

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

**AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS
MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM
DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL**

LUÍSA FONSECA DE OLIVEIRA

Botucatu, SP
Julho - 2025

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

**AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS
MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM
DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL**

Dissertação apresentada junto ao
Programa de Pós-graduação em
Biotecnologia Animal para obtenção
do título de MESTRE

Luísa Fonseca de Oliveira
Orientadora: Profa. Dra. Vânia Maria
de Vasconcelos Machado

Botucatu, SP
Julho – 2025

O48a Oliveira, Luísa Fonseca de
Avaliação por ressonância magnética dos músculos e nervos paravertebrais em cães com doença do disco intervertebral cervical / Luísa Fonseca de Oliveira. -- Botucatu, 2025
71 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu
Orientadora: Vânia Maria de Vasconcelos Machado

1. Medicina veterinária. 2. Veterinary Radiology. 3. Veterinary neurology. I. Título.

Nome do autor (a): Luísa Fonseca de Oliveira

Título: AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Presidente e Orientadora

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal, FMVZ - UNESP
- Botucatu/SP

Prof. Dr. André Luis Filadelpho

Membro

Departamento de Biologia Estrutural e Funcional IBB/UNESP – Botucatu/SP

Profa. Dra. Laila Massad Ribas

Membro convidado

Baroni-Massad Cursos Veterinários / Autônoma

Data da defesa: 11 de julho de 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, os quais sempre me apoiaram incondicionalmente e permitiram que eu continuasse estudando sempre. Depois ao meu noivo e futuro marido, o qual foi a razão por eu conseguir concluir este trabalho e meu suporte e apoio absoluto durante todo este processo. Amo vocês incondicionalmente.

Agradeço ao Prof. Dr. Bruno Ferrante, pelas orientações, dicas, apoio e ajuda neste difícil processo de produção de um trabalho de mestrado. Meu muito obrigada por, com sua energia leve, tornar tudo mais fluido.

Agradeço ao Dr. Célio Jardim dos Santos Junior, meu mentor, que me acolheu e ensinou, me apresentando ao mundo da ressonância magnética.

Agradeço à minha colega e amiga Amanda Angélica Pelá, por toda a ajuda, paciência, parceria e companheirismo nos períodos bons e principalmente nos períodos ruins desta jornada.

Agradeço à Prof. Dra. Alessandra Regina Dhom Pimentel de Moraes por todo o carinho, paciência e prontidão em ajudar, sempre doce e dedicada, me apoiou e acolheu, estando comigo para enfrentar este desafio.

Agradeço ao meu amigo Lucas Marques Ciucio pelo apoio com as questões que, sem ajuda, eu resolveria com muitas dificuldades.

Agradeço ao Carlos Alberto de Siqueira Ciani Lucats, a quem devo grande parte da conclusão deste trabalho.

E agradeço, finalmente, à minha orientadora, Vânia Maria de Vasconcelos Machado, pela paciência, carinho e conselhos durante esta jornada.

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais retorna
ao seu tamanho original”*

Albert Einstein

RESUMO

OLIVEIRA, L.F. **AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL**. Botucatu – SP. 2025. 71p. Defesa (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

A avaliação por exames de imagem complexos da coluna vertebral vem se tornando mais presente na rotina veterinária e propicia uma análise mais aprofundada e assertiva da região, permitindo maior frequência de diagnósticos da doença do disco intervertebral. Este estudo tem como objetivo investigar a frequência de acometimento da inervação paravertebral em pacientes com doença do disco intervertebral, além de avaliar também a frequência da presença de hipersinal muscular. Para o presente projeto, foram avaliadas imagens de ressonância magnética da cervical de pacientes caninos de variadas raças, portes e idades, de forma retrospectiva e prospectiva. Os pacientes foram separados em um grupo controle, com 9 animais (sem doença do disco intervertebral), e grupo acometido, com 16 animais (que apresentavam doença do disco intervertebral), os quais foram atendidos no Hospital Veterinário - FMVZ - UNESP - Botucatu - SP. Foi realizada a avaliação qualitativa dos nervos paravertebrais de C2-3 a C7-T1, além da medida de seu diâmetro nas alturas da saída do forame vertebral e 3 mm distalmente à este, bilateralmente, pela imagem transversal. Foi aferida também a medida do diâmetro do canal medular e realizada a razão entre o diâmetro do nervo e o diâmetro do canal para fins de padronização das medidas dentre os diferentes portes dos pacientes. A presença ou ausência de doença do disco intervertebral e de hipersinal muscular foi avaliada de forma visual e subjetiva. Foram encontrados resultados que sugerem que cães com DDIV têm maior tendência a apresentar hipersinal muscular do que cães saudáveis. Em relação ao espaço intervertebral de C2-3, existe uma forte tendência de cães com DDIV terem a inervação paravertebral diminuída em relação aos cães saudáveis. Os nervos do lado acometido pela DDIV apresentam a tendência de terem diâmetro menor do que os nervos do lado não acometido. Os espaços intervertebrais acometidos pela DDIV que mais apresentaram assimetria do diâmetro neural foram C6-7 e C4-5. Estes achados corroboram com os resultados sobre o assunto em medicina humana. A avaliação dos nervos pela ressonância magnética teve uma reprodutibilidade dos resultados razoável pelo avaliador secundário.

Palavras-chave: diâmetro neural; discopatia; inervação paravertebral; hipersinal muscular

ABSTRACT

OLIVEIRA, L.F.. **MAGNETIC RESONANCE EVALUATION OF PARAVERTEBRAL MUSCLES AND NERVES IN DOGS WITH CERVICAL INTERVERTEBRAL DISC DISEASE.** Botucatu – SP. 2025. 72p. Defesa (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Complex imaging tests of the spine have become increasingly common in veterinary routine and provide a more in-depth and assertive analysis of the region, allowing for a higher frequency of diagnoses of intervertebral disc disease. This study aims to investigate the frequency of involvement of paravertebral innervation in patients with intervertebral disc disease, in addition to evaluating the frequency of muscle hyperintensity. For this project, magnetic resonance images of the cervical region of canine patients of various breeds, sizes and ages were evaluated, retrospectively and prospectively. The patients were divided into a control group of 9 animals (without intervertebral disc disease) and an affected group of 16 animals (with intervertebral disc disease). These animals were treated at the Veterinary Hospital - FMVZ - UNESP - Botucatu - SP. The paravertebral nerves were evaluated in a quantitative and qualitative way. The diameter of the paravertebral nerves from C2-3 to C7-T1 was measured at the level of the vertebral foramen exit and 3 mm distally to it, bilaterally, using a cross-sectional image. The spinal canal diameter was also measured, and the ratio between the nerve diameter and the canal diameter was calculated to standardize measurements across patients of different sizes. The presence or absence of intervertebral disc disease and muscle hyperintense signal was assessed visually and subjectively. Results suggest that dogs with IVDD are more likely to have muscle hyperintense signal than healthy dogs. Regarding the C2-3 intervertebral space, there is a strong tendency for dogs with IVDD to have decreased paravertebral innervation compared to healthy dogs. The nerves on the side affected by IVDD tend to have a smaller diameter than those on the unaffected side. The intervertebral spaces affected by IVDD that most exhibited neural diameter asymmetry were C6-7 and C4-5. These findings corroborate results on the subject in human medicine. The nerve evaluation by MRI had reasonable reproducibility of results by the secondary evaluator.

Keywords: discopathy; muscle hyperintensity; neural diameter; paravertebral innervation

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Coluna Vertebral Cervical.....	3
2.2. Discos intervertebrais.....	6
2.3. Musculatura cervical.....	8
2.4. Inervação paravertebral cervical	17
2.5. Doença do disco intervertebral.....	19
2.5.1 Etiologia.....	19
2.5.2 Patofisiologia	20
2.5.3 Diagnóstico.....	21
2.5.4 Tratamento	26
2.6. Miosite	27
2.6.1 Etiologia.....	27
2.6.2 Patofisiologia	27
2.6.3 Diagnóstico.....	28
2.6.4 Tratamento	29
2.7. Radiculopatia.....	30
2.7.1 Etiologia.....	30
2.7.2 Patofisiologia	30
2.7.3 Diagnóstico.....	31
2.7.4 Tratamento	32
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
4. HIPÓTESE E OBJETIVOS	33
4.1 Hipótese	33
4.2 Objetivo geral	33
4.3 Objetivo específico.....	33
4.4 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).....	33
5. REFERÊNCIAS	34
CAPÍTULO 2.....	1
AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL.....	3
MAGNETIC RESONANCE EVALUATION OF PARAVERTEBRAL MUSCLES AND NERVES IN DOGS WITH CERVICAL INTERVERTEBRAL DISC DISEASE	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6

3. RESULTADOS.....	12
4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	15
AGRADECIMENTOS.....	17
CONFLITO DE INTERESSES.....	17

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A doença de disco intervertebral (DDIV) é reconhecida em cães desde o século XIX, quando há a publicação da descrição da primeira extrusão do disco intervertebral (FENN, 2020). Diversos autores em diferentes épocas já descreveram os aspectos patológicos da mielopatia causadas por discos intervertebrais tanto na coluna cervical como toracolombar e lombar (FUNKQUIST, 1962; GRIFFITHS, 1972; SETHER, 1990; FENN, 2020). Porém, os estudos das estruturas extramedulares em cães com doença do disco intervertebral são poucos e relativamente recentes (PLATT, 2006; LERER, 2015; MORRISON, 2021). A ressonância magnética tem um papel importante na caracterização destas alterações devido a capacidade de identificar o hipersinal muscular proveniente de alterações fisiológicas ou patológicas (MAY, 2000) e permitir a avaliação dos nervos paravertebrais (PLATT, 1999; KRAFT, 2007).

O hipersinal muscular é encontrado com frequência em exames de ressonância magnética e pode ser patológico, secundário a algumas causas previamente descritas, como processos infecciosos, inflamatórios, neoplásicos, traumáticos ou iatrogênicos, devido a edema, massas ou infiltrado adiposo (MAY, 2000; MORRISON, 2021). Em cães, estudos recentes mostram prevalência de 36% de hipersinal da musculatura epaxial em pacientes com extrusão discal aguda (MORRISON, 2021).

Até o momento, não é de nosso conhecimento a existência de trabalhos que mensuram os nervos paravertebrais em cães por meio da ressonância magnética de baixo campo ou associam seu acometimento (compressão, edema, ingurgitamento) com a doença do disco intervertebral. Este projeto, portanto, surgiu do interesse de avaliar a inervação paravertebral de cães, assunto este pouco abordado tanto por artigos da medicina veterinária quanto da medicina humana. Por meio desta pesquisa, esperamos trazer à luz a necessidade da avaliação destas estruturas muitas vezes negligenciadas em estudos da coluna vertebral, ajudando assim cada vez mais os nossos pacientes e promovendo a saúde animal e uma medicina veterinária humanitária e evoluída.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Coluna Vertebral Cervical

O pescoço dos cães é dividido em quatro regiões: parotídea, cervical ventral, cervical dorsal e pré-escapular (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O comprimento e as proporções do pescoço variam de acordo com a raça, tendendo a ser mais arredondado em raças menores e mais achatado lateralmente em cães maiores (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). A coluna vertebral é formada por diversos ossos independentes, as vértebras, as quais se estendem do crânio à cauda (KÖNIG; LIEBICH, 2016; COLVILLE; BASSERT, 2010). Há uma discordância em literatura quanto à classificação óssea das vértebras, sendo proposto por König que estas estão incluídas na categoria de ossos curtos, enquanto Dyce e Colville incluem-nas na categoria de ossos irregulares. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Os ossos curtos seriam aqueles que não possuam uma dimensão que exceda excessivamente as demais (citados os ossos do tarso como exemplo), enquanto os ossos irregulares são aqueles que não se enquadram nas categorias de osso longo, curto ou achatado (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Os cães têm 7 vértebras cervicais (sendo este segmento da coluna o único que têm um número constante dentre as diferentes espécies, desde humanos à girafas) (COLVILLE; BASSERT, 2010). Estas articulam-se entre si pelos processos articulares, ligamentos, disco intervertebral e músculos gerando uma curvatura convexa dorsal entre a cabeça e o pescoço e uma curvatura côncavo-dorsal entre a cervical e coluna torácica (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010;). Dentre as vértebras cervicais, apenas C1-C2 não apresenta um disco intervertebral interposto (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010). Os componentes ósseos dos corpos vertebrais derivam da região axial, pericondral e mesenquimal dos esclerótomos, enquanto que os discos intervertebrais são considerados vestígios remanescentes destes tecidos (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A coluna vertebral assume o papel de sustentação do corpo, e sua porção cervical propicia uma vasta gama de movimentos laterais e ventrodorsais, diferentemente das porções torácica e lombar, cujos

movimentos são mais limitados (KÖNIG; LIEBICH, 2016). A porção final da coluna cervical é a que apresenta maior mobilidade em cães, propiciando que estes alcancem quase todas as regiões de seu corpo com a boca. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010)

Cada vértebra é formada por três partes: corpo, arco e processos (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O corpo possui uma extremidade cranial côncava que se articula com a extremidade caudal convexa da vértebra adjacente (com exceção de C1 e C2), sendo esta extremidade recoberta por uma camada de cartilagem hialina extremamente fina, chamada placa terminal (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016; KING; SMITH, 1955). Esta descrição, porém, difere de outra em que foi identificado que todas as faces vertebrais, cranial e caudal, apresentam uma depressão central, e são altamente similares (KING; SMITH, 1955). O arco que se projeta dorsalmente ao corpo completa o forame vertebral (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Estes últimos, somados, formam o canal vertebral (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Os processos (articulares, mamilares, espinhosos e transversos), são responsáveis pela articulação dos arcos vertebrais e pela fixação de musculatura e ligamentos (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A primeira e segunda vértebras têm uma conformação anatômica extremamente diferente das demais, permitindo uma maior movimentação da cabeça (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O atlas (C1) que recebeu esse nome da figura mítica grega de Atlas, a qual segura o mundo nas costas, assim como esta vértebra, a qual segura a cabeça (COLVILLE; BASSERT, 2010) é a que mais chama a atenção, sendo composta por duas massas laterais unidas por arcos dorsal e ventral, constituindo um anel ósseo (e não um corpo vertebral), tendo uma placa óssea projetando-se lateralmente de cada lado, as asas do atlas (e seus processos transversos), constituindo um ponto de referência anatômico

devido ao fato de ser quase sempre passível de palpação (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010;). Esta forma de C1 resulta de uma fusão do corpo do atlas com a parte correspondente do eixo (C2) no início da vida embrionária (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Desta forma, o eixo adquire uma projeção cranial, chamada de dente, a qual se encaixa no forame vertebral de C1 funcionando como um pivô, formando o eixo sobre o qual o atlas, e conseqüentemente a cabeça, movimentam-se ao seu redor, permitindo movimentos de rotação (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O eixo (C2) é a vértebra mais longa, e possui um processo espinhoso alongado e protuberante, o qual se projeta sobre a extremidade cranial e caudal do corpo vertebral (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Da porção caudal deste processo, origina-se o ligamento nuchal, que inserir-se-á no processo espinhoso da primeira vértebra torácica (KÖNIG; LIEBICH, 2016; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Os processos transversos são grandes e apresentam na raiz, cada um, um forame transversal que permite a passagem da artéria, veia e nervo vertebrais (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). As demais vértebras cervicais vão se tornando progressivamente mais curtas no sentido craniocaudal (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A sexta vértebra cervical possui o tubérculo ventral do processo transversal mais desenvolvido, formando uma extensão lamelar característica (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Enquanto isso, a sétima vértebra cervical possui o processo espinhoso mais desenvolvido, processos transversos não perfurados e presença de facetas em seu aspecto caudal para a articulação com o primeiro par de costelas, permitindo assim a transição para a coluna torácica (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Dorsal e ventralmente aos corpos vertebrais cervicais estão os ligamentos longitudinais dorsal e ventral (HANSEN, 1952; KÖNIG; LIEBICH, 2016; COLVILLE; BASSERT, 2010; KING; SMITH, 1955). O ligamento longitudinal ventral é robusto na coluna lombar, porém pode aparecer como

uma estrutura rudimentar na coluna cervical (KING; SMITH, 1955). Foi identificada forte e extensa fusão deste com o ânulo fibroso dos discos nos quais tem contato (KING; SMITH, 1955). Já o ligamento longitudinal dorsal corre dorsalmente aos corpos vertebrais, desde a coluna cervical até a coccígea, fusionando-se com a porção dorsal do ânulo fibroso discal. Ele apresenta discreta expansão quando alcança cada espaço intervertebral (KING; SMITH, 1955; MILLER, 2020).

2.2. Discos intervertebrais

Os discos intervertebrais (*disci intervertebrales*) são considerados resíduos do tecido ósseo original das vértebras (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Eles são formados pelo núcleo pulposo, que deriva da notocorda embrionária, e pelo ânulo fibroso, que envolve o núcleo (HANSEN, 1952; KING; SMITH, 1955; BRISSON, 2010; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O núcleo pulposo possui formato oval em sua vista lateral, e formato quase circular em coluna cervical, simetricamente ovais na torácica e com formato de feijão em coluna lombar (KING; SMITH, 1955). Na coluna cervical, o disco é mais delgado em sua região dorsal do que em sua região ventral (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Encontra-se, aproximadamente, na altura dos terços médio e dorsal do disco como um todo (HANSEN, 1952; KING; SMITH, 1955). O núcleo saudável é composto histologicamente por um sincício de células mesodérmicas não diferenciadas em um material intercelular basofílico e homogêneo (KING; SMITH, 1955). Ele é mantido sob muita pressão e é responsável por disseminar as forças imprimidas sobre a coluna vertebral para as partes mais amplas da vértebra, resistindo aos estresses resultantes dos movimentos intervertebrais (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O anel fibroso é a estrutura mais forte e maior do disco, formado por feixes circulares de tecido fibroso, as lamelas (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Destas, as mais internas têm origem na cartilagem hialina vertebral,

enquanto as mais externas são uma continuação direta das fibras de Sharpey da epífise dos corpos vertebrais (HANSEN, 1952). O anel é o maior determinante do tamanho e formato do disco e é onde se encontra sua maior força (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A porção ventral do anel é aproximadamente duas vezes mais espessa do que sua porção dorsal (HANSEN, 1952; KING; SMITH, 1955).

A nutrição do disco é feita através de duas rotas vasculares: a primeira delas através do ânulo fibroso, e a segunda pela porção central da cartilagem subcondral da placa epifisária vertebral (COATES, 2000). Estes pequenos capilares penetram estas regiões marginais e, como as células discais são predominantemente avasculares, as trocas acontecem principalmente por difusão, tanto o fornecimento de nutrientes quanto a remoção de resíduos. Estes capilares estão protegidos por uma densa camada de cartilagem hialina que limita o transporte de grandes moléculas para dentro do disco (GRÜNHAGEN et al., 2006). É necessário oxigênio para o funcionamento das células do núcleo pulposo, porém não para sua sobrevivência. Nas células mais afastadas da fonte provedora de oxigênio, foram medidos valores de concentração de até 1% de O₂ no disco intervertebral de pacientes saudáveis. Devido a isto, as células discais obtêm sua energia primariamente através da glicólise, resultando então na produção de ácido láctico (GRÜNHAGEN et al., 2006). Apesar das trocas serem feitas primariamente por difusão, em humanos, a convecção de fluidos induzida pela carga pode afetar este gradiente de difusão, aparecendo com efeitos opostos na nutrição discal: por um lado, ao reduzir a altura do disco, torna-se mais fácil o transporte dos nutrientes da região marginal para o núcleo; por outro, o conteúdo fluido no tecido diminui, reduzindo assim o gradiente de difusão (GRÜNHAGEN et al., 2006).

Os discos intervertebrais em cães correspondem a aproximadamente 17% do comprimento total da coluna vertebral, uma porcentagem menor do que a encontrada em humanos, que corresponde a aproximadamente 25% (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Observa-se que os discos cervicais têm a

tendência de serem maiores do que os encontrados em coluna torácica e lombar, com exceção do disco em região lombossacra (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010; DONE, 2010; FUNAOKA et al., 1991). Os espaços intervertebrais mais caudais (C4-C5 e C5-C6) são os maiores, enquanto que C2-C3, na coluna cervical, é o menor espaço intervertebral (BRISSON, 2010; FUNAOKA et al., 1991).

Por causa de seu *design*, estes discos funcionam, então, como uma ferramenta de absorção de choque e como um distribuidor de pressão. Portanto, compressões realizadas em apenas parte do disco resultarão em uma pressão uniforme em ambas epífises vertebrais, pois a pressão em um meio que contenha líquido será uniforme (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Portanto, o disco intervertebral apresenta a capacidade de deformar-se e retornar ao seu formato original ao sofrer uma compressão, enquanto o anel fibroso estiver intacto e o conteúdo do núcleo estiver saudável. (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O conteúdo do núcleo e a espessura do anel podem levar ao pensamento de que estas estruturas são perfeitamente equilibradas entre si, porém os discos estão entre os órgãos que apresentam maiores alterações degenerativas ao longo do tempo (HANSEN, 1952; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Recém nascidos possuem até 88% de água na composição de seu núcleo, com esse valor podendo chegar a até 69% ao envelhecimento (HANSEN, 1952).

2.3. Musculatura cervical

O tecido muscular é formado principalmente por dois componentes: as células multinucleadas chamadas miofibras e o tecido conectivo (JÄRVINEN et al., 2005). As miofibras estão dispostas em feixes chamados "fascículos" e são as responsáveis pela capacidade de contração do músculo, enquanto o tecido conectivo promove a estrutura necessária para que os nervos e vasos alcancem a miofibra, unindo também estas fibras durante a contração. (JÄRVINEN et al., 2005; DEWEY; DA COSTA, 2017). A

membrana plasmática das células musculares é chamada de sarcolema, e no sarcolema existe região especializada (chamada placa terminal) que é inervada pelo processo axonal do neurônio motor inferior (DEWEY; DA COSTA, 2017). Cada miofibrila é composta por miofilamentos interligados de actina, miosina, troponina e tropomiosina, chamadas de aparelho contrátil (DEWEY; DA COSTA, 2017).

A musculatura esquelética é a parte ativa do sistema locomotor, sendo altamente vascularizada e inervada por nervos sensoriais e motores, simpáticos e parassimpáticos (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Eles fornecem energia para a movimentação esquelética, agindo como um sistema de alavancas, e produzindo movimentos em conjunto ou individuais (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A musculatura cervical estabiliza os segmentos da cabeça, pescoço e tórax, permitindo a movimentação da cabeça e a manutenção da postura (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O posicionamento da cabeça é imprescindível para uma imensa gama de atividades, principalmente a orientação visual e olfatória e função vestibular (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). Ela é formada, em suas camadas ventrais, principalmente pelos músculos braquicefálico e esternocefálico, incluindo também os músculos esplênio, longo do pescoço, escalenos e músculos do aparelho hióideo, além de inúmeros outros (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Os músculos do aparelho hióideo, apesar de topograficamente se localizarem também no pescoço, são mais responsáveis pela língua e não pela movimentação e sustentação da cabeça (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo esplênio tem aparência triangular, sendo grande e chato, e encontra-se na face dorsolateral da cervical, prolongando-se desde a porção caudal do pescoço, na altura da terceira vértebra torácica, até o osso occipital, sendo recoberto pelos músculos trapézio e romboide (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; DYCE; COLVILLE; BASSERT, 2010; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele responsável pela retração e projeção da cabeça e pescoço pelo movimento lateral destes (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Este músculo recobre os músculos longuíssimo da cabeça,

semiespinal da cabeça e partes do músculo espinal dorsal (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; DYCE; COLVILLE; BASSERT, 2010; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo longuíssimo compõe a musculatura principal para-axial do tronco, estendendo-se desde a pelve até cabeça, sendo então o músculo mais longo do corpo (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele está fortemente associado ao esplênio (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). A porção do longuíssimo da cabeça tem origem na coluna vertebral, nos processos transversos das primeiras vértebras torácicas e últimas vértebras cervicais, e insere-se no crânio, na parte mastóidea do osso temporal e asa do atlas (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele tem a função de elevar e arquear a cabeça lateralmente, além de permitir movimentos de girar (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Já a porção cervical possui origem e inserção na coluna vertebral, sendo mais superficial que o longuíssimo da cabeça (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele possui quatro divisões distintas, originando-se nos processos articulares de T1 a T6 e no processo espinhoso de T6, com cada divisão inserindo-se, consecutivamente, nos processos transversos de C3 a C6. Este músculo possui a função de elevar e arquear o pescoço lateralmente (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo semiespinal da cabeça é um dos músculos mais independentes do pescoço (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele é recoberto em sua face lateral pelos músculos longuíssimo e esplênio, e encontra seu contralateral e o ligamento nugal no plano mediano (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele pode ser dividido no músculo biventer cervical, dorsomedialmente, sendo também o mais caudal, e músculo complexo, ventrolateralmente (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O músculo biventer origina-se nas primeiras vértebras torácicas, medialmente ao longuíssimo cervical e da cabeça, e insere-se no occipital, sendo dividido em até 6 por intersecções tendíneas (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING,

2010). Já o complexo tem início nos processos articulares caudais das quatro últimas vértebras cervicais e primeira vértebra torácica, tendo início na nuca, e não sendo segmentado (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). O músculo semiespinal participa do movimento de elevar a cabeça e pescoço, além de lateralizá-los quando atua unilateralmente (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Já o músculo espinal é um músculo extremamente forte, o qual passa entre os processos espinhosos de vértebras consecutivas. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016) Ele é dividido em espinal torácico e cervical (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O torácico origina-se da aponeurose do músculo longíssimo torácico e dos processos espinhosos da região lombar média e inserem-se da sexta vértebra torácica à quinta cervical (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). O espinal cervical é um músculo plano, originando-se dos processos espinhosos da sexta à primeira vértebra torácica, fixando-se através de quatro intersecções tendíneas sobre os processos espinhosos de C5 a C2. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010)

O músculo multifidus é composto por partes individuais sobrepostas, que percorrem obliquamente o caminho entre os processos articulares das vértebras cervicais caudais e o processo espinhoso da vértebra imediatamente cranial (KÖNIG; LIEBICH, 2016; SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). Sua parte cervical é completamente recoberta pelo músculo semiespinal da cabeça (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Ele é responsável por coordenar os músculos longos do pescoço e do dorso. (KÖNIG; LIEBICH, 2016)

Os músculos intertransversários são às vezes considerados como uma subdivisão do longuíssimo (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Os intertransversários cervicais são mais fortes que suas porções torácica e lombar, e são divididos em camadas dorsal, média e ventral (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Cinco feixes

parcialmente separados formam a camada dorsal, que se situa entre as inserções dos longuíssimos cervical e da cabeça (KÖNIG; LIEBICH, 2016). A camada média é dividida em cinco ou seis partes finas separadas, as quais subdividem-se em profundas e superficiais (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Já a camada ventral situa-se dorsalmente ao músculo longo da cabeça (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Essas camadas conectam diversos pontos das vértebras cervicais, como processos transversos aos processos articulares, ou os processos articulares caudais aos processos articulares craniais da vértebra imediatamente caudal (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006).

O músculo esternocéfálico tem formato de fita e possui duas divisões, ambas se originando da cartilagem do manúbrio, no esterno: o esterno-occipital e o esternomastóideo, sendo o esternomastóideo mais espesso (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O primeiro insere-se na crista nugal do osso occipital, enquanto o segundo, no processo mastóideo do osso temporal (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ao separar-se de seu contralateral, estes músculos permitem a palpação percutânea da traquéia em região cranial da cervical (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Além disso, o músculo esternocéfálico compõe a margem ventral do sulco da jugular (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Ao trabalhar de forma unilateral, este músculo participa da movimentação lateral da cabeça e pescoço, enquanto, ao contrair-se bilateralmente, permite a movimentação ventral desses (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Já os músculos esterno-hióideo e esternotireóideo fazem parte dos músculos mais profundos do grupo infraioide (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). São músculos bastante delgados porém bastante fortes, com origem no manúbrio e primeira esternebra (descrito por Dyce como ambos de origem na cartilagem do manúbrio) (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O esterno-hióideo estende-se paralelo e sobre a linha média ventral do pescoço, cobrindo a face ventral

da traqueia, dificilmente sendo possível separá-lo de seu contralateral, inserindo-se no osso basi-hióide (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Enquanto isso, o esternotireóideo segue lateralmente, inserindo-se no aspecto lateral da cartilagem tireóide (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Apesar de fazerem parte da musculatura do pescoço, quando se refere à função, estes músculos são auxiliares da língua, retraindo-a conseqüentemente à retração caudal do osso hióide (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo longo da cabeça encontra-se lateralmente ao longo do pescoço, sendo uma continuação cranial deste (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele é um músculo forte e complexo, dividido em três partes que se inserem nos processos transversos das vértebras C2 a C6 e estendem-se até o tubérculo muscular do osso basioccipital, no crânio, entre as bulas timpânicas (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Inervado pelo primeiro ao sexto nervos cervicais (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Sua divisão rostral origina-se da face cranial dos processos transversos de C2, sua segunda divisão tem origem na face caudal dos processos transversos de C2 e face cranial dos processos transversos de C3 (estas duas primeiras divisões podendo não serem totalmente separadas em alguns cães) (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006), e por fim, sua terceira divisão origina-se dos processos transversos de C4, C5 e C6 (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). É responsável pela movimentação lateral da cabeça e flexão ventral do pescoço, através da flexão da articulação atlanto-occipital. (KÖNIG; LIEBICH, 2016)

O músculo longo do pescoço pertence à região ventral do pescoço, sendo responsável pela flexão para baixo deste (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele se encontra e recobre a face ventral das vértebras cervicais e as primeiras vértebras torácicas, estendendo-se da primeira vértebra torácica até o atlas, e possui duas partes (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A parte torácica encontra-se desde T6 (a sexta vértebra torácica) até a sexta vértebra cervical (C6), enquanto a parte cervical

origina-se na sétima e corre até a primeira vértebra cervical (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Esta última é dividida em três partes que se dirigem craniomedialmente, originando-se das faces ventrais dos processos transversos vertebrais e inserindo-se três vértebras à frente, ou seja, origina-se em C6 e insere-se em C3, e assim por diante (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). O músculo longo do pescoço participa da função de baixar o pescoço (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Os músculos escalenos pertencem à região ventral do pescoço, sendo responsáveis pela flexão para baixo deste (KÖNIG; LIEBICH, 2016). São divididos entre ventral, médio e dorsal (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). Os primeiros originando-se da primeira costela e inserindo-se nos processos transversos da sétima à terceira vértebras cervicais, enquanto o terceiro origina-se da terceira à oitava costela e insere-se nos processos transversos da sexta à terceira vértebra cervical (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Enquanto König et al. (2016) afirma a não existência da porção ventral do músculo escaleno em carnívoros devido à localização ventral do plexo braquial destes, Amnon Sharir descreve esta divisão nos cães avaliados em seu estudo (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Além da flexão do pescoço, os músculos escalenos também são responsáveis por fixar o pescoço e auxiliar na inspiração. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016)

O músculo braquiocefálico é um músculo mais complexo, do grupo dos músculos que se originam no ombro e inserem-se no crânio, recobrando a musculatura hióidea (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). É neste músculo que se encontra, embutida, a estrutura rudimentar da clavícula nos cães (KÖNIG; LIEBICH, 2016). É dividido em duas subunidades, o cleidomastóideo (CM) que se insere no processo mastóideo do osso temporal, e o cleidocervical (CC), cuja inserção é na rafe fibrosa da metade cranial do pescoço (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). A porção CM é mais pesada que a porção CC, porém ambas estão conectadas por

alguns fascículos musculares (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). Este músculo faz parte da margem dorsal do sulco da jugular (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Ele é responsável por avançar o membro torácico, participando também dos movimentos de tracionar o pescoço ventral e lateralmente, ao trabalharem de forma bilateral ou unilateral, respectivamente. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010)

O músculo serrátil ventral pertence ao grupo dos músculos que se originam na coluna vertebral e inserem-se na cintura escapular (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A cintura escapular substitui uma articulação convencional na função de unir os membros torácicos ao dorso, sendo esta conexão chamada de sinsarcose (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). O músculo serrátil ventral é um grande músculo em formato de leque, cuja parte cervical possui cinco divisões claras, cada uma delas inserindo-se em uma vértebra diferente entre C3 à C7, podendo estender-se até C2 em alguns cães, com sua porção caudal fixando-se na margem proximal da escápula (*fascies serrata*) (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Este músculo tem papel importante na sustentação do peso do tronco e na retração do membro torácico, e também na movimentação do pescoço, erguendo-o ao trabalharem bilateralmente, ou lateralizando-o ao trabalharem de forma unilateral (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010)

Os músculos romboide cervical e romboide da cabeça encontram-se na região dorsal do pescoço, e fixam-se à parte dorsal da escápula (DYCE; SACK; WENSING, 2010). O primeiro dirige-se para o tecido conjuntivo que se estende da parte dorsal da cabeça até a cernelha, ventralmente ao músculo trapézio (KÖNIG; LIEBICH, 2016), já o segundo insere-se na crista nugal (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Estes trabalham na movimentação do membro torácico, tracionando-o cranialmente e erguendo-o contra o tronco (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010, SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006).

O músculo trapézio é um músculo triangular e fino, cuja parte cervical estende-se desde a espinha escapular até a rafe mediana do pescoço, adjacente ao processo espinhosos de T2, com seus fascículos estendendo-se até C2 (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele pode elevar a escápula contra o tronco e movimentar a porção ventral desta em sentido cranial, produzindo seu movimento e avançando o membro (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Por fim, temos os músculos específicos da cabeça, que, por serem uma continuação funcional dos músculos do pescoço, entram na categoria de músculos do tronco (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Eles são responsáveis principalmente pela movimentação das articulações atlantoaxial e atlanto-occipital, permitindo movimentos como girar, sacudir, inclinar e flexionar a cabeça (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Os músculos reto lateral da cabeça e reto ventral da cabeça são pequenos músculos de organização não uniforme (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006) e origem no atlas, o primeiro inserindo-se no processo paracondilar do occipital, e o segundo inserindo-se entre o tubérculo muscular e a bula timpânica (KÖNIG; LIEBICH, 2016). São responsáveis flexionar a articulação atlanto-occipital, com o reto lateral com a função também de inclinar a cabeça (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo reto dorsal da cabeça é dividido maior e menor, e é responsável pela elevação da cabeça, funcionando como extensores da articulação atlanto-occipital (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O músculo reto dorsal estende-se da espinha do eixo até a parte escamosa do osso occipital, sendo que encontra seu contra-lateral na linha média (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O músculo oblíquo cranial da cabeça estende-se sobre a articulação atlanto-occipital, sendo recoberto pelo músculo esplênio e algumas porções do músculo braquiocefálico (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Ele é dividido em duas partes nos carnívoros, a parte principal, que tem maior área, e a acessória (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Tem sua origem na asa do atlas e insere-se na crista nugal (acessória) e no processo

mastoide do osso temporal (principal) (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006).

Por fim, o músculo oblíquo caudal da cabeça se origina em todo o processo espinhoso do eixo, inserindo-se na asa do atlas (SHARIR; MILGRAM; SHAHAR, 2006). Desse modo, permite a rotação do atlas no dente do eixo, produzindo o movimento de girar a cabeça (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

2.4. Inervação paravertebral cervical

Os nervos espinais que se encontram na região cervical formam o único conjunto de nervos que se apresenta em maior quantidade do que as vértebras deste mesmo segmento (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Isto acontece porque o primeiro par de nervos cervicais emerge do forame vertebral lateral do atlas, enquanto os próximos originam-se cranialmente à sua vértebra correspondente, com o último par emergindo cranialmente à primeira vértebra torácica. Deste modo, totalizam-se oito pares de nervos espinais cervicais para as sete vértebras cervicais (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Já os nervos espinais dos segmentos torácico e lombar emergem caudalmente à sua vértebra de mesma designação numérica, de modo que o número de pares de nervos é o mesmo do número de vértebras. (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010). Por fim, a coluna coccígea apresenta menos pares de nervos do que sua quantidade de vértebras correspondentes (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Cada raiz nervosa espinal é formada por um ramo dorsal e um ramo ventral, os quais originam-se da medula espinhal (DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). O ramo dorsal é composto por fibras aferentes (sensitivas), e é onde se encontra o gânglio espinal fusiforme (uma intumescência visível, formada por corpos celulares de neurônios pseudounipolares aferentes) (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Já a raiz ventral compõe-se de raízes eferentes, que são motoras e autônomas, com origem dos neurônios motores no corno ventral da substância cinzenta. Elas dirigem-se a

estruturas efetoras, como músculos e glândulas (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Estes ramos encontram-se na altura do forame intervertebral tornando-se um nervo só, misto, ao atravessá-lo (aferente e eferente), e volta a se dividir novamente (em dorsal e ventral) quase que imediatamente após sua saída pelo forame (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O ramo dorsal, após emergir do forame intervertebral, divide-se em um ramo medial, responsável pela inervação da musculatura das costas que se encontra dorsalmente aos processos transversos, e um ramo lateral que realiza a inervação da pele das costas (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O ramo ventral, muito maior que o dorsal (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010) inerva a musculatura ventral aos processos transversos vertebrais, com membros torácicos inclusos, e o restante da pele (COLVILLE; BASSERT, 2010; DYCE; SACK; WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

O ramo ventral do primeiro nervo cervical se une ao nervo hipoglosso na chamada alça cervical, onde promovem a inervação dos músculos longos do sistema hioideo (KÖNIG; LIEBICH, 2016; DONE, 2010). O primeiro junto ao segundo par de nervos cervicais, com seus ramos dorsal e ventral, inervam os músculos retos e oblíquos da cabeça (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O nervo auricular maior, emitido do ramo ventral do segundo nervo cervical, une-se à um ramo do nervo facial para promover a inervação da porção caudal da orelha externa (KÖNIG; LIEBICH, 2016; DONE, 2010). As raízes ventrais do quinto ao sétimo nervos cervicais formam o nervo frênico, o qual é responsável pela inervação do diafragma, correndo através do mediastino (KÖNIG; LIEBICH, 2016). O músculo longo da cabeça recebe sua inervação dos primeiros pares de nervos cervicais (KÖNIG; LIEBICH, 2016). Os três últimos pares de nervos cervicais juntam-se aos dois primeiros nervos espinais torácicos para formar o plexo braquial, o qual é responsável pela inervação do membro torácico (pele e musculatura), parte da cintura escapular e parte lateral do tórax e até abdômen (COLVILLE; BASSERT, 2010; DONE, 2010; DYCE; SACK;

WENSING, 2010; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Os músculos braquicefálico, omotransverso, romboideo e trapézio, além da pele dorsalmente à escápula, não são inervados somente pelos ramos ventrais, mas também pelos ramos dorsais dos nervos espinais cervicais e torácicos (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

2.5. Doença do disco intervertebral

2.5.1 Etiologia

A degeneração do disco intervertebral é uma alteração que ocorre de forma natural com a idade (DONE, 2010). Porém, mesmo que este processo degenerativo acometa a biomecânica da coluna vertebral, ele seria clinicamente irrelevante se não houvesse alteração dos contornos e formato do disco intervertebral e/ou escape de seu conteúdo para o canal medular (JEFFERY et al., 2013).

A falha de vascularização adequada está fortemente correlacionada à degeneração discal, através de alterações da arquitetura dos capilares e da porosidade da placa subcondral (GRÜNHAGEN et al., 2006; JEFFERY et al., 2013). Os capilares responsáveis pela nutrição discal estão envolvidos por uma densa camada de cartilagem hialina, que é menos hidratada que outros tipos de cartilagens articulares (GRÜNHAGEN et al., 2006). No processo de envelhecimento e processo degenerativo, ocorre a mineralização da placa subcondral, que, quando grave, passa a agir como uma barreira no transporte de nutrientes (GRÜNHAGEN et al., 2006). Em humanos, a nicotina e os agonistas de cálcio foram identificados como um dos fatores de alteração da arquitetura dos capilares, assim como a arterosclerose (GRÜNHAGEN et al., 2006).

Há também um fator genético envolvido no processo degenerativo do disco intervertebral: foi descoberto que cães condrodistróficos possuem 40-50% menos proteoglicanos, 40% menos glicoproteínas e proteínas não colagenosas e de 30-50% menos sulfato de condroitina (COATES, 2000). Desse modo, o núcleo pulposo, transparente e gelatinoso, transforma-se em uma substância branco-acinzentada e fibrocartilaginosa (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010). O retrogene FGF4 foi identificado como responsável pela condrodistrofia em cães e também suscetibilidade à doença de Hansen tipo I

(BROWN et al., 2017).

Por último, o traumatismo é considerado o principal fator responsável pela doença do disco intervertebral em cães não condrodistróficos, por meio de fissuras nas camadas lamelares do ânulo fibroso (BERGKNUT et al., 2012; BRAY; BURBIDGE, 1998).

2.5.2 Patofisiologia

O processo degenerativo do disco intervertebral ocorre de formas diferentes em cães condrodistróficos e não condrodistróficos (BRISSON, 2010). Nos primeiros, ela ocorre principalmente através da metaplasia condroide, ou seja, perda dos glicosaminoglicanos (principalmente o sulfato de condroitina), aumento do colágeno e redução da água do núcleo, tornando-o mais próximo de cartilagem hialina, os quais resultam em perda das propriedades hidroelásticas do disco, tornando-o mais suscetível a lesão através da pressão (BRISSON, 2010). Ocorre transformação das células mesenquimais do núcleo pulposo e camadas internas do ânulo fibroso em células condroides (BRISSON, 2010). Este processo começa a ocorrer em 75% a 90% dos discos intervertebrais de cães condrodistróficos em até um ano de idade, enquanto os não condrodistróficos podem seguir até idades mais avançadas sem passarem por esta degeneração (BRISSON, 2010; FENN; OLBY, 2020).

As alterações supradescritas, culminam em herniação do material nuclear através de um ânulo fibroso rompido até o canal vertebral, gerando compressão e/ou contusão da medula espinhal, assim como dos nervos paravertebrais e inflamação (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010; FENN; OLBY, 2020). As forças anormais que são geradas dentro do núcleo pulposo vão produzindo pequenas rupturas das fibras lamelares, criando caminhos pelos quais o material discal anormal pode progredir até eventualmente culminar num processo de extrusão (BRISSON, 2010). Este material pode concentrar-se dorsalmente ao disco que o originou ou espalhar-se pelo canal, passando lateralmente ao ligamento longitudinal dorsal ou mesmo através deste (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010). Ele é irregular e tem aspecto quebradiço/frágil, granuloso, parecido com gesso e varia de cor entre o branco amarelado, acinzentado ou até avermelhado, caso haja

acometimento também do plexo venoso (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010). Em caso de a extrusão se tornar crônica, pode haver reabsorção deste material ou aderência fibrose deste à Dura-máter. O núcleo remanescente dentro do disco vertebral tem aspecto, à dissecação, amarelo e comumente mineralizado (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010).

Já a metaplasia fibrosa é um processo degenerativo que ocorre em todas as raças, porém é mais comum em cães não-condrodistróficos de mais de sete anos (BRISSON, 2010). Ocorre a colagenização fibrosa do núcleo pulposo e, acompanhado a isto, degeneração das fibras do ânulo fibroso, culminando na pressão do núcleo contra a porção dorsal do anel acometido, levando a protrusão discal, ventral ou ventrolateral ao ligamento longitudinal dorsal (BRISSON, 2010). Observa-se então uma estrutura firme, suave e arredondada, raramente aderida à dura-máter, gerando redução do diâmetro do canal medular (HANSEN, 1952; BRISSON, 2010).

2.5.3 Diagnóstico

A prevalência total da doença do disco intervertebral em cães é de 2,3%-3,7% das admissões aos hospitais veterinários de acordo com estudo envolvendo registros de sinistros de seguro saúde veterinário da Suíça (BERGKNUT et al., 2012; DA COSTA et al., 2020). As raças mais acometidas são o Dachshund, pequinês, beagle, cocker spaniel e buldogue francês, de pouca a meia-idade (BRISSON, 2010; FENN; OLBY, 2020).

Os sinais clínicos são um reflexo do local da lesão no canal vertebral e varia desde dor/desconforto local sem sinais neurológicos até plegia dos membros com perda de dor profunda (HANSEN, 1952; FENN; OLBY, 2020). Tipicamente, o quadro ocorre de forma aguda, com mielopatia progressiva e dolorosa (FENN; OLBY, 2020). Nos casos de discopatia cervical, a dor é o sintoma clínico mais comum (COATES, 2000). Cabeça baixa e posição do pescoço, proteção dos músculos do pescoço, alteração da marcha e espasmos dos músculos cervicais também são manifestações comuns (COATES, 2000).

Os exames complementares utilizados para o diagnóstico da doença do disco evoluíram muito ao longo do tempo, sendo mais comumente utilizada hoje em dia a tomografia computadorizada (TC) e ressonância

magnética (RM) nos locais com acesso a estes (DA COSTA et al., 2020). Apesar de ambos métodos serem úteis no diagnóstico da extrusão discal, a ressonância possui o benefício da avaliação dos tecidos moles como a medula espinhal, musculatura adjacente, nervos paravertebrais e discos intervertebrais (FENN; OLBY, 2020). Outros métodos de diagnóstico por imagem são também a radiografia, a mielografia, a epidurografia e a mielotomografia (FENN; OLBY, 2020).

O método da radiografia é utilizado de forma rotineira para a investigação de suspeitas de discopatias (DA COSTA et al., 2020). É recomendado o uso de sedação para prevenir a movimentação do paciente e permitir o posicionamento adequado (COATES, 2000; DA COSTA et al., 2020). A anestesia geral já foi recomendada porém tornou-se desnecessária com a chegada dos exames mais complexos (DA COSTA et al., 2020). Por ser um exame de triagem, a radiografia pode ser realizada com pacientes sedados, deixando a anestesia geral para exames que possam promover um diagnóstico definitivo do paciente (DA COSTA et al., 2020). Deve-se posicionar o feixe principal sobre a área de interesse e radiografar a coluna em curtos segmentos, com as projeções laterolaterais e ventrodorsais sendo as mais frequentemente utilizadas, podendo ser complementadas pelo uso das projeções oblíquas (COATES, 2000; DA COSTA et al., 2020). Alterações radiográficas sugestivas de doença do disco intervertebral são redução do espaço intervertebral, das facetas articulares e/ou do forame intervertebral, aumento da radiopacidade do forame intervertebral e presença de material discal mineralizado no canal vertebral (COATES, 2000; BRISSON, 2010; JEFFERY et al., 2013; DA COSTA et al., 2020). A presença de conteúdo discal mineralizado *in situ* é um achado controverso, já que sugere mineralização do disco, mas não necessariamente sua extrusão (COATES, 2000; BRISSON, 2010; DA COSTA et al., 2020). Foi demonstrado em estudos que a mineralização discal em animais de dois anos de idade pode ser um fator que ajudaria na previsão de herniação discal futuramente (JENSEN et al., 2008; DA COSTA et al., 2020).

A mielografia consiste em uma radiografia adquirida após injeção de contraste radiopaco no espaço subaracnóide, idealmente aquecido a

temperatura do corpo do paciente (COATES, 2000; DA COSTA et al., 2020). É uma técnica acessível já que é necessário apenas um aparelho de radiografia, porém que foi amplamente substituída por exames mais complexos, como tomografia computadorizada e ressonância, nos locais com acesso rotineiro a esses exames (DA COSTA et al., 2020). A injeção do contraste pode ser feita em cisterna cerebelomedular ou na região lombar, a depender da suspeita (COATES, 2000; GIBBONS et al., 2006; ZARDO; PROVASI; SELMI; NETO, 2010; DA COSTA et al., 2020). Para exames toracolombares, a região lombar traz melhores resultados, além de ser uma região que traz mais segurança ao exame, apesar de sua técnica de execução ser mais desafiadora (DA COSTA et al., 2020). Para um diagnóstico por meio do exame, deve-se avaliar a coluna de contraste (através de projeções radiográficas laterais, ventrodorsais e oblíquas) e se essa apresenta alargamento, espessamento, desvios, descontinuidade, assimetria, e a localização dessas alterações em relação ao disco (COATES, 2000; ZARDO; PROVASI; SELMI; NETO, 2010; DA COSTA et al., 2020). A mielografia é um procedimento invasivo que pode estar associado com alguns riscos, como alteração temporária do quadro neurológico e convulsões pós-mielografia, com este número chegando a 3% (em estudo realizado com 503 cães) de pacientes convulsionando quando utilizados baixos volumes de contraste, sendo também menor o número de pacientes com convulsões que tiveram a injeção do contraste feita pela região lombar (COATES, 2000; GIBBONS et al., 2006, DA COSTA; PARENT; DOBSON, 2011; DA COSTA et al., 2020).

A epidurografia é uma variação da mielografia, em que ocorre a injeção do contraste entre a primeira e segunda vértebras caudais, e ajuda na identificação de lesões lombossacras (COATES, 2000). Apesar de efetiva, esta técnica pode trazer resultados tanto falso-positivos quanto falso-negativos (COATES, 2000).

A tomografia computadorizada (TC) é um exame que resolve a problemática da sobreposição de estruturas que ocorre na radiografia, através da rotação do emissor de raios-X ao redor do paciente, tendo um pós-processamento de imagem por um computador e criando imagens em

fatias livres de sobreposição (TIDWELL, A. S.; JONES, J. C., 1999; DA COSTA; SAMII, 2010; DA COSTA et al., 2020). A tomografia pode ser realizada por meio de três técnicas, a tomografia sem contraste, com contraste intra-venoso e com contraste subaracnóide (mielotomografia) (DA COSTA et al., 2020; FENN; OLBY, 2020). A mielotomografia utiliza-se de volume 25-50% menor do que a mielografia, sendo, portanto, mais segura (DA COSTA et al., 2020). Em relação à ressonância magnética, a TC tem benefícios como maior disponibilidade no mercado, menor custo e tempo de execução e tem o potencial de obtenção de cortes mais finos e reformatação das imagens para aumentar a chance de diagnóstico (OLBY et al., 2000; BRISSON, 2010; DA COSTA; SAMII, 2010; DA COSTA et al., 2020). Porém, no caso do exame tomográfico não ser conclusivo, pode-se utilizar a mielotomografia ou RM (DA COSTA et al., 2020). Das técnicas tomográficas, a não contrastada é a mais utilizada em estudos de avaliação de DDIV (OLBY et al., 2000; DA COSTA et al., 2020). Nestes casos, o disco se apresenta com uma atenuação de tecidos moles uniforme, e não há diferenciação entre núcleo pulposo e ânulo fibroso, a não ser em casos onde o núcleo esteja mineralizado (OLBY et al., 2000; DA COSTA et al., 2020). Do mesmo jeito, não há diferenciação da atenuação entre os componentes do canal vertebral, a medula espinhal, líquido e meninges, sendo então necessária a introdução de contraste intra-tecal para esta avaliação (DA COSTA et al., 2020). Já a gordura epidural pode ser diferenciada por ter atenuação gordura, e não tecidos moles (OLBY et al., 2000; DA COSTA et al., 2020). A extrusão discal mineralizada pode ser avaliada por TC através da presença de uma massa heterogênea e de atenuação elevada/mineral em canal vertebral (OLBY et al., 2000; BRISSON, 2010; DA COSTA et al., 2020).

Por fim, o último dos exames de imagem aqui descritos é a ressonância magnética, esta considerada o exame padrão ouro na identificação da doença do disco intervertebral (BRISSON, 2010; COATES, 2000; DA COSTA et al., 2020). A formação da imagem na ressonância magnética ocorre secundária ao alinhamento dos prótons de hidrogênio corpóreos ao campo magnético produzido pelo aparelho de ressonância

magnética. Este alinhamento é, então, interrompido por pulsos de radiofrequência. Ao retornarem ao seu posicionamento inicial, estes prótons produzem sinais de rádio. O contraste do tecido ocorre, então, a partir das diferentes taxas com as quais os núcleos se realinham com o campo magnético produzido pelo aparelho (TIDWELL, A. S.; JONES, J. C., 1999; DA COSTA; SAMII, 2010; MAI, 2018). A possibilidade de manipulação da imagem favorecendo diferentes tipos de tecidos moles permite a sua distinção pelo exame de ressonância, evidenciando ligamentos, medula óssea, líquido sinovial, gordura epidural, nervos, parênquima da medula espinhal, líquido e as camadas dos discos intervertebrais (TIDWELL, A. S.; JONES, J. C., 1999; DA COSTA; SAMII, 2010; DA COSTA et al., 2020). Uma desvantagem deste exame em relação à TC é: quanto mais planos de aquisição deseja-se adquirir, maior será o tempo de estudo (DA COSTA et al., 2020). Porém, enquanto a mielografia, tomografia computadorizada e mielotomografia podem não ser capazes de detectar a DDIV, dificilmente a ressonância magnética terá um resultado de falso negativo (DA COSTA et al., 2020). O núcleo pulposo normal aparece à RM como uma área elipsoide na aquisição sagital T2. Quando degenerado, este disco perde sua intensidade de sinal e torna-se iso a hipointenso em relação ao ânulo fibroso (DA COSTA et al., 2020; DA COSTA; SAMII, 2010). Já o núcleo pulposo extruído apresenta-se como uma massa hipointensa no espaço epidural nas ponderações T1 e T2 (DA COSTA et al., 2020; DA COSTA; SAMII, 2010). A RM permite a identificação do disco intervertebral degenerado antes do processo de mineralização, identificando a DDIV antes da radiografia e TC (DA COSTA; SAMII, 2010). É possível também identificar lesões causadas à medula espinhal pelo disco intervertebral extruído, através de alteração em seu sinal nas diferentes ponderações (DA COSTA et al., 2020; DA COSTA; SAMII, 2010). Pacientes com hipersinal medular têm um prognóstico mais desfavorável do que os pacientes com ausência de nocicepção (DA COSTA; SAMII, 2010; DA COSTA et al., 2005).

A coleta de líquido cefalorraquidiano pode ser feita previamente à injeção de contraste (no caso de mielografia/mielotomografia) (BRISSON, 2010; COATES, 2000). É recomendada que esta seja realizada caudalmente

ao ponto da lesão suspeitada. A análise pode trazer resultados como pleocitose e aumento da concentração de proteínas (COATES, 2000; BRISSON, 2010; DEWEY; DA COSTA, 2017).

A composição química ao histopatológico do material extradural herniado é idêntica à do material discal remanescente, confirmando assim o quadro de extrusão discal (BRISSON, 2010). Porém, a avaliação citológica do material discal extruído demonstra resultados bastante variados, com presença frequente de células espondiloides displásticas demonstrando critérios de malignidade, sugerindo que a citologia deste material não permite a diferenciação entre um processo de extrusão discal de uma neoplasia mesenquimal, descartando a citologia intraoperatória como um exame diagnóstico (ROYAL et al., 2009).

2.5.4 Tratamento

O tratamento da doença do disco intervertebral pode seguir por dois caminhos: o tratamento conservativo ou a intervenção cirúrgica (COATES, 2000; BRISSON, 2010; JEFFERY et al., 2013). A decisão ainda é controversa, já que a medula vertebral mostra-se capaz de funcionar de forma satisfatória mesmo quando comprimida em algum grau, porém o limite para o qual esta função torne-se comprometida ainda não é conhecido (JEFFERY et al., 2013). O tratamento conservativo é indicado em casos de primeiro episódio (não reincidência) ou casos de paresia leve (COATES, 2000), e consiste em restrição dos exercícios (por meio de confinamento do paciente), fisioterapia, analgésicos, relaxantes musculares, anti-inflamatórios e a substituição da coleira e guia no pescoço por peitoral de passeio (nos casos de doença cervical) , podendo o tratamento durar até três meses (COATES, 2000; BRISSON, 2010; JEFFERY et al., 2013).

Já a abordagem cirúrgica é indicada em casos de dor persistente ou déficits neurológicos moderados a graves (DEWEY; DA COSTA, 2017). A descompressão medular é feita através de uma abertura do corpo vertebral ou da lâmina dorsal e processo espinhoso na altura do disco intervertebral, e retirado o material extruído para o canal medular, e pode ser combinada com a técnica de fenestração do disco em coluna cervical (DEWEY; DA COSTA, 2017). Neste caso, ocorre a retirada do material do núcleo pulposo através

de uma abertura do ânulo fibroso ventral, em região cervical, e dorsal, em região toracolombar, ajudando assim na prevenção da recorrência dos sinais clínicos (JEFFERY et al., 2013; COATES, 2000; DEWEY; DA COSTA, 2017).

2.6. Miosite

2.6.1 Etiologia

Em humanos, as lesões musculares ocorrem principalmente secundárias a traumatismo, muitas vezes durante a prática de esportes (JÄRVINEN et al., 2005). A dor no pescoço/cervical gera grande impacto nas atividades diárias, e a musculatura cervical é um fator potencial de causa desta afecção (SNODGRASS et al., 2022). Estas lesões de musculatura podem ser causadas por um processo de contusão, distensão ou laceração. É uma alteração que se origina, portanto, principalmente do trauma ou esforço excessivo (JÄRVINEN et al., 2005).

Em casos subagudos ou crônicos, as fibras musculares sofrem processo de degeneração. A degeneração em cães é caracterizada por atrofia muscular e aumento da ocupação de tecido adiposo entre as fibras musculares (LERER et al., 2015). O processo de atrofia pode ser refletido em dois padrões possíveis: miogênica ou neurogênica (BIERRY et al., 2008).

Uma revisão sistemática sobre o tema na medicina humana correlaciona esta alteração com pacientes que apresentam apenas dor lombar crônica (GOUBERT; OOSTERWIJCK; MEEUS; DANNEELS, 2016), não sendo encontrada correlação em pacientes com dor lombar aguda ou recorrente.

2.6.2 Patofisiologia

A injúria muscular, ou miosite, seja ela por contusão, distensão ou laceração, passa pelas seguintes fases: destruição, reparo e remodelamento. Na fase de destruição, pode ocorrer ruptura muscular, necrose das miofibras e inflamação muscular (JÄRVINEN et al., 2005).

A necrose das miofibras pode ocorrer após uma injúria muscular que

rompa o sarcoplasma. Poderia-se esperar que esta lesão se estendesse por toda a miofibrila, que é composta por células longas, porém, devido às bandas de contração (que realizam esta “contenção de danos”), a lesão torna-se uma alteração focal, já que as bandas de contração interrompem o processo, vedando a ruptura da membrana plasmática e formando uma barreira protetora, permitindo sua reparação (JÄRVINEN et al., 2005).

Já a inflamação muscular pode ocorrer por meio da lesão do tecido vascular local, permitindo a infiltração das células inflamatórias de origem sanguínea no tecido lesionado, porém a expressão de citocinas e fatores de crescimento também pode ser induzida no músculo esquelético por estímulos fisiológicos como alongamento externo ou carga mecânica (já que estes geram micro-traumas) (JÄRVINEN et al., 2005). Inicia-se então uma reação inflamatória após a liberação de diversas substâncias quimioatrativas. É interessante fazer uma menção especial ao trabalho dos macrófagos, que iniciam a proteólise e fagocitose do tecido necrótico de forma bastante específica em relação às áreas de necrose, deixando as miofibrilas saudáveis intactas para formação de novas miofibrilas (JÄRVINEN et al., 2005).

Em caso de injúrias musculares subagudas ou crônicas, as fibras musculares sofrem processo de degeneração resultando em atrofia, podendo esta ser classificada como miogênica ou neurogênica. A atrofia miogênica pode ser causada por fatores infecciosos, congênitos, inflamatórios ou trauma (BIERRY et al., 2008). No caso da alteração do disco intervertebral, esta pode gerar aumento da amplitude de movimento das estruturas espinhais envolvidas, levando a stress das estruturas musculares, resultando em processo degenerativo direto, a atrofia miogênica, como também pode levar ao acometimento de estruturas neurais, que resultarão na atrofia neurogênica, já que musculaturas que não são inervadas, degeneram-se (BIERRY et al., 2008).

2.6.3 Diagnóstico

Na atrofia miogênica, a tomografia pode demonstrar redução da densidade muscular, sem alterações em seu formato. A ressonância magnética mostra sinal hiperintenso nas imagens ponderadas em T2 e

demonstram realce após injeção do contraste (gadolínio) (BIERRY et al., 2008).

Na atrofia neurogênica, a tomografia demonstra perda de volume muscular com alterações em seus contornos, porém com pouca redução de sua densidade. Já pela RM, observa-se também hipersinal em T2, porém nota-se hipossinal na ponderação T1 e acentuado realce ao contraste de gadolínio (BIERRY et al., 2008).

Podem ser utilizados também a mensuração de creatina quinase (CK) sérica (quando estão elevadas podem sugerir lesão muscular) e testes eletrodiagnósticos, como a eletromiografia. Esta, porém, pode trazer resultados de alteração tanto em casos de miopatias quanto de neuropatias (DEWEY; DA COSTA, 2017).

À análise histopatológica, observa-se na atrofia miogênica degeneração muscular, sinais de regeneração, células inflamatórias crônicas dispersas, fibrose e áreas focais de tecido adiposo entremeado às fibras degeneradas. Já na atrofia neurogênica, a distribuição das fibras atrofiadas é mais focal, e são menores e anguladas, enquanto as fibras adjacentes permanecem normais, sendo observadas também áreas de infiltração de tecido adiposo de permeio às estruturas degeneradas (BIERRY et al., 2008).

2.6.4 Tratamento

A recuperação de lesões musculares cursa com um processo de reparação em que há substituição do tecido lesionado por um tecido diferente do que lá havia anteriormente, gerando uma cicatriz (diferentemente do tecido ósseo, que sofre regeneração, com formação de calo ósseo composto por tecido idêntico ao original) (JÄRVINEN et al., 2005).

Pode-se realizar tratamento medicamentoso, através de anti-inflamatórios não-esteroidais (AINEs) ou glicocorticoides, evitando seu uso a longo termo, o qual pode ser prejudicial para a regeneração muscular e para o sistema gastro-intestinal (JÄRVINEN et al., 2005; DEWEY; DA COSTA, 2017). Os glicocorticoides, porém, podem levar a retardo da regeneração muscular e eliminação do tecido necrótico e hematoma, podendo levar a redução biomecânica da força muscular, portanto, devem ser utilizados com

cautela (JÄRVINEN et al., 2005).

O ultrassom terapêutico também é uma opção no tratamento da injúria muscular, funcionando como auxílio na redução da dor e levando a melhora da regeneração muscular (JÄRVINEN et al., 2005).

2.7. Radiculopatia

2.7.1 Etiologia

A radiculopatia é mais frequentemente associada à doença do disco intervertebral, e também à alterações neoplásicas, como tumores de bainha nervosa (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019), tendo como etiologia também o traumatismo, alterações proliferativas ósseas, processos inflamatórios e doenças degenerativas (SCHACHAR et al., 2024).

2.7.2 Patofisiologia

Ainda pouco conhecida, supõe-se que a radiculopatia seja uma alteração multifatorial, por contribuição de fatores inflamatórios, vasculares e compressivos das raízes nervosas (COREY; COMEAU, 2014; SCHACHAR et al., 2024). Alterações no sistema vascular são causadas por compressões mecânicas, por exemplo no processo de hérnia lateralizada, gerando inicialmente congestão das veias, estas mais sensíveis à pressão, e posteriormente, obstrução da perfusão das vênulas e capilares, reduzindo assim o fluxo sanguíneo para as raízes nervosas, levando a isquemia, inflamação e edema. Além de toda a alteração vascular supradescrita, a compressão mecânica e consequente deformação das fibras nervosas também pode ser responsável pelo desenvolvimento de um bloqueio axonal e desmielinização (por meio de cargas ectópicas e morte axonal) (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019), porém a compressão direta pode não necessariamente gerar dor radicular caso o gânglio da raiz dorsal não seja acometido (COREY; COMEAU, 2014). A depender do tempo e intensidade da compressão, o processo da lesão pode se tornar irreversível, com substituição do tecido nervoso por fibrose, e portanto, alteração permanente dos impulsos nervosos e da percepção de dor (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

Após a compressão, alguns mediadores inflamatórios, como as citocinas inflamatórias, fator de necrose tumoral α (TNF- α) e óxido nítrico sintase são importantes no desenvolvimento da dor radicular, levando a radiculite química (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

As raízes nervosas, quando acometidas, por serem a transição do sistema nervoso central para periférico, podem gerar alterações na sensibilização central e periférica, ou seja, pode ocorrer uma redução ou aumento do limiar de excitabilidade dos neurônios, gerando assim, alodinia ou hiperalgesia, devido à atividade desequilibrada dos neurotransmissores (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

2.7.3 Diagnóstico

Cães que passam por cirurgias cervicais podem apresentar radiculopatias associadas à doença do disco intervertebral em 25-50% dos casos (SCHACHAR et al., 2024).

Um dos sintomas clínicos é manifestado através do ato de o paciente “poupar” o membro, mantendo-o elevado, chamado em inglês de “*nerve root signature*”, ou assinatura da raiz nervosa (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019). Dismetria também pode ser observada, porém a doença inicia-se principalmente com claudicação, dificultando o diagnóstico e seu diferencial para doenças ortopédicas. Uma boa anamnese e exame ortopédico e neurológico ajudam na identificação da doença (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

O eletrodiagnóstico, como a eletromiografia e a condução nervosa motora e sensorial, podem ser utilizadas no caso de atrofia musculares significativas, hiperestesias ou outros achados anormais ao exame neurológico (DEWEY; DA COSTA, 2017; EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

A ressonância magnética é o exame de eleição para a identificação de hérnia de disco e radiculopatia (COREY; COMEAU, 2014), tendo a tomografia computadorizada como outro possível exame (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019; COREY; COMEAU, 2014).

A depender da origem da lesão nervosa, biópsia ou procedimento cirúrgico podem ser considerados, a correlacionar com a evolução da

doença e expectativas do tutor (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

2.7.4 Tratamento

O tratamento da radiculopatia depende de sua origem, por exemplo, no caso da doença do disco intervertebral como causa da radiculopatia, esta deve ser tratada e, caso não haja resposta ao tratamento conservativo, abordagens mais invasivas, como a cirurgia, devem ser consideradas (COREY; COMEAU, 2014; EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019). No caso de radiculopatias de origem tumoral, pode-se optar por procedimento cirúrgico associado a radioterapia (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

É muito importante, porém, considerar o protocolo de manejo de dor. Mesmo que o fator de origem não ser controlado, deve-se realizar o manejo sintomático da dor, seja ele através de fármacos, como analgésicos, AINEs, glicocorticóides, gabapentina, pregabalina, ou tratamentos locais como injeções de anestésicos ou anti-inflamatórios (COREY; COMEAU, 2014; EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019; EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019). Pode-se utilizar também de tratamentos não farmacológicos como produtos sanguíneos (como plasma rico em plaquetas), fisioterapia, acupuntura, e terapia de frio e calor, sendo estes mais eficazes quando associados aos tratamentos farmacológicos (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, portanto, visa entender se existe alteração da musculatura e inervação paravertebrais em cães com doença do disco intervertebral.

4. HIPÓTESE E OBJETIVOS

4.1 Hipótese

Neste trabalho, trazemos a hipótese de que cães com doença do disco intervertebral apresentam maior frequência de alteração muscular cervical do que cães saudáveis. Outra hipótese é que a inervação paravertebral adjacente aos pontos de doença do disco intervertebral apresenta edema/ingurgitamento, e conseqüente aumento do seu diâmetro, em relação à inervação adjacente aos discos saudáveis.

4.2 Objetivo geral

Correlacionar a presença de doença do disco intervertebral com alteração do diâmetro da inervação paravertebral e do sinal da musculatura paravertebral.

4.3 Objetivo específico

Identificar presença ou ausência de hipersinal da musculatura paravertebral cervical por ressonância magnética. Mensurar e comparar o diâmetro dos nervos paravertebrais de pacientes saudáveis e acometidos pela doença do disco intervertebral.

4.4 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

ODS 3.4 - O diagnóstico prévio e preciso das doenças em coluna e estruturas paravertebrais (como as radiculopatias) possibilita a instituição de um tratamento adequado e, conseqüentemente, bem-estar animal, contribuindo para a saúde mental dos tutores.

5. REFERÊNCIAS¹

BARTLETT, R. J.; HILL, C. R.; GARDINER, E. A comparison of T2 and gadolinium enhanced MRI with CT myelography in cervical radiculopathy. *The British Journal of Radiology*, [S. l.], v. 71, n. 841, p. 11–19, jan. 1998. DOI: 10.1259/bjr.71.841.9534693

BERGKNUT, N. et al. Incidence of intervertebral disk degeneration-related diseases and associated mortality rates in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 240, n. 11, p. 1300-1309, 1 jun. 2012. DOI: 10.2460/javma.240.11.1300.

BERGKNUT, N. et al. The dog as an animal model for intervertebral disc degeneration? *Spine*, v. 37, n. 5, p. 351-358, 1 mar. 2012. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31821e5665.

BIERRY, G. et al. Disorders of paravertebral lumbar muscles: from pathology to cross-sectional imaging. *Skeletal Radiolog**, v. 37, n. 11, p. 967-977, nov. 2008. DOI: 10.1007/s00256-008-0494-8.

BONO, C. M. et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of cervical radiculopathy from degenerative disorders. *The Spine Journal : Official Journal of the North American Spine Society*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 64–72, jan. 2011. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.10.023

BORRELLA-ANDRÉS, S. et al. Manual Therapy as a Management of Cervical Radiculopathy: A Systematic Review. *BioMed research international*, v. 2021, 9936981, 3 jun. 2021. DOI: 10.1155/2021/9936981.

BRAY, J. P.; BURBIDGE, H. M. The canine intervertebral disk. Part Two: Degenerative changes - nonchondrodystrophoid versus

chondrodystrophoid disks. *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 34, n. 2, p. 135-144, mar./abr. 1998. DOI: 10.5326/15473317-34-2-135.

BRISSON, B. A. Intervertebral Disc Disease in Dogs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 40, n. 5, p. 829–858, set. 2010. DOI: 10.1016/j.cvsm.2010.06.001.

BROWN, E. A. et al. FGF4 retrogene on CFA12 is responsible for chondrodystrophy and intervertebral disc disease in dogs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*,¹ v. 114, n. 43, p. 11476-11481, 24 out. 2017. DOI: 10.1073/pnas.1709082114.

COATES, J. R. Intervertebral disk disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 30, n. 1, p. 77-110, jan. 2000. DOI: 10.1016/s0195-5616(00)50004-7.

COLVILLE, T.; BASSERT, J. M. *Anatomia e fisiologia clínica em medicina veterinária*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

COREY, D. L.; COMEAU, D. Cervical radiculopathy. *Medical Clinics of North America*, v. 98, n. 4, p. 791-799, jul. 2014. DOI: 10.1016/j.mcna.2014.04.001.

DA COSTA, R. C. et al. Prognostic value of magnetic resonance imaging in dogs with paraplegia caused by thoracolumbar intervertebral disk extrusion: 77 cases (2000–2003). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 227, p. 1454–1460, 2005.

DA COSTA, R. C.; SAMII, V. F. Advanced imaging of the spine in small animals. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 40, n. 5, p. 765-790, set. 2010. DOI: 10.1016/j.cvsm.2010.05.002.

DA COSTA, R. C.; PARENT, J. M.; DOBSON, H. Incidence of and risk factors for seizures after myelography performed with iohexol in dogs: 503 cases (2002-2004). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 238, n. 10, p. 1296-1300, 15 maio 2011. DOI: 10.2460/javma.238.10.1296.

DA COSTA, R. C. et al. Diagnostic Imaging in Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 7, p. 588338, 22 out. 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.588338.

DEWEY, C. W.; DA COSTA, R. C. *Neurologia Canina e Felina - guia prático*. 3. ed. São Paulo: Guará, 2017.

DONE, S. H. *Atlas colorido de anatomia veterinária do cão e gato*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

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

EBERHARDT, L.; GUEVAR, J.; FORTERRE, F. Das Nervenwurzelsyndrom beim Kleintier [The nerve root syndrome in small animals - A review focussing on pathophysiology and therapy in the dog]. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere Heimtiere*, v. 47, n. 5, p. 344-357, out. 2019. DOI: 10.1055/a-1010-0111.

FENN, J.; OLBY, N. J. Classification of Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 7, p. 579025, 6 out. 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.579025.

FUNAOKA, S. et al. Comparison of the width of the intervertebral disc space and radiographic changes before and after intervertebral fenestration in dogs. *Journal of Veterinary Medical Science*, v. 53, n. 1, p. 11–15, fev. 1991. DOI: 10.1292/jvms.53.11.

FUNKQUIST, B. Thoraco-lumbar disk protrusion with severe cord compression in the dog. Clinical and patho-anatomic observations with special reference to the rate of development of the symptoms of motor loss. *Acta Vet Scand*, v. 3, p. 256-74, 1962.

GIBBONS, S. E. et al. The value of oblique versus ventrodorsal myelographic views for lesion lateralisation in canine thoracolumbar disc disease. *Journal of Small Animal Practice*, v. 47, n. 11, p. 658-662, nov. 2006. DOI: 10.1111/j.1748-5827.2006.00067.x.

GOUBERT, D.; OOSTERWIJCK, J. V.; MEEUS, M.; DANNEELS, L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. *Pain Physician*, v. 19, n. 7, p. E985–E1000, 2016.

GRIFFITHS, I. R. Some aspects of the pathology and pathogenesis of the myelopathy caused by disc protrusions in the dog. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, v. 35, p. 403-413, 1972.

GRÜNHAGEN, T. et al. Nutrient supply and intervertebral disc metabolism. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, v. 88, Supl. 2, p. 30-35, abr. 2006. DOI: 10.2106/JBJS.E.01290.

HANSEN, H. J. A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. *Acta Orthop Scand Suppl*, v. 11, p. 1-117, 1952. doi: 10.3109/ort.1952.23.suppl-11.01. PMID: 14923291.

JÄRVINEN, T. A. et al. Muscle injuries: biology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 5, p. 745-764, maio 2005. DOI: 10.1177/0363546505274714.

JEFFERY, N. D. et al. Intervertebral disk degeneration in dogs:

consequences, diagnosis, treatment, and future directions. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 27, n. 6, p. 1318-1333, nov./dez. 2013. DOI: 10.1111/jvim.12183.

JENSEN, V. F. et al. Quantification of the association between intervertebral disk calcification and disk herniation in Dachshunds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 233, n. 7, p. 1090-1095, 1 out. 2008. DOI: 10.2460/javma.233.7.1090.

KING, A. S.; SMITH, R. N. A comparison of the anatomy of the intervertebral disc in dog and man. *British Veterinary Journal*, v. 111, p. 135-149, 1955.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. *Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido* [recurso eletrônico]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

KRAFT, S. et al. Magnetic resonance imaging characteristics of peripheral nerve sheath tumors of the canine brachial plexus in 18 dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, v. 48, n. 1, p. 1-7, jan.-fev. 2007. doi: 10.1111/j.1740-8261.2007.00195.x. PMID: 17236352.

LERER, A. et al. MRI-based relationships between spine pathology, intervertebral disc degeneration, and muscle fatty infiltration in chondrodystrophic and non-chondrodystrophic dogs. *The Spine Journal*, v. 15, n. 11, p. 2433-2439, 1 nov. 2015. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.08.014.

MAI, W. *Diagnostic MRI in Dogs and Cats*. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018. DOI: 10.1201/9781315121055.

MAY, D. A. et al. Abnormal signal intensity in skeletal muscle at MR imaging: patterns, pearls and pitfalls. *RadioGraphics*, v. 20, n. S1, p. S295, 2000. doi: 10.1148/radiographics.20.suppl_1.g00oc18s295.

MILLER, M. E. *Guide to the dissection of the dog*. [s.l.] Independently Published, 2020.

MORRISON, E. J.; BARON-CHAPMAN, M. L.; CHALKLEY, M. MRI T2/STIR epaxial muscle hyperintensity in some dogs with intervertebral disc extrusion corresponds to histologic patterns of muscle degeneration and inflammation. *Vet Radiol Ultrasound*, v. 62, n. 2, p. 150-160, 2021. doi: 10.1111/vru.12932.

OLBY, N. J. et al. The computed tomographic appearance of acute thoracolumbar intervertebral disc herniations in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 41, n. 5, p. 396-402, set./out. 2000. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2000.tb01860.x.

PLATT, S. R. et al. Magnetic resonance imaging and ultrasonography in the diagnosis of a malignant peripheral nerve sheath tumor in a dog. *Vet Radiol Ultrasound*, v. 40, n. 4, p. 367-71, jul.-ago. 1999. doi: 10.1111/j.1740-8261.1999.tb02128.x. PMID: 10463831.

PLATT, S. R. et al. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of canine inflammatory myopathies in three dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 47, n. 6, p. 532-537, 2006. DOI: 10.1111/j.1740-8261.2006.00181.x

ROYAL, A. B. et al. Cytologic and histopathologic evaluation of extruded canine degenerate disks. *Veterinary Surgery*, v. 38, p. 798–802, 2009.

SCHACHAR, J. et al. Clinical and imaging findings in dogs with nerve root signature associated with cervical intervertebral disc herniation. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 38, n. 2, p. 1111-1119, mar./abr. 2024. DOI: 10.1111/jvim.16982.

SETHER, L. A. et al. Canine intervertebral disks: correlation of anatomy and MR imaging. *Radiology*, v. 175, n. 1, p. 207-211, 1990.

SHARIR, A.; MILGRAM, J.; SHAHAR, R. Structural and functional anatomy of the neck musculature of the dog (*Canis familiaris*). *Journal of Anatomy*, v. 208, n. 3, p. 331-351, mar. 2006. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2006.00533.x.

SNODGRASS, S. J. et al. Greater muscle volume and muscle fat infiltrate in the deep cervical spine extensor muscles (multifidus with semispinalis cervicis) in individuals with chronic idiopathic neck pain compared to age and sex-matched asymptomatic controls: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 23, n. 1, p. 973, 2022. DOI: 10.1186/s12891-022-05924-3

SUN, D.; LIU, P.; CHENG, J.; MA, Z.; LIU, J.; QIN, T. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 167, abr. 2017. DOI: 10.1186/s12891-017-1522-4

TIDWELL, A. S.; JONES, J. C. Advanced imaging concepts: a pictorial glossary of CT and MRI technology. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, v. 14, n. 2, p. 65-111, maio 1999. DOI: 10.1016/s1096-2867(99)80008-5.

ZARDO, K. M.; PROVASI, A.; SELMI, A. L.; NETO, J. P. A. Contribuição das projeções oblíquas em mielografias de pequenos animais para a localização de lesões medulares causadas por processo degenerativo do disco intervertebral. *Ciência Rural*, v. 40, n. 11, p. 2324-2331, 2010. DOI: 10.1590/s0103-84782010001100012.

CAPÍTULO 2

AVALIAÇÃO POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DOS MÚSCULOS E NERVOS PARAVERTEBRAIS EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL CERVICAL

MAGNETIC RESONANCE EVALUATION OF PARAVERTEBRAL MUSCLES AND NERVES IN DOGS WITH CERVICAL INTERVERTEBRAL DISC DISEASE

Oliveira, L. F.

Resumo

Este estudo tem como objetivo propiciar um relato de medidas da inervação paravertebral e investigar a prevalência de acometimento desta em pacientes com doença do disco intervertebral (DDIV) cervical, além de pesquisar a prevalência de hipersinal muscular. Foram avaliadas imagens de ressonância magnética da cervical de pacientes caninos de variadas raças, portes e idades, de forma retrospectiva e prospectiva. Os pacientes foram separados em grupo controle (9 animais), e grupo acometido (16 animais), os quais foram atendidos no Hospital Veterinário - FMVZ - UNESP - Botucatu - SP. Utilizou-se o aparelho Vet-MR Grande (Esaote®) 0,25T com quatro canais de radiofrequência. Foram encontrados resultados que sugerem que cães com DDIV têm maior tendência a apresentar hipersinal muscular do que cães saudáveis. Em relação ao espaço intervertebral de C2-3, existe uma forte tendência de cães com DDIV terem a inervação paravertebral diminuída em relação aos cães saudáveis. Os nervos do lado acometido pela doença do disco intervertebral apresentam a tendência de terem diâmetro menor do que os nervos do lado não acometido. Os espaços intervertebrais acometidos pela DDIV que mais apresentaram assimetria do diâmetro neural foram C6-7 e C4-5. Estes achados corroboram com os artigos sobre o assunto em medicina humana. A avaliação dos nervos pela ressonância magnética teve uma reprodutibilidade dos resultados razoável pelo avaliador secundário.

Palavras-chave: diâmetro neural; discopatia; inervação paravertebral; hipersinal muscular

Abstract

This study aims to report paravertebral innervation measurements and investigate the prevalence of involvement in patients with cervical intervertebral disc disease (IVDD), in addition to investigating the prevalence of muscle hypersignal. Magnetic resonance images of the cervical spine of canine patients of various breeds, sizes and ages were evaluated retrospectively and prospectively. The patients were divided into a control group (9 animals) and an affected group (16 animals), which were treated at the Veterinary Hospital - FMVZ - UNESP - Botucatu - SP. The Vet-MR Grande (Esaote®) 0.25T device with four radiofrequency channels was used. Results suggested that dogs with IVDD have a greater tendency to present muscle hypersignal than healthy dogs. Regarding the intervertebral space of C2-3, there is a strong tendency for dogs with IVDD to have smaller paravertebral innervation compared to healthy dogs. The nerves on the side affected by intervertebral disc disease tend to have a smaller diameter than the nerves on the unaffected side. The intervertebral spaces affected by IVDD that presented the most asymmetry in neural diameter were C6-7 and C4-5. These findings corroborate articles on the subject in human medicine. The evaluation of nerves by magnetic resonance imaging had reasonable reproducibility of results by the secondary evaluator.

Keywords: discopathy; muscle hyperintensity; neural diameter; paravertebral innervation

1. INTRODUÇÃO

A degeneração do disco intervertebral é uma alteração que ocorre de forma natural com a idade (DONE, 2010). Os sinais clínicos da doença do disco intervertebral são um reflexo do local da lesão no canal vertebral e variam desde dor/desconforto local sem sinais neurológicos até plegia dos membros com perda de dor profunda (HANSEN, 1952; FENN; OLBY, 2020). Nos casos de discopatia cervical, a dor é o sintoma clínico mais comum (COATES, 2000).

Em humanos, as lesões musculares se originam principalmente do trauma ou esforço excessivo (JÄRVINEN et al., 2005). Em casos subagudos ou crônicos, as fibras musculares sofrem processo de degeneração (LERER et al., 2015). No caso da alteração do disco intervertebral, esta pode gerar aumento da amplitude de movimento das estruturas espinhais envolvidas, levando a stress das estruturas musculares, resultando em processo degenerativo direto, a atrofia miogênica, como também pode levar ao acometimento de estruturas neurais, que resultarão na atrofia neurogênica (BIERRY et al., 2008).

Ainda pouco conhecida, supõe-se que a radiculopatia seja uma alteração multifatorial, por contribuição de fatores inflamatórios, vasculares e compressivos das raízes nervosas (SCHACHAR et al., 2024). Alterações no sistema vascular são causadas por compressões mecânicas da vascularização, reduzindo assim o fluxo sanguíneo para as raízes nervosas, levando a isquemia, inflamação e edema. A compressão mecânica direta e consequente deformação das fibras nervosas também é responsável pelo desenvolvimento de um bloqueio axonal e desmielinização, podendo desenvolver cargas ectópicas e morte axonal (EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019).

A ressonância magnética é o exame de eleição para identificação de hérnia de disco e radiculopatia (BIERRY et al., 2008; FENN; OLBY, 2020; COREY; COMEAU, 2014), tendo a tomografia computadorizada como outro possível exame (BIERRY et al., 2008; EBERHARDT; GUEVAR; FORTERRE, 2019; COREY; COMEAU, 2014).

O objetivo deste trabalho foi correlacionar a presença de doença do

disco intervertebral com alteração do diâmetro da inervação paravertebral e do sinal da musculatura paravertebral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado de forma retrospectiva e prospectiva através dos dados via PACS do setor de Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) - Câmpus de Botucatu, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Os aspectos éticos recomendados pelo Conselho Nacional de Experimento Animal (CONCEA) foram considerados em cada etapa desse estudo, tendo sido aprovado pela Comissão Institucional de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo nº 000.189.

Foram utilizados para esta pesquisa paciente caninos de diferentes raças, idades e portes, que apresentavam ou não alteração de doença do disco intervertebral em região cervical e que realizaram o exame de ressonância magnética no Hospital Veterinário da FMVZ da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Foram avaliados 25 pacientes caninos, nove para o grupo controle, sem doença do disco intervertebral, e 16 para estudo comparativo, que apresentavam doença do disco intervertebral. Os pacientes foram anestesiados pela equipe de Anestesiologia do mesmo hospital.

O equipamento utilizado para aquisição das imagens cervicais dos pacientes foi um Vet-MR Grande 0,25T, com quatro canais de radiofrequência, da marca Esaote®. Foram incluídos no estudo apenas pacientes que possuíam as sequências transversal ponderada em T1 e T2, sagital ponderada em T1 e T2 e dorsal ponderada em STIR. O sistema utilizado para manipulação das imagens foi visualizador Synapse da FMVZ-UNESP, e as medidas foram aferidas através da ferramenta "Régua".

Para a pesquisa por doença do disco intervertebral, inicialmente, fez-se uma avaliação das imagens nas ponderações T1, T2 e STIR no corte sagital para identificação de suspeita de DDIV (doença do disco intervertebral) (Fig. 1). Após visualizadas áreas sugestivas de DDIV, são avaliadas então as imagens transversais das determinadas regiões para diagnóstico desta alteração. Em pacientes que não apresentam imagem

sugestiva de doença do disco intervertebral, é feita uma avaliação de todos os discos intervertebrais contemplados na imagem para confirmação de ausência da doença. Foram estudados, de forma qualitativa/visual, todos os nervos paravertebrais passíveis de avaliação nos cortes transversais, sendo classificados em normal, aumentado, diminuído ou não passível de avaliação.

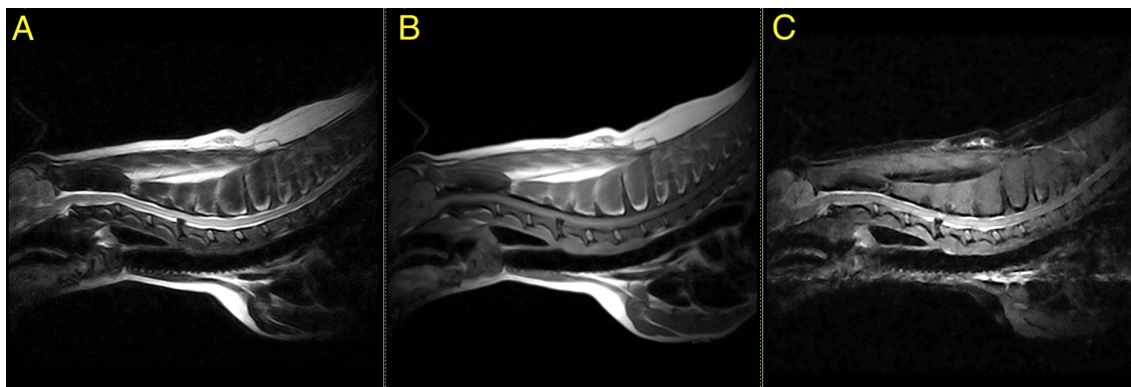


Figura 1. Avaliação paralela da cervical no corte sagital nas ponderações T2 (A), T1 (B) e STIR (C). (Fonte: Acervo UNESP)

Para a avaliação morfológica da musculatura paravertebral, foi feita uma análise visual da intensidade do sinal através de comparação entre os antímeros (direito e esquerdo) do paciente e também entre as diferentes musculaturas cervicais. Para esta análise foi utilizada a ponderação STIR em corte dorsal e sagital e a ponderação T2 em corte transversal (Fig. 2).

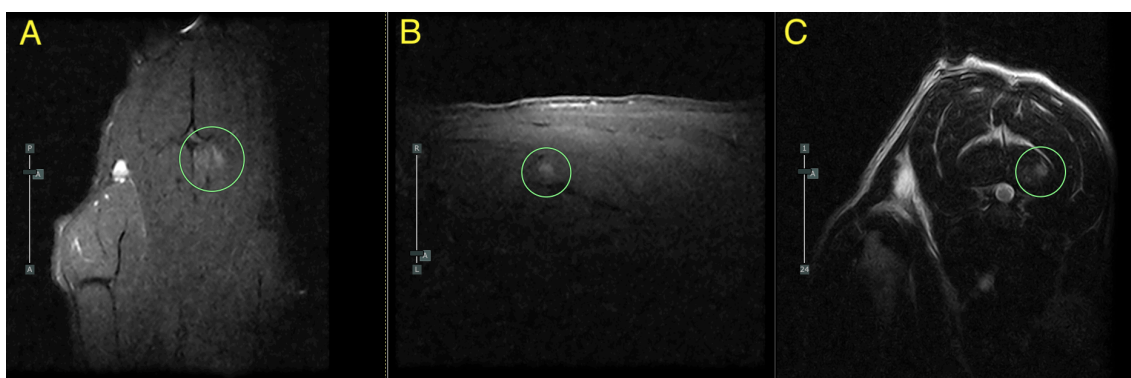


Figura 2. Avaliação paralela nos cortes dorsal (A) e sagital (B) na ponderação STIR e transversal (C) na ponderação T2 da musculatura paravertebral, evidenciando área de hipersinal muscular (círculo verde) (Fonte: Acervo UNESP)

Na avaliação morfométrica do canal vertebral, foi identificado o corte transversal imediatamente cranial ao disco intervertebral avaliado (Fig. 3) e,

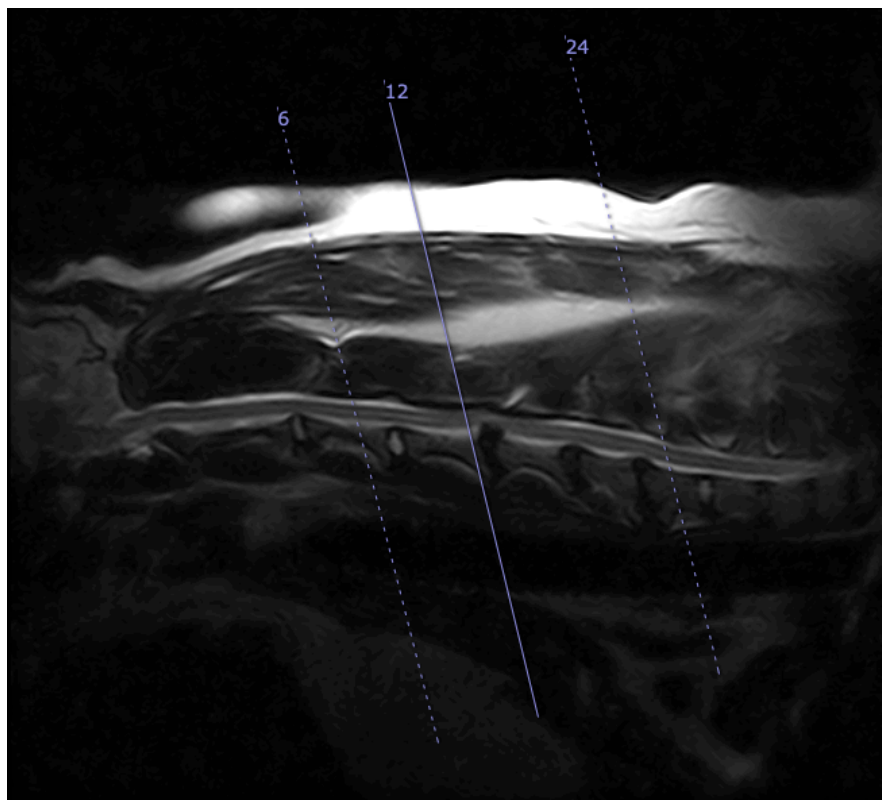


Figura 3. Guia (linha 12 roxa) no corte sagital e ponderação T2 para escolha do corte transversal na altura imediatamente cranial ao disco intervertebral (Fonte: Acervo UNESP)

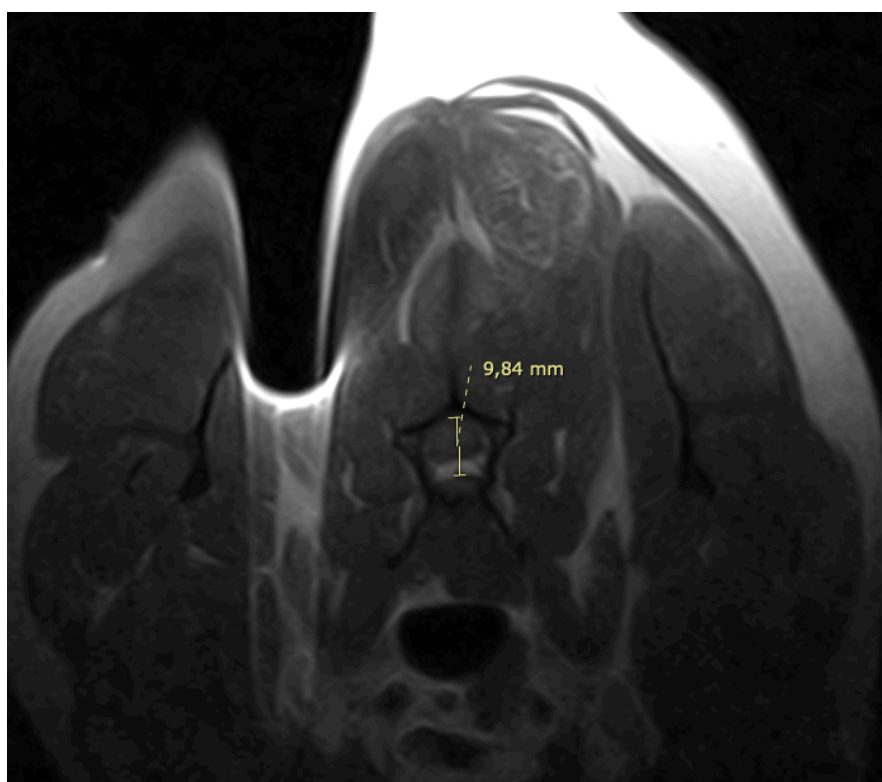


Figura 4. Demonstrativo da avaliação do diâmetro do canal vertebral, medido no eixo dorsoventral (Fonte: Acervo UNESP)

neste corte, realizada a mensuração do diâmetro do canal vertebral em seu ponto mais central, no eixo dorsoventral (Fig. 4). Foram realizadas e registradas três aferições, e considerada para análise a média aritmética destes valores.

Para a mensuração morfométrica dos nervos paravertebrais, foi escolhido o corte na altura do disco intervertebral (Fig. 5), e aferida a medida, em milímetros, do diâmetro da raiz nervosa na altura do forame vertebral por três vezes, anotadas e realizada a média aritmética dos

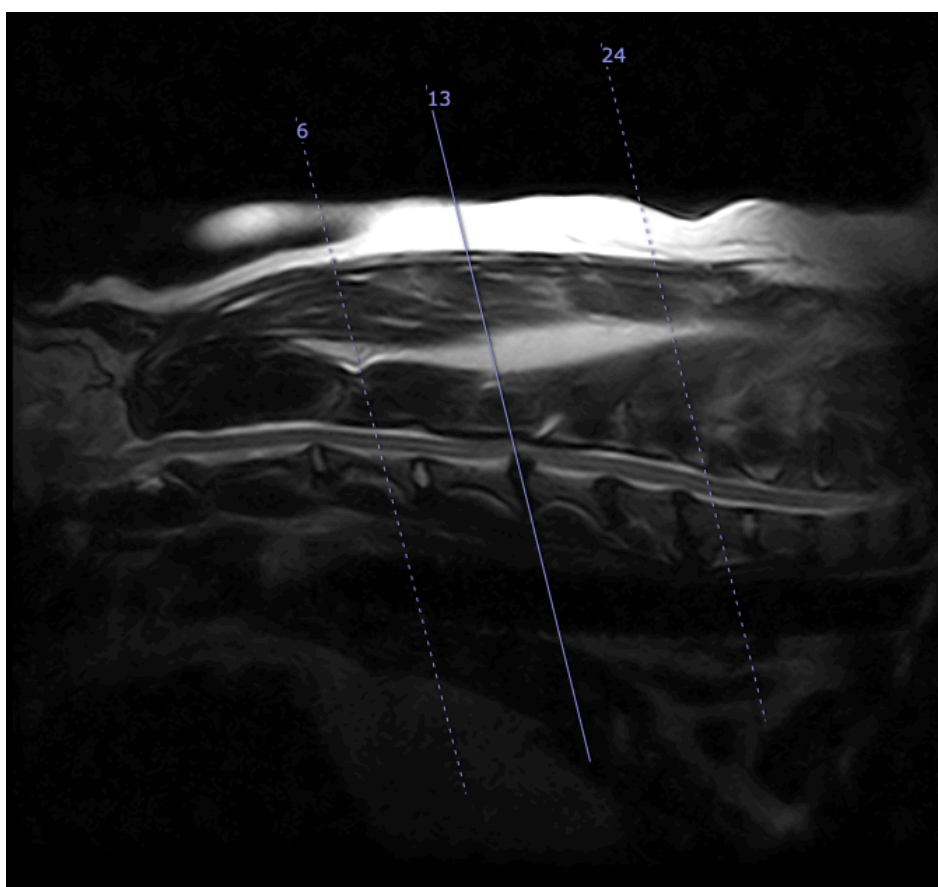


Figura 5. Guia (linha 13 roxa) no corte sagital e ponderação T2 para escolha do corte transversal na altura do disco intervertebral (Fonte: Acervo UNESP)

valores. Com esta aferição ainda desenhada na imagem, fez-se uma segunda linha, partindo visualmente do ponto médio da primeira medida e seguindo ao longo do trajeto nervoso por 0,3cm. Ao final desta segunda demarcação, aferiu-se também o diâmetro do nervo de forma perpendicular ao seu trajeto (Fig. 6), por três vezes, e foi realizada a média dos valores. As

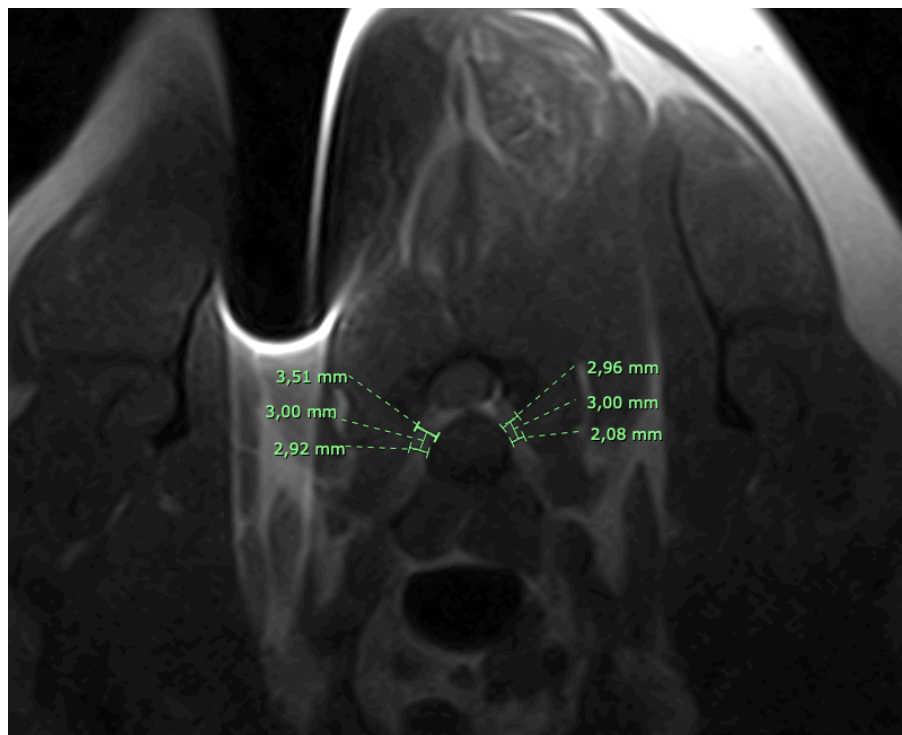


Figura 6. Demonstrativo da avaliação dos diâmetros dos nervos paravertebrais em pontos proximal e distalmente 0,3 cm da raiz nervosa (Fonte: Acervo UNESP)

medidas foram realizadas bilateralmente, nos espaços intervertebrais de toda a coluna cervical (entre C2-C3 a C7-T1), apenas nos casos que permitiam avaliação clara da estrutura. Um segundo observador fez a avaliação dos diâmetros do canal medular e dos nervos paravertebrais na altura dos espaços intervertebrais de C4-5 e C6-7, dos pacientes afetados e saudáveis.

Inicialmente, foi realizado o cálculo da razão entre a média do diâmetro do nervo paravertebral (na altura da raiz nervosa e 0,3 cm distalmente a esta) e a média do diâmetro do canal medular, tanto dos pacientes saudáveis quanto dos pacientes afetados, para cada espaço intervertebral. Foram comparadas as médias das razões entre os pacientes saudáveis e doentes.

Foi feita, também, uma comparação dentro do grupo dos pacientes doentes, comparado o lado direito com o lado esquerdo e correlacionado com a lateralidade da lesão do disco intervertebral, através da razão e simetrias entre os lados. A razão foi calculada pela divisão entre os diâmetros do lado direito pelo esquerdo, sendo que razões maiores que um

indicam que o lado direito apresenta dimensão maior que o esquerdo, e razões menores que um mostram que o lado esquerdo apresenta dimensão maior que o lado direito. A simetria indica, percentualmente, qual a diferença entre as dimensões comparadas, sendo que simetrias positivas indicam a percentagem que a dimensão do lado direito é maior que o lado esquerdo e simetrias negativas indicam o lado esquerdo maior que o lado direito. Matematicamente:

$$razão = \frac{\text{dimensão do lado direito}}{\text{dimensão do lado esquerdo}}$$

Para razão maior ou igual a 1:

$$simetria \% = (razão - 1) \times 100$$

Se a razão for menor que 1:

$$simetria \% = - \left(\frac{1}{razão} - 1 \right) * 100$$

As aferições foram realizadas também por um segundo avaliador, tanto de forma qualitativa como quantitativa. As medidas quantitativas foram realizadas pelo segundo avaliador em 42 espaços intervertebrais, tanto saudáveis quanto acometidos, e comparadas com as medidas da autora. Foi calculado um valor considerado como “erro” entre os observadores na avaliação quantitativa de cada região neural, proximal e distal, através da fórmula matemática a seguir, onde M2 equivale à medida realizada pelo segundo avaliador e M1 à medida realizada pela autora:

$$Erro = (M2 - M1)/M1$$

O valor do erro para cada região do nervo foi somado e realizada a média aritmética, resultando no erro médio, e desvio padrão. Para o cálculo dos erros, foram tomados como padrão as medidas realizadas pela autora.

Já o estudo qualitativo foi feito em todos os discos intervertebrais passíveis de avaliação pelos dois avaliadores, e os nervos foram classificados em “aumentados”, “normais”, “reduzidos” e “não avaliados”. A análise estatística utilizada foi o teste kappa. O valor do coeficiente de concordância de Kappa indica qual o grau de concordância entre valores subjetivos obtidos através de 2 ou mais observadores.

3. RESULTADOS

Dentre os 25 pacientes avaliados, 11 eram fêmeas (44%) e 14, machos (56%). As raças incluídas no estudo foram SRD (10 pacientes / 40%), Lhasa Apso (dois pacientes / 8%), Pinscher (dois pacientes / 8%), Shih-Tzu (dois pacientes / 8%), e um paciente (4%) de cada uma das seguintes raças: Pastor Belga, Poodle, Basset, Doberman, Pitt Bull, Mastiff Inglês, Spitz Alemão, Rottweiler e Bulldog. As idades variaram entre 1 e 12 anos e o peso, entre 2,9kg e 52kg.

No grupo de pacientes doentes, foram observados 27 pontos de doença do disco intervertebral, tanto protrusões quanto extrusões. Destes 27 pontos, onde mais se identificou a doença foi no disco intervertebral entre C6-7, com oito casos, como mostra a tabela abaixo (Tab. 1).

Tabela 1. Frequência da doença do disco intervertebral na coluna vertebral cervical

Espaço intervertebral	Casos com DDIV
C2-3	4
C3-4	5
C4-5	5
C5-6	4
C6-7	8
C7-T1	1

Em relação a pacientes com hipersinal paravertebral (considerado no estudo como miosite), dos 25 pacientes avaliados, apenas oito apresentaram esta alteração. Dentre os oito, seis apresentavam hipersinal apenas do lado esquerdo e dois apresentaram hipersinal bilateralmente. Sobre a correlação entre o hipersinal e a DDIV, seis pacientes apresentaram DDIV e miosite de forma concomitante, 10 pacientes apresentaram apenas DDIV, sem a miosite, dois pacientes apresentaram apenas a miosite, sem presença da DDIV, e sete pacientes não apresentaram nem miosite e nem DDIV (como apresentado na Tab. 2). O músculo mais acometido por esta alteração foi o *m. cervicis multifidus*, alterado em sete dos pacientes. O outro músculo que apresentou alteração em um indivíduo foi o *m. Cervicis spinalis*.

Tabela 2. Resultados absolutos da presença ou ausência de doença do disco intervertebral (DDIV) e miosite nos 25 pacientes avaliados.

	Sim	Não
DDIV	16	9
Miosite	8	17
DDIV com miosite	6	19
DDIV sem miosite	10	15
Sem DDIV com miosite	2	23
Sem DDIV sem miosite	7	18

A média dos diâmetros neurais entre pacientes saudáveis e doentes, de forma agrupada (Tab. 3) e de forma discriminada entre a altura da raiz nervosa e distalmente a esta (Tab. 4) foram descritas nas tabelas a seguir.

Tabela 3. Resultados das médias dos diâmetros neurais entre pacientes saudáveis e doentes

	Média do diâmetro neural <u>sem</u> DDIV	Média do diâmetro neural <u>com</u> DDIV
C2-3	0,41	0,3
C3-4	0,37	0,34
C4-5	0,34	0,35
C5-6	0,4	0,35
C6-7	0,36	0,34
C7-T1	0,31	0,38

Tabela 4. Resultados das médias dos diâmetros neurais entre pacientes saudáveis e doentes, discriminados entre altura da raiz nervosa e 0,3cm distalmente à raiz.

	Média do diâmetro neural <u>sem</u> DDIV - raiz nervosa	Média do diâmetro neural <u>com</u> DDIV - raiz nervosa	Média do diâmetro neural <u>sem</u> DDIV - 0,3cm	Média do diâmetro neural <u>com</u> DDIV - 0,3cm
C2-3	0,43	0,3	0,42	0,29
C3-4	0,4	0,35	0,34	0,34
C4-5	0,36	0,37	0,33	0,33
C5-6	0,4	0,37	0,4	0,33
C6-7	0,35	0,35	0,36	0,34

	Média do diâmetro neural <u>sem</u> DDIV - raiz nervosa	Média do diâmetro neural <u>com</u> DDIV - raiz nervosa	Média do diâmetro neural <u>sem</u> DDIV - 0,3cm	Média do diâmetro neural <u>com</u> DDIV - 0,3cm
C7-T1	0,35	0,4	0,27	0,37

Por último, dentre os pacientes doentes, foi comparado o diâmetro dos nervos paravertebrais (tanto na altura da raiz nervosa quanto 0,3cm distalmente a ela) do lado direito com o lado esquerdo e correlacionado com a lateralidade da lesão do disco intervertebral. Foi considerada assimetria relevante quando houve mais de 10% de diferença entre os diâmetros direito e esquerdo.

De acordo com as análises matemáticas realizadas, pudemos verificar que cães com DDIV têm maior tendência a apresentar miosite do que cães saudáveis. Em relação ao espaço intervertebral de C2-3, existe uma forte tendência de cães com DDIV terem a inervação paravertebral diminuída em relação aos cães saudáveis, tanto na altura da raiz quanto 0,3cm distalmente a esta. Esta tendência aparece em C3-4, próximo a raiz, e em C5-6, 0,3cm distalmente à raiz, de maneira menos intensa. Não existe esta tendência C4-5 e C6-7. Em C7-T1, observou-se um aumento do diâmetro dos nervos de pacientes acometidos em relação aos pacientes saudáveis. Os nervos do lado acometido pela doença do disco intervertebral apresentam a tendência de terem diâmetro menor do que os nervos do lado não acometido, com a porcentagem de redução chegando a 86%. Os espaços intervertebrais acometidos pela DDIV que mais apresentaram assimetria do diâmetro neural foram C6-7.

Sobre as análises interobservadores, na avaliação quantitativa, o maior erro médio foi de aproximadamente 18%. Estes valores variaram de 8% a 18% dentro os pacientes acometidos (com desvio padrão entre 16% e 23%) e de 3% a 11% dentro os pacientes saudáveis (com desvio padrão entre 8% e 9%). Na análise qualitativa, o valor final do resultado do teste *kappa* foi de 0,3919, com a concordância percentual de 72,6%.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

De acordo com um estudo em seres humanos (BORRELLA-ANDRÉS et al., 2021), o espaço intervertebral com maior acometimento de radiculopatia é C6-7, resultado este que coincide com o encontrado no presente estudo, que também teve C6-7, junto com o espaço de C4-5, como mais acometidos.

É reconhecido também em seres humanos que a atrofia muscular é mais expressiva no músculo m. *multifidus*, com uma referência mostrando estes resultados no segmento cervical, e dois estudos realizados em região lombar, e comumente ocorre concomitantemente à doença do disco intervertebral, corroborando com o que encontramos neste estudo da medicina veterinária (GOUBERT; OOSTERWIJCK; MEEUS; DANNEELS, 2016; SUN et al., 2017; SNODGRASS et al., 2022). Uma revisão sistemática sobre o tema correlaciona esta alteração com pacientes que apresentam apenas dor lombar crônica (GOUBERT; OOSTERWIJCK; MEEUS; DANNEELS, 2016), não sendo encontrada correlação em paciente com dor lombar aguda ou recorrente.

Outros artigos da medicina humana (BARTLETT; HILL; GARDINER, 1998; BONO et al., 2011), mostram também a tendência de redução do diâmetro do nervo paravertebral em casos de radiculopatia, que também coincide com o encontrado no presente estudo, sendo explicada pela compressão do nervo secundária à alteração no disco intervertebral.

Sobre os resultados interobservador, para o tipo de estudo e qualidade das imagens analisadas, foi considerado pela autora o valor de 18% um erro aceitável. A variação dos valores dos desvios padrões entre pacientes doentes e saudáveis evidencia as dificuldades da aferição quantitativa das medidas dos nervos, principalmente dos pacientes doentes, como será descrito no parágrafo a seguir. O resultado do teste *kappa* demonstra um índice de coeficiência de 0,39 que pode ser considerável razoável (LANDIS; KOCH, 1977).

Uma das questões que tornou a avaliação das imagens dificultosa foi a baixa qualidade da definição das imagens, principalmente em pacientes de pequeno porte. Devido à ausência de definição precisa dos limites dos contornos nervosos, a aferição do seu diâmetro foi por vezes imprecisa,

levando-nos a repetir as medidas por pelo menos três vezes na tentativa de minimizar a inconstância dos resultados. O ângulo de corte transversal das imagens em relação ao disco intervertebral também levou a diferenças nas dimensões dos nervos em relação a simetria entre nervo direito e esquerdo, já que não é possível visualizar a estrutura neural ao serem planejados os cortes transversais, levando a possíveis assimetrias secundárias ao artefato de volume parcial. Outra questão, desta vez anatômica, que trouxe dificuldade à realização do estudo foi a presença de espondiloses laterais. Estas deslocam os nervos paravertebrais de seu trajeto habitual, e devido ao seu caráter irregular, também prejudicam a definição dos seus limites com o trajeto nervoso.

Estudos futuros sobre este assunto podem ser interessantes para confirmação destes achados na avaliação de um maior número de pacientes, determinação da confiabilidade do uso da ressonância magnética de baixo campo na avaliação destas pequenas estruturas que são os nervos paravertebrais, e também na correlação destes achados com o estado clínico e tempo de evolução da doença.

Este trabalho observou tendências de alteração no diâmetro dos nervos paravertebrais acometidos pela doença do disco intervertebral, demonstrando redução destes em relação aos não acometidos. Notou-se também uma tendência de maior presença de miosite em pacientes que apresentam DDIV quando comparado com esta alteração em pacientes sem a DDIV. Observou-se, ainda, que os espaços intervertebrais que mais apresentaram redução do diâmetro da inervação paravertebral foram os espaços entre C4-5 e C6-7. A avaliação dos nervos pela ressonância magnética teve uma reprodutibilidade dos resultados razoável pelo avaliador secundário.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CONFLITO DE INTERESSES

Os autores declaram que não houve conflitos de interesse durante a produção deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BARTLETT, R. J.; HILL, C. R.; GARDINER, E. A comparison of T2 and gadolinium enhanced MRI with CT myelography in cervical radiculopathy. *The British Journal of Radiology*, [S. l.], v. 71, n. 841, p. 11–19, jan. 1998. DOI: 10.1259/bjr.71.841.9534693

BIERRY, G. et al. Disorders of paravertebral lumbar muscles: from pathology to cross-sectional imaging. *Skeletal Radiolog**, v. 37, n. 11, p. 967-977, nov. 2008. DOI: 10.1007/s00256-008-0494-8.

BONO, C. M. et al. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of cervical radiculopathy from degenerative disorders. *The Spine Journal : Official Journal of the North American Spine Society*, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 64–72, jan. 2011. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.10.023

BORRELLA-ANDRÉS, S. et al. Manual Therapy as a Management of Cervical Radiculopathy: A Systematic Review. *BioMed research international*, v. 2021, 9936981, 3 jun. 2021. DOI: 10.1155/2021/9936981.

COATES, J. R. Intervertebral disk disease. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 30, n. 1, p. 77-110, jan. 2000. DOI: 10.1016/s0195-5616(00)50004-7.

COREY, D. L.; COMEAU, D. Cervical radiculopathy. *Medical Clinics of North America*, v. 98, n. 4, p. 791-799, jul. 2014. DOI: 10.1016/j.mcna.2014.04.001.

DONE, S. H. *Atlas colorido de anatomia veterinária do cão e gato*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

EBERHARDT, L.; GUEVAR, J.; FORTERRE, F. Das Nervenwurzelsyndrom beim Kleintier [The nerve root syndrome in small

animals - A review focussing on pathophysiology and therapy in the dog]. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere Heimtiere*, v. 47, n. 5, p. 344-357, out. 2019. DOI: 10.1055/a-1010-0111.

FENN, J.; OLBY, N. J. Classification of Intervertebral Disc Disease. *Frontiers in Veterinary Science*, v. 7, p. 579025, 6 out. 2020. DOI: 10.3389/fvets.2020.579025.

GOUBERT, D.; OOSTERWIJCK, J. V.; MEEUS, M.; DANNEELS, L. Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-specific Low Back Pain: A Systematic Review. *Pain Physician*, v. 19, n. 7, p. E985–E1000, 2016

HANSEN, H. J. A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. *Acta Orthop Scand Suppl*, v. 11, p. 1-117, 1952. doi: 10.3109/ort.1952.23.suppl-11.01. PMID: 14923291.

JÄRVINEN, T. A. et al. Muscle injuries: biology and treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 5, p. 745-764, maio 2005. DOI: 10.1177/0363546505274714.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 159–174, mar. 1977. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2529310>. Acesso em: 20 jun. 2025.

LERER, A. et al. MRI-based relationships between spine pathology, intervertebral disc degeneration, and muscle fatty infiltration in chondrodystrophic and non-chondrodystrophic dogs. *The Spine Journal*, v. 15, n. 11, p. 2433-2439, 1 nov. 2015. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.08.014.

SCHACHAR, J. et al. Clinical and imaging findings in dogs with nerve root signature associated with cervical intervertebral disc herniation.

Journal of Veterinary Internal Medicine, v. 38, n. 2, p. 1111-1119, mar./abr. 2024. DOI: 10.1111/jvim.16982.

SNODGRASS, S. J. et al. Greater muscle volume and muscle fat infiltrate in the deep cervical spine extensor muscles (multifidus with semispinalis cervicis) in individuals with chronic idiopathic neck pain compared to age and sex-matched asymptomatic controls: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 23, n. 1, p. 973, 2022. DOI: 10.1186/s12891-022-05924-3

SUN, D.; LIU, P.; CHENG, J.; MA, Z.; LIU, J.; QIN, T. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 167, abr. 2017. DOI: 10.1186/s12891-017-1522-4