

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

**AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DA
MUSCULATURA PARAVERTEBRAL TORACOLOMBAR EM
CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL POR MEIO
DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

AMANDA ANGÉLICA PELÁ

Botucatu, SP
Maio – 2025

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

**AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DA
MUSCULATURA PARAVERTEBRAL TORACOLOMBAR EM
CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL POR MEIO
DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

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

Amanda Angélica Pelá
Orientadora: Profa. Dra. Vânia Maria de
Vasconcelos Machado

Botucatu, SP
Maio - 2025

P381a Pelá, Amanda Angélica
Avaliação morfométrica e morfológica da musculatura paravertebral toracolombar em cães com doença do disco intervertebral por meio da ressonância magnética / Amanda Angélica Pelá. -- Botucatu, 2025
88 p. : il., tabs., fotos

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

1. Discopatia. 2. Coluna Vertebral. 3. Mensuração. 4. Dimensão muscular. I. Título.

Nome do autor (a): Amanda Angélica Pelá

Título: AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DA MUSCULATURA PARAVERTEBRAL TORACOLOMBAR EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL POR MEIO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado

Orientadora

Departamento de Diagnóstico por Imagem, FMVZ - UNESP - Botucatu/SP

Profa. Dra. PhD Glenda Maris de Barros

Membro

Departamento de Clínica e Cirurgia de Pequenos Animais, UniFSP – Avaré/SP

Prof. Dr. Gustavo Fernandes Viana

Membro

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária , FMVZ – UNESP
Botucatu/ SP

Data da defesa: 30 de maio de 2025.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de força, sabedoria e inspiração em todos os momentos. Sem Sua graça e presença constante, esta conquista não teria sido possível.

Aos meus familiares, agradeço o amor incondicional, paciência e apoio em cada etapa dessa jornada, especialmente ao meu tio Carlos Alberto de Siqueira Ciani Lucats. Vocês foram meu alicerce nos momentos de dúvida e cansaço, e essa vitória é, também, de vocês.

Ao meu noivo, Marcelo Siqueira Martins por toda paciência e compreensão nos dias de luta.

Aos meus amigos, Glenda Maris de Barros, Rita de Cássia Fiuza de Oliveira Silva e Reinaldo Abdala, sou grata pela amizade, compreensão e incentivo ao longo desse percurso. Cada palavra de motivação, gesto de apoio e momento compartilhado foi essencial para que eu me mantivesse firme e confiante. Cada risada compartilhada fez toda a diferença.

À minha orientadora Vânia Maria de Vasconcelos Machado, agradeço o apoio, orientação e por estar ao meu lado sempre quando preciso.

A todos, deixo minha gratidão eterna por acreditarem em mim e me ajudarem a realizar esse sonho.

Amo vocês!

RESUMO

PELÁ, A. A. **AVALIAÇÃO MORFOMÉTRICA E MORFOLÓGICA DA MUSCULATURA PARAVERTEBRAL TORACOLOMBAR EM CÃES COM DOENÇA DO DISCO INTERVERTEBRAL POR MEIO DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**. Botucatu – SP. 2025. p. 84 Qualificação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Estudar a fisiopatologia da hérnia discal é importante para o prognóstico do paciente acometido por esta discopatia. A mensuração da área de secção transversa (AST) dos músculos e a assimetria entre os antímeros dos músculos toracolombares usando a ressonância magnética (RM), é muito útil para uma avaliação mais aprofundada e planejamento do tratamento clínico, cirúrgico e fisioterapêutico. Para a execução desta pesquisa, foram selecionados animais da espécie canina, de raças, idades (dois a 12 anos) e portes (cinco a 42 quilogramas) variados, acometidos ou não pela doença do disco intervertebral, localizada em região toracolombar, incluindo animais com diagnóstico de protrusão e extrusão discal e que realizaram o exame de imagem avançado, ressonância magnética (RM). Trata-se de estudos retrospectivos e prospectivos, onde foram avaliados 15 animais para o grupo de controle e 30 animais para estudo comparativo, provenientes da rotina clínica do Hospital Veterinário – FMVZ – UNESP – Botucatu – SP. Para análise das imagens foram utilizados os programas conhecidos como *RadiAnt* e *Image J*. Seis espaços intervertebrais (T-10, T-11, T-12, T-13, L-1, L-2) foram estudados visualmente em todos os cães, detectando primeiramente o local exato da protrusão ou extrusão discal, e posteriormente, retirando a imagem mais correta a ser avaliada, levando em consideração a melhor visibilização muscular e a intensidade de sinal na RM. O presente projeto tem como objetivo investigar a AST, a assimetria entre os antímeros dos músculos toracolombares, dentre eles o multifídeo, longuíssimo e iliocostal, sendo que cada músculo foi analisado conforme a distribuição topográfica próximo a lesão do disco intervertebral. Como exploração adicional, por meio da avaliação visual das imagens de RM, foi definido o grau de alteração morfológica, explanando o músculo com maior presença de hipersinal visando à fisiopatologia da doença do disco intervertebral com intuito de auxiliar clínicos, cirurgiões e fisioterapeutas na recuperação do paciente. A análise matemática mostrou pequenas diferenças na AST do multifídeo (6% à esquerda e 0,2% à direita), diferenças moderadas no longuíssimo (7,7% à esquerda e 15% à direita) e maiores variações no iliocostal (20% à esquerda e 10% à direita). Não houve correlação na intensidade de sinal entre os grupos. O hipersinal foi observado no multifídeo (20% à esquerda com maior AST), no longuíssimo (20% no lado com menor AST) e no iliocostal (27% no lado com menor AST), sem predominância lateral nos dois últimos.

Palavras-chave: discopatia; coluna vertebral; mensuração; dimensão muscular.

ABSTRACT

PELÁ, A. A. **MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRIC EVALUATION OF THE THORACOLUMBAR PARAVERTEBRAL MUSCULATURE IN DOGS WITH INTERVERTEBRAL DISC DISEASE BY MEANS OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING**. Botucatu – SP. 2025. p. 84 Qualificação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

Studying the pathophysiology of disc herniation is important for the prognosis of patients affected by this disc disease. Measuring the cross-sectional area (CSA) of the muscles and the asymmetry between the antimeres of the thoracolumbar muscles using magnetic resonance imaging (MRI) is very useful for a more in-depth evaluation and planning of clinical, surgical and physiotherapeutic treatment. To carry out this research, canine animals of various breeds, ages (two to 12 years) and sizes (five to 42 kilograms) were selected, affected or not by intervertebral disc disease, located in the thoracolumbar region, including animals diagnosed with disc protrusion and extrusion and that underwent advanced imaging examination, magnetic resonance imaging (MRI). These are retrospective and prospective studies, where 15 animals were evaluated for the control group and 30 animals for comparative study, coming from the clinical routine of the Veterinary Hospital – FMVZ – UNESP – Botucatu – SP. For the analysis of the images, the programs known as RadiAnt and Image J were used. Six intervertebral spaces (T-10, T-11, T-12, T-13, L-1, L-2) were visually studied in all dogs, first detecting the exact location of the disc protrusion or extrusion, and subsequently, taking the most correct image to be evaluated, taking into account the best muscle visualization and the signal intensity on MRI. The present project aims to investigate the AST, the asymmetry between the antimeres of the thoracolumbar muscles, among them the multifidus, longissimus and iliocostalis, and each muscle was analyzed according to the topographic distribution close to the intervertebral disc injury. As an additional exploration, through the visual evaluation of the MRI images, the degree of morphological alteration was defined, explaining the muscle with the greatest presence of hypersignal aiming at the pathophysiology of the intervertebral disc disease in order to assist clinicians, surgeons and physiotherapists in the patient's recovery. Mathematical analysis showed small differences in the CSA of the multifidus (6% on the left and 0.2% on the right), moderate differences in the longissimus (7.7% on the left and 15% on the right) and greater variations in the iliocostalis (20% on the left and 10% on the right). There was no correlation in signal intensity between the groups. Hypersignal was observed in the multifidus (20% on the left with greater CSA), in the longissimus (20% on the side with lower CSA) and in the iliocostalis (27% on the side with lower CSA), with no lateral predominance in the latter two.

Keywords: discopathy; spine; measurement; muscle dimension.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUÇÃO	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 – Morfologia e Fisiologia do Músculo	4
2.2 – Anatomia e estrutura musculoesquelética toracolombar canina	5
2.2.1 – Anatomia da coluna vertebral toracolombar	6
2.2.2 – Musculatura relacionada à coluna vertebral	12
2.3 – Histórico da doença – DDIV e sinais clínicos	15
2.3.1 – Histórico da doença	15
2.3.2 – Sinais clínicos	15
2.4 – Análise computadorizada de imagens	18
2.4.1 – Histograma	18
2.4.2 – Análise de imagens	19
2.4.3 – Radiômica	21
2.4.4 – Análise de textura	23
2.5 – Doença do disco intervertebral em cães	24
2.5.1 – Etiologia	25
2.5.2 – Fisiopatogenia	26
2.5.3 – Sinais clínicos	31
2.5.4 – Diagnóstico	34
2.5.4.1 – Avaliação radiográfica	35
2.5.4.2 – Tomografia computadorizada	37
2.5.4.3 – Ressonância Magnética	39
2.6 – Tratamentos da DDIV em cães	42
2.6.1 – Fisioterapia	43
2.6.1.1 – Tipos de fisioterapias	44
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
4. HIPOTESE E OBJETIVOS	49
4.1 – Hipótese	49
4.2 – Objetivo Geral	49
4.3 – Objetivo específico	49
5. REFERÊNCIAS	50

CAPÍTULO 2	62
1. INTRODUÇÃO	66
2. MATERIAIS E MÉTODOS	67
3. RESULTADOS	74
4. DISCUSSÃO	76
5. CONCLUSÃO	77
AGRADECIMENTOS	77
REFERÊNCIAS	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Radiografia da região lombossacral do cão em projeção ventrodorsal com esquema da disposição dos nervos periféricos locais.	9
Figura 2: Desenho esquemático dos ligamentos vinculados à coluna vertebral.	10
Figura 3: Desenho esquemático da camada profunda de músculos do tronco do cão.	13
Figura 4: Histograma temperatura versus frequência.	19
Figura 5: Exemplos de histogramas.	20
Figura 6: Desenho esquemático de um disco Intervertebral.	27
Figura 7: Tipos de doença do disco intervertebral.	30
Figura 8: Cão da raça Dachshund com postura Schiff-Sherrington.	34
Figura 9: TC em janela óssea nos cortes transversal (A), sagital (B) e dorsal (C) de cão da raça Dachshund.	38
Figura 10: Exame de mielotomografia em cão com paraplegia.	39
Figura 11: Imagens de Ressonância Magnética.	41

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

A doença do disco intervertebral (DDIV) em cães ocorre em decorrência da degeneração do disco intervertebral, a qual pode provocar uma protusão do anel fibroso ou até uma extrusão do núcleo pulposo, com consequente compressão das raízes nervosas ou da medula espinhal, conforme Londoño (2021). Tais problemas podem acometer tanto raças condrodistróficas quanto as não condrodistróficas (GUIDI et al., 2021).

Da Silveira et al. (2020) afirmaram que o diagnóstico da DDIV em cães se dá por meio do histórico do paciente, assim como pela predisposição racial, além de sinais neurológicos apresentados e exames complementares, tais como radiografias simples, mielografia, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM).

Fernández González e López (2004) afirmaram que a ressonância magnética é tida como o melhor método para gerar imagens da medula espinhal, dos discos intervertebrais, dos ligamentos espinhais e do espaço epidural, ou seja, tem ampla aplicação na avaliação da degeneração dos discos intervertebrais (FERNÁNDEZ GONZÁLEZ; LÓPEZ, 2004). Na prática, qualquer tecido que tenha grande quantidade de moléculas de água pode ser examinado pela RM, contudo tendo suas vantagens e desvantagens (GAVIN; BAGLEY, 2011).

A participação da região da coluna lombar no alinhamento postural é de grande importância, interferindo diretamente na qualidade do movimento (BOMBONATO et al., 2006). Os músculos paraespinhais são responsáveis pela estabilização ou suporte do tronco no decorrer de uma caminhada ou trote, sendo acionados durante a flexão do tronco, gerando movimento contra as forças de atrito do solo (RITTER et al., 2001). A deambulação pode ser alterada por problemas como dor, amplitude anormal do movimento e fraqueza muscular assim como alterações posturais e enrijecimento muscular (CORRIGAN, MAITLAND, 2000). Sensibilidade dolorosa pode provocar a falta de apoio do membro ao solo (DECAMP, 1997), podendo causar a hipotrofia dos músculos paraespinhais, como visto em humanos (DANNEELS et al., 2000).

Os médicos veterinários apresentam grande interesse pela especialidade de fisioterapia, conforme novos estudos são publicados sobre reabilitações bem-

sucedidas (LEVINE et al., 2008). Esta forma terapêutica é o processo empregue após uma lesão, o qual objetiva atingir alto nível de função, independência e qualidade de vida, restaurando a função motora e a movimentação normal (SHARP, 2010).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Morfologia e Fisiologia do Músculo

É de grande importância compreender o funcionamento dos músculos, pois nos permite compreender melhor o movimento e o desempenho dos cães, assim como em outros mamíferos (SILVA, 2024). São duas as áreas de estudo envolvendo músculos: a morfologia e a fisiologia muscular (KÖNIG; LIEBICH, 2021). A morfologia muscular estuda a forma, a estruturação e a organização dos músculos, sendo que os músculos são formados por fibras musculares que se agrupam em feixes (FAUSTINO et al., 2021.).

São dois os tipos de fibras musculares: tipo I (lentas) e tipo II (rápidas), sendo que as fibras do tipo I fazem uso principalmente da via aeróbica para a geração de energia e são mais resistentes à fadiga; as de tipo II são mais fortes e rápidas, porém mais propensas à fadiga, sendo que a proporção entre os tipos varia entre os diversos grupos musculares, influenciando no desempenho atlético do cão (REECE et al., 2017).

Outra característica importante do sistema muscular é a inserção muscular, ou seja, como os músculos se inserem nos ossos, por meio de tendões, pois é desta forma que a força gerada pelos músculos é transferida ao esqueleto (NEGRI FILHO).

A contração muscular é acionada pelos de nervos, chamados de nervos motores, os quais transmitem os impulsos nervosos para cada músculo (KLEIN; BARCELOS, 2021). A precisão da inervação é um fator fundamental para a correta coordenação dos movimentos musculares (REECE et al., 2017).

Já a fisiologia muscular concentra-se no funcionamento dos músculos propriamente dito, ou seja, analisa os processos de contração muscular e à geração de força e movimento. A contração muscular é obtida pelo deslizamento dos filamentos de actina e miosina, proteínas contráteis principais das fibras musculares, processo que é desencadeado por um impulso nervoso, sendo que a presença de íons de cálcio é fundamental para que a contração ocorra (FERREIRA, 2005).

A força muscular é influenciada por diversos fatores, entre eles (REECE et al, 2017):

- Tipo de fibra muscular: músculos constituídos por uma proporção maior de fibras do tipo II geram mais força, mas são mais suscetíveis à fadiga;
- Tamanho do músculo: músculos maiores geralmente são mais fortes;
- Comprimento da fibra muscular: o comprimento inicial da fibra muscular no momento de contração influencia a força muscular;
- Velocidade de contração: força e velocidade muscular são inversamente proporcionais, ou seja, se a velocidade de contração aumenta, a força diminui.

Exercícios físicos podem produzir adaptações nos músculos, tais como a hiperplasia, a qual provoca o aumento de fibras musculares, a hipertrofia, que aumenta o tamanho das fibras musculares, e também podem causar alterações na proporção dos tipos constituintes do músculo (REECE et al., 2017).

2.2 – Anatomia e estrutura musculoesquelética toracolombar canina

O sistema locomotor dos mamíferos apresenta um alto grau de complexidade, incluindo a orientação dos membros no plano parassagital e a movimentação no plano sagital do tronco (HILDEBRAND et al., 2001). Apesar das posturas diferentes entre quadrúpedes e bípedes, existe o compartilhamento de várias características biomecânicas referentes à coluna vertebral, como por exemplo as similaridades entre as cargas axiais compressivas e consequente patogênese na deterioração do disco intervertebral (ERCOLIN, 2018). Um padrão anormal de movimento provoca a modificação do centro de gravidade, aumentando o gasto energético, forçando um acréscimo na demanda metabólica e, conseqüentemente, diminuindo a eficiência na locomoção (GROOS et al., 2000).

A participação da região da coluna lombar no alinhamento postural é de grande importância interferindo diretamente na qualidade do movimento (BOMBONATO et al., 2006). Os músculos paraespinhais são responsáveis pela estabilização ou suporte do tronco no decorrer de uma caminhada ou trote, sendo acionados durante a flexão do tronco, gerando movimento contra as forças de atrito do solo (RITTER et al., 2001). A marcha pode ser alterada por problemas como dor, amplitude anormal do movimento e fraqueza muscular

assim como alterações posturais e enrijecimento muscular (CORRIGAN; MAITLAND, 2000). A sensibilidade dolorosa pode provocar a falta de apoio de membro ao solo (DECAMP, 1997), podendo causar a hipotrofia dos músculos paraespinhais, como visto em humanos (DANNEELS et al., 2000).

2.2.1 – Anatomia da coluna vertebral toracolombar

A coluna vertebral dos cães apresenta diferentes características: na região cervical, o canal vertebral é amplo, sendo parcialmente preenchido pela medula espinhal, permitindo diversos planos de movimento, como compressão, flexão, rotação axial, tração e extensão (THRALL, 2012). Já na região toracolombar, o canal vertebral é preenchido na sua maior parte pela medula, predispondo assim esta região a compressão medular (THRALL, 2012).

A região torácica, compreendida entre as vértebras T1-T13, tem pouca mobilidade devido à presença das costelas, limitando seus movimentos ao plano sagital (THRALL, 2012). A junção toracolombar, entre T10-L2, formam uma região de transição entre a parte torácica rígida e a parte lombar, apresentando maior mobilidade, sendo que é comum observar nesta região alteração na orientação das facetas articulares e a presença de anomalias congênitas frequentes, predispondo a luxações e fraturas (THRALL, 2012).

A região lombar, entre L1-L7, exibe bastante movimentação, principalmente no plano sagital, sendo que a coluna lombar de cães e gatos é ligeiramente cifótica, adaptada para desenvolver um alto grau de flexão no movimento (HEYLINGS, 1980; THRALL, 2012).

A articulação lombossacral, L7-S1, apresenta grande mobilidade na extensão e flexão, assim como para movimentos de torção e lateralidade (MEIJ; BERGKNUT, 2010).

De acordo com Ercolin (2018), as vértebras torácicas apresentam

corpo vertebral e processos articulares curtos e espessos; processo espinhoso longo; duas superfícies articulares caudais para articular as costelas e uma superfície articular no processo transversal para a tuberosidade costal. O tamanho dos processos espinhosos aumenta gradualmente de tamanho na região torácica (THRALL, 2012) (ERCOLIN, 2018, p. 20).

Já as vértebras lombares mostram processos espinhosos uniformes e mais baixos que os torácicos (THRALL, 2012). Os processos transversos

apresentam estrutura longa e plana, resultando uma superfície para inserção dos músculos hipaxiais ou sublombares (THRALL, 2012).

A medula espinhal, junto ao cérebro, forma o sistema nervoso central (SNC) (FITZMAURICE, 2011). É um tecido nervoso, estendendo-se da base do cérebro até a porção lombar caudal, chamado de cone medular (FITZMAURICE, 2011). O sistema nervoso central – SNC – é envolvido pelas meninges dura-máter, aracnoide e pia-máter, sendo que a dura-máter localiza-se mais externamente ao SNC e a pia-máter mais internamente (FITZMAURICE, 2011). Nesse meio encontra-se também o líquido cérebro espinhal (liquor), o qual tem a função de nutrir e amortecer choques no SNC (FITZMAURICE, 2011).

No trabalho *Differential Diagnosis of Spinal Diseases*, Da Costa e Moore (2010) afirmam que a medula espinhal pode ser dividida em quatro segmentos principais, os quais são C1-C5, C6-T2, T3-L3 e L4-S3, e duas divisões secundárias, ou subdivisões, que são T2-T10 e L6-L7, as quais não correspondem à contagem dos corpos vertebrais (DA COSTA; MOORE, 2010). A região do plexo braquial ou intumescência cervical corresponde ao segmento C6-T2, de onde partem os seguintes nervos (ETTINGER; FELDMAN, 2004):

- Ulnar;
- Mediano;
- Radial;
- Axilar;
- Musculocutâneo.

Já o segmento L4-S3 relaciona-se a intumescência lombar, na região do plexo braquial, região onde ocorre a origem dos seguintes nervos (ETTINGER; FELDMAN, 2004):

- Femoral;
- Obturador;
- Ciático;
- Pudendo.

Estes dois segmentos (C6-T2 e L4-S3) são responsáveis pela origem dos neurônios motores inferiores que inervam os membros torácicos e pélvicos, respectivamente, sendo que as intumescências apresentam maior diâmetro medular (ETTINGER; FELDMAN, 2004).

O cone medular, o qual é a porção terminal da medula, fica localizada em L6, na grande maioria dos cães (MEIJ; BERGKNUT, 2010). A cauda equina, a qual faz parte do sistema nervoso periférico, se origina no cone medular e se estende até a quinta vértebra coccígea, sendo que esta região tolera mais facilmente compressão e deformação que a medula espinhal (MEIJ; BERGKNUT, 2010).

Na Figura 1 são mostrados os nervos periféricos originários da cauda equina com significado clínico, como por exemplo, a estenose lombossacral degenerativa (ELD), a saber (MEIJ; BERGKNUT, 2010):

- nervo femoral (L4-L6 – reflexo patelar),
- nervo ciático (L6-S1 – reflexo cranial tibial, gastrocnêmico e de retirada),
- nervo pélvico e sacral (S1-S3 – tônus do esfíncter da bexiga);
- nervo pudendo (S1-S3 – reflexo perineal)
- nervos coccígeos (Cd1-Cd5 – tônus da cauda) (MEIJ; BERGKNUT, 2010).

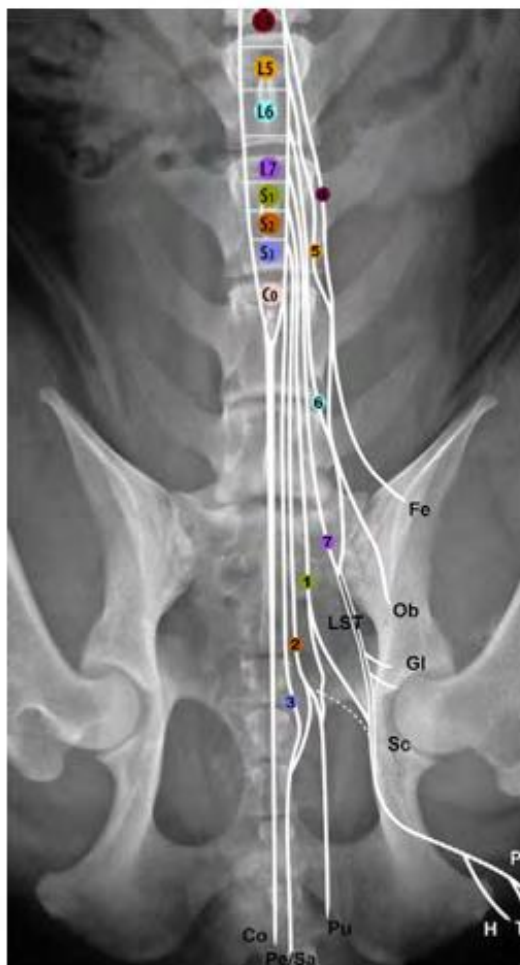


Figura 1: Radiografia da região lombossacral do cão em projeção ventrodorsal com esquema da disposição dos nervos periféricos locais.
 Legenda: Co – nervo e segmento espinhal coccígeos; Fe – nervo femoral; GI – nervo gluteal; LST – tronco lombossacral; Ob – nervo obturador; Pe/As – nervos pélvico e sacral; Pu – nervo pudendo; Sc – nervo ciático.
 Fonte: Meij; Bergknut (2010).

Nassari, Duprez e Fournier-Thibault (2017) afirmam que ligamentos, músculos, tendões e tecido conjuntivo tem papel importante na sustentação do corpo no repouso e movimentação, junto às estruturas ósseas e sistema nervoso, como descritos acima. A Figura 2 traz o desenho esquemático dos ligamentos que são associados à coluna vertebral, referenciados na legenda da figura. No cão, o ligamento supraespinhoso, indicado pelo número 1 na Figura 2, tem ação nos processos espinhosos da primeira vértebra do tórax, estabelecendo uma continuação do ligamento nucal, estendendo-se até a região sacral (HEYLINGS, 1980).

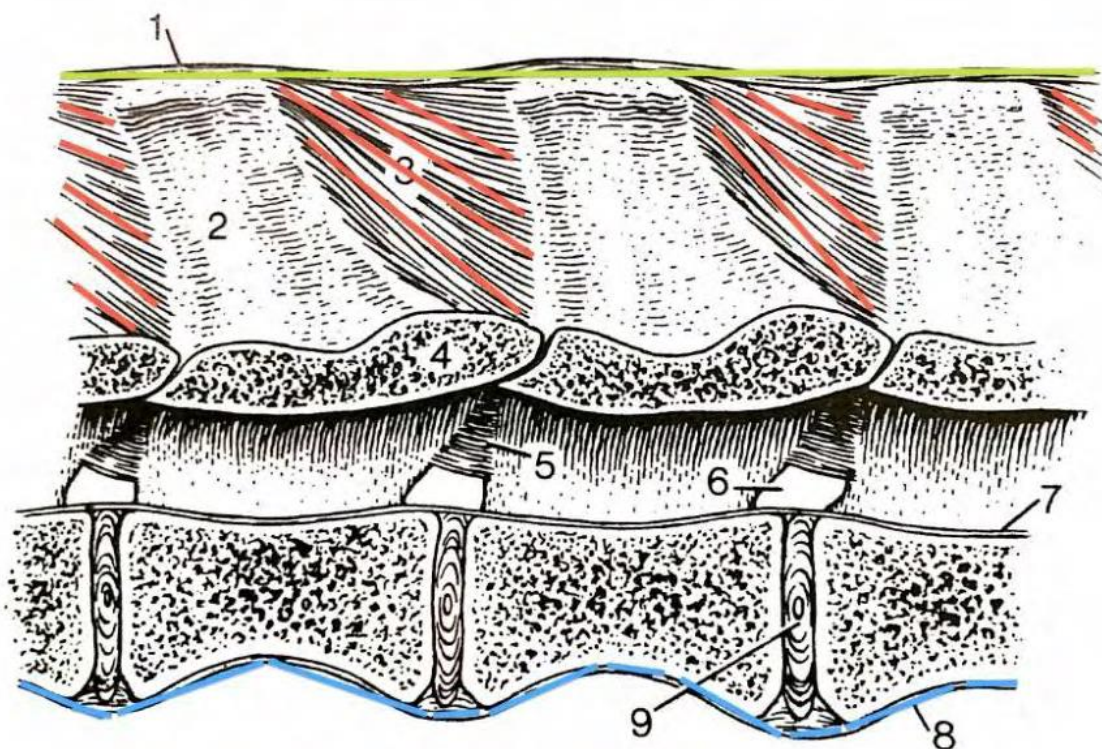


Figura 2: Desenho esquemático dos ligamentos vinculados à coluna vertebral. Legenda: 1- ligamento supraespinhoso; 2- processo espinhoso; 3- ligamento interespinhoso; 4- processo transversal; 5- ligamento amarelo; 6- forame intervertebral; 7- ligamento longitudinal dorsal; 8- ligamento longitudinal ventral; 9- disco intervertebral.

Fonte: Adaptado de Getty, Sisson e Grossman (1986).

O ligamento interespinhoso, indicado pelo número 3 na Figura 2, apresenta pouco desenvolvimento, exceto no sentido dorsal, no qual apresenta uma banda elástica fina dupla, e bandas de colágeno oblíquas que se fundem à fáscia lombossacral (HEYLINGS, 1980). Devido a disposição das fibras de forma oblíqua, sua visibilidade ultrassonográfica é difícil, a não ser que haja alguma alteração (KRAMER et al., 1997). As fibras colágenas dos ligamentos supraespinhoso e interespinhoso tem uma boa capacidade de distensão, permitindo a flexão da coluna lombar de forma livre, como é percebida em cães e gatos (HEYLINGS, 1980).

Nos mamíferos, o ligamento amarelo ou flavo (número 5 da Figura 2) apresentam uma grande quantidade de elastina, favorecendo a mobilidade do segmento vertebral toracolombar, contribuindo, desta forma, com a estabilidade

da coluna durante os movimentos posturais, fazendo com que a parede dorsal entre o canal espinhal e o canal vertebral se mantenha lisa (LERER et al., 2015).

Joaquim (2008), em sua tese de Doutorado em Medicina Veterinária “Comparação entre eletroacupuntura, cirurgia e cirurgia associada à eletroacupuntura no tratamento da DDIV em cães”, afirma que

O ligamento longitudinal dorsal, junto com o anel fibroso, é um dos fatores responsáveis pela manutenção da estabilidade do disco (Simpson, 1992). Possui uma estrutura larga e espessa na região cervical, oferecendo maior resistência a herniação dorsal do disco; entretanto, torna-se mais delgado nas regiões torácica caudal e lombar, o que permite a herniação e consequente compressão da medula (JOAQUIM, 2008, p. 30).

Na Figura 2, o ligamento longitudinal dorsal é indicado pelo número 7.

Junto com o ligamento longitudinal dorsal, o ligamento longitudinal ventral (número 8 na Figura 2) formam as estruturas que suportam cada disco intervertebral, limitada pelas placas cartilagosas que se sobrepõem às epífises dos corpos vertebrais, formando os limites cranial e caudal de cada disco (BRAY; BURBIDGE, 1998; COATES, 2000). Estendendo-se a partir das superfícies ventrais dos corpos vertebrais, começando pela C2, o ligamento longitudinal ventral e dorsal consolida a junção dos corpos vertebrais, da região média do leito do canal vertebral até o anel fibroso dorsal de cada unidade discal (HAYASHI, 2006).

Os processos espinhoso e transversos são projeções ósseas que tem a função de prover pontos para inserção dos ligamentos e músculos, promovendo a estabilidade dos movimentos e da coluna (KÖNIG; LIEBICH, 2021). Nos cães, variam de forma e tamanho, tendo influência na flexibilidade e força em diferentes regiões da coluna vertebral (KÖNIG; LIEBICH, 2021). Na Figura 2, são indicados pelos números 2 e 4. O forame intervertebral (número 6) é a abertura entre duas vértebras adjacentes, por onde passam a medula espinhal e as raízes nervosas (KÖNIG; LIEBICH, 2021). Em cães, o tamanho e a forma dos forames intervertebrais podem variar ao longo da coluna, influenciando na sensibilidade da região (KÖNIG; LIEBICH, 2021). Por fim, o disco intervertebral é constituído por uma estrutura fibrocartilaginosa, de núcleo pulposos, com consistência gelatinosa, envolvido por um anel fibroso que permite sua fixação às vértebras adjacentes (DA COSTA; REIS, 2024). Tem a função de distribuir as forças no

movimento animal, aumentando a pressão nas fibras cartilaginosas (DA COSTA; REIS, 2024).

2.2.2 – Musculatura relacionada à coluna vertebral

Os músculos adjacentes a coluna vertebral têm a denominação de musculatura paraespinal, e tem importante função na respiração e locomoção dos cães e são divididos em músculos epaxiais e hipaxiais (DEBAN; CARRIER, 2002).

Os músculos paraespinais, conforme sua localização, são divididos em dois grupos, a saber (DYCE, 2004):

- Músculos epaxiais – localizam-se dorsalmente à linha dos processos transversos das vértebras, sendo inervados através dos ramos dorsais dos nervos espinhais;
- Músculos hipaxiais – situam-se em posição ventral em relação aos processos transversos, sendo inervados através dos ramos nervosos ventrais, incluindo os músculos da parede torácica, abdominal e dos músculos situados intimamente sob as vértebras.

Outra característica dos músculos epaxiais, referente à sua localização, é a disposição paralela em relação à coluna vertebral, sendo responsáveis pela extensão vertebral, incluindo os movimentos de rotação axial, flexão e inclinação lateral do tronco (LEVINE et al., 2007a). Podem ser agrupados em três sistemas (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014):

- Multifido, o qual fica em contato direto com a coluna vertebral;
- Longíssimo, em posição medial em relação à coluna vertebral;
- Iliocostal, posicionado mais externamente da coluna.

O sistema Transverso espinalis está situado entre e sobre as partes mediais dos arcos vertebrais e os processos espinhosos (KÖNIG; LIEBICH, 2021). É formado, entre outros, pelos músculos espinal, semiespinal e do músculo Multifido, sendo que o músculo semiespinal comporta suas porções torácica e cervical (KÖNIG; LIEBICH, 2021).

Tendo sua origem na porção lateral das vértebras do segmento entre T3 e a primeira vértebra coccígea, o músculo Multifido insere-se nos processos

espinhosos entre C7 e L6 (KÖNIG; LIEBICH, 2021). Enquanto alguns fascículos têm sentido sagital, outros percorrem um trajeto cranial, medial e dorsal, partindo de sua origem caudal, sendo que se estendem por diversas vértebras, fixando-se entre processos articulares ou espinhosos (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014). Cada segmento muscular origina-se no processo articular, mamilar ou transverso de uma vértebra, se estende por duas vértebras para se inserir no processo espinhoso da vértebra cranial (EVANS, 1993).

O músculo Multifido é considerado como um dos responsáveis principais pela sustentação da coluna vertebral, conforme Moseley, Hodges e Gandevia (2002), sendo que apresenta função similar em humanos e cães (SCHILLING; CARRIER, 2009) Na Figura 3A temos a representação da camada profunda dos músculos do tronco de um cão, em que é possível notar a localização do músculo Multifido, o qual tem em sua composição múltiplos fascículos inervados individualmente (DYCE, 2004).

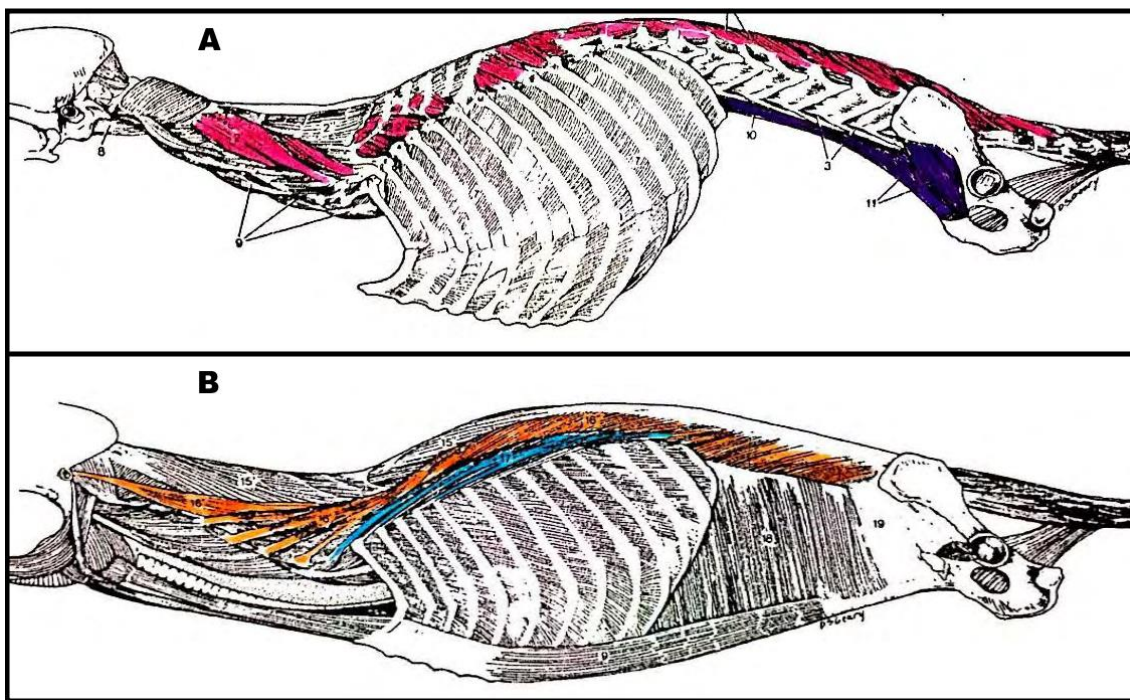


Figura 3: Desenho esquemático da camada profunda de músculos do tronco do cão.

Legenda: (A) Em cor-de-rosa encontra-se destacado o Multifidus nas porções cervical, torácica e lombar. Em roxo, destaque para os músculos Psoas menor e Iliopsoas. (B) Em laranja encontra-se destacado o Longíssimo nas porções cervical, torácica e lombar. Em azul, destaque para o Iliocostalis mais lateralmente. Fonte: Adaptado de Dyce (2004).

O sistema Longíssimo (Figura 3B) posiciona-se lateralmente ao Multifído, e é formado por fascículos musculares sobrepostos de extensão variada, prolongando-se desde a crista do ílio até a base do crânio (DYCE, 2004). É dividido nas seguintes regiões (DYCE, 2004):

- Toracolombar;
- Cervical;
- Capital.

A região toracolombar é dividida em Longíssimo lombar e Longíssimo torácico, sendo que os fascículos do Longíssimo lombar partem do ílio, inserindo-se nos processos acessórios entre a primeira até a sexta vértebras lombares (DYCE, 2004). Já os fascículos do Longíssimo torácico também se originam no ílio, mas tem a terminação bifurcada em tendões que se fixam à margem caudal, desde a sexta até décima terceira costela, através dos processos acessórios das vértebras correspondentes (EVANS, 1993; RITTER et al., 2001). Na região cervical apresenta feixes separados, tendo a porção toracolombar mais compacta, sendo a seção responsável, na propulsão para o galope, pela extensão da coluna vertebral (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014).

Sendo o músculo espinhal mais delgado e superficial, o lliocostal está localizado mais lateralmente em relação à coluna vertebral, abrangendo a região sobre as costelas, como visto na Figura 3B (DYCE, 2004). Principal agente na inclinação lateral do tronco, sua porção lombar se inicia a partir da crista do ílio e processos espinhosos das vértebras lombares, fixando-se aos processos transversos lombares, na última vértebra torácica e também junto às costelas, sendo que os diversos fascículos que o formam se estendem por cerca de quatro vértebras (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014). Os fascículos do lliocostal torácico partem do aspecto cranial das costelas, inserindo-se no aspecto caudal das costelas e no processo transversal da sétima vértebra cervical (EVANS, 1993; RITTER et al., 2001).

Os músculos Longíssimo e o lliocostal formam uma massa muscular colunar bem espessa na região lombar, pois nesta região o lliocostal fica sobreposto ao primeiro (WEBSTER et al., 2014).

Na Figura 3A também estão destacados os músculos Psoas menor e lliopsoas, os quais são grupos de músculos hipaxiais, localizados abaixo dos

processos transversos lombares (KÖNIG; LIEBICH, 2021). O músculo Psoas menor origina-se nos corpos vertebrais lombares e se insere na eminência iliopúbica, na entrada da pelve (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014). Já o músculo Iliopsoas, responsável pela flexão da coluna vertebral lombar e pelo avanço dos membros pélvicos no deslocamento à frente, é formado pela junção do Psoas Maior e o Ilíaco, ligando-se ao trocânter menor do fêmur (DYCE, 2004; WEBSTER et al., 2014).

2.3 – Histórico da doença – DDIV e sinais clínicos

2.3.1 – Histórico da doença

No caso de extrusões do disco, a sua manifestação clínica é aguda ou hiperaguda (COATES, 2012). Nestes casos o início dos sinais clínicos é súbito, apresentando dificuldade em andar nos membros pélvicos (ataxia e paraparesia) podendo ficar paralisados dentro de algumas horas. (LORENZ et al., 2010). A protusão do disco é essencialmente crônica e subclínica de maneira que quando os animais são levados à consulta o processo já existe há algum tempo (TIPOLD et al., 2010). Neste caso o animal pode apresentar dificuldades locomotoras que se vão agravando ao longo de muito tempo (meses a anos) (LODY; LEPERLIER, 2013; FREITAS, 2013).

Geralmente o animal mostra-se deprimido e apático, assumindo uma postura de cabeça baixa e costas arqueadas, sendo por estas razões encaminhado ao veterinário (FITZMAURICE, 2010). Se a discopatia localizar-se na região das vértebras caudais, o cão também para de levantar e abanar a cauda, podendo também sofrer de incontinência (LAWSON et al., 2011).

2.3.2 – Sinais clínicos

Os sinais clínicos presentes nos casos de DDIV variam de acordo com a rapidez, força, quantidade acometida do disco intervertebral, bem como a localização neuroanatômica, gravidade e duração da lesão da medula espinhal (MILLIS et al., 2004; LEVINE et al., 2007b; MUGUET-CHANOIT et al., 2012).

O primeiro sinal clínico que pode aparecer nos casos de DDIV em cães é a dor presente na palpação (HENKE et al., 2013). Os cães retesam os músculos, tentando resistir ao exame, sendo que, dependendo da dor, este pode até vocalizar (TIPOLD et al., 2010). Em outros casos os cães não se levantam devido a dor, evitando movimentos desnecessários (TIPOLD et al., 2010).

Os sinais clínicos inerentes às lesões neurológicas podem denotar uma anomalia do neurônio motor superior (NMS) ou inferior (NMI), conforme Costa (2009), De Lahunta e Glass (2009) e LeCouteur (2009). A lesão do NMS pode provocar os seguintes sintomas (LORENZ; KORNEGAY, 2006):

- Paresia ou paralisia dos membros;
- Reflexos normais a aumentados;
- Tônus muscular normal ou aumentado;
- Músculos espásticos;
- Propriocepção diminuída ou ausente;
- Hipotrofia muscular que se instala lentamente devido ao desuso;
- Diminuição da nocicepção caudalmente à lesão.

Estes sintomas ocorrem quando a lesão é localizada na medula espinhal, tirante os plexos C6-T2 e L4-S1 (LORENZ; KORNEGAY, 2006).

As lesões que ocorrem nos plexos C6-T2 e L4-S1 provocam sintomas referentes ao NMI, a saber (LORENZ; KORNEGAY, 2006):

- Paresia ou paralisia com flacidez muscular;
- Hipotrofia muscular grave;
- Propriocepção diminuída ou ausente;
- Reflexos ausentes ou diminuídos;
- Tônus muscular diminuído;
- Parestesia ou hiperestesia das áreas adjacentes à lesão.

No caso da injúria se localizar na região cervical, são apresentados os seguintes sinais clínicos (CHERRONE, et al., 2004; MILLIS et al., 2004; BORDELON; BARTELS, 2012):

- Tendência a abaixar a cabeça e desequilíbrio ao andar;
- Espasmos e rigidez dos músculos da coluna cervical e redução do movimento da região cervical;

- Hiperestesia cervical.

Nestes casos, a dor se manifesta intermitentemente, sendo que o cão apresenta claudicação de um ou ambos os membros torácicos, sendo que em casos mais graves, apresentam deambulação atáxica mais crítica dos membros pélvicos, fraqueza, diminuição da capacidade proprioceptiva e, raramente, hemi ou tetraparesia ou tetraplegia (CHERRONE, et al., 2004; MILLIS et al., 2004). A disfunção neurológica pode se apresentar de modo assimétrica, pode existir perda de nocipercepção de acordo com a gravidade da lesão, mielomalacia, disfunção respiratória e arritmia cardíaca (KUBE et al., 2003; CHERRONE, et al., 2004). Em casos muito raros o cão pode apresentar descontrole da micção (TIPOLD et al., 2010).

Nas lesões localizadas na região toracolombar, os sinais clínicos variam de hiperestesia a paraplegia (MILLIS et al., 2004; LORENZ et al., 2010), podendo apresentar nocipercepção, e também a redução transitória do tônus muscular (COATES, 2012). Os animais com este tipo de injúria tornam-se relutantes, com dificuldade no caminhar, saltar, correr e subir escadas, podendo apresentar cifose em decorrência à dor (SCHULZ, et al., 1998; MILLIS et al., 2004). A incontinência urinária e fecal pode surgir nestes casos (ITO et al., 2005; BORDELON; BARTELS, 2012), bem como postura de Schiff-Sherrington e, no caso de ocorrer choque medular, o cão apresenta paralisia flácida (LEVINE, et al., 2007a; PARK et al., 2012).

Os sintomas de mielomalacia são raros (MILLIS et al., 2004), podendo incluir (LU et al., 2002; OKADA et al., 2010; COATES, 2012; MUGUET-CHANOIT et al., 2012):

- Paraplegia flácida, perda da nocipercepção caudal ao local da lesão, tetraplegia, ausência total de reflexos dos membros pélvicos, cauda e ânus;
- Hipertermia, musculatura abdominal flácida, estado mental deprimido;
- Dificuldade respiratória devido à paralisia intercostal e diafragmática.

A migração cranial das perdas neurológicas espelha a perda crescente do reflexo do tronco cutâneo caudal (COATES, 2012). Apesar de os sintomas de mielomalacia apareçam dentro de 24 horas após o início da paraplegia, existem situações nas quais tornam-se evidentes somente no período pós-operatório, ou

mesmo dias depois do início da paraplegia (LU et al., 2002; LORENZ et al., 2010).

2.4 – Análise computadorizada de imagens

2.4.1 – Histograma

O histograma é uma ferramenta que permite a simplificação ou resumo de uma grande quantidade de dados, permitindo assim o entendimento de seu contexto (WERKEMA, 1995). É constituído por um gráfico de barras, cujo eixo horizontal é subdividido em diversos intervalos (WERKEMA, 1995).

De acordo com Corrêa e Corrêa (2006, P. 219), “um histograma é uma forma gráfica de apresentação de dados obtidos em uma observação, de forma a simplificar a comparação de suas frequências ocorrências”.

O histograma fornece a percepção da localização do valor central de uma série de dados, além da sua dispersão em torno deste, permitindo visualizar a forma da distribuição do conjunto de informações (FABRIS, 2022). Ou seja, é uma ferramenta que permite conhecer as características de um lote de produto ou de um processo, permitindo uma visão geral da variação do conjunto de dados (FABRIS, 2022). Na Figura 4 temos um histograma típico.

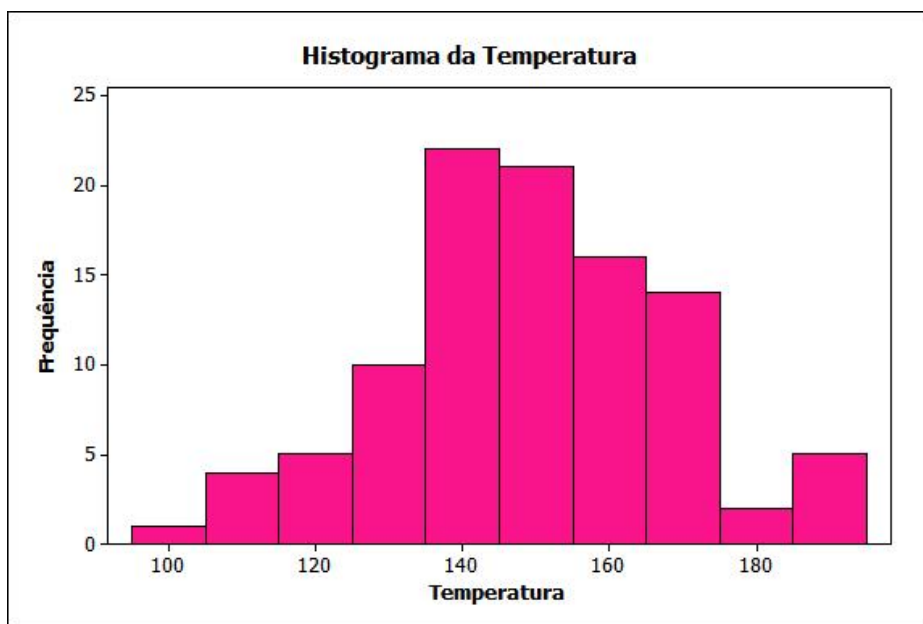


Figura 4: Histograma temperatura versus frequência.

Note-se que um histograma fornece, visualmente, diversas informações, pois é intuitivo perceber a média e a dispersão de uma amostra ou seja, apresenta de forma concisa como os dados se comportam, facilitando sua interpretação.

Fonte: Toledo (2020).

2.4.2 – Análise de imagens

Uma imagem é uma representação visual de um objeto real, formatada em duas dimensões (SINGH, 2019). Uma imagem digital é formada por uma coleção de *pixels*, ou seja, pequenas amostras em espaços de cores diferentes, sendo então um *pixel* uma amostra da imagem com características únicas, como cor e intensidade (SINGH, 2019). Uma característica importante nas imagens digitais é a sua resolução, a qual nada mais é do que o número de *pixels* presentes em uma imagem (SINGH, 2019). As resoluções são descritas, como exemplo, por valores como 320 x 240, 800 x 600 ou ainda 1024 x 768, as quais significam, no caso de 1024 x 768, que a imagem é formada por 1024 colunas de *pixels* e 768 linhas de *pixels*, ou seja, esta imagem tem 786.432 *pixels* (SINGH, 2019). Fica claro que quanto maior a resolução, mais rica em detalhes tem a imagem digital (SINGH, 2019).

Os *pixels* de uma imagem digital em tons de cinza não carregam a informação de cor, somente o grau de intensidade, que usam o valor zero para

indicar a cor preta (ausência de intensidade) e o número 255 para a cor branca (intensidade máxima), formando um total de 256 tons de cinza (SINGH, 2019).

De acordo com de Queiroz e Gomes (2006, p. 15), “o histograma de uma imagem traduz a distribuição estatística dos seus níveis de cinza”. Ou seja, um histograma é uma representação gráfica da quantidade de *pixels* de um determinado tom de cinza presente em uma imagem, podendo também ser expressa em valores percentuais do número total de *pixels* da imagem (RENCZ; RYERSON, 1999; GONZALEZ; WOODS, 2000). Deste modo, para uma imagem digital $f(x,y)$ com m linhas e n colunas, seu histograma, $H_f(C)$, é definido como:

$$H_f(C) = \frac{n_C}{m \cdot n} \quad (1)$$

onde n_C é a quantidade de vezes que o tom de cinza C aparece na imagem (DE QUEIROZ; GOMES, 2006). A Figura 5 mostra alguns exemplos de histogramas de imagens em tom de cinza.

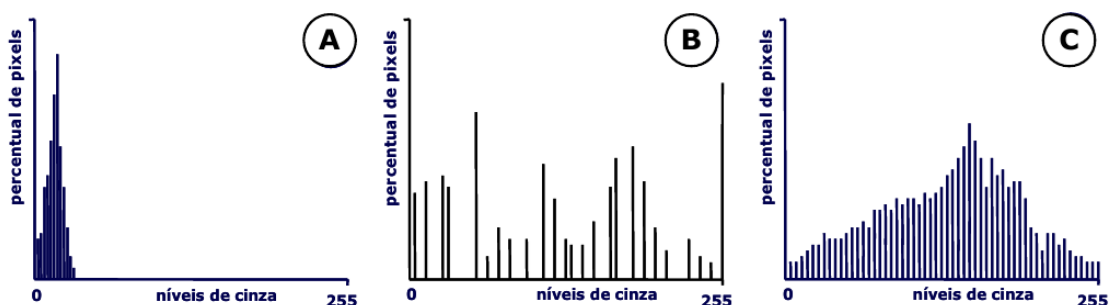


Figura 5: Exemplos de histogramas.

O histograma A corresponde a uma imagem de baixo contraste, ou seja, com poucas variações de tom, muito escura; o histograma B corresponde a uma imagem que usa toda a faixa de graduação de cinza, com dois tons dominantes; o histograma C resulta de uma imagem usando toda a escala de cinza, mas de forma mais equidistante (DE QUEIROZ; GOMES, 2006).

Fonte: Adaptado de De Queiroz e Gomes (2006).

Diversos são os modelos de sistemas de processamento de imagens que foram propostos e comercializados nas últimas décadas no mundo inteiro (GONZALEZ; WOODS, 2000). Nos meados das décadas de 1980 e 1990, o mercado sofreu a tendência para o uso de placas especialmente projetadas para uso em estações de trabalho e computadores pessoais, conforme a diminuição de custos das tecnologias de *hardware* (GONZALEZ; WOODS, 2000). Diversas

empresas que se aperfeiçoaram no desenvolvimento de *software* para processamento de imagens surgiram no mercado (DE QUEIROZ; GOMES, 2006). Atualmente, os sistemas para processamento de imagens são amplamente usados, principalmente nas aplicações de sensoriamento remoto, incluindo processamento de produtos aerofotogramétricos e orbitais (AHRENS et al., 2005). Outra área de grande aplicação do processamento de imagens está no processamento de imagens geradas a partir de RM, TC, tomografia por emissão de pósitrons (PET), tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPEC), tomografia óptica, ultrassonografia e raios X (RUSS, 2006). Entretanto, a miniaturização e integração do *hardware* dedicado a processamento de imagens é a tendência atual, para uso em computadores de pequeno porte para uso geral (DE QUEIROZ; GOMES, 2006).

2.4.3 – Radiômica

A radiômica é um campo emergente da medicina, surgida da necessidade de se obter uma precisão diagnóstica, terapêutica e prognóstica das diversas patologias existentes, pois uma abordagem que englobe os aspectos individuais do quadro patológico e do paciente é de extrema necessidade (DE QUEIROZ et al., 2022). A oncologia, como exemplo, é uma área onde a interpretação dos diversos exames de imagens que revelam as características do tumor a nível celular e genético, depende da subjetividade analítica do profissional envolvido (COLANTONIO et al., 2019).

Assim, a análise objetiva dos dados e parâmetros fornecidos pelos exames de imagens torna-se altamente necessária (DE QUEIROZ et al., 2022). A radiômica tem como objetivo abordar, de forma quantitativa, objetiva e reprodutibilidade, através de algoritmos de ferramentas estatísticas e mineração de dados, fornecer informações preditivas e prognósticas (XU et al., 2019). A radiômica permite a percepção de aspectos complexos dos exames de imagem, os quais apresentariam maior dificuldade de serem identificados e quantificados pelo profissional (DE QUEIROZ et al., 2022).

Com maior capacidade para identificar aspectos importantes das imagens das lesões analisadas, como forma e heterogeneidade, a radiômica investiga os padrões extraídos e quantificados das imagens, fornecendo assim

uma base para a definição de um direcionamento ao desfecho clínico, sendo a previsão da evolução da patologia e demais fatores realizados isoladamente ou em conjunto com os dados clínicos, genômicos, histológicos e outros que possivelmente possam ser obtidos (MAYERHOEFER et al., 2020).

Atualmente, a radiômica é utilizada para estudar diferentes tipos de câncer, o qual demonstrou seu alto potencial colaborativo com a prática médica diária, pois apresentou a capacidade de determinar a complexidade espacial tumoral e de identificar a heterogeneidade interna do tumor, que estão relacionadas à progressão e resistência terapêutica (LARUE et al., 2017; FERREIRA JUNIOR et al., 2021).

A segmentação de imagens, cujo objetivo é dividi-las em partes associadas à anatomia normal ou com as partes lesionadas, é uma das fases principais do processamento e análise das imagens médicas, sendo baseada essencialmente nas escalas de tons de cinza, tanto formatos analisados quanto nas similaridades (SANTOS et al., 2019). Na radiômica, a segmentação manual, automática e semiautomática é um obstáculo, devido à dificuldade encontrada na reprodutibilidade das informações, tornando a verificação cautelosa dos dados um aspecto desafiador para obter-se resultados satisfatórios e confiáveis (DE QUEIROZ et al., 2022). Portanto, a confiabilidade das propriedades extraídas associadas com as alcançadas na prática clínica podem ser afetadas pela maneira em que ocorreu a aquisição, o posterior processamento e a segmentação da imagem (YIP; AERTS, 2016; RIZZO et al., 2018).

Assim, por mais ampla que seja a rede de aplicações potenciais, a quantificação das propriedades radiômicas depende de uma grande quantidade de variáveis técnicas (DE QUEIROZ et al., 2022). Estudos realizados mostram que alguns desses aspectos são tamanhos de matriz (resolução), a técnica de pós-filtragem, os algoritmos de reconstrução e as larguras, além dos diferentes modos de aquisição (YIP; AERTS, 2016).

Por conclusão, a radiômica é entendida como disciplina com aspecto quantitativo, de abordagem objetiva e aplicabilidade em ampla gama do âmbito médico (DE QUEIROZ et al., 2022). Seu amplo e diverso alcance são quesitos importantes a se ressaltar, pois proporcionam uma evolução no processo de cuidado e tomada de decisões para tratar de quadros patológicos, tornando-o mais assertivo (DE QUEIROZ et al., 2022). No tratamento de neoplasias a

radiômica merece destaque, pois oferece rápida avaliação, é não invasiva aos pacientes, além de acessível financeiramente (DE QUEIROZ et al., 2022).

Apesar dos inúmeros aspectos clínicos positivos na sua aplicação, a radiômica apresenta diversas questões para aprimoramento, resultando assim o alcance de sua máxima eficiência (DE QUEIROZ et al., 2022). Destaca-se a falta de padronização suficiente e o desafio de promover uma maior comunicabilidade entre médicos e cientistas da computação (DE QUEIROZ et al., 2022). Sua dependência de variáveis técnicas, tais como o modo de aquisição, a pós-filtragem, o tamanho de matriz, as larguras e os algoritmos de reconstrução, também é um entrave a ser eliminado (DE QUEIROZ et al., 2022).

2.4.4 – Análise de textura

Wanamaker et al. (2021), no trabalho “*Classification of neoplastic and inflammatory brain disease using MRI texture analysis in 119 dogs*”, afirmaram que a análise de textura (AT) é um componente da radiômica, cujo objetivo é o estudo quantitativo de dados de imagem. A AT funciona inserindo uma imagem ou parte de uma imagem, como por exemplo, uma ressonância magnética, em um dos vários programas de software disponíveis para avaliar a distribuição de intensidades de pixel. Existem vários métodos para quantificar uma intensidade de pixel e, portanto, vários métodos para executar a AT. Os métodos de execução de AT incluem os métodos estatístico, transformativo, *wavelet* (decomposição da imagem em forma hierárquica) e autorregressivo baseado em modelo, sendo o método estatístico o mais comumente usado em análise de imagem (LUBNER et al., 2017).

Para transformar uma interpretação subjetiva como a intensidade de um *pixel* em algo que pode ser interpretado matematicamente, o tom ou nível de cinza de cada *pixel* é quantificado em um valor numérico (SINGH, 2019). Um exemplo de uma métrica básica de AT para TC, comumente usada por clínicos na prática diária, é a intensidade média do *pixel* (Unidades *Hounsfield*) dentro de uma região de interesse (ROI – *Region Of Interest*) especificada (LUBNER et al., 2017). Métricas como a intensidade média do *pixel*, as quais avaliam o nível de cinza deste, mas não sua relação espacial com seus *pixels* vizinhos, dentro da imagem, é denominada variáveis de primeira ordem (ou características do

histograma) (WANAMAKER et al., 2021). Variáveis de segunda ordem são aquelas que consideram as relações espaciais entre *pixels* vizinhos e a distribuição de intensidades dentro da imagem (LUBNER et al., 2017). Juntas, as variáveis de primeira e segunda ordem formam o conjunto de dados para a avaliação da textura da imagem (WANAMAKER et al., 2021). Em outras palavras, a AT é a quantificação da homogeneidade do nível de cinza, bem como a sua dispersão dentro de uma imagem (LUBNER et al., 2017).

A RM é usada principalmente para obter-se imagens de características patológicas brutas *in vivo*; no entanto, alguns quadros patológicos podem apenas induzir alterações histológicas, que ainda podem ser detectáveis e quantificadas pela AT (CASTELLANO et al., 2004). A AT fornece a oportunidade de extrair mais informações dos dados contidos nas imagens de ressonância do que é visto visualmente (WANAMAKER et al., 2021).

Na medicina veterinária, a AT tem sido usada para diferenciar cães com distrofia muscular e para prever o grau histológico de meningiomas (BANZATO et al., 2017). Um estudo anterior em pessoas descobriu que a AT poderia distinguir tecidos cerebrais normais, além de uma capacidade de diferenciar certos tumores cerebrais em sequências T1W e T2W (HERLIDOU-MEME, 2003). Com base na descoberta desses estudos anteriores, a AT tem o potencial de adicionar informações diagnósticas quantitativas às características qualitativas de imagem de distúrbios cerebrais inflamatórios e neoplásicos em imagens de ressonância em cães (WANAMAKER et al., 2021).

AAT exige um levantamento apurado de dados para sua análise, sendo que, num estudo típico, são necessários histogramas de intensidade média de pixel, variância, assimetria, curtose, entropia e energia, além dos recursos de segunda ordem, os quais avaliam pares ou grupos de *pixels* espacialmente relacionados, como matrizes de comprimento de execução e coocorrência (WANAMAKER et al., 2021).

2.5 – Doença do disco intervertebral em cães

Uma das causas que mais provocam alterações neurológicas e agravos na medula espinhal de cães é a DDIV, sendo que esta ocorre pela lesão ou degeneração das camadas do disco intervertebral, acometendo seu núcleo

pulposo e o anel fibroso. Tais problemas podem ocorrer tanto em raças condrodistróficas quanto as não condrodistróficas. Dachshund, Beagle e Poodle, os quais pertencem às raças condrodistróficas, podem sofrer modificações no núcleo pulposo a partir dos três meses de idade, sendo mais suscetíveis de apresentarem a exteriorização do problema após uma ruptura do anel fibroso (CECIM, 2019). Já as raças não condrodistróficas são mais suscetíveis a apresentar esta afecção em idade mais avançada (GUIDI et al., 2021).

Raças condrodistróficas são caracterizadas por membros curtos e desproporcionais em relação ao tronco, provocado por um tipo específico de nanismo (ESCOBAR, 2018). Esta condição genética altera o crescimento dos ossos longos, como as patas do cão, apresentando também outras condições tais como canal vertebral estreito, o qual aumenta a predisposição para problemas na coluna vertebral, como a hérnia discal; estrutura das articulações alterada, afetando as articulações de modo que apresentem diferenças em sua estrutura, podendo levar ao desenvolvimento de artrose; cabeça relativamente grande em algumas raças, tornando-a desproporcionalmente grande em relação ao corpo (MENDONÇA et al., 2013).

2.5.1 – Etiologia

As principais causas da DDIV em cães são (FAZENDA, 2010; JEFFERY et al., 2013; DA SILVA; DE LIMA, 2020; LONDOÑO, 2021):

- Degeneração do disco intervertebral: Com o envelhecimento, os discos intervertebrais, os quais atuam como amortecedores entre as vértebras, podem se desgastar e perder sua elasticidade, tornando-os propensos a se romperem. As modificações nos contornos dos discos ou, ainda, o vazamento do conteúdo gelatinoso contido nos núcleos destes discos tem grande importância clínica nessa anomalia. É o vazamento do material interno do disco, comprimindo a medula espinhal e os nervos que cercam a coluna vertebral que causam a hérnia.
- Predisposição genética: Algumas raças de cães, como os Dachshunds, Basset Hounds, Beagles e Pugs, possuem uma

predisposição genética para desenvolver a DDIV devido à forma de sua coluna vertebral. Essas predisposições genéticas podem causar condrodistrofia e vasculopatia, o qual leva a deterioração dos discos intervertebrais e, conseqüentemente, o comprometimento biomecânico das suas funções.

- Traumatismos: Quedas, acidentes ou atividades físicas intensas podem causar lesões nos discos intervertebrais, levando à discopatia. A característica principal deste tipo de DDIV é a extrusão de forma abrupta de uma parte do núcleo pulposo dos discos intervertebrais, em decorrência de exercícios físicos intensos ou traumatismos, o qual ocasiona a elevação súbita da pressão intradiscal, provocando a lesão da medula espinhal. Apesar de não se caracterizar por um processo compressivo da coluna ou medula espinhal, mesmo assim pode acarretar significativos prejuízos a essa estrutura.
- Obesidade: O excesso de massa corpórea coloca uma pressão adicional sobre a coluna vertebral, aumentando o risco de DDIV. Os cães de meia idade apresentaram maior aumento de massa corpórea. Assim, estes animais, naturalmente, têm um metabolismo mais lento, dormem com maior frequência e se exercitam menos por diversos motivos, tais como: a própria idade; doenças cardíacas ou respiratórias, as quais diminuem a disposição do animal; artroses, doenças do disco intervertebral, entre outros problemas ortopédicos que causam dor e limitam a movimentação, podendo levar a um ciclo de causa-efeito.

2.5.2 – Fisiopatogenia

Basicamente, o processo fisiopatogênico da DDIV em cães se dá pela seguinte progressão (LONDOÑO, 2021):

- Degeneração do disco intervertebral: Com o passar do tempo, os discos intervertebrais sofrem um processo natural de desgaste, perdendo água e elasticidade. Essa degeneração torna o núcleo

pulposo (parte central do disco) mais rígido e o anel fibroso (parte externa) mais frágil.

- Ruptura do anel fibroso: O anel fibroso, enfraquecido pela degeneração, pode se romper, permitindo que o núcleo pulposo extravase para o canal vertebral.
- Compressão da medula espinhal ou raízes nervosas: A porção do disco que sofreu a extrusão pressiona a medula espinhal ou as raízes nervosas, causando os sinais clínicos da doença.

Na Figura 6 é apresentado um desenho esquemático de um disco intervertebral.

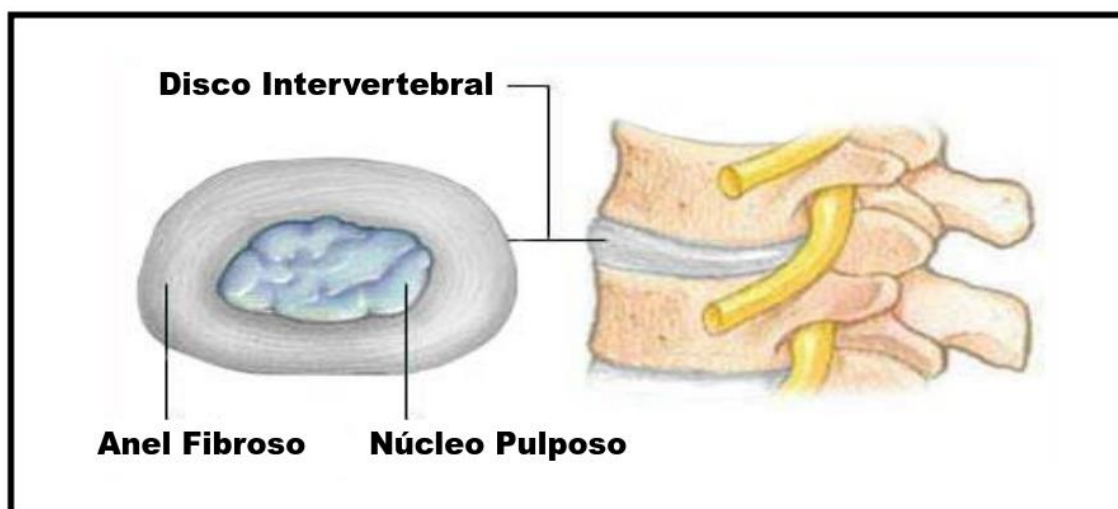


Figura 6: Desenho esquemático de um disco Intervertebral
Fonte: adaptado de Montenegro (2014).

Os discos intervertebrais ficam entre cada corpo vertebral, com exceção da primeira e segunda vértebras cervicais, além das vértebras sacrais (LONDOÑO, 2021). Formados por um anel fibroso e um núcleo pulposo, como visto na Figura 6, o anel fibroso é constituído por uma região perinuclear, a qual é composta por fibrocartilagem e sua camada mais externa é formada por colágeno (LONDOÑO, 2021).

O núcleo pulposo é parecido a um gel que, com o envelhecimento, sofre um processo de desidratação progressiva, provocando a perda de sua capacidade de absorver choques e impactos, fazendo com que a coluna vertebral perca flexibilidade (MORTATE, 2008; NEVES, 2016; MOSCHEN, 2017; CECIM, 2019). De acordo com Dias (2018), a composição molecular do disco

intervertebral é formada por proteína colágena, proteína não colágena, agregados de proteoglicanos, como sulfato de condroitina e sulfato de queratano, além de glicoproteínas.

O núcleo pulposo está localizado na região central do disco, como se vê na Figura 6 (MELO, 2019). É mantido sob pressão pelo anel fibroso, dissipando assim as pressões sofridas pelo sistema (MELO, 2019). Sua composição principal é a água, sendo que pode atingir 80% em um núcleo pulposo saudável, além de colágeno tipo II e fibras de elastinas incorporadas a proteoglicanos, formando assim seu aspecto gelatinoso (MELO, 2019). O anel fibroso é formado por um tecido fibrocartilaginoso, sendo mais espesso na região ventral e mais fino na região dorsal, formando um anel em torno do núcleo pulposo, retendo de líquido do mesmo, impedindo que ele escape (MELO, 2019). Com o avanço da idade, ocorre a degeneração natural dos discos intervertebrais, o qual provoca a diminuição na sua capacidade de absorver impactos (MELO, 2019).

Sendo uma afecção neurológica, a DDIV em cães ocorre em decorrência da degeneração do disco intervertebral, o qual pode provocar uma protusão do anel fibroso ou até uma extrusão do núcleo pulposo, com conseqüente compressão das raízes nervosas ou da medula espinhal, conforme Londoño (2021). Raças condrodistróficas, como Pequinês, Dachshund, Poodle Toy, Chihuahua, Beagle, Lhasa Apso, Shi Tzu, e Cocker Spaniel, tem predisposição a apresentar esta DDIV (MOSCHEN, 2017; DIAS, 2018; CARAMICO, 2019). Melo (2019) afirma que fatores como idade avançada, disposição genética, nutrição inadequada, traumatismo e exercícios físicos extremos também são fatores que podem ser associados à ocorrência da DDIV.

A etiologia, bem como a patogenia dessa afecção não estão totalmente esclarecidas, mas existem algumas hipóteses, sendo uma delas a ocorrência de alterações estruturais e bioquímicas no disco intervertebral, as quais provocariam a lesão deste pela degeneração fibroide (protusão) ou condroide (extrusão), com efetiva injúria a nível medular (DIAS, 2018; CARAMICO, 2019).

A manifestação da doença será em função da raça acometida, o qual leva a conclusão de que a genética é o melhor indicador na predominância da doença (LONDOÑO, 2021). Caramico (2019) afirma que é importante ressaltar que os cães da raça Dachshund são os mais acometidos pela extrusão do núcleo pulposo, também tratada por forma condroide, pois sua estrutura física resulta

em maior susceptibilidade a este tipo de ocorrência. Nesta forma, o animal sofre a perda de glicosaminoglicanos, aumento na quantidade de colágeno e redução no total de água no disco intervertebral, o qual perde suas propriedades hidroelásticas, com conseqüente perda da propriedade de suportar pressões, ou seja, ocorre uma transformação do núcleo pulposo gelatinoso em cartilagem hialina (LONDOÑO, 2021). Esta alteração ocorre em cães condrodistróficos jovens, principalmente (BRISSON, 2010).

O aspecto fibroso da doença, ou forma fibroide, acomete todo tipo de raça canina, pois está principalmente correlacionada com a idade do animal, sendo relatado em cães não condrodistróficos, na sua maioria, a partir dos sete anos de idade, sendo que sua característica principal é a colagenização fibrosa do núcleo pulposo, associado à degeneração do anel fibroso (LONDOÑO, 2021). A forma fibroide, diferentemente da forma condroide, apresenta altos níveis de glicosaminoglicanos e baixos níveis de colágeno, provocando o abaulamento do núcleo pulposo dentro do anel fibroso enfraquecido (BRISSON, 2010).

A divisão clássica de Hansen, proposta por Hans-Jürgen Hansen em 1951, apresenta os seguintes tipos de DDIV: Hansen Tipo I e Hansen Tipo II (JEFFERY et al., 2013). A Figura 7 exemplifica os tipos.

A DDIV Hansen Tipo I é caracterizada pela degeneração condroide, a qual ocorre na seguinte sequência (OLIVEIRA, 2022):

- Desidratação do núcleo pulposo, com degeneração de suas células;
- Calcificação distrófica de toda a sua estrutura;
- Alteração da distribuição de pressão entre os discos;
- Estresse mecânico no anel fibroso;
- Ruptura dos filamentos de colágeno individuais do anel;
- Liberação, para o exterior, do conteúdo do núcleo degenerado.

A ruptura do anel fibroso pode ocorrer em qualquer direção, mas é mais frequente na direção dorsal, em função da posição do núcleo dentro do anel (JEFFERY et al., 2013).

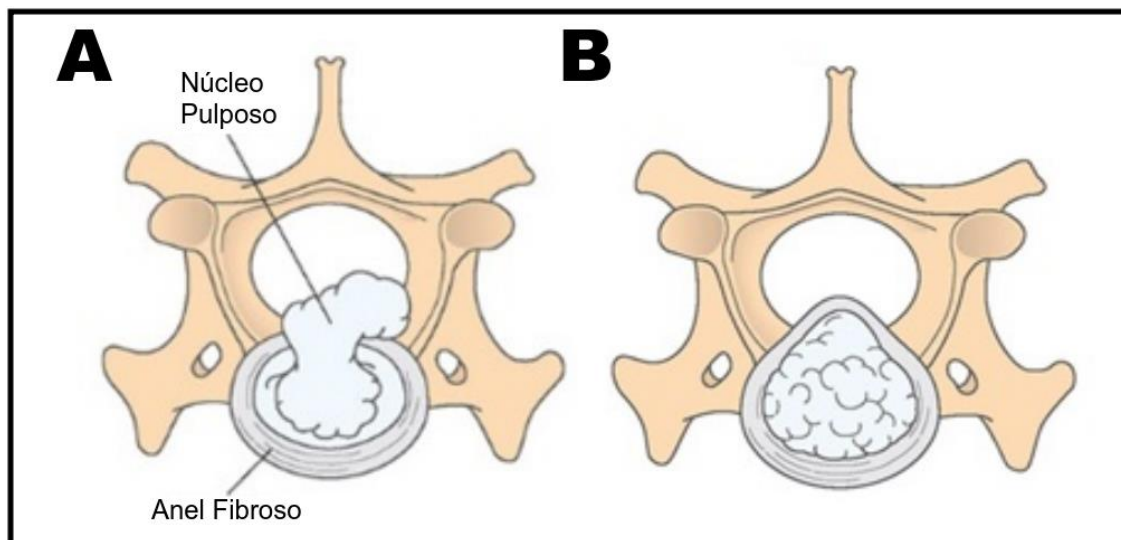


Figura 7: Tipos de doença do disco intervertebral.

(A) Hansen Tipo I em que se observa a extrusão do núcleo pulposo para dentro do canal vertebral (B) Hansen Tipo II em que se observa a protrusão do conteúdo discal em formato de projétil para dentro do canal vertebral.

Fonte: adaptado de Kistemacher (2017).

A DDIV Hansen Tipo I caracteriza-se por uma injúria aguda, provocada geralmente por um movimento brusco do animal, e pode acarretar a paresia de seus membros (LONDOÑO, 2021). A gravidade dos sinais clínicos depende de fatores como espaço epidural lombar e alongamento da coluna, característica da raça de cada animal, e pela influência da ação da força peso que, dependendo do caso, favorece maior degeneração (OLIVEIRA, 2022). As anomalias do disco intervertebral começam a partir dos dois a sete meses de idade do cão, sendo que seus sinais clínicos só surgem na média de dois anos de idade (LONDOÑO, 2021).

ADDIV Hansen Tipo II é caracterizada pela degeneração fibroide (Figura 7B), em cães não condrodistróficos, a qual ocorre na seguinte sequência (OLIVEIRA, 2022):

- Desidratação do núcleo pulposo;
- Separação das camadas fibrosas do anel fibroso;
- Acúmulo de fluido e de plasma nessas regiões;
- Espaçamento do anel fibroso pela ação mecânica da pressão exercida pelo núcleo;

- Projeção do anel, levando à compressão da medula espinhal ou suas raízes nervosas.

Neste processo, ocorre também o acúmulo de conteúdo gelatinoso no núcleo pulposo que, às vezes, se subdivide em módulos, piorando o quadro da doença (JEFFERY et al., 2013). A DDIV Hansen tipo II comumente ocorre em cães de grande porte, como Pastor Alemão e Doberman, mas também é observada em raças de porte pequeno (MARINHO et al., 2014; MELO, 2019)

Em cães, a maioria dos casos de DDIV são englobados pelos Tipos I ou II da escala de Hansen, mas casos específicos acabam por não se enquadrar em nenhuma dessas categorias (JEFFERY et al., 2013). Existem casos de DDIV em que porções do anel fibroso rompem dentro do canal vertebral, o qual pode acontecer em raças condrodistróficas e não condrodistróficas (JEFFERY et al., 2013).

Assim, um tipo de DDIV nomeada como Hansen Tipo III foi criada, descrevendo que a principal característica seria a extrusão de uma parte do núcleo pulposo dos discos intervertebrais (OLIVEIRA, 2022). Esta extrusão ocorre de forma abrupta, provocada por traumatismos ou exercícios físicos intensos, causando a rápida elevação da pressão intradiscal, o que leva à lesão da medula espinhal (OLIVEIRA, 2022). A DDIV Hansen Tipo III não tem como característica um processo compressivo, diferenciando-se assim das lesões Tipo I e II, mas pode acarretar graves prejuízos a essa estrutura (LONDOÑO, 2021).

2.5.3 – Sinais clínicos

Sendo mais comuns em cães de raças condrodistróficas, como Pequinês, ShiTzus, Poodles Toy, Beagles, Chihuahuas, Cockers Spaniels e principalmente Dachshund, as modificações decorrentes do processo degenerativo dos discos intervertebrais, provocados por fatores como idade, predisposições genéticas, problemas nutricionais, ocorrência de traumatismos, ou ainda associados a exercícios físicos extremos, podem estar associados a ocorrência de DDIV (LONDOÑO, 2021). De forma genérica, as hérnias de Hansen Tipo I estão mais relacionadas a fatores genéticos, enquanto as Tipo II estão associadas ao envelhecimento dos cães, sendo mais incidentes a partir dos sete anos de idade, independentemente da raça acometida (LONDOÑO, 2021).

A manifestação da doença ocorre quando a porção degenerada do disco intervertebral provoca a compressão da medula espinhal, ou ainda das estruturas nervosas subjacentes, o que causa dor nos cães (OLIVEIRA, 2022). A intensidade da dor sentida por cada animal será proporcional ao volume, a localização e a velocidade com que o material extrudado/protruído atingir a medula, provocando tipos diferentes de disfunção neurológica (PESSINE; JUNIOR, 2020). O tempo em que a lesão está estabelecida também influencia na intensidade da dor, sendo este o principal sinal clínico, os quais podem se associar a paraparesia, paraplegia dos membros e disfunções da micção, nos casos mais graves (LONDOÑO, 2021). Jeffery et al. (2013) salientam que, apesar do grande número de casos de DDI, principalmente nas raças condrodistróficas, o processo degenerativo do disco intervertebral não mostra claras evidências externas, fazendo com que os sintomas característicos dessa patologia se mostrem apenas quando o quadro clínico da DDIV encontra-se em estado muito avançado, após as estruturas neurológicas da coluna vertebral já terem sido acometidas.

O impacto do disco em degeneração nas estruturas nervosas, ou ainda o estiramento das fibras do anel dorsal do ligamento longitudinal dorsal pode resultar na manifestação dos sinais clínicos, sendo que no primeiro caso os animais podem apresentar também distúrbios neurológicos de graus de intensidade variados, além da dor (JEFFERY et al., 2013).

Mortate (2008), classificam os animais portadores de DDIV em cinco graus de deficiência neurológica, a saber:

- Grau I – são aqueles que apresentam apenas quadro de dor;
- Grau II – engloba ataxia propioceptiva e deficiência propioceptiva consciente;
- Grau III – caracteriza-se pela manifestação de paraparesia;
- Grau IV – por paraplegia com presença de dores profundas;
- Grau V – tem como característica principal a paraplegia sem a manifestação de dor profunda.

A DDIV pode ainda apresentar dois mecanismos distintos, como visto anteriormente: o de extrusão do núcleo degenerado, Hansen Tipo I; e a protrusão do anel, Hansen Tipo 2 (OLIVEIRA, 2022). Nos cães, cada um desses

mecanismos implicará modelos diferentes de injúria na medula espinhal, sendo que o primeiro gera uma lesão mista de contusão e compressão, dependendo das condições na qual o material é extrusado para fora do disco intervertebral (OLIVEIRA, 2022). No caso da protrusão do anel fibroso, esta acontece geralmente de forma gradativa, ao longo de meses ou anos, provocando uma compressão progressiva da medula espinhal que pode ser amplificada pela movimentação dos seguimentos vertebrais adjacentes (JEFFERY et al., 2013).

Oliveira (2022) afirma que

os compartimentos medulares mais afetados pela DDIV são as regiões cervicais craniais (entre as vértebras C1 a C5), caudal ou cervicotorácica (entre as vértebras C6 e T2), e as regiões toracolombar (entre as vértebras T3 e L3) e lombo sacral (entre as vértebras L4 e S3) (Oliveira, 2022, p. 26).

Entretanto, é sabido que a região toracolombar é a mais suscetível a apresentar DDI, sendo a grande maioria dos casos clínicos de degeneração do disco intervertebral, devido às conformações anatômicas próprias dessa região da coluna vertebral (LONDOÑO, 2021).

As lesões toracolombares desenvolvessem em cães com três a sete anos de idade e de raças condrodistróficas com lesões Hansen Tipo I, principalmente, sendo os cães da raça Dachshunds os mais acometidos (OLIVEIRA, 2022). De fato, esta raça de cão mostra cerca de 10 vezes mais chances de apresentar esse quadro clínico em comparação as demais raças de pequeno porte (OLIVEIRA, 2022). Ressalta-se aqui que os espaços intervertebrais entre as vértebras T11 e L2 são os que mais sofrem este tipo de lesão, totalizando cerca de 65% a 75% de todos os casos de extrusões discais (DEWEY; FOSSUM, 2014).

O aumento do tônus extensor dos membros torácicos provocados pelas lesões toracolombares é conhecido como de Síndrome Schiff-Sherrington, que apresenta os seguintes sinais clínicos (LONDOÑO, 2021):

- Ocorrência de dor;
- Ataxia;
- Déficit postural;
- Paraparesia;
- Paraplegia que pode se manifestar com dor profunda ou não.

Além dos sinais clínicos apresentados acima, tônus muscular nos membros pélvicos e reflexos espinhais são comuns (OLIVEIRA, 2022). A Figura 8 mostra um cão da raça Dachshund, apresentando a postura característica da síndrome Schiff-Sherrington em decorrência de lesão na região toracolombar (LONDOÑO, 2021)



Figura 8: Cão da raça Dachshund com postura Schiff-Sherrington.
Fonte: Londoño, 2021

2.5.4 – Diagnóstico

Da Silveira et al. (2020) afirmaram que o diagnóstico da DDIV em cães se dá pelo histórico do paciente, assim como pela predisposição racial, além de sinais neurológicos apresentados e exames complementares, tais como (DIAS, 2018; COATES, 2012):

- Radiografia simples;
- Mielografia;
- Tomografia computadorizada (TC);
- Ressonância magnética (RM).

Na maioria das vezes as radiografias simples se mostram limitadas para o diagnóstico de compressões medulares por degeneração do disco

intervertebral, mas são úteis na exclusão de diagnósticos diferenciais possíveis, tais como malformações vertebrais, discoespondilite e neoplasia óssea (SHARP; WHEELER, 2006; DEWEY; FOSSUM, 2014).

Contudo, os exames de TC e RM são as melhores ferramentas para um diagnóstico por imagem com acurácia na detecção da DDI, pois permitem a detecção de detalhes anatômicos com muito mais clareza, muitas vezes não visíveis em radiografias simples, além de terem a vantagem de serem menos invasivos e mais seguros durante sua execução (TROOMBS; WATER, 2003; SHARP; WHEELER, 2006; DEWEY; FOSSUM, 2014).

2.5.4.1 – Avaliação radiográfica

A radiografia simples tem a capacidade de identificar lesões que envolvam as vértebras e seus ligamentos, porém não permite a visualização da medula espinhal (DIAS, 2018).

Para uma mielografia, Londoño (2021) afirma que

a mielografia é utilizada para delimitar a extensão e localização da compressão medular, a qual não é possível de ser visualizada pela radiografia simples, porém essa técnica de mielografia vem caindo em desuso, devido as consequências que gera ao animal, sendo que pode ocorrer convulsões, arritmias cardíacas e apneia, esses fatores ocorrem devido aos medicamentos usados no animal, como por exemplo o contraste (DIAS, 2018; MELO, 2019) (LONDOÑO, 2021, p. 22).

2.4.4.1.1 – Radiografia simples

Em uma radiografia simples, os sinais de DDIV são notados pela redução do espaço intervertebral, do forame intervertebral e também do espaço articular intervertebral dorsal; o forame intervertebral torna-se opaco; os corpos vertebrais contíguos tornam-se cuneiformes (ALVES, 2018). No caso de extrusão discal, em que ocorre previamente a calcificação dos discos intervertebrais, as radiografias simples mostram detalhadamente o problema, pela presença de material discal calcificado dentro do anel dorsal ou no canal medular (ALVES, 2018). Na ocorrência de protrusão discal, pela não mineralização do disco intervertebral, a DDIV pode ser identificada como um padrão de densidade parecida aos tecidos moles (ALVES, 2018). Este padrão é

detectado mais facilmente na região da coluna vertebral lombar, onde não existe a sobreposição das costelas aos forames intervertebrais (ALVES, 2018).

2.4.4.1.2 – Mielografia

A mielografia é um estudo realizado para avaliar a medula espinhal por meio da injeção, no espaço subaracnoide, de materiais de contrastes não iônicos, utilizado para identificar regiões de compressão da medula espinhal provocados por um edema, por uma anormalidade vertebral, por material discal ou, ainda, neoformações (AYERS, 2012), sendo que o animal precisa estar anestesiado. A mielografia, entretanto, só deve ser realizada após um exame radiográfico simples de boa qualidade (LAMB, 1994).

De acordo com Ayers (2012), o meio de contraste deve então ser injetado entre as vértebras C1-C2, sendo que o paciente deve estar posicionado em decúbito lateral com hiperflexão da cabeça, ou entre L5-L6, na posição de decúbito esternal ou lateral, com a coluna lombar fletida, sendo os membros pélvicos estendidos cranialmente para abrir o espaço intervertebral (AYERS, 2012). A dose do meio de contraste, iohexol ou iopamidol, deve ser determinada de acordo com o local da punção e o tamanho do animal, conforme a seguinte recomendação (ALVES, 2018):

- Região de cisterna
 - Segmento cervical – 0,3 ml/kg
 - Segmento toracolombar – 0,45 ml/kg
- Região lombar
 - Segmento cervical – 0,45 ml/kg
 - Segmento toracolombar – 0,3 ml/kg

No caso de o paciente apresentar uma única lesão, diagnosticada na radiografia simples, junto a paralisia aguda, recomenda-se evitar a mielografia pois, como é um procedimento invasivo, pode provocar a piora do quadro neurológico em alguns cães, provocando convulsões durante a recuperação, em particular se o crânio for invadido pelo material de contraste (ALVES, 2018). A mielografia só se torna realmente necessária se os achados neurológicos forem

discordantes do diagnóstico radiográfico (BRAUND; BOJRAB, 1996; FARROW, 2006; WIDMER; THRALL, 2010).

Apesar de a mielografia permitir o reconhecimento do local das lesões pela extensão da espinha, bem como a localização da lesão em relação à medula e meninges, a mielografia não permite um definitivo diagnóstico patológico destas lesões (BRAWNER; HATHCOCK, 1998).

Da Silva Alves (2018), em seu trabalho “Diagnóstico por Imagem de Hérnia Discal Hansen Tipo I, II e III em Cães” afirmou que durante a interpretação da mielografia, deve-se estar ciente que podem existir artefatos mielográficos, como injeção epidural ou subdural acidental que podem dificultar o diagnóstico. Se houver ausência de alterações na mielografia, o paciente deve ser submetido a outros exames de imagem, como a TC ou a RM (DA SILVA ALVES, 2018).

A mielografia apresenta alguns problemas técnicos que comprometem a acurácia do exame e, assim, o diagnóstico (ALVES, 2018). Problemas como a aplicação errônea do material de contraste na epidural, a distribuição inadequada do meio de contraste, e o inadequado posicionamento radiográfico provocam a inadequação dos resultados (ALVES, 2018). Outros fatores anatomopatológicos ainda podem dificultar a avaliação, tais como a tumefação da medula espinhal ou um deslocamento atípico do material discal (LAMB, 1994).

2.5.4.2 – Tomografia computadorizada

A TC é um instrumento de diagnóstico apurado, podendo ser utilizada como um complemento do exame mielográfico, ou ainda como ferramenta de diagnóstico único, evitando assim os efeitos indesejados da mielografia, mas há o relato de alguns autores que é fundamental saber a localização da lesão previamente, através de radiografias da coluna e exames neurológicos, para se conseguir bons resultados (FERNÁNDEZ GONZÁLEZ; LÓPEZ, 2004).

A TC tem a vantagem sobre a radiografia de produzir imagens em três dimensões, permitindo uma visão espacial do problema, além de imagens multiplanares, nos sentidos transversal, sagital e dorsal (KINNS et al. 2011). Além disso, sua resolução de contraste superior fornece subsídios melhores, o qual permite o diagnóstico de material discal expelido, não mineralizado e de

densidade baixa (WIDMER; THRALL, 2010). A Figura 9 apresenta um exemplo de TC.

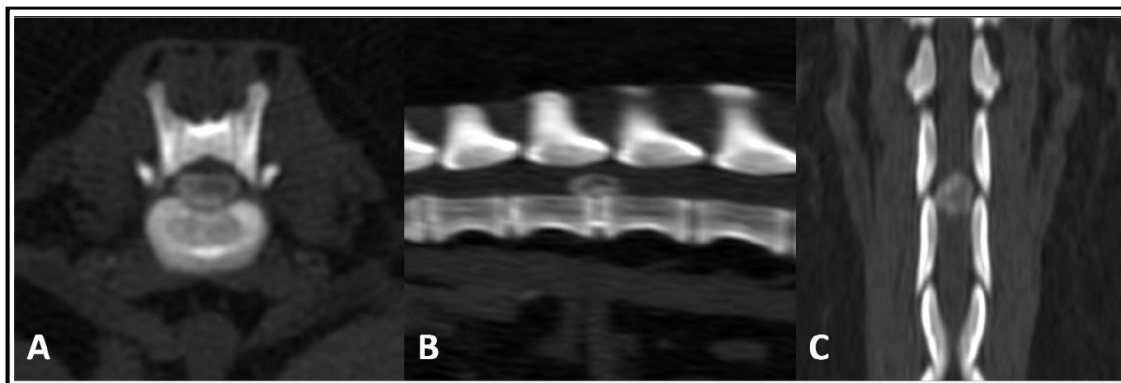


Figura 9: TC em janela óssea nos cortes transversal (A), sagital (B) e dorsal (C) de cão da raça Dachshund.

O cão tinha quatro anos de idade, fêmea, com paraparesia não ambulatória (DA SILVA ALVES, 2018). Na imagem pode-se observar a presença de material hiperatenuante, bem definido, no canal medular entre as vértebras T13-L1, relacionada com a extrusão do disco intervertebral mineralizado.

Fonte: Imagens do setor de Radiologia Veterinária da FMVZ-UNESP, Botucatu.

Também pode ser observado na imagem o fenômeno de vácuo e a presença de coleções de gás dentro do espaço intervertebral, o qual ocorre pela liberação de gases, notadamente nitrogênio, a partir de tecidos adjacentes e acúmulo interno às fissuras do disco (SEILER et al., 2011). O sinal de vácuo mostra a degeneração discal, mas não a compressão da medula (SEILER et al., 2011).

No exame de mielotomografia se faz necessário o uso de material de meio de contraste iodado, injetado no espaço subaracnoide, mas em uma dose menor do que a usada na mielografia radiográfica (MAI, 2018). Esta técnica mostra a presença de compressão e deslocamento da medula espinhal, a compressão do espaço epidural e também a presença de material de densidade de tecidos moles no local da compressão, no caso de DDIV (DA SILVA ALVES, 2018). A Figura 10 mostra um exame de mielotomografia



Figura 10: Exame de mielotomografia em cão com paraplegia.

Cão sem raça definida, quatro anos, macho, no corte sagital em janela óssea, que apresenta paraplegia de início agudo (DA SILVA ALVES, 2018). É possível verificar um deslocamento acentuado da coluna de contraste medular ventral, indicado pelas pontas e setas, provocada por material de tecidos moles, compatível com extrusão discal disseminada entre T11-T12 (DA SILVA ALVES, 2018).

Fonte: Imagens do setor de Radiologia Veterinária da FMVZ-UNESP, Botucatu.

Na avaliação tomográfica de uma DDIV, uma hemorragia pode ser observada como um material hiperatenuante que se estende cranial e caudalmente do local de compressão (SEILER et al., 2011). Já um edema é observado como uma área hipoatenuante, com preenchimento intramedular por contraste, o que sugere a mielomalácia e tumefação da medula espinhal (SEILER et al., 2011).

2.5.4.3 – Ressonância Magnética

Fernández González e López (2004) afirmaram que a RM é tida como o melhor método para gerar imagens da medula espinhal, dos discos intervertebrais, dos ligamentos espinhais e do espaço epidural, ou seja, tem ampla aplicação na avaliação da degeneração dos discos intervertebrais. Na prática, qualquer tecido que tenha grande quantidade de moléculas de água pode ser examinado pela RM. A grande vantagem deste método encontra-se na possibilidade de adquirir imagens primárias sem a necessidade do uso de contraste no espaço subaracnoide, em qualquer plano, pois o próprio líquido cefalorraquidiano funciona como tal (GAVIN; BAGLEY, 2011). A desvantagem deste método é o alto custo dos equipamentos de RM, além de apresentar uma limitação no detalhamento mais profundo dos ossos (ELLIOTT; SKERRITT, 2010).

Com a capacidade de mostrar todos os aspectos de uma lesão no disco intervertebral, é muito útil para determinar qual o estágio da doença, pois a RM determina qual o grau de desidratação do disco, a localização de material discal livre, a presença de hemorragia e edema relacionados, a magnitude da compressão da medula espinhal, bem como seu deslocamento e, principalmente, se a degeneração discal se apresenta como extrusão ou protrusão (DA COSTA; MOORE, 2010; ELLIOTT; SKERRITT, 2010).

O sinal normal de um núcleo pulposo sadio é hiperintenso quando comparado ao anel fibroso (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). Na perda de hidratação, o sinal do núcleo perde intensidade, fazendo com que se pareça iso ou hipointenso em relação ao anel fibroso (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). No caso de extrusões discais, o material degenerado se mostra primeiramente como uma lesão hipotensa em torno da medula espinhal (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). A Figura 11 apresenta 2 exemplos de RM.

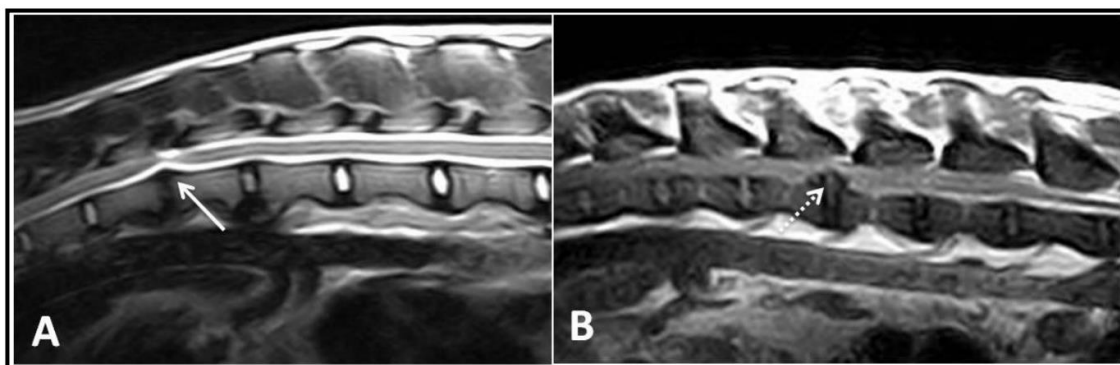


Figura 11: Imagens de Ressonância Magnética.

(A) Ressonância magnética com imagem em T2 de um cão sem raça definida, 6 anos, macho, com paralisia não ambulatória, demonstrando deslocamento dorsal do trajeto medular provocada por pequeno material hipointenso entre T12-T13, compatível com protrusão discal. (B) RM de um cão Poodle, 6 anos, fêmea, apresentando paraparesia, sendo a imagem em T1. Nota-se a presença de material de baixa intensidade de sinal entre L2-L3 (seta tracejada) deslocando a medula dorsalmente compatível com extrusão discal.

Fonte: Imagens do setor de Radiologia Veterinária da FMVZ-UNESP, Botucatu

Na hérnia Hansen tipo III, em que um núcleo pulposo sadio sofre uma ruptura traumática, o resultado obtido é um material hiperintenso, ao redor ou dentro da medula espinhal, pois o material nuclear está normalmente hidratado (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009).

Geralmente, as extrusões agudas estão ligadas à hemorragia intramedular ou extramedular, sendo que a hemorragia é resultado do dano ou ruptura do seio venoso vertebral ventral, além de edema intramedular na região da ruptura discal (ELLIOTT; SKERRITT, 2010). Nas imagens ponderadas em T2, a combinação entre material discal extrusado/protuído e hemorragia causa uma intensidade de sinal heterogêneo (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). Nas hérnias Hansen tipo II, também é comum observar a hipertrofia do ligamento longitudinal dorsal (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). Em alguns animais o ligamento longitudinal dorsal, o qual é parte integrante do assoalho do canal vertebral, pode ser mais proeminente, o qual pode ser confundido com protrusão discal (ELLIOTT; SKERRITT, 2010).

O corte transversal tem a importante função de fornecer a localização e a quantificação da compressão medular feita pelo material extrusado/protuído (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). A extrusão/protusão com maior incidência é

a discal dorsal, sendo a mais rara a ventral, a qual pode contribuir ou resultar em espondilose deformante (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009).

A extrusão/protusão lateral tem menor incidência, e geralmente não acomete a medula espinhal, porém provoca a compressão de nervos periféricos (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009).

No caso de DDIV crônicas, o material discal ao redor ou dentro da medula espinhal fica realçado após a aplicação do contraste endovenoso, em consequência do aumento da vascularização no material discal e/ou na região inflamada (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009). Em alguns casos, o destaque de contraste pode ocorrer na região periférica do material do disco intervertebral (BAGLEY; GAVIN; HOLMES, 2009).

2.6 – Tratamentos da DDIV em cães

De acordo com o histórico do animal, seus sinais neurológicos e pela evolução do quadro clínico, pode-se optar pelo tratamento cirúrgico ou pelo tratamento clínico tradicional, sendo este recomendado quando existe a presença de sinais agudos, ou a presença de alterações neurológicas (JOAQUIM, 2008). O tratamento clínico visa a redução do edema da medula espinhal, sendo realizado com o uso de analgésicos, anti-inflamatórios e miorrelexantes, além do repouso absoluto, de duas a quatro semanas, com o monitoramento da defecação e micção, para estabilização do disco por fibrose e redução da inflamação. O uso de corticosteroides e relaxantes musculares ajudam no tratamento (HAYASHI, 2006; FOSSUM, 2015). É necessário também realizar o tratamento em local confinado, para evitar o exercício ao eliminar a dor e provocar complicações do quadro inicial (JOAQUIM, 2008).

Já o tratamento cirúrgico é indicado para animais quando não há sinal de recuperação após 48 horas do início do tratamento clínico, apresentando sinais progressivos ou recorrentes de ataxia e dor, além da piora das funções neurológicas de forma aguda, como paresia, paralisia e micção anormal. Seu objetivo é remover fragmentos de extrusão do disco junto às raízes nervosas que foram prejudicadas e/ou da medula espinhal (FOSSUM, 2015).

Os procedimentos recomendados em caso de paraparesia leve são (HAYASHI, 2006; FOSSUM, 2015):

- hemilaminectomia;
- laminectomia dorsal;
- pediclectomia.

A fenestração do disco intervertebral é recomendada na ocorrência de dor secundária, sinais de doença do disco não compressiva e a discopatia associada ou não a ataxia discreta. Já a facetectomia visa a remoção de fragmentos do disco no forame intervertebral (HAYASHI, 2006; FOSSUM, 2015).

A acupuntura pode ser aplicada como terapia associada ao tratamento clínico convencional ou ainda, dependendo do grau da lesão, como uma opção ao tratamento cirúrgico. Schoen (2006) e Scognamillo-Szabo et al. (2010) constataram melhora em 90% dos casos de lesões I a III após quatro a cinco semanas do tratamento por acupuntura semanal. Já no caso de lesões IV e V, a eficácia do tratamento por acupuntura foi de 78% contra 40% da cirurgia de descompressão imediata, para a recuperação da dor profunda.

A fisioterapia é uma ferramenta que pode ser adotada tanto no tratamento clínico conservador quanto após a uma intervenção cirúrgica, contribuindo na reabilitação dos animais, conforme Londoño (2021), a qual chamou a atenção de que a fisioterapia é de extrema importância no tratamento de casos em que os animais apresentam algum distúrbio neurológico, o qual pode provocar limitações nas suas funções motoras. O uso da fisioterapia junto aos outros tratamentos da DDIV aumenta as chances do sucesso do tratamento, acelerando a recuperação dos pacientes (LONDOÑO, 2021).

2.6.1 – Fisioterapia

A fisioterapia consiste em intensificar o desenvolvimento e a qualidade de vida dos animais pela melhoria dos tecidos com lesão e da preservação dos sistemas cardiorrespiratório, neurológico e musculoesquelético (PRYDIE; HEWITT, 2015), auxiliando também na tonificação da musculatura e no combate da hipotrofia muscular, na perda de massa corpórea e restabelecimento pós-cirúrgicos de base ortopédica (KISTEMACHER, 2017).

Os médicos veterinários apresentam grande interesse pela especialidade de fisioterapia, conforme novos estudos são publicados sobre

reabilitações bem-sucedidas (LEVINE et al., 2008). Esta forma terapêutica é o processo empregue após uma lesão, o qual objetiva atingir alto nível de função, independência e qualidade de vida, restaurando a função motora e a movimentação normal (SHARP, 2010).

Antes de iniciar esta modalidade, é preciso realizar uma avaliação com intuito de determinar quais são os problemas apresentados pelo paciente, os objetivos do tratamento, o prognóstico e os critérios que devem ser seguidos para o sucesso do protocolo implementado (NEVES, 2016). Para isso tudo, faz-se uma anamnese criteriosa, avalia-se a condição corporal, conhecimento sobre o temperamento e o ambiente em que o animal está acostumado, sua história clínica, tal como o período e a progressão da doença, exames e procedimentos cirúrgicos realizados, verificar a marcha, a amplitude articular e a massa muscular; exames neurológicos e ortopédicos completos são de total relevância para uma avaliação minuciosa e, assim, um protocolo fisioterapêutico seguro e eficaz é definido (SHARP, 2010; PRYDIE; HEWITT, 2015).

Durante o tratamento devem ser feitas avaliações regulares do animal, de forma a analisar os resultados até então obtidos e efetuar as alterações necessárias nos protocolos instituídos, a fim de obter o melhor resultado possível ao final do tratamento (SHARP, 2010).

2.6.1.1 – Tipos de fisioterapias

Dentre as técnicas utilizadas por esses profissionais durante a reabilitação, encontramos a laserterapia, eletroterapia, massagens funcionais, ultrassom terapêutico, alongamentos, hidroterapia, dentre outras. (NETO, 2019).

A massagem compreende o manejo dos tecidos e mostra vários efeitos benéficos, como a elevação do fluxo sanguíneo e linfático, a liberação de endorfinas, a estimulação sensitiva do SNC, a diminuição de espasmos musculares e relaxamento (FREITAS, 2013). Esta técnica tem como base a manipulação focada e suave nos músculos e tecidos moles de um determinado local com lesão como em todo o restante do corpo do animal (COATES, 2013). As sessões podem ter um tempo estimado a partir de 5 minutos e se estender para 15 a 30 minutos (SUTTON; WHITLOCK, 2014).

Outra técnica utilizada é a do alongamento, o qual geralmente é realizada juntamente com a amplitude passiva de movimentos, com o propósito de aumentar a flexibilidade articular e a extensibilidade dos tecidos periarticulares, músculos e tendões (PEDUCIA, 2010). Após aquecimento da musculatura, os músculos são alongados até a manifestação de resistência, mantendo-os na mesma posição entre 15 e 30 segundos (MILLIS et al., 2004). Esse mecanismo feito de três a quatro vezes por semana reduzirá a dor e a rigidez dos músculos, contribuindo também na melhora do fluxo sanguíneo e linfático das regiões (DO PASSO RAMALHO et al., 2015)

Os exercícios passivos têm o objetivo de melhorar o movimento articular, em que busca permitir recuperar a flexibilidade das articulações, evitar a contratura muscular, de tendões e ligamentos e a própria fraqueza muscular (DE CARVALHO, 2014). Os exercícios assistidos são de grande importância para a fisioterapia e o componente crucial no programa de reabilitação; devem ser intenso, duração e frequência adequadas, proporcionando sobrecarga que resulte em alterações musculares (PRYDIE; HEWITT, 2015). A sustentação assistida facilita a posição quadrupedal, com os quatro membros apoiados no solo, permitindo assim manter a postura fisiológica para comer, urinar e defecar (FREITAS, 2013). Esta sustentação do paciente incentiva a função neuromuscular, capacita a musculatura, aumenta a força e a energia dos músculos de sustentação e favorece a propriocepção (MILLIS; LEVINE, 2014).

Inúmeros benefícios são alcançados com a ajuda da técnica de hidroterapia, como a diminuição do risco de danos nos músculos, tendões ou ligamentos, a evolução do fortalecimento muscular, a precaução da hipotrofia muscular, o aumento da massa e da força musculares, a melhoria no condicionamento físico e da resistência cardiovascular, a extensão da amplitude do movimento articular e a diminuição de espasmos musculares (MCGOWAN; GOFF; STUBBS, 2011).

Outra estratégia é o ultrassom terapêutico, em que são geradas ondas e quando utilizado o modo de emissão contínuo, em intensidade de 1W/cm² ou mais, por volta de dez minutos, a passagem da energia mecânica sem interrupções gera aumento da agitação molecular, resultando assim aquecimento dos tecidos mais profundos (ARAUJO, 2009). O calor provocado possui efeitos benéficos, como o aumento da extensibilidade do colágeno, do

fluxo sanguíneo, da velocidade de condução do estímulo nervoso, da atividade enzimática e do limiar da dor (DO PASSO RAMALHO et al., 2015).

A terapia com laser é tipicamente utilizada na formação ou inibição de mediadores envolvidos nos processos inflamatórios e para proporcionar maturação neural e regeneração após lesão de nervo (KISTEMACHER, 2017). Essa técnica também tem capacidade de avançar o processo de cicatrização de feridas e controlar a dor (ABREU et al., 2011). Os resultados terapêuticos do laser constituem a bioestimulação em nível molecular (KISTEMACHER, 2017). A luz permeia o interior do tecido, sendo absorvida por cromóforos, o qual procede no aumento do metabolismo celular, em consequência do aumento da síntese de adenosina trifosfato pelas mitocôndrias (ABREU et al., 2011). Pode ser posto diretamente na região-alvo, em locais específicos no sistema musculoesquelético ou em pontos de acupuntura (MIKAIL; PEDRO, 2006). Além do mais, pode ser colocado na forma pontual, onde a sonda fica um determinado período em um ponto, ou na forma de varredura, na qual ela percorre lentamente uma área (MIKAIL; PEDRO, 2006).

A eletroterapia é categoria que se tornou comum na fisioterapia veterinária, onde possui benefícios em relação à redução da dor e da hipotrofia muscular (KISTEMACHER, 2017). Nesta área terapêutica, são usados aparelhos de estimulação elétrica que, quando colocados na pele por meio de eletrodos, tem capacidade de estimular nervos periféricos e fibras musculares (KISTEMACHER, 2017). Quando o objetivo for o trabalho muscular, utilizam-se equipamentos conhecidos pela sigla NMES (*neuro muscular electrical stimulation*) (MILLIS; LEVINE, 2014). É usada na diminuição da hipotrofia muscular nos animais em que funções de sustentação de massa corpórea são contraindicados (STEISS; LEVINE, 2008). Em pacientes com déficit de NMI, o uso de NMES sobre os músculos acometidos retarda a atrofia muscular neurogênica, já em animais com lesões crônicas da medula espinhal, colabora na reversão da atrofia muscular provocada pelo desuso prolongado (STEISS; LEVINE, 2008). Para o fortalecimento dos músculos, a NMES tem ação de gerar contração tetânica nos músculos (MILLIS; CIUPERCA, 2015), além de tudo podem ser estimulados seletivamente, pois os músculos afetados reagem a impulsos elétricos com intensidade inferior aos músculos normais (PLATT, 2010).

A estimulação magnética periférica repetitiva (*Repetitive peripheral magnetic stimulation – RPMS*), é uma categoria de reabilitação não invasiva, utilizada, principalmente, em neuroreabilitação (HIRONO et al., 2021). Essa estimulação magnética é conduzida através de sonda externa (adicionada a um produtor de pulsos eletromagnéticos de alta potência), com a capacidade de impulsionar a contração muscular profunda exclusiva e as vias aferentes sensoriais, sem impulsionar os receptores nociceptivos superficiais, pela despolarização, das vias proprioceptivas do sistema nervoso periférico (HIRONO et al., 2021; JIA et al., 2021; SAVULESCU et al., 2021). A elevação da força sináptica, em seguida da estimulação muscular, exacerba o fluxo proprioceptivo, o qual, será capaz de potenciar alterações nas vias corticais, estugando a sua neuroplasticidade com modulação e, como resultado, a recuperação motora (JIA et al., 2021). Segundo relato de vários autores, o uso de RPMS, aumenta a evolução da hipertrofia muscular, como também, o crescimento da força muscular, uma vez que, tem habilidade para induzir, cerca de, 20.000 pulsos, no tempo de uma sessão de 30 minutos (DUNCAN; DINEV, 2020; KINNEY; LOZANOVA, 2019). Este mecanismo de estímulo nervoso profundo, formula contrações musculares supra máximas, incapacitadas de se realizarem livremente, o que decorre, numa resposta do tecido muscular ao stress provocado, com o espessamento das fibras musculares e, conseqüente, a sua hipertrofia (KINNEY; LOZANOVA, 2019).

A habilidade que a RPMS tem de produzir fortes contrações, em determinadas regiões, sem ocasionar dor, levou ao aumento de estudos, sobre o seu benefício na hipertrofia e aumento da força muscular (DUNCAN; DINEV, 2020; KINNEY; LOZANOVA, 2019; OGAWA et al., 2020). A maior parte dos recentes estudos demonstra os valores desta modalidade, para permitir o desenvolvimento muscular (DUNCAN; DINEV, 2020; KINNEY; LOZANOVA, 2019; OGAWA et al., 2020). A terapia com RPMS ao ser feita, deve-se levar em conta, vários princípios tais como, a frequência da estimulação, medida em Hz, emprego de corrente contínua ou pulsada, do qual, na pulsada, deve-se definir, a duração dos pulsos, do tempo de repouso (OBAYASHI; TAKAHASHI, 2020) e a energia de estimulação, decidida através, do alto nível de intensidade, com capacidade de induzir contração visível e, ao mesmo tempo, tolerada pelo paciente (LIM et al., 2018).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto esse trabalho busca descobrir se há interdependência entre a AST e a presença de hipersinal.

4. HIPOTESE E OBJETIVOS

4.1 – Hipótese

Correlacionar mensurações musculares com presença de hipersinal em cães com DDIV.

4.2 – Objetivo Geral

Avaliar e mensurar a musculatura paravertebral de cães com o diagnóstico de DDIV localizada na região toracolombar.

4.3 – Objetivo específico

Determinar as áreas de secção transversa, possível assimetria entre os antímeros dos músculos iliocostal, longuíssimo e multífidus e a intensidade do sinal (hiposinal ou hipersinal) na região toracolombar por meio da ressonância magnética (RM), permitindo avaliar a fisiopatologia da DDIV.

5. REFERÊNCIAS

ABREU, Lorraine Maria et al. Efeito do laser de baixa intensidade no trauma agudo medular-Estudo Piloto. **ConScientiae Saúde**, v. 10, n. 1, p. 11-16, 2011.

AHRENS, James et al. 36-paraview: An end-user tool for large-data visualization. **The visualization handbook**, v. 717, p. 50038-1, 2005.

ARAÚJO, M. A. de. Termoterapia. In: MIKAIL, S.; PEDRO, C. (Ed.). **Fisioterapia veterinária**. 2a ed. [S.l.]: Manole, 2009. chp. Termoterapia, p. 76–88.

AYERS, Susie. **Small animal radiographic techniques and positioning**. John Wiley & Sons, 2012.

BANZATO, Tommaso et al. Texture analysis of magnetic resonance images to predict histologic grade of meningiomas in dogs. **American journal of veterinary research**, v. 78, n. 10, p. 1156-1162, 2017.

BAGLEY, Rodney S. (Ed.); GAVIN, Patrick R., HOLMES, S. P. Diagnosis of spinal disease. **Practical small animal MRI**. John Wiley & Sons, 2009.

BOMBONATO, Pedro Primo; MORAES, Vivian Vargas de; OLIVEIRA, Marco Antonio Rodrigues Gomes de. Biomecânica canina. **Fisioterapia veterinária**, 2006.

BORDELON, Jude T.; BARTELS, Kenneth E. Application of evidence-based medicine to recurrence of Hansen's type I intervertebral disc disease in dogs: A justification for continuation of study into percutaneous laser disc ablation? Behandlung von Bandscheibenvorfällen vom Hansen-Typ-I beim Hund: Rechtfertigung des Therapiekonzepts mittels perkutaner Laser-Diskus-Dekompression unter Berücksichtigung der evidenzbasierten Medizin. **Photonics & Lasers in Medicine**, v. 1, n. 2, p. 81-87, 2012.

BRAUND, K. G.; BOJRAB, M. J. **Mecanismos da moléstia na cirurgia de pequenos animais**. 1996.

BRAWNER III, William R.; HATHCOCK, John T. Neurorradiologia. In Slatter, D. **Manual de cirurgia de pequenos animais**. 2.^a ed. São Paulo: Manole. v.1, p. 459-60. 1998.

BRAY, Jonathan 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, 1998.

BRISSON, Brigitte A. Intervertebral disc disease in dogs. **Veterinary clinics: small animal practice**, v. 40, n. 5, p. 829-858, 2010.

- CARAMICO, Miriam. **Reabilitação de cães com lesão medular grau V, em vértebras toracolombares, sem intervenção cirúrgica.** 2019. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CASTELLANO, Gabriella et al. Texture analysis of medical images. **Clinical radiology**, v. 59, n. 12, p. 1061-1069, 2004.
- CECIM, Belissa Ferreira. Doença do disco intervertebral em cães da raça Dachshund: Uma revisão de literatura. **Iniciação Científica Cesumar**, v. 21, n. 2, p. 189-201, 2019.
- CHERRONE, Karen L. et al. A retrospective comparison of cervical intervertebral disk disease in nonchondrodystrophic large dogs versus small dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 40, n. 4, p. 316-320, 2004.
- COATES, Joan. Acute disc disease. **Small Animal Neurological Emergencies**. Platt and Garosi, Mason Publishing, p. 399-416, 2012.
- COATES, Joan R. Intervertebral disk disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 30, n. 1, p. 77-110, 2000.
- COATES, J. C. **Manual Therapy. In: Canine sports medicine and rehabilitation.** Edited by ZINK, M. C., DYKE, J. B. 100-114, 2013
- COLANTONIO, Sara et al. La radiomica come elemento fondante della medicina di precisione in ambito onco-logico. In: **Conference Ital-IA, primo Convegno Nazionale CINI.** 2019.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- CORRIGAN, Brian; MAITLAND, Geoffrey Douglas. **Prática clínica, ortopedia e reumatologia: diagnóstico e tratamento.** Editorial Premier, 2000.
- COSTA, RC da. **Acute paraplegia-diagnosis and treatment.** 2009.
- DA COSTA, Juliana Imbroisi Cunha; REIS, Marcus Vinícius Lacerda. Aspectos anatômicos relevantes na doença do disco intervertebral em cães. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 7, n. 3, p. e73029-e73029, 2024.
- DA COSTA, Ronaldo C.; MOORE, Sarah A. Differential diagnosis of spinal diseases. **Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice**, v. 40, n. 5, p. 755, 2010.
- DA SILVA ALVES, Lidiane. Diagnóstico por imagem de hérnia discal Hansen tipo i, ii e iii em cães. **Veterinaria e Zootecnia**, v. 25, n. 1, p. 10-21, 2018.

- DA SILVA, Diely Sonvez Claudino; DE LIMA, Vanessa Yuri. Fatores predisponentes e sua influência no bem-estar de cães obesos. **Pubvet**, v. 14, p. 163, 2020.
- DA SILVEIRA, Solimar Dutra et al. Hemilaminectomia como tratamento de discopatia toracolombar canina: Estudo retrospectivo e relato de caso. **Pubvet**, v. 14, p. 141, 2020.
- DE CARVALHO, Patrícia Alexandra Teixeira. **Reabilitação Física do Paciente Neurológico Pós-cirúrgico**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade de Lisboa (Portugal).
- DE LAHUNTA, Alexander; GLASS, Eric. Small animal spinal cord disease. **Veterinary neuroanatomy and clinical neurology**, p. 243-284, 2009.
- DEBAN, Stephen M.; CARRIER, David R. Hypaxial muscle activity during running and breathing in dogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 205, n. 13, p. 1953-1967, 2002.
- DECAMP, Charles E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 27, n. 4, p. 825-840, 1997.
- DE QUEIROZ, José Eustáquio Rangel; GOMES, Herman Martins. Introdução ao processamento digital de imagens. **Revista Rita**, v. 13, n. 2, p. 11-42, 2006.
- DE QUEIROZ, Lucas Goulart et al. INTRODUÇÃO A RADIÔMICA: UMA VISÃO GERAL. **Inovações Radiológicas**, p. 39, 2022.
- DEWEY, C. W.; FOSSUM, T. W. Cirurgia da coluna cervical. **Cirurgia de pequenos animais**, p. 1467-1507, 2014.
- DIAS, Ana Carolina dos Santos. **Doença do disco intervertebral em cães**. 2018.
- DANNEELS, Lieven A. et al. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. **European spine journal**, v. 9, p. 266-272, 2000.
- DO PASSO RAMALHO, Fernanda et al. Tratamento de doença de disco intervertebral em cão com fisioterapia e reabilitação veterinária: relato de caso. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 13, n. 1, p. 10-17, 2015.
- DUNCAN, Diane; DINEV, Ivan. Noninvasive induction of muscle fiber hypertrophy and hyperplasia: effects of high-intensity focused electromagnetic field evaluated in an in-vivo porcine model: a pilot study. **Aesthetic Surgery Journal**, v. 40, n. 5, p. 568-574, 2020.
- DYCE, Keith M. **Tratado de anatomia veterinária**. Elsevier Brasil, 2004.

ELLIOTT, Ian; SKERRITT, Geoff. **Handbook of small animal MRI**. John Wiley & Sons, 2010.

ERCOLIN, Anna Carolina Mazeto. **O papel do exame ultrassonográfico na avaliação de alterações musculoesqueléticas dos segmentos toracolombar e lombar da coluna vertebral de cães**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ESCOBAR, Andrés Sebastián Aristizabal. **Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ETTINGER, Stephen J.; FELDMAN, Edward C. **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 2004.

EVANS, H. E. **Miller's anatomy of the dog**. 1993.

FABRIS, M. H. **Ferramentas da qualidade**. 2002.

FARROW, Charles S. **Veterinária-Diagnóstico por Imagem do cão e gato**. Editora Roca, 2006.

FAUSTINO, Ana; ROMÃO, Ricardo; LANÇA, Maria João. **Conceitos fundamentais e terminologia anatômica aplicada ao sistema locomotor**. 2021.

FAZENDA, Maria Inês Nunes. **Estudo da relação entre a obesidade e a hipertensão em cães**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Medicina Veterinária.

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Tomás; LÓPEZ, M. Diagnóstico por imagen de la enfermedad discal intervertebral. **Clínica veterinaria de pequeños animales**, v. 24, n. 1, p. 0017-26, 2004.

FERREIRA, Alice Teixeira. Fisiologia da contração muscular. **Revista Neurociências**, v. 13, p. 60-62, 2005.

FERREIRA JUNIOR, José Raniery et al. Análise radiômica do câncer de pulmão para avaliação prognóstica do paciente e da heterogeneidade intratumoral. **Radiologia Brasileira**, v. 54, p. 87-93, 2021.

FITZMAURICE, Sue. UMN: Intervertebral Disc Disease. In: **Small Animal Neurology**. Edited by E. Saunders. 2010.

FITZMAURICE, Susan N. **Neurologia de Pequenos Animais**. Elsevier Health Sciences Brazil, 2011.

FOSSUM, Theresa Welch. **Cirurgia de pequenos animais**. Elsevier Brasil, 2015.

FREITAS, Lucília José Nóbrega. **Reabilitação do paciente neurológico: casos de hérnia discal em cães**. 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal).

GAVIN, Patrick R.; BAGLEY, Rodney S. (Ed.). **Practical small animal MRI**. John Wiley & Sons, 2011.

GETTY, Robert ; SISSON, Septimus; GROSSMAN, James Daniels. **Anatomia dos animais domésticos**. 1986.

GONZALEZ, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Processamento de imagens digitais**. Editora Blucher, 2000.

GUIDI, Aline Rodrigues et al. Diagnósticos e tratamentos empregados em casos de hérnias de disco em cães: Revisão. **Pubvet**, v. 15, p. 188, 2021.

HAYASHI, Ayne Murata. **Estudo clínico da eficácia da acupuntura no tratamento da discopatia intervertebral tóraco-lombar em cães**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HENKE, Diana et al. Correlations between severity of clinical signs and histopathological changes in 60 dogs with spinal cord injury associated with acute thoracolumbar intervertebral disc disease. **The Veterinary Journal**, v. 198, n. 1, p. 70-75, 2013.

HERLIDOU-MEME, S. et al. MRI texture analysis on texture test objects, normal brain and intracranial tumors. **Magnetic resonance imaging**, v. 21, n. 9, p. 989-993, 2003.

HEYLINGS, D. J. Supraspinous and interspinous ligaments in dog, cat and baboon. **Journal of Anatomy**, v. 130, n. Pt 2, p. 223, 1980.

HILDEBRAND, Milton; GOSLOW, George E.; HILDEBRAND, Viola. **Analysis of vertebrate structure**. New York: Wiley, 2001.

HIRONO, Tetsuya et al. Acute effects of repetitive peripheral magnetic stimulation following low-intensity isometric exercise on muscle swelling for selective muscle in healthy young men. **Electromagnetic Biology and Medicine**, v. 40, n. 3, p. 420-427, 2021.

ITO, Daisuke 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, n. 9, p. 1454-1460, 2005.

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, 2013.

JIA, Yanbing et al. Modulation of the corticomotor excitability by repetitive peripheral magnetic stimulation on the median nerve in healthy subjects. **Frontiers in Neural Circuits**, v. 15, p. 616084, 2021.

JOAQUIM, Jean Guilherme Fernandes. **Comparação entre eletroacupuntura, cirurgia e cirurgia associada à eletroacupuntura no tratamento da doença do disco intervertebral em cães**. 2008.

KINNEY, Brian M.; LOZANOVA, Paula. High intensity focused electromagnetic therapy evaluated by magnetic resonance imaging: Safety and efficacy study of a dual tissue effect based non-invasive abdominal body shaping. **Lasers in surgery and medicine**, v. 51, n. 1, p. 40-46, 2019.

KINNS, Jennifer et al. Special software applications. **Veterinary computed tomography**, v. 1, p. 67-74, 2011.

KISTEMACHER, Bruna Genz. **Tratamento fisioterápico na reabilitação de cães com afecções em coluna vertebral: revisão de literatura**. 2017.

KLEIN, Gabriela; BARCELOS, Gabriella. **Eletroterapia em animais de companhia: uma revisão de literatura**. 2021.

KÖNIG, Horst Erich; LIEBICH, Hans-Georg. **Anatomia dos animais domésticos-: Texto e atlas colorido**. Artmed Editora, 2021.

KRAMER, Martin et al. Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, n. 2, p. 139-149, 1997.

KUBE, Stephanie; OWEN, Tina; HANSON, Stephen. Severe respiratory compromise secondary to cervical disk herniation in two dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 39, n. 6, p. 513-517, 2003.

LAMB, C. R. Common difficulties with myelographic diagnosis of acute intervertebral disc prolapse in the dog. **Journal of Small Animal Practice**, v. 35, n. 11, p. 549-558, 1994.

LARUE, Ruben THM et al. Quantitative radiomics studies for tissue characterization: a review of technology and methodological procedures. **The British journal of radiology**, v. 90, n. 1070, p. 20160665, 2017.

LAWSON, Caitlin M. et al. Imaging findings in dogs with caudal intervertebral disc herniation. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 52, n. 5, p. 487-491, 2011.

LECOUTEUR, R. A. Localization of Spinal Cord Disorders. **Proceeding of the Latin American Veterinary Conference**, Lima, Perú, 2009

LERER, Assaf 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, 2015.

LEVINE, David et al. **Reabilitação e fisioterapia na prática de pequenos animais**. Editora Roca, 2008.

LEVINE, Jonathan M. et al. Comparative anatomy of the horse, ox, and dog: the vertebral column and peripheral nerves. **CE article-1**, p. 279-281, 2007a.

LEVINE, Jonathan M. et al. Evaluation of the success of medical management for presumptive thoracolumbar intervertebral disk herniation in dogs. **Veterinary surgery**, v. 36, n. 5, p. 482-491, 2007b.

LIM, Young-Ho et al. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on patients with acute low back pain: a pilot study. **Annals of rehabilitation medicine**, v. 42, n. 2, p. 229-238, 2018.

LODY, D.; LEPERLIER, D. Un cas de hernie discale T1-T2 traité par hémilaminectomie. **Pratique Médicale et Chirurgicale de l'Animal de Compagnie**, v. 48, n. 1, p. 27-31, 2013.

LONDOÑO, Sarah Cristina da Silva. Doença do disco intervertebral em cães: aspectos fisiopatológicos e reabilitação. 2021.

LORENZ, Michael D.; COATES, Joan; KENT, Marc. **Handbook of Veterinary Neurology-E-Book: Handbook of Veterinary Neurology-E-Book**. Elsevier Health Sciences, 2010.

LORENZ, Michael D.; KORNEGAY, Joe N. **Neurologia veterinária**. 2006.

LU, D.; LAMB, C. R.; TARGETT, M. P. Results of myelography in seven dogs with myelomalacia. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 43, n. 4, p. 326-330, 2002.

LUBNER, Meghan G. et al. CT texture analysis: definitions, applications, biologic correlates, and challenges. **Radiographics**, v. 37, n. 5, p. 1483-1503, 2017.

MAI, Wilfried. Magnetic resonance imaging and computed tomography features of canine and feline spinal cord disease. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**, p. 271-304, 2018.

MARINHO, Paulo Vinicius Tertuliano et al. Doença do disco intervertebral Hansen tipo II em cães: fisiopatologia, abordagem clínico-cirúrgica e controvérsias. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1395-1414, 2014.

MAYERHOEFER, Marius E. et al. Introduction to radiomics. **Journal of Nuclear Medicine**, v. 61, n. 4, p. 488-495, 2020.

MCGOWAN, M. C.; GOFF, L.; STUBBS, N. **Fisioterapia Animal: Avaliação, tratamento e reabilitação de animais**. 2011.

MEIJ, Björn P.; BERGKNUT, Niklas. Degenerative lumbosacral stenosis in dogs. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 40, n. 5, p. 983-1009, 2010.

MELO, Hilma Zulaide de. **Doença do disco intervertebral em cães—classificação, diagnóstico e tratamento: relato de caso em cão da raça Dachshund**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Brasil.

MENDONÇA, Guilherme et al. ALTERAÇÕES BIOMECÂNICAS E INJÚRIAS DA COLUNA VERTEBRAL EM CÃES ATENDIDOS NO HOSPITAL VETERINÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 9, n. 17, 2013.

MIKAIL, Solange; PEDRO, Claudio Ronaldo. **Fisioterapia veterinária**. Manole, 2006.

MILLIS, Darryl et al. **Canine rehabilitation and physical therapy**. 1. ed. [S.l.]: Saunders, 2004.

MILLIS, Darryl L.; CIUPERCA, Ionut Alexandru. Evidence for canine rehabilitation and physical therapy. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**, v. 45, n. 1, p. 1-27, 2015.

MILLIS, Darryl L.; LEVINE, David. Range-of-motion and stretching exercises. In: **Canine rehabilitation and physical therapy**. WB Saunders, 2014. p. 431-446.

MONTENEGRO, H. Hérnia de Disco e Dor Ciática. Como prevenir, como tratar, como conviver. Disponível em: <https://livroherniadedisco.com.br/disco-intervertebral/>. 2014. Acesso em 29 nov 2024.

MORTATE, Louise Pereira. Clínica e cirurgia de pequenos animais: Doença do disco intervertebral toracolombar. **Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária)—Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí**, Jataí, 2008.

MOSCHEN, Laíse. **Doença do disco intervertebral cervical e toracolombar em pequenos animais**. 2017.

MOSELEY, G. Lorimer; HODGES, Paul W.; GANDEVIA, Simon C. Deep and superficial fibers of the lumbar multifidus muscle are differentially active during voluntary arm movements. **Spine**, v. 27, n. 2, p. E29-E36, 2002.

MUGUET-CHANOIT, Audrey C. et al. The cutaneous trunci muscle reflex: a predictor of recovery in dogs with acute thoracolumbar myelopathies caused by intervertebral disc extrusions. **Veterinary Surgery**, v. 41, n. 2, p. 200-206, 2012.

NASSARI, Sonya; DUPREZ, Delphine; FOURNIER-THIBAUT, Claire. Non-myogenic contribution to muscle development and homeostasis: the role of connective tissues. **Frontiers in cell and developmental biology**, v. 5, p. 22, 2017.

NEGRI FILHO, Luiz Carlos. **Miologia Veterinária**.

NETO, L.K. **Fisioterapia como tratamento conservador e pós-operatório de hérnia discal: relato de dois casos**. 64f. Trabalho (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curitibanos, 2019.

NEVES, Ana Catarina Durbeck Carrilho das. **Reabilitação física de cães com hérnias de disco toracolombares**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de Lisboa, Faculdade de Medicina Veterinária.

OBAYASHI, Shigeru; TAKAHASHI, Rina. Repetitive peripheral magnetic stimulation improves severe upper limb paresis in early acute phase stroke survivors. **NeuroRehabilitation**, v. 46, n. 4, p. 569-575, 2020.

OGAWA, Mao et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation for strengthening of the suprahyoid muscles: a randomized controlled trial. **Neuromodulation: Technology at the Neural Interface**, v. 23, n. 6, p. 778-783, 2020.

OKADA, Midori et al. Magnetic resonance imaging features and clinical signs associated with presumptive and confirmed progressive myelomalacia in dogs: 12 cases (1997-2008). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 237, n. 10, p. 1160-1165, 2010.

OLIVEIRA, Franciele Silva de. **Doença do disco intervertebral em cães: revisão de literatura, terapias integrativas aplicadas na recuperação e levantamento estatístico de clínica particular**. 2022.

PARK, Edward H.; WHITE, George A.; TIEBER, Lisa M. Mechanisms of injury and emergency care of acute spinal cord injury in dogs and cats. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, v. 22, n. 2, p. 160-178, 2012.

PEDUCIA, Daniele Dallfollo. **Fisioterapia: amplitude de movimento e alongamento**. 2010.

PESSINE, G. F.; JUNIOR, D. Farias. **Tratamento conservador de doença de disco intervertebral cervical em cão com utilização de colar cervical: relato de caso**. Conservative treatment of cervical intervertebral disc disease in a dog with the use of a cervical collar: case report. 2020.

PLATT, Simon. **Small animal neurology: An illustrated text**. Schlütersche, 2010.

PRYDIE, David; HEWITT, Isobel. **Practical physiotherapy for small animal practice**. John Wiley & Sons, 2015.

REECE, W. O. et al. Fisiologia dos animais domésticos (DUKES). **Rio de Janeiro, Guanabara & Koogan. 13ª edição**, 2017.

RENCZ, Andrew N.; RYERSON, Robert A. (Ed.). **Manual of remote sensing, remote sensing for the earth sciences**. John Wiley & Sons, 1999.

RITTER, Dale A. et al. Epaxial muscle function in trotting dogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. 17, p. 3053-3064, 2001.

RIZZO, Stefania et al. Radiomics: the facts and the challenges of image analysis. **European radiology experimental**, v. 2, p. 1-8, 2018.

RUSS, John C. **The image processing handbook**. CRC press, 2006.

SANTOS, Marcel Koenigkam et al. Inteligência artificial, aprendizado de máquina, diagnóstico auxiliado por computador e radiômica: avanços da imagem rumo à medicina de precisão. **Radiologia brasileira**, v. 52, p. 387-396, 2019.

SAVULESCU, Simona Elena et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation (rPMS) in subjects with lumbar radiculopathy: an electromyography-guided prospective, randomized study. **in vivo**, v. 35, n. 1, p. 623-627, 2021.

SCHILLING, Nadja; CARRIER, David R. Function of the epaxial muscles during trotting. **Journal of Experimental Biology**, v. 212, n. 7, p. 1053-1063, 2009.

SCHOEN, Allen M. **Acupuntura veterinária-Da arte antiga a medicina moderna**. Editora Roca, 2006.

SCHULZ, KURT S. et al. Correlation of clinical, radiographic, and surgical localization of intervertebral disc extrusion in small-breed dogs: a prospective study of 50 cases. **Veterinary Surgery**, v. 27, n. 2, p. 105-111, 1998.

SCOGNAMILLO-SZABO, M. V. R.; UEDA, M. Y.; LUNA, SPL. ESTUDO RETROSPECTIVO DE 1.137 ANIMAIS SUBMETIDOS À ACUPUNTURA NA FMVZ-UNESP-BOTUCATU-SP. **Ars Veterinaria**, v. 26, n. 1, p. 006-010, 2010.

SEILER, Gabriela et al. Vertebral column and spinal cord. **Veterinary computed tomography**, p. 209-228, 2011.

SHARP, Brian. Physiotherapy and physical rehabilitation. In: **BSAVA manual of canine and feline rehabilitation, supportive and palliative care**. BSAVA Library, 2010. p. 90-113.

SHARP, Nicholas JH; WHEELER, Simon J. **Trastornos vertebrales de pequeños animales: diagnóstico y cirugía**. Elsevier España, 2006.

SILVA, Jéssica C. **Anatomia dos Animais Domésticos: Volume 1**. Freitas Bastos, 2024.

SIMPSON, Stephen T. Intervertebral disc disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 22, n. 4, p. 889-897, 1992.

SINGH, Himanshu. **Practical Machine Learning and Image Processing: for facial recognition, object detection, and pattern recognition using Python**. Apress. 2019.

STEISS, Janet E.; LEVINE, David. Modalidades de agentes físicos. **Levine D, et al**, p. 75-94, 2008.

SUTTON, A.; WHITLOCK, D. Massage. In: MILLIS, D. L.; LEVINE, D. (Eds.). **Canine rehabilitation and physical therapy**. 2nd ed. Philadelphia, PA: Elsevier, 2014. p. 464-483.

THRALL, Donald E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology-E-book**. Elsevier Health Sciences, 2012.

TIPOLD, A.; BERNARDINI, M.; KORNBERG, M. Spinal Cord. In: **Small Animal Neurology, an Illustrated Text**. Edited Jaggy, A., Platt. 2010.

TOLEDO, M. **Histograma – Lean Six Sigma Brasil**. Disponível em: <https://leansixsigmabrasil.com.br/histograma/>. 2020. Acesso em: 05 dez 2024.

TROOMBS, J. P.; WATER, D. J. Intervertebral disc disease. IN D H Slatter (Ed.), **Textbook of small animal surgery**. (pp 1193-1209). Manole. 2003.

WANAMAKER, Mason W. et al. Classification of neoplastic and inflammatory brain disease using MRI texture analysis in 119 dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 62, n. 4, p. 445-454, 2021.

WEBSTER, Emma L.; HUDSON, Penny E.; CHANNON, Sarah B. Comparative functional anatomy of the epaxial musculature of dogs (*Canis familiaris*) bred for sprinting vs. fighting. **Journal of anatomy**, v. 225, n. 3, p. 317-327, 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. In: **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 1995. p. 128-128.

WIDMER, W. R.; THRALL, D. E. Doença do disco intervertebral em cães e gatos, mielografia e doença medular. **Thrall DE. Diagnóstico de radiologia veterinária**. 5a ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 194-209, 2010.

XU, Xun et al. Radiomic analysis of contrast-enhanced CT predicts microvascular invasion and outcome in hepatocellular carcinoma. **Journal of hepatology**, v. 70, n. 6, p. 1133-1144, 2019.

YIP, Stephen SF; AERTS, Hugo JWL. Applications and limitations of radiomics. **Physics in Medicine & Biology**, v. 61, n. 13, p. R150, 2016.

CAPÍTULO 2

**Manuscrito a ser enviado para: ARQUIVO BRASILEIRO DE MEDICINA
VETERINÁRIA**

Normas disponíveis em:

<https://www.vet.ufmg.br/ARQUIVOS/DOCUMENTOS/20110630164931.pdf>

**Avaliação morfométrica e morfológica da musculatura paravertebral
toracolombar em cães com doença do disco intervertebral por meio da ressonância
magnética**

Morphological and morphometric evaluation of the thoracolumbar paravertebral
musculature in dogs with intervertebral disc disease by means of magnetic resonance
imaging

Pelá, A. A.¹, Dagola, G. P.², Fonseca, L. O.³, Sousa, M. P.⁴, Machado, V. M. V.⁵

¹ Aluno de Mestrado – FMVZ-UNESP – Botucatu/SP

² Aluno de Mestrado – FMVZ-UNESP – Botucatu/SP

³ Aluno de Mestrado – FMVZ-UNESP – Botucatu/SP

⁴ Aluno de Doutorado – FMVZ-UNESP – Botucatu/SP

⁵ Orientadora / PHD – FMVZ-UNESP – Botucatu/SP

RESUMO

Estudar a fisiopatologia da hérnia discal é importante para o prognóstico do paciente acometido por esta discopatia. Para a execução desta pesquisa, foram selecionados animais da espécie canina, de raças, idades e portes variados, acometidos pela doença do disco intervertebral, localizada em região toracolombar, incluindo animais com diagnóstico de protrusão e extrusão discal e que realizaram o exame de imagem avançado, ressonância magnética (RM). Trata-se de estudos retrospectivos e prospectivos, onde foram avaliados 15 animais para o grupo de controle e 30 animais para estudo comparativo, provenientes da rotina clínica do Hospital Veterinário –FMVZ – UNESP – Botucatu – SP. O presente projeto tem como objetivo investigar a AST, a assimetria entre os antímeros dos músculos toracolombares, dentre eles o multífido, longuíssimo e iliocostal. Como exploração adicional, por meio da avaliação visual, foi definido o grau de alteração morfológica, explanando o músculo com maior presença de hipersinal visando à fisiopatologia da doença do disco intervertebral com intuito de auxiliar clínicos, cirurgiões e fisioterapeutas na recuperação do paciente. A análise revelou variações na AST dos músculos analisados, com diferenças significativas no iliocostal, sem correlação na intensidade de sinal e hipersinal observado principalmente no lado com menor AST.

Palavras-chave: discopatia; coluna vertebral; mensuração; dimensão muscular.

ABSTRACT

Studying the pathophysiology of disc herniation is important for the prognosis of patients affected by this disc disease. To carry out this research, dogs of various breeds, ages and sizes were selected, affected by intervertebral disc disease located in the thoracolumbar region, including animals diagnosed with disc protrusion and extrusion and that underwent advanced imaging examination, magnetic resonance imaging (MRI). These are retrospective and prospective studies, in which 15 animals were evaluated for the control group and 30 animals for comparative study, from the clinical routine of the Veterinary Hospital – FMVZ – UNESP – Botucatu – SP. The present project aims to investigate the AST, the asymmetry between the antimeres of the thoracolumbar muscles, among them the multifidus, longissimus and iliocostalis. As an additional exploration, through visual evaluation, the degree of morphological alteration was defined, explaining the muscle with the greatest presence of hypersignal aiming at the pathophysiology of intervertebral disc disease with the aim of assisting clinicians, surgeons and physiotherapists in the patient's recovery. The analysis revealed variations in the CSA of the muscles analyzed, with significant differences in the iliocostal, without correlation in signal intensity and hypersignal observed mainly on the side with the lowest CSA.

Keywords: discopathy; spine; measurement; muscle dimension.

1. INTRODUÇÃO

A doença do disco intervertebral (DDIV) em cães ocorre em decorrência da degeneração do disco intervertebral, a qual pode provocar uma protusão do anel fibroso ou até uma extrusão do núcleo pulposo, com conseqüente compressão das raízes nervosas ou da medula espinhal, conforme Londoño (2021). Da Silveira et al. (2020) afirmaram que o diagnóstico da DDIV em cães se dá por meio do histórico do paciente, assim como pela predisposição racial, além de sinais neurológicos apresentados e exames complementares, tais como radiografias simples, mielografia, tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM). Fernández González e López (2004) afirmaram que a ressonância magnética é tida como o melhor método para gerar imagens da medula espinhal, dos discos intervertebrais, dos ligamentos espinhais e do espaço epidural, ou seja, tem ampla aplicação na avaliação da degeneração dos discos intervertebrais (FERNÁNDEZ GONZÁLEZ; LÓPEZ, 2004). Na prática, qualquer tecido que tenha grande quantidade de moléculas de água pode ser examinado pela RM, contudo tendo suas vantagens e desvantagens (GAVIN; BAGLEY, 2011). A participação da região da coluna lombar no alinhamento postural é de grande importância, interferindo diretamente na qualidade do movimento (BOMBONATO et al., 2006). Os músculos paraespinhais são responsáveis pela estabilização ou suporte do tronco no decorrer de uma caminhada ou trote, sendo acionados durante a flexão do tronco, gerando movimento contra as forças de atrito do solo (RITTER et al., 2001). A deambulação pode ser alterada por problemas como dor, amplitude anormal do movimento e fraqueza muscular assim como alterações posturais e enrijecimento muscular (CORRIGAN, MAITLAND, 2000). Sensibilidade dolorosa pode provocar a falta de apoio do membro ao solo (DECAMP, 1997), podendo causar a hipotrofia dos músculos paraespinhais, como visto em humanos (DANNEELS et al., 2000). Esta forma terapêutica é o processo empregue após uma lesão, o qual objetiva atingir alto nível de função, independência e qualidade de vida, restaurando a função motora e a movimentação normal (SHARP, 2010). O presente projeto tem como objetivo investigar a AST, a assimetria entre os antímeros dos músculos toracolombares, dentre eles o multífido, longuíssimo e iliocostal, definindo o grau de alteração morfológica e explanando o músculo com maior presença de hipersinal, visando a importância sobre a rotina clínica, cirúrgica e fisioterapêutica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram sendo efetuados junto ao setor de Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Câmpus de Botucatu. A pesquisa está sendo conduzida de acordo com as diretrizes e com o consentimento do Comitê local, tendo sido aprovado no dia dezesseis de fevereiro de dois mil e vinte e quatro, pela Comissão Institucional de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob protocolo nº 000.004. Para a execução desta pesquisa, foram selecionados animais da espécie canina, de raças, idades e portes variados, acometidos ou não pela DDIV, localizada em região toracolombar, incluindo animais com diagnóstico de protrusão e extrusão discal e que realizaram o exame de imagem avançado (RM). Trata-se de estudos retrospectivos e prospectivos, em que foram avaliados 15 animais para o grupo de controle e 30 animais para estudo comparativo, provenientes da rotina clínica do Hospital Veterinário – FMVZ – UNESP – Botucatu – SP, referentes aos anos de 2022 a 2024. O equipamento utilizado para coleta das RM foi um modelo Vet-MR Grande 0,25T com quatro canais de radiofrequência, da marca Esaote®. A aquisição das imagens da região toracolombar seguiram as sequências: transversal ponderada em T2 com espessura de corte de ≤ 5 mm, sagital T1 e T2 com espessura de 3 mm e dorsal STIR com espessura de corte ≤ 4 mm. Os animais foram sedados pelo setor de anestesiologia e posicionados em decúbito dorsal, com o auxílio de contenção com sacos de areia, para não correr o risco de movimentação no decorrer da realização do exame. As imagens foram adquiridas usando a técnica *fast-spin-echo*. O programa para análise de imagens conhecidos como *RadiAnt* e *Image J* foram utilizados para analisar os cortes transversais obtidos do equipamento de ressonância magnética com sistema de 0.25 *Tesla*, dos segmentos vertebrais toracolombar, sendo que cada músculo foi analisado conforme a distribuição topográfica próximo a DDIV. Seis espaços intervertebrais (T-10, T-11, T-12, T-13, L-1, L-2) foram estudados visualmente em todos os cães, detectando primeiramente o local exato da protrusão ou extrusão discal, e posteriormente, retirando a imagem mais correta a ser avaliada, levando em consideração a melhor visualização muscular. Em todas as imagens salvas, foi traçada uma reta com medida não específica, para uso na calibragem do programa. A Fig. 1 mostra uma RM de corte sagital indicando uma DDIV.

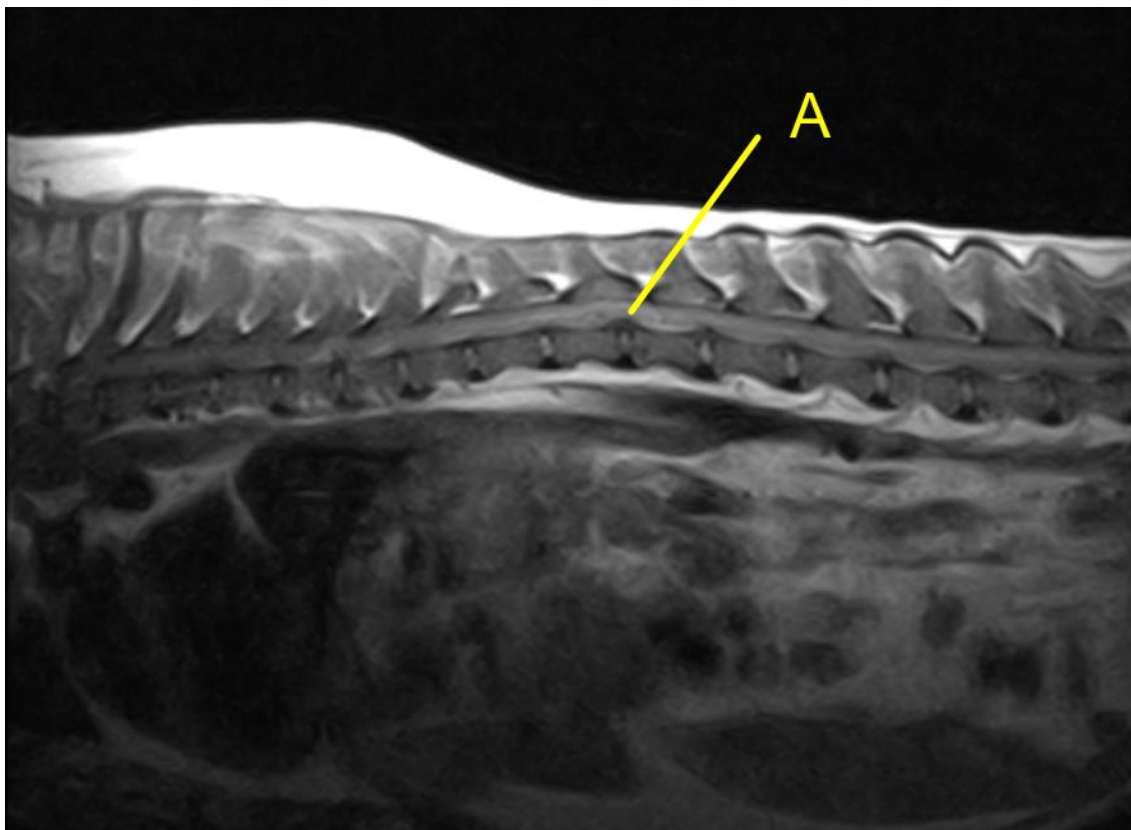


Figura 1. Imagem ponderada em T1, corte sagital de coluna vertebral toracolombar de um paciente indicando local da DDIV. Letra A evidenciando local da afecção.

Fonte: Arquivo pessoal/ FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu – SP.

Para o estudo morfométrico (quantitativa), foram utilizadas as imagens transversais de RM ponderadas em T2, previamente obtidas de cada paciente, foram analisadas por meio da mensuração da área de secção transversa (AST) dos músculos, em centímetros quadrados (cm²), analisando individualmente os três músculos paravertebrais toracolombares, sendo eles: multífido, longuíssimo e iliocostal, selecionado para este estudo e regiões de antímeros direito e esquerdo do mesmo animal. A Fig. 2 mostra o detalhamento uma RM de corte transversal.

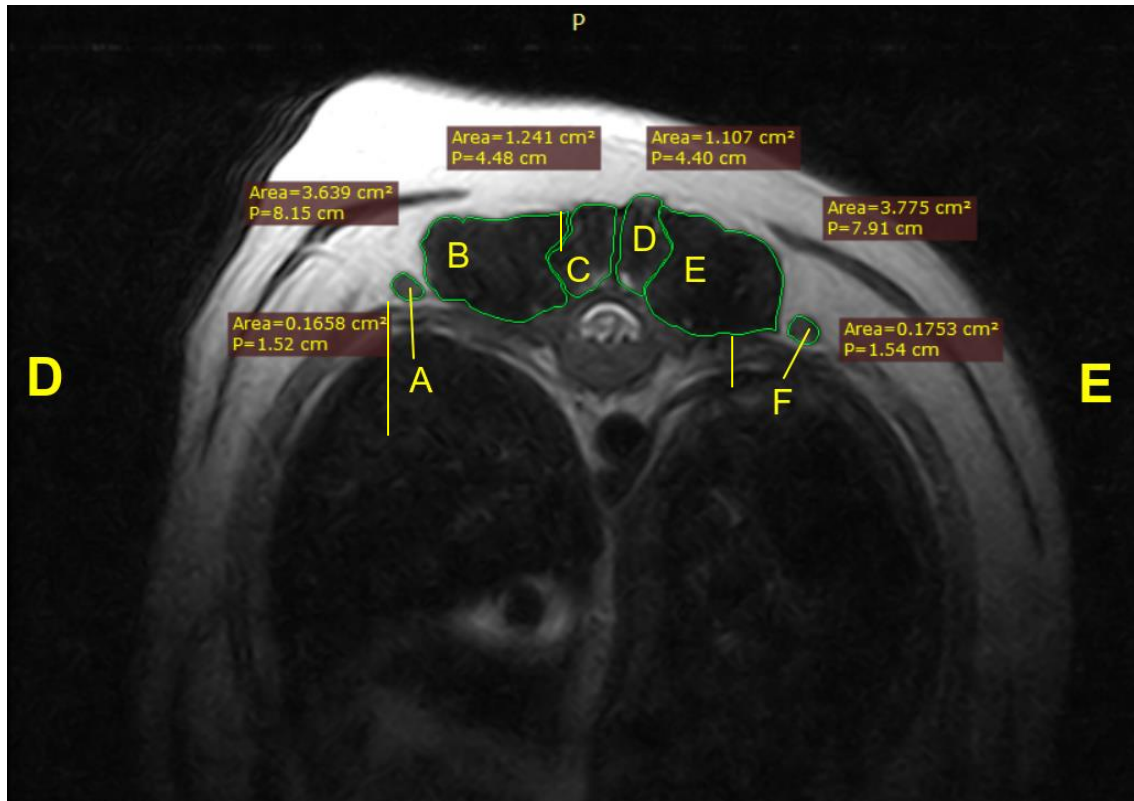


Figura 2. Imagem de RM ponderada em T2, corte transversal de coluna vertebral toracolombar evidenciando cada músculo analisado e exemplos de resultados após a mensuração. A – Músculo Multifidus direito. B - Músculo Multifidus esquerdo. C – Músculo Longuíssimo direito. D – Músculo Longuíssimo esquerdo. E – Músculo Iliocostal esquerdo. F – Músculo Iliocostal direito.

Fonte: Arquivo pessoal/ FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu – SP.

Para o estudo morfológico (quantitativo) foi determinado o índice de assimetria entre os antímeros direito e esquerdo das AST nos seguimentos entre T-10 e L-2, nos respectivos músculos: multífido esquerdo e direito, longuíssimo direito e esquerdo e iliocostal direito e esquerdo. Um índice de assimetria das AST dos músculos entre os antímeros direito e esquerdo foi determinado, aplicando-se o método descrito por Henderson et al. (2015), por meio das equações:

$$\text{Razão} = \frac{\text{área transversa do lado direito}}{\text{área transversa do lado esquerdo}}$$

Se a razão for maior ou igual a 1, % simetria = (razão – 1) x 100

Se a razão for menor a 1, % simetria = - (($\frac{1}{\text{razão}}$) – 1) x 100

Através destes cálculos, um índice de assimetria zero representa simetria entre os lados, e o valor de 100 (positivo ou negativo) aponta o dobro de diferença entre as áreas transversas entre os músculos de cada antímero (Lima, 2019). Neste mesmo raciocínio, utilizou-se a fórmula retratada por Henderson et al. (2015), para obter valores numéricos comprovatórios para avaliação da média de intensidade em ambos os grupos. Como exploração adicional, através da avaliação visual das imagens de RM, foi definido o grau de alteração morfológica, explanando o músculo com maior presença de hipersinal dentre os citados anteriormente, apresentado no Quadro 1. Seguida a esta avaliação, foi realizada também a mensuração da média de pixels através da análise do histograma.

Quadro 1: Definição dos graus de alteração morfológica dos músculos estudados visualmente na evidente pesquisa

Grau de alteração morfológica	Descrição
0	Normal, sem alteração
1	Traços de hipersinal
2	Hipersinal evidente
3	Hipersinal evidente acometendo 50% ou mais da AST dos músculos

Fonte: Lima (2019).

A Fig. 3 apresenta uma RM de imagem STIR, em corte dorsal, evidenciando hipersinal muscular.



Figura 3. RM com imagem STIR, corte dorsal. Círculo indicando evidência de hipersinal em musculatura no lado direito. As letras D e E indicam lado direito e lado esquerdo. Fonte: Arquivo pessoal/ FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu – SP.

A Fig. 4 apresenta uma RM em corte transversal, evidenciando hipersinal no músculo longuíssimo direito.

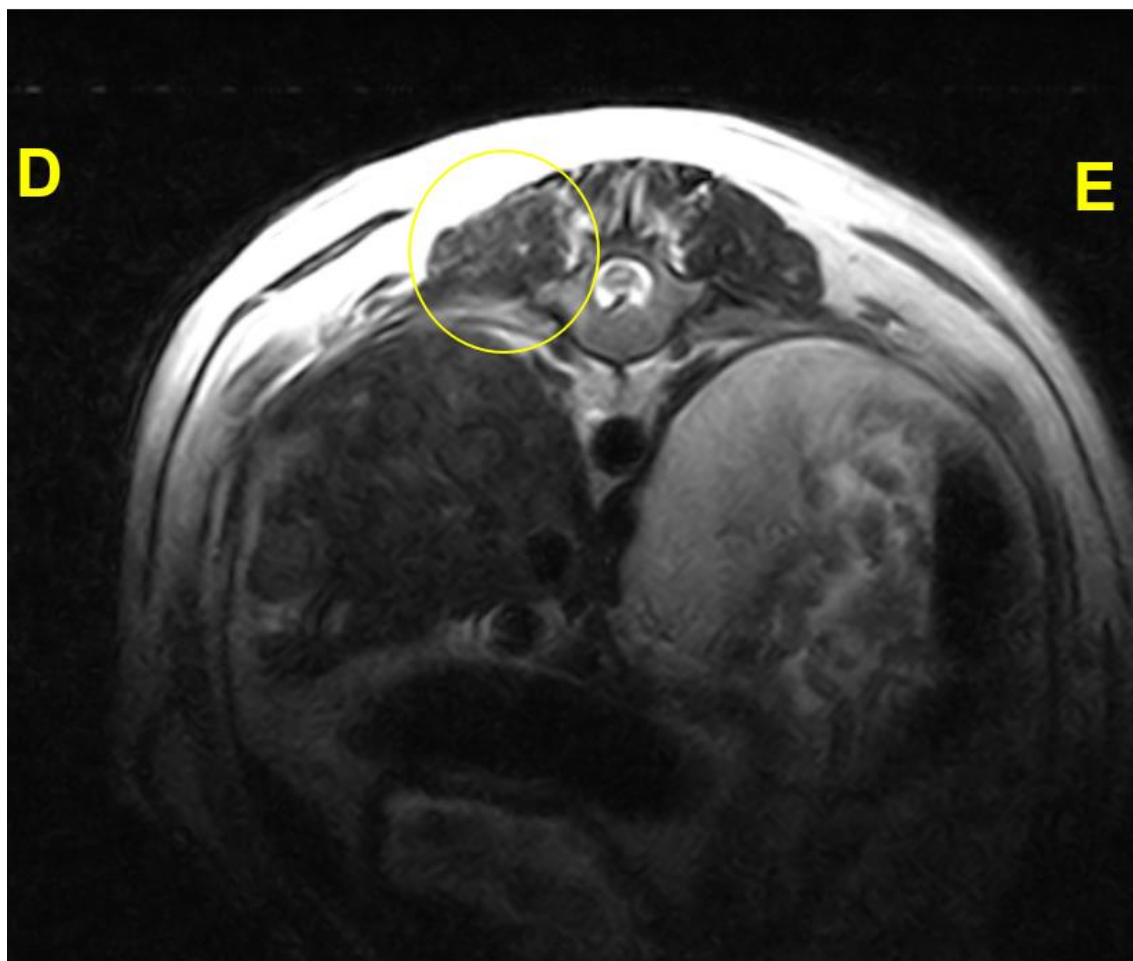


Figura 4. RM com imagem ponderada em T2, corte transversal. O círculo indica o músculo longuíssimo direito com evidência de hipersinal quando comparado ao antímero esquerdo. As letras D e E indicam lado direito e lado esquerdo.

Fonte: Arquivo pessoal/ FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu – SP.

Após apreciação visual, dados numéricos foram coletados de cada músculo utilizando o programa *Image J*, para cálculo de médias. A Fig. 5 apresenta uma RM com imagem ponderada em T2, em corte transversal, com o detalhamento do dimensionamento do músculo longuíssimo e seu histograma.

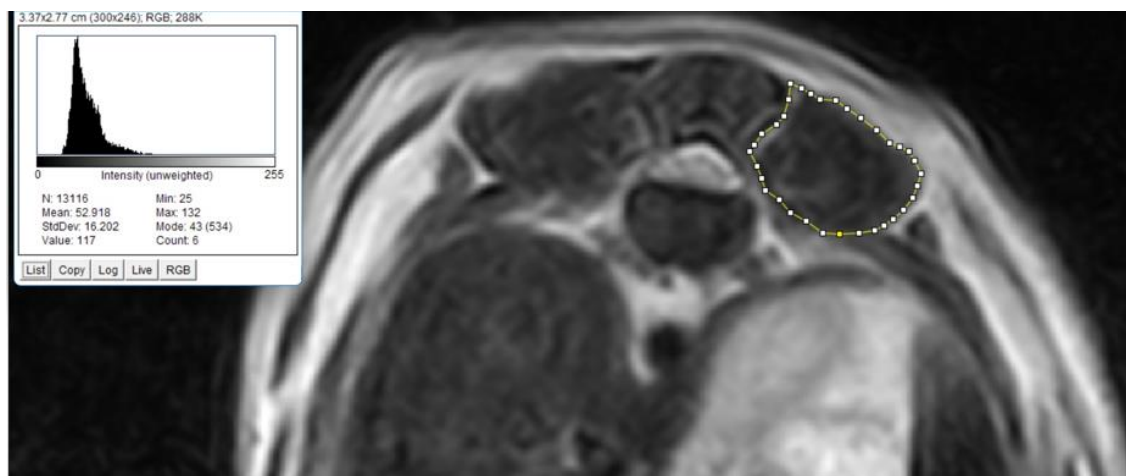


Figura 5. RM com imagem ponderada em T2, corte transversal, delimitando o músculo longuíssimo esquerdo (demarcação pontilhada) e representando a análise da densidade (escalas de cinza) em valores numéricos do respectivo músculo.

Fonte: Arquivo pessoal/ FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu – SP.

Em todos os músculos mencionados foram realizadas as devidas mensurações comparando antímeros, utilizando resultados em cm^2 (área), média da intensidade da amostra, razão de cada musculatura analisada em questão de medida e hipersinal, seguida dos cálculos das médias. Seguem as tabelas de 1 a 3 como exemplo das mensurações e cálculos:

Tabela 1. Exemplo da representação de valores obtidos de cada paciente expondo a área em cm^2 e intensidade de cada amostra.

Paciente		<i>Músculo Multifido Direito</i>	<i>Músculo Multifido Esquerdo</i>	<i>Músculo Longuíssimo direito</i>	<i>Músculo Longuíssimo esquerdo</i>	<i>Músculo Iliocostal direito</i>	<i>Músculo Iliocostal esquerdo</i>
1	<i>Área em cm^2</i>	0,38	0,375	2,088	1,657	0,111	0,075
	<i>Média de intensidade da amostra</i>	59,243	55,440	57,712	52,918	81,231	75,598

Tabela 2. Exemplo da representação de valores obtidos de cada paciente expondo a razão da área em cm² e razão da média da amostra de intensidade de sinal.

Paciente		<i>Músculo Multífido</i>	<i>Músculo Longuíssimo</i>	<i>Músculo Iliocostal</i>
1	<i>Razão da área em cm²</i>	1,0133	1,2601	1,4800
	<i>Razão da amostra de intensidade de sinal</i>	1,0686	1,0906	1,0745

Tabela 3. Exemplo da representação de valores obtidos de cada paciente expondo a média da área em cm² e média da amostra de intensidade de sinal.

Paciente		<i>Músculo Multífido</i>	<i>Músculo Longuíssimo</i>	<i>Músculo Iliocostal</i>
1	<i>Média da área em cm²</i>	1,0133	1,2601	1,4800
	<i>Média da amostra de intensidade de sinal</i>	1,0686	1,0906	1,0745

3. RESULTADOS

A análise matemática mostrou pequenas diferenças na AST do multífido (6% à esquerda e 0,2% à direita), diferenças moderadas no longuíssimo (7,7% à esquerda e 15% à direita) e maiores variações no iliocostal (20% à esquerda e 10% à direita). Não houve correlação na intensidade de sinal entre os grupos. O hipersinal foi observado no multífido (20% à esquerda com maior AST), no longuíssimo (20% no lado com menor AST) e no iliocostal (27% no lado com menor AST), sem predominância lateral nos dois últimos. A Fig. 6 apresenta a variação da AST, enquanto a Fig. 7 mostra o comportamento do hipersinal.

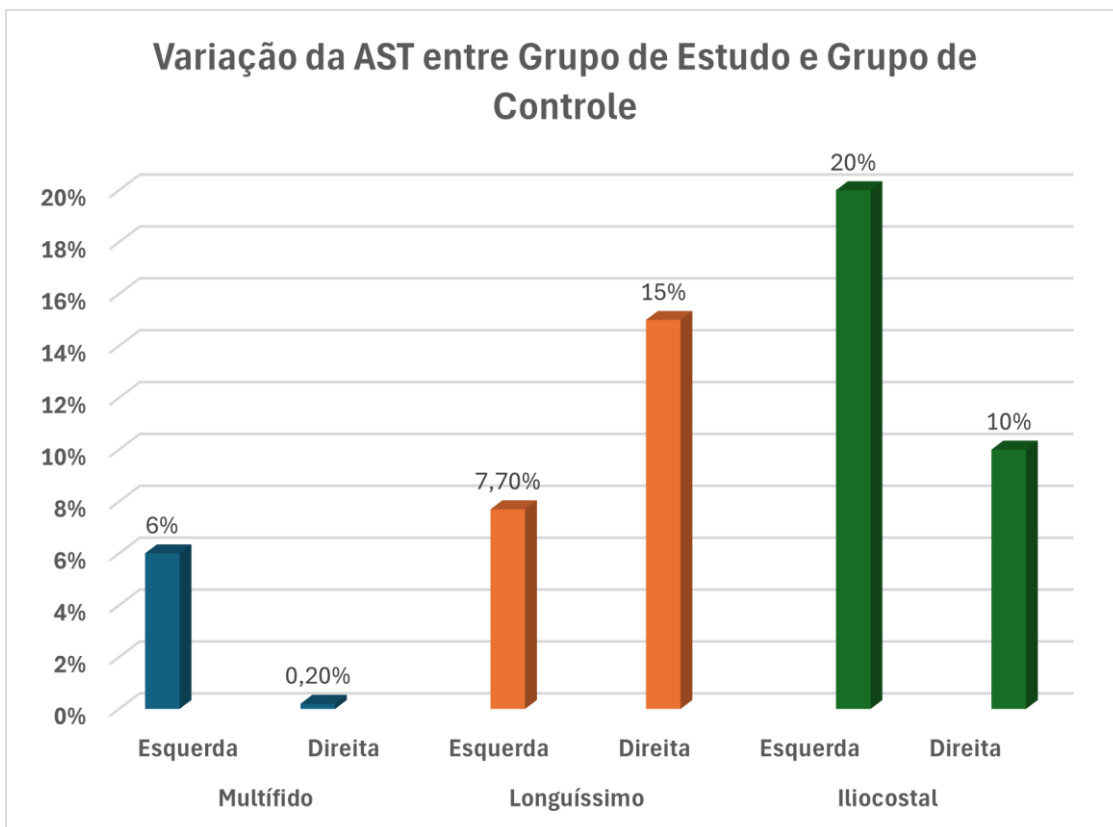


Figura 6. Distribuição percentual da variação da AST entre grupos de estudo e controle.
Fonte: O Autor (2025)

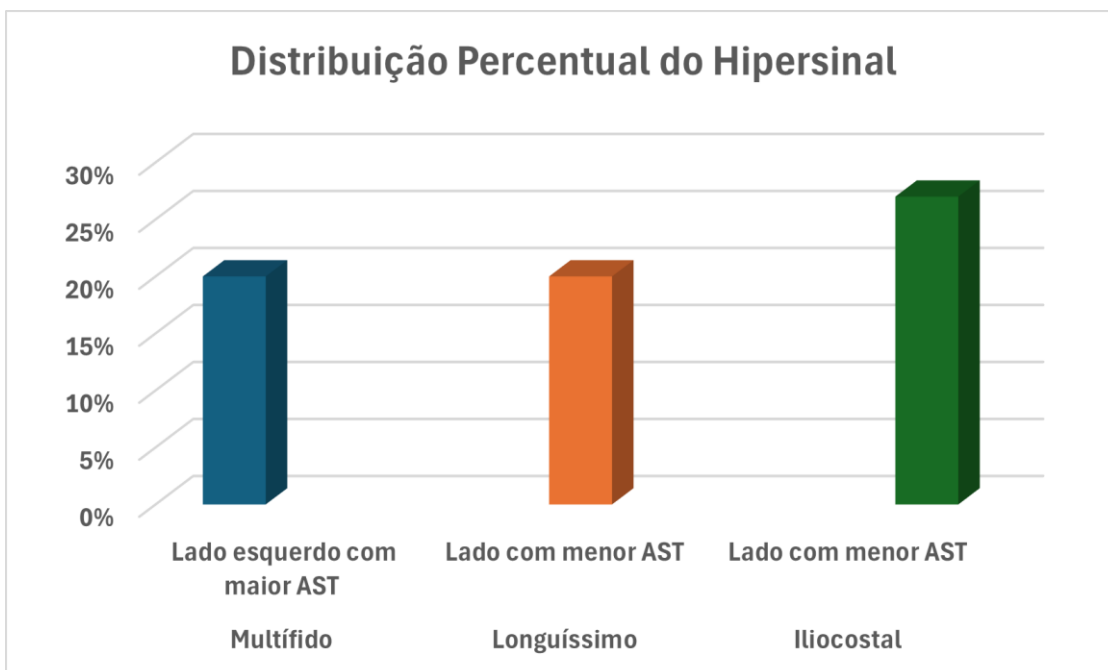


Figura 7. Distribuição percentual do hipersinal.
Fonte: O autor (2025)

4. DISCUSSÃO

O presente estudo sugere que há maior alteração na AST do músculo iliocostal em relação aos demais músculos, evidenciando diminuição quando comparado com o grupo controle. Nos músculos multífido e longuíssimo há alteração pouco considerável. Em relação a graduação de hipersinal houve diferença, mas não predominando lados. Na maior parte dos exames avaliados, observou-se extrusão e protrusão do disco intervertebral com compressão medular lateralizada à esquerda, podendo ter relação com as diferenças de medidas. A determinação da AST de músculos é um parâmetro largamente utilizado na medicina humana que visa demonstrar a hipotrofia pela redução do tamanho da AST quando comparada ao músculo sadio (KHAN et al., 2017). Em estudo com humanos segundo Fortin et al. (2017), a região funcional do músculo foi definida considerando a AST e presença de hipersinal, indicando que a musculatura paravertebral tem a sua capacidade funcional e biomecânica alteradas. Neste estudo, ao contrário do que afirmaram Goubert et al. (2016), nos animais o músculo multífido é o menos acometido quando o assunto se trata de AST. No iliocostal, essa alteração é mais evidente. Segundo o estudo de Lima, (2019), é possível comprovar a alteração morfológica muscular, correlacionando com a clínica do paciente, como por exemplo, níveis de dores e localização da lesão medular, resultando no comprometimento da capacidade funcional. Uma análise estatística foi aplicada na graduação de hipersinal utilizando a avaliação visual de dois colaboradores, mostrando um resultado subjetivo que carece de uma ferramenta mais objetiva para esta avaliação. Para a avaliação morfológica houve certa limitação neste estudo no que diz respeito a comprovar o tipo de alteração retratada pelo hipersinal nos músculos. Por se tratar de estudo retrospectivo, poucos cães tinham no exame de RM as imagens com a técnica de recuperação da inversão com tempo curto (STIR), a qual possibilita anular o sinal de gordura para que seja possível identificar se a lesão se trata de inflamação (edema), infiltrado adiposo ou tecido conjuntivo, mas foram utilizadas imagens ponderadas em T2 para auxílio nessa avaliação. O uso de software especializado pode auxiliar na quantificação das alterações musculares de forma mais objetiva e precisa. Análises futuras em comparação dos resultados obtidos pela ressonância magnética com outras técnicas de imagem, como a tomografia computadorizada, podem fornecer informações complementares e validar os achados.

Uso de técnicas recentes para estudo mais aprofundado como por exemplo a análise de textura, também é de grande importância.

Com um diagnóstico precoce e um tratamento adequado, é possível melhorar significativamente a qualidade de vida de cães com DDIV.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que a AST é alterada em doença do disco intervertebral, sendo o músculo iliocostal apresentando variações maiores, comparado aos músculos multifido e longuíssimo. Sobre a intensidade de sinal, a conclusão evidencia alteração na graduação de hipersinal, mas não exercendo predominância de lados.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil (código de financiamento 001).

REFERÊNCIAS

- BOMBONATO, P. P.; MORAES, V. V.; OLIVEIRA, M. A. R. G. Biomecânica Canina. *Fisioterapia Veterinária*, 2006.
- CORRIGAN, Brian; MAITLAND, Geoffrey Douglas. *Prática clínica, ortopedia e reumatologia: diagnóstico e tratamento*. Editorial Premier, 2000.
- DA SILVEIRA, Solimar Dutra et al. Hemilaminectomia como tratamento de discopatia toracolombar canina: Estudo retrospectivo e relato de caso. *Pubvet*, v. 14, p. 141, 2020.
- DANNEELS, Lieven A. et al. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. ***European spine journal***, v. 9, p. 266-272, 2000.
- DECAMP, Charles E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, v. 27, n. 4, p. 825-840, 1997.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Tomás; LÓPEZ, M. Diagnóstico por imagen de la enfermedad discal intervertebral. *Clínica veterinaria de pequeños animales*, v. 24, n. 1, p. 0017-26, 2004.

FORTIN, M., Dobrescu, O., Courtemache, M., Sparrey, C. J., Santaguida, C., Fehlings, M. G., Weber, M. H. Association between paraspinal muscle morphology, clinical symptoms and functional status in patients with degenerative cervical myelopathy. *Spine* 42:232-239, 2017.

GAVIN, Patrick R.; BAGLEY, Rodney S. (Ed.). *Practical small animal MRI*. John Wiley & Sons, 2011.

GOUBERT D., OOSTERWIJCK J. V., MEEUS M., DANNEELS L. Systematic Review -Structural Changes of Lumbar Muscles in Non-Specific Low Back Pain **Pain Physician** 19: E985-E1000. 2016.

KHAN A. B., WEISS E. H., KHAN A. W., OMEIS I., VERLA T. Back muscle morphometry: Efeccts on ontcomes of spine surgery *World Neurosurgery* 103:174-179, 2017.

LIMA, C. G. D. Achados morfométrico e morfológicos dos músculos paravertebrais cervicais de cães com e sem espondilomielopatia cervical e correlação com a apresentação clínica. 2019.

LONDOÑO, Sarah Cristina da Silva. Doença do disco intervertebral em cães: aspectos fisiopatológicos e reabilitação. 2021.

RITTER, Dale A. et al. Epaxial muscle function in trotting dogs. *Journal of Experimental Biology*, v. 204, n. 17, p. 3053-3064, 2001.