

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

**Corpectomia vertebral cervical como uma técnica de descompressão medular em
cães – estudo em cadáveres após o descongelamento**

Autor: Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Doutor em Ciências
Veterinárias na área de

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

Coorientador: Prof. Dr. Márcio Poletto
Ferreira

Porto Alegre

2017

CIP - Catalogação na Publicação

Gonzalez, Paula Cristina

Corpectomia vertebral cervical como uma técnica de descompressão medular em cães - estudo em cadáveres após o descongelamento / Paula Cristina Gonzalez. -- 2017.

63 f.

Orientador: Marcelo Alievi.

Coorientador: Márcio Ferreira.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2017.

1. corpectomia vertebral cervical. 2. neurocirurgia veterinária. I. Alievi, Marcelo, orient. II. Ferreira, Márcio, coorient. III. Título.

Agradecimentos

A todos familiares, amigos e colegas que de alguma maneira auxiliaram na realização deste trabalho.

À equipe do setor de radiologia pelo companheirismo, paciência e resiliência.

A Mariana Bröse e Gabriela Patule por todo apoio, ajuda e risadas.

Ao André Dalto por seu companheirismo e carinho ao longo de todas as etapas da minha vida.

Dedicatória

À minha adorada mãe, Maria Medianeira Siczkowski Gonzalez, que não pode acompanhar o final desta etapa. Obrigado por me apoiar mesmo sem concordar com as minhas escolhas, por ficar ao meu lado quando eu estava errada, e por ficar nos bastidores ajudando-me a alcançar os meus objetivos.

Resumo

Este trabalho tem como objetivo relatar as implicações da técnica cirúrgica de corpectomia vertebral cervical no diâmetro do canal medular de cadáveres caninos anteriormente congelados através da avaliação mielográfica. Para a padronização da técnica de mielografia cervical foram utilizados 30 cadáveres de cães. Os espécimes foram submetidos a quatro posicionamentos radiográficos para avaliação conjunta: laterolateral neutro, laterolateral em hiperextensão, laterolateral em hiperflexão e ventrodorsal. A opacificação do espaço subaracnóide, a confecção de duas linhas de contraste e a formação de artefatos foram mensurados qualitativamente e depois seu grau de concordância foi avaliado. Na segunda etapa 20 cadáveres foram divididos em dois grupos: o primeiro grupo foi submetido à corpectomia da terceira vértebra cervical, enquanto o segundo grupo à corpectomia da quinta vértebra cervical. Previamente ao procedimento cirúrgico, os cadáveres foram submetidos a um exame mielográfico. Posteriormente foram realizados exames radiográficos seriados após o procedimento de corpectomia cervical e de estabilização vertebral. As projeções radiográficas utilizadas foram as mesmas supracitadas. O diâmetro da medula espinhal foi medido ao longo do canal medular e correlacionado com o comprimento do assoalho vertebral. A corpectomia e a estabilização vertebral alteraram significativamente o diâmetro do canal medular apenas em posições de estresse, permitindo supor que a corpectomia vertebral cervical é um método viável de decompressão medular para a região cervical em cães, proporcionando um acesso adequado ao canal medular do corpo vertebral com mínima manipulação do tecido nervoso.

Palavras-chave: mielografia, corpectomia vertebral cervical, neurocirurgia

Abstract

The aim of this paper is to report the implication of the cervical vertebral corpectomy in the myelography medullary diameter in canine cadavers. In order to standardize the myelograph technique thirty canine bodies were used. The subarachnoid space opacification, the visualization of contrast columns and artifact formation were evaluated in four radiographic projections: laterolateral in neutral position, laterolateral in hyperflexion, laterolateral in hyperextension and ventrodorsal in neutral position. The agreeing ratio was measured. Thereafter, twenty specimens were divided in two groups according to the cervical vertebra in which the procedure would be performed. In the first group the corpectomy was performed in the third cervical vertebrae and in the second group in the fifth vertebrae. Before the surgical procedure, a myelogram was performed. Radiograph exams were done after the corpectomy and after the instrumentation of the cervical spine. The same projections previously described were used. The medullary diameter was measured through the spinal canal. Afterwards, it was correlated to the length of the vertebral floor. The corpectomy and cervical instrumentation changed the medullary diameter solely in stress positions. In addition, it granted proper vertebral channel access with minimal spinal cord manipulation. Therefore, we concluded that the cervical vertebral corpectomy is a viable decompressive surgical technique

Key-words: myelography, cervical vertebral corpectomy, neurosurgery

Sumário

1. Revisão bibliográfica	8
1.1 Anatomia	8
1.2 Neurolocalização	10
1.3 Exames complementares	15
1.4 Técnicas cirúrgicas de descompressão medular	20
2. Artigo 1	25
Mielografia cervical em cadáver de cão como método de ensino em veterinária ...	25
Cadaver myelography as an alternative education method in veterinary	25
RESUMO	25
INTRODUÇÃO	26
DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32
3. Artigo 2	39
Corpectomia vertebral cervical em cadáveres caninos	39
RESUMO	39
ABSTRACT	40
INTRODUÇÃO	40
RESULTADOS	44
DISCUSSÃO	45
CONCLUSÃO	47
AGRADECIMENTO	47
REFERÊNCIAS	48
4. Discussão Geral.....	57
5. Conclusão.....	58
6. REFERÊNCIAS BILIOGRÁFICAS	59

Revisão bibliográfica

1.1 Anatomia

A região cervical canina é composta por sete vértebras com suas peculiaridades anatômicas. A primeira vértebra cervical é denominada atlas, sendo composta por dois arcos, dorsal e ventral, e dois processos transversos que são largos, achatados e horizontais formando duas asas. O áxis, segunda vértebra cervical, apresenta um dimorfismo marcado, sendo achatado dorsoventralmente, e possui em sua epífise cranial um dente que articula com o atlas chegando quase ao osso occipital. Os processos transversos desta vértebra são pontiagudos, direcionados caudal e lateralmente (SISSON, 1986). A terceira, a quarta e a quinta vértebras cervicais são semelhantes morfológicamente (SHARP; WHEELER, 2005), apresentando o corpo comprimido dorsoventralmente, a epífise cranial convexa e a extremidade caudal ligeiramente côncava e oblíqua. Seus processos transversos se projetam ventral e caudalmente, possuindo dois ramos: um cranial e fino e outro caudal espesso e tuberculado em sua extremidade livre. A sexta vértebra cervical apresenta o processo transversal dividido em duas partes, uma placa quadrilátera direcionada ventrolateralmente e outra parte rombuda direcionada lateralmente (SISSON, 1986), constituindo um importante ponto de referência cirúrgico (SHARP; WHEELER, 2005; SEIM, 2007). A sétima vértebra difere das demais por apresentar um processo espinhoso mais desenvolvido, o corpo curto e um único processo transversal (SISSON, 1986).

Os discos intervertebrais se interpõem entre cada corpo vertebral, exceto entre as duas primeiras vértebras cervicais (SHARP; WHEELER, 2005). Os discos caudais são mais espessos (C4-C5 e C5-C6), enquanto o espaço entre a segunda e a terceira vértebras cervicais é o mais estreito. O disco intervertebral é composto por um anulo fibroso externo que envolve um centro gelatinoso amorfo excêntrico (Figura 1). A capacidade de

absorção de impacto reduz gradualmente com a idade. O suprimento sanguíneo é restrito, a nutrição celular ocorrendo basicamente por difusão (BERGKNUT *et al.*, 2013). O ânulo fibroso recebe fibras nervosas, principalmente na lâmina externa (FORSYTHE; GHOSHAL, 1984 apud SHARP; WHEELER, 2005; BERGKNUT *et al.*, 2013). Cada disco está ligado cranial e caudalmente às epífises vertebrais de cartilagem hialina e dorsal e ventralmente ao ligamento longitudinal dorsal e ventral respectivamente (BRISSON, 2010).

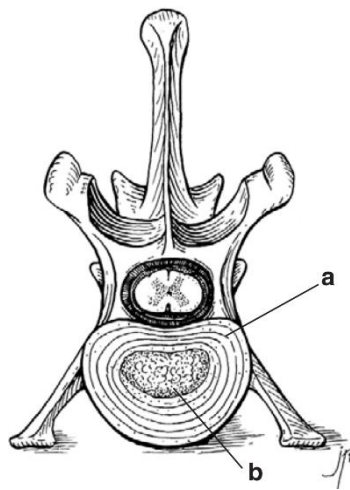


Figura 1 - Desenho esquemático de uma vértebra cervical canina mostrando o ânulo fibroso (a) e o núcleo pulposos (b) (SHARP; WHEELER, 2005).

O ligamento nual se estende do arco dorsal do eixo até o processo espinhoso das vértebras torácicas. O ligamento flavo está localizado no teto do canal vertebral e no espaço adjacente às duas lâminas vertebrais, se continuando com as cápsulas articulares.

As fibras do ligamento longitudinal dorsal se unem às do disco intervertebral carregando terminações nervosas (FORSYTHE; GHOSHAL, 1984 apud SHARP; WHEELER, 2005).

1.2 Neurolocalização

A região cervical pode ser dividida funcionalmente em dois locais: a região craniocervical, a qual abrange do primeiro segmento medular cervical ao quinto segmento medular cervical e a região caudocervical, que abrange do sexto segmento medular cervical até o segundo segmento medular torácico (DE LAHUNTA; GLASS, 2009). As doenças comumente relacionadas à região cervical estão descritas na tabela 1. A descompressão cirúrgica é parte do tratamento preconizado da doença do disco intervertebral (FAUBER, 2015), da espondilomielopatia cervical (DA COSTA, 2010) e de neoplasias vertebrais, por conseguinte, estes assuntos serão abordados com maior minúcia.

Tabela 1- Lista de diagnósticos diferenciais de acordo com a neurolocalização, curso da doença e presença ou não de processo doloroso associado aos déficits neurológicos.

<i>Neurolocalização</i>	<i>C1-C5</i>		<i>C6-T2</i>	
	Agudo	Crônico	Agudo	Crônico
Doloroso	<ul style="list-style-type: none"> • Subluxação Atlantoaxial • Espondilomielopatia Cervical • Doença Do Disco Intervertebral • Neoplasia • Discoespondilite • Meningomielite • Fratura/Luxação • Hematoma Espinhal 	<ul style="list-style-type: none"> • Subluxação Atlantoaxial • Displasia Atlanto-Ocipital • Fibrose Estenótica Cervical • Cisto Sinovial • Siringohidromielia • Hipervitaminose A • Espondilomielopatia Cervical 	<ul style="list-style-type: none"> • Espondilomielopatia Cervical • Doença Do Disco Intervertebral • Neoplasia • Discoespondilite • Meningomielite • Fratura/Luxação • Hematoma Espinhal 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisto Sinovial • Espondilomielopatia Cervical
Não-Doloroso	<ul style="list-style-type: none"> • Embolismo Fibrocartilaginoso 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisto Espinhal Aracnóideo • Calcinoses Tumoral • Neoplasia 	<ul style="list-style-type: none"> • Embolismo Fibrocartilaginoso • Avulsão Do Plexo Braquial 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisto Espinhal Aracnóideo • Sinus Dermóide • Neoplasia

Adaptado de SHARP; WHEELER (2005).

A prevalência de hérnia de disco em cães é estimada em 2% (BRISSON, 2010). A degeneração discal é um evento normal que ocorre durante o processo de envelhecimento e usualmente precede a herniação (SHARP; WHEELER, 2005; BERGKNUT *et al.*, 2013; MANUNTA *et al.*, 2015). Classicamente estas alterações são divididas em dois grandes grupos: metaplasia condróide e fibróide

A metaplasia condróide caracteriza-se pela perda de glicosaminoglicanos, aumento no conteúdo de colágeno e redução na quantidade de água, resultando na perda das propriedades hidroelásticas do disco e da sua capacidade de suportar pressão (BRISSON, 2010; BERGKNUT *et al.*, 2013). Ao mesmo tempo, ocorre a invasão do núcleo pulposo por cartilagem hialina (SHARP; WHEELER, 2005). Esta degeneração está associada a raças condrodistróficas, e ocorre durante os primeiros dois anos de vida (SMOLDERS *et al.*, 2013). As raças condrodistróficas ao atingirem um ano de idade já apresentam 75-90% do núcleo pulposo transformado em cartilagem hialina (BRISSON, 2010). As herniações decorrentes deste processo degenerativo são classificadas como Hansen tipo I ou extrusões discais (SHARP; WHEELER, 2005). No caso da raça Dachshund, 19 a 24% (até 62% em certas linhagens) dos indivíduos irão apresentar sinais da doença do disco intervertebral ao longo da vida. Esta raça tem 12,6 vezes mais chance de desenvolver hérnia de disco do que as demais (BRISSON, 2010).

Alterações degenerativas do disco intervertebral decorrentes de metaplasia fibroide classicamente estão associadas a raças não-condrodistróficas após a idade adulta (SMOLDERS *et al.*, 2013). Da mesma maneira, ocorre a desidratação do núcleo, mas o tecido fibroso é responsável pela invasão e não a cartilagem hialina. As herniações decorrentes deste processo degenerativo são classificadas como Hansen tipo II ou protrusões discais (Figura 2) (SHARP; WHEELER, 2005) e os sinais clínicos são decorrentes da deformação do ânulo fibroso (SEIM, 2007). Apesar de ocorrerem herniações do tipo II na região cervical independente do porte dos animais, as herniações tipo I são mais comuns nesta região. Nos cães de pequeno porte, o espaço

mais comumente afetado na região cervical é entre a segunda e a terceira vértebra, enquanto o espaço entre a sexta e a sétima vértebras cervicais é o mais afetado em cães de grande porte (SHARP; WHEELER, 2005).

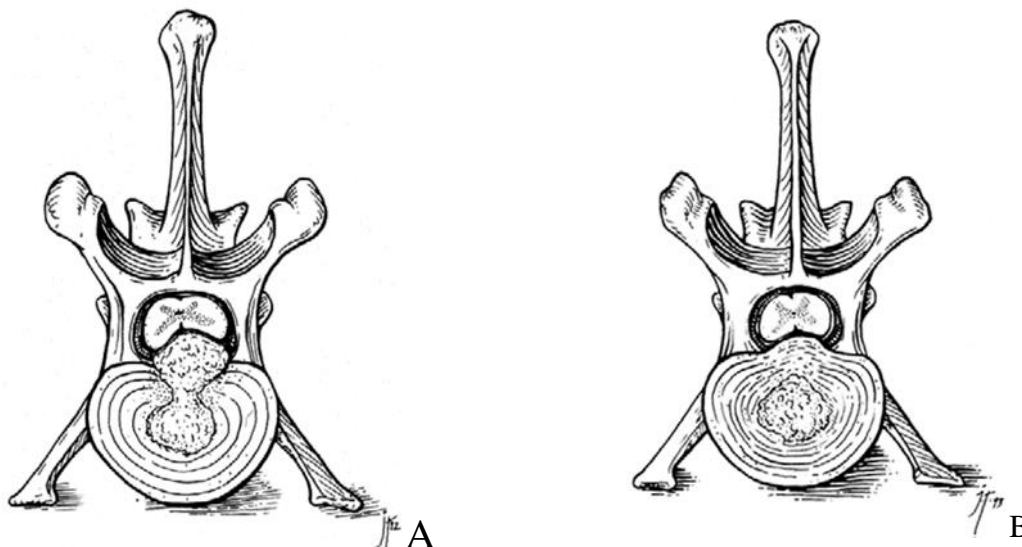


Figura 2 – Desenho esquemático de uma vértebra cervical canina mostrando ruptura do ânulo fibroso associada à extrusão discal (A) e deformação do ânulo fibroso (B) decorrente protrusão discal (SHARP; WHEELER, 2005).

A espondilomielopatia cervical é uma doença associada a cães de grande porte (DA COSTA, 2010; MARTIN-VAQUERO; DA COSTA; LIMA, 2014). Duas formas clínicas da doença estão descritas: a forma discal e a forma óssea. A primeira é típica de animais de meia idade, dobermann pinscher é a raça super-representada nas estatísticas. Nesta forma, observa-se principalmente a compressão ventral da medula espinhal pelo disco intervertebral, mas pode haver complicações decorrentes de compressão dorsal devido à hipertrofia do ligamento flavo ou estenose do canal vertebral (TROTTER, 2009) (Figura 3). A grande maioria dos animais apresenta sinais relacionados à medula espinhal cervical caudal (ADAMO *et al.*, 2007). A segunda apresentação está relacionada à proliferação óssea do arco vertebral, facetas articulares

e pedículos. Os animais são usualmente jovens, predominantemente de raças gigantes, sugerindo uma causa congênita (DA COSTA, 2010).

1

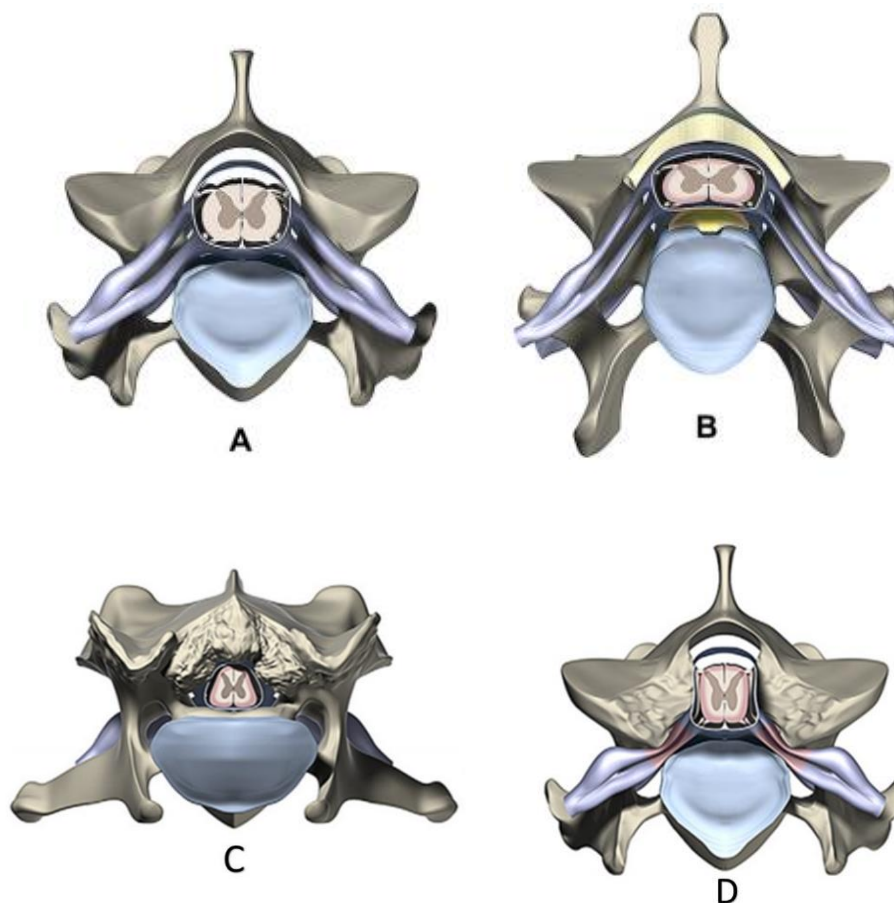


Figura 3 – **A)** Desenho esquemático de um corte normal da região entre a quinta (C5) e a sexta vértebras cervicais (C6) de um cão mostrando um disco normal. **B)** Compressão ventral na região de C5-C6 decorrente da protrusão do disco intervertebral e hipertrofia do ligamento amarelo e ligamento flavo. **C)** Apresentação óssea da espondilomielopatia cervical. Compressão espinhal dorsolateral severa causada pela má-formação óssea e doença articular degenerativa **D)** Compressão bilateral a nível da quarta e quinta vértebras cervicais causada por alterações osteoartríticas e proliferação medial das facetas articulares, causando estenose do canal

vertebral e foraminal, gerando compressão medular e radicular respectivamente. (DA COSTA, 2010).

Neoplasias espinhais são classificadas de acordo com a localização neuroanatômica em relação à dura-máter e à medula espinhal: neoplasias extradurais encontradas dentro do canal vertebral e externamente a dura-máter; neoplasias localizadas no interior da dura-máter, mas fora da medula espinhal propriamente dita (intradurais e extramedulares) e neoplasias dentro do parênquima medular (intramedulares). De acordo com o local de origem das células neoplásicas podemos classificá-las como primárias ou secundárias (metastáticas) (BAGLEY, 2010). A apresentação extradural é a mais comumente observada (BAGLEY, 2010). Santos *et al* (2012) descrevem que de 14 animais avaliados com neoplasias medulares, 71,4% deles apresentavam neoplasmas de origem secundária.

As neoplasias mais comuns com localização intradural e extramedular incluem meningiomas e tumores de bainha de nervo. Meningiomas são mais frequentemente encontrados na região cervical, seguida da região lombar (BAGLEY, 2010). Santos *et al* (2012), em um estudo retrospectivo sobre neoplasias envolvendo o sistema nervoso central, relataram que de 14 animais com neoplasias medulares, 21,4% eram meningiomas e 14,3 % tumores de bainha de nervo. Em outro estudo 23 de 34 cães afetados por meningiomas, apresentavam a região cervical afetada, e a lesão estava localizada no nível ou cranial à terceira vértebra cervical (PETERSEN *et al.*, 2008).

1.3 Exames complementares

O exame radiográfico é uma ferramenta simples e acessível que pode ser utilizada tanto para diagnosticar como para excluir inúmeras doenças. Entretanto, a falta de definição dos tecidos moles faz com que, muitas vezes, seja necessário a utilização de contraste ou exames de imagem mais avançados (KEALY; McALLISTER, 2005). O exame radiográfico não

contrastado da coluna vertebral é utilizado para o diagnóstico de luxações, fraturas, discoespondilite, doença articular degenerativa, má-formação e neoplasias vertebrais (BRAUND, 1994; GAVIN; LEVINE, 2015). Tumores de tecidos moles usualmente não são aparentes em radiografias simples, exceto no caso de tumores de bainha de nervo, nos quais o nervo espessado pode levar ao aumento do tamanho do forame, e isto ser radiograficamente visível. A maioria dos tumores epidurais invade o corpo vertebral antes de atingir a medula espinhal, por isso a destruição vertebral pode ser um indicativo de um processo neoplásico (BAGLEY; GAVIN; HOLMES; 2009).

A mielografia foi, por muito tempo, o exame diagnóstico padrão para identificar compressões medulares em cães (ISRAEL *et al.*, 2009). Neste exame um contraste radiopaco, hidrossolúvel e não tóxico é injetado no espaço subaracnóideo pela cisterna magna ou lombar (BRAUND, 1994). A punção na cisterna cerebelomedular tem como vantagens a sua fácil execução, o bom volume de líquido a ser coletado e excelente preenchimento do espaço cervical com o meio de contraste. Como desvantagem, o preenchimento dos segmentos torácicos e lombares pelo meio de contraste é dependente da gravidade e do movimento fisiológico do líquido cefalorraquidiano (PAITHANPAGARE *et al.*, 2008). Existe a possibilidade de o contraste não ultrapassar a lesão espinhal (GAVIN; LEVINE, 2015), especialmente quando há compressões severas, assim como o risco dele se deslocar em direção ao cérebro e, mais raramente, de que a agulha lesione a medula espinhal. A maior vantagem da aplicação lombar do contraste é que este se desloca cranialmente sob pressão, e por isso pode delimitar mais facilmente as lesões (PAITHANPAGARE *et al.*, 2008). Como desvantagens, a técnica de injeção lombar exige mais treinamento e a punção usualmente é associada com a transfixação da medula espinhal. Existe também maior possibilidade da aplicação do contraste no espaço epidural (BRAUND, 1994; GAVIN; LEVINE, 2015).

A acurácia da mielografia para localização do local da lesão é relatada entre 72-97%, e para a localização de lesões lateralizadas de 53-100% (ISRAEL *et al.*, 2009; BRISSON, 2010). A mielografia apresenta maior sensibilidade diagnóstica em comparação com a tomografia para a caracterização de compressões extradurais em animais com menos de 5kg (ISRAEL *et al.*, 2009). Tradicionalmente, são realizados dois posicionamentos radiográficos ortogonais após a aplicação do contraste (BRISSON, 2010). De acordo com o padrão do mielograma, as lesões são classificadas em: extradurais, intradurais-extramedulares e intramedulares (Figura 4) (BRAUND, 1994). O padrão de compressão extradural é caracterizado por atenuação, redução ou desvio das colunas de contraste (BRISSON, 2010). Desvios da coluna de contraste, em projeções laterolaterais, dentro do canal vertebral ao invés do espaço intervertebral, são indicativos de processo neoplásico (BAGLEY; GAVIN; HOLMES; 2009; BAGLEY, 2010). Ao padrão intradural extramedular, é atribuído a imagem peculiar chamada pino de golfe (BAGLEY, 2010). Este padrão é formado devido a uma falta de preenchimento de contraste associado a uma dilatação da coluna de contraste. No casos de lesões intramedulares, como edema da medula espinhal, tumor intramedular, mielite e contusão medular traumática, o padrão mielográfico consiste na divergência das colunas de contraste, que ficam mais estreitas devido ao aumento de volume da medula espinhal adjacente (McCONNEL *et al.*, 2012). A limitação da técnica de mielografia está na visualização de lesões lateralizadas ou intraforaminais (SEIM, 2007; BRISSON, 2010) e na incapacidade de distinção de alterações do parênquima medular (COOPER *et al.*, 2014).

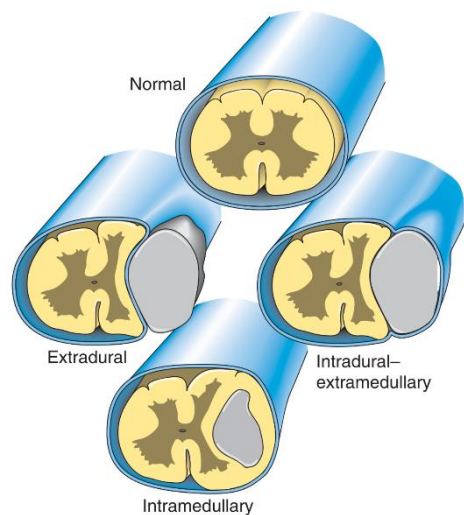


Figura 4 – Ilustração esquemática dos padrões das lesões medulares de acordo com a disposição do material compressivo em relação às meninges (SHARP; WHEELER, 2005).

A sensibilidade diagnóstica entre a mielografia e a tomografia são semelhantes (ISRAEL *et al*, 2009). Entretanto a tomografia computadorizada permite a melhor localização espacial da lesão em relação ao corpo vertebral (HARA *et al.*, 1994) e parece superior no diagnóstico de extrusões crônicas (ISRAEL *et al*, 2009).

A tomografia computadorizada consiste na realização de cortes transversais utilizando a radiação ionizante e a computação. A informação é colhida conforme o grau de atenuação dos tecidos e processada por um computador. A principal vantagem desta técnica quando comparada a mielografia é aumentar a distinção entre os tecidos moles e a realização de cortes transversais. Após a coleta das imagens, o operador pode manipular a imagem permitindo uma melhor visualização dos diversos tecidos dependendo da janela utilizada. A maioria das extrusões discais de condrodistróficos são mineralizadas e aparentes na tomografia simples

(GAVIN; LEVINE, 2015). Para aumentar a distinção entre os tecidos um meio de contraste endovenoso pode ser utilizado (BRAUND, 1994) ou o exame pode ser associado à aplicação de contraste no espaço subaracnóideo. A associação do exame à mielografia aumenta a sua sensibilidade diagnóstica, mas também acarreta em todas as complicações referidas ao exame mielográfico (ISRAEL *et al.*, 2009). A tomografia apresenta maior sensibilidade na identificação do lado da extrusão discal (ISRAEL *et al.*, 2009; GAVIN; LEVINE, 2015) e facilita o planejamento cirúrgico por delinear claramente a posição do disco em referência ao corpo vertebral (HARA *et al.*, 1994). Entretanto, da mesma maneira que a mielografia, ela é incapaz de oferecer informações sobre o parênquima medular, sendo, portanto, inapta a oferecer informações referentes ao prognóstico clínico (COOPER *et al.*, 2014).

A ressonância magnética permite, através do uso da energia eletromagnética, a avaliação anatômica mais completa da medula espinhal, disco intervertebral, raízes nervosas e nervos periféricos (GAVIN; LEVINE, 2015). Atualmente, é o padrão ouro para o exame do tecido nervoso (BAGLEY; GAVIN; HOLMES; 2009; COOPER *et al.*, 2014). A imagem é formada devido à capacidade dos prótons de hidrogênio de absorver e reemitir a radiofrequência aplicada através do aparelho de ressonância magnética. O número de prótons de hidrogênio e o ambiente químico no qual eles estão envolvidos afetam o sinal recebido e, por consequência, a aparência da imagem final (BRAUND, 1994). Desta maneira, a ressonância permite uma melhor visualização de tecidos moles com densidades semelhantes, possibilitando o diagnóstico de lesões não compressivas, e apresentado sensibilidade diagnóstica superior à tomografia em lesões compressivas (COOPER *et al.*, 2014). Além disso, viabiliza a realização de cortes sagitais e dorsais diretos, não formando a imagem por reconstrução. As imagens produzidas pela ressonância magnética permitem o diagnóstico de lesões que seriam subestimadas pela mielografia, além de alterações do parênquima intramedular que possuem valor prognóstico (DA COSTA *et al.*, 2006). Como ponto adicional positivo, esse tipo de exame não implica no

uso de radiação ionizante (BAGLEY; GAVIN; HOLMES; 2009), mas implantes metálicos, marcapasso e anéis vasculares podem contraindicar seu uso (GAVIN; LEVINE, 2015).

1.4 Técnicas cirúrgicas de descompressão medular

Atualmente, os procedimentos descompressivos descritos para a região cervical são: a fenda ventral, a hemilaminectomia e a laminectomia dorsal (SHARP; WHEELER, 2005; SEIM, 2007; FAUBER, 2015). Para a retirada de tumores da região cervical a abordagem cirúrgica recomendada é a laminectomia ou a hemilaminectomia. A fenda ventral não é adequada para a retirada da maioria dos tumores cervicais, pois não permite o acesso apropriado ao canal medular. A maioria das falhas e intercorrências cirúrgicas são decorrentes do acesso cirúrgico inadequado. Ocasionalmente, a retirada óssea excessiva pode levar à instabilidade e, deterioração do estado neurológico (SHARP; WHEELER, 2005).

O procedimento denominado fenda ventral consiste na realização do acesso ventral ao canal medular a partir da criação de um defeito ósseo no espaço intervertebral na face caudal e cranial de duas vértebras adjacentes. O acesso cirúrgico ventral requer dissecação cirúrgica menor e promove mínima alteração das estruturas anatômicas (SEIM, 2007). Este defeito permite a retirada de material localizado ventralmente no canal medular (SHARP; WHEELER, 2005; BÖTTCHER *et al.*, 2013; FAUBER, 2015). O acesso ao forame vertebral, no entanto, é limitado (SEIM, 2007). A técnica não permite a retirada de material localizado lateral ou dorsalmente no canal vertebral ou no centro da vértebra (FAUBER, 2015). O defeito ósseo deve atingir no máximo um terço da largura e do comprimento de cada vértebra associada ao espaço lesionado, o que limita fisicamente a abordagem cirúrgica. Defeitos maiores têm sido associados com instabilidade pós-operatória, hemorragia, subluxação e deterioração dos sinais clínicos (BOTTCHER *et al.*, 2013; FAUBER, 2015). A instabilidade vertebral é a complicação mais comum em cães de pequeno porte e, usualmente, é secundária a uma relação entre a fenda e o corpo vertebral igual ou superior a 0,5 (SHARP; WHEELER, 2005).

Apesar da fenda ventral ser a abordagem mais lógica e com menor trauma cirúrgico em lesões compressivas ventrais, o tamanho reduzido do defeito criado limita o acesso ao canal medular e o campo cirúrgico de trabalho (FAUBER, 2015). A hemilaminectomia cervical é o procedimento cirúrgico mais trabalhoso e traumático das técnicas rotineiramente utilizadas, mas é a única que permite o acesso adequado à região lateral do canal vertebral, possibilitando a retirada de extrusões intraforaminais e laterais, assim como o acesso à face lateral da medula espinhal (Figura 5) (SHARP; WHEELER, 2005; ULRICH *et al.*, 2010). O acesso exige a incisão cutânea desde o processo occipital até o processo espinhoso da primeira vértebra torácica e a dissecação dos músculos epaxiais desde o processo espinhoso até o processo articular (ULRICH *et al.*, 2010). A técnica cirúrgica consiste na retirada de uma porção da lâmina vertebral, pedículo e porções da faceta articular do lado afetado (SEIM, 2007).

A laminectomia dorsal compreende a retirada do teto do canal vertebral. Esta técnica permite o acesso à região dorsal e lateral do canal vertebral (SEIM, 2007), todavia, não permite a remoção de material localizado ventralmente (SHARP; WHEELER, 2005). Possibilita uma decompressão adequada por permitir que a medula espinhal se desloque dorsalmente (Figura 5), podendo aliviar os sinais clínicos apenas pela restauração do suprimento sanguíneo (FAUBER, 2015). Conforme anteriormente citado, o acesso cirúrgico exige uma incisão cutânea desde o processo occipital até o processo espinhoso da primeira vértebra torácica. Para o acesso ao canal medular, os músculos devem ser dissecados desde o processo espinhoso até o processo articular, e no caso da laminectomia dorsal este procedimento precisa ser realizado bilateralmente (ULRICH *et al.*, 2010), incrementando o trauma cirúrgico.

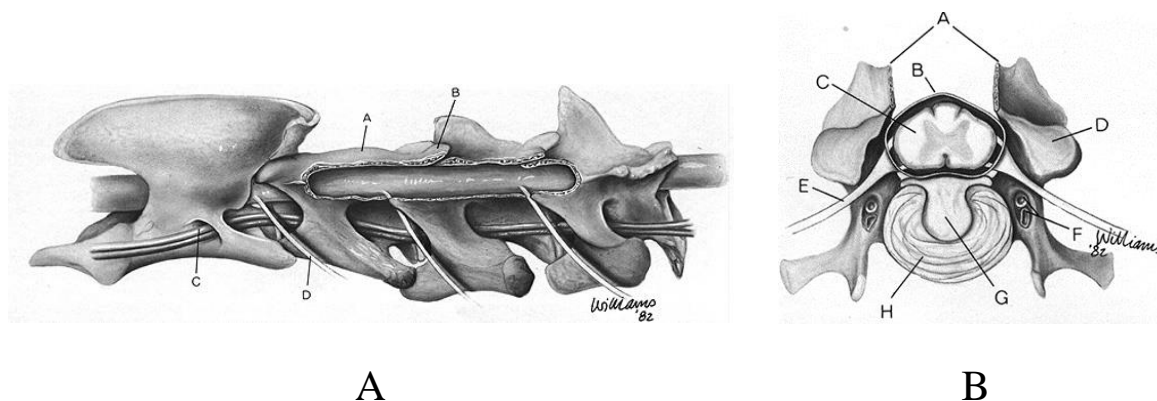


Figura 5 – A) Desenho esquemático da face lateral esquerda da região cervical de um cão. Aspecto final de hemilaminectomia da terceira à quinta vértebras cervicais. a) Lâmina Dorsal; b) Processo Articular Caudal da Terceira Vértebra Cervical c) Veias Vertebrais d) Raiz do Nervo Espinhal. **B)** Laminectomia dorsal de uma vértebra cervical. a) Local da laminectomia; b) Dura-máter c) Medula espinhal; d) Processo Articular; e) Raiz do Nervo Espinhal f) Veias vertebrais; g) Extrusão do núcleo pulposo; h) Ânulo fibroso. Retirada de: http://cal.vet.upenn.edu/projects/saortho/chapter_62/

A corpectomia cervical é a principal técnica para o tratamento da espondilomielopatia cervical humana (AUGUSTE *et al.*, 2006; KARAM *et al.*, 2011; OKAWA *et al.*, 2011; GAO *et al.*, 2012; IKENEGA *et al.*, 2012;), doença também descrita em cães (MARTIN-VAQUERO; DA COSTA; LIMA, 2014). Ademais, há descrição da aplicação da técnica como terapêutica de ossificação do ligamento longitudinal posterior, fraturas cominutivas, (KARAM *et al.*, 2011; OKAWA *et al.*, 2011; IKENEGA *et al.*, 2012), infecção óssea e tumores (HOU *et al.*, 2007; KARAM *et al.*, 2011). Sob o ponto de vista biomecânico, o procedimento é indicado nos casos nos quais existe instabilidade anterior ou há necessidade de descompressão medular anterior (KALFAS, 2002; MARCHETTO *et al.*, 2002). Esta técnica cirúrgica consiste no desgaste do corpo vertebral para a descompressão eficiente da medula espinhal com posterior fusão

vertebral. Em humanos, a remoção do corpo vertebral cervical exige a colocação de uma estrutura de suporte para conferir estabilidade e reestabelecer o alinhamento vertebral (MARCHETTO *et al* 2002; KARAM *et al.*, 2011; GAO *et al.*, 2012). Karam *et al* (2011) avaliaram a rigidez cervical após a fixação espinhal anterior, posterior e circunferencial e os seus efeitos na integridade da cápsula articular das facetas e do ligamento longitudinal posterior. A corpectomia da quinta vértebra cervical associada a enxerto e fixação com placa foi mais rígida que a espinha intacta e, portanto, um método de fixação suficiente para estabilização espinhal.

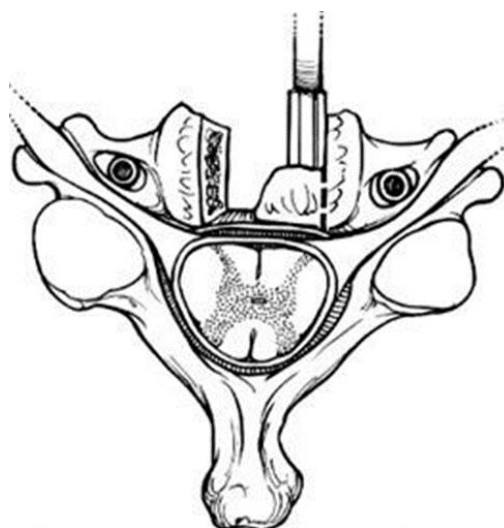


Figura 6 – Ilustração esquemática da técnica de corpectomia vertebral cervical em humanos. Imagem mostra a retirada do corpo vertebral e preservação do ligamento longitudinal ventral.

Em medicina veterinária, a técnica de corpectomia vertebral apresenta pequena difusão. Sua aplicação é restrita à região toracolombar para o tratamento de hérnias de disco crônicas (MOISSONNIER *et al.*, 2004; SALGER *et al.*, 2014) ou estudos experimentais (ERSOZLU *et*

al., 2007; HOU *et al.*, 2007). A técnica foi adaptada para a região toracolombar canina por Moissonnier *et al.* em 2004. Este possuía como intuito permitir descompressão eficiente do canal vertebral com mínima manipulação da medula espinhal (REVÉS *et al.*, 2012). Para atingir esse objetivo, uma janela óssea foi criada nos corpos vertebrais adjacentes à hérnia discal (MOISSONNIER *et al.*, 2004). No caso da região toracolombar, a utilização de um enxerto ou implante é dispensável, pois a fusão dos corpos vertebrais não é um pré-requisito para o sucesso da técnica (REVÉS *et al.*, 2012). A retirada parcial dos corpos vertebrais permite que a estrutura óssea remanescente e os tecidos moles mantenham a estabilidade do sistema.

Essa técnica já foi relatada com sucesso na espécie felina (BÖTTCHER *et al.*, 2008) e para a o tratamento das complicações decorrente de hemivértebra em caninos (CHARALAMBOUS *et al.*, 2014). Entretanto, estudos de maior escala estão disponíveis somente na espécie canina e referem-se ao tratamento de doenças do disco intervertebral. Salger *et al.* (2014) avaliaram o resultado neurológico de 72 animais com compressões ventrais toracolombares submetidos à corpectomia. Cerca de 22% dos animais eram de raças não condrodistróficas, e provavelmente nem teriam sido submetidos a cirurgia caso a técnica não existisse. De acordo com a avaliação dos proprietários deste grupo 75% dos animais apresentaram uma melhora do quadro, 93,3% recuperaram a capacidade de deambulação sem auxílio e 76,2% retornaram à deambulação normal. Salger *et al.* (2014) concluíram que a técnica era uma opção para o tratamento da doença do disco intervertebral. Outro estudo de Flegel *et al.* (2011) avaliou a descompressão da medula espinhal em 51 cães e a morfologia do defeito ósseo criado para a realização da corpectomia toracolombar, concluindo que a técnica permitiu uma descompressão satisfatória da medula espinhal em lesões nas quais o componente compressivo era predominantemente ventral. Em um dos animais o defeito chegou a 89% de profundidade do canal vertebral sem implicação clínica.

1 Artigo 1

2 **Mielografia cervical em cadáver de cão como método de ensino em veterinária**3 **Cadaver myelography as an alternative education method in veterinary**

4

5 **Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez^I; Mariana de Matos Brose^{II}; Gabriela Patulé**6 **Vieira^{III}; Márcio Poletto Ferreira^{IV}; Marcelo Meller Alievi^{IV}**

7

8 **RESUMO**

9 O objetivo deste trabalho foi estabelecer a viabilidade do uso de cadáveres de cães como
10 modelo para a realização de mielografia cervical após o descongelamento. Trinta espécimes
11 foram submetidos à mielografia via cisterna magna. A opacificação do espaço subaracnóideo e
12 a formação de artefatos foram avaliados radiograficamente em quatro projeções: laterolateral
13 neutro, laterolateral em hiperextensão, laterolateral em hiperflexão e ventrodorsal neutro. Foi
14 possível visibilizar as linhas de contraste em todos os espécimes. As imagens radiográficas
15 foram avaliadas e foi possível caracterizar processo compressivo ou excluí-lo em todos os
16 exames realizados. Conclui-se que o exame de mielografia por punção na cisterna magna em
17 cadáveres descongelados é viável.

18

19 **Palavras-chave:** contraste, neurologia, *post-mortem*, radiologia.

20

^I Médica Veterinária Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

^{II} Aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da UFRGS

^{III} Aluna de Graduação de Medicina Veterinária da UFRGS

^{IV} Médico Veterinário Professor do Departamento de Medicina Animal da UFRGS

1 ABSTRACT

2

3 The aim of this paper is to report the viability of the use of previously frozen canine
4 corpse as an alternative method for cervical myelography. Thirty dogs bodies were submitted
5 to a cervical myelogram by cerebellomedullary puncture. The subaracnoid space opacification,
6 the visualization of contrast columns and artifact formation were evaluated in four radiographic
7 projections: laterolateral in neutral position, laterolateral in hyperflexion, laterolateral in
8 hyperextension and ventrodorsal in neutral position. All specimens had the formation of two
9 contrast lines. The exam allowed to confirm or discard a compressive process in all cases
10 examined. Therefore, we conclude that the myelography through cisterna magna puncture in
11 previously frozen dog bodies is viable.

12

13 **Key-words:** contrast, neurology, *post-mortem*, radiology.

14

15 INTRODUÇÃO

16 A necessidade de buscar novos métodos de aprendizagem e pesquisa em medicina
17 veterinária precisa ser conciliada com a constante demanda da sociedade pela redução do uso
18 experimental de animais (FLECKNELL, 2002). Existem diversos métodos alternativos de
19 ensino e pesquisa descritos em neurocirurgia humana, modelos básicos para treinamento de
20 cirurgia intracraniana através de caixas de madeira (BUIS et al., 2009), modelos em peças de
21 abatedouro para treinamento de neuromicrocirurgia (HAMAMCIOGLU et al., 2008; AURICH
22 et al., 2014), modelos utilizando cérebros humanos infundidos (OLABE et al., 2009) e
23 simuladores para o treinamento de cirurgia lombar pediátrica (MATTEI et al., 2013).

24 Os exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética reduziram o uso
25 da mielografia na identificação de compressões medulares. A mielografia, entretanto, ainda é

1 amplamente utilizada nos países em desenvolvimento (AKBAR, 2004; LLABRÉS-DÍAZ,
2 2006; OZDOBA et al., 2011). Contraste radiopaco hidrossolúvel não tóxico é injetado no
3 espaço subaracnóideo da cisterna magna ou lombar delimitando a medula espinhal e o animal
4 é submetido ao exame radiográfico (BRAUND, 1994; SARMENTO et al., 2001; LLABRÉS-
5 DÍAZ, 2006).

6 A punção na cisterna cerebelomedular tem como vantagem a fácil execução e o
7 excelente preenchimento do espaço cervical com o meio de contraste, sendo a principal
8 desvantagem o não preenchimento dos segmentos vertebrais torácicos e lombares pelo meio de
9 contraste em alguns casos, tornando necessária segunda punção na região lombar (ALLAN et
10 al., 1988; LLABRÉS-DÍAZ, 2006; PAITHANPAGARE et al., 2008). Como desvantagem, a
11 punção lombar é realizada através da transfixação da medula espinhal entre a quinta e a sexta
12 vértebras lombares e a curva de aprendizado para esta técnica exige um maior treinamento
13 quando comparada a punção da região cervical (LLABRÉS-DÍAZ, 2006; PAITHANPAGARE
14 et al., 2008). A acurácia da mielografia para localização do local da lesão fica entre 72 e 97% e
15 para a localização de lesões lateralizadas entre 53 e 100% (ALLAN et al., 1988; BRISSON,
16 2010).

17 Este artigo tem como objetivo avaliar a viabilidade do uso de cadáveres caninos
18 previamente congelados para a realização da técnica de mielografia pela cisterna magna. De
19 acordo com a revisão bibliográfica previamente realizada, este é o primeiro estudo veterinário
20 de exame mielográfico em cadáveres caninos preservados sob congelamento.

21

22 **MATERIAL E MÉTODOS**

23 Foram utilizados cadáveres de 30 cães, pesando entre 10 e 20 quilogramas,
24 esqueleticamente maduros, não condrodistróficos e que vieram a óbito por causas não
25 relacionadas ao estudo. Os indivíduos foram congelados a -20°C imediatamente após o óbito.

1 Previamente aos exames, os cadáveres foram mantidos imersos em água a temperatura
2 ambiente por 24 a 48 horas, sendo submetidos a mielografia somente quando completamente
3 descongelados e em condições de serem posicionados corretamente para os exames
4 radiográficos.

5 A região da nuca dos pacientes foi submetida a tricotomia e, com o animal em decúbito
6 lateral, foi realizada a punção da cisterna cerebelomedular com agulha hipodérmica 25x0,8mm
7 e contraste (iohexol 300mg/mL - 1mL/kg) foi administrado de forma lenta. Os animais foram
8 submetidos a exames radiográficos na seguinte ordem: laterolateral em posição neutra,
9 laterolateral em hiperflexão, laterolateral em hiperextensão e ventrodorsal (Figura 1).

10 Foram avaliados a presença ou não de contraste no espaço subaracnóideo
11 (qualitativamente) e o número de punções necessárias. Os exames radiográficos foram
12 analisados quanto à presença das linhas de contraste (dorsal e ventral nas incidências
13 laterolaterais e lateral direita e esquerda na incidência ventrodorsal), o deslocamento, o
14 diâmetro e se a imagem produzida possuía qualidade adequada para interpretação. Artefatos
15 radiográficos foram descritos em cada imagem. Após a avaliação conjunta das quatro projeções
16 foi ponderado se o exame mielográfico *post-mortem* oferecia informações suficientes para
17 caracterizar ou descartar compressão medular.

18 Para análise estatística, os dados foram tabulados no programa Excel e, posteriormente,
19 exportados para o programa SPSS v. 20.0. As variáveis foram descritas por frequências e
20 percentuais. Para comparar a frequência nas posições neutra e nas demais foi utilizado o teste
21 de Mc Nemar. A concordância entre os resultados obtidos por diferentes posições foi estimada
22 através do coeficiente Kappa de concordância. O nível de significância utilizado foi de 5%

23

24 **RESULTADOS**

1 Os cadáveres utilizados apresentaram peso médio de $13,9\pm 3,52$ kg. Do total de 30
2 exames, 26 (86,66%) foram realizados com uma punção da cisterna magna e quatro espécimes
3 (13,33%) necessitaram duas punções. O exame mielográfico *post-mortem* foi de fácil execução
4 em todos os espécimes utilizados.

5 A frequência e a porcentagem dos achados mielográficos, bem como os artefatos
6 identificados nas diferentes projeções laterolaterais e ventrodorsal, estão descritos na tabela 1.
7 Alguns desses achados estão representados na figura 2. O tempo necessário para a realização
8 dos exames foi de, em média, $28:14\pm 15:01$.

9 A avaliação conjunta das quatro projeções propiciou a caracterização ou exclusão de
10 processo compressivo em todos exames realizados. A comparação e avaliação dos níveis de
11 concordância entre as projeções sob estresse e ventrodorsal com a projeção neutra estão
12 descritas na tabela 2. Houve diferença estatisticamente significativa com relação à linha de
13 contraste ventral delgada e a linha de contraste dorsal espessa, entre as projeções neutra e
14 hiperflexionada. Houve concordância alta para o vazamento de contraste no local da punção
15 em um corpo vertebral entre as posições neutra e hiperflexionada, e neutra e hiperextendida. A
16 delimitação do canal central da medula por contraste entre as posições neutra e hiperflexionada
17 também apresentou uma concordância forte e houve diferença estatisticamente significativa
18 entre as posições neutra e ventrodorsal para o sinal canal central da medula delimitado por
19 contraste.

20

21 **DISCUSSÃO**

22 O exame foi de fácil execução e houve formação de duas linhas de contraste em todas
23 as imagens, demonstrando a aplicabilidade e repetibilidade desta técnica. O método proposto,
24 apenas com congelamento, apresenta vantagens em relação a soluções conservadoras como a

1 solução de Larssen modificada (SILVA et al., 2004), pois envolve menos preparação e não
2 utiliza substâncias químicas, tornando-se mais econômico e seguro.

3 O comportamento das linhas de contraste na incidência laterolateral neutra foi
4 semelhante ao esperado para animais sadios, exceto em dois casos nos quais existiam
5 compressões ventrais e em outro caso no qual as veias radiculares foram demarcadas por
6 contraste, o que dificultou a interpretação. A compressão ventral é uma alteração
7 frequentemente visualizada em exames de imagem complementares (DA COSTA; MOORE,
8 2010) e a sua visibilização na mielografia em cadáveres destaca a aplicabilidade desta técnica
9 em treinamento.

10 A maior frequência de linha de contraste ventral delgada e de falta de preenchimento de
11 dois corpos vertebrais no posicionamento hiperextendido pode ser consequência da distensão
12 do ligamento longitudinal dorsal e da tensão dos tecidos moles devido ao posicionamento
13 aplicado (RAMOS et al., 2015).

14 A espondilolistese vertebral relatada no posicionamento hiperflexionado em 22
15 espécimes pode ser consequência da frouxidão do tecido conjuntivo pela autólise (BROOK,
16 2016), uma vez que a avaliação das características biomecânicas da coluna vertebral não
17 apresentou diferenças significativas entre cadáveres avaliados a fresco e congelados a -18°C
18 (PANJABI et al., 1985) ou decorrente do próprio posicionamento (SHARP et al., 1992). As
19 compressões em ampulheta visualizadas no posicionamento hiperextendido foram
20 consequência do posicionamento que incita a endentação dos tecidos (DA COSTA; MOORE,
21 2010; RAMOS et al., 2015). A hiperflexão e a hiperextensão da coluna cervical podem
22 mimetizar compressões inexistentes (SHARP et al., 1992), entretanto, não foram encontrados
23 dados na literatura que tivessem como objetivo caracterizar estes achados radiográficos.

24 Os artefatos denominados vasos repletos e vasos paravertebrais repletos de contraste
25 presumivelmente decorrem da ausência de pressão sanguínea no cadáver, o que propiciou o

1 preenchimento destes pelo meio de contraste. O extravasamento de contraste após a punção da
2 cisterna magna foi identificado em no mínimo 19 espécimes em cada projeção, mas dificultou
3 a interpretação em apenas um indivíduo, no qual o vazamento foi grande o bastante para ser
4 visibilizado sobre a segunda vértebra cervical. Este fato pode ser devido à perda de elasticidade
5 do tecido conjuntivo em cadáver (DEVIREDDY et al., 2003; BROOK, 2016), já que o
6 extravasamento de contraste pelo local da punção não é relatado como um fator complicador
7 do exame em animais vivos (SCRIVANI, 2000). Os artefatos formados apresentaram pequena
8 relevância clínica, uma vez que não influenciaram a capacidade diagnóstica do exame e a
9 simulação da técnica.

10 Os exames mielográficos realizados foram capazes de descartar ou caracterizar
11 compressão em todos os casos, semelhante aos resultados descritos *in vivo*, (WHEELER;
12 DAVIES, 1985; ALLAN et al., 1988), o que torna este teste viável para ensino e pesquisa em
13 neurocirurgia.

14 A alta concordância para o vazamento de contraste no local da punção em um corpo
15 vertebral entre as posições neutra e hiperflexionado e neutra e hiperextendida provavelmente
16 ocorreu porque o contraste dentro do tecido conjuntivo possui uma mobilidade distinta do
17 espaço subaracnóide, desta forma, a alteração de posicionamento não acarretou em alterações
18 na imagem produzida. A delimitação do canal central da medula por contraste apresenta pouca
19 importância (SCRIVANI, 2000), pois este achado não implica em alteração do trajeto das linhas
20 de contraste e, portanto, não prejudica a interpretação das imagens avaliadas.

21 Como limitação deste estudo, o modelo não foi testado por indivíduos inexperientes,
22 mas, devido a relativa simplicidade da técnica para a realização da punção cervical, acredita-se
23 que isso não seja um fator relevante.

24

25 **CONCLUSÃO**

1 Conclui-se que o uso de cadáveres preservados sob congelamento é uma opção viável e
2 acessível para realização do exame de mielografia. Novos estudos serão necessários para
3 determinar se as compressões visualizadas sob estresse mimetizam a situação *in vivo* ou se são
4 decorrentes do aumento da elasticidade das diversas estruturas avaliadas devido ao modelo
5 utilizado.

6

7 **AGRADECIMENTO**

8 Os autores agradecem ao setor de Radiologia do Hospital de Clínicas Veterinárias, a
9 toda equipe do Bloco Cirúrgico de Pequenos Animais e a Secretaria dos Direitos dos Animais
10 por toda colaboração durante a execução do projeto.

11

12 **COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA**

13 Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade
14 Federal do Rio Grande do Sul, sob o número 29636.

15

16 **REFERÊNCIAS**

- 17 AKBAR, A. Myelography in spinal disorders--experience of 1400 cases. **Journal Pakistan**
18 **Medical Association**, v.54, n.12, p.604-609, 2004.
- 19 ALLAN, G. S.; WOOD, A. K. W. Iohexol mylography in the dog. **Veterinary Radiology**, v.29,
20 n.2, p. 78-82, 1988.
- 21 AURICH, L. A. et al. Microsurgical training model with nonliving swine head. Alternative for
22 neurosurgical education. **Acta Cirurgica Brasileira**, v.29, n.6, p.877-881, 2014
- 23 BRAUND, K. G. **Clinical syndromes in veterinary neurology**. St. Louis: Mosby, 1994. 477p.
- 24 BRISSON, B. A. Intervertebral disc disease in dog. **Veterinary Clinics of North America.**
25 **Small Animal Practice**, v. 40, n. 5, p. 829-858, 2010.

- 1 BROOK, J. W. Postmortem Changes in Animal Carcasses and Estimation of the Postmortem
2 Interval. **Veterinary Pathology**, v. 53, n5, p. 929-940, 2016.
- 3 BUIS, D. R. et al. A basic model for practice of intracranial microsurgery. **Surgical Neurology**,
4 v.71, n2, p.254-256, 2009.
- 5 DA COSTA, R. C.; MOORE, S. Differential Diagnosis of Spinal Disease. **Veterinary Clinics
6 of North America**, v.40, n. 5, p.755-763, 2010.
- 7 FLECKNELL, P. Replacement, reduction and refinement. **Alternatives to Animal
8 Experimentation**, v.19, n.2, p. 73-78, 2002.
- 9 HAMAMCIOGLU, M. K. et al. A laboratory training model in fresh cadaveric sheep brain for
10 microneurosurgical dissection of cranial nerves in posterior fossa. **British Journal of
11 Neurosurgery**, v.22, n.6, p.769-771, 2008.
- 12 DEVIREDDY, R. V. et al. Cryopreservation of Collagen-Based Tissue Equivalents I. Effect
13 of Freezing in the Absence of Cryoprotective Agents. **Tissue Engineering**, v.9, n.6, p. 1089-
14 1100, 2003.
- 15 LLABRÉS-DÍAZ, F. J. Radiology of the spine: is myelography still the “gold standard”?
16 International Congress of the Italian Association of Companion Animal Veterinarians May 19
17 – 21, 2006, Rimini, Italy. Disponível em
18 http://www.ivis.org/proceedings/scivac/2006/llabresdiaz1_en.pdf?LA=1. Acessado em
19 16/03/2017.
- 20 MATTEI, T. A. et al. Design of a synthetic simulator for pediatric lumbar spine pathologies
21 Laboratory investigation. **Journal of Neurosurgery**, v.12, p.192–201, 2013.
- 22 OLABE, J. et al. Human cadaver brain infusion model for neurosurgical training. **Surgical
23 Neurology**, v.72, n.6, p.700-702, 2009.
- 24 OZDOBA, C. et al. Myelography in the Age of MRI: Why We Do It, and How We Do It.
25 **Radiology Research and Practice**, v.2011, p.1-6, 2011.

- 1 PAITHANPAGARE, Y. M. et al. Myelography in dogs. **Veterinary World**, v.1, n.5, p.152-
2 154, 2008.
- 3 PANJABI, M. M. et al. Biomechanical Time-Tolerance of Fresh Cadaveric Human Spine
4 Specimens. **Journal of Orthopaedic Reserch**, v. 3, p. 292-300, 1985.
- 5 RAMOS M. R. et al. Effects of flexion and extension on the diameter of the caudal cervical
6 vertebral canal in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 4, p. 459-466, 2015.
- 7 SARMENTO, L. V. C. et al. Mielografía em cães sadios com o meio de contraste ioversol 240
8 mg I/mL. Resultados clínicos e radiológicos. **Brazilian Journal Veterinary Research and**
9 **Animal Science**, v.38, n.2, p 152-154, 2001.
- 10 SCRIVANI, P. V. Myelograph Artifact. **Clinical Radiology**. v.30, n.2, 2000.
- 11 SHARP, N. J. H. et al. Radiological evaluation of “wobbler” syndrome – caudal cervical
12 spodylomyelopathy. **Journal of small animal practice**, v.33, p. 492-499, 1992.
- 13 SILVA, R. M. G. et al. Preservation of Cadavers for Surgical Technique Training. **Veterinary**
14 **Surgery**, v.33, p.606–608, 2004.
- 15 WHEELER, S. J.; DAVIES, J. V. Iohexol myelography in the dog and cat: a series of one
16 hundred cases, and a comparison with metrizamide and iopamidol. **Journal of small animal**
17 **practice**, v.26, p. 247-256, 1985.



Figura 1 – Posicionamentos radiográficos realizados após mielografia cervical em cadáveres de cães. A) Incidência laterolateral em posição neutra. B) Incidência ventrodorsal. C) Incidência laterolateral em hiperextensão. D) Incidência laterolateral em hiperflexão. Observe as alterações do comportamento das linhas de contraste quando submetidas à hiperextensão mostrando compressão dorsoventral no espaço intervertebral entre C2-C3; C3-

C4; C4-C5 (C) e hiperflexão mostrando espondilolistese da terceira e da quarta vértebras cervicais (D).

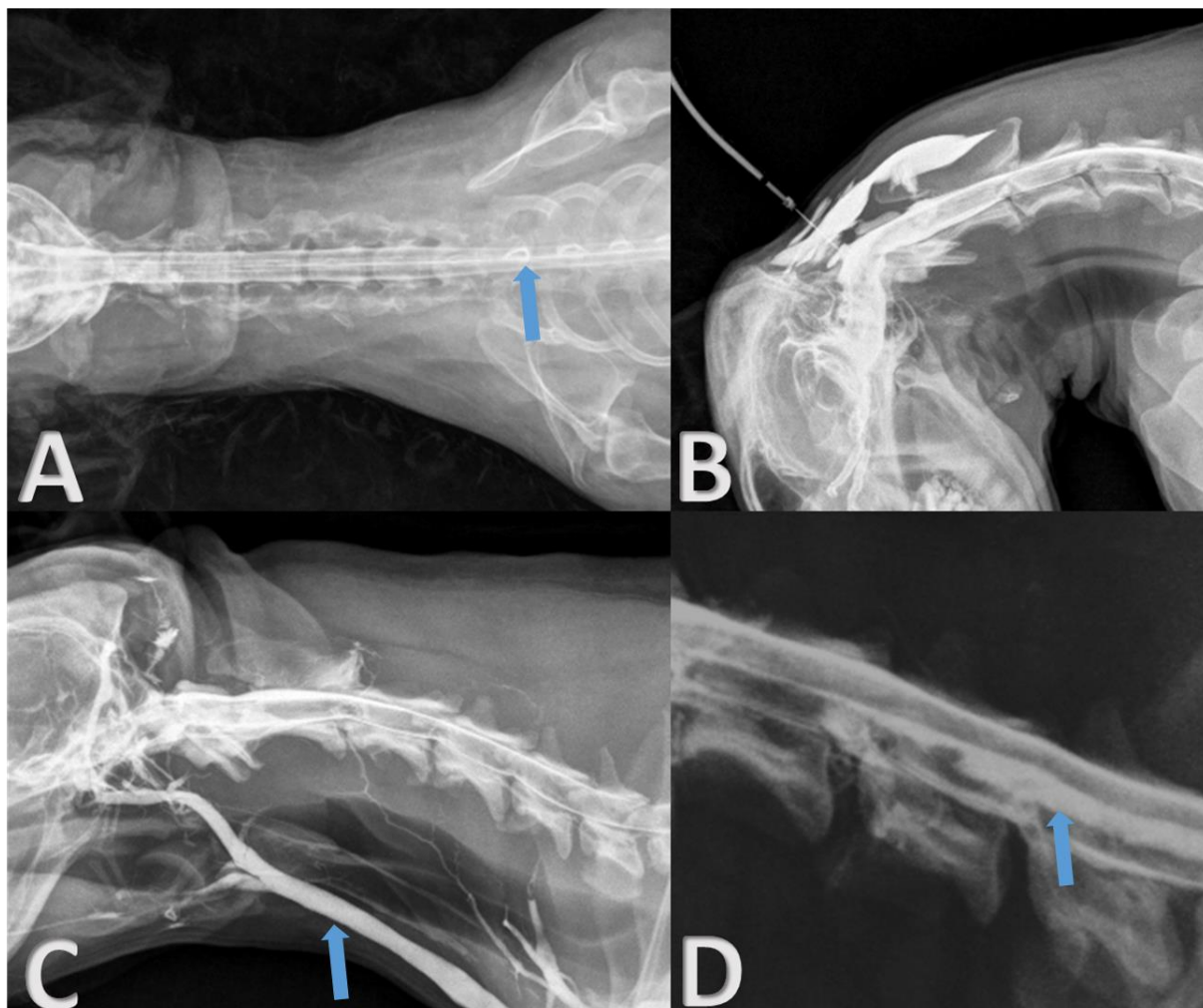


Figura 2 – Artefatos visibilizados em mielografia cervical em cadáver de cães. A) Incidência ventrodorsal: canal central delimitado por contraste. B) Incidência laterolateral: extravasamento de contraste no local da punção ultrapassando um corpo vertebral. C) Incidência laterolateral: vasos da região cervical cranial ventral evidenciados por contraste. D) Incidência laterolateral: dilatação do canal medular destacado por contraste.

Tabela 1 - Variáveis descritivas encontradas nos diferentes posicionamentos radiográficos (laterolateral neutro, hiperflexionado, hiperextendido e ventrodorsal) após realização de mielografia cervical em cadáveres de cães.

	<i>Neutro</i>	<i>Hiperflexionado</i>	<i>Hiperextensão</i>	<i>Ventrodorsal</i>
<i>Avaliação qualitativa das linhas de contraste</i>	Frequência (%)	Frequência (%)	Frequência (%)	Frequência (%)
<i>Confecção de duas linhas de contraste</i>	30 (100)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
<i>Comportamento das linhas de contraste dentro do esperado</i>	27 (90)	29 (96,7)	25 (83,3)	29 (96,7)
<i>Falta de preenchimento de contraste em um corpo vertebral</i>	3 (10)	3 (10)	2 (6,7)	Não se aplica
<i>Falta de preenchimento de contraste em dois corpos vertebrais</i>	3 (10)	4 (13,3)	7 (23,3)	Não se aplica
<i>Linha de contraste dorsal delgada</i>	14 (46,7)	12 (40)	11 (36,7)	Não se aplica
<i>Linha de contraste ventral delgada</i>	9 (30)	23 (76,7)	17 (56,7)	Não se aplica
<i>Linha de contraste dorsal espessa</i>	3 (10)	15 (50)	4 (13,3)	Não se aplica
<i>Espondilolistese vertebral em um espaço intervertebral</i>	0 (0)	10 (33,3)	0 (0)	Não se aplica
<i>Espondilolistese vertebral em dois espaços intervertebrais</i>	0 (0)	12 (40)	0 (0)	Não se aplica
<i>Compressão em ampolheta em um espaço intervertebral</i>	0 (0)	0 (0)	4 (13,3)	Não se aplica
<i>Compressão em ampolheta em dois espaços intervertebrais</i>	0 (0)	0 (0)	11 (36,7)	Não se aplica
<i>Compressão medular em um espaço intervertebral</i>	4 (13,3)	5 (16,7)	4 (13,3)	Não se aplica
<i>Compressão medular em dois espaços intervertebrais</i>	5 (16,7)	9 (30)	11 (36,7)	Não se aplica
<i>Artefatos encontrados</i>				
<i>Vasos repletos de contraste</i>	23 (76,7)	19 (63,3)	18 (60)	21 (70)
<i>Vazamento de contraste em um corpo vertebral</i>	19 (63,3)	19 (63,3)	20 (66,7)	20 (66,7)
<i>Vazamento de contraste em dois corpos vertebrais</i>	2 (6,7)	1 (3,3)	2 (6,7)	1 (3,3)
<i>Porção cranial do áxis não visível</i>	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	14 (46,7)
<i>Canal central da medula delimitado por contraste</i>	7 (23,3)	8 (26,7)	6 (20)	17 (56,7)
<i>Canal medular com aspecto heterogêneo</i>	1 (3,3)	3 (10)	2 (6,7)	0 (0)
<i>Vasos paravertebrais delimitados por contraste</i>	10 (33,3)	12 (40)	7 (23,3)	14 (46,7)
<i>Dilatação do canal medular</i>	2 (6,7)	1 (3,3)	2 (6,7)	1 (3,3)
<i>Capacidade de interpretação da projeção</i>	27 (90)	28 (93,3)	27 (90)	29 (96,7)

1 Tabela 2 - Tabela descritiva da concordância entre a posição neutra e os demais posicionamentos.

Variável	Neutro*Hiperflexionado			Neutro*Hiperextendido			Neutro*VD		
	P*	K**	%***	P*	K**	%***	P*	K**	%***
Confecção de duas linhas de contraste	-	-	100,0	-	-	100,0	-	-	100,0
Comportamento das linhas de contraste	0,500	0,47	93,3	0,687	0,14	80,0	0,625	-0,05	86,7
Falta de preenchimento em 1 corpo vertebral	0,999	0,26	86,6	0,999	-0,09	83,3	-	-	-
Falta de preenchimento em 2 corpos vertebrais	0,999	0,19	83,3	0,219	0,30	80,0	-	-	-
Linha de contraste dorsal delgada	0,727	0,46	73,3	0,508	0,39	70,0	-	-	-
Linha de contraste ventral delgada	0,001	0,12	46,7	0,077	-0,01	46,7	-	-	-
Linha de contraste dorsal espessa	<0,001	0,20	60,0	0,999	0,52	90,0	-	-	-
Espondilolistese vertebral em 1 local	-	-	66,7	-	-	100,0	-	-	-
Espondilolistese vertebral em 2 ou + locais	-	-	60,0	-	-	100,0	-	-	-
Compressão em ampolheta em 1 local	-	-	100,0	-	-	86,7	-	-	-
Compressão em ampolheta em 2 ou + locais	-	-	100,0	-	-	63,3	-	-	-
Compressão medular em 1 ponto	0,999	0,09	76,6	0,999	-0,15	73,3	-	-	-
Compressão medular em 2 ou mais pontos	0,344	0,09	66,7	0,210	-0,30	46,7	-	-	-
Vasos repletos de contraste	0,125	0,69	86,6	0,063	0,63	83,3	0,625	0,66	86,7
Vazamento de contraste no local da punção em um corpo vertebral	0,999	0,71	86,7	0,999	0,78	90,0	0,999	0,20	63,4
Canal central da medula delimitado por contraste	0,999	0,73	90,0	0,999	0,51	83,3	0,006	0,25	60,0
Canal medular com aspecto heterogêneo	0,625	-0,05	86,7	0,999	-0,05	90,0	-	-	-

* P valor do teste de Mac Nemar; **Coeficiente kappa de concordância;***Percentual de concordância entre as posições.

1 Artigo 2

2 **Corpectomia vertebral cervical em cadáveres caninos**3 **Cervical vertebral corpectomy in canine cadavers**4 **Paula Cristina Sieczkowski Gonzalez^I; Mariana de Matos^{II} Brose; Gabriela Patulé**5 **Vieira^{III}; Márcio Poletto Ferreira^{IV}; Marcelo Meller Alievi^{IV}**6 **RESUMO**

7 A corpectomia vertebral cervical é uma técnica consagrada em medicina para o
8 tratamento de diversas doenças. Em medicina veterinária, a sua aplicação clínica está restrita à
9 região toracolombar. Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da corpectomia vertebral
10 cervical no diâmetro medular de cadáveres caninos após o descongelamento. Vinte espécimes
11 foram separados em dois grupos, sendo que o primeiro grupo foi submetido à corpectomia da
12 terceira vértebra cervical e o segundo à corpectomia da quinta vértebra cervical. Previamente a
13 cirurgia, foi realizado exame mielográfico e a região vertebral cervical foi submetida a exames
14 radiográficos seriados, após a corpectomia cervical e após a estabilização vertebral com placa
15 e parafusos. O diâmetro da medula espinhal foi medido ao longo do canal medular e
16 correlacionado com o comprimento do assoalho vertebral. A corpectomia e a estabilização
17 vertebral alteraram significativamente o diâmetro do canal medular apenas em posições de
18 estresse, demonstrando que a corpectomia vertebral cervical é um método viável de acesso à
19 região ventral do canal medular da região cervical em cães, proporcionando acesso adequado à
20 medula espinhal localizada no corpo vertebral com mínima manipulação do tecido nervoso.

21

^IMédica Veterinária Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

^{II}Aluna do Programa de pós-graduação em ciências Veterinárias da UFRGS

^{III}Aluna de Graduação de Medicina Veterinária da UFRGS

^{IV}Médico Veterinário Professor do Departamento de Medicina Animal da UFRGS

1 **Palavras-chave:** mielografia, corpectomia vertebral cervical, neurocirurgia.

2

3 **ABSTRACT**

4 The cervical vertebral corpectomy is a well-known surgical technique in human
5 medicine used to treat many diseases. In veterinary medicine, the clinical application is
6 restricted to the thoracolumbar region. This study aim to evaluate the implication of the cervical
7 vertebral corpectomy in the medullary diameter in canine corpse. Twenty specimens were
8 divided in two groups according to the cervical vertebrae in which the procedure would be
9 performed. In the first group the corpectomy was performed in the third cervical vertebrae and
10 in the second group the fifth. Before the surgical procedure, a myelogram was performed.
11 Afterwards the radiograph exams were done following the corpectomy and after the
12 instrumentation of the cervical spine. The medullar diameter was measured through the spinal
13 canal. Later it was correlated to the length of the vertebral floor. The corpectomy and cervical
14 instrumentation altered the medullar diameter solely in stress positions. Besides, it granted
15 proper vertebral channel access with minimal spinal cord manipulation. In consequence, we
16 concluded that the cervical vertebral corpectomy is a viable decompressive surgical technique.

17

18 **Key words:** myelogram, cervical vertebral corpectomy, neurosurgery.

19

20 **INTRODUÇÃO**

21 A corpectomia cervical é uma técnica consagrada em medicina humana como principal
22 opção de tratamento para a espondilomielopatia cervical (SAUNDERS et al., 1991; KALFAS,
23 2002), doença também descrita na espécie canina (DA COSTA, 2010; MARTIN-VAQUERO;
24 DA COSTA; LIMA, 2014). Sob o ponto de vista biomecânico, o procedimento é indicado nos
25 casos nos quais existe instabilidade anterior ou há necessidade de descompressão medular

1 anterior (MARCHETTO et al., 2002). A técnica cirúrgica consiste no desgaste do corpo
2 vertebral para a descompressão eficiente da medula espinhal com posterior fusão vertebral. Em
3 humanos, a remoção do corpo vertebral cervical exige a colocação de uma estrutura de suporte
4 para conferir estabilidade e restabelecer o alinhamento vertebral (KALFAS, 2002;
5 MARCHETTO et al., 2002; KARAM et al., 2011).

6 KARAM et al. (2011) avaliaram a rigidez cervical em humanos e a integridade da
7 cápsula articular, das facetas e do ligamento longitudinal posterior após a fixação espinhal
8 anterior, posterior e circunferencial. A corpectomia da quinta vértebra cervical associada a
9 enxerto e fixação com placa foi mais rígida que a espinha intacta e, portanto, um método de
10 fixação suficiente para estabilização espinhal.

11 Em medicina veterinária a técnica de corpectomia vertebral apresenta pequena difusão,
12 sua aplicação é restrita à região toracolombar para o tratamento de hérnias de disco crônicas
13 (MOISSONNIER et al., 2004; SALGER et al., 2014). A técnica foi idealizada para a região
14 toracolombar canina por MOISSONNIER et al. em 2004, com o intuito de permitir a
15 descompressão eficiente do canal vertebral com o mínimo de manipulação da medula espinhal.
16 No caso da região toracolombar, a utilização de um enxerto ou implante é dispensável, pois a
17 fusão dos corpos vertebrais não é um pré-requisito para o sucesso da técnica. A retirada parcial
18 dos corpos vertebrais permite que a estrutura óssea remanescente e os tecidos moles mantenham
19 a estabilidade do sistema.

20 Em estudo retrospectivo, SALGER et al. (2014) avaliaram o resultado neurológico de
21 72 animais com compressões ventrais toracolombar submetidos à corpectomia toracolombar.
22 Cerca de 22% dos animais eram de raças não condrodistróficas e, provavelmente, nem teriam
23 sido submetidos a cirurgia caso a técnica não existisse. De acordo com a avaliação dos
24 proprietários deste grupo, 75% dos animais apresentaram melhora do quadro, 93,3%

1 recuperaram a capacidade de deambulação sem auxílio e 76,2% retornaram à deambulação
2 normal.

3 FLEGEL et al. (2011) avaliaram a técnica em 51 cães sob o ponto de vista referente à
4 morfologia do defeito criado e ao grau de descompressão da medula espinhal atingido. Foi
5 concluído que a técnica permitiu uma descompressão satisfatória da medula espinhal em lesões
6 nas quais o componente compressivo era predominantemente ventral.

7 De acordo com a revisão bibliográfica previamente realizada, não há estudo referente à
8 aplicação da técnica de corpectomia vertebral na região cervical de cães. O objetivo deste
9 trabalho foi avaliar quais as implicações da técnica no diâmetro da medula espinhal, a
10 viabilidade desta, e se o modelo utilizado mimetizaria adequadamente as características
11 morfológicas necessárias.

12

13 **MATERIAL E MÉTODOS**

14 A amostra foi constituída por vinte cadáveres da espécie canina pesando entre 10 e 20
15 quilogramas, esqueleticamente maduros, não condrodistróficos e que foram a óbito por causas
16 naturais não relacionadas ao estudo. Os indivíduos foram congelados imediatamente após o
17 óbito. Previamente aos exames, os espécimes foram mantidos imersos em água a temperatura
18 ambiente de 24 até 48 horas, sendo submetidos à mielografia somente quando completamente
19 descongelados e em condições de serem posicionados corretamente para os exames
20 radiográficos.

21 A região da nuca dos cadáveres foi submetida à tricotomia e com o espécime em
22 decúbito lateral foi realizada punção da cisterna cerebelomedular com agulha hipodérmica
23 25x0,8mm e administrado 1mL de iohexol por quilograma de peso corporal em velocidade
24 lenta. Inicialmente foram realizadas radiografias cervicais em incidência laterolateral neutra,

1 laterolateral em hiperflexão, laterolateral em hiperextensão, e em incidência ventrodorsal
2 neutra.

3 Os 20 cadáveres foram, então, distribuídos em dois grupos. O primeiro grupo foi
4 submetido à corpectomia da terceira vértebra cervical (C3) e o segundo à corpectomia da quinta
5 vértebra cervical (C5). O espécime foi posicionado em decúbito dorsal e o respectivo corpo
6 vertebral cervical foi acessado de maneira rotineira conforme descrito por SHARP; WHEELER
7 (2005). Independentemente da vértebra, terceira ou quinta, a corpectomia foi realizada através
8 do desgaste ósseo com broca acoplada a motor de baixa rotação, confeccionando um defeito
9 ósseo que permitiu a visualização da medula espinhal adjacente (SAUNDERS et al., 1991;
10 KALFAS, 2002) (Figura 1 e 2). Logo após a corpectomia, os exames radiográficos foram
11 repetidos utilizando os posicionamentos anteriormente citados. Após, a estabilização da região
12 cervical foi realizada através da colocação de uma placa bloqueada 2,7mm, fixada com dois
13 parafusos na vértebra cranial ao ponto de corpectomia (C2 no grupo 1 e C4 no grupo 2) e dois
14 parafusos na vértebra caudal (C4 no grupo 1 e C6 no grupo 2). Em seguida, novos exames
15 radiográficos foram realizados.

16 O diâmetro da medula espinhal foi medido em 11 pontos para cada projeção
17 radiográfica. As medições do primeiro grupo referiram-se aos seguintes pontos: face cranial,
18 ponto médio e face caudal da segunda vértebra cervical, disco intervertebral C2-C3, face
19 cranial, ponto médio e face caudal da terceira vértebra cervical, disco intervertebral C3-C4 e
20 face cranial, ponto médio e face caudal da quarta vértebra cervical. Posteriormente, o valor
21 encontrado foi dividido pelo valor referente ao comprimento do assoalho da vértebra ao qual o
22 diâmetro havia sido mensurado. Os diâmetros medulares ao nível dos discos intervertebrais
23 foram correlacionados ao comprimento da terceira vértebra cervical.

24 No segundo grupo, as medidas tomadas foram: face cranial, ponto médio e face caudal
25 da quarta vértebra cervical (C4), disco intervertebral C4-C5, face cranial, ponto médio e face

1 caudal da quinta vértebra cervical (C5), disco intervertebral C5-C6 e face cranial, ponto médio
2 e face caudal da sexta vértebra cervical (C6). Posteriormente o valor encontrado foi dividido
3 pelo valor referente ao comprimento do assoalho da vértebra ao qual o diâmetro havia sido
4 mensurado. Os diâmetros medulares ao nível dos discos intervertebrais foram correlacionados
5 ao comprimento do assoalho da quinta vértebra cervical. Adicionalmente, o diâmetro pré-
6 operatório da medula espinhal foi comparado entre os diferentes posicionamentos utilizados em
7 ambos os grupos.

8 Os dados foram digitados no programa Excel e posteriormente exportados para o
9 programa SPSS v. 20.0 para análise estatística. As variáveis quantitativas foram descritas pela
10 média e pelo desvio padrão. Para comparar as posições e os momentos foi utilizado o modelo
11 de Equações de Estimações Generalizadas (Generalized Estimating Equation, GEE) com o teste
12 de Bonferroni para as comparações múltiplas. Foi considerado um nível de significância de 5%.

13

14 **RESULTADOS**

15 O procedimento de corpectomia vertebral foi viável em todos os espécimes utilizados,
16 o modelo apresentou características físico-anatômicas semelhantes ao animal vivo. O exame
17 mielográfico foi capaz de formar duas linhas de contraste em todos espécimes utilizados. A
18 avaliação do diâmetro da medula espinhal no posicionamento ventrodorsal após a estabilização
19 não foi possível em virtude da presença dos implantes metálicos (placa e parafusos). Nenhuma
20 estabilização ficou posicionada exatamente na linha média na incidência ventrodorsal. A
21 utilização da placa 2,7mm bloqueada exigiu o uso de um porte físico semelhante entre todos
22 animais. A colocação da placa foi mais trabalhosa no grupo 2.

23 Nas tabelas 1 e 2 são comparados os índices, respectivamente dos grupos 1 e 2, entre os
24 diferentes momentos cirúrgicos, para cada ponto de medição. As diferenças estatisticamente

1 significativas estão destacadas em negrito, e as letras sobrescritas diferentes sinalizam as
2 diferenças estatisticamente significativas entre os índices.

3 Na tabela 1 posição neutra, no item C4 caudal o asterisco sinaliza que o teste global foi
4 estatisticamente significativo, porém ao serem realizadas as comparações múltiplas pelo teste
5 de Bonferroni estas diferenças não foram localizadas. O mesmo fato ocorreu para a posição de
6 hiperextensão no ponto de medição C2 caudal. Na tabela 2 esse fenômeno ocorreu na posição
7 de hiperflexão no disco intervertebral C4-C5, C5 cranial e C5 médio.

8 As tabelas 3 e 4 comparam os índices dos grupos 1 e 2, para diferentes posicionamentos
9 realizados em um mesmo tempo cirúrgico (pré-operatório), para cada ponto de medição. As
10 diferenças estatisticamente significativas estão destacadas em negrito, e as letras sobrescritas
11 diferentes sinalizam as diferenças estatisticamente significativas entre os índices.

12

13 **DISCUSSÃO**

14 O modelo experimental foi satisfatório no que tange a realização do procedimento de
15 corpectomia vertebral. O exame mielográfico foi capaz de mimetizar os preceitos do exame *in*
16 *vivo*, atingir adequada opacificação do espaço subaracnóide, sendo possível apreciar as linhas
17 de contraste ao longo de toda região submetida ao procedimento cirúrgico.

18 A estabilização da placa aos corpos vertebrais mostrou-se um desafio, pois as
19 características anatômicas da região ventral do corpo vertebral tornam difícil a manutenção
20 desta na linha média. Este fato foi parcialmente contornado através da ostectomia parcial da
21 espinha ventral das vértebras cervicais e fixação temporária desta ao disco intervertebral caudal
22 a área estabilizada. O desvio da placa em relação a linha média não apresentou implicações na
23 técnica cirúrgica ou no exame mielográfico. A colocação da placa foi mais trabalhosa no grupo
24 2 devido à localização anatômica mais próxima ao tórax, que reduz o campo operatório, e a
25 diferença de tamanho entre os corpos vertebrais da região cranial e caudal cervical (SISSON,

1 1986; SEIM, 2007). As placas bloqueadas utilizadas no estudo apresentavam somente um
2 padrão de espaçamento entre os orifícios e incapacidade de angulação dos parafusos, por isso,
3 quanto menor o tamanho da vértebra, mais difícil adaptar o implante à superfície óssea
4 disponível. Como limitação da técnica, ressalta-se que o uso do implante radiopaco impediu a
5 avaliação do diâmetro das linhas de contraste no posicionamento ventrodorsal após a
6 estabilização.

7 Na tabela 1, referente ao grupo 1, o qual foi submetido a corpectomia da terceira
8 vértebra cervical, houve, no posicionamento hiperflexionado, diferença significativa entre o
9 momento cirúrgico corpectomia e os demais. O momento corpectomia apresentou índices de
10 diâmetro medular menores. É possível atribuir estes achados a dois fatores, primeiro o acesso
11 cirúrgico sozinho pode diminuir a estabilidade da região cervical permitindo uma
12 movimentação mais ampla (MACY et al., 1999) e maior distensão do tecido nervoso
13 (KITAHARA et al., 1995; PLATT; DA COSTA, 2012), o que justificaria o momento pré-
14 operatório apresentar um diâmetro maior que o momento corpectomia. Segundo, a perda de
15 movimentação decorrente da estabilização vertebral pode ter proporcionado uma flexão
16 desigual ao longo da coluna vertebral. A perda de mobilidade associada a instrumentação
17 cervical, foi reportado por AGNELLO et al (2010) ao realizarem a estabilização de dois
18 segmentos vertebrais com placas bloqueadas em cadáveres caninos. O maior diâmetro da
19 medula espinhal ao nível do disco intervertebral verificado na incidência radiográfica
20 ventrodorsal no momento cirúrgico pode ser secundário ao procedimento de corpectomia
21 adjacente, mas assim como o maior diâmetro encontrado em C4 médio, não parece ter
22 significância clínica, pois foi um fato isolado.

23 Na tabela 2, referente ao grupo 2, submetido a corpectomia da quinta vértebra cervical
24 existe uma tendência de que o diâmetro medular no posicionamento hiperextendido no
25 momento cirúrgico corpectomia seja menor do que os demais. Atribui-se esse fato às hipóteses

1 supracitadas. Entretanto, associamos as discrepâncias entre os achados dos grupos 1 e 2 às
2 diferenças biomecânicas e anatômicas da região cervical cranial e caudal. A região cervical
3 caudal é o ponto mais flexível de toda a coluna vertebral canina e permite uma maior rotação
4 axial quando comparada a região cervical cranial, entretanto, a flexão e extensão são limitadas
5 na região cervical caudal (JOHNSON et al., 2011), o que pode ser responsável pela falta de
6 concordância entre os dados das tabelas 1 e 2.

7 O menor diâmetro medular verificado em hiperflexão quando comparado aos demais
8 posicionamentos (Tabela 3) foi decorrente, provavelmente, da distensão do tecido nervoso pelo
9 alongamento do pescoço. Na tabela 4, esta mesma tendência pode ser identificada, mas não é
10 tão clara, provavelmente pelas diferenças anatômicas e biomecânicas entre a região cervical
11 cranial e caudal (JOHNSON et al., 2011).

12

13 **CONCLUSÃO**

14 A corpectomia e a estabilização vertebral alteraram significativamente o diâmetro do
15 canal medular apenas em posições de estresse. Uma vez que os demais resultados não foram
16 considerados clinicamente relevantes por não serem consistentes ao longo das avaliações,
17 conclui-se que a corpectomia vertebral cervical é um método viável de decompressão medular
18 para a região cervical em cães, proporcionando um acesso adequado ao canal medular do corpo
19 vertebral com mínima manipulação do tecido nervoso.

20

21 **AGRADECIMENTO**

22 Os autores agradecem ao Setor de Radiologia do Hospital de Clínicas Veterinárias, a
23 toda equipe do Bloco Cirúrgico de Pequenos Animais e a Secretaria dos Direitos dos Animais
24 por toda colaboração durante a execução do projeto.

25

1 **COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA**

2 Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade
3 Federal do Rio Grande do Sul, sob o número 29636.

4

5 **REFERÊNCIAS**

6

7 ADAMO, P. F. et al. In vitro biomechanical comparison of cervical disk arthroplasty, ventral
8 slot procedure, and smooth pins with polymethylmethacrylate fixation at treated and adjacent
9 canine cervical motion units. **Veterinary Surgery**, v. 36, n.8, p. 729-741, 2007.

10 AGNELLO, K. A. et al. Intervertebral biomechanics of locking compression plate monocortical
11 fixation of the canine cervical spine. **Veterinary Surgery**, v. 39, n. 8, p. 991-1000, 2010.

12 DA COSTA, R. C. Cervical spondylomyelopathy (Wobbler Syndrome) in dogs. In: **Veterinary**
13 **Clinics of North America Small Animal Practice: Spinal Disease**, v. 40, n°5, Philadelphia,
14 2010. p. 915-928.

15 FLEGEL, T. et al. Partial lateral corpectomy of the thoracolumbar spine in 51 dogs:
16 assesment of the slot morphometry and spinal cord decompression. **Veterinary Surgery**, v.
17 40, n.1, p. 14-21, 2011.

18 HOFSTETTER, M. et al. Biomechanical analysis of the three-dimensional motion pattern of
19 the canine cervical spine segment c4–c5. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 1, p. 49-58, 2009.

20 JOHNSON, J. A. et al. Kinematic Motion Patterns of the Cranial and Caudal Canine Cervical
21 Spine. **Veterinary Surgery**, v. 40, p. 720-727, 2011.

22 KALFAS, I. H. Role of Corpectomy in Cervical Spondylosis. **Neurosurgery Focus**, v. 12, n.1,
23 p.1-12, 2002.

- 1 KARAM, Y. R. et al. Biomechanical comparison of anterior, posterior, and circumferencial
2 fixation after one-level anterior cervical corpectomy in the human cadaveric spine. **Spine**, v.
3 36, n. 7, p. E455-E460, 2011.
- 4 KITAHARA, Y. et al. Effect of Spinal Cord Stretching due to Head Flexion on
5 Intrademedullary Pressure. **Neurologia Medico-Chirurgica**, v.35, p. 285-288.
- 6 MACY, N. B. et al. Effect of disk fenestration on sagittal kinematics of the canine c5-c6
7 intervertebral space. **Veterinary Surgery**, v. 28, p. 171-179, 1999.
- 8 MARCHETTO, A. et al. Estudo biomecânico em flexão da coluna cervical de cadáveres
9 humanos submetida à corpectomia e estabilização com enxerto de fíbula. **Acta Ortopédica**
10 **Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 31-40, 2002.
- 11 MARTIN-VAQUERO, P.; DA COSTA, R.C.; LIMA, C.G.D.; Cervical spondylomyelopathy
12 in Great Danes: A magnetic resonance imaging morphometric study. **The Veterinary Journal**,
13 v. 201, p. 64-71, 2014.
- 14 MOISSONNIER, P; MEHEUST, P.; CAROZZO, C. Thoracolumbar lateral corpectomy for
15 treatment of chronic disc herniation: technique description and use in 15 dogs. **Veterinary**
16 **Surgery**, v. 33, p. 620–628, 2004.
- 17 PLATT, R. S.; DA COSTA, R. C. Cervical Spine. In: TOBIAS, K. M.; JOHNSTON, S. A.
18 **Veterinary Surgery: Small Animal**. 1ª ed. Toronto: Saunders, 2011. Cap. 31, p. 437.
- 19 SALGER, F. et al. Neurologic outcome after thoracolumbar partial lateral corpectomy for
20 intervertebral disc disease in 72 dogs. **Veterinary Surgery**, v. 43, p. 581-588, 2014.
- 21 SAUNDERS, R. L. et al. Central corpectomy for cervical spondylotic myelopathy: a
22 consecutive series with long-term follow-up evaluation. **Journal of Neurosurgery**, v. 74, n. 2,
23 p. 163-170, 1991.
- 24 SHARP, N.J.H.; WHEELER, S.J.; **Small Animal Spinal Disorders: Diagnosis and Surgery**.
25 2ª ed. Philadelphia, 2005. 379p.

- 1 SISSON, S.; Osteologia do Carnívoro; In: **Anatomia dos Animais Domésticos**; v. 2, cap.48,
- 2 p. 1337-1412, 5ª ed., 1986.
- 3 TROTTER E. J. Cervical spine locking plate fixation for treatment of cervical spondylotic
- 4 myelopathy in large breed dogs. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 6, p. 705-718, 2009.

Tabela 1- Espécimes do grupo 1 submetidos a corpectomia da terceira vértebra cervical. Valores resultantes da divisão do diâmetro medular mensurado pelo comprimento do assoalho do corpo vertebral no qual a medida foi realizada. Mensurações a nível do discos intervertebral foram relacionados com o comprimento da terceira vértebra cervical.

Posição	Momento cirúrgico	Medidas descritivas	C2 cranial	C2 médio	C2 caudal	DI C2C3	C3 cranial	C3 médio	C3 caudal	DI C3C4	C4 cranial	C4 médio	C4 caudal
Neutro	Pré operatório	Média	0,37 ^a	0,35 ^a	0,27	0,30	0,29	0,32 ^a	0,30	0,29	0,31	0,32 ^a	0,33
		DP	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
	Corpectomia	Média	0,32 ^b	0,32 ^b	0,26	0,28	0,28	0,30 ^b	0,28	0,28	0,29	0,31 ^a	0,31
		DP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03
	Estabilização	Média	0,31 ^b	0,29 ^b	0,26	0,28	0,27	0,29 ^b	0,28	0,28	0,29	0,29 ^b	0,31
		DP	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
P			0,009	0,001	0,199	0,060	0,099	0,001	0,088	0,259	0,162	0,002	0,016*
Hiperflexão	Pré operatório	Média	0,34	0,30	0,23	0,25 ^{a,b}	0,23 ^a	0,28 ^a	0,26 ^a	0,25 ^a	0,25 ^a	0,30 ^a	0,31 ^a
		DP	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04
	Corpectomia	Média	0,32	0,28	0,22	0,24 ^a	0,21 ^a	0,26 ^b	0,24 ^b	0,23 ^b	0,23 ^a	0,27 ^b	0,28 ^b
		DP	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04
	Estabilização	Média	0,30	0,28	0,23	0,28 ^b	0,28 ^b	0,27 ^{a,b}	0,28 ^a	0,28 ^c	0,28 ^b	0,28 ^{a,b}	0,28 ^{a,b}
		DP	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
P			0,057	0,186	0,887	0,012	0,001	0,006	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	0,011
Hiperextensão	Pré operatório	Média	0,34 ^a	0,32	0,28	0,28	0,28	0,30	0,29	0,27	0,29	0,32 ^a	0,31 ^a
		DP	0,06	0,08	0,06	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05
	Corpectomia	Média	0,32 ^{a,b}	0,30	0,27	0,29	0,29	0,30	0,30	0,29	0,29	0,31 ^a	0,30 ^{a,b}
		DP	0,04	0,06	0,05	0,07	0,07	0,08	0,09	0,09	0,03	0,05	0,04
	Estabilização	Média	0,30 ^b	0,30	0,26	0,26	0,28	0,30	0,28	0,27	0,29	0,29 ^b	0,27 ^b
		DP	0,06	0,08	0,06	0,05	0,06	0,07	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
P			0,006	0,155	0,039*	0,455	0,919	0,921	0,899	0,649	0,893	<0,001	<0,001
Ventrodorsal	Pré operatório	Média	0,32	0,28	0,25	0,37	0,69	0,36	0,35	0,35	0,36	0,36	0,37
		DP	0,05	0,03	0,02	0,05	1,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05
	Corpectomia	Média	0,33	0,29	0,26	0,38	0,38	0,37	0,35	0,36	0,38	0,38	0,37
		DP	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05
P			0,764	0,375	0,478	0,034	0,322	0,370	0,330	0,237	0,052	0,008	0,748

DP: desvio padrão; P: p valor obtido pela análise de Equações de Estimações Generalizadas. ^{a,b,c}: letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes. C2: Segunda vértebra cervical; C3: Terceira vértebra cervical; C4: Quarta vértebra cervical; DI: Disco intervertebral;

Tabela 2 - Espécimes do grupo 2 submetidos a corpectomia da quinta vértebra cervical. Valores resultantes da divisão do diâmetro medular mensurado pelo comprimento do assoalho do corpo vertebral no qual a medida foi realizada. Mensurações a nível do discos intervertebral foram relacionados com o comprimento da quinta vértebra cervical.

Posição	Momento cirúrgico	Medidas descritivas	C4 cranial	C4 médio	C4 caudal	DI C4C5	C5 cranial	C5 médio	C5 caudal	DI C5C6	C6 cranial	C6 médio	C6 caudal
Neutro	Pré operatório	Média	0,30 ^a	0,32	0,32	0,36	0,35	0,38 ^a	0,39	0,38 ^a	0,45 ^a	0,45 ^a	0,45 ^a
		DP	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
	Corpectomia	Média	0,30 ^{a,b}	0,31	0,32	0,35	0,35	0,35 ^b	0,37	0,36 ^b	0,41 ^b	0,42 ^b	0,43 ^{a,b}
		DP	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06
	Estabilização	Média	0,29 ^b	0,31	0,32	0,35	0,35	0,38 ^a	0,37	0,38 ^{a,b}	0,43 ^{a,b}	0,43 ^{a,b}	0,40 ^b
		DP	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
P			0,021	0,371	0,442	0,742	0,513	0,007	0,113	0,006	<0,001	0,002	0,003
Hiperflexão	Pré operatório	Média	0,25	0,30	0,31	0,34	0,31	0,37	0,38	0,38	0,45 ^a	0,43 ^a	0,42 ^a
		DP	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
	Corpectomia	Média	0,24	0,29	0,30	0,30	0,28	0,31	0,34	0,34	0,43 ^b	0,42 ^b	0,40 ^b
		DP	0,05	0,05	0,05	0,11	0,10	0,11	0,11	0,12	0,03	0,04	0,04
	Estabilização	Média	0,25	0,29	0,30	0,33	0,33	0,36	0,38	0,38	0,42 ^{a,b}	0,43 ^{a,b}	0,42 ^{a,b}
		DP	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05
P			0,523	0,165	0,091	0,031*	0,041*	<0,001*	0,388	0,208	0,008	0,035	0,006
Hiperextensão	Pré operatório	Média	0,30 ^a	0,33 ^a	0,30 ^a	0,33 ^a	0,35	0,40 ^a	0,37 ^a	0,37 ^a	0,42 ^a	0,46	0,40
		DP	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
	Corpectomia	Média	0,28 ^b	0,31 ^b	0,29 ^a	0,30 ^b	0,33	0,37 ^b	0,33 ^b	0,32 ^b	0,38 ^b	0,45	0,41
		DP	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06
	Estabilização	Média	0,31 ^{a,b}	0,33 ^{a,b}	0,32 ^b	0,36 ^a	0,37	0,41 ^{a,b}	0,40 ^a	0,39 ^a	0,44 ^a	0,46	0,45
		DP	0,06	0,06	0,04	0,05	0,07	0,07	0,06	0,04	0,05	0,06	0,10
P			0,040	0,013	<0,001	<0,001	0,147	0,008	<0,001	<0,001	0,001	0,375	0,097
Ventrodorsal	Pré operatório	Média	0,34	0,34	0,34	0,38	0,39	0,40	0,40	0,41	0,44	0,44	0,43
		DP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
	Corpectomia	Média	0,33	0,33	0,33	0,35	0,37	0,38	0,38	0,40	0,43	0,43	0,43
		DP	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06
P			0,053	0,161	0,195	0,002	<0,001	<0,001	0,002	0,238	0,065	0,041	0,436

DP: desvio padrão; P: p valor obtido obtido pela análise de Equações de Estimações Generalizadas.^{a,b,c}: letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes.

Tabela 3 – Grupo 1. Comparação dos diâmetros medulares em relação ao comprimento do assoalho vertebral no tempo cirúrgico pré-operatório incidência laterolateral posicionamento neutro, hiperflexionado e hiperextendido.

Pré operatório		C2	C2	C2	DI	C3	C3	C3	DI	C4	C4	C4
		cranial	médio	caudal	C2C3	cranial	médio	caudal	C3C4	cranial	médio	caudal
Neutro	Média	0,37 ^a	0,35 ^a	0,27 ^a	0,30 ^a	0,29 ^a	0,32 ^a	0,30 ^a	0,29 ^a	0,31 ^a	0,32 ^{a,b}	0,33
	DP	0,06	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
Hiperflexão	Média	0,34 ^{a,b}	0,30 ^b	0,23 ^b	0,25 ^b	0,23 ^b	0,28 ^b	0,26 ^b	0,25 ^b	0,25 ^b	0,30 ^a	0,31
	DP	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04
Hiperextensão	Média	0,34 ^b	0,32 ^{a,b}	0,28 ^a	0,28 ^{a,b}	0,28 ^a	0,30 ^b	0,29 ^a	0,27 ^a	0,29 ^a	0,32 ^b	0,31
	DP	0,06	0,08	0,06	0,06	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05
P		0,038	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,012	0,106

DP: desvio padrão; P: p valor obtido obtido pela análise de Equações de Estimações Generalizadas.^{a,b,c}: letras diferentes indicam médias

estatisticamente diferentes.

Tabela 4 – Grupo 2. Comparação dos diâmetros medulares em relação ao comprimento do assoalho vertebral no tempo cirúrgico pré-operatório incidência laterolateral posicionamento neutro, hiperflexionado e hiperextendido.

Pré operatório		C4	C4	C4	DI	C5	C5	C5	DI	C6	C6	C6
		cranial	médio	caudal	C4C5	cranial	médio	caudal	C5C6	cranial	médio	caudal
Neutro	Média	0,30 ^a	0,32 ^{a,b}	0,32 ^a	0,36	0,35 ^a	0,38 ^a	0,39	0,38	0,45	0,45	0,45 ^a
	DP	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05
Hiperflexão	Média	0,25 ^b	0,30 ^a	0,31 ^{a,b}	0,34	0,31 ^b	0,37 ^a	0,38	0,38	0,45	0,43	0,42 ^b
	DP	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05
Hiperextensão	Média	0,30 ^a	0,33 ^b	0,30 ^b	0,33	0,35 ^a	0,40 ^b	0,37	0,37	0,42	0,46	0,40 ^b
	DP	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05
P		<0,001	0,035	0,041	0,159	0,001	<0,001	0,243	0,660	0,087	0,181	<0,001

DP: desvio padrão; P: p valor obtido obtido pela análise de Equações de Estimações Generalizadas. ^{a,b,c}: letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes.

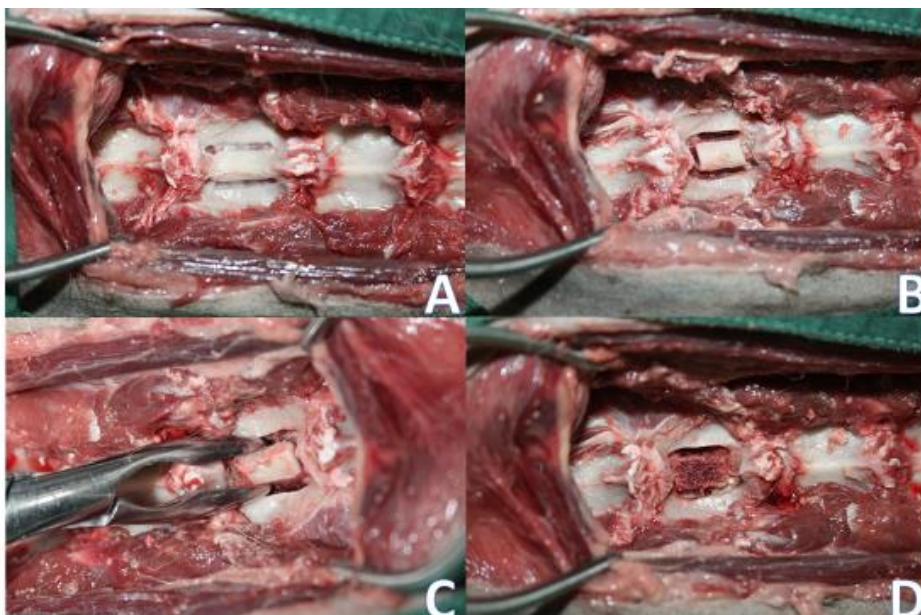


Figura 1- Aspecto transoperatório do procedimento de corpectomia cervical na quinta vértebra cervical. A) Delimitação dos limites laterais do defeito a ser realizado. B) Delimitação dos limites cranial e caudal do defeito a ser realizado. C) Retirada do segmento ósseo referente ao corpo vertebral. D) Lâmina interna e osso esponjoso.

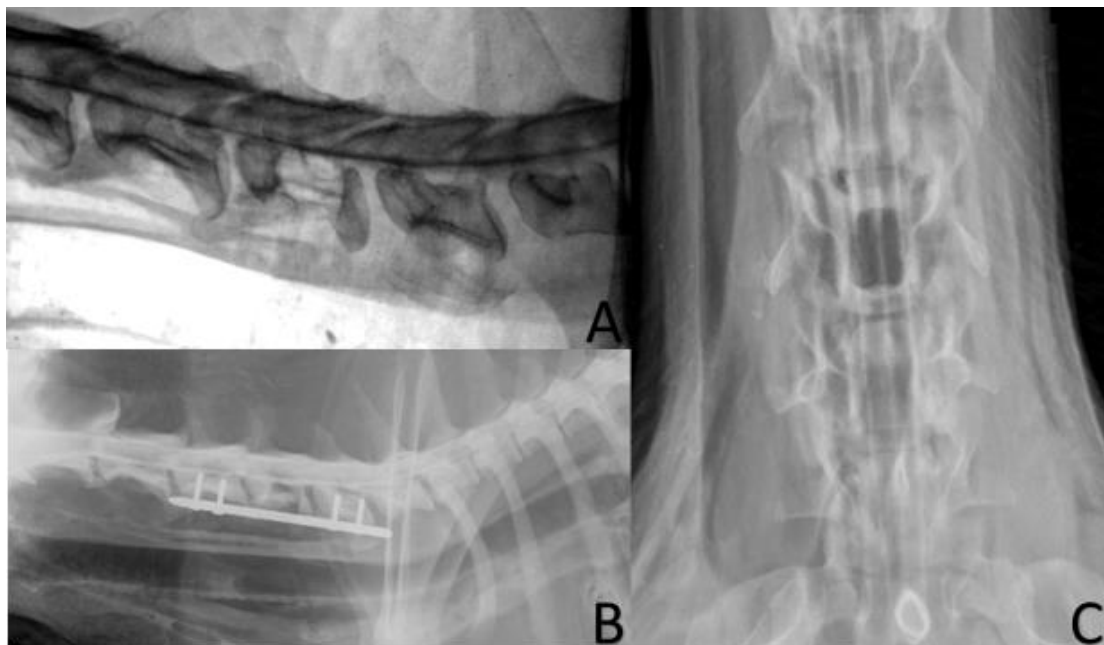


Figura 2 – Exame mielográfico da região cervical. A) Incidência lateral posicionamento neutro após a realização corpectomia. B) Incidência lateral posicionamento neutro após a estabilização com placa bloqueada e quatro parafusos 2,7mm. C) Incidência ventrodorsal após a realização da corpectomia.

Discussão Geral

O uso de cadáveres congelados para o presente estudo apresentou diversas vantagens do ponto de vista funcional: primeiro pela natureza do modelo não houve necessidade de adaptar a agenda da equipe a disponibilidade de material. A aparelhagem exigida para a realização do projeto foi simples. Além disso, a ausência de preparações prévias, permitiu que logo após o descongelamento, os espécimes já estivessem aptos ao uso. O descongelamento 24-48 horas antes, permitiu que os procedimentos experimentais pudessem ser programados, facilitando a logística na instituição de ensino.

A corpectomia vertebral cervical permitiu o acesso ao canal vertebral com mínima manipulação da medula espinhal, que é um dos principais fatores a serem levados em consideração ao escolher uma abordagem cirúrgica (FAUBER, 2015). Uma abordagem cirúrgica mais extensa poderá possibilitar a retirada de massas compressivas ao longo do corpo vertebral, o que não é permitido pelas técnicas descritas até o momento (SHARP; WHEELER, 2005)

Como limitação do estudo, deve-se ressaltar que o suprimento vascular não pode ser avaliado no modelo utilizado, embora tenha sido levado em consideração durante a realização da técnica cirúrgica.

Conclusão

A partir dos dados previamente expostos, conclui-se que a corpectomia vertebral cervical é um método viável para descompressão medular em cães, entretanto mais estudos são necessários para avaliar a aplicabilidade da técnica *in vivo*.

REFERÊNCIAS

ADAMO, P. F. *et al.* In vitro biomechanical comparison of cervical disk arthroplasty, ventral slot procedure, and smooth pins with polymethylmethacrylate fixation at treated and adjacent canine cervical motion units. *Veterinary Surgery*. v. 36, n.8, p. 729-741, 2007.

AGNELLO, K. A. *et al.* Intervertebral biomechanics of locking compression plate monocortical fixation of the canine cervical spine. *Veterinary Surgery*. v. 39, n. 8, p. 991-1000, 2010.

AUGUSTE, K. I. *et al.* Expandable cylindrical cages in the cervical spine: a review of 22 cases. *Journal of Neurosurgery: Spine*. v. 4, p. 285–291, 2006

BAGLEY, R. S.; GAVIN, P. R.; HOLMES, S. P. Diagnosis of Spinal Disease. In: **Practical Small Animal MRI**. cap. 2, p. 123-226. Ames, 2009.

BAGLEY, R.S. Spinal Neoplasms in Small Animals. In: **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice: Spinal Disease**. v. 40, n. 5, Philadelphia, 2010. p. 915-928.

BERGKNUT, N. *et al.* Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 1: Anatomy and physiology of the intervertebral disc and characteristics of intervertebral disc degeneration. *The Veterinary Journal*. v. 195, n. 3, p. 282-291, 2013.

BÖTTCHER P. *et al.* Effect of ventral slot procedure on spinal cord compression in dogs with single static intervertebral disc disease: preliminary findings while evaluating a semiquantitative computed tomographic myelographic score of spinal cord compression. *Veterinary Surgery*. v. 42, n. 4, p. 383-391, 2013.

BÖTTCHER P. *et al.* Partial lateral corpectomy for ventral extradural thoracic spinal cord compression in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery*. v. 10, n. 3, p. 291-295, 2008.

BRAUND, K. G. **Clinical Syndromes in Veterinary Neurology**. 2^a ed. Saint Louis, 1994. 477p.

BRISSON, B. A. Intervertebral Disc Disease in Dogs. In: **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice: Spinal Disease**. v. 40, n. 5, Philadelphia, 2010. p. 829-858.

CHARALAMBOUS, M. *et al.* Surgical treatment of dorsal hemivertebrae associated with kyphosis by spinal segmental stabilization, with or without decompression. *The Veterinary Journal*. v. 202, n. 2, p. 267-273, 2014.

COOPER, J. J. *et al.* MRI and CT for Diagnosing Thoracolumbar Disk Disease in Dogs. *Veterinary Radiology; Ultrasound*. v. 55, n. 2, p.182-189, 2014.

DA COSTA, R. C. Cervical spondylomyelopathy (Wobbler Syndrome) in dogs. In: **Veterinary Clinics of North America Small Animal Practice: Spinal Disease**. v. 40, n°5, Philadelphia, 2010. p. 915-928.

DE LAHUNTA, A.; GLASS, E. Small Animal Spinal Cord Disease. In: **Veterinary Neuroanatomy and Clinical Neurology**. 3^a ed. Saint Louis, 2009. p. 243-284.

ERSOZLU, S. *et al.* Assessment of anterior spine fusion with the use of polyethylene cylindrical tubes in an animal model. *European Journal of Orthopaedic Surgery; Traumatology*. v.17, p.7-11, 2007.

FAUBER, A. E. Cervical Disk Disease: Ventral Slot versus Hemilaminectomy versus Dorsal Laminectomy. In: **Advances in Intervertebral Disk Disease in Dogs and Cats**. cap. 30, p. 226-231. 1^aed, 2015.

FLEGEL, T. *et al.* Partial lateral corpectomy of the thoracolumbar spine in 51 dogs: assessment of the slot morphometry and spinal cord decompression. *Veterinary Surgery*. v. 40, n. 1, p. 14-21, 2011.

GAO, R. *et al.* Long term results of anterior corpectomy and fusion for cervical spondylotic myelopathy. *Plos One*. v.7, n. 4, p 1-6, 2012

GAVIN, P. R.; LEVINE, J. M.; Advances in Imaging for Intervertebral Disc Disease In: **Advances in Intervertebral Disk Disease in Dogs and Cats**. cap. 30, p. 226-231. 1ªed, 2015.

HARA, Y. *et al.* Usefulness of Computed Tomography after Myelography for Surgery on Dogs with Cervical Intervertebral Disk Protrusion. *Journal Veterinary Medicine Science*. v.56, n. 4, p. 791-794, 1994

HETTLICH, B. F. *et al.* Effect of an intervertebral disk spacer on stiffness after monocortical screw/polymethylmethacrylate fixation in simulated and cadaveric canine cervical vertebral columns. *Veterinary Surgery*. v. 43, n. 8, p. 988-994, 2014.

HOFSTETTER, M. *et al.* Biomechanical analysis of the three-dimensional motion pattern of the canine cervical spine segment c4–c5. *Veterinary Surgery*. v. 38, n. 1, p. 49-58, 2009.

HOU, Q. *et al.* Animal modelling of lumbar corpectomy and fusion *in vivo* growth of spine supporting bone by titanium cage implants: An experimental study. *Journal of Bionic Engineering*. v. 7, p. 329-336, 2007.

IKENEGA, M. *et al.* Anterior cervical reconstruction with pedicle screws after a 4-level corpectomy. *Spine*. v. 37, n. 15, p. E927-E930, 2012.

Intervertebral Disk Disease. Disponível em <http://cal.vet.upenn.edu/projects/saortho/chapter_62/62mast.htm>. Acesso em 03 maio 2015.

ISRAEL *et al.* The Relative Sensitivity of Computed Tomography And Myelography for Identification of Thoracolumbar Intervertebral Disk Herniations in Dogs. *Veterinary Radiology; Ultrasound*. v.50, n.3, p.347-252, 2009.

- KALFAS, I. H. Role of Corpectomy in Cervical Spondylosis. **Neurosurgery Focus**, v. 12, n.1, p.1-12, 2002.
- KARAM, Y. R. *et al.* Biomechanical comparison of anterior, posterior, and circumferencial fixation after one-level anterior cervical corpectomy in the human cadaveric spine. *Spine*. v. 36, n. 7, p. E455-E460, 2011.
- KEALY J. K.; McALLISTER, H. O Crânio e a Coluna Vertebral. In: **Radiologia e Ultrasonografia do Cão e Gato**. cap. 5, p. 339-411. 3ª ed., 2005.
- MANUNTA, M. L. *et al.* Hydrated pulposus herniation in seven dogs. *The Veterinary Journal*. v. 203, n. 3, p. 342-344, 2015.
- MARCHETTO, A. *et al.* Estudo biomecânico em flexão da coluna cervical de cadáveres humanos submetida à corpectomia e estabilização com enxerto de fíbula. *Acta Ortopédica Brasileira*. v. 10, n. 2, p. 31-40, 2002.
- MARTIN-VAQUERO, P.; DA COSTA, R.C.; LIMA, C.G.D.; Cervical spondylomyelopathy in Great Danes: A magnetic resonance imaging morphometric study. *The Veterinary Journal*. v. 201, p. 64-71, 2014.
- McCONNELL, F. Imaging of Neurological Emergencies. In: **Small Animal Neurological Emergencies**. cap. 4, p. 83-120. 1ªed., 2012.
- MOISSONNIER, P; MEHEUST, P.; CAROZZO, C. Thoracolumbar lateral corpectomy for treatment of chronic disc herniation: technique description and use in 15 dogs. *Veterinary Surgery*, v. 33, p. 620–628, 2004.
- OKAWA, A. *et al.* Risk factor for early reconstruction failure of multilevel cervical corpectomy with dynamic plate fixation. *Spine*. v. 36, n. 9, p. E582-E587, 2011.
- PAITHANPAGARE, Y. M. *et al.* Myelography in dogs. *Veterinary World*. v.1, n.5, p.152-154, 2008.

- PETERSEN, S.A. *et al.* Canine intraspinal meningiomas: imaging features, histopathologic classification, and long-term outcome in 34 dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. v. 22, p. 946-953, 2008.
- RAMOS M. R. *et al.* Effects of flexion and extension on the diameter of the caudal cervical vertebral canal in dogs. *Veterinary Surgery*. v. 44, n. 4, p. 459-466, 2015.
- REVÉS, N. V. *et al.* Influence of partial lateral corpectomy with or without hemilaminectomy on canine thoracolumbar stability: a biomechanical study. *Veterinary Surgery*. v. 41, n. 2, p. 228-234, 2012.
- SALGER, F. *et al.* Neurologic outcome after thoracolumbar partial lateral corpectomy for intervertebral disc disease in 72 dogs. *Veterinary Surgery*. v. 43, p. 581-588, 2014.
- SANTOS, R. P. *et al.* Neoplasmas envolvendo o sistema nervoso central de cães: 26 casos (2003-201). *Pesquisa Veterinária Brasileira*. v. 32, n. 2, p. 153-158, 2012.
- SAUNDERS, R. L. *et al.* Central corpectomy for cervical spondylotic myelopathy: a consecutive series with long-term follow-up evaluation. *Journal of Neurosurgery*. v. 74, n. 2, p. 163-170, 1991.
- SEIM, H.B. Surgery of the Cervical Spine. In: **Small Animal Surgery**. cap. 38, p. 1402-1459. 3ªed, 2007.
- SHARP, N.J.H.; WHEELER, S.J.; **Small Animal Spinal Disorders: Diagnosis and Surgery**. 2ªed. Philadelphia, 2005. 379p.
- SINGH, K. *et al.* Enhancement of stability following anterior cervical corpectomy: A biomechanical study. *Spine*. v. 29, n. 8, p. 845-849, 2004.
- SISSON, S.; Osteologia do Carnívoro; In: **Anatomia dos Animais Domésticos**; v. 2, cap.48, p. 1337-1412, 5ª ed., 1986.

SMOLDERS, L. A. *et al.* Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 2: Chondrodystrophic and non-chondrodystrophic breeds. *The Veterinary Journal*. v. 195, n. 3, p. 199-205, 2013.

TROTTER E. J.; Cervical spine locking plate fixation for treatment of cervical spondylotic myelopathy in large breed dogs. *Veterinary Surgery*. v. 38, n. 6, p. 705-718, 2009.

ULRICH, R. *et al.* Neurosurgery. In: **Small Animal Neurology**. cap. 10, p. 199-214. 1^a ed. 2010.