

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JULIO DE MESQUITA FILHO"- UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP

**INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE
CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE
FELINOS**

Giovana Ferreira Jarro

Médica veterinária

JABOTICABAL – S.P.

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"- UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP

**INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE
CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE
FELINOS**

Discente: Giovana Ferreira Jarro

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão.

Coorientador: Prof. Dr. Caio José Xavier Abimussi

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre
em Ciências Veterinárias.

JABOTICABAL – S.P.

2026

Ficha catalográfica

J37i Jarro, Giovana
Influência do volume na dispersão epidural de contraste via sacrococcígea em cadáveres de felinos / Giovana Jarro. -- Jaboticabal, 2026
35 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão
Coorientador: Prof. Dr. Caio José Xavier Abimussi

1. Anestesiologia veterinária. 2. Bloqueio nervoso. 3. Anestesia locorregional. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE FELINOS

AUTORA: GIOVANA FERREIRA JARRO

ORIENTADOR: CARLOS AUGUSTO ARAÚJO VALADÃO

COORDENADOR: COORDENADOR: CAIO JOSÉ XAVIER ABIMUSSI

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciências Veterinárias, área: Saúde Animal pela Comissão Examinadora:



Documento assinado digitalmente
CAIO JOSÉ XAVIER ABIMUSSI
Data: 08/05/2026 17:22:26-0300
Verifique em <https://validar.jb.gov.br>

Prof. Dr. CAIO JOSÉ XAVIER ABIMUSSI (Participação Presencial)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV



Documento assinado digitalmente
ADRIANO BONFIM CARREGARO
Data: 08/05/2026 16:57:51-0300
Verifique em <https://validar.jb.gov.br>

Prof. Dr. ADRIANO BONFIM CARREGARO (Participação Virtual)
Departamento de Medicina Veterinária / FZEA USP Pirassununga/SP



Documento assinado digitalmente
DANUTA PULZ DOICHE
Data: 08/05/2026 18:50:52-0300
Verifique em <https://validar.jb.gov.br>

Profa. Dra. DANUTA PULZ DOICHE (Participação Presencial)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV

Jaboticabal, 08 de maio de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Giovana Ferreira Jarro, nascida em Matão, São Paulo, do dia 18 de janeiro de 1998. Graduiu-se em Medicina Veterinária pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Câmpus de Jaboticabal em 2024. Atualmente, ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias na UNESP - Jaboticabal, no dia 04 de março de 2024, sob orientação do Prof. Dr. Carlos Augusto Araujo Valadão e coorientação do Prof. Dr. Caio José Xavier Abimussi, usufruindo de bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES

Dedico:

À Nossa Senhora Aparecida, pela proteção, fé e força concedidas ao longo de toda essa jornada. Aos meus amados pais, Eliana Aparecida Ferreira Jarro e Vanier Jarro. Vocês são o meu maior alicerce e a minha maior inspiração. Agradeço por cada sacrifício que fizeram por mim, pelo amor incondicional, pelo ombro amigo ao final de cada dia de trabalho e por sempre acreditarem que eu chegaria até aqui. Esta conquista é, antes de tudo, nossa.

Agradeço:

Ao meu namorado, Gustavo. Muito obrigada por ser meu porto seguro e meu companheiro constante. Agradeço por segurar a minha mão nos momentos de cansaço e por celebrar cada pequena vitória acadêmica ao meu lado. O seu apoio tornou tudo mais leve.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão pela oportunidade, pela confiança depositada em mim e no meu trabalho, por ser um verdadeiro guia na minha formação. Seus ensinamentos, paciência e rigor científico foram fundamentais para o meu crescimento na anestesiologia veterinária.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Caio José Xavier Abimussi. Minha profunda gratidão por todo o suporte, pela disponibilidade irrestrita, pelas correções precisas e por compartilhar sua valiosa experiência enriquecendo imensamente a condução deste projeto.

Aos professores Dr. Fabricio Singaretti de Oliveira e Dra. Danuta Pulz Doiche por toda ajuda e contribuições para a realização deste trabalho. A visão crítica, os apontamentos e as sugestões de vocês foram essenciais para o aprimoramento e a excelência desta pesquisa.

A todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para que esta etapa fosse concluída, o meu muito obrigada!

Sumário

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura	2
Referências.....	9
CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE FELINOS.....	12
1. Introdução.....	12
2. Materiais e métodos	13
<i>Delineamento experimental</i>	13
<i>Técnica da injeção epidural</i>	13
<i>Avaliações radiográficas</i>	14
<i>Análise estatística</i>	16
3. Resultados.....	16
4. Conclusão.....	24
Conflito de interesse	24
Financiamento	24
Referências.....	25

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

C E R T I F I C A D O

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “**Marcação anatômica da simulação da anestesia espiroccígea x lombossacra em felinos**”, protocolo nº 9076894456, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Carlos Augusto Araújo Valadão e Prof. Dr. Caio José Xavier Abimussi, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 21 de maio de 2025.

Espécie / Linhagem	Cadáveres de Felinos
Nº de animais	30
Peso / Idade	Não se aplica
Sexo	Não se aplica
Procedência	Centro de Vigilância de Zoonoses – Ribeirão Preto

Jaboticabal, 21 de maio de 2025.

Documento assinado digitalmente
 **HELENA CRISTINA DELGADO BRITO**
Data: 28/05/2025 14:12:35 0300
Verifique em <https://validar.itu.gov.br>

Dra. Helena Cristina Delgado Brito
Coordenadora – CEUA

INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE FELINOS

RESUMO-

Este estudo utilizou 30 cadáveres de gatos, distribuídos aleatoriamente em $G_{0,1 \text{ mL/Kg}}$ ($n = 10$); $G_{0,3 \text{ mL/Kg}}$ ($n = 10$) e $G_{0,5 \text{ mL/Kg}}$ ($n = 10$) Foram mensuradas as extensões dos segmentos da coluna vertebral [(Segmento I S3-C1); (Segmento II S3-L1) e (Segmento III S3-L7)]. Após pesagem, os cadáveres, foram posicionados em decúbito esternal realizando-se a tricotomia da região sacrococcígea. Subsequentemente, por palpação, localizou-se o espaço S3-Cc1 e realizou-se a punção percutânea do espaço peridural, com agulha hipodérmica 13 x 0,45 mm, para administrar-se contraste iodado, durante um minuto. Foram realizadas radiografias antes, durante e após a injeção, para se avaliar a dispersão do contraste. As imagens da dispersão cranial, no canal vertebral, foram avaliadas por observador que desconhecia os grupos. A distribuição normal dos dados foi analisada pelos testes de Shapiro-Wilk e D'Agostino-Pearson. Empregou-se a ANOVA de uma via seguida do teste de Tukey e do coeficiente de correlação de Pearson ($p < 0,05$). Os dados apresentaram distribuição normal e sem diferenças entre os grupos para o peso corporal e comprimento dos segmentos da coluna ($p > 0,05$). A dispersão cranial da solução contrastada, no canal vertebral foi volume-dependente ($p < 0,0001$) e foi diretamente proporcional ao volume administrado. O $G_{0,5 \text{ mL/Kg}}$ apresentou maior dispersão absoluta média (25,4 cm), abrangendo 64% do comprimento do segmento S3-C1. O volume injetado apresentou correlação positiva com a dispersão absoluta e relativa ($r \geq 0,7$; $p < 0,0001$). Não foi observada correlação entre o peso corporal e a dispersão ($r = -0,06$) evidenciando que o peso não interferiu na dispersão. Adicionalmente, os comprimentos dos segmentos vertebrais não apresentaram correlação com a dispersão (r próximo a zero). Os achados apontam que a dispersão cranial no espaço epidural felino é diretamente dependente do volume administrado, independentemente do peso e da extensão do canal vertebral.

Palavras-chave: Espaço sacrococcígeo, injeção epidural, bloqueio anestésico, anestesia espinal

INFLUENCE OF VOLUME ON EPIDURAL CONTRAST DISPERSION VIA THE SACROCOCCYGEAL ROUTE IN FELINE CADAVERS

ABSTRACT-

This study utilized 30 feline cadavers randomly allocated into three groups: G_{0.1} mL/kg ($n = 10$), G_{0.3} mL/kg ($n = 10$), and G_{0.5} mL/kg ($n = 10$). The lengths of the spinal column segments were measured: Segment I (S3-C1), Segment II (S3-L1), and Segment III (S3-L7). After weighing, the cadavers were positioned in sternal recumbency, and the sacrococcygeal region was clipped. Subsequently, the S3–Cc1 space was located via palpation, and percutaneous puncture of the epidural space was performed using a 13 × 0.45 mm hypodermic needle to administer iodinated contrast medium over one minute. Radiographs were obtained before, during, and after the injection to evaluate contrast dispersion. Images of cranial dispersion within the vertebral canal were evaluated by a blinded observer. Data normality was assessed using the Shapiro–Wilk and D'Agostino–Pearson tests. One-way ANOVA followed by Tukey's post-hoc test and Pearson's correlation coefficient were employed ($p < 0.05$). Data were normally distributed, with no significant differences observed between groups regarding body weight and spinal segment lengths ($p > 0.05$). Cranial dispersion of the contrast medium within the vertebral canal was volume-dependent ($p < 0.0001$) and directly proportional to the administered volume. The G_{0.5} mL/kg group exhibited the greatest mean absolute dispersion (25.4 cm), spanning 64% of the S3-C1 segment length. The injected volume was positively correlated with both absolute and relative dispersion ($r \geq 0.7$; $p < 0.0001$). No correlation was observed between body weight and dispersion ($r = -0.06$), indicating that weight did not influence dispersion. Additionally, vertebral segment lengths showed no correlation with dispersion (r close to zero). These findings indicate that cranial dispersion in the feline epidural space is directly dependent on the administered volume, regardless of body weight or the length of the vertebral canal.

Keywords: Sacrococcygeal space, epidural injection, anesthetic blockade, spinal anesthesia

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

O canal vertebral possui duas áreas anatômicas distintas: o espaço epidural e as estruturas intratecais. O espaço epidural contém tecido adiposo, conjuntivo e um plexo venoso vertebral interno que se distribui ao longo do assoalho do canal vertebral com funções de drenagem sanguíneas das estruturas internas. Este plexo tem relevância na cinética de fármacos aplicados no canal vertebral (Evans e Miller, 1993). De cada segmento da medula espinhal saem, bilateralmente, as raízes dorsal e ventral que se dirigem aos forames intervertebrais, emergindo como nervos espinhais. A dura-máter circunda essas estruturas em um tubo cilíndrico, com extensões laterais. Cada nervo espinhal se ramifica em ramos dorsal e ventral e, entre T1 e L4, também possui ramos comunicantes que conectam ao tronco simpático (Campoy *et al.*, 2015).

A anestesia epidural nos gatos apresenta particularidades anatômicas desafiadoras, visto que, diferentemente dos cães, o cone medular nos gatos se projeta até os segmentos sacrais S1 e S2 (Silva *et al.*, 2009; O'HEARN; Wright, 2011) (Figura 1). Essa conformação anatômica eleva o risco de punções subdurais acidentais e lesões iatrogênicas durante o acesso pelo espaço lombossacral (Valverde, 2008). Nesse contexto, o acesso pelo espaço sacrococcígeo emerge como uma alternativa mais segura para o acesso e injeção do bloqueio neuroaxial.

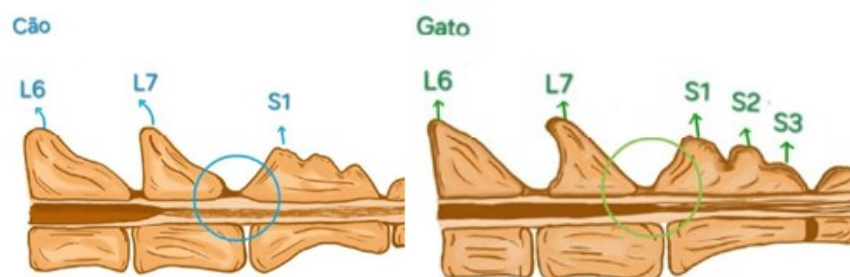


Figura 1: Ilustração das diferenças dos cones medulares de cães e gatos. Fonte: arquivo-pessoal.

Contudo, apesar das vantagens anatômicas, a dinâmica de distribuição volumétrica de fármacos administrados pela via sacrococcígea permanece escassamente explorada na literatura. Atualmente, existe uma lacuna de conhecimento quanto aos volumes ideais e à respectiva extensão da dispersão cranial a partir desse sítio de punção. Essa carência de dados frequentemente leva os clínicos a extrapolar as doses preconizadas para o espaço lombossacral, sem o devido embasamento técnico ou científico (Torruella et al., 2023).

Assumiu-se a hipótese de que volumes maiores promoveriam uma dispersão cranial mais extensa da solução.

2. REVISÃO DE LITERATURA

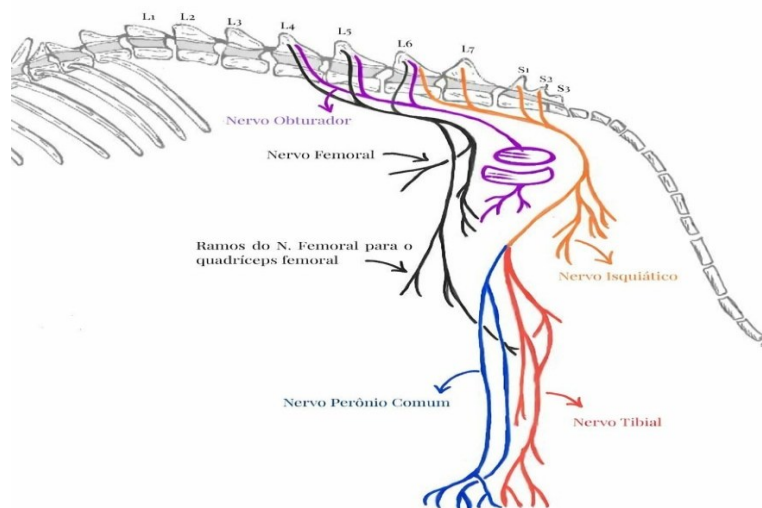
Os cães e gatos possuem sete vértebras cervicais, 13 vértebras torácicas, sete vértebras lombares, três vértebras sacrais e, até 20 coccígeas. As vértebras sacrais representam apenas cerca de 7% do comprimento total da coluna vertebral (Evans; Miller, 1993). A estrutura anatômica do canal vertebral é formada pelo assoalho de lâminas vertebrais e pelo ligamento amarelo (ou flavo), que se expande nas aberturas intervertebrais. A medula espinhal afina em uma estrutura cônica chamada cone medular, que nos cães termina entre a sexta e a sétima vértebra lombar (Campoy *et al.*, 2015). Nos gatos, entretanto, o cone medular se estende até a junção entre as vértebras sacrais S1 e S2 (Futema, 2008). Acompanhando esta estrutura, a dura-máter forma o saco dural. Enquanto nos cães o saco dural termina geralmente em L6-L7, nos gatos ele pode estender-se, caudalmente, até o primeiro segmento sacral. Esta diferença anatômica é crucial, pois o saco dural contém o líquido cefalorraquidiano e a cauda equina (Evans; Miller, 1993).

O canal vertebral de pequenos animais possui duas áreas anatômicas distintas: o espaço epidural e as estruturas intratecais. O espaço epidural contém tecido adiposo, tecido conjuntivo e a circulação venosa, que compreende o plexo venoso vertebral interno. Este plexo corre ao longo do assoalho do canal, drenando o sangue das estruturas internas, e desempenha papel relevante na farmacocinética local, influenciando o volume efetivo do canal vertebral (Evans; Miller, 1993). De cada segmento da medula espinhal saem, bilateralmente, as raízes dorsal e ventral que se dirigem aos forames intervertebrais, emergindo como nervos espinhais. A dura-máter circunda essas estruturas em um tubo cilíndrico, com extensões laterais.

Cada nervo espinhal se ramifica em ramos dorsal e ventral e, entre T1 e L4, também possui ramos comunicantes que conectam ao tronco simpático (Campoy *et al.*, 2015).

O conhecimento anatômico é fundamental para prever a extensão do bloqueio anestésico. Nos gatos, existem sete pares de nervos espinhais lombares, correspondendo ao número de vértebras. Após emergirem pelos forames intervertebrais, estes nervos dividem-se em ramos dorsais e ventrais. Os ramos ventrais dos nervos lombares formam o plexo lombar, o qual se une aos nervos sacrais para constituir o plexo lombossacral, responsável pela inervação da parede abdominal, pélvis e membros posteriores. Dentre os nervos originados do plexo lombar, o nervo femoral destaca-se por sua importância na locomoção. Ele inerva as quatro cabeças do músculo quadríceps, sendo essencial para a fixação da articulação do joelho. O bloqueio ou lesão deste nervo resulta na incapacidade de sustentação de peso pelo membro pélvico (König; Liebich, 2016).

O plexo sacral e a porção caudal do plexo lombossacral dão origem ao nervo isquiático (ciático). Ele é responsável pela inervação motora dos músculos glúteo profundo, gêmeos, quadrado femoral e obturador interno, dividindo-se distalmente nos nervos tibial e fibular comum para inervar a perna e a pata. O nervo podendo origina-se do terceiro nervo sacral (S3) e inerva os esfíncteres anais (interno e externo), a musculatura perineal e os órgãos genitais externos com função motora possuem fibras parassimpáticas as quais regulam as vísceras pélvicas através de plexos específicos. Assim, a dispersão cranial do anestésico depositado no espaço epidural determina os ramos nervosos bloqueados induzindo analgesia visceral e o bloqueio motor (König; Liebich, 2016).



43

Figura 2: Ilustração representando a origem e distribuição dos nervos do plexo lombossacral.

A anestesia espinal consiste na administração de um anestésico local, associado ou não a um analgésico, no canal espinal. Essa administração pode ser realizada ao redor da dura-máter (anestesia epidural ou peridural) ou abaixo da aracnoide (anestesia subaracnoide), permitindo, neste último caso, o contato direto do fármaco com o líquido cefalorraquidiano (Massone, 2017). Nos gatos, a anestesia epidural insensibiliza a região retro-umbilical abdominal, pélvica e os membros pélvicos (Campoy *et al.*, 2015), sendo amplamente recomendada para cirurgias obstétricas, procedimentos anorretais e intervenções ortopédicas na região pélvica (König; Liebich, 2016).

Fisiologicamente, o principal local de ação dos anestésicos locais administrados por via epidural é a raiz nervosa, onde o fármaco se difunde seguindo um gradiente de concentração. Para obter um bloqueio segmental eficaz da parede abdominal e do peritônio (inervados por T11 a L3), a solução anestésica deve possuir volume suficiente para dispersar cranialmente a partir do ponto de injeção até, pelo menos, o nível da vértebra torácica T11 (Evans; Miller, 1993; Liu; Bernards, 2007).

Embora a ampla dispersão cranial seja desejável para certos procedimentos, sua ocorrência impõe desafios hemodinâmicos significativos. A origem das fibras

pré-ganglionares simpática se dá nos segmentos medulares de T1 a L4, é o principal responsável pela manutenção do tônus vasomotor sistêmico. Consequentemente, o bloqueio dos nervos espinhais entre T5 e L3 desencadeia vasodilatação nos dermatômos correspondentes, levando ao sequestro sanguíneo venoso, diminuição do retorno venoso e, por conseguinte, redução do débito cardíaco. Tais alterações culminam em hipotensão sistêmica, cuja gravidade é diretamente proporcional à extensão cefálica do bloqueio (Brull; Greene, 1991; Veering; Cousins, 2000).

Adicionalmente à instabilidade circulatória, o risco da alta dispersão põe em risco a funcionalidade de nervos motores vitais, notadamente o nervo frênico. Responsável pela inervação motora do diafragma, o nervo frênico nos gatos origina-se predominantemente dos ramos ventrais do quinto e sextos nervos espinhais cervicais (C5 e C6), podendo receber contribuições do quarto segmento (C4). A ascensão de anestésicos locais até esses níveis pode acarretar paralisia diafragmática e falência respiratória aguda. Esse risco torna a monitoração ventilatória rigorosa e a prontidão para suporte ventilatório assistido em protocolos que empregam volumes capazes de atingir a região cervical (Dyce *et al.*, 2010).

A dispersão de soluções injetadas no espaço epidural depende de fatores determinantes como: características físicas da espécie, estruturas das veias, pressão no canal vertebral e distribuição do tecido adiposo no canal espinhal (Jones, 2001). Neste aspecto, os gatos diferem significativamente dos caninos: a menor quantidade de gordura no espaço epidural dos gatos reduz o sequestro lipídico de fármacos e oferece menor resistência física à passagem da solução, favorecendo uma dispersão cranial mais extensa e linear em comparação aos cães (Otero e Portela, 2018). A velocidade e a pressão de injeção são variáveis críticas: quando a administração é realizada rapidamente ou com pressões elevadas, a solução tende a viajar mais cranialmente devido à turbulência e distensão momentânea do espaço. Recomenda-se a injeção lenta (1 a 2 minutos) para uma dispersão mais previsível e uniforme (Iff *et al.*, 2007).

O emprego de agulhas espinhais de maior calibre, em acessos ao canal vertebral, nos gatos tem sido associado a um risco elevado de laceração dural e injeção intratecal inadvertida (Valverde, 2008). Embora a agulha de Tuohy seja frequentemente apontada como preferível por possuir uma ponta angulada que

auxilia no deslocamento da dura-máter (Hogan, 1998), as dimensões reduzidas do canal vertebral e a escassa cobertura muscular da região sacrococcígea nos gatos tornam a abordagem mais delicada. Nesse contexto, o uso de agulhas hipodérmicas de calibre 26G (13 x 0,45 mm), apresenta-se como uma alternativa técnica viável e validada pela literatura (O'HEARN; Wright, 2011). Devido à reduzida profundidade do espaço epidural nessa região, tais agulhas proporcionam uma sensibilidade tátil superior durante a transposição dos ligamentos, minimizando o potencial de traumas iatrogênicos e garantindo maior precisão no depósito da solução.

As particularidades anatômicas do canal vertebral nos gatos e cães influenciam significativamente a distribuição de anestésicos e outras substâncias administradas no local (Park, 1988). Essas diferenças ajudam a explicar as variações na cobertura epidural quando são utilizadas doses originalmente estabelecidas para cães em aplicações nos gatos (Lee *et al.*, 2004).

Devido à extensão caudal do saco dural nos gatos é muito mais comum ocorrer uma punção acidental da dura-máter (wet-tap) durante a anestesia epidural lombossacral. Mesmo com a agulha corretamente posicionada no espaço L7-S1, o saco dural pode ser perfurado, permitindo o refluxo de líquido cefalorraquidiano. A realização de injeções no espaço lombossacral nos gatos aumenta o risco de injeção intratecal inadvertida e potencial lesão nervosa (Câmara Filho, 2000). Por isso, recomenda-se a injeção epidural pelo espaço sacrococcígeo, minimizando o risco de lesão às terminações nervosas do cone medular e evitando a perfuração do saco dural (Silva *et al.*, 2009). Para esse procedimento, o animal deve ser posicionado em decúbito esternal para identificação do espaço sacrococcígeo (Figura 3). Após tricotomia e antisepsia, uma agulha espinhal é inserida em ângulo de 30 a 45° no espaço interarcos e ligamento amarelo (Staffieri; Steagall, 2018). Ao avançar a agulha pelos ligamentos intervertebrais, nota-se resistência à injeção de ar ou líquido. Caso aplique pressão ao êmbolo de uma seringa com a técnica de "perda de resistência" (PDR), haverá uma redução da resistência ao atingir o ligamento amarelo, indicando que a agulha alcançou o espaço epidural (Campoy *et al.*, 2015).

Outra técnica comum, a da "gota pendente", baseia-se na pressão subatmosférica do espaço epidural para aspirar uma gota de solução. No entanto,

em pequenos animais, essa pressão é variável (entre -6 e 15 mmHg). Nos gatos, a técnica apresenta alta taxa de falha (falsos negativos), especialmente em decúbito lateral, tornando a técnica de perda de resistência a mais confiável para a espécie (Iff *et al.*, 2007; Naganobu e Hagio, 2007).

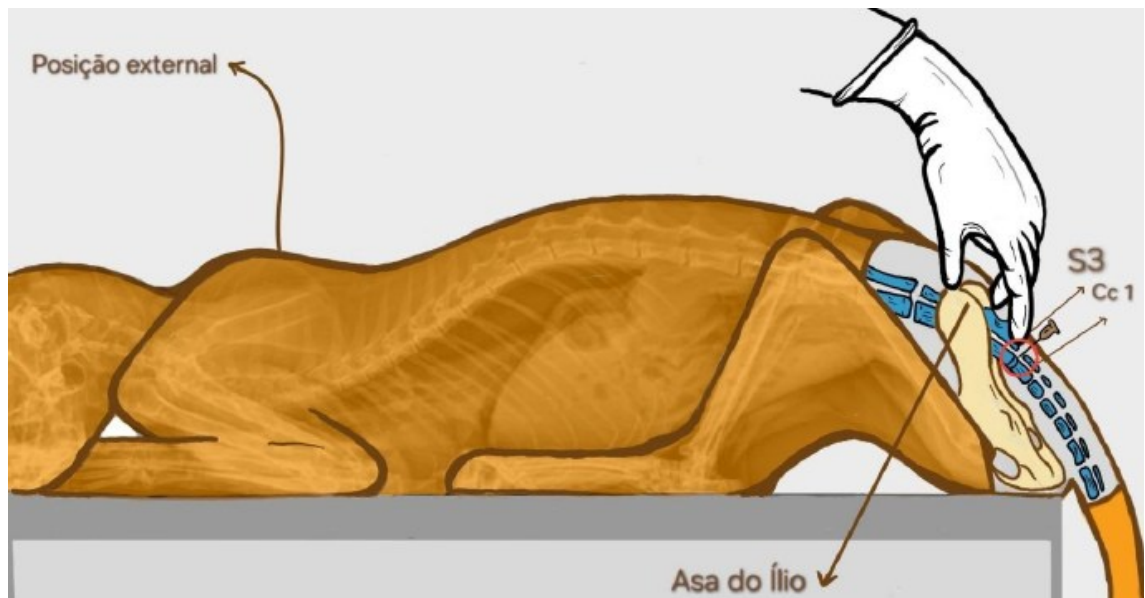


Figura 3: Ilustração da técnica de acesso ao epidural sacrococcígea em um gato. Detalha a mão livre com os dedos polegar e médio apoiados na asa do osso ilíaco e o indicador pressionando o espaço sacrococcígeo. Fonte: arquivo-pessoal.

Em um estudo conduzido por Lee *et al.* (2004), a dispersão de azul de metileno foi avaliada no espaço epidural lombossacral nos gatos utilizando doses de 0,1 mL/Kg, 0,2 mL/Kg, 0,3 mL/Kg e 0,4 mL/Kg. A dose de 0,3 mL/Kg de azul de metileno, que nos cães atinge T4 ou T5 (Hall *et al.*, 2001), alcançou T7 nos gatos. Já a dose de 0,4 mL/Kg foi considerada insuficiente para laparotomias pré-umbilicais nos gatos, pois a cobertura não ultrapassou T6.

Lee *et al.* (2004) relataram que a dispersão cranial do corante é maior quando a administração é realizada com o animal em decúbito lateral direito ou esquerdo, em comparação com decúbito esternal (Johnson *et al.*, 1996; Lopez *et al.*, 1997). Além da dispersão, o posicionamento influencia a facilidade de acesso: o espaço interarqueado apresenta-se mais largo quando os animais são posicionados em decúbito esternal com a coluna flexionada (postura cifótica), facilitando a palpação e a punção em comparação ao decúbito lateral (Puggioni *et al.*, 2006). Animais

maiores ou com sobrepeso recebem volumes maiores em comparação a animais menores (Johnson *et al.*, 1996; Lopez *et al.*, 1997; Hendrickson *et al.*, 1998).

Na prática clínica, a determinação do volume a ser administrado baseia-se majoritariamente em dois métodos: o peso corporal e o comprimento da coluna vertebral. Pelo método do peso, recomenda-se geralmente um volume de 0,2 mL/Kg para alcançar o bloqueio até a primeira vértebra lombar (L1), sendo suficientes volumes menores (aproximadamente 1 mL/10 kg) para procedimentos restritos à cauda e região perineal (Otero; Campoy, 2016).

Alternativamente o uso do comprimento da coluna vertebral (medido do côndilo occipital à primeira vértebra coccígea) tem sido proposto para corrigir distorções em pacientes com conformação corporal atípica ou obesidade. Otero *et al.* (2009) desenvolveram um nomograma demonstrando que volumes de 0,15 mL por centímetro de comprimento da coluna (mL/cm) são capazes de bloquear cerca de 70-75% da extensão vertebral. Este método busca maior precisão na dispersão cranial, minimizando os riscos de superdosagem ou bloqueio insuficiente baseados apenas na massa corporal.

Para a simulação experimental da dispersão anestésica, a escolha do marcador é fundamental. A epidurografia com contraste iodado não-iônico (como o Iohexol) é amplamente aceita como método de avaliação, pois estes compostos são hidrossolúveis e possuem características de dispersão no espaço epidural comparáveis às soluções de anestésicos locais. Estudos prévios indicam que, embora existam diferenças discretas na viscosidade, a visualização radiográfica da coluna de contraste oferece uma estimativa confiável da extensão do bloqueio neural (Iseri *et al.*, 2010; Son *et al.*, 2011). Apesar da existência destas ferramentas de validação, a determinação do volume ideal de fármacos administrados no espaço sacrococcígeo é controversa devido, em grande parte, à escassez de estudos que avaliem a extensão do espalhamento dos fármacos dependente da concentração da dose. Torruella *et al.* (2023) destacaram que utilizaram a dose recomendada para o espaço lombossacral dada a ausência de estudos que mapeiem a extensão de cobertura epidural de fármacos injetáveis no espaço sacrococcígeo

REFERÊNCIAS

BRULL, S. J.; GREENE, N. M. Time-courses of zones of differential sensory blockade during epidural anesthesia with lidocaine and bupivacaine. **Anesthesia and Analgesia**, v. 73, n. 5, p. 578-584, 1991.

CÂMARA FILHO, J. A. Utilização do sítio sacrococcígeo na anestesia epidural em gatos domésticos. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 7, n. 3, p. 175-178, 2000.

CAMPOY, L.; READ, M.; PERALTA, S. Técnicas de Anestesia Local e Analgesia em Cães e Gatos. In: GRIMM, K. A. et al. (ed.). *Veterinary Anesthesia and Analgesia: The Fifth Edition of Lumb and Jones*. 5. ed. Ames: Wiley-Blackwell, 2015. cap. 45, p. 2413-2503.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1996.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

EVANS, H. E.; MILLER, M. E. **Miller's Anatomy of the Dog**. 3. ed. Philadelphia: Saunders, 1993.

FUTEMA, F. **Técnica de anestesia epidural sacrococcígea em gatos domésticos**: anatomia, estudo radiográfico e descrição da técnica. 2008. Dissertação (Mestrado em Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

HALL, L. W.; CLARKE, K. W.; TRIM, C. M. **Veterinary Anaesthesia**. 10. ed. Philadelphia: Saunders, 2001.

HENDRICKSON, D. A. et al. Cranial migration of different volumes of new methylene blue after caudal epidural injection in the horse. **Equine Practice**, v. 20, p. 12-14, 1998.

HOGAN, Q. H. Epidural anatomy: new observations. **Canadian Journal of Anaesthesia**, v. 45, p. R40-R48, 1998.

IFF, I.; MOENS, Y.; SCHATZMANN, U. Epidural pressure in dogs: the effect of body position and needle insertion site. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 34, n. 1, p. 51-58, 2007.

ISERI, T. et al. The effect of epidural air injection on the distribution of contrast medium in dogs. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 37, n. 1, p. 57-63, 2010.

JOHNSON, R. A. et al. Cephalad distribution of three differing volumes of new methylene blue injected into the epidural space in adult goats. **Veterinary Surgery**, v. 25, p. 448-451, 1996.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LEE, I. et al. Distribution of new methylene blue injected into the lumbosacral epidural space in cats. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 31, n. 3, p. 196-199, 2004.

LIU, S. S.; BERNARDS, C. M. Mechanism of Action. In: FINUCANE, B. T. (ed.). **Complications of Regional Anesthesia**. 2. ed. New York: Churchill Livingstone, 2007. p. 25-42.

LOPEZ, M. J. et al. Cranial migration of differing doses of new methylene blue injected into the epidural space after death of calves and juvenile pigs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 58, p. 786-790, 1997.

MASSONE, F. Anestesia local. In: MASSONE, F. **Anestesiologia Veterinária: Farmacologia e técnica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2017. cap. 3, p. 23-32.

NAGANOBU, K.; HAGIO, M. The effect of body position on the epidural pressure in dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 69, n. 8, p. 863-865, 2007.

OTERO, P. E. et al. The effect of volume of lidocaine on the spread of epidural anesthesia in the dog. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 36, n. 4, p. 327-328, 2009.

OTERO, P. E.; PORTELA, D. A. **Manual de Anestesia Regional em Animais de Companhia**. 1. ed. São Paulo: MedVet, 2018.

PARK, W. Y. Factors influencing distribution of local anesthetics in the epidural space. **Regional Anesthesia**, v. 13, p. 49-57, 1988.

PRADA, T. C. **Plexo lombossacral e nervo isquiático em gatos: estudo anatômico e aplicação de bloqueio perineural guiado por ultrassonografia**. 2014. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

PUGGIONI, A. et al. Epidural anesthesia in the cat: does positioning matter? **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, v. 33, n. 4, p. 257-257, 2006.

SILVA, P. C.; SILVA, R. M.; LIMA, E. M. Topografia do cone medular em gatos sem raça definida. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p. 1062-1066, 2009.

SON, W. G. et al. Computed tomographic evaluation of the distribution of contrast medium following epidural injection in dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 12, n. 2, p. 179-185, 2011.

STAFFIERI, F.; STEAGALL, P. Local Anesthetics and Loco-regional Techniques. In: STEAGALL, P.; ROBERTSON, S.; TAYLOR, P. (ed.). **Feline Anesthesia and Pain Management**. 1. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2018. cap. 5, p. 67-87.

TORRUELLA, X.; POTTER, J.; HUUSKONEN, V. Sacrococcygeal epidural administration of 0.5% bupivacaine in seven cats undergoing pelvic or hind limb orthopaedic procedures. **Irish Veterinary Journal**, v. 76, n. 1, p. 1, 2023.

VALVERDE, A. Epidural analgesia and anesthesia in dogs and cats. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 38, p. 1205-1230, 2008.

VEERING, B. T.; COUSINS, M. J. Cardiovascular and pulmonary effects of epidural anaesthesia. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 28, n. 6, p. 620-635, 2000.

CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DO VOLUME NA DISPERSÃO EPIDURAL DE CONTRASTE VIA SACROCOCCÍGEA EM CADÁVERES DE GATOS (*FELIS CATUS*)

1. Introdução

A anestesia epidural é uma técnica locorregional amplamente empregada na medicina veterinária de pequenos animais, sendo indicada para promover analgesia trans e pós-operatória em procedimentos ortopédicos, obstétricos e de tecidos moles na região pélvica, perineal e abdominal caudal. Tradicionalmente, a abordagem lombossacral (L7-S1) é a via de eleição para o acesso ao espaço epidural nos cães e gatos, devido à facilidade de identificação das referências anatômicas (Steagall et al., 2017; Jones, 2001).

No entanto, a extrapolação direta da técnica realizada nos cães para a espécie felina apresenta riscos significativos devido a diferenças anatômicas cruciais. Enquanto nos cães o cone medular termina entre as vértebras L6 e L7, nos gatos essa estrutura abrange mais caudalmente, alcançando o espaço da junção das vértebras sacrais S1 e S2 (Dyce; Sack; Wensing, 2010). O saco dural se projeta caudalmente, o que aumenta o risco de punção subaracnoidea acidental ("wet tap") e de trauma neuronal durante o acesso ao espaço L7-S1 (O'Hearn e Wright, 2011; Lee et al., 2004).

O acesso ao espaço epidural através da articulação sacrococcígea (S3-Cc1) ou intercoccígea (Cc1-Cc2) tem sido proposto como mais segura para gatos, evitando cone medular e minimizando o risco de lesão iatrogênica (Valverde, 2008). Embora esta técnica esteja bem descrita para bloqueios epidurais caudais, a dispersão cranial de anestésicos sacrococcígea, quanto ao volume constitui uma lacuna na literatura, especialmente quando se visa alcançar segmentos lombares e torácicos (Martins et al., 2009). A determinação da relação entre o volume injetado e a dispersão cranial do fármaco é fator determinante para a segurança e eficácia do bloqueio na anestésico evitando complicações, como bloqueio ganglionar simpático e instabilidade hemodinâmica.

Este estudo simulou-se a técnica de anestesia epidural sacrococcígea em cadáveres de gatos, para análise radiográfica da dispersão cranial de contraste, buscando estabelecer correlações entre as variáveis morfométricas (peso e comprimentos de segmentos da coluna vertebral) e volume de contraste injetado.

2. Materiais e métodos

O protocolo experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Jaboticabal, sob o protocolo nº 9076894456.

Foram utilizados 30 cadáveres de gatos domésticos adultos (*Felis catus*), sem distinção de sexo ou raça, provenientes do Centro de Controle de Zoonoses de Ribeirão Preto (SP). A integridade das colunas vertebrais foi confirmada previamente por exames radiográficos. Foram armazenados congelados a -18 °C em freezers e descongelados 12 horas antes do experimento em tanques com água em temperatura ambiente, próxima a 25°C. Após o descongelamento, procedeu-se um banho higiênico, pesagem, identificação do animal e tricotomia ampla da região sacrococcígea.

Delineamento experimental

O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando o software G*Power 3 (Kang, 2021). A análise foi baseada em um teste F (*A priori*) para ANOVA de medidas repetidas (interação intra e entre grupos), com tamanho de efeito fixado em 0,4, poder do teste (1- β) de 0,95 e nível de significância (α) de 5%. Considerando três grupos experimentais e dois momentos de avaliação, determinou-se o tamanho amostral de 30 animais (n=10 por grupo).

Os animais foram distribuídos aleatoriamente utilizando o software Research Randomizer (randomizer.org), em três grupos experimentais, definidos pelo volume de contraste iodado (Iohexol®, 300 mg/mL) administrado por via epidural sacrococcígea:

Grupo G_{0,1}: 0,1 mL/Kg;

Grupo G_{0,3}: 0,3 mL/Kg;

Grupo G_{0,5}: 0,5 mL/Kg.

Técnica da injeção epidural

Os cadáveres foram posicionados em decúbito esternal (posição de esfinge), com os membros pélvicos flexionados, cranialmente, paralelos à pelve, com os membros torácicos estendidos cranialmente com o mento sobre a mesa. O espaço sacrococcígeo (S3-Cc1) foi identificado por meio da palpação direta. Com os dedos polegar e médio identificou-se a asa do íleo e o dedo indicador a depressão anatômica entre o sacro e a primeira vértebra coccígea.

A punção percutânea foi realizada com agulha hipodérmica 13mm x 0,45mm acoplada a uma seringa graduada. O posicionamento correto no espaço epidural foi confirmado pela técnica de perda de resistência, à injeção de ar, e confirmada por exame radiográfico (M1). A administração do contraste foi realizada manualmente a uma velocidade constante, no transcurso de um minuto, cronometrado por um relógio digital.

Avaliações radiográficas

As avaliações radiográficas foram realizadas em projeção latero-lateral (LL) utilizando o conjunto radiológico MULTIX B com sistema digital direto (DX) (Siemens Healthineers®). Os fatores de exposição foram padronizados em 3,6 mAs e 65 kV, com o tubo de raios-X posicionado a uma distância foco-filme (DFF) de um metro (Figura 1). As imagens foram obtidas em três momentos distintos:

M1 (Basal): Antes da administração do contraste, para confirmação do posicionamento da agulha (Figura 2).

M2 (Pós-injeção): Dois minutos após o término da injeção, mantendo-se o animal na posição esternal original (Figura 2).

M3 (Pós-injeção tardia): Cinco minutos após o término da administração. Neste momento, os membros pélvicos foram suavemente estendidos caudalmente, para favorecer a visualização da dispersão cranial ao longo do canal vertebral. (Figura 2).



Figura 1: Ilustra a realização do exame radiográfico mostrando a posição dos cadáveres em relação ao equipamento. Fonte: arquivo-pessoal.

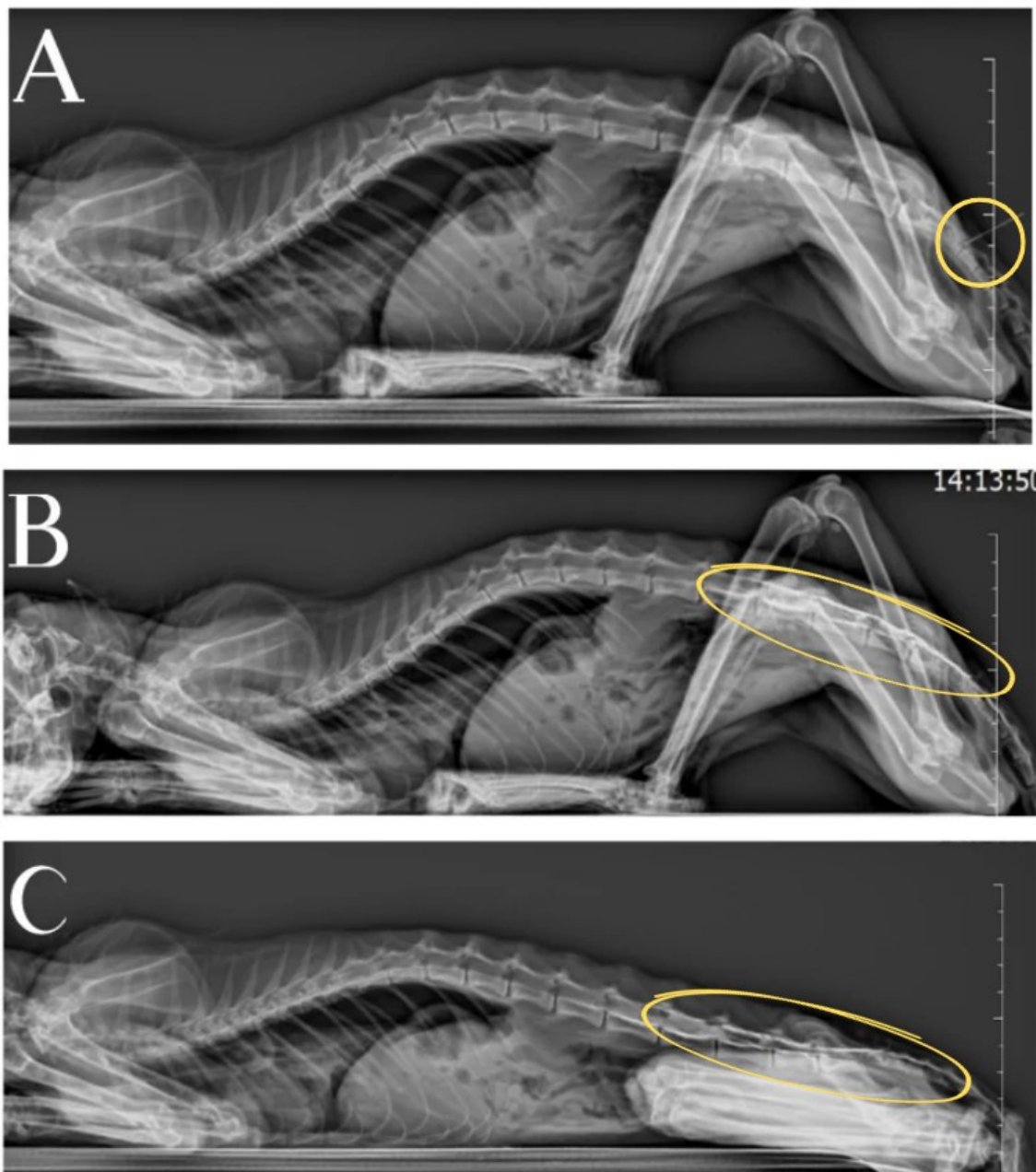


Figura 2: Imagem radiográfica em projeção lateral da dispersão do contraste no canal vertebral injetado no espaço sacrococcígeo em cadáver felino. **(A) Momento M1:** confirmação do posicionamento da agulha de injeção no espaço intervertebral sacrococcígeo (círculo amarelo). **(B) Momento M2:** dispersão do meio de contraste aos dois minutos pós-injeção. **(C) Momento M3:** dispersão final observada aos cinco minutos pós-administração. As marcações em amarelo (B e C) evidenciam a extensão da dispersão cranial do contraste no canal epidural. Fonte: arquivo-pessoal.

A análise das imagens foi realizada por um avaliador que desconhecia à alocação dos grupos. Utilizando software de processamento de imagem (Plataforma Epacs©), foram mensurados em centímetros a dispersão cranial da

coluna de contraste e as variáveis morfométricas, ou seja, comprimento dos segmentos vertebrais (Figura 3):

Segmento I: S3 até a sétima vértebra lombar (L7).

Segmento II: S3 até primeira vértebra lombar (L1);

Segmento III: S3 até o Atlas (C1).

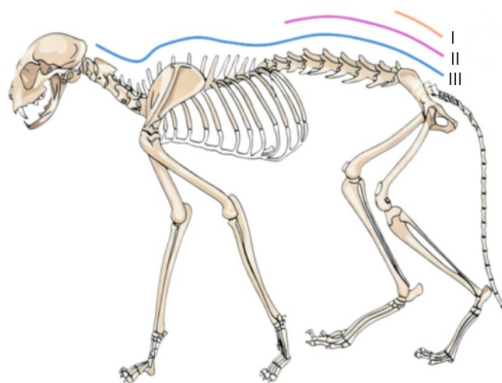


Figura 3: Ilustração da coluna vertebral em mapeando os segmentos anatômicos para a avaliação da extensão da dispersão epidural em cadáveres de gatos. **Segmento I** (linha laranja; região L7 a S3), o **Segmento II** (linha verde; região L1 a S3) e o **Segmento III** (linha roxa; região C1 e S3). Fonte: arquivo-pessoal.

Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelos testes de Shapiro-Wilk (para variáveis morfológicas) e D'Agostino-Pearson (para medidas de dispersão). Confirmada a distribuição normal, as comparações entre os grupos foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA) de uma via, seguida pelo teste de pós-hoc de Tukey ($p < 0,05$).

Para investigar a relação entre o volume administrado e as variáveis morfométricas, utilizou-se o coeficiente de correlação de Pearson. Todas as análises foram conduzidas considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

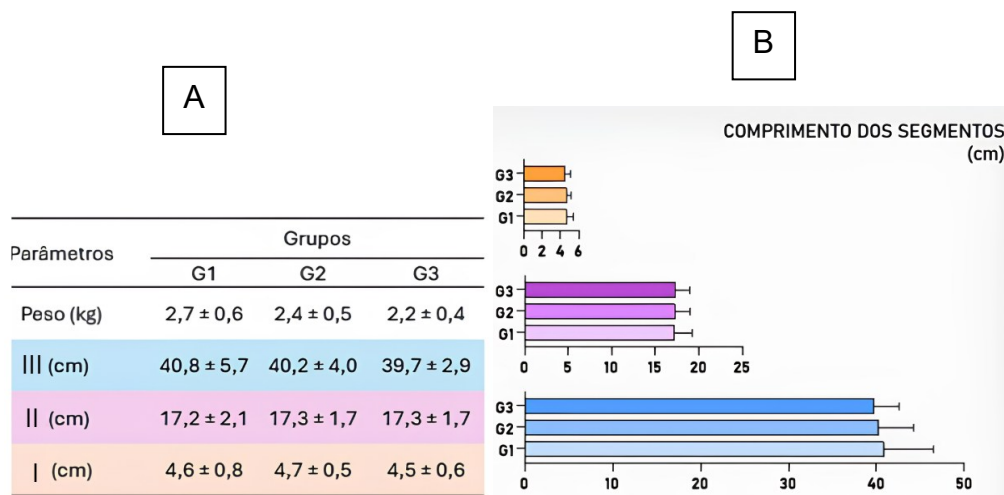
3. Resultados

A análise preliminar dos dados confirmou a distribuição normal das variáveis morfométricas e de peso corporal (teste de Shapiro-Wilk). A

homogeneidade da amostra foi evidenciada pela ausência de diferenças estatísticas significativas ($p > 0,05$) entre os grupos experimentais ($G_{0,1\text{mL/Kg}}$, $G_{0,3\text{mL/Kg}}$ e $G_{0,5\text{mL/Kg}}$) no que tange ao peso corporal e ao comprimento dos segmentos da coluna vertebral (Figura 4). Essa uniformidade assegura que as variações observadas na dispersão subsequente às injeções não foram influenciadas por discrepâncias nas dimensões anatômicas relativas aos grupos.

Em relação à dispersão da solução (Figura 5), observou-se que ela foi dependente do volume ($p > 0,05$). A análise de variância (ANOVA) demonstrou diferenças estatísticas ($p < 0,0001$) entre todos os grupos para as variáveis de dispersão absoluta e dispersões relativas dos segmentos I, II e III. Verificou-se que a progressão da dispersão cranial do contraste foi proporcional ao aumento do volume (Figura 9). O grupo que recebeu o volume maior ($G_{0,5\text{mL/Kg}}$) apresentou a maior média de dispersão absoluta (25,4 cm), correspondendo a uma cobertura média de 64% do comprimento total do segmento I (S3-C1). A medição e o cálculo que resultaram na média de 25,4 cm para o grupo $G_{0,5\text{ mL/kg}}$ foram realizados de forma inteiramente digital e padronizada dentro da metodologia do estudo. Primeiramente, a dispersão do meio de contraste foi avaliada por meio das radiografias digitais obtidas na projeção laterolateral nos momentos pós-injeção. Em seguida, essas imagens foram analisadas no software de processamento de imagem da Plataforma Epacs. Utilizando a ferramenta de calibração e medição linear do próprio software, o avaliador mediu, em centímetros, a extensão da coluna radiopaca de contraste dentro do canal vertebral.

A análise de correlação de Pearson (Quadro 2) revelou uma forte associação positiva entre a dispersão do contraste e o volume total injetado, em oposição à completa ausência de correlação significativa com o peso corporal e o comprimento dos segmentos vertebrais. O volume total injetado apresentou forte correlação positiva com a dispersão absoluta ($r \geq 0,7$; $p < 0,0001$) e com as dispersões relativas. Em contraste, não foi observada correlação significativa entre o peso corporal e a dispersão absoluta ($r = -0,06$), indicando uma dissociação entre essas variáveis nas doses testadas. Adicionalmente, o comprimento dos segmentos vertebrais não apresentou correlação com a extensão da dispersão (r próximo a zero).



Figuras 4 A e B. Médias e desvios padrão do peso corporal e comprimento dos segmentos vertebrais nos grupos experimentais.

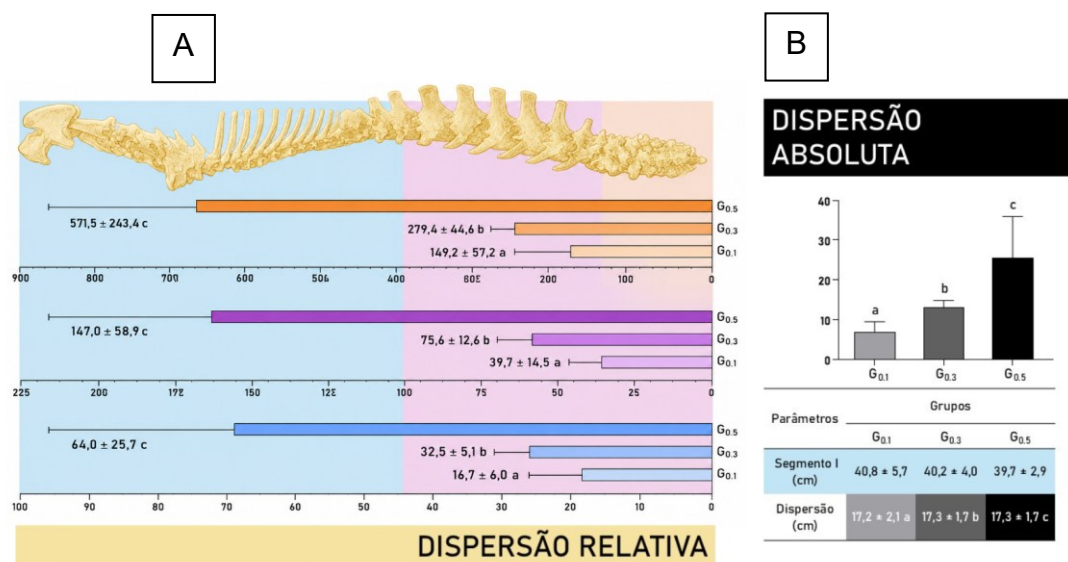


Figura 5 A e B. Dispersão absoluta (cm) e relativa (%) de diferentes volumes, da solução.

Vértebra	S1	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	T13	T2	T1	C7	C5	C3
G0,1mL/Kg (% de cadáveres do grupo)	100 %	90 %	60 %	30 %	10 %									
G0,3mL/Kg (% de cadáveres do grupo)				100 %	90 %	50 %	20 %	10 %						
G0,5mL/Kg (% de cadáveres do grupo)					100 %	90 %			70%	60%	50%	40%	20%	10%

Quadro 1: Alcance cranial da dispersão epidural de contraste em cadáveres de gatos. Os grupos correspondem aos volumes de injeção testados: G0,1mL/Kg, G0,3mL/Kg e G0,5mL/Kg. Nas caixas horizontais, a identificação por porcentagem indica a quantidade de indivíduos (N) em que o contraste alcançou aquele nível anatômico segmentar por grupo. (Regiões vertebrais: C = Cervical; T = Torácica; L = Lombar; S = Sacral). Fonte: arquivo-pessoal.

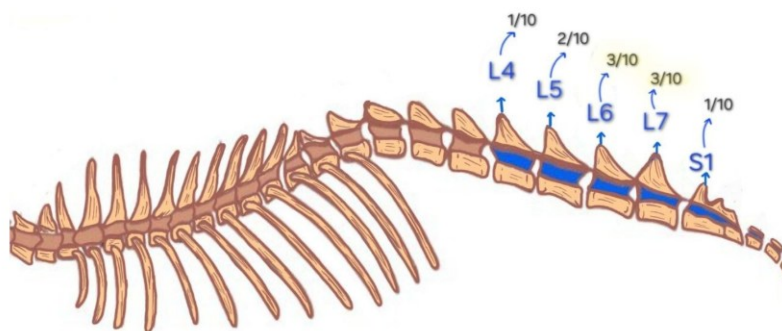


Figura 5: Representação esquemática da coluna vertebral de um felino do grupo $G_{0,1\text{mL/Kg}}$ após administração epidural sacrococcígea. O desenho foi realizado de forma digital a mão livre pela autora, utilizando o aplicativo PENUP e tendo como base a imagem radiográfica real do espécime. Fonte: arquivo-pessoal.

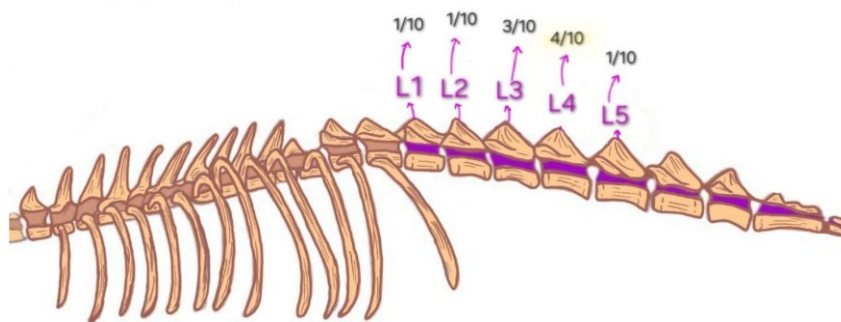


Figura 6: Representação esquemática da coluna vertebral de um felino do grupo $G_{0,3\text{mL/Kg}}$ após administração epidural sacrococcígea. O desenho foi realizado de forma digital a mão livre pela autora, utilizando o aplicativo PENUP e tendo como base a imagem radiográfica real do espécime. Fonte: arquivo-pessoal.

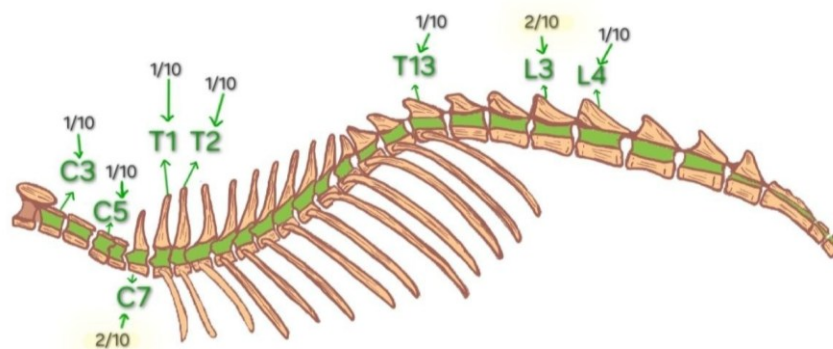


Figura 7: Representação esquemática da coluna vertebral de um felino do grupo G_{0,5mL/Kg} após administração epidural sacrococcígea. O desenho foi realizado de forma digital a mão livre pela autora, utilizando o aplicativo PENUP e tendo como base a imagem radiográfica real do espécime. Fonte: arquivo-pessoal.

Quadros 2 A-E: Coeficientes de correlação de Pearson (r) entre a dispersão (absoluta A e relativas B, C, D e E) e as variáveis morfométricas dos segmentos de coluna vertebral.

A			B			C		
Dispersão absoluta			Dispersão relativa (seg. III)			Dispersão relativa (seg. II)		
	p	r		p	r		p	r
Peso	0.757	-0.06	Peso	0.574	-0.11	Peso	0.664	-0.08
Dose	<0,0001	0.78	Dose	<0,0001	0.79	Dose	<0,0001	0.78
Volume total	<0,0001	0.84	Volume total	<0,0001	0.84	Volume total	<0,0001	0.84
Segmento I	0.915	0.02	Segmento I	0.588	-0.10	Segmento I	0.651	-0.09
Segmento II	0.547	0.11	Segmento II	0.975	0.01	Segmento II	0.896	-0.02
Segmento III	0.962	-0.01	Segmento III	0.541	-0.12	Segmento III	0.597	-0.10

D			E	
Dispersão relativa (seg. I)				
	p	r	r	
Peso	0.597	-0.10	Negativa	< 0
Dose	<0,0001	0.77	Fraca	$0,1 \leq r \leq 0,3$
Volume total	<0,0001	0.82	Moderada	$0,4 \leq r \leq 0,6$
Segmento I	0.544	-0.12	Forte	$0,7 \leq r \leq 1$
Segmento II	0.992	0.00		
Segmento III	0.259	-0.21		

Os achados demonstram que a dispersão cranial de soluções constratadas injetadas no espaço epidural, pela via sacrococcígea (S3-Cc1) em cadáveres gatos é dependente e proporcional ao volume administrado. Foi evidenciada correlação positiva entre o volume total injetado e a dispersão absoluta ao longo do canal vertebral ($r \geq 0,7$;

$p < 0,0001$). Esse comportamento progressivo e volume-dependente vai ao encontro dos dados apresentados por Son et al. (2011), os quais determinaram que o volume do injetado afeta de forma direta o espalhamento e o efeito da anestesia epidural, embora tenham avaliado o modelo canino.

Historicamente, o acesso lombossacral (L7-S1) é a via de eleição para pequenos animais devido à facilidade de identificação das referências anatômicas. Contudo, a extrapolação direta desta técnica para os gatos acarreta riscos iatrogênicos elevados pois o cone medular dos gatos ultrapassa a junção lombosacral. Assim, ao se considerar a injeção sacrococcígea minimiza o de punção subaracnoidea inadvertida ("wet tap"). Diante do exposto, preconiza-se que injeção sacrococcígea como mais segura, por evitar o cone medular corroborando O'Hearn e Wright (2011) já haviam descrito a epidural coccígea, para o manejo seguro da dor e cateterização na obstrução uretral felina.

Avaliando-se os parâmetros morfométricos, com este estudo não se identificou correlação clinicamente relevante entre o peso corporal ou o comprimento da coluna vertebral com a dispersão da solução. Essa dissociação demonstra que as variações biométricas não influenciaram de forma determinante o comportamento do contraste no canal para as doses testadas ($r = -0,06$ para o peso e um r próximo de zero para o comprimento segmentar), confirmando a uniformidade de distribuição ditada primariamente pelo volume (mL/Kg).

Na perspectiva da aplicabilidade clínica, o volume de 0,3 mL/Kg apresentou-se com distribuição mais homogênea para intervenções restritas à região retroumbilical do abdômen e aos membros pélvicos, propiciando uma dispersão adequada com pequena margem de variação. Em contrapartida, a dose maior (0,5 mL/Kg) exibiu a dispersão mais extensa, cobrindo em média 25,4 cm (o que representa cerca de 64% do comprimento da coluna cérvico-sacral). Embora volumes dessa magnitude permitam o bloqueio de segmentos torácicos visando procedimentos cirúrgicos mais craniais, eles não são aconselhados. A dispersão excessiva predispõe o paciente a complicações, notadamente o bloqueio simpático extenso com consequente instabilidade hemodinâmica (hipotensão), conforme amplamente caracterizado nos levantamentos de Valverde (2008).

A avaliação dos resultados obtidos exige, contudo, cautela devido ao delineamento cadavérico (*ex vivo*), o qual apresenta limitações para a extrapolação à

prática clínica. O cadáver é isento da fisiologia ativa natural. Em um paciente, dinâmicas como a pulsação contínua do líquido cefalorraquidiano (LCR), variações pressóricas (intra-abdominal), e a taxa de drenagem pelo plexo venoso e linfático vertebral exercem influência constante na cinética de distribuição do fármaco (Valverde, 2008; Campoy et al., 2015). Da mesma forma, a ausência de absorção sistêmica propicia a permanência temporal de um maior volume da solução constratada no espaço epidural.

Outro viés físico que deve ser considerado refere-se às características do meio de contraste utilizado (Iohexol) e sua interação com as temperaturas teciduais. A literatura aponta que a viscosidade do contraste iodado tem relação inversamente proporcional à temperatura (Thrall, 2018). Mesmo após o descongelamento e estabilização dos cadáveres a temperaturas de cerca de 25 °C, o canal vertebral possivelmente encontrava-se distante do estado fisiológico de um felino vivo (38-39 °C). Uma temperatura menor aumenta a resistência do agente ao fluxo, o que sugere que a extensão da dispersão craniana relatada possa, de fato, estar ligeiramente subestimada frente à realidade clínica normotérmica, onde o menor grau de viscosidade facilitaria uma dispersão mais ampla (GE Healthcare, 2018). Por fim, as propriedades biomecânicas inerentes da dura-máter e do tecido adiposo epidural podem sofrer minúsculas alterações pela rotina de criopreservação (Campoy et al., 2015; Iff; Moens, 2008; Son et al., 2011), fato que poderia alterar as resistências naturais observadas na injeção

3.1 Limitações do estudo

Embora o presente estudo tenha seguido um delineamento experimental rigoroso para simular a dispersão epidural, a utilização de modelos *ex vivo* impõe certas limitações que devem ser consideradas na extrapolação dos resultados para a prática clínica em *in vivo*. Primeiramente, a ausência de fisiologia ativa nos cadáveres impede a avaliação da influência de fatores hemodinâmicos e lícrica. Nos animais (*in vivo*) a pulsação do líquido cefalorraquidiano (LCR), a pressão intra-abdominal e a drenagem venosa e linfática pelo plexo vertebral podem influenciar a cinética de distribuição de fármacos no espaço epidural (Valverde, 2008; Campoy et al., 2015). Além disso, a absorção sistêmica será dependente da lipossolubilidade do fármaco, não foi considerada neste modelo *ex vivo*, o que poderia resultar na maior retenção do e espraiamento do contraste no espaço epidural.

Um fator físico relevante neste experimento refere-se às propriedades do meio de contraste utilizado (Iohexol) e sua interação com a temperatura corporal. A viscosidade dos agentes de contraste iodados é inversamente proporcional à temperatura (Thrall, 2018), ou seja, quanto menor a temperatura, maior a viscosidade e resistência ao fluxo. Embora os cadáveres tenham sido descongelados previamente, a temperatura dos tecidos profundos e do canal vertebral no momento da injeção poderia estar abaixo da temperatura corporal fisiológica de um gato vivo (38-39 °C).

Essa diferença térmica pode ter aumentado a viscosidade do contraste, potencialmente restringindo sua dispersão em comparação ao que ocorreria em um animal normotérmico (GE Healthcare, 2018). Portanto, é possível que a extensão da dispersão cranial observada neste estudo seja ligeiramente subestimada em relação à situação clínica real, onde a temperatura corporal mais elevada reduziria a viscosidade da solução, facilitando uma dispersão ainda mais ampla.

Adicionalmente, o processo de congelamento e descongelamento pode alterar minimamente as propriedades biomecânicas dos tecidos, como a permeabilidade da dura-máter e a complacência do espaço epidural e do tecido adiposo peridural (Campoy et al., 2015). Tais alterações teciduais poderiam modificar a resistência à injeção e o padrão de dispersão do fluido (Iff; Moens, 2008; Son et al., 2011).

4. Conclusão

A dispersão cranial da solução contrastada, injetada no espaço epidural em cadáveres de gatos é dependente do volume, sem correlação direta com o peso e comprimento da coluna vertebral. Sugere-se o volume de 0,3 mL/Kg para intervenções cirúrgicas retroumbilicais.

Conflito de interesse

Os autores declaram que a pesquisa foi conduzida na ausência de quaisquer relações comerciais ou financeiras que pudessem ser interpretadas como um potencial conflito de interesses.

Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pelo Programa de Excelência Acadêmica – PROEX, anexo à Portaria nº 034 de 30 de maio de 2006, e da Portaria nº 133,

REFERÊNCIAS

- Adin CA. Complications of regional anesthesia and continuous epidural analgesia. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** (2011).
- Campoy L, et al. **Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia.** Ames: Wiley-Blackwell (2015).
- Dyce KM, Sack WO, Wensing CJG. **Textbook of Veterinary Anatomy.** 4th ed. St. Louis: Saunders Elsevier (2010).
- Jones RS. Epidural analgesia in the dog and cat. **Vet J.** (2001) 161:123–
- König HE, Liebich HG. **Veterinary Anatomy of Domestic Mammals.** 6th ed. Stuttgart: Schattauer (2016).
- Lee I, Yamagishi N, Oboshi K, Yamada H. Radiographic evaluation of epidural injection at the lumbosacral intervertebral space in the cat. **Vet Anaesth Analg.** (2004) 31:13–8.
- Martins T, et al. Comparison of the effects of epidural anesthesia with lidocaine or bupivacaine in cats. **Ciência Rural.** (2009).
- O'Hearn AK, Wright BD. Coccygeal epidural with local anesthetic for catheterization and pain management in the treatment of feline urethral obstruction. **J Vet Emerg Crit Care.** (2011) 21:50–2.
- Skarda RT, Tranquilli WJ. Local and regional anesthetic and analgesic techniques: Dogs and cats. **Lumbosacral and spinal anesthesia** (2007).
- Son WG, et al. Volume of epidural injectate affects the spread and anesthetic effect in dogs. **J Vet Med Sci** (2011).
- Steagall PV, et al. **Feline Anesthesia and Pain Management.** 1st ed. John Wiley & Sons (2017).
- Valverde A. Epidural analgesia and anesthesia in dogs and cats. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** (2008) 38:1205–30.