

Eficácia e efeitos hemodinâmicos da anestesia raquidiana com ropivacaína isobárica, hipobárica ou hiperbárica em cães anestesiados com isofluorano¹

Caio J.X. Abimussi^{2*}, Beatriz P. Floriano³, Juliana T. Wagatsuma³, Carlos H.B. Canceli³, Joana Z. Ferreira⁴, Fernando L. Garcia-Pereira⁵, Paulo S.P. dos Santos⁶ e Valéria N.L.S. Oliva⁶

ABSTRACT- Abimussi C.J.X., Floriano B.P., Wagatsuma J.T., Canceli C.H.B., Ferreira J.Z., Garcia-Pereira F.L., Santos P.S.P. & Oliva V.N.L.S. 2017. [Efficacy and hemodynamic effects of spinal anesthesia with isobaric, hypobaric or hyperbaric ropivacaine in dogs anesthetized with isoflurane.] Eficácia e efeitos hemodinâmicos da anestesia raquidiana com ropivacaína isobárica, hipobárica ou hiperbárica em cães anestesiados com isofluorano. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 37(2):137-144. Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal, Rua Clóvis Pestana 793, Dona Amélia, Araçatuba, SP 16050-680, Brazil. E-mail: cjxabimussi@hotmail.com

The aim of the study was to assess hemodynamic changes and complications of spinal anesthesia with ropivacaine at different baricities. Six beagle dogs aged four years. The dogs were anesthetized with isoflurane and subjected to the following treatments: G_{hypo} = spinal anesthesia with hypobaric ropivacaine (0.5mL of 0.9% NaCl+0.5mL ropivacaine at 0.75%); G_{iso} = isobaric spinal anesthesia (0.5mL of 0,906% NaCl+0.5mL ropivacaine at 0.75%); G_{hyper} = hyperbaric spinal anesthesia (0.5mL of 10% glucose+0.5mL ropivacaine at 0.75%). After induction to anesthesia and maintenance with isoflurane, animals were positioned in right lateral recumbency for pulmonary artery catheterization through the left jugular vein. Spinal anesthesia was carried out with injection of 1mL of local anesthetic using a 22G Quincke tip needle in the L5-L6 space along 1 minute. Dogs were maintained under inhalation anesthesia for 60 minutes in ventral recumbency. HR, F_{R} , MAP, CO, mPAP and body temperature progressively increased in all groups, whereas PCWP increased only in G_{HYPO} at all time points. The TPRI showed significantly higher values in G_{ISO} at M_1 , M_5 and M_{10} compared to the other groups, except for M_5 , during which G_{ISO} differed only from G_{HYPER} . The PVRI increased at M_5 compared to M_B in G_{ISO} . Side effects such as unilateral motor deficit, bladder atony, excitation, acute pain and chemosis were observed. The hemodynamic changes were not relevant, although inhalation anesthesia with isoflurane might have influenced the results. The changes observed in the study demonstrate that motor blockade is likely to be obtained with isobaric and hyperbaric ropivacaine, thereby confirming the influence of baricity on the type of nerve fibers on the spinal cord. The isobaric solution results in a mixed blockade (motor and sensory blockade). Hemodynamic changes such as hypotension and bradycardia were not evidenced in this study, although local anesthetics were administered in low volumes and

¹ Recebido em 21 de janeiro de 2017.

Aceito para publicação em 7 de outubro de 2016.

² Doutor em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba (FMVA), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Rua Clóvis Pestana 793, Dona Amélia, Araçatuba, SP 16050-680, Brasil. *Autor para correspondência: cjxabimussi@hotmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, FMVA-Unesp, Rua Clóvis Pestana 793, Dona Amélia, Araçatuba, SP 16050-680.

⁴ Docente do Curso de Medicina Veterinária, Hospital Universitário, Centro Universitário de Rio Preto (Unirp), Rodovia BR-153 Km 69, São José do Rio Preto, SP 15093-450, Brasil.

⁵ Assistant Professor of the Large Animal Department, College of Veterinary Medicine, University of Florida, 2015 SW 16th Avenue, Gainesville, FL 32608, USA.

⁶ Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal (DCCRA). FMVA-Unesp, Rua Clóvis Pestana 793, Dona Amélia, Araçatuba, SP 16050-680.

together with isoflurane anesthesia. Regarding complications, post-anesthetic observation is warranted in order to identify and treat possible changes. Spinal anesthesia in the conditions studied did not cause hemodynamic changes in isoflurane-anesthetized dogs and is thus considered safe for routine practice, although a few complications are prone to occur.

INDEX TERMS: Regional anaesthesia, spinal cord, subarachnoid, cardiovascular, complications, canine.

RESUMO.- O presente estudo objetivou avaliar a anestesia raquidiana com ropivacaína em cães alterando a baricidade do anestésico local, investigando as alterações hemodinâmicas e complicações. Foram utilizados seis cães, Beagle, 4 anos, submetidos a anestesia inalatória com isoflurano e aos tratamentos: G_{hipo} = anestesia raquidiana hipobárica (0,5 mL NaCl 0,9% + 0,5 mL ropivacaína 0,75%); G_{iso} = anestesia raquidiana isobárica (0,5 mL NaCl 1,53% + 0,5 mL ropivacaína 0,75%); G_{hiper} = anestesia raquidiana hiperbárica (0,5 mL glicose 10% + 0,5 mL ropivacaína 0,75%). Após indução anestésica e manutenção com isoflurano, os animais foram posicionados em decúbito lateral direito para a passagem de um cateter de artéria pulmonar pela veia jugular esquerda. Após esse procedimento, a punção subaracnóide foi realizada entre L5-L6 com uma agulha espinhal 22G, seguida da administração de 1 mL de anestésico local em 1 min. Os animais foram mantidos por 60 minutos anestesiados em decúbito ventral. A FC, f , PAM, DC, PAPm e $T^{\circ}C$ apresentaram aumento progressivo em todos os grupos enquanto que a PCPm, apenas no G_{hipo} , aumentou ao longo de todos os momentos. O IRPT no G_{iso} apresentou valores significativamente superiores no M_1 , M_5 e M_{10} comparado aos demais grupos, exceto no M_5 , em que o G_{iso} diferiu somente do G_{hiper} . O IRVP no G_{iso} aumentou no M_5 em comparação ao M_B . Foram observados efeitos adversos como déficit motor unilateral, atonia vesical, excitação, dor aguda e quemose. De acordo com os dados obtidos no presente estudo pode-se concluir que os animais que receberam anestesia raquidiana com as soluções hiperbárica e isobárica apresentaram maior bloqueio motor comprovando que a baricidade influencia diretamente o tipo de fibra a ser bloqueada. A utilização de solução isobárica resulta em um bloqueio misto (motor e sensitivo). As alterações hemodinâmicas descritas na literatura como, bradicardia e hipotensão, não puderam ser evidenciadas neste estudo embora o volume de anestésico tenha sido baixo associado a influência dos efeitos do isoflurano. Em relação às complicações evidenciadas, sugere-se acompanhamento pós-anestésico dos animais submetidos à anestesia raquidiana a fim de que quaisquer alterações possam ser identificadas precocemente e tratadas.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Anestesia regional, subaracnoide, cardiovascular, complicações, canino.

INTRODUÇÃO

A anestesia espinhal é alcançada pela injeção de um anestésico local no líquido cefalorraquidiano (LCR), promovendo um bloqueio motor e sensitivo (Soltész 2010). Após injetado, o anestésico local é diluído pelo LCR antes de alcançar as raízes nervosas e a medula espinhal (Butterworth 1998),

atuando nos cornos dorsal e ventral, promovendo bloqueio de canais de sódio inibindo a geração e a propagação do impulso elétrico (Olschewski et al. 1998).

Diversos fatores influenciam no sucesso da anestesia espinhal: variação individual na quantidade de LCR, variação anatômica das raízes nervosas (Hogan & Toth 1999) e a diferença de densidade entre o LCR e os anestésicos locais que implicará no tipo de bloqueio (sensorial ou motor / uni ou bilateral) e consequentemente nas suas alterações sistêmicas.

Os principais efeitos adversos da anestesia raquidiana são alterações cardiovasculares (bradicardia e hipotensão), contudo, apresenta vantagens sobre as demais modalidades anestésicas como a possibilidade de realização de procedimentos com o paciente acordado ou levemente sedado, dose de anestésico local menor comparada a anestesia epidural, bloqueio seletivo e menor influência anestésica sobre o sistema cardiovascular. Para tanto, sabe-se que o decúbito do paciente, a baricidade do anestésico local, a posição do paciente durante e após a execução da técnica, bem como a dose e o local de injeção (Gouveia 2001) são fatores que irão influenciar na seletividade deste bloqueio.

Frente a escassez de dados disponíveis na literatura veterinária sobre a utilização dessa técnica, o presente estudo justifica-se na necessidade de explorar os conceitos da anestesia raquidiana em cães e descobrir se haverá correlação entre as soluções anestésicas utilizadas com as possíveis alterações hemodinâmicas. Ainda, tem por objetivo avaliar os efeitos hemodinâmicos da anestesia raquidiana com as diferentes soluções estudadas, bem como a incidência de bloqueio seletivo devido a alteração da baricidade das soluções.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas dependências da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba (FMVA - UNESP), no Laboratório Experimental de Anestesiologia e Cirurgia Veterinária após ser aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob o protocolo nº 2013-00117.

Foram utilizados seis cães da raça Beagle, com quatro anos de idade, sendo dois machos e quatro fêmeas (fora do ciclo estral), com peso entre 10 e 20 kg, provenientes de canil experimental. Todos os animais foram triados após realização de exame físico (mensuração das frequências cardíaca e respiratória (FC e f), mensuração da temperatura retal ($T^{\circ}C$), avaliação da coloração das mucosas e do tempo de preenchimento capilar (TPC)) e exames laboratoriais (hemograma completo, perfil renal e hepático) além de exame sorológico para Leishmaniose por se tratar de uma área endêmica.

Foram considerados critérios para a exclusão dos animais deste estudo qualquer alteração dos parâmetros avaliados nos exames físico e laboratoriais, assim como a ocorrência de resulta-

do positivo na sorologia para Leishmaniose. Para a realização do procedimento anestésico, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas e hídrico de 2 horas.

As soluções foram preparadas com base nos valores de referência da densidade do LCR dos cães (1,003 a 1,012g/cm³) (Kay et al. 1974). Sendo assim, após a mensuração da densidade das formulações abaixo citadas por um refratômetro, foram consideradas hipobárica, isobárica e hiperbárica as soluções que apresentaram como valores de densidade 1,002; 1,008 e 1,022 g/cm³, respectivamente. Todos os animais foram submetidos a todos os procedimentos anestésicos a serem testados respeitando um período de *washout* de sete dias, participando de todos os tratamentos com ropivacaína 0,375%, sendo distribuídos aleatoriamente nos grupos descritos a seguir:

G_{hipo}: anestesia inalatória + anestesia raquidiana hipobárica (0,5 mL ropivacaína 0,75% + 0,5 mL cloreto de sódio 0,9%);

G_{iso}: anestesia inalatória + anestesia raquidiana isobárica (0,5 mL ropivacaína 0,75% + cloreto de sódio 1,53% (0,9 mL NaCl 0,9% + 0,1 mL NaCl 7,26%) (0,5 mL);

G_{hiper}: anestesia inalatória + anestesia raquidiana hiperbárica com ropivacaína 0,75% (0,5 mL) + glicose 10% (0,5mL).

Protocolo experimental. Previamente ao ato anestésico foi realizado um novo exame físico e avaliação de reflexos motores/sensitivos como pânículo, pinçamento interdigital e os reflexos patelar, tibial e de propriocepção. Em sequência, utilizando-se uma máscara facial acoplada a um circuito circular de anestesia com reinalação parcial de gases, foi realizada a indução anestésica com isoflurano, na fração inspirada de 5% (ITiso 5%), diluído em oxigênio a 100% em fluxo de 3 L/min, até a perda de tônus mandibular e reflexo laringotraqueal quando, então, foi procedida a intubação orotraqueal com sonda do tipo Murphy. A sonda foi diretamente conectada ao mesmo sistema utilizado na indução anestésica e a manutenção da anestesia foi realizada com valores de 1,5 CAM (concentração alveolar mínima), sendo esta determinada em um estudo experimental prévio por Floriano et al. (2015).

Após a intubação, os animais foram posicionados em decúbito lateral direito para cateterização da veia cefálica esquerda para administração de solução de Ringer com lactato na taxa de 3mL/kg/h. Como parte da monitorização, foram alocados os sensores de monitor multiparamétrico para aferição frequência cardíaca (FC) em batimentos por minuto (bpm), frequência respiratória (*f*) em movimentos por minuto (mpm), pressão arterial invasiva (PAI) em mmHg e saturação de oxihemoglobina (SpO₂) em porcentagem (%).

A temperatura corporal dos animais foi mantida com o auxílio de colchão de água aquecida associado a um sistema de aquecimento por ar quente.

Todos os animais foram mantidos sob ventilação espontânea. Caso a fração expirada de dióxido de carbono (ETCO₂) atingisse valores superiores ou iguais a 55 mmHg, adotava-se a ventilação controlada com pressão positiva intermitente, sendo a pressão de pico inspiratória mantida a 15cmH₂O.

Um cateter foi introduzido na artéria podal para mensuração da pressão arterial por método invasivo. Uma seringa de um mL foi utilizada para realizar as coletas de sangue arterial para realização de exame hemogasométrico.

Com o objetivo de avaliar as variáveis hemodinâmicas, um kit introdutor de cateter de artéria pulmonar foi posicionado na veia jugular externa esquerda. Sequencialmente, introduziu-se um cateter de Swan-Ganz, cuja extremidade distal foi corretamente posicionada na luz da artéria pulmonar observando-se as formas das ondas de pressão para mensuração do débito cardíaco (DC),

pressão venosa central (PVC), pressão da artéria pulmonar média (PAPm) e pressão capilar pulmonar (PCPm) utilizando-se um monitor específico.

Finalizado o posicionamento do cateter e alocação dos demais sensores de monitorização, aguardou-se um período de 10 minutos com o animal em plano estável e instrumentado antes do início das avaliações. Foram colhidos os parâmetros correspondentes ao momento basal (M_B: FC, SpO₂, PAM invasiva, DC, PVC, PAPm, PCPm, *f*, ETCO₂, T°C) e os índices de resistência periférica total (IRPT) e resistência vascular pulmonar (IRVP) foram calculados respectivamente a partir das fórmulas: IRPT= [(PAM/DC) x 79,9] x ASC e IRVP= {[PAPm - PCPm] / DC} x 79,9] x ASC, bem como o índice cardíaco (IC = DC/ASC), o índice sistólico (IS = VS/ASC) e o índice de trabalho ventricular esquerdo (ITVE = TVE/ASC)

A região escolhida para ser abordada correspondeu ao espaço entre as vértebras L5-L6. Após tricotomia e antisepsia da região, isolou-se o campo por meio de compressas estéreis. Os membros pélvicos do animal foram tracionados em direção cranial por entre os membros torácicos, simulando uma posição fetal com o animal em decúbito lateral direito. Com os dedos polegar e médio posicionados em região paramediana à coluna espinhal, localizou-se o espaço alvo (L5-L6) com o dedo indicador por meio de movimentos crânio-caudais. Finalmente, com o dedo indicador posicionado na borda caudal do processo espinhoso da vertebra L5, uma agulha de ponta Quincke 22G foi introduzida em sentido crânio-caudal respeitando uma angulação de aproximadamente 80° (Fig.1 e 2A). Após percepção tátil na agulha de uma perda de resistência semelhante a um "pop", retirou-se o mandril e, após retorno espontâneo e livre de três gotas de LCR (Fig.2B), acoplou-se uma seringa de 1mL para posterior administração da solução anestésica em período fixo de um minuto.

Imediatamente após o término da infiltração da solução no espaço raquidiano os animais foram posicionados em decúbito ventral e todos os parâmetros anteriormente descritos foram avaliados, sendo considerados como momentos:

- M1: momento imediatamente após a aplicação da solução no espaço raquidiano;
- M5: cinco minutos após a aplicação da solução no espaço raquidiano;
- M10: dez minutos após a aplicação da solução no espaço raquidiano;
- M15: 15 minutos após a aplicação da solução no espaço raquidiano;
- M30: 30 minutos após a aplicação da solução no espaço raquidiano;
- M60: 60 minutos após a aplicação da solução no espaço raquidiano.

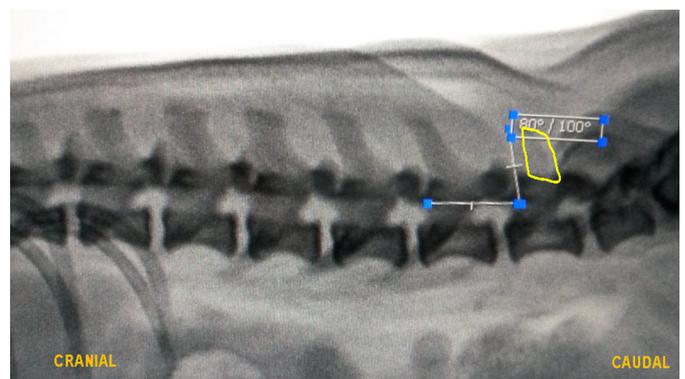


Fig.1. Imagem radiográfica látero-lateral da região lombar de um cão. Notar o ângulo de 80° formado pelo processo espinhoso e o corpo vertebral em L6, o que indica a correta angulação de introdução da agulha para a realização da punção.



Fig.2. (A) Localização do espaço L5-L6 e introdução da agulha; (B) Refluxo de líquido cefalorraquidiano pelo canhão da agulha confirmando o acesso ao espaço subaracnóide.

Após um período de 60 minutos, os animais foram acordados e após completa recuperação anestésica (capacidade de responder a estímulos e de locomoção), para avaliação sensitiva e motora, foram realizados testes neurológicos (reflexos patelar e tibial, propriocepção, pânico, estímulo à locomoção e avaliação de dor profunda pós pinçamento digital) nos momentos descritos abaixo:

R0: após a recuperação anestésica;
 R30: 30 minutos após a recuperação anestésica;
 R60: 60 minutos após a recuperação anestésica;
 R120: 120 minutos após a recuperação anestésica.

Caso após esse período não tivesse ocorrido recuperação das funções motoras/sensitivas, os animais seriam assistidos até o retorno das mesmas. Todos os animais receberam Meloxicam (0,2mg/kg), por via subcutânea, após o término da avaliação.

Cálculo estatístico (significância $p < 0,05$). Os dados foram testados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal foi realizada a análise de variância para comparar grupos, momentos e interação grupo x momento e teste de Tukey para comparação de médias. Para aquelas variáveis que não passaram no teste de normalidade foi realizado o teste de Friedman. As análises estatísticas foram

Quadro 1. Parâmetros avaliados de seis cães anestesiados com isoflurano e submetidos a raquianestesia com ropivacaína 0,375% hipobárica (GHIPO), isobárica (GISO) e hiperbárica (GHIPER) ao longo de quatro momentos

Variável	Grupo	Momentos						
		MB	M1	M5	M10	M15	M30	M60
FC	GHIPO	133±22,1 ^b	139±23,0 ^{ab}	135±19,9 ^{ab}	137±18,7 ^{ab}	139±17,7 ^{ab}	139±14,0 ^{ab}	148±12,6 ^a
	GISO	130±14,0 ^b	133±17,0 ^b	134±15,8 ^{ab}	134±14,0 ^{ab}	137±14,4 ^{ab}	143±13,8 ^{ab}	146±12,8 ^a
	GHIPER	130±13,7 ^{bc}	122±19,9 ^c	126±20,7 ^{bc}	130±12,8 ^{bc}	131±14,6 ^{bc}	137±16,8 ^b	152±17,7 ^a
F	GHIPO	14±4,1 ^b	16±4,9 ^{ab}	17±6,1 ^{ab}	17±6,5 ^{ab}	21±9,4 ^a	19±7,8 ^{ab}	20±9,9 ^a
	GISO	15±5,4	18±9,8	16±9,2	16±5,3	15±5,1	17±6,6	18±3,6
	GHIPER	12±4,0	10±2,6	13±2,7	12±2,8	12±2,8	13±3,7	16±6,5
Temp	GHIPO	37,3±0,38 ^a	37,0±0,21 ^{ab}	36,9±0,18 ^b	36,8±0,21 ^b	36,8±0,23 ^b	36,8±0,30 ^b	36,9±0,60 ^{ab}
	GISO	37,4±0,71 ^a	36,9±0,78 ^{ab}	36,7±0,80 ^b	36,7±0,72 ^b	36,7±0,73 ^b	36,7±0,69 ^b	37,0±0,68 ^{ab}
	GHIPER	37,4±0,29 ^a	36,8±0,45 ^b	36,7±0,45 ^b	36,7±0,50 ^b	36,7±0,51 ^b	36,7±0,55 ^b	37,0±0,61 ^b
PAM	GHIPO	83±20,2 ^b	86±20,8 ^b	83±20,0 ^b	81±19,5 ^b	86±24,3 ^b	97±17,7 ^{ab}	105±16,4 ^a
	GISO	75±6,5 ^b	87±15,1 ^{ab}	81±10,8 ^b	80±10,3 ^b	87±12,8 ^{ab}	89±12,3 ^{ab}	96±8,1 ^a
	GHIPER	71±6,1 ^b	71±8,7 ^b	73±12,3 ^b	73±9,8 ^b	74±8,1 ^b	83±9,0 ^b	102±10,0 ^a
IC	GHIPO	5,1±2,49 ^b	5,4±2,49 ^b	5,4±1,92 ^b	5,7±2,11 ^b	5,9±1,84 ^b	6,2±1,52 ^{ab}	7,3±2,43 ^a
	GISO	4,6±1,60 ^{ab}	4,5±1,38 ^b	4,5±1,43 ^b	4,5±1,30 ^b	5,7±1,85 ^{ab}	5,7±1,84 ^{ab}	6,0±1,48 ^a
	GHIPER	5,0±1,36 ^{bc}	4,6±1,69 ^c	4,9±1,57 ^{bc}	5,0±1,4 ^{bc}	5,0±1,53 ^{bc}	5,8±2,12 ^b	7,3±1,94 ^a
PAPm	GHIPO	16±2,7 ^b	18±4,3 ^{ab}	20±0,8 ^a	19±2,9 ^{ab}	20±1,3 ^a	19±3,2 ^{ab}	20±3,1 ^a
	GISO	15±3,4 ^b	20±2,3 ^a	20±1,6 ^a	20±1,9 ^a	20±2,4 ^a	22±2,0 ^a	21±2,4 ^a
	GHIPER	16±2,2 ^c	18±2,5 ^{bc}	18±3,2 ^{bc}	19±3,2 ^b	18±2,8 ^b	19±2,7 ^b	21±4,1 ^a
PCPm	GHIPO	9±2,3 ^b	11±3,1 ^{ab}	11±2,6 ^{ab}	11±2,5 ^{ab}	11±2,0 ^{ab}	12±2,9 ^a	13±2,8 ^a
	GISO	8±1,2	10±1,8	9±1,7	10±2,5	9±2,1	10±2,3	10±1,6
	GHIPER	8±2,7	10±3,4	10±3,1	10±2,9	10±2,8	10±3,1	10±2,6
IS	GHIPO	37±11,1 ^b	38±12,6 ^b	39±8,7 ^b	40±10,1 ^b	42±8,6 ^{ab}	44±6,9 ^{ab}	49±12,5 ^a
	GISO	35±9,8	33±7,2	33±7,1	33±6,4	41±10,7	40±10,4	41±7,5
	GHIPER	38±9,3 ^b	37±10,5 ^b	39±8,6 ^b	39±9,6 ^b	38±10,5 ^b	42±12,3 ^b	48±10,1 ^a
ITVE	GHIPO	6,2±4,91 ^b	6,6±4,60 ^b	6,3±3,83 ^b	6,6±4,15 ^b	7,1±3,73 ^b	8,3±2,80 ^{ab}	10,3±3,76 ^a
	GISO	4,7±1,64 ^b	5,5±2,26 ^{ab}	5,0±1,84 ^b	4,9±1,42 ^b	6,7±2,27 ^{ab}	6,8±2,34 ^{ab}	7,8±1,63 ^a
	GHIPER	4,7±1,07 ^{bc}	4,4±1,64 ^c	4,8±1,64 ^{bc}	5,0±1,47 ^{bc}	5,0±1,59 ^{bc}	6,7±2,78 ^b	10,2±3,23 ^a
IRPT	GHIPO	1551±583	1507±577 ^B	1405±507 ^{ab}	1312±444 ^b	1307±477	1377±402	1347±544
	GISO	1570±710	1725±421 ^A	1646±577 ^a	1610±541 ^a	1480±656	1456±588	1453±449
	GHIPER	1332±583	1476±630 ^B	1393±576 ^b	1371±604 ^b	1379±548	1349±507	1254±362
IRVP	GHIPO	145±70,1	127±62,6	166±83,4	126±67,2	148±71,8	106±40,9	87±49,7
	GISO	139±61,7 ^b	204±34 ^{ab}	212±53,8 ^a	184±23,7 ^{ab}	180±65,2 ^{ab}	184±57,1 ^{ab}	159±30,9 ^{ab}
	GHIPER	140±45,4	176±101,2	155±70,2	152±52,9	157±63,8	140±72,2	137±55,0

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas (grupos) ou minúsculas nas linhas (momentos) diferem entre si segundo teste de Tukey ($p < 0,05$). FC = bpm; f = mpm; Temp. oC; PAM = mmHg; IC = L/min/m²; PAPm = mmHg; PCPm = mmHg; IS = mL/batimento/m²; ITVE = kg×m/min×m²; IRPT = dina×s/cm⁵×m⁵; IRVP = dina×s/cm⁵×m⁵.

efetuadas com o programa computacional SAS® (Statistical Analysis System) versão 9.3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de execução da técnica de anestesia raquidiana em cães foi superior ao descrito em humanos. Isso pode ser explicado pelas diferenças anatômicas existentes entre as espécies, principalmente em relação à angulação dos processos espinhosos. Neste estudo, a localização do espaço L5-L6 foi realizada após determinação do espaço L7-S1 (local de punção peridural) com consequente palpação retrógrada dos processos espinhosos até a região alvo, semelhante ao descrito por Otero (2005) e indo de encontro à técnica relatada em medicina humana, em que a palpação dos processos espinhosos é feita e visualizada diretamente. Ainda, estas estruturas em humanos são mais curtas, retangulares e em geral não apresentam inclinação que comprometa a punção (Casali & Serrano 2013). Entretanto, como descrito por Dyce (2004), o processo espinhoso das vértebras lombares é inclinado cranialmente em cães, o que dificultou o posicionamento da agulha em um curto período de tempo. Baseado nisso e com o intuito de otimizar o tempo da punção, foi realizado a mensuração dessa angulação por meio de uma imagem radiográfica digital, e após a obtenção do ângulo correspondente a 80°, o tempo médio obtido desde a introdução da agulha de forma percutânea até o extravasamento de LCR foi de 8,3±2,7 minutos.

Quadro 2. Variáveis hemogasométricas de seis cães anestesiados com isoflurano e submetidos a raqui-anestesia com ropivacaína 0,375% hipobárica (GHIPO), isobárica (GISO) e hiperbárica (GHIPER) ao longo de quatro momentos

Variável	Grupo	Momento			
		MB	M15	M30	M60
pH	GHIPO	7,28±0,023	7,30±0,036	7,29±0,034	7,32±0,060
	GISO	7,28±0,035	7,28±0,026	7,30±0,036	7,31±0,034
	GHIPER	7,28±0,034	7,28±0,022	7,30±0,023	7,29±0,031
PaO ₂ (mmHg)	GHIPO	495±55,6	494±44,6	494±32,6	503±29,5
	GISO	453±98,9	460±72,2	445±73,0	432±80,6
	GHIPER	496±62,2	496±53,3	493±55,9	513±30,6
PvCO ₂ (mmHg)	GHIPO	50±4,9	49±6,3	39±17,4	48±6,4
	GISO	53±3,1	52±5,5	51±3,8	51±3,9
	GHIPER	52±6,5	51±4,4	51±3,9	49±6,3
BEecf* (mmHg)	GHIPO	-2,5 (-6/1)	-3 (-6/1)	-3 (-6/1)	-2,5 (-5/1)
	GISO	-1 (-6/1)	-2,5 (-6/0)	-1 (-6/3)	-2,5 (-5/1)
	GHIPER	-1 (-7/-1)	-2,5 (-8/0)	-1 (-5/1)	-2 (-5/1)
HCO ₃ (mmHg)	GHIPO	24±2,1	24±2,2	24±1,7	23±2,0
	GISO	25±2,6	24±2,4	25±3,0	24±2,2
	GHIPER	24±2,7	24±2,8	24±2,2	25±1,7
PaCO ₂ (mmHg)	GHIPO	51±4,8	49±5,9	50±3,2	48±8,0
	GISO	53±5,7	51±6,1	51±5,6	48±6,0
	GHIPER	52±8,4	50±6,8	51±5,2	51±3,9
PvO ₂ (mmHg)	GHIPO	99±34,3 ^{ab}	104±29,1 ^{ab}	92±14,0 ^b	115±41,2 ^a
	GISO	96±28,9	108±22,1	109±38,1	105±28,8
	GHIPER	81±16,4 ^b	80±18,1 ^b	90±19,1 ^{ab}	98±23,8 ^a
SvO ₂ (%)	GHIPO	94±2,7	96±2,6	96±2,2	96±2,6
	GISO	95±3,5	95±5,1	95±4,2	96±2,6
	GHIPER	93±3,3 ^b	92±5,0 ^b	95±2,9 ^a	95±3,2 ^a

Médias seguidas de letras distintas, na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). * Dados apresentados em forma de mediana (min/máx).

Quadro 3. Mediana (min-máx) de reflexos sensitivos e miotáticos de seis cães anestesiados com isoflurano e submetidos a raqui-anestesia com ropivacaína 0,375% hipobárica (GHIPO), isobárica (GISO) e hiperbárica (GHIPER) ao longo de quatro momentos

Reflexo	Grupo	Lado	Momentos			
			R0	R30	R60	R120
Patelar	GHIPO	E	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	1 (0-2)	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (1-2)
	GISO	E	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)
		D	1 (0-2)	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (1-2)
Tibial	GHIPO	E	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GISO	E	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	1 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
Interdigital	GHIPO	E	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GISO	E	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
Panículo	GHIPO	E	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GISO	E	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (0-2)	2 (2-2)
Propriocepção Torácica	GHIPO	E	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GISO	E	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
Propriocepção Pélvica	GHIPO	E	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (0-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GISO	E	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
	GHIPER	E	2 (1-2)	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)
		D	2 (1-2)	2 (2-2)	2 (2-2)	2 (2-2)

E = esquerdo; D = direito; 0 = ausente; 1 = diminuído; 2 = normal.

As variáveis paramétricas estão apresentadas no Quadro 1. A FC apresentou aumento progressivo ao longo de todos os momentos em todos os grupos. No G_{HIPPO}, o M_B foi menor que o M₆₀. No G_{ISO}, o M_B e o M₁ foram menores em relação ao M₆₀. Já no G_{GHIPER}, o M₃₀ foi significativamente maior que M₁ e o M₆₀ foi superior que todos os momentos. O aumento da FC observado vai de encontro aos estudos realizados na espécie humana que referem como uma das complicações da anestesia raquidiana a ocorrência de bradicardia (Arndt et al. 1998), associada a um bloqueio simpático com predominância da atividade vagal (Pollard 2001) o que não ocorreu. A PAM apresentou aumento progressivo ao longo de todos os momentos em todos os grupos. No G_{HIPPO}, o M₆₀ não diferiu apenas de M30. No G_{ISO}, o valor no M₆₀ foi maior em relação ao M_B, M₅ e ao M₁₀. Por fim, no G_{GHIPER}, a PAM apresentou valor no M₆₀ superior aos demais momentos. Este achado vai de encontro aos efeitos hipotensores associados a anestesia raquidiana, como pode ser observado por De Gennaro et al. (2014) em um estudo com cães sob anestesia inalatória

e bloqueio raquidiano unilateral utilizando-se dose média de 0,22mg/kg e volume médio de 0,16mL/kg. Em um outro estudo, Sarotti et al. (2014) submetem cinco animais a anestesia raquidiana com dose média e volume médio de 0,4mg/kg e 0,2mL/kg, respectivamente e para manutenção dos valores de pressão arterial fez-se necessário a administração de noradrenalina em infusão contínua. Como pode ser observado, neste estudo tais alterações cardiovasculares não ocorreram, o que pode ser atribuído ao baixo volume utilizado (0,1±0,01mL/kg) não havendo um bloqueio de segmentos craniais da medula espinhal, mesmo a dose média sendo de 0,3±0,05mg/kg. Ainda, De Gennaro et al. (2014) e Sarotti et al. (2014) utilizaram em cães associado por via espinhal morfina, o que pode potencializar os efeitos hipotensores e até mesmo aumentar a ascensão do bloqueio anestésico ao longo da medula espinhal intensificando as alterações cardiovasculares. Tarkilla & Isola (1992) e Carpenter et al. (1992) correlacionaram a hipotensão da raquianestesia com a utilização de bupivacaína, utilização de opióides, pressão arterial basal menor que 120mmHg, emprego de anestesia geral e adição de fenilefrina ao anestésico local. No presente estudo, houve apenas o uso concomitante da anestesia geral inalatória com isoflurano a 1,5 CAM, e embora seja descrito a ocorrência de hipotensão e redução de DC com valores acima de 1 CAM (Hoffman et al. 2001), pôde-se observar uma resposta contrária, o que não está associado a um efeito da anestesia raquidiana muito menos aos efeitos do isoflurano e, possivelmente, isso possa ser uma peculiaridade da espécie canina diferente dos achados encontrados em medicina humana, embora o baixo volume (1mL) administrado também possa ser o responsável pela ausência dos efeitos vasculares esperados neste tipo de anestesia, não havendo fatores que possam ser apontados como os responsáveis por essas alterações.

A *f* apresentou aumento progressivo ao longo de todos os momentos em todos os grupos, e apenas no G_{HIPO} o M_B foi significativamente menor em relação ao M_{15} e M_{60} . Independente do tratamento, em todos os grupos foi possível observar um aumento da $PaCO_2$ embora as médias desta variável apresentaram-se muito próximas do valor máximo de referência, embora, levando em conta o desvio padrão de cada um deles, pode-se sugerir que, de fato, tenha ocorrido um quadro de acidose respiratória aguda nos animais, ao passo que os valores de pH reduziram e, como resposta compensatória, ocorreu um aumento nos valores da concentração de HCO_3 , corroborando Hansen (2007), que descreve esse mecanismo.

A temperatura ficou acima de 36,5°C em todos os grupos, devido ao auxílio de dispositivos de aquecimento, uma vez que, assim como a anestesia geral, a anestesia raquidiana compromete o mecanismo de homeostasia da temperatura de maneira semelhante (Cattaneo et al. 2000).

Em relação aos valores do IC, no G_{HIPO} M_{60} diferiu dos demais momentos com exceção do M_{30} . No G_{ISO} o M_{60} não diferiu apenas de M_{15} e M_{30} . Já no G_{HIPER} M_{60} foi superior aos demais momentos e M_{30} foi maior que o M_1 . Esse resultado pode ser atribuído ao aumento da FC associado a não ocorrência de vasodilatação, não havendo comprometimento da velocidade de enchimento das câmaras cardíacas (Butterworth 1998).

Sobre os valores de PAPm, no G_{HIPO} M_B foi menor que o M_5 , M_{15} e M_{60} . No G_{ISO} M_B foi menor que os demais momentos, e no G_{HIPER} M_{60} foi maior que todos os momentos, enquanto que M_B foi menor que M_{10} , M_{15} e M_{30} . No que concerne os valores da PCPm, no G_{HIPO} o M_B foi menor em relação ao M_{30} e M_{60} . Ellis (2008) descreve o broncoespasmo em humanos como uma das alterações respiratórias associadas à anestesia raquidiana promovida pelo bloqueio da inervação simpática brônquica, entretanto a condição observada neste estudo foi semelhante a um incômodo traqueal ocasionado pelo tubo endotraqueal ou a uma superficialização de plano anestésico, embora ressalte-se que todos os animais tenham sido mantidos com valores de 1,5 CAM. Ainda que tenha ocorrido esse aumento, os valores são próximos aos das referências encontradas para a espécie canina.

O IS e o ITVE apresentaram aumento progressivo ao longo de todos os momentos em todos os grupos. No G_{HIPO} o valor do IS no M_{60} não diferiu apenas de M_{15} e M_{30} e no G_{HIPER} o M_{60} foi superior aos demais momentos. Sobre a variável ITVE, apenas não houve diferença no G_{HIPO} entre o M_{60} e M_{30} . No G_{ISO} M_{60} foi maior que o M_B , M_5 e M_{10} . Já no G_{HIPER} os valores de ITVE no M_{60} diferiu de todos os momentos e M_1 foi menor que M_{30} .

O IRPT não apresentou diferença entre momentos no mesmo grupo, mas diferiu entre os grupos. O M_1 e M_{10} do G_{ISO} foram maiores que nos demais grupos e o M_5 do G_{ISO} foi maior que o do G_{HIPER} . O IRVP no G_{ISO} apresentou aumento significativo no M_5 em comparação ao M_B , porém a variável se estabilizou nos momentos subsequentes. Um dos fatores relacionados à anestesia raquidiana que poderia ter influenciado seria a instalação de um bloqueio simpático, o que não ocorreu. Essa estabilidade pode ser justificada pela manutenção do DC associada à manutenção da PCPm. Contudo, caso tivesse ocorrido o bloqueio simpático, resultando em hipotensão e bradicardia, a IRVP poderia ser alterada, uma vez que o DC estaria comprometido. Entretanto, Floriano (2012) utilizando beagles submetidos à anestesia inalatória com isoflurano em 1,5 e 2 CAM evidenciou que a redução da PAM não influenciou diretamente sobre os valores de IRVP, sugerindo que os efeitos sobre a PAM estivessem relacionados à depressão do miocárdio e não à IRPT.

As variáveis hemogasométricas não apresentaram diferença significativa entre os momentos e nem entre os grupos (Quadro 2).

Em relação à influência dos tratamentos sobre os reflexos sensitivos e miotáticos (Quadro 3), no G_{HIPO} e no G_{ISO} foram observadas alterações em 83,3% dos animais e no G_{HIPER} foram observadas alterações em 66,6% dos animais. Sabe-se que há um envolvimento de componentes sensoriais (aférentes) e motores (eferentes) para que seja desencadeada uma resposta frente a um estímulo (Ganem et al. 2002). Portanto, com a instalação do bloqueio medular independente da baricidade da solução anestésica empregada, espera-se um bloqueio de uma dessas vias. No presente estudo, em todos os grupos houve influência do bloqueio anestésico nesses reflexos, contudo, na maioria dos casos houve diminuição da resposta frente a um estímulo, o que sugere um bloqueio parcial ou incompleto dos cornos me-

dules. Embora o volume tenha sido o mesmo para todos os animais (1mL), a dose do anestésico local é mais importante que a concentração e o volume da solução anestésica, como descrito por Stienstra & Veering (1998), que não atribuem a qualidade do bloqueio à concentração e ao volume. Esses autores ainda relatam que a variação do volume injetado não interfere na extensão do bloqueio.

Sobre o comprometimento da função motora, no G_{HIPO} , um animal apresentou deambulação até 120 minutos da realização da anestesia raquidiana e três indivíduos após 60 minutos. No G_{ISO} , um animal apresentou alteração de locomoção após passados 180 minutos da raquianestesia e outros dois animais após 60 minutos. Já no G_{HIPER} , apenas um animal apresentou alteração de locomoção por um período de 180 minutos. Em quatro das 18 punções houve retorno de sangue pelo canhão da agulha. Um animal do G_{HIPO} e do G_{HIPER} apresentaram déficit motor unilateral. Pode-se observar que nos grupos que receberam solução hiperbárica e isobárica houve maior período de bloqueio motor quando comparado ao G_{HIPO} . Isso se deve ao fato de a solução hipobárica ser leve e flutuar na superfície líquorica, exercendo sua ação sobre o corno dorsal que é sensitivo, respeitando o mesmo princípio de seletividade da raquianestesia unilateral (Fanelli et al. 2000).

Um animal do G_{HIPER} apresentou alterações da micção, semelhante a uma paralisia espástica da bexiga associado a hipercontratilidade do esfíncter uretral externo. Como descrito por Carvalho (2014), o processo de micção compreende mecanismos relacionados a vesícula urinária e ao esfíncter uretral, ocorrendo o relaxamento e contração dessas estruturas de acordo com a fase de armazenamento ou eliminação da urina. Esta função é controlada por vias parassimpáticas, simpáticas e somáticas que se estendem desde o córtex cerebral até o segmento sacral, envolvendo nervos como o pudendo, pélvico e hipogástrico. Sendo assim, uma hipótese seria a lesão inflamatória e/ou compressiva (coágulo) de neurônio motor superior (NMS) localizada acima do corpo de L5, com hiperexcitabilidade reflexa da contração do esfíncter uretral mantida pelo nervo pudendo como descrito por Grauer (2010), sendo necessário a cateterização da uretra devido ao não esvaziamento por compressão manual da bexiga. Outra alteração observada foi hipotonia de cauda por cinco dias. O animal foi submetido a seções de acupuntura e recebeu como medicação prednisona, tramadol e diazepam. Este quadro perdurou por um período de 15 dias e o retorno normal da função ocorreu após 30 dias.

Em uma segunda exposição, tratamento com a solução hiperbárica, o mesmo animal apresentou paralisia flácida de bexiga com fácil esvaziamento manual, compatível com uma lesão a nível dos segmentos sacrais, o que levaria a uma alteração distensão da vesícula urinária e do *tônus* do esfíncter uretral externo (relaxamento) devido a um comprometimento da função dos nervos pélvico e pudendo, caracterizando uma lesão de neurônio motor inferior (NMI) como descrito por De Lahunta & Glass (2009). Ainda, o mesmo apresentou aumento da sensibilidade em região abdominal e quemose hemorrágica. Havia sinais de desconforto ao se deitar (3-4 dias), leve ataxia de membros pél-

vicos e hipotonia de cauda (10-15 dias). Uma das hipóteses que justificaria essa sensação de desconforto e aumento de sensibilidade seria a teoria fundamentada desde 1902 para humanos que qualifica os fenômenos algícos como resultados da redução do volume líquorico e consequente tração das estruturas encefálicas sensíveis à dor (Bisinotto et al. 2012). Em todos os animais foram desprezadas três gotas de líquido cefalorraquidiano, entretanto a perda maior pode ter ocorrido pelo próprio orifício de punção na meninge aracnoide. Isso pode ser justificado pela menor velocidade de produção de líquido cefalorraquidiano em relação à velocidade de perda. Segundo De Lahunta & Glass (2009), a produção de líquido cefalorraquidiano no cão é de 0,047mL/min. Já em humanos, a velocidade de produção é de 0,35mL/min e a de perda pode variar de 0,08 a 4,5mL/s (Turnbull & Shepherd 2003). O animal recebeu o mesmo tratamento anteriormente mencionado e ainda colírio de tobramicina com dexametasona. Uma hipótese para o ocorrido seria o desenvolvimento de uma reação de hipersensibilidade a um dos compostos do tratamento, o que justificaria a quemose, embora não tenha sido evidenciado alterações cardiovasculares como bradicardia e hipotensão associadas a um aumento da temperatura.

Embora os sinais descritos anteriormente também possam estar associados a uma lesão direta da medula pela agulha, Ganem et al. (2002) refere que um trauma direto por uma agulha não causaria sinais tão duradouros. Desta forma, uma possibilidade para esta ocorrência seria o desenvolvimento de uma reação inflamatória atribuída ao trauma pela agulha em associação ao efeito neurotóxico local do anestésico local.

As variáveis estudadas apresentaram divergência em relação à literatura consultada, embora, na maioria dos trabalhos, a técnica de anestesia raquidiana tenha sido realizada na espécie humana. Devido à escassez de dados na literatura veterinária muitos questionamentos podem ser feitos sobre os efeitos da anestesia raquidiana e sua aplicabilidade em animais quando comparado ao paciente humano. Desta forma, as alterações encontradas no presente estudo poderiam ser justificadas pela ausência de uma medicação pré-anestésica, o que iria diminuir o requerimento anestésico devido a uma prévia depressão do sistema nervoso central, os efeitos analgésicos de fármacos opióides que colaborariam para a diminuição da nocicepção e até mesmo a diferente formulação da solução anestésica. Nos trabalhos citados, as anestésias raquidianas foram realizadas após a administração de fármacos sedativos/analgésicos, o que não foi adotado nesta metodologia. Ainda, sugere-se a realização de novos estudos utilizando volumes maiores de soluções anestésicas, afim de verificar quaisquer alterações hemodinâmicas e também para determinar os fatores de risco e a variação individual na espécie canina.

Como limitações da pesquisa, podemos citar a não realização de um grupo controle, o que poderia esclarecer pontos importantes como a ocorrência de um "desconforto respiratório" e também ao comportamento atípico das variáveis estudadas em comparação com os dados da medicina humana. Além disso, o fato dos animais terem sido submetidos a anestesia geral com isoflurano devido a uma

preocupação em manter o cateter de artéria pulmonar com os animais acordados, mascarou os reais efeitos da anestesia raquidiana, principalmente no que se refere ao tempo de latência do bloqueio local, e como já mencionado anteriormente, não se pode afirmar que as variáveis estudadas estejam isentas dos efeitos do isoflurano.

CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos no presente estudo pode-se concluir que os animais que receberam anestesia raquidiana com as soluções hiperbárica e isobárica apresentaram maior bloqueio motor comprovando que a baricidade influencia diretamente o tipo de fibra a ser bloqueada.

A utilização de solução isobárica resulta em um bloqueio misto (motor e sensitivo).

As alterações hemodinâmicas descritas na literatura como, bradicardia e hipotensão, não puderam ser evidenciadas neste estudo embora o volume de anestésico tenha sido baixo associado a influência dos efeitos do isoflurano.

Em relação às complicações evidenciadas, sugere-se acompanhamento pós-anestésico dos animais submetidos à anestesia raquidiana a fim de que quaisquer alterações possam ser identificadas precocemente e tratadas.

Agradecimentos.- Os autores agradecem ao Médico Veterinário Walter B. Nagata pela realização da análise estatística.

REFERÊNCIAS

- Arndt J.O., Bomer W., Krauth J. & Marquardt B. 1998. Incidence and time course of cardiovascular side effects during spinal anesthesia after prophylactic administration of intravenous fluids or vasoconstrictors. *Anesth. Analg.* 87:347-354.
- Bisinotto F.M.B., Dezena R.A., Fabri D.C., Abud T.M.V. & Canno L.H. 2012. Hematoma subdural intracraniano: uma rara complicação após raqui-anestesia: relato de caso. *Revta Bras. Anest.* 62:89-95.
- Butterworth J. 1998. Physiology of spinal anesthesia: what are the implications for management? *Reg. Anesth. Pain Med.* 23:370-373. (Discussion, p.384-387)
- Carpenter R.L., Caplan R.A., Brown D.L., Stephenson C. & Wu R. 1992. Incidence and risk factors for side effects of spinal anesthesia. *Anesthesiology* 76:906-916.
- Carvalho M.B. 2014. Semiologia do sistema urinário, p.351-366. In: Feitosa F.L.F. (Ed.), *Semiologia Veterinária: a arte do diagnóstico*. 3ª ed. Roca, São Paulo.
- Casali T.A.A. & Serrano L.A.S. 2013. Anatomia para raqui-anestesia, p.23-39. In: Imbelloni L.E. (Ed.), *Raqui-anestesia*. Elsevier, Rio de Janeiro. 360p.
- Cattaneo C.G., Frank S.M., Hesel T.W., El-Ramany H., Kim L.J. & Tran K.M. 2000. The accuracy and precision of body temperature monitoring methods during regional and general anesthesia. *Anesth. Analg.* 90:938-945.
- De Gennaro C., Vettorato E. & Corletto F. 2014. Retrospective clinical evaluation of hypobaric spinal anaesthesia in dogs undergoing pelvic limb orthopaedic surgery. *J. Small Anim. Pract.* 55:497-503.
- De Lahunta A. & Glass E. 2009. *Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology*. 3rd ed. Saunders Elsevier, Missouri. 539p.
- Dyce K.M., Sack M.O. & Wensing C.J.G. 2004. *Tratado de Anatomia Veterinária*. 4th ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Ellis H. 2008. Lungs: blood supply, lymphatic drainage and nerve supply. *Anaesth. Intensive Care Med.* 9:462-463.
- Fanelli G., Borghi B., Casati A., Bertini L., Montebugnoli M. & Torri G. 2000. Unilateral bupivacaine spinal anesthesia for outpatient knee arthroscopy. *Can. J. Anesth.* 47:746-751.
- Floriano B.P. 2012. Efeitos de diferentes concentrações de isoflurano sobre a perfusão tecidual em cães. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, SP. 120p.
- Floriano B.P., Wagatsuma J.T., Ferreira J.Z., Abimussi C.J.X., Menegheti T.M., Santos P.S.P. & Oliva V.N.L. 2015. Effects on indicators of tissue perfusion in dogs anesthetized with isoflurane at two multiples of the minimum alveolar concentration. *Am. J. Vet. Res.* 77:24-31.
- Ganem E.M., Machado C.Y.M. & Vianna P.T.G. 2002. Complicações neurológicas determinadas pela anestesia subaracnóidea. *Revta Bras. Anestesiol.* 52:471-480.
- Gouveia M.A. 2001. Fatores que controlam a dispersão das drogas na raqui-anestesia, p.67-73. In: Imbelloni L.E. (Ed.), *Tratado de Anestesia Raquidiana*. Posigraf, São Paulo.
- Grauer G.F. 2010. Distúrbios urinários, p.609-694. In: Nelson R.W. & Couto C.G. (Eds), *Medicina Interna de Pequenos Animais*. 3ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Hansen B. 2007. Aspectos técnicos da fluidoterapia, p.329-361. In: DiBartola S.P. (Ed.), *Anormalidades de Fluidos, Eletrólitos e Equilíbrio Ácido-Básico na Clínica de Pequenos Animais*. 3ª ed. Roca, São Paulo.
- Hoffman W.E., Edelman G., Ripper R. & Koenig H.M. 2001. Sodium nitropruside compared with isoflurane-induced hypotension: the effects on brain oxygenation and arteriovenous shunting. *Anesth. Analg.* 93:166-170.
- Hogan Q. & Toth J. 1999. Anatomy of soft tissues of the spinal canal. *Reg. Anesth. Pain Med.* 24:303-310.
- Kay W.J., Israel E. & Prata R.G. 1974. Cerebrospinal fluid. *Vet. Clin. North Am., Small. Anim. Pract.* 4:419-435.
- Olschewski A., Hempelmann G., Vogel W. & Safronov B.V. 1998. Blockade of Na1 and K1 currents by local anesthetics in the dorsal horn neurons of the spinal cord. *Anesthesiology* 88:172-179.
- Otero P.E. 2005. Papel dos anestésicos locais na terapêutica da dor, p.168-191. In: Otero P.E. (Ed.), *Dor: avaliação e tratamento em pequenos animais*. Interbook, São Caetano do Sul.
- Pollard J.B. 2001. Cardiac arrest during spinal anesthesia: common mechanisms and strategies for prevention. *Anesth Analg.* 92:252-256.
- Sarotti D., Rabozzi R. & Franci P. 2014. Comparison of epidural versus intrathecal anaesthesia in dogs undergoing pelvic limb orthopaedic surgery. *Vet. Anaest. Analg.* 42:405-413.
- Soltész S. 2010. Spinalanästhesie: doctor consult. *J. Wissen für Klinik und Praxis* 1:137-143.
- Stienstra R. & Veering B.T. 1998. Intrathecal drug spread: is it controllable? *Reg. Anesth. Pain Med.* 23:347-351.
- Tarkilla P. & Isola J.A. 1992. Regression model for identifying patients at high risk of hypotension, bradycardia and nausea during spinal anesthesia. *Acta Anaesthesiol. Scand.* 36:554-558.
- Turnbull D.R. & Shepherd D.B. 2003. Post-dural puncture headache: pathogenesis, prevention and treatment. *Brit. J. Anaesth.* 91:718-729.