações inspiradas de oxigênio no índice biespectral em cães submetidos à infusão contínua de propofol

[*Effects of several inspired oxygen fractions on the bispectral index in dogs submitted to continuous infusion of propofol*]

P.C.F. Lopes¹, N. Nunes^{2*}, C.T. D. Nishimori¹, R. Carareto¹, D.P. Paula¹, M.G. Sousa¹,
P.S.P. Santos³, P.A. Borges¹

¹Aluno de pós-graduação - FCAV - UNESP –Jaboticabal, SP.

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP

Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n

14884-900 – Jaboticabal, SP

³Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba – Araçatuba, SP

RESUMO

Avaliaram-se os efeitos do fornecimento de diferentes frações inspiradas de oxigênio (FiO₂) sobre o índice biespectral (BIS) em cães submetidos a infusão contínua de propofol e mantidos em ventilação espontânea. Oito cães foram submetidos a cinco anestésias, diferenciando-se uma da outra pela FiO₂ fornecida. Formaram-se cinco grupos denominados G100 (FiO₂ = 1); G80 (FiO₂ = 0,8); G60 (FiO₂ = 0,6); G40 (FiO₂ = 0,4) e G20 (FiO₂ = 0,21). Os animais foram induzidos à anestesia com propofol na dose necessária para intubação, e, ato contínuo, iniciaram-se a infusão do fármaco e o fornecimento de oxigênio, conforme a FiO₂ determinada para cada grupo. As primeiras mensurações (M0) foram efetuadas 30 minutos após o início da infusão do anestésico e, depois, em intervalos de 15 minutos (M15, M30, M45 e M60). A pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO₂) variou conforme a FiO₂, ou seja, quanto maior a FiO₂, maior foi a PaO₂. Para a pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial (PaCO₂), foram registradas diferenças em M30, no qual G100 foi maior que G20. Não foram observadas diferenças significativas nas variáveis estudadas do BIS. Os intervalos de médias registrados para o BIS foram, para G100, de 68 a 62; G80, de 71 a 58; G60, de 72 a 62; G40, de 76 a 68; e G20, de 77 a 68. Conclui-se que as variáveis relacionadas ao BIS não são afetadas pelo emprego de diferentes FiO₂, e sugere-se que o monitoramento pelo BIS foi capaz de detectar alterações no equilíbrio do fluxo sanguíneo cerebral, oriundas das alterações ocasionadas na dinâmica respiratória pelo emprego de diferentes frações inspiradas de oxigênio.

Palavras-chave: cão, frações inspiradas de oxigênio, propofol, índice biespectral

ABSTRACT

The effects of several inspired oxygen fractions (FiO₂) on the bispectral index in spontaneously breathing dogs submitted to continuous infusion of propofol were evaluated. Eight adult mongrel dogs were used. Each animal was submitted to five anesthetics. In each procedure, the patient was allowed to breathe a different FiO₂, thereby resulting in five groups, namely: G100 (FiO₂ = 1), G80 (FiO₂ = 0.8), G60 (FiO₂ = 0.6), G40 (FiO₂ = 0.4), and G20 (FiO₂ = 0.21). To induce anesthesia, propofol was given until the animals allowed orotracheal intubation, followed by immediate continuous infusion of drug. The initial measurement (M0) was recorded 30 minutes after the infusion of propofol onset. Additional recordings were performed at 15-minute intervals during 60 minutes (M15, M30, M45, and M60). No significant differences on BIS parameters were recorded. Regarding arterial partial pressure of carbon dioxide (PaCO₂), the mean of G100 was greater than G20 at M30, whereas arterial partial pressure of oxygen

Recebido em 27 de julho de 2007

Aceito em 18 de março de 2008

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: newton@fcav.unesp.br

(PaO_2) varied according to the changes in oxygen. The mean intervals of BIS were: for G100, from 68 to 62; for G80, from 71 to 58; for G60, from 72 to 62; for G40 from 76 to 68; and for G20, from 77 to 68. In conclusion, different FiO_2 does not impair BIS parameters. However, it is suggested that BIS was able to detect changes in the balance of cerebral blood flow, which was a result of changes in respiratory dynamic by the use of several inspired fractions.

Keywords: dog, oxygen inspired fraction, propofol, bispectral index

INTRODUÇÃO

Uma das preocupações do profissional da área de anestesiologia tem sido as altas concentrações de oxigênio empregadas durante os procedimentos anestésicos, pois, freqüentemente, estão correlacionadas à formação de áreas de atelectasia (Magnusson e Spahn, 2003). Portanto, para evitar essas complicações, baixas concentrações desse gás têm sido utilizadas durante a anestesia (Rothen et al., 1995; Benoît et al., 2002; Magnusson e Spahn, 2003). Além disso, quadros de hipercapnia são relacionados a essa alteração pulmonar (Luna, 2002), e é sabido que alterações na pressão parcial de dióxido de carbono no sangue arterial ($PaCO_2$) influenciam no eletroencefalograma (EEG) e no fluxo sanguíneo cerebral (FSC) (Mi et al., 1998).

Em outubro de 1996, a Food and Drug Administration (FDA) aprovou o monitor de índice bispectral (BIS) (Dahaba, 2005), desenvolvido a partir de uma variável derivada da análise bispectral do EEG, que possivelmente conseguiria determinar o estado de profundidade anestésica dos pacientes. Esse é um caso especial de análise poliespectral comumente aplicada para caracterizar o eletroencefalograma durante a anestesia (Abke et al., 1996).

O BIS é exposto como um número puro entre zero e 100. Quanto menor o valor apresentado, maior será o grau de hipnose, portanto o uso clínico do BIS demonstra a ação do fármaco no sistema nervoso central (SNC) e não a sua concentração (Rosow e Manberg, 1998). Dessa forma, tem-se a escala numérica que o caracteriza, observando-se em humanos: BIS = 100 (paciente acordado); BIS = 70 (sedação profunda); BIS = 60 (anestesia geral); BIS = 40 (hipnose profunda); BIS = zero (EEG isoeletrico) (Bard 2001; Johansen e Sebel, 2000).

Guerrero e Nunes (2003) descreveram o monitor do modelo A-2000 XP da Aspect Medical System como sendo composto por um painel frontal e uma tela, a qual constitui quatro regiões separadas. A região numérica apresenta de forma legível o valor do BIS, cujo formato varia de um número delineado durante períodos de sinal baixo, correspondente com índice de qualidade de sinal (SQI) menor que 50, até um número cheio frente à melhora do sinal. Na região de qualidade de sinal, são apresentados o SQI com escala de zero a 100, a taxa de supressão (SR) calculada para indicar se existe uma condição isoeletrica, o indicador de eletromiografia (EMG) para registro de atividade muscular como também artefatos de alta freqüência e o traçado do EEG.

Segundo Guerrero (2003), os valores de BIS, que correspondem a um plano de anestesia cirúrgica adequado, em cães anestesiados com sevoflurano, estariam na faixa de 55 a 65. Antes disso, Greene et al. (2002) observaram que, em cães anestesiados com sevoflurano ou isoflurano, há correlação inversa dos valores de BIS com a porcentagem desses fármacos ao final da expiração. Clark et al. (2005), em seu estudo em cães tratados com levomepromazina, induzidos pelo tiopental e mantidos pelo sevoflurano, pré-tratados ou não pelo butorfanol, afirmaram que o monitoramento por meio do BIS constitui dado útil da hipnose, que foi mais acentuada nos animais não tratados pelo opióide, para os quais foram registrados os menores números de BIS. Desta forma, os autores concluíram que a administração de butorfanol melhorou a qualidade anestésica, reduzindo a quantidade de tiopental e sevoflurano, portanto ocasionando a redução do componente hipnótico da anestesia.

Valores de BIS entre 70 e 90 indicam sedação de leve a moderada em cães submetidos à anestesia com dexmedetomidina-quetamina, sendo induzidos com midazolam-dexmedetomidina ou

diazepam-dexmedetomidina (Hatschbach et al., 2006).

Durante um procedimento cirúrgico, os valores de BIS podem diminuir e chegar próximos a zero, em casos de profundidade anestésica, hipotermia e isquemia cerebral (Billard, 2001; Welsby et al., 2003; Hayashida et al., 2003; Morimoto et al., 2005). Além disso, Morimoto et al. (2005) e Hemmerling et al. (2005) relataram que o BIS, além da profundidade anestésica, pode indicar perfusão cerebral inadequada.

A perfusão cerebral não é tão facilmente afetada, pois, por meio do sistema de auto-regulação cerebral intrínseca (Westbrook e Cunningham, 2000), o SNC mantém quase que constante o FSC, mesmo diante de pressões e perfusão cerebral alteradas (MucCulloch et al., 2000). Já o sistema extrínseco, que independe da pressão sanguínea, é regulado por outros fatores, como pressão parcial de oxigênio no sangue arterial (PaO_2), temperatura corpórea, viscosidade sanguínea, alterações agudas no pH sanguíneo ou, ainda, a $PaCO_2$, que é a mais potente reguladora (Westbrook e Cunningham, 2000). Dessa maneira, estados de hipercapnia são capazes de eliminar a auto-regulação (MucCulloch et al., 2000).

Mi et al. (1998) avaliaram pacientes humanos anestesiados com propofol/fentanil, com fornecimento de FiO_2 de 0,3 a 0,35, e observaram que a $PaCO_2$, entre 24 e 46mmHg, não interferiu no monitoramento da profundidade anestésica pelo BIS. MucCulloch et al. (2000) observaram que valores de $PaCO_2$ 61 ± 4 mmHg foram prejudiciais ao sistema de auto-regulação cerebral em pacientes anestesiados com propofol.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de diferentes frações inspiradas de oxigênio, em cães anestesiados com infusão contínua de propofol e mantidos em ventilação espontânea, no monitoramento da depressão do sistema nervoso central, pelo índice bispectral.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito cães adultos¹, quatro machos e quatro fêmeas, sem raça definida,

¹Aprovado pela Comissão de Ética Bem-Estar Animal da FCAV/UNESP, protocolo nº 017678-06.

evitando-se fêmeas prenhes ou em estro, pesando $8,6 \pm 1,8$ kg, considerados hígidos após exames físico e complementares, dentre os quais hematológico, eletrocardiográfico, ecocardiográfico e urinálise. Radiografias torácicas foram realizadas a fim de descartar afecções pulmonares. Os animais, mantidos em canis individuais, receberam ração comercial e água *ad libitum*.

Cada cão foi submetido a cinco procedimentos com intervalo de 10 dias entre eles. Cada etapa diferenciou-se pela fração inspirada de oxigênio (FiO_2) fornecida ao paciente, formando cinco grupos experimentais, denominados: G100 (grupo $FiO_2 = 1$); G80 (grupo $FiO_2 = 0,8$); G60 (grupo $FiO_2 = 0,6$); G40 (grupo $FiO_2 = 0,4$); e G20 (grupo $FiO_2 = 0,21$).

Para todos os animais, induziu-se a anestesia geral pela administração intravenosa de propofol² na dose necessária para a perda do reflexo laringotraqueal. Imediatamente após, foi realizada a intubação desses animais com sonda de Magil, de diâmetro adequado ao porte do cão, a qual foi conectada ao circuito anestésico com reinalação parcial de gases³, para o fornecimento de oxigênio, conforme as FiO_2 determinadas em cada grupo, sendo que o fluxo total foi mantido entre 30 e 50ml/kg/min. A leitura da concentração do gás foi obtida pelo uso de analisador de gases⁴, cujo sensor se encontrava adaptado na extremidade da sonda orotraqueal e conectado ao equipamento de anestesia.

Em seguida, iniciou-se a infusão contínua de propofol, por meio de bomba de infusão⁵, empregando-se a dose de 0,7mg/kg/min. Ato contínuo, procedeu-se à cateterização transcutânea da artéria tarsica⁶ para posterior coleta de sangue para hemogasometria, objetivando obter as pressões parciais no sangue arterial de oxigênio (PaO_2) e de dióxido de carbono ($PaCO_2$).

²Diprivan, ZENECA Farmacêutica do Brasil Ltda., São Paulo - SP, Brasil.

³OHMEDA, mod. Excel 210SE, Madison, EUA.

⁴DIXTAL, mod. DX - 2010 LCD, Manaus - AM, Brasil.

⁵Infusion Pump 670T, Samtronic, São Paulo - SP, Brasil.

⁶Cateter Insyte 22G, BD Insyte®, Becton Dickson Indústria Cirúrgica, Juiz de Fora - MG, Brasil.

Para aferir o índice biespectral, posicionaram-se os eletrodos⁷ do monitor de BIS⁸, sendo o eletrodo primário posicionado na linha média, em um ponto localizado a um terço da distância entre uma linha imaginária que liga os processos zigomáticos esquerdo e direito e a parte palpável mais distal da crista sagital. O eletrodo terciário foi colocado em posição rostral ao trago da orelha direita, e o eletrodo secundário, sobre o osso temporal, na distância média compreendida entre os eletrodos anteriores, conforme descrito por Guerrero (2003). Dessa forma, foi possível observar os valores de BIS (BIS), eletromiografia (EMG) e qualidade de sinal (SQI).

Previamente à anestesia, os valores de BIS foram mensurados para cada animal, sendo que estes permitiram descartar a presença de variáveis eletroencefalográficas de baixa voltagem, pois, segundo Schnider et al. (1998), poderiam resultar em valores de BIS anormais durante a anestesia.

As primeiras mensurações foram efetuadas 30 minutos após o início da infusão contínua (M0). As demais colheitas foram realizadas em intervalos de 15 minutos, por um período de 60 minutos (M15, M30, M45 e M60, respectivamente). Além disso, foram observados o posicionamento do globo ocular e a presença ou ausência do reflexo palpebral nos cães, durante o período experimental, após a mensuração das demais variáveis. Durante todo o procedimento, manteve-se o monitoramento dos animais, avaliando-se as frequências cardíaca e respiratória, o traçado eletrocardiográfico e as pressões arteriais, entre outros parâmetros.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, seguida pelo teste Tukey, considerando $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis referente ao BIS, não houve diferença, em nenhum momento, ao longo do estudo, o que pode ser justificado, pois a dose de infusão contínua de propofol foi a mesma para os cinco grupos, conforme descrito por Leslie et al.

(1995) e Ferro (2003), que, quando utilizaram este fármaco isoladamente, observaram correlação da concentração plasmática e da dose, respectivamente, com valores de BIS registrados.

O propofol produz alterações eletroencefalográficas características de anestesia geral, com redução da taxa do metabolismo cerebral e conseqüente redução do fluxo sanguíneo cerebral e também da pressão intracraniana (Westbrook e Cunningham, 2000). Por terem sido utilizados os mesmos animais nos cinco grupos e a mesma dose do fármaco neste estudo, possivelmente eliminou-se a variabilidade desses fatores em cada paciente.

Existem poucos trabalhos em cão em relação ao BIS, mas tal comportamento assemelha-se ao homem (Clark et al., 2005); sendo assim, ao seguir a escala numérica proposta por Bard (2001) e Johansen e Sebel (2000), pode-se aventar dizer que, em determinados momentos, os grupos se apresentaram em faixas diferentes desta escala, estando possivelmente em graus distintos de hipnose, segundo Bard (2001) e Johansen e Sebel (2000).

Neste estudo, as médias de PaCO₂ ultrapassaram os valores fisiológicos (35 a 45mmHg) (Cortopassi et al., 2002), sendo registradas diferenças significativas em M30, no qual se registrou média superior de G100 em relação a G20 (Tab. 1 e 2). Mi et al. (1998) registraram valores de PaCO₂ entre 24 e 46mmHg em seu estudo e concluíram que a PaCO₂ não interferiu no monitoramento do BIS, o que pode ser compreendido, pois esses autores registraram médias menores que as registradas neste trabalho, provavelmente devido ao uso, no estudo supracitado, de ventilação mecânica e a associação de propofol ao fentanil.

MucCulloch et al. (2000) observaram que valores de PaCO₂ 61±4mmHg foram prejudiciais ao sistema de auto-regulação cerebral em pacientes anestesiados com propofol, médias essas próximas às registradas em alguns grupos deste estudo e inferiores às médias de G100 e G80, que apresentaram os menores níveis de BIS. Além disso, segundo Greene (2004), a relação entre o fluxo sanguíneo cerebral e a PaCO₂ é linear.

⁷BIS Sensor, Aspect Medical Systems, Inc, Natick, Massachusetts, EUA.

⁸A – 2000 Biespectral Index Monitor Systems, Inc, Natick, Massachusetts, EUA.

Efeitos de diferentes frações...

Tabela 1. Índice biespectral (BIS), indicador de eletromiografia (EMG), índice de qualidade de sinal (SQI), pressão parcial de oxigênio (PaO₂) e pressão parcial de dióxido de carbono (PaCO₂) (mmHg) em cães submetidos à infusão contínua de propofol (0,7mg/kg/mim) mantidos em ventilação espontânea com diferentes frações inspiradas de oxigênio, segundo o momento (M) de mensuração

Parâmetro	Grupo	M0	M15	M30	M45	M60
BIS	G100	68±6,6	68±5,0	63±17,7	62±20,5	62±22,9
	G80	71±6,5	68±10,9	69±8,3	66±8,9	58±15,1
	G60	72±15,0	66±25,9	74±13,6	62±23,5	72±17,9
	G40	76±10,4	71±7,8	72±8,4	68±14,3	74±11,8
	G20	75±11,8	77±9,3	76±10,3	68±14,3	74±11,8
EMG	G100	34±5,9	24±4,9	33±5,8	32±6,2	33±6,6
	G80	33±5,9	32±5,7	29±9,2	31±5,8	36±6,1
	G60	36±5,8	37±7,6	34±6,0	35±7,5	37±8,6
	G40	37±8,6	35±5,3	36±7,0	35±6,0	38±8,1
	G20	37±6,2	37±6,7	37±7,6	37±6,3	38±7,0
SQI	G100	93±10,8	84±13,2	93±5,2	94±6,3	96±4,4
	G80	91±3,9	95±5,9	93±11,6	96±4,4	92±8,6
	G60	96±7,3	95±6,0	96±4,2	95±8,2	98±3,2
	G40	92±5,5	93±8,0	94±7,2	96±5,4	97±3,3
	G20	89±12,4	93±8,7	92±5,5	94±7,3	90±11,8
PaO ₂	G100	462±129,3A	434±62,8A	424±127,6A	434±95,9A	446±76,1A
	G80	365±79,8A	395±60,2A	405±54,2A	384±88,0A	357±134,3AC
	G60	240±65,4B	293±43,1B	259±68,8B	235±64,2B	275±70,7BCD
	G40	179±16,2BC	167±23,2C	169±28,0BC	175±39,0BC	181±22,0DE
	G20	74±22,0C	79±18,4D	87±19,9C	85±24,2C	81±21,3E
PaCO ₂	G100	70±29,5	78±28,2	96±39,0A	91±41,3	90±37,2
	G80	73±27,4	79±30,9	74±20,4	88±31,6	98±52,5
	G60	68±18,9	67±18,5	73±23,4	74±22,7	77±27,0
	G40	53±11,2	60±15,6	62±20,5	69±22,0	67±18,8
	G20	53±11,1	54±9,8	54±10,1B	55±12,2	57±11,8

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste Tukey (P<0,05).

G100: grupo FiO₂= 1; G80: FiO₂= 0,8; G60: FiO₂= 0,6; G40: FiO₂= 0,4; G20: FiO₂= 0,21. M0: mensuração 30min após início da infusão; M15: mensuração 15min após M0; M30: 30min após M0; M45: 45min após M0; M60: 60min após M0.

Tabela 2. Ausência, em porcentagem (%), do reflexo palpebral (R) e presença, em porcentagem (%), do globo ocular rotacionado (S) em cães submetidos à infusão contínua de propofol (0,7mg/kg/mim) mantidos em ventilação espontânea com diferentes frações inspiradas de oxigênio, segundo o momento (M) de mensuração

Parâmetro	Grupo	M0	M15	M30	M45	M60
G100	R	100	100	100	100	100
	S	100	100	100	100	100
G80	R	100	100	100	100	100
	S	100	100	100	100	100
G60	R	75	75	75	75	75
	S	100	100	100	100	100
G40	R	25	25	25	25	25
	S	100	100	100	100	100
G20	R	50	50	50	50	50
	S	100	100	100	100	100

G100: grupo FiO₂= 1; G80: FiO₂= 0,8; G60: FiO₂= 0,6; G40: FiO₂= 0,4; G20: FiO₂= 0,21. M0: mensuração 30min após início da infusão; M15: mensuração 15min após M0; M30: 30min após M0; M45: 45min após M0; M60: 60min após M0.

Pode-se sugerir que o sistema de auto-regulação cerebral foi afetado pelos altos valores de PaCO₂ registrados, já que o anestésico utilizado é associado com a ação intacta do sistema de auto-regulação cerebral (Hagihira et al., 2001).

Em situações em que se registra aumento da PaCO₂, os vasos cerebrais dilatam-se, o que permite maior fluxo de sangue e, conseqüentemente, aumenta o volume de sangue no sistema nervoso central (Greene, 2004). Altos fluxos sanguíneos cerebrais produzem altos picos de concentração do propofol nesta região, pois a cinética cerebral deste fármaco depende do fluxo sanguíneo (Upton et al., 2000). Dessa forma, pode-se sugerir que a concentração do fármaco no SNC não foi a mesma para os cães nos diferentes grupos.

Em relação aos demais fatores que poderiam afetar a auto-regulação cerebral, pode-se dizer que os valores de pressão arterial média se mantiveram entre 60 e 140 mmHg, limite que, em animais saudáveis, não causa alterações nesse sistema (Greene, 2004). A respeito de outros fatores ligados ao controle extrínseco do sistema de auto-regulação, como temperatura corpórea, esta manteve-se dentro dos parâmetros considerados fisiológicos para a espécie (Fantoni, 2002). Em relação ao pH, sabe-se que suas alterações são de menor intensidade (Westbrook e Cunnigham, 2000) nesse sistema. No entanto, as alterações registradas neste estudo foram correspondentes à acidose respiratória (Luna, 2002), que tem como alteração primária o aumento de PaCO₂ (Haupt, 1993). No que se refere à viscosidade sanguínea, não foram registradas alterações.

Quanto à PaO₂, os valores médios de G20 foram significativamente diferentes de G100, G80 e G60 em M0, M30, M45 e M60, enquanto no M15 todos os grupos apresentaram médias mais elevadas que em G20; G100 e G80 foram iguais em todos os momentos, sendo estes maiores que G60 e G40 em M0, M15, M30 e M45. Isto pode ser justificado, pois essa variável é dependente da fração inspirada de oxigênio (FiO₂), da ventilação e da relação ventilação-perfusão pulmonar (Cortopassi et al., 2002; Robertson, 2004).

Em todos os grupos, os valores da PaO₂ mantiveram-se acima de 60mmHg, pois, segundo Greene (2004), valores de PaO₂ abaixo desse patamar proporcionam o aumento dramático do fluxo sanguíneo cerebral, representando um efeito protetor para o cérebro quando ameaçado pela baixa oxigenação. Em contrapartida, G100, G80, G60 e G40 apresentaram valores elevados; no

entanto, sabe-se que a auto-regulação do fluxo de sangue arterial permanece intacta por até 12 horas quando a PaO₂ se apresenta acima dos valores normais (Greene 2004). Desta forma, acredita-se que essa variável não causou interferências no fluxo cerebral. Apesar de as médias de PaO₂ registradas dos grupos G100, G80 e G60 serem elevadas, estas estão dentro dos valores esperados, segundo Robertson (2004), que se refere ao fato de que, em um animal saudável, a PaO₂ prevista é de aproximadamente quatro a cinco vezes a FiO₂ fornecida.

Segundo Guerrero (2003), valores de BIS entre 55 e 65 são adequados para procedimentos cirúrgicos em cães induzidos com propofol e anestesiados com sevoflurano. A partir dessa informação, é possível sugerir que os animais do G100, G80 e G60 se encontravam em plano anestésico. Outro aspecto a ser salientado é o fato de todos os animais no G100 e G80 apresentarem globo ocular rotacionado e ausência do reflexo palpebral durante todo o período experimental.

Ferro (2003) observou, em cães submetidos à infusão contínua de propofol, BIS de 82 para a dose de 0,4mg/kg/min e de 83 para 0,8mg/kg/min. Esses valores estão próximos às médias observadas em G20 e G40, que foram, respectivamente, 77 e 76.

Para os cães que receberam oxigênio a 21% (G20), foram registrados valores médios de BIS mais baixos que os observados por Ferro (2003) no grupo que recebeu a dose de 0,8mg/kg/min, sendo essa taxa de infusão maior que a utilizada neste estudo. Tal fato pode ser justificado pela variabilidade dos animais ao anestésico administrado e porque, neste estudo, foi utilizado fornecimento de oxigênio via sonda orotraqueal.

Para G20, G40 e G60, 100% dos cães apresentaram o globo ocular rotacionado, porém apresentavam presença de reflexo palpebral discreto. Portanto, para G20 e G40, por meio da avaliação dos valores de BIS e das características dos estágios anestésicos, sugeriu-se que, nas condições empregadas, não seria adequado realizar procedimentos cirúrgicos, confirmando os resultados de Ferro (2003), que sugeriu que as doses de 0,2, 0,4 e 0,8mg/kg/min, empregadas em cães que respiram ar ambiente, não permitem procedimentos cirúrgicos.

Novamente, os menores valores de BIS apresentados no G100 e G80 podem ser embasados pelas características dos estágios anestésicos, já que 100% apresentaram ausência dos reflexos avaliados

e globo ocular rotacionado, diferindo de G20 e G40. Estes resultados dão embasamento à hipótese de que outros fatores, tais como PaCO₂, têm influência no monitoramento pelo índice bispectral, como descrito anteriormente.

Quanto às variáveis EMG e SQI, os valores da primeira mantiveram-se abaixo de 40 e, para SQI, acima de 84, possibilitando maior confiabilidade dos valores obtidos e confirmando os resultados conseguidos por Ferro (2003), que obteve valores de EMG abaixo de 43 e SQI acima de 92, e Guerrero (2003), que registrou valores de SQI acima de 90 e EMG abaixo de 30. Esses dados são de extrema importância, já que há relatos de aumento de valores de BIS, mesmo com aumentos da concentração de propofol, devido à atividade eletromiográfica elevada, sinalizada pelos valores altos de EMG (Bruhn et al., 2000). Segundo Hastschbach et al. (2006), há uma correlação entre os valores de EMG e BIS. Hemmerling et al. (2005), ao observarem diminuição nos valores de BIS, também adotaram como procedimento a verificação das influências da EMG e da SQI.

Concluiu-se que o emprego de diferentes frações inspiradas de oxigênio não altera os parâmetros relacionados ao índice bispectral. Todavia, sugere-se que o monitoramento pelo BIS foi capaz de detectar alterações no equilíbrio do fluxo sanguíneo cerebral, oriundas das alterações ocasionadas na dinâmica respiratória pelo emprego de diferentes FiO₂. No entanto, nesse aspecto, são necessários maiores e mais profundos estudos, podendo, desta forma, esclarecer melhor as dúvidas que surgiram.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro concedido, e ao Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABKE, J.; NAHM, W.; STOCKMANN, G. et al. Detection of inadequate anesthesia by EEG power and bispectral analysis. *Anesthesiology*, v.85, p.447A, 1996.

BARD, J.W. The BIS monitor: a review and technology assessment. *AANA J.*, v.69, p.477-483, 2001.

BENOÎT, Z.; WICKY, S.; FISCHER, J.F. et al. The effect of increased FiO₂ before tracheal extubation on postoperative atelectasis. *Anesth. Analg.*, v.95, p.1777-1781, 2002.

BILLARD, V. Brain injury under general anesthesia: is monitoring of the EEG helpful? *Can. J. Anaesth.*, v.48, p.1055-1060, 2001.

BRUHN, J.; BOUILLON, T.W.; SHAFER, S.L. Electromyographic activity falsely elevates the bispectral index. *Anesthesiology*, v.92, p.1485-1487, 2000.

CLARK, R.M.O.; MASSONE, F.; BEIER, S.L. Avaliação algimétrica e sinérgica em cães tratados pela levomepromazina, induzidos pelo tiopental e mantidos pelo sevoflurano, pré-tratados ou não pelo butorfanol. *Rev. Bras. Cienc. Vet.*, v.12, p.16-26, 2005.

CORTOPASSI, S.R.G.; FANTONI, D.T.; KITAHARA, F.R. et al. Complicações da anestesia. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. (Eds). *Anestesia em cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2002. p.347-361.

DAHABA, A.A. Different condition that could result in the bispectral index indicating in incorrect hypnotic state. *Anaesth. Analg.*, v.101, p.765-773, 2005.

FANTONI, D.T. Recuperação pós-anestésica. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. (Eds). *Anestesia em cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2002. p.369-378.

FERRO, P.C. *Índice bispectral e variáveis fisiológicas, em cães submetidos a diferentes doses de propofol*. 2003. 65f. Trabalho de Graduação em Anestesiologia Veterinária – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

GREENE, S.A. Anestesia para o paciente com doença neurológica. In: GREENE, S.A. (Ed). *Segredos em anestesia veterinária e manejo da dor*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.237-240.

GREENE, S.A.; BENSON, G.J.; TRANQUILLI, W.J. et al. Bispectral index in dogs anesthetized with isoflurane: comparison with sevoflurane. *Vet. Anaesth. Analg.*, v.29, p.97-112, 2002.

- GUERRERO, P.N.H. *Influência do monitoramento do Índice Biespectral sobre o comportamento de variáveis cardiorrespiratórias e consumo de sevoflurano, em cães*. 2003. 65f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.
- GUERRERO, P.N.H.; NUNES, N. Monitoramento do índice bispectral em cães. *Semina*, v.24, p.163-170, 2003.
- HAGIHIRA, S.; TAKASHINA, M.; MORI, T. et al. Practical issues in bispectral analysis of electroencephalographic signals. *Anesth. Analg.*, v.93, p.966-970, 2001.
- HATSCHBACH, E.; MASSONE, F.; SANTOS, G. J. V. et al. Parametria da associação do midazolam ou diazepam em cães pré-tratados pela atropina e tratados pela dexmedetomidina e quetamina. *Cienc. Rural*, v.36, p.536-543, 2006.
- HAYASHIDA, M.; CHINZEI, M.; KOMATSU, K. et al. Detection of the cerebral hypoperfusion with bispectral index during paediatric cardiac surgery. *Br. J. Anaesth.*, v.90, p.694-698, 2003.
- HEMMERLING, T.M.; OLIVIER, J.F.; BASILE, F. et al. Bispectral index as an indicator of cerebral hypoperfusion during off-pump coronary artery bypass grafting. *Anesth. Analg.*, v.100, p.354-356, 2005.
- HOUP, T.R. Equilíbrio ácido-básico. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Eds). *Dukes: fisiologia dos animais domésticos*, 11. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. p.549-559.
- JOHANSEN, J.W.; SEBEL, P. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring. *Anesthesiology*, v.93, p.1336-1344, 2000.
- LESLIE, K.; SESSLER, D.I.; SCHROEDER, M. et al. Propofol blood concentration and Bispectral index predict suppression of learning during propofol/epidural anesthesia in volunteers. *Anesth. Analg.*, v.81, p.1269-1274, 1995.
- LUNA, S.P.L. Equilíbrio ácido-básico. In: FANTONI, D.T.; CORTOPASSI, S.R.G. (Eds). *Anestesia em cães e gatos*. São Paulo: Roca, 2002. p.121-139
- MAGNUSSON, L.; SPAHN, D.R. New concepts of atelectasis during general anaesthesia. *Br. J. Anaesth.*, v.91, p.61-72, 2003.
- McCULLOCH, T.J.; VISCO, E.; LAM, A.M. Graded hypercapnia and cerebral autoregulation during sevoflurane or propofol anesthesia. *Anesthesiology*, v.93, p.1205-1209, 2000.
- MI, W. D.; SAKAI, T.; TAKAHASHI, S. et al. The influence of changes in PaCO₂ on bispectral index, spectral edge frequency and median frequency during propofol/fentanyl anesthesia. *Anesth. Analg.*, v.86, p.548S, 1998.
- MORIMOTO, Y.; MONDEN, Y.; OHTAKE, K. et al. The detection of cerebral hypoperfusion with bispectral index monitoring during general anesthesia. *Anesth. Analg.*, v.100, p.158-161, 2005.
- ROBERTSON, S.A. Oxigenação e ventilação. In: GREENE, S.A. (Ed). *Segredos em anestesia veterinária e manejo da dor*. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.31-36.
- ROSOW, C.; MANBERG, P.J. Bispectral index monitoring. *Anesthesiol. Clin. N. Am.*, v.2, p.89-107, 1998.
- ROTHEN, H.U.; SPORRE, B.; ENGBERG, G. et al. Prevention of atelectasis during general anaesthesia. *Lancet*, v.345, p.1387-1391, 1995.
- SCHNIDER, T.W.; DRMED, L.; MARTIN DRMED, P.F. et al. Unreasonably low bispectral values in a volunteer with genetically determined low-voltage electroencephalographic signal. *Anesthesiology*, v.89, p.1607-1608, 1998.
- UPTON, R.N.; LUDBROOK, G.L.; GRANT, C. et al. The effect of altered cerebral blood flow on the cerebral kinetics of thiopental and propofol in sheep. *Anesthesiology*, v.93, p.1085-1094, 2000.
- WELSBY, I.J.; RYAN, J.M.; BOOTH, J.V. et al. The bispectral index in the diagnosis of the perioperative stroke: a case report and discussion. *Anesth. Analg.*, v.96, p.435-437, 2003.
- WESTBROOK, A.; CUNNINGHAM, A.J. Comment. In: McCULLOCH, T.J.; VISCO, E.; LAM, A.M. Graded hypercapnia and cerebral autoregulation during sevoflurane or propofol anesthesia. *Anesthesiology*, v.93, p.343-344, 2000.