

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL DE CÃES PELOS
MÉTODOS DE PFIRRMANN, MODIC UTILIZANDO
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.

KATIANE PIMENTA DE OLIVEIRA

BOTUCATU-SP

2021

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE
MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL DE CÃES PELOS
MÉTODOS DE PFIRRMANN, MODIC UTILIZANDO
RESSONÂNCIA MAGNÉTICA.

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Animal, na área de concentração Diagnóstico por Imagem, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Câmpus de Botucatu, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr^a Vânia Maria de Vasconcelos Machado

BOTUCATU-SP

2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Oliveira, Katiane Pimenta de.

Avaliação da coluna vertebral de cães pelos métodos de Pfirrmann, Modic utilizando ressonância magnética /
Katiane Pimenta de Oliveira. - Botucatu, 2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Vânia Maria de Vasconcelos Machado
Capes: 50501038

1. Cão - Doenças. 2. Coluna vertebral. 3. Ressonância
magnética. 4. Degeneração do disco intervertebral.

Palavras-chave: Cães; Cervical; Coluna vertebral.

Nome do Autor: Katiane Pimenta de Oliveira Título: AVALIAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL DE CÃES PELOS MÉTODOS DE PFIRRMANN, MODIC UTILIZANDO RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. Data da defesa: 06 de junho de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA

(Titulares)

Prof^a. Dr^a. Vânia Maria Vasconcelos Machado
Departamento de Cirurgia veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof. Dr. Marcello Henrique Nogueira Barbosa
Departamento de Imagens Médicas, Hematologia e Oncologia Clínica. Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo USP

Prof. Dr. Marco Aurélio Torrecillas Sturion
Departamento de Cirurgia veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

COMISSÃO EXAMINADORA

(Suplentes)

Prof. PhD. André Luis Filadelpho
Departamento de Biologia Estrutural e Funcional
FMVZ – UNESP – Botucatu

Prof^a. Dr^a. Lais Melício Cintra Bueno
Departamento de Cirurgia veterinária e Reprodução Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu

A minha filha Alice, você ainda é tão novinha, mas é a minha companhia perfeita, tão meiga, mesmo tão nova já demonstra todo o seu carinho e amor ao próximo.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela minha vida, por não me deixar fraquejar, por me abençoar todos os dias e por ter permitido todas as minhas conquistas, iluminar meu caminho e meu coração.

Aos meus pais, Conceição e Reginaldo, que sempre me deram todo o apoio possível para que eu seguisse minha jornada de estudo, e meus sonhos. Vocês são a minha base, o meu exemplo, e sem a força de vocês não estaria onde estou.

A minha orientadora, professora Vânia Maria Vasconcelos Machado, pela confiança e paciência, durante a minha gestação, sou imensamente grata pela oportunidade, orientação e preocupação durante todo o trajeto para a realização deste projeto.

Ao Professor Marco Aurelio Torrecillas Sturion, pela orientação, ensinamentos, pelo incentivo a trabalhar com afinco e dedicação, gratidão imensa pelos conselhos.

Ao Professor Marcello Henrique Nogueira Barbosa, pela orientação e ideias para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Domingos José Sturion, por sempre estar me incentivando e me orientando na minha profissão.

Aos veterinários da clínica Cedivet, Tiago Sturion, André Sturion, Ricardo Neves, Lucas Sanches, Gabriela Camargo pelas horas que se dispuseram a me ensinar. A dona Vera Sturion por sempre estar disposta a escutar.

A enfermeira Elen Moreira pela ajuda nos atendimentos.

Ao meu amigo Nilton Rohloff por todos estes anos de amizades, por estar presente em minha vida nos momentos de felicidade e tristeza, obrigada por tudo.

A minha amiga Nathalia pelas horas me escutando, pelos conselhos, e ensinamentos. Pelos momentos bons que vivemos durante a faculdade.

Aos meus professores que fizeram, parte da minha trajetória acadêmica.

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

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho, muito obrigada.

OLIVEIRA, K.P. (2021). AVALIAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL DE CÃES PELOS MÉTODOS DE PFIRRMANN, MODIC UTILIZANDO RESSONÂNCIA MAGNÉTICA. Botucatu, 2021, 57 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária

RESUMO

O objetivo deste estudo foi classificar a degeneração dos discos intervertebrais da coluna vertebral cervical e da placa terminal de cães condrodistróficos e não condrodistróficos pelas classificações de Modic e Pfirrmann respectivamente em um estudo retrospectivo dos exames de ressonância magnética realizados no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2019. Para análise das imagens de ressonância magnética utilizaram-se as imagens sagitais ponderadas em T1 e T2, realizada por 3 observadores. Um observador realizou duas avaliações com intervalo de duas semanas entre elas, os demais observadores realizaram apenas uma avaliação. Os mesmos discos e as fatias sagitais foram visualizados por todos os observadores. Apenas o observador um estava familiarizado com o procedimento de classificação de Pfirrmann e Modic. As análises foram realizadas a cegas, os avaliadores continham apenas as imagens da classificação de Modic et al. (1988) e Pfirrmann et al. (2001). Excluíram do estudo os animais com neoplasia, fraturas e luxações da coluna vertebral cervical, totalizando 121 animais. No total foram avaliados 704 discos intervertebrais, sendo 219 discos intervertebrais de cães condrodistróficos e 495 discos de cães não condrodistróficos, deste total observaram-se diferença significativa com relação a classificação pelo método de Pfirrmann quanto ao disco intervertebral C6-C7 em relação aos discos C3-C4 e C4-C5 $p < 0,05$, indiferente das raças. Nos animais condrodistróficos, a escala de Pfirrmann, na região C7-T1, apresentou diferença estatística entre os discos C2-C3, C3-C4, C4-C5, C5-C6, C6-C7. Dos 222 discos intervertebrais de cães condrodistrófico, apenas o disco C6-C7, apresentou diferença estatística em relação a classificação de Pfirrmann dos discos C3-C4, C5-C6, C7- T1. Não foi observado nenhuma diferença estatística em relação a classificação de Modic nas vertebrae cervicais caninas. As alterações da placa terminal vertebral sugerem uma associação à doença do disco intervertebral adjacente. A classificação de Modic tipo 2 e Pfirrmann tipo III apresentaram maior porcentagem na coluna vertebral cervical de cães condrodistróficos e não condrodistróficos. Os segmentos vertebrais caudais foram os mais acometidos segundo a classificação de Pfirrmann e Modic.

Palavras-chave: Alterações da placa terminal, cães, degeneração do disco intervertebral, ressonância magnética, sistema de graduação.

OLIVEIRA, K.P. (2021). EVALUATION OF THE VERTEBRAL COLUMN OF DOGS BY THE METHODS OF PFIRRMANN, MODIC USING MAGNETIC RESONANCE. Botucatu, 2021, 57 p. Dissertation (Master's) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu Campus, São Paulo State University "Júlio de Mesquita Filho", Department of Animal Reproduction and Veterinary Radiology

ABSTRACT

The aim of this study was to classify the degeneration of intervertebral discs of the cervical spine and endplate of chondrodystrophic and non-chondrodystrophic dogs by Modic and Pfirrmann classifications, respectively, in a retrospective study of MRI scans performed from January 2014 to December of 2019. For analysis of magnetic resonance images, sagittal T1- and T2-weighted images were used, performed by 3 observers. One observer performed two assessments with an interval of two weeks between them, the other observers performed only one assessment. The same discs and sagittal slices were visualized by all observers. Only observer one was familiar with the Pfirrmann and Modic classification procedure. The analyzes were performed blindly, the evaluators only contained the images from the classification of Modic et al. (1988) and Pfirrmann et al. (2001). Animals with neoplasia, fractures and dislocations of the cervical spine were excluded from the study, totaling 121 animals. In total, 704 intervertebral discs were evaluated, with 219 intervertebral discs from chondrodystrophic dogs and 495 discs from non-chondrodystrophic dogs. Of this total, there was a significant difference regarding the classification by the Pfirrmann method regarding the intervertebral disc C6-C7 in relation to the C3 discs. -C4 and C4-C5 $p < 0.05$, regardless of races. In chondrodystrophic animals, the Pfirrmann scale, in the C7-T1 region, showed a statistical difference between the C2-C3, C3-C4, C4-C5, C5-C6, C6-C7 discs. Of the 222 intervertebral discs from chondrodystrophic dogs, only the C6-C7 disc presented a statistical difference in relation to the Pfirrmann classification of the discs C3-C4, C5-C6, C7-T1. No statistical difference was observed regarding the Modic classification in canine cervical vertebrae. Vertebral endplate alterations suggest an association with adjacent intervertebral disc disease. The classification of Modic type 2 and Pfirrmann type III presented the highest percentage in the cervical spine of chondrodystrophic and non-chondrodystrophic dogs. The caudal vertebral segments were the most affected according to the classification by Pfirrmann and Modic.

Keywords: Endplate alterations, dogs, intervertebral disc degeneration, MRI, grading system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Anatomia da coluna vertebral	16
Figura 2 Componentes anatômicos de uma vértebra lombar típica de um cão	17
Figura 3 Anatomia da coluna cervical de um cão.....	18
Figura 4 Atlas e Axis	18
Figura 5 Vetebras c3 c4 e c5	19
Figura 6 Disco intervertebral.....	21
Figura 7 Classificação de modic (2007)	28
Figura 8 Classificação de Pfirrmann et al (2001) a: tipo I, b: tipo II; c: Tipo III, d: tipo VI; e: tipo V.	29
Figura 9. Imagem de ponderada em T1 e T2	12
Figura 10 Classificação de Modic nas imagens de coluna cervical de cães.....	12
Figura 11 Layout da avaliação das mudanças modais quanto a localização da mudanças de sinal na placa terminal.	13
Figura 12 classificação de Pfirrmann. A: tipo I, b: Tipo II; C: tipo III; D: Tipo VI; E: tipo V.	13

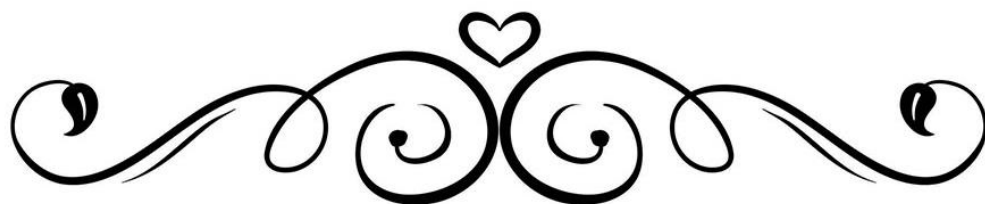
LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação da Degeneração do Disco Intervertebral, adaptado de Pfirrmann et al., 2001.	29
Tabela 2 Analises dos tipos de mudanças modic das imagens de ressonância magnética da região cervical.....	25
Tabela 3 Característica da classificação de Pfirrmann nos disco intervertebral nas imagens de ressonância magnética.	26
Tabela 4 Distribuição de frequência do grau de degeneração medula óssea (modic) dos discos intervertebral de cães não condrodistrofico e condrodistrofico	12
Tabela 5 Distribuição da frequência do grau de degeneração discal (pfirmannn) dos discos de cães condrodistroficos.....	12

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	12
1. INTRODUÇÃO	13
2. JUSTIFICATIVA.....	15
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 Geral.....	15
3.2 Específico	15
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4.1 Anatomia coluna vertebral	16
4.2 Anatomia coluna vertebral cervical	17
4.3 Disco intervertebral.....	20
4.4 Degeneração do disco	23
4.5 Técnicas de avaliação do disco intervertebral por ressonância magnética	24
4.6 Classificação da degeneração do disco intervertebral na Medicina e Medicina Veterinária.....	25
4.6.1 Classificação de Modic	26
4.6.2 Sistema de Classificação de Pfirrmann	28
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
CAPÍTULO 2.....	36
ARTIGO CIENTIFICO.....	37
Resumo.....	13
Material e métodos.....	16
Discussão	19
Referencias.....	23

CAPÍTULO 1



Introdução

Justificativa e Objetivo

Revisão de Literatura

Referências

1. INTRODUÇÃO

Os discos intervertebrais são articulações parcialmente móveis que conectam cada um dos corpos vertebrais na coluna vertebral, sendo um componente essencial proporcionando estabilidade e flexibilidade durante a locomoção, funcionando tanto para transferir cargas quanto transmitir mobilidade (ADAMS E ROUGHLEY, 2006; URBAN E ROBERTS, 2003).

Quando ocorre uma ação mecânica sobre os discos intervertebrais o núcleo pulposo pode liberar substâncias que desencadeiam dor e, além disso, a própria degeneração do disco causa um processo inflamatório. Na medicina vários estudos indicam que a maior causa de dor nos pacientes é decorrente de discopatias, decorrente da degeneração dos discos, pois a sua capacidade de nutrição pela difusão passiva está reduzida pela região externa do anel fibroso. As discopatias compreendem as fissuras, rupturas, abaulamentos, diminuição da altura do disco e hérnias que podem ser protrusas e extrusas (NATOUR et al., 1998).

O termo *degeneração* na medicina humana inclui um ou todos os seguintes componentes da coluna vertebral: dessecação real ou aparente, fibrose, estreitamento do espaço do disco, protuberância difusa do anel além do espaço do disco, fissuras extensas (ou seja, inúmeras rupturas anulares) e degeneração muco do anel, defeitos e esclerose das placas terminais e osteófitos nas apófises vertebrais (MODIC E HERFKENS, 1990, SETHER LA, et al., 1990; CZERVIONKE LF. 1993; MODIC 2007). A degeneração talvez seja mais bem definida como uma cascata que começa com mudanças no microambiente celular dentro das subestruturas do disco que progride ao longo de décadas para o colapso estrutural e comprometimento funcional (URBAN E ROBERTS, 2003; FREEMONT, 2009).

A etiologia da degeneração do disco tem um caráter desafiador ainda na medicina veterinária, pois ainda não está bem definida sua progressão e se está intimamente ligada ao envelhecimento (URBAN E ROBERTS, 2003; ADAMS E ROUGHLEY, 2006). Já está comprovado que raças condrodistroficas possui maior predisposição a apresentar alterações de degeneração em animais novos (BERGNUT, N. 2011). A degeneração do disco intervertebral é muito semelhante entre humanos e cães, e estes, muitas vezes, são usados como modelos para compreensão do processo e terapia de doenças discais em humanos (ALINI et al., 2008).

Nas últimas décadas, a ressonância magnética (MRI) vem se tornando uma ferramenta importante na investigação de imagens da coluna vertebral para o diagnóstico de degeneração do disco intervertebral (DENNIS 1998), além de ser um exame não invasivo, tem como base princípios físicos complexos que possuem a capacidade de formação de imagens em múltiplos

planos de uma determinada região, devido a isso tem sido descrita como o melhor método para o reconhecimento precoce da degeneração do disco em cães (SETHER LA, 1990), e tem como papel fornecer dados morfológicos precisos e informações para que se institua um protocolo terapêutico adequado (MODIC 2007).

As características do sinal do disco intervertebral nos exames de ressonância magnética estão relacionadas às mudanças ultra estruturais vistas na histologia (MODIC 1988) e bioquímica (BENNEKER et al., 2005), tornando a ressonância magnética a ferramenta de imagem mais precisa para avaliação clínica da doença do disco intervertebral (PFIRRMANN, 2001). Nas alterações de degeneração discal podem ser observadas na ressonância magnética, estreitamento do espaço do disco, perda de intensidade de sinal do disco intervertebral ponderada em T2, presença de fissuras, fluido, e calcificação dentro do disco intervertebral, alterações de sinal ligamentares, alterações de sinal da medula óssea, osteofitose, hérnia de disco, desalinhamento e estenose. (MODIC E HERFKENS, 1990, SETHER LA, et al., 1990; CZERVIONKE LF. 1993; MODIC 2007).

Na degeneração da medula óssea, as causas exatas das mudanças não são bem claras, devido que suas ocorrências podem estar intimamente relacionadas ao próprio estresse mecânico sobre a coluna (ZHANG 2008). As alterações de Modic (MC) referem-se aos sinais ósseos anormais sob a placa terminal vertebral na imagem de ressonância magnética espinal, sugerindo lesões da placa terminal vertebral, bem como medula óssea adjacente no corpo vertebral (MODIC 1988).

As placas terminais desempenham um papel importante no transporte de nutrientes ao disco, quando se tem danos na placa terminal seguidos de uma calcificação, isso causa uma redução no transporte e acelerara o processo de degeneração do disco. Uma lesão na placa terminal ocasiona uma descompressão do disco adjacente, sendo já demonstrado em estudo experimental em animais onde se observaram como causa da degeneração do disco. Alguns estudos indicam que exista uma correlação com o grau de degeneração do disco e as mudanças de Modic, na coluna vertebral lombar e cervical (ADAMS MA, et al. 1976; HOLM S, et al., 2004; PETERSON CK et al., 2007; ADAMS MA, e DOLAN P., 2012; WANG YX, GRIFFITH JF 2011; LI SHENG-YUN et al., 2014).

Este trabalho tem por objetivo buscar um método qualitativo para classificação da degeneração do disco intervertebral de cães, utilizando-se como referência o sistema de

classificação proposto por Pfirrmann et al. (2001), Modic et al (1988) em um estudo retrospectivo de imagens de ressonância magnética da coluna vertebral cervical.

2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento do projeto, a partir do estudo retrospectivo de imagens de ressonância magnética da coluna vertebral cervical poderá contribuir para estabelecer precocemente diagnósticos da degeneração dos discos intervertebrais em cães.

Estudos são necessários para se ter uma classificação quanto ao grau de degeneração dos discos na medicina veterinária, visto que na medicina, já está bem consolidada. Este trabalho possibilita contribuir com novos estudos, devido a escassez de informações, utilizando tipos de classificação de degeneração dos discos intervertebrais na medicina veterinária.

3. OBJETIVOS

3.1 Geral

O objetivo geral desta pesquisa foi buscar um método qualitativo para classificar a degeneração dos discos intervertebrais em imagens de ressonância magnética, usando como referência o sistema de classificação proposto por Pfirrmann et al. (2001), Modic et al (1988) .

3.2 Especifico

- Classificar os discos intervertebrais da região cervical de cães condodistrofico e não condrodistrofico.
 - Avaliar os discos pelos métodos de classificação proposto por Pfirrmann et al (2001).
 - Avaliar os discos pelos métodos de classificação proposto por Modic et al (1988).

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Anatomia coluna vertebral

A coluna vertebral faz parte do esqueleto axial dos cães e estende-se do crânio à extremidade final da cauda, é composta de aproximadamente 50 ossos irregulares dispostos em sequência na linha mediana ímpar de ossos irregulares (EVANS, DE LAHUNTA, 2013), sendo que estes são divididos em cinco regiões, cervical, torácica, lombar, sacral e caudal, divididas didaticamente por uma fórmula: 7 vértebras cervicais, 13 torácicas, 7 lombares, 3 sacrais e cerca de 20 caudais (Figura 1) (DYCE, 2010; KONIG; LIEBICH, 2016; EVANS; LAHUNTA, 2012), que são unidas entre si de modo firme, porém não rígido, com exceção do sacro, que por movimentos de flexão e extensão alternadas, e às vezes por torção, a coluna participa da movimentação do animal, possuem funções diferentes, apresentando características próprias, no qual todas compartilham uma estrutura básica, que são: a presença de um corpo, um arco e uma série de processos (espinhoso, transverso e articulares) (EVANS; DE LAHUNTA, 2013)



Figura 1 Anatomia da coluna vertebral

Fonte: Adaptado ALAMY 2020

O número de vértebras varia em número dentre às espécies de mamíferos domésticos e nos cães ainda pode variar de um animal para o outro, observado principalmente nas regiões lombares, sacrais e coccígeas este tipo de variação (FERREIRA, 2008; KONIG; LIEBICH, 2016). Uma das funções da coluna vertebral é envolver e proteger a medula espinhal e as estruturas acessórias contidas no canal central (DYCE, 2010).

Entre as vértebras, com exceção da primeira vértebra cervical e das vértebras sacrais, localiza-se um disco intervertebral (DIV), composto pelo núcleo pulposo e anel fibroso. Este disco tem função de amortecimentos dos impactos recebidos nas vértebras durante a movimentação do animal e permite que a coluna vertebral seja flexível (Figura 2) (DYCE, 2010; THRALL, 2014).

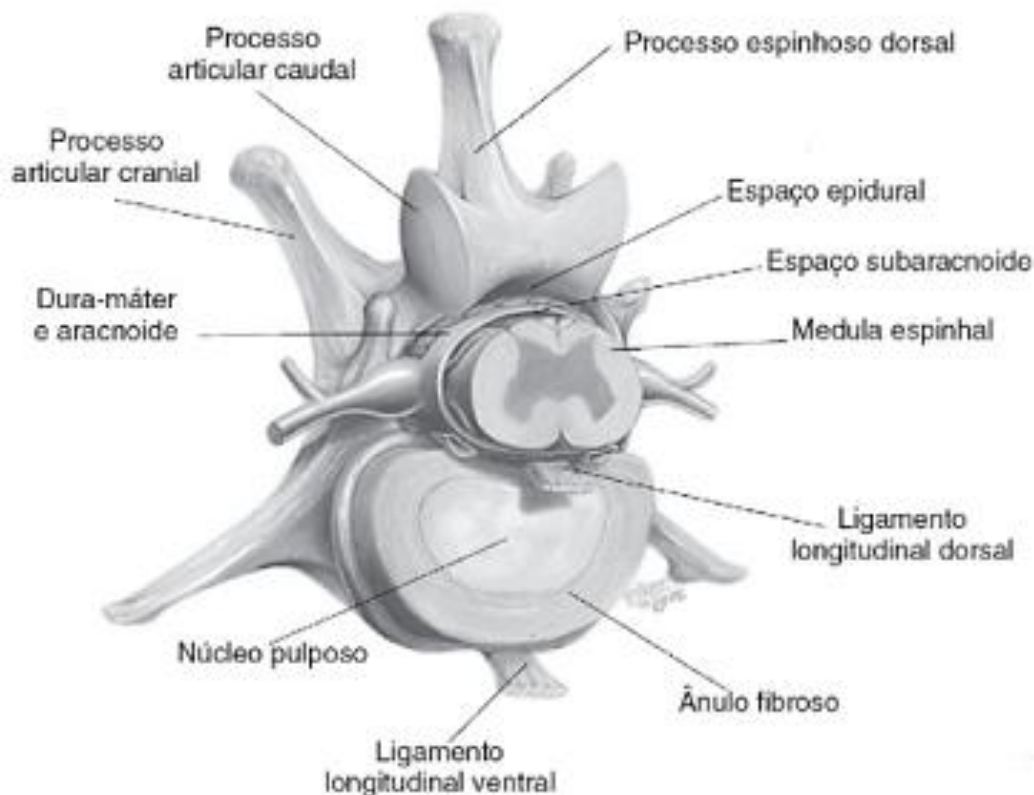


Figura 2 Componentes anatômicos de uma vértebra lombar típica de um cão

Fonte: THRALL et al., 2014

4.2 Anatomia coluna vertebral cervical

As vértebras cervicais na maioria dos mamíferos são sete, onde apresentam algumas peculiaridades anatômicas (EVANS; DE LAHUNTA, 2013) (Figura 3), sendo que vão se modificando, com relação a suas dimensões, por isso observa-se uma diminuição de tamanho da primeira para última, além disso, apresentam-se maiores dorsolateralmente, e a superfície cranial é ligeiramente convexa e a caudal moderadamente côncava (SISSON, 1986).

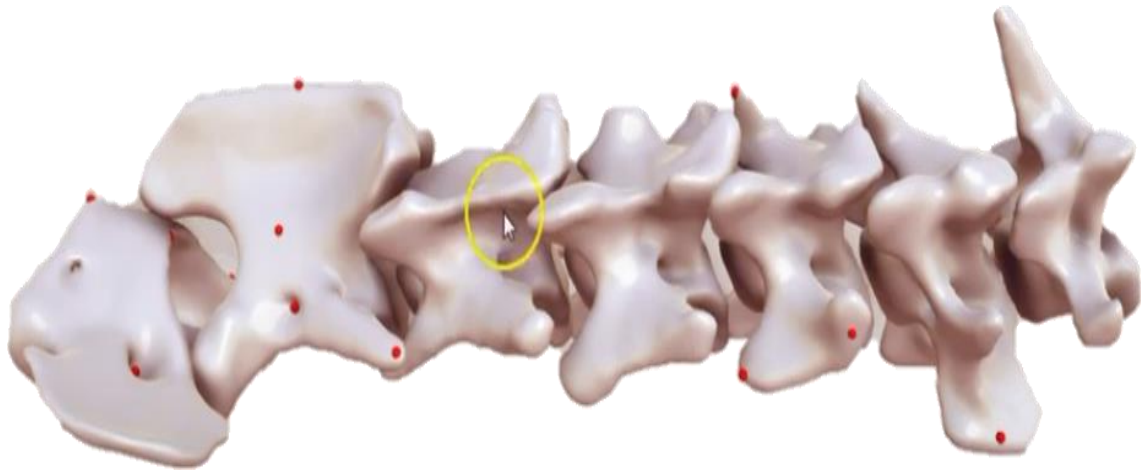


Figura 3 Anatomia da coluna cervical de um cão.
Fonte: IVALA L. 2020.

O atlas, ou primeira vértebra cervical (C1), é uma estrutura atípica, composta por dois arcos, sendo um dorsal e um ventral, e dois processos transversos que são largos e achatados, horizontalmente forma duas asas, se articula cranialmente com o crânio e caudalmente com o axis ou segunda vértebra cervical (C2) (EVANS; DE LAHUNTA, 2013) (Figura4).

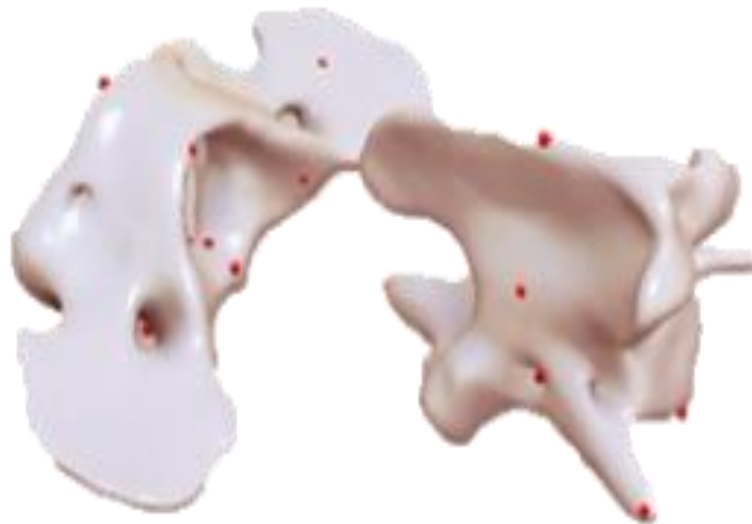


Figura 4 Atlas e Axis
Fonte: IVALA L. 2020.

O axis (C2), apresenta um dimorfismo acentuado, sendo achatado dorsoventralmente, possuindo em sua epífise cranial um dente que articula com o C1, chegando quase ao osso occipital. Os processos transversos apresentam forma de asa e são pontiagudos, direcionados caudal e lateralmente, (SISSON, 1986), o processo espinhoso são ausentes e o corpo tem forma de arco ventral, tornam uma vértebra individual (EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

As demais vertebbras cervicais: terceira (C3), quarta (C4) e quinta (C5) (figura5), se diferenciam ligeiramente umas das outras (SHARP; WHEELER, 2005), apresentando o corpo comprimido dorsoventralmente, a epífise cranial convexa e a extremidade caudal ligeiramente côncava e oblíqua. Os processos transversos são projetados ventralmente e caudalmente, e possuem dois ramos, sendo um cranial e fino e outro caudal espesso e tuberculado em sua extremidade livre. Os processos espinhosos aumentam em comprimento da terceira para a quinta vértebra, já os processos transversos da quinta vértebra cervical são mais curtos e apresentam duas cúspides (EVANS; DE LAHUNTA, 2013) (Figura 5).



Figura 5 Vertebbras c3 c4 e c5
Fonte: IVALA L. 2020.

A sexta vértebra cervical (C6) tem um processo transverso dividido também em duas partes, sendo uma placa quadrilátera direcionada ventrolateralmente e outra parte rombuda direcionada lateralmente, mas sua principal característica é a expansão dos processos transversos como uma lâmina ventral, além disso apresenta um processo espinhoso mais desenvolvido, quando comparado às vértebras C3, C4 e C5 (SISSON, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

A sétima vértebra(C7), não possui forames transversos, apresenta um processo espinhoso mais desenvolvido, diferindo assim das demais vertebbras, seu corpo é curto e possui apenas um único processo transverso (SISSON, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013; EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

Na região cervical os espaços entre as vertebbras são maiores devido ao maior diâmetro do canal medular vertebral, sendo que esse espaço residual se encontra preenchido pela gordura epidural em comparação com as outras regiões da coluna vertebral. Entre os corpos vertebrais,

existem os discos intervertebrais, que se interpõem entre cada vertebra cervical, exceto entre as duas primeiras vértebras cervicais (SHARP; WHEELER, 2005).

4.3 Disco intervertebral

Os corpos das vértebras são interpostos por discos intervertebrais que possui função de minimizar e absorver os choques e as forças atuantes ao movimento do animal (TOOMBS; BAUER, 1998). A coluna espinhal tem 26 discos intervertebrais, com exceção entre as vertebra atlas e áxis (C1/C2) e entre as vertebra sacrais fundidas (BREIT, 2002), as demais apresentam DIV no espaço intervertebral, sendo que se apresentam mais espessos no segmento cervical e lombar e mais estreitos na região torácica (GETTY, 1986; BRAUND, 1996; HECHT; HUERTA; REED, 2014; SEO et al., 2014).

As vertebra se articulam por meio de discos intervertebrais, sendo um componente essencial, que proporcionam estabilidade e flexibilidade da coluna durante a locomoção, e atuam como absorventes de impacto e facilitando a movimentação da coluna vertebral (CHRISMAN, 1985; JANSSENS, 1991; SIMPSON, 1992; TOOMBS E BAUER, 1998; CHIERICHETTI E ALVARENGA, 1999; WHEELER E SHARP, 2005; BERGKNUT et al, 2013).

Os discos são ricos em água, compostos por aproximadamente 80% de água, este alto teor de água resulta em uma alta pressão de intumescimento intradiscal que permite que o núcleo pulposos sirva como uma almofada hidráulica, transmitindo forças compressivas enquanto fornece mobilidade e estabilidade da coluna vertebral (SIMPSON, 1992; CHIERICHETTI E ALVARENGA, 1999; WHEELER E SHARP, 2005).

Um DIV saudável é composto por três componentes distintos: um centro ovoide de material gelatinoso o núcleo pulposos (NP), originário da notocorda embrionária, o anel fibroso (AF) externo, composto de material fibrocartilaginoso disposto em câmaras concêntricas. A placa terminal cartilaginosa (PTC), corresponde uma região que delimitam o NP em cima do corpo vertebral composta por duas camadas de cartilagem hialina. Cada componente exibe especializada propriedades físicas, mecânicas e funções biomecânicas (Figura 6).

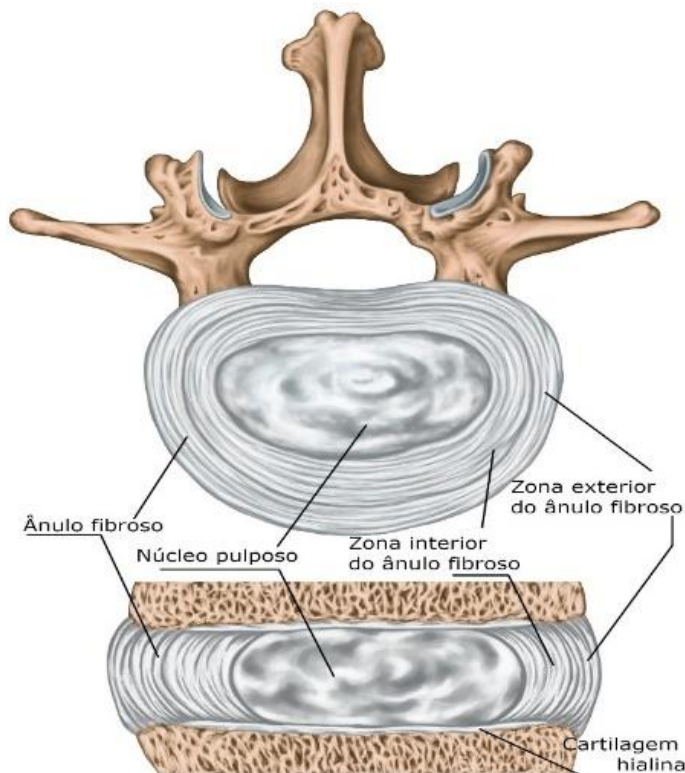


Figura 6 Disco intervertebral

Fonte: STIHII 2020.

O NP está localizado internamente e é uma estrutura gelatinosa com alta viscosidade e elasticidade, composta por grandes quantidades de proteoglicanos que se agregam ao longo das cadeias hialurônicas, e cadeias de glicosaminoglicanos, sendo que estes proteoglicanos carregam uma carga negativa que gera uma pressão osmótica de expansão dentro de uma malha irregular de fibrilas de colágeno II (URBAN, 1996). O NP está contido perifericamente pelo anel fibroso (AF), que tem uma composição e arquitetura heterogênea (HUMZAH E SOAMES, 1988). Em animais jovens, apresenta-se mais espesso na parte ventral em relação à dorsal do disco e se torna progressivamente desidratado e menos parecido com gel com a idade, tal diferença pode ter relação com o aumento do risco de extrusão dorsal do disco no canal vertebral (BROWN et al., 1977; SATO et al., 1976; TOOMBS; BAUER, 1998; BRISSON, 2010; MAI, 2014).

O AF possui duas regiões distintas, uma região perinuclear, onde ocorre a transição para colágeno II que, juntamente com o aumento da concentração de proteoglicano, dá origem a uma estrutura com menos fibrose e menos organizada (HUMZAH e SOAMES, 1988), e uma região mais externa composta de fibrocartilagem, que se consiste de lamelas distintas, que são compostas por feixes de fibras de colágeno I, orientadas em ângulos oblíquos que alternam dentro de cada lamela consecutiva para formar uma estrutura de camada angular (CASSIDY et al., 1989; MARCHAND E AHMED, 1990), duas placas finais finas de cartilagem hialina se

estende superior e inferiormente sobre o AF interno e NP para fazer interface com os corpos vertebrais, e funcionar para regular a difusão de nutrientes entre o disco e os corpos vertebrais (RAJASEKARAN et al., 2004; URBAN et al., 2004). Além disso a sua aparência ventral e lateral possui um espessamento maior que dorsal, no meio se observa três vezes maior, a região dorsal mostra-se mais delgada, tornando mais fácil sua ruptura nessa região, esta é uma das explicações da capacidade de ocorrer herniação do NP para o canal vertebral (BROWN et al., 1977; TOOMBS; BAUER, 1998, BRISSON, 2010; MAI, 2014).

As placas terminais cartilaginosas (PTC) são situadas entre o disco e as epífises dos corpos vertebrais craniais e caudais (HANSEN, 1952). São camadas finas de células semelhantes a condrócitos que unem o disco inferior e superior aos corpos vertebrais, as camadas são orientadas cranio-caudalmente (INOUE, 1981), possui em média 5 espécies camadas de células compreendendo 6% da largura total do disco intervertebral do canino (BERGKNUT et al., 2012), ela é composta por um alto teor de água (50-80%) e servem para auxiliar a conter o NP quando a coluna vertebral sofre algum tipo de carga (ROBERTS; MENAGE; URBAN, 1989. Tem papel fundamental no fornecimento de nutrientes ao DIV. As pequenas moléculas como o oxigênio e glicose, atingem as células do NP, a região vascularizada do AF através da difusão e osmose dos botões capilares através das PTC semipermeáveis (HOLM et al., 1981, HOLM et al., 1982, URBAN et al., 2004; MAROUDAS, 1988). As moléculas maiores, tais como albumina e enzimas, são transportadas por fluxo de fluido em massa ('mecanismo de bombeamento') criado pela carga fisiológica do DIV e pela mudança na postura (HOLM et al., 1981, HOLM et al., 1982, URBAN et al., 2004; MAROUDAS, 1988).

Estudos demonstram que exista uma diferença do tamanho das placas terminais cartilaginosas de cães e humanos devido que as placas de crescimento nas vértebras humanas em crescimento ocorrem na junção entre as vértebras e as placas terminais, sendo que nos cães as placas de crescimento são encontradas no segmento intervertebral (BERGKNUT N, et al., 2012).

A maior parte do disco intervertebral é avascular e sem células, sendo que a presença de vascularizam e inervação em discos saudáveis está limitada as fibras periféricas do ânulo fibroso (WANG et al., 2016).

O DIV possui uma capacidade de absorver impacto, sendo que com a idade isto tende a diminuir gradualmente e devido a isso podem ocasionar processos degenerativos nos discos

(WHEELER E SHARP, 2005). O disco é aparentemente nutrido por difusão das placas terminais das vértebras ou tecidos adjacentes, já que o suprimento sanguíneo é restrito, uma vez que é controversa a existência de um sistema vascular para sua manutenção (SIMPSON, 1992; BERGKNUT et al., 2013).

4.4 Degeneração do disco

Distúrbios comuns da coluna vertebral cervical canina incluem doenças do disco intervertebral (DDIV) e espondilomielopatia cervical (EDC) (MURTHY, V.D. et al., 2014; DA COSTA, R.C. et al., 2010). A DDIV afeta frequentemente cães condrodistróficos e é caracterizada pela degeneração do disco intervertebral e possível compressão da medula espinhal por extrusão ou protrusão do disco (TOOMBS, J.P. 1992, HANSEN, H.J. 1952), já a CSM é uma doença que acomete principalmente cães de raças grandes e gigantes, causando mielopatia cervical devido à compressão progressiva da medula espinhal (DA COSTA et al., 2010).

A degeneração do disco intervertebral (DDI) e as discopatias são um processo normal que pode ser decorrente do avanço da idade do animal (BRISSON, 2010), ocorrendo de forma precoce em raças condrodistróficas (Dachshund, Beagle, Basset), ou tardia em raças não condrodistróficas (FOSSUM, 2005; SHORES, 1992), sendo que a região cervical é responsável por 14% a 25% dos distúrbios que acometem o disco intervertebral em cães (COATES, 2000; FLUEHMANN; DOHERR; JAGGY, 2006). Alterações degenerativas no DIV nos condrodistrófica e não condrodistrófica são geralmente referidas atualmente como metaplasia condroide (HASEN et al. 2017).

A degeneração do disco intervertebral ou doença do disco intervertebral envolve ruptura estrutural e mudanças mediadas na composição, podem ter origem mecânica, traumática, fatores nutricionais e genéticos, todos podem desempenhar um papel na cascata de degeneração do disco, embora em grau variável em indivíduos diferentes. A presença de mudança degenerativa não é de forma alguma um indicador de sintomas, e há uma prevalência muito alta em indivíduos assintomáticos. (WATKINS, 2001).

A melhor forma de definição é uma cascata que começa com mudanças no sistema celular microambiente dentro das subestruturas do disco que progride ao longo de décadas para o colapso estrutural e deficiência funcional (FREEMONT, 2009; URBAN e ROBERTS, 2003). Um círculo vicioso de dano contínuo e reparo inadequado, levando à degeneração do disco ao

invés de cura. Uma vez que o processo degenerativo começa, ele é progressivo (SAKAI,) promovendo deficiências na qualidade e integridade biomecânica do disco intervertebral, levando a falha estrutural da unidade funcional da coluna vertebral, podendo levar a extrusão ou protrusão de material discal para dentro do canal medular, causando sinais clínicos de compressão e/ou contusão da medula espinhal (SHARP; WHEELER, 2005; BERGKNUT et al., 2013; DECKER; FENN, 2018).

4.5 Técnicas de avaliação do disco intervertebral por ressonância magnética

Técnicas avançadas de imagem como ressonância magnética, têm sido usadas na medicina humana e estão cada vez mais disponíveis na prática veterinária, na medicina humana o exame de ressonância magnética é o padrão ouro para o método diagnóstico para a avaliação da degeneração discal. Na medicina veterinária devido ao seu alto custo e baixa disponibilidade de equipamentos, não se tem um padrão para degeneração discal em cães.

O exame de ressonância magnética veio para facilitar o diagnóstico de degeneração do disco intervertebral, além de permitir a visualização das estruturas do tecido neural e estruturas musculoesqueléticas adjacentes que podem ser acometidas pela degeneração discal (KERTTULA et al., 2001). Para isso existem algumas escalas de classificação de degeneração, que são avaliadas nas imagens ponderadas em T2, que se observar que a água possui uma característica de sinal de alta intensidade ou hipersinal, sendo que a observação de perda de sinal e alterações morfológicas está relacionada com a degeneração do disco (LUOMA et al., 2001). Quando se observa uma redução de água no disco (comumente denominada de disco preto ou “*black disc*”), presença de zonas de alta intensidade do ânulo fibroso e alterações subcondrais junto da placa terminal vertebral são achados comumente encontrados nos discos degenerados em imagens da RM (THALGOTT et al., 2004).

Um disco normal possui um núcleo brilhante (NP) rodeado por uma estrutura escura o ânulo fibroso (AF). Por outro lado, um disco com alguma degeneração possui um núcleo escuro onde já não se distingue tão bem a borda entre o NP e o AF e o seu formato é um tanto irregular, em estágios de degeneração avançada, o volume do disco é reduzido pela compressão causada pelos corpos vertebrais (MICHOPLOULOU et al., 2009).

A ressonância magnética permite, através do uso da energia eletromagnética, a avaliação anatômica mais completa da medula espinhal, disco intervertebral, raízes nervosas e nervos periféricos (GAVIN; LEVINE, 2015). Atualmente, é o padrão ouro para o exame do tecido

nervoso (BAGLEY; GAVIN; HOLMES; 2009; COOPER et al, 2014). As imagens produzidas pela ressonância magnética permitem o diagnóstico de lesões que seriam subestimadas pela mielografia, além de alterações do parênquima intramedular que possuem valor prognóstico (DA COSTA et al., 2006).

Existem sistemas de graduação semiquantitativa para a degeneração discal utilizando-se imagens ponderadas em T2 no plano sagital, primariamente para aplicações em pesquisa (LOTZ et al., 2012). O mais utilizado é a Escala de Graduação de Pfirrmann, que classifica a degeneração de acordo com níveis de intensidade do sinal da imagem e a morfologia (PFIRRMANN et al., 2001).

Entretanto, processos degenerativos em estágios muito iniciais são de difícil detecção por métodos convencionais de MRI, não sendo possível identificar ao nível molecular quais estruturas do disco foram acometidas (ANTONIOU et al., 2006).

4.6 Classificação da degeneração do disco intervertebral na Medicina e Medicina Veterinária

A região lombar da coluna vertebral é descrita como o local com maior índice de lesões degenerativas em humanos quando comparada com as outras regiões da coluna vertebral, além disso, o envelhecimento do indivíduo pode causar um processo degenerativo nos discos intervertebrais. Outros fatores como obesidade, sedentarismo, tabagismo, trauma, atividade física excessiva ou falta de atividade física, também contribuem para acelerar o processo de degeneração do disco intervertebral (TAKATALO et al., 2013).

Os diferentes níveis de degeneração dos discos intervertebrais da coluna podem ser classificados de acordo com diversas abordagens.

A **Classificação de Dallas** baseia-se na observação da integridade do interior do disco a partir de imagens de tomografia computadorizada (*pós discografia*) para obter sua separação em classes (SACHS et al., 1987).

Já a **Classificação de Modic** baseia-se em imagens de ressonância magnética e se fundamenta nas alterações da medula óssea nos corpos vertebrais adjacentes ao disco a fim de categorizá-las (MODIC et al., 1988).

O chamado **Esquema de Thompson**, utiliza a morfologia nas imagens obtidas a partir de secções sagitais da região lombar da coluna vertebral para obter uma classificação (THOMPSON et al., 1990).

Fundamentado na análise das imagens de ressonância magnética ponderadas em T2, foi introduzido o **Sistema de Classificação de Pfirrmann** com cinco categorias, com base na estrutura do disco, na possibilidade de distinção entre o núcleo e o anel, na intensidade do sinal encontrado no disco e, também, na altura do disco (PFIRRMANN et al., 2001).

4.6.1 Classificação de Modic

Mudanças modais, são mudanças da placa terminal vertebral descrita por Modic et al. em 1988, daí a nomenclatura destas anormalidades. Essas alterações da placa terminal vertebral são visíveis em imagem de MRI por mudanças na intensidade do sinal das placas terminais e partes adjacentes dos corpos vertebrais, sendo diferenciada em três diferentes tipos de anormalidades da placa terminal. (MODIC et al. 1988, MODIC et al. 2007).

Mudanças na intensidade do sinal na medula do corpo vertebral adjacente às placas terminais dos discos degenerados são uma observação comum em imagens MRI e apresentam principalmente três principais alterações (Figura 7).

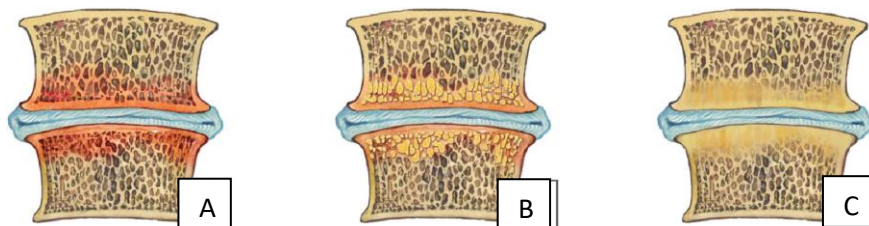
- Modic Tipo 1 são caracterizadas por diminuição da intensidade do sinal em imagens ponderadas em T1 e aumento da intensidade do sinal em imagens ponderadas em T2.
- Modic Tipo 2 aumento da intensidade em imagens ponderadas em T1 e têm o mesmo ou um ligeiro aumento da intensidade do sinal em imagens ponderadas em T2.
- Modic Tipo 3 são caracterizadas por diminuição da intensidade do sinal em imagens ponderadas em T1 e T2.

As mudanças do tipo I nos exames histopatológicos mostram ruptura e fissura da placa terminal e tecidos fibrosos vascularizados dentro da medula adjacente, além disso, podem imitar ou sugerir uma infecção. A doença degenerativa lenta e progressiva pode produzir uma resposta bem definida, por outro lado, a infecção pode evoluir rapidamente, tornando-se um infiltrado difuso com patógenos e edema (PATEL et al., 2014, EGUCHI, Y. et al., 2011).

As alterações do tipo II são representadas por aumento da intensidade do sinal ponderada em T1 e isointenso ou ligeiramente hipersinal em imagens ponderadas em T2, onde foram observados em aproximadamente 16% dos pacientes (MODIC E ROSS, 2007), também demonstram alteração da placa terminal com sinais distintos de trauma crônico. Estudos indicam que a medula adjacente à placa terminal anormal apresenta falha na produção de células hematopoiéticas, decorrente a isso a região foi substituída completamente por células de gordura (medula amarela), possivelmente devido à isquemia da medula (KARCHEVSKY et al. 2005, MODIC et al. 1988). Modic tipo II pode mostrar mudanças reduzidas na formação óssea em comparação com modic tipo I (PERILLI et al. 2005).

As alterações do tipo III ocasionam um aumento da formação óssea, portanto, um aumento no volume ósseo e espessamento de trabéculas (esclerose) (PERILLI et al., 2015). A falta de sinal modic do tipo III, sem dúvida, reflete uma ausência de atividade da medula nas áreas de avançada esclerose no osso subcondral e uma diminuição do conteúdo de medula e gordura, por isso observa-se imagens com baixo sinal em T1 e T2. As alterações dos tipos I e II não mostram correlação com esclerose na radiografia diferindo da modic tipo III (MODIC et al. 1988, HOCK 2017).

As alterações do tipo 1 podem evoluir lentamente para o tipo 2 (KERTRULA et al.2012)



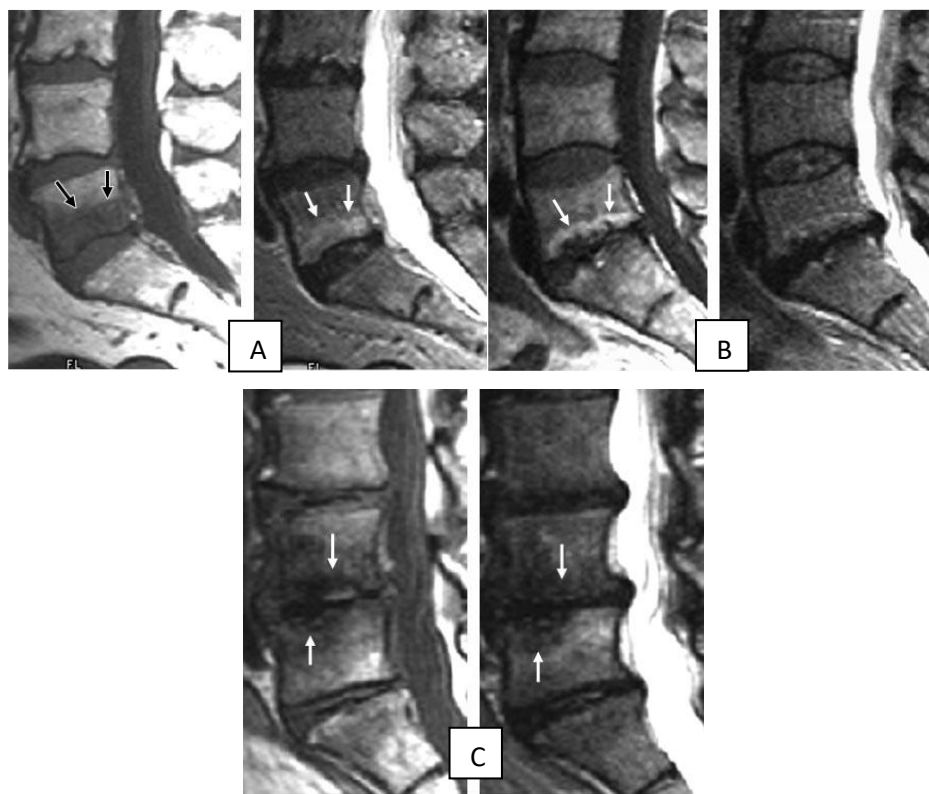


Figura 7 Classificação de modic (2007): a: Modic tipo 1 b: Modic tipo 2 c: Modic tipo3

Fonte: MODIC et al., 2007

4.6.2 Sistema de Classificação de Pfirrmann

A Escala de Graduação de Pfirrmann, classifica o nível de degeneração de acordo com a intensidade do sinal do núcleo pulposo (NP), a estrutura do disco, a altura do disco e a delimitação entre NP e ânulo fibroso (AF) (STELZENEDER et al., 2012). Os níveis são classificados de I a V, quanto maior o grau de degeneração maior será a pontuação na escala, a figura 8 apresenta imagens de RM para exemplificar cada grau de degeneração do disco, sendo que os graus I e II geralmente representam o disco sadio em crianças e adultos respectivamente, com hipersinal do NP (Grau I), altura preservada e distinção clara entre as estruturas do disco. No grau II é possível identificar ligeiro princípio de alterações no núcleo. O grau III há redução de sinal do NP e perda progressiva da distinção entre núcleo e ânulo. No grau IV existe ausência do sinal e não há mais distinção entre NP e AF com início de perda da altura discal. Finalmente, o grau V representa o disco colapsado onde há perda significativa ou quase total do disco (PFIRRMANN et al., 2001) (Tabela 1).

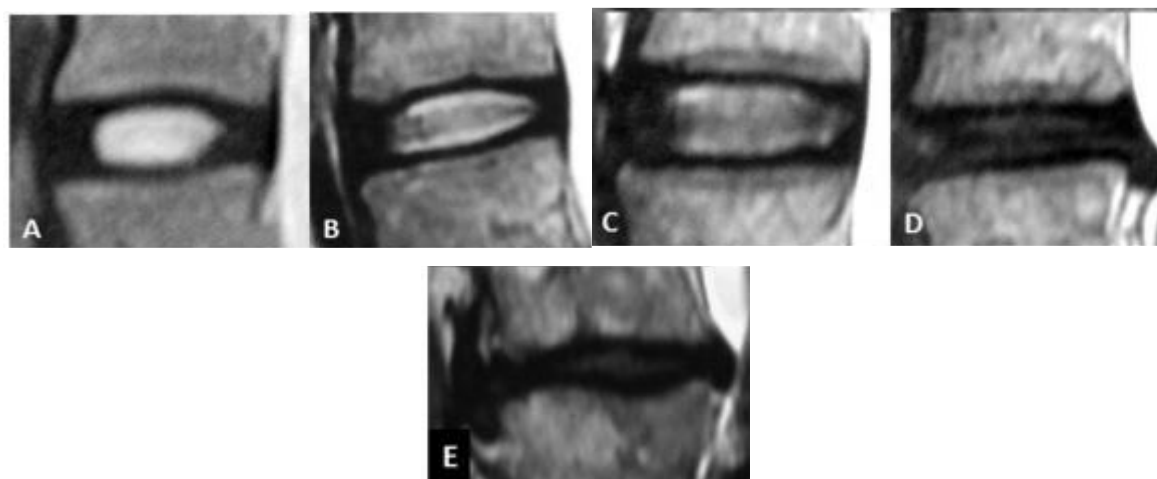


Figura 8 Classificação de Pfirrmann et al (2001): a: tipo I, b: tipo II; c: Tipo III, d: tipo VI; e: tipo V.

Fonte: PFIRRMANN et al., 2001.

Tabela 1. Classificação da Degeneração do Disco Intervertebral, adaptado de Pfirrmann et al., 2001.

Grau	Característica visual	Distinção entre núcleo e ânulo	Intensidade do sinal	Altura do disco intervertebral
I	Homogêneo, branco brilhante	Nítida	Branco Brilhante	Normal
II	Não homogêneo, com ou sem bandas horizontais	Clara	Branco Brilhante	Normal
III	Não homogêneo, cinza	Não Clara	Branco para Cinza	Normal à discreta diminuição
IV	Não homogêneo, cinza para preto	Ausente	Cinza para Preto	Normal à moderada diminuição
V	Não homogêneo, preto	Ausente	Cinza para Preto	Espaçodiscal colapsado

Traduzido PFIRRMANN et al., (2001).

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS MA, DOLAN P. Degeneração do disco intervertebral: evidências para dois fenótipos distintos. **J Anat** n. 221, p. 497–506, 2012.

ADAMS MA, FREEMAN BJ, MORRISON HP, NELSON IW, DOLAN P. Mechanical Initiation of Intervertebral Disc Degeneration, **Spine (Phila Pa 1976)** n.25, p.1625–1636, 2000.

ADAMS MA, ROUGHLEY PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? **Spine** n. 31, p. 2151–2161, 2006.

ALINI M, EISENSTEIN SM, ITO K, LITTLE, C., KETTLER, A., MASUDA, K., MELROSE, J., RALPHS, J, STOKES, I. WILKE, H. J. Are animal models useful for studying human disc disorders/degeneration? **European Spine Journal**, n. 17, p2–19, 2008.

ANTONIOU, J. MWALE, F. DEMERS, C. N., BEAUDOIN, G. GOSWAMI, T. AEBI, M. ALINI, M. Quantitative magnetic resonance imaging of enzymatically induced degradation of the nucleus pulposus of intervertebral discs. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 31, n. 14, p. 1547-54, 2006.

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

BENNEKER LM, HEINI PF, ANDERSON SE, ALINI M, ITO K. Correlação de parâmetros radiográficos e de ressonância magnética para avaliação morfológica e bioquímica de degeneração do disco intervertebral. **European Spine Journal**, v. 14, n.1, p27-35, 2005.

BERGKNUT N, MEIJ BP, HAGMAN R, DE NIES KS, RUTGES JP, SMOLDERS LA, CREEMERS LB, LAGERSTEDT AS, HAZEWINCKEL HA, GRINWIS GC: Intervertebral disc disease in dogs - part 1: a new histological grading scheme for classification of intervertebral disc degeneration in dogs. **Vet J**, v. 195, n.2, p. 156–163, 2013.

BERGKNUT N, RUTGES JP, KRANENBURG HJ, et al. The dog as an animal model for intervertebral disc degeneration? **Spine**. n. 37, v. 5, p. 351-358, 2012.

BRAUND, K. G. Moléstia do disco intervertebral. In: BOJRAB, J. M. **Mecanismos da moléstia na cirurgia dos pequenos animais**. 2ª ed. São Paulo: Manole, p. 1104-1116, 1996.

BREIT, S. Osteological and morphometric observations on intervertebral joints in the canine pre-diaphragmatic thoracic spine (Th1- Th9). **The Veterinary Journal**, Londres, v.164, n.3, p.216-223, 2002.

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

BROWN, N.O.; HELPHREY, M. L.; PRATA, R.G. Thoracolumbar disk disease in the dog: a retrospective analysis of 187 cases. **Jornal Animal Hasp Association**, v. 13, n.6, p.665- 672, 1977.

CHIERICHETTI A.L.; ALVARENGA, J. Afecção degenerativa do disco intervertebral toracolombar: revisão. **Clínica Veterinária**, v.22, p. 25-30, 1999.

COATES, J. P. Management of disc associated wobbler syndrome with a partial slot fenestration and position screw technique. **Journal of Small Animal Practice, Philadelphia**, v.39, p.131-133, 2000.

COOPER, J.J., YOUNG, B.D., GRIFFIN IV, J.F., FOSGATE, G.T., LEVINE, J.M. Compariso between noncontrast computed tomography and magnetic resonance imaging fo detection and characterization of thoracolumbar myelopathy caused by intervertebral disk herniation in dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 55, n. 2, p.182-189, 2014.

COSTA, R. C.; SAMII, V. F. Advanced Imaging of the Spine in Small Animals. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal practice**, v. 40, n. 5, p. 765-790, 2010.

CZERVIONKE LF. Disco intervertebral lombar doença. **Neuroimaging Clin N Am** 1993; 3: 465– 485.

DA COSTA R.C., PARENT J., DOBSON H., HOLMBERG D. PARTLOW G. Comparison of magnetic resonance imaging and myelography in 18 Doberman Pinscher dogs with cervical spondylomyelopathy. **Vet. Radiol. Ultrasound**. V.47, n.6, p. 523-531, 2006.

DECKER, S.; FENN, J. Acute Herniation of Nondegenerate Nucleus Pulposus: Acute Noncompressive Nucleus Pulposus Extrusion and Compressive Hydrated Nucleus Pulposus Extrusion. **Veterinary Clinical of Small Animals**, London. v. 48, n. 1, p. 95-109, 2018.

DENNIS R. Magnetic resonance imaging and its application in small animals. In **Practice**, n. 20, p. 117–124, 1998.

DENNY, R.H; BUTTERWORTH, J.S. Cirurgia ortopédica em cães e gatos. 4º ed., São Paulo: Editora Roca, p. 193-205, 2006.

DYCE, K. **Tratado de Anatomia Veterinária**. Elsevier Brasil, 2010.

EVANS; DE LAHUNTA. **Miller's Anatomy of the Dog**. 4th ed. Missouri: Elsevier Health Sciences, 871 p, 2013.

FLUEHMANN, G.; DOHERR, M. G.; JAGGY, A. Canine neurological diseases in a referral hospital population between 1989 and 2000 in Switzerland. **Journal Small Animal Practice**. v. 47, p. 582–587, 2006.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 2ed. São Paulo: Rocca, 1087 p. 2005.

FREEMONT, A. J. The cellular pathobiology of the degenerate intervertebral disc and discogenic back pain. **Rheumatology**, n. 48, p. 5-10, 2009.

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

GETTY, R.; SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v. 2, 2048 p. 1986.

HANSEN, H. J. A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, Copenhagen, v. 23, n. 11, p. 111–130, 1952.

HOLM, S., HOLM, A.K., EKSTRÖM, L., KARLADANI, A., HANSSON, T.. Experimental disc degeneration due to endplate injury. *J Spinal Disord Tech*, v. 17, n. 1, p. 64-71, 2004.

HUMZAH, M. D., SOAMES, R. W. Human intervertebral disc: structure and function. **Anat. Rec.** v. 220, p. 337-356, 1988.

HUNTER CJ, MATYAS JR, DUNCAN NA: Cytomorphology of notochordal and chondrocytic cells from the nucleus pulposus: a species comparison. **J Anat**, v. 205, n. 5, p.357–362, 2004.

IVALA L. disponível em <https://www.ivalalearn.com/> acessado em 31/08/2020.

JANSSENS, L. A. A. Mechanical and pathophysiological aspects of acute spinal cord trauma. **Journal of small animal practice**, Oxford, v.32, n.11, p.572-578, 1991.

KARCHEVSKY, M., SCHWEITZER, M.E., CARRINO, J.A., ZOGA, A., MONTGOMERY, D. PARKER, L. Reactive endplate marrow changes: a systematic morphologic and epidemiologic evaluation. **Skeletal Radiology**, v. 34, n. 3, p.125-129, 2005

KERTTULA, L., LUOMA, K., VEHMAS, T., GRÖNBLAD, M., KÄÄPÄ, E. Modic type I change may predict rapid progressive, deforming disc degeneration: a prospective 1-year follow- up study. **Eur Spine J** v.21, n. 6, p.1135–1142, 2012.

KERTTULA L, KURUNLAHTI M, JAUHIAINEN J, KOIVULA A, OIKARINEN J, TERVONEN O. Apparent diffusion coefficients and T2 relaxation time measurements to evaluate disc degeneration of young patients with previous vertebral fracture. **Acta Radiologica**, v.42, n. 6, p. 585–591, 2001.

KANG, K.T., WUK, D., KWON,O., LEE,S.H., HWANG, J.U., KIM, D.H., LEE, J.S, SONG, G.S. Effect of Modic Changes in Cervical Degenerative Disease, **Korean J Spine**, v.14, n.2, p. 41–43, 2017.

LOTZ, J.C., HAUGHTON,V., BODEN,S.D., AN, H. S., KANG, J.D., MASUDA K., FREEMONT, A., BERVEN, S., SENGUPTA, D.K., TANENBAUM, L. PHILIP MAURER, P., RANGANATHAN, A., ALAVI, A., MARINELLI, N.L. New treatments and imaging strategies in degenerative disease of the intervertebral disks. **Radiology**, v. 264, n. 1, p. 6-19, 2012.

LUOMA K, VEHMAS T, RIIHIMÄKI H, RAININKO R. Disc height and signal intensity of the nucleus pulposus on magnetic resonance imaging as indicators of lumbar disc degeneration. **Spine (Phila Pa 1976)**, v. 26, n. 6, p. 680–686, 2001.

MAI, W. Características das Doenças da Medula Espinhal em Cães e Gatos pela Ressonância Magnética e por Tomografia Computadorizada. In: THRALL, D. E. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, p.194-221, 2014.

MARCHAND, F., AHMED, A. M. Investigation of the laminate structure of lumbar disc anulus fibrosus. **Spine**, n. 15, p. 402-410, 1990.

Michopoulou, S.K., Costaridou, L., Panagiotopoulos, E. Speller, R. Panayiotakis, G., Pokropek, A. T. Atlas-based segmentation of degenerated lumbar intervertebral discs from MR images of the spine. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 56, n. 9, p. 2225–2231, 2009.

MODIC MT, HERFKENS RJ. Intervertebral disco: mudanças normais relacionadas à idade nos sinais de RM intensidade final. **Radiology**, v. 177, p. 332–333, 1990.

MODIC M.T, ROSS J.S. Lumbar degenerative disk disease. **Radiology** v. 245, n. 1, p.43–61, 2007.

MODIC MT, STEINBERG, PM ROSS , JS MASARYK , TJ CARTER JR Degenerative disk disease: assessment of changes in vertebral body marrow with MR imaging. **Radiology**, v. 166, n. 1 Pt 1, p. 193–199, 1988.

PATEL, KB POPLAWSKI, MM PAWHA, PS NAIDICH TP, TANENBAUM LN. Diffusion-weighted MRI "claw sign" improves differentiation of infectious from degenerative modic type 1 signal changes of the spine. **AJNRAmJ Neuroradiol** v. 35, n. 8, p. 1647– 1652, 2014.

PERILLI, E., PARKINSON, I.H., TRUONG, L.H., CHONG, K.C., FAZZALARI, N.L. AND OSTI, O.L. Modic (end-plate) changes in the lumbar spine: bone micro-architecture and remodelling. **European Spine Journal**, v. 24, n. 9, p.1926-1934, 2015.

PETERSON CK, HUMPHREYS BK, PRINGLE TC. Prevalence of modic degenerative medrow changes in the cervical spine.**J Manipulative Physiol Ther**, n. 30, p.5-10, 2007.

PFIRRMANN CWA, METZDORF A, ZANETTI M, HODLER J, BOOS N. Magnetic Resonance Classificação da degeneração do disco intervertebral lombar. **Spine**. 2001

RESNICK D, NIWAYAMA G. Degenerative disease of the spine. **Philadelphia, Pa: Saunders**, p. 1372–1462, 1995.

RISBUD MV, SHAPIRO IM: Notochordal cells in the adult intervertebral disc: new perspective on an old question. **Crit Rev Eukaryot Gene Expr**, v. 21, n.1, p. 29–41, 2001.

Sachs, B.L. et al. Dallas discogram description. A new classification of CT/discography in low-back disorders. **The Spine Journal**, v.12, n.4, p.287–294, 1987

SAKAI D, MOCHIDA J, YAMAMOTO Y, NOMURA T, OKUMA M, NISHIMURA K, NAKAI T, ANDO K, HOTTA T. Transplantation of mesenchymal stem cells embedded in Atelocollagen gel to the intervertebral disc: a potential therapeutic model for disc degeneration. **Biomaterials**, v. 24, n. 20, p. 3531–3541, 2003.

SATO K, KIKUCHI S, YONEZAWA T. Vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. **Spine (Phila Pa 1976)** v. 24, n. 23, p. 2468–2474, 1999.

SEO, E. et al. Computed tomographic evaluation of cervical vertebral canal and spinal cord morphometry in normal dogs. **Journal Veterinary Science**, Gwangju, v. 15, n. 2, p. 187-193, 2014.

SETHER LA, NGUYEN C, YU VM, et al. Canine intervertebral discs: correlation of anatomy and MR imaging. **Radiology** v. 175, p. 207–211, 1990.

SHARP, N. J. H.; WHEELER, S. J. Small animal spinal disorders. **Edinburgh: Elsevier Mosby, 2005. 379 p.**

SHORES, A. Fractures and luxations of the vertebral column. **Veterinary Clinics of North America: small Animal Practice**, v.22, n.1, p.171-180, 1992.

SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 5 ed. [S.l.]: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

SMOLDERS LA, BERGKNUT N, GRINWIS GC, HAGMAN R, LAGERSTEDT AS, HAZEWINKEL HA, TRYFONIDOU MA, MEIJ BP: Intervertebral disc degeneration in the dog. Part 2: Chondrodystrophic and non-chondrodystrophic breeds. **Vet J** , v. 195, n. 3, p. 292–299, 2013.

STELZENEDER D, WELSC. H.GH, KOVÁCS BK, GOED S, PATERNOSTRO-SLUGA T, VLYCHOU M, ET AL. Quantitative T2 evaluation at 3.0T compared to morphological grading of the lumbar intervertebral disc: A standardized evaluation approach in patients with low back pain. v. 81, **European Journal of Radiology**. p. 324–30, 2012

TAKATALO J, KARPPINEN J, TAIMELA S, NIINIMÄKI J, LAITINEN J, Body mass index is associated with lumbar disc degeneration in young Finnish males: subsample of Northern Finland birth cohort study 1986. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 14, p. 87, 2013.

Thalgott, J. S. et al. A new classification system for degenerative disc disease of the lumbar spine based on magnetic resonance imaging, provocative discography, plain radiographs and anatomic considerations. **Spine Journal**, v. 4, n. 6 SUPPL., 2004.

Thompson JP, Pearce RH, Schechter MT, et al. Preliminary evaluation of a scheme for grading the gross morphology of the human intervertebral disc. **Spine** 1990;15:411–415.

THOMPSON KJ. **Diagnostic lumbar disc injection**. 3rd ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins, p. 87–90, 2004.

THRALL, D. **Diagnóstico de Radiologia Veterinária**. Elsevier Brasil, 2014

TOOMBS, J. P. Cervical intervertebral disk disease in dogs. **Compend Continued Educacional Practice Veterinary**, v. 14, n. 11, p. 1477–1487. 1992.

TOOMBS, J. P.; WATERS, D. J. Intervertebral disc disease. In: Slatter D. Textbook of Small Animal Surgery. 3 ed., **Elsevier: Philadelph.**

URBAN, J. Disc biochemistry in relation to function. **In The Lumbar Spine** S.W. Wiesel, J. N. Weinstein, H. N. Herkowitz, J. Dvorak and G. Bell, p. 271-280, 1996.

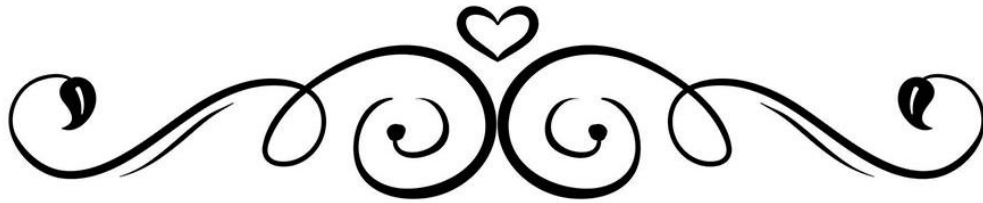
URBAN, J. P., SMITH, S. FAIRBANK, J. C. Nutrition of the intervertebral disc. **Spine** v. 29, p. 2700-2709, 2004.

WANG Y.X, GRIFFITH J.F. A menopausa causa degeneração da placa terminal vertebral e diminuição da difusão de nutrientes para os discos intervertebrais. **Med Hypotheses** v. 77, p. 18–20, 2011.

WHEELER e SHARP, WHEELER, S. J.; SHARP, N. J. H., **Diagnostico e tratamento cirúrgico das afecções espinais do cão e do gato.** São Paulo: Manole, 224p., 1999.

WATKINS, J. **Estrutura e Função do Sistema Musculoesquelético.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

CAPÍTULO 2



Trabalho Científico

Trabalho a ser enviado para a revista

ARTIGO CIENTIFICO

Avaliação da classificação de Pfirrmann e Modic na degeneração do disco intervertebral da coluna vertebral cervical de cães

The Veterinary Journal

Normas em:

<https://www.elsevier.com/journals/the-veterinary-journal/1090-0233?generatepdf=true>

Artigo original nas normas da revista

Avaliação da classificação de Pfirrmann e Modic na degeneração do disco intervertebral na coluna cervical de cães

K.P. Oliveira^a, V.M.V. Machado^a,

^a *Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária*
FMVZ – UNESP – Botucatu

* Corresponding author. Tel.: + .
E-mail address: kp.oliveira@unesp.br (K.P. Oliveira)

Resumo

O objetivo deste estudo foi classificar a degeneração dos discos intervertebrais da coluna vertebral cervical e da placa terminal de cães condrodistróficos e não condrodistróficos pelas classificações de Modic e Pfirrmann respectivamente em um estudo retrospectivo dos exames de ressonância magnética realizados no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2019. Para análise das imagens de ressonância magnética utilizaram-se as imagens sagitais ponderadas em T1 e T2, realizada por 3 observadores. Um observador realizou duas avaliações com intervalo de duas semanas entre elas, os demais observadores realizaram apenas uma avaliação. Os mesmos discos e as fatias sagitais foram visualizados por todos os observadores. Apenas o observador um estava familiarizado com o procedimento de classificação de Pfirrmann e Modic. As análises foram realizadas a cegas, os avaliadores continham apenas as imagens da classificação de Modic et al. (1988) e Pfirrmann et al. (2001). Excluíram do estudo os animais com neoplasia, fraturas e luxações da coluna vertebral cervical, totalizando 121 animais. No total foram avaliados 704 discos intervertebrais, sendo 219 discos intervertebrais de cães condrodistróficos e 495 discos de cães não condrodistróficos, deste total observaram-se diferença significativa com relação a classificação pelo método de Pfirrmann quanto ao disco intervertebral C6-C7 em relação aos discos C3-C4 e C4-C5 $p < 0,05$, indiferente das raças. Nos animais condrodistróficos, a escala de Pfirrmann, na região C7-T1, apresentou diferença estatística entre os discos C2-C3, C3-C4, C4-C5, C5-C6, C6-C7. Dos 222 discos intervertebrais de cães condrodistrófico, apenas o disco C6-C7, apresentou diferença estatística em relação a classificação de Pfirrmann dos discos C3-C4, C5-C6, C7- T1. Não foi observado nenhuma diferença estatística em relação a classificação de Modic nas vertebrae cervicais caninas. As alterações da placa terminal vertebral sugerem uma associação à doença do disco intervertebral adjacente. A classificação de Modic tipo 2 e Pfirrmann tipo III apresentaram maior porcentagem na coluna vertebral cervical de cães condrodistroficos e não condrodistróficos. Os segmentos vertebrais caudais foram os mais acometidos segundo a classificação de Pfirrmann e Modic.

- 43 *Palavras chaves:* Alterações da placa terminal, cães, degeneração do disco intervertebral,
- 44 ressonância magnética, sistema de graduação.

Introdução

A degeneração do disco intervertebral (DDI) e as discopatias são um processo normal, podendo ser decorrente do avanço da idade do animal (BRISSON, 2010), ocorrendo de forma precoce em raças condrodistróficas (Dachshund, Beagle, Basset), ou tardia em raças não condrodistróficas (FOSSUM, 2005; SHORES, 1992), sendo que a região cervical é responsável por 14% a 25% dos distúrbios que acometem o disco intervertebral em cães (COATES, 2000; FLUEHMANN; DOHERR; JAGGY, 2006). A doença degenerativa cervical é um processo degenerativo crônico e na medicina a incidência de doenças degenerativas da coluna vertebral cervical está relacionada com o aumento da perspectiva de vida da população (KANG, K.T et al., 2017). Estudos demonstram que a população mundial de cães apresentaram nas últimas décadas aumento significativo da longevidade, estima-se que a idade varia 10,0 e 12,0 anos, dependendo da população estudada (MICHELL, 1999, PROSCHOWSKY et al., 2003, ADAMS et al., 2010).

A etiologia da degeneração do disco tem sido um desafio para ser caracterizada, devido à escassez de informações sobre sua progressão, sabe-se que está intimamente ligada ao envelhecimento (ADAMS E ROUGHLEY, 2006; URBAN E ROBERTS, 2003). A degeneração do disco intervertebral é muito semelhante entre humanos e cães, portanto muitas vezes são utilizados como modelos científicos para compreensão do processo e terapia das doenças discais (ALINI et al., 2008).

Atualmente, a ressonância magnética (RM) pode ser considerada o método não invasivo mais sensível na avaliação do disco intervertebral, além de permitir a visualização de estruturas do tecido neural e estruturas musculoesqueléticas adjacentes que podem ser acometidas pela degeneração discal (KERTTULA et al., 2001).

As causas exatas das mudanças na degeneração da medula óssea, não são bem claras, devido as suas ocorrências podem estar intimamente relacionadas ao próprio estresse mecânico

sobre a coluna vertebral (ZHANG 2008). As alterações de Modic referem-se a sinais ósseos anormais sob a placa terminal vertebral na imagem de ressonância magnética (MRI), sugerindo lesões na placa terminal, bem como medula óssea adjacente do corpo vertebral.

Mudanças na intensidade do sinal das placas terminais vertebrais são um achado de imagem comum em exames de ressonância magnética canina e têm sido associadas à doença do disco intervertebral, porém a relação das alterações da placa terminal e a degeneração do disco não são bem compreendidas (BESALTI, et al., 2006; DEARDS et al. 2019).

A Escala de Graduação de Pfirrmann classifica o nível de degeneração de acordo com a intensidade do sinal do núcleo pulposo (NP), a estrutura do disco, a altura do disco e a delimitação entre NP e ânulo fibroso (AF) (STELZENEDER et al., 2012).

A coluna vertebral cervical, assim como, a lombar são altamente móvel e estão sujeitas à degeneração. Adicionalmente, há evidências clínicas na medicina que sugerem que as alterações modais são frequentemente observadas em pessoas com dores no pescoço (LI SHENG-YUN et al., 2014). Poucos estudos investigaram essas mudanças com relação à coluna vertebral cervical, sendo a mais estudada a região lombosacra.

Considerando a ocorrência dos distúrbios do disco intervertebral (14% a 25%) na coluna vertebral cervical em cães, esse estudo teve como objetivo classificar a degeneração dos discos intervertebrais e a placa terminal de cães condrodistróficos e não condrodistróficos pela classificação de Modic e Pfirrmann.

Material e métodos

Animais e critérios de inclusão

Realizou-se estudo retrospectivo dos exames de ressonância magnética da coluna cervical de cães no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2019 provenientes do Serviço de Diagnóstico por imagem do Departamento de Cirurgia veterinária e Reprodução Animal da

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Câmpus de Botucatu - SP, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FMVZ-UNESP), totalizando 136 exames.

No critério de inclusão instituído foram selecionadas as imagens de ressonância magnética da coluna vertebral cervical nas sequências ponderadas em T1 e T2 no plano sagital, extinguindo-se do estudo os animais com neoplasia, fraturas e luxações, totalizando 121 animais.

Imagem de ressonância magnética

Os exames de ressonância magnética foram realizados com equipamento de 0,25 T (Esaote® modelo Vet-MR Grande), com quatro canais e sequência de pulso FSE T2 e FSE T1 sem o uso de contraste. O protocolo para a captura das imagens nos animais abaixo de 10kg utilizou-se tempo de repetição (TR) de 600 e tempo de eco (TE) 26, e TR de 700 e TE de 26 para animais com peso acima de 10kg nas imagens sagitais ponderadas em T1. Para as imagens ponderadas em T2 o protocolo de captura das imagens foi TR 3140 e TE 120, para animais abaixo de 10kg e TR 3710 e TE 120 para animais acima de 10Kg.

Avaliação de imagem

As imagens de ressonância magnética nas sequências ponderadas em T1 e T2 no plano sagital da coluna vertebral cervical foram avaliadas na região de interesse (ROI) e incluiu-se: coluna vertebral cervical, discos intervertebrais, placas terminais vertebrais e, assim, realizada avaliação por 3 observadores. Um observador realizou duas avaliações com intervalo de duas semanas entre elas, os demais observadores eram pós graduandos em diagnóstico por imagem (Imagem 9) realizaram apenas uma avaliação. As imagens de ressonância magnética foram examinadas em telas de computador padrão, cada imagem representava uma porção da coluna cervical que continha vários DIV. Os mesmos discos e as fatias sagitais foram visualizados por todos os observadores. Apenas o observador um estava familiarizado com o procedimento de

classificação de Pfirrmann e Modic. As análises foram realizadas a cegas, os avaliadores continham apenas as imagens da classificação de Modic et al. (1988) e Pfirrmann et al. (2001).

As avaliações das imagens se decorreram da seguinte forma: quanto ao Tipo de mudanças modais (Tabela 2) de acordo com Modic et al. 1988, nas imagens ponderadas em T1 e T2; as alterações da medula óssea nos corpos vertebrais cranial e caudal adjacentes ao disco (Imagem 10). Para a classificação de Pfirrmann (Tabela 3) (PFIRRMANN et al., 2001) foram utilizadas as imagens de RM sagital ponderada em T2. As análises foram separadas por raças condrodistroficas e não condrodistroficas. Os dados referentes à raça, sexo e idade, foram compilados.

Análise estatística:

A média das notas de Modic e Pfirrmann atribuídas pelos três observadores para cada imagem de ressonância magnética foram calculados, e esta nota média foi usada para determinar se o grau de degeneração detectado nas imagens de ressonância magnética foi correlacionado com o tipo de animal condrodistróficos ou não condrodistróficos. A comparação entre grupos foi realizada pelo teste t student não pareado ou por ANOVA. A significância estatística foi considerada quando $p < 0,05$.

Resultados

Foram analisados 121 animais, sendo 57 fêmeas (47, 11%) e 64 machos (55,47%), com idade mínima de 3 meses e máxima de 18 anos (média $7,26 \pm 3,82$ anos), destes 86 eram raça pura e 35 mestiços, 84 animais (81%), das raças eram não condrodistróficas e 37 (30,58%) condrodistróficas, constituindo que a maioria sem raça definida (SRD) (n=35), Yorkshire (n=10), Teckel Daschound (n=15), Poodle (n=10), Pinscher (n=8), Rottweiler (n=5). O peso médio dos animais foi 13,72kg com desvio padrão de $\pm 12,77$ kg.

No total foram avaliados 703 discos intervertebrais, sendo 219 discos de cães condrodistróficos e 484 discos de cães não condrodistrófico, deste total 144 (20,45%) foi classificado pelo método de Pfirrmann tipo I, 157 (22,26%) tipo II, 183 (25,96%) tipo III, 137 (19,42%) tipo VI e 84 (11,95 %) tipo V. Observa-se na figura 12 que existe diferença significativa com relação a classificação pelo método de Pfirrmann quanto ao disco intervertebral C6-C7 em relação aos discos C3-C4 e C4-C5 $p < 0,05$, indiferente das raças.

Nos animais não condrodistrófico, 484 discos foram classificados quanto a escala de Pfirrmann, a região C6-C7 sendo que 88,05% se classificaram em tipo II a V seguida da C5-C6 (58,12%) entre Pfirrmann tipo II a IV. Pode-se observar na figura 9 que o disco C7-T1, obteve diferença estatística entre os discos C2-C3, C3-C4, C4-C5, C5-C6, C6-C7. Dos 219 discos intervertebrais de cães condrodistrófico, apenas o disco C6-C7, apresentaram uma relação quanto a classificação de Pfirrmann diferente de C3-C4, C5-C6, C7- T1.

Foram avaliados 724 corpos vertebrais, sendo 222 vertebbras de cães condrodistrófico e 493 corpos vertebrais de cães não condrodistrófico. Em 62 (76,54%) não foi encontrado nenhum sinal tipo Modic. A região C3 a C5 apresentou os maiores valores de classificação de Modic tipo 2, tanto na região cranial e caudal respectivamente. Não foi observado nenhuma diferença estatista entre as faces da vértebra com relação aos animais condrodistrófico e não condrodistrófico e indiferente das raças.

Discussão

A classificação para degeneração discal de Pfirrmann foi validada por Bergknut et al., (2011) em cães, demonstrando uma boa reprodutibilidade intraobservador e interobservador, em toda a coluna vertebral. No presente estudo a classificação para degeneração discal de Pfirrmann na coluna vertebral cervical em cães apresentou boa reprodutibilidade intraobservador.

A classificação de Pfirrmann foi relacionada com a degeneração do disco nos animais não condrodistroficos e observaram-se valores maiores nos tipos I a III na região entre C2-C6, já nos animais condrodistrofica do tipo III e VI em toda a extensão da coluna vertebral (C2-C7). Estudos indicam que nas raças condrodistroficas a doença do disco intervertebral normalmente se desenvolve na região cervical (C2-C6), em animais com idade de 3 a 7 anos (SMOLDERS et al., 2013) corroborando com os resultados em que se observou maior degeneração na região de C2-C6.

Para os animais não condrodistroficos, especialmente as raças grandes, a maior casuística de degeneração discal é na região caudal da coluna vertebral cervical entre C5-T1, com idade de 6 a 8 anos, devido principalmente a trauma ou a degeneração (Smolders et al., 2013, Bergknut et al., 2012), sendo confirmado no presente estudo que os animais apresentaram maior degeneração do disco na região C6-C7.

A relação de discos degenerados relatados neste estudo, pela classificação de Pfirrmann, foram considerados normais quando menor ou igual ao tipo II (22,23%) e que 57,39% dos discos estavam degenerados independente da raça. Segundo Zuo et al., (2009) os discos doentes devem apresentar classificação acima do tipo II.

Os resultados da degeneração discal associada com as alterações da placa terminal adjacente ao disco (Tabela 3) demonstram que os animais condrodistroficos apresentam uma degeneração maior de Modic tipo 2 em relação aos não condrodistroficos que apresentam degeneração do Modic tipo 2 e tipo 3, esses resultados evidenciam que a degeneração de Modic tipo 2 é facilmente encontrada nas imagens de ressonância magnética da coluna vertebral cervical de cães, mesmo não sendo estatisticamente diferentes. Estudos em humanos reportam que as alterações de Modic na coluna vertebral lombar e cervical apresentam mais comumente a classificação Modic do tipo II, sendo a do tipo III a menos comum, tanto na coluna vertebral cervical quanto na lombar (Sheng-Yun L. et al., 2014).

Alguns estudos avaliaram a degeneração da placa terminal em toda extensão da coluna vertebral (C2-S1). Gendron et al., (2011) associou a presença de discopondilite e infiltração gordurosa, osteocondrose e hérnia de disco com alterações da placa terminal. Já Deards et al. (2019) correlacionou as alterações da placa terminal com a doença do disco intervertebral, não encontrando nenhuma correlação entre ela. No presente estudo a avaliação da placa terminal e disco intervertebral da coluna vertebral cervical de cães não demonstraram diferença significativa para as variáveis estudadas.

Apresenta-se alteração Modic nos segmentos vertebrais em C3-C4 (42%), seguido de C4-C5 (40%), em animais não condrodistrofíco. Nos animais condrodistrofícos os segmentos entre C2-C6 apresentaram 44%. Estudos mostraram uma maior frequência de alterações Modic ocorrendo em C5-C6 (41,4%) seguido por C6-C7 (29,3%) em humanos, indicando que lesões no segmento caudal da coluna vertebral cervical deve-se ao estresse mecânico. (Hayashi et al. 2014; Peterson et al., 2007). Os resultados de Modic indicados na Tabela 5 demonstram maior acometimento nas vértebras entre C3-C5, tal diferença pode ser atribuída a estrutura quadrupedal dos cães.

As alterações modais em humanos são visíveis entre idades de 40-50 anos apresentando uma relação clara entre a idade e as mudanças modais. A média de idade dos animais foi 7,26 $\pm$ 3,82 anos.

O peso é uma das relações de alteração Modic mencionada na literatura, pois a possível patogênese das mudanças modais está ligada ao estresse mecânico nas placas terminais que potencialmente levam a microfratura decorrente da maior pressão e, portanto, altera a classificação Modic (KJAER et al. 2006, ALBERT et al. 2007). Estudos demonstram que população de raças não condrodistrófico são mais pesadas do que as raças condrodistrófico, isso é explicado pelo fato de que as raças condrodistrófico apresentam menor porte em sua maioria (SMOLDERS et al. 2013). A média de peso dos cães foi de 13,72kg ($\pm$ 12,77kg) e na

classificação de Modic os animais da raça condrodistrófico não apresentaram o tipo Modic III que pode ser atribuída ao menor peso dos animais dessa raça.

Estudos em humanos demonstraram que podem ocorrer mudanças dinâmicas na classificação de degeneração das placas terminais, podendo se observar uma conversão total ou parcial de Modic tipo 1 para tipo 2, dentro de um período de até 6 anos, em pacientes com doença degenerativa da coluna vertebral lombar. A conversão do tipo 2 para o tipo 1 também pode ocorrer, e o tipo 1 pode ser convertido novamente para o normal (MODIC 2007, SHAMIR, et al., 2001). Sendo assim, considera-se relevante a realização de estudos periódicos utilizando-se a classificação Modic para controle da degeneração discal em cães.

Segundo Hoek (2017) as alterações de Modic são visíveis na imagem de ressonância magnética da coluna vertebral em cães e lesões das placas terminais podem estar associadas com as doenças do disco intervertebral, resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo demonstrados na Tabela 4 e 5.

Conclusão

A classificação de Modic tipo 2 apresentou maior porcentagem na coluna vertebral cervical de cães condrostróficos e não condrodistróficos.

A classificação de Pfirrmann tipo III apresentou maior porcentagem nos cães condrodistróficos e não condrodistróficos.

Os segmentos vertebrais caudais foram os mais acometidos segundo a classificação de Pfirrmann e Modic.

Declaração de conflito de interesse

Declaramos que não possuímos conflito de interesses de ordem: pessoal, comercial, acadêmico, político financeiro no manuscrito. Declaramos, também, que todas as informações

que poderiam levar a um conflito de interesses, já foram requeridas e manifestadas durante o processo de submissão do manuscrito.

Referências

- Adams MA, Roughley PJ. What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? **Spine**, n. 31, p. 2151–2161, 2006.
- Albert, HB e Manniche, C., Modic changes seguites hérnia de disco lombar. **European spine journal**, v. 16 n. 7, p.977-982, 2007.
- Alini M., Eisenstein, S.M., Ito, K., Little, C., Kettler, A., Masuda, K., Melrose, J., Ralphs, J. Stokes, I., Wilke, H.J. Are animal models useful for studying human disc disorders/degeneration? **Eur Spine J**, n.17 p.2–19, 2008.
- Cherubini G, Cappello R, Lu D, Targett M, Wessmann A, Mantis P. MRI achados em um cão com discopondilite causada por espécies de Bordetella. **J pequenoAnim Pract.** n. 45, p. 417–420, 2004.
- Coates, J. P. Management of disc associated wobbler syndrome with a partial slot fenestration and position screw technique. **Journal of Small Animal Practice**, Philadelphia, v.39, p.131-3, 2000
- Coats, J. R. Intervertebral disk disease. Veterinary Clinics of North America: **Small Animal Practice**, Texas, v. 30, n. 1, p. 77-110, jan. 2000.
- Deards, E, Dylan N. Clements, D.N., Schwarz, T. MRI signal changes and their association
- Fluehmann, G.; Doherr, M. G.; Jaggy, A. Canine neurological diseases in a referral hospital population between 1989 and 2000 in Switzerland. **Journal Small Animal Practice.** v. 47, p. 582–587, 2006.
- Fossum, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 2ed. São Paulo: Rocca, 1087 p. 2005.
- Freemont, A. J. The cellular pathobiology of the degenerate intervertebral disc and discogenic back pain. **Rheumatology** n. 48, p. 5-10, 2009
- Gendron, K., Doherr, M.G., Gavin, P. and Lang, J. Magnetic resonance imaging characterization of vertebral end-plate changes in the dog. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 53, n.1, p.50-56, 2012.
- Hayashi T, Daubs MD, Suzuki A, Phan K, Shiba K, Wang JC: Effect of Modic changes on spinal canal stenosis and segmental motion in cervical spine. **Eur Spine J** v. 23, p. 1737-1742, 2014.
- Hoek L. Van **Associations between Modic changes and lower back pain in the dog** Faculdade de Medicina Veterinária (Dissertação de mestrado), University Utrecht 2017

- Kerttula, L. et al. Apparent diffusion coefficients and T2 relaxation time measurements to evaluate disc degeneration of young patients with previous vertebral fracture. **Acta Radiologica**, v.42, n. 6, p. 585–591, 2001
- Kjaer, P., Korsholm, L., Bendix, T., Sorensen, JS e Leboeuf- Yde, C., Modic changes e suas associações com descobertas clínicas. **European Spine Journal**, v. 15, n. 9, p.1312-1319, 2006.
- Mann E, Peterson CK, Hodler J: Degenerative marrow(modic) changes on cervical spine magnetic resonance imaging scans: prevalence, inter- and intra-examiner reliability and link to disc herniation. **Spine (Phila Pa 1976)** v. 36, p. 1081-1085, 2011.
- Modic M, Ross J Lumbar degenerative disk disease. *Radiology* 2007;245:43–61.
- Omer Besalti, DVM, PhD; Zeynep Pekcan, DVM, PhD; Y. Sinan Sirin, DVM; Gonca Erbas, MD Magnetic resonance imaging findings in dogs with thoracolumbar intervertebral disk disease: 69 cases (1997–2005). **JAVMA**, v. 228, n. 6, 2006.
- Peterson CK, Humphreys BK, Pringle TC: Prevalence of modic degenerative marrow changes in the cervical spine. **J Manipulative Physiol Ther** 30:5-10, 2007.
- Shamir MH, Tavor N, Aizenberg T. Radiographic findings during recovery from discospondylitis. **Vet Radiol Ultrasound**, v. 42, p. 496–503, 2001.
- Sheng-yun L, Letu S, Jian C, Mamuti M, Jun-hui L, et al. Comparison of Modic Changes in the Lumbar and Cervical Spine, in 3167 Patients with and without Spinal Pain. **PLoS ONE** v. 9, n. 12, 2014
- Stelzeneder D, Welsch H.Gh, Kovács Bk, Goed S, Paternostro-Sluga T, Vlychou M, et al. Quantitative T2 evaluation at 3.0T compared to morphological grading of the lumbar intervertebral disc: A standardized evaluation approach in patients with low back pain. **European Journal of Radiology**, v. 81, p. 324–30, 2012.
- Urban Jpg; Roberts, S. Degeneration of the intervertebral disc. **Arthritis Research & Therapy**. vol 5, n. 3, p. 120-30, 2003
- Zhang, Q. H.; Teo, E. C. Finite element application in implant research for treatment of lumbar degenerative disc disease. **Medical Engineering & Physics**, v. 30, n. 10, p. 1246– 1256, 2008.
- Zuo J, Saadat E, Romero A, Loo K, Li X, Link TM, et al. Assessment of intervertebral disc degeneration with magnetic resonance single-voxel spectroscopy. **Magn Reson Med**. v.62, n. 5, p. 1140-1146, 2009.

Tabela 2 Analises dos tipos de mudanças modic das imagens de ressonância magnética da região cervical

Alteração	Sinal em T1	Sinal em T2	Nota
Não apresentava alteração	Normal	Normal	0
Modic tipo 1	hiposinal em T1	hipersinal em T2	1
Modic tipo 2	hipersinal em T1	iso ou hipersinal em T2	2
Modic tipo 3	hiposinal em T1	hiposinal em T2	3

Adaptado modic 1988.

Tabela 3 Característica da classificação de Pfirmann nos disco intervertebral nas imagens de ressonância magnética.

Grau	Característica visual	Distinção entre núcleo e ânulo	Intensidade do sinal	Altura do disco intervertebral
I	Homogêneo, branco brilhante	Nítida	Branco Brilhante	Normal
II	Não homogêneo, com ou sem bandas horizontais	Clara	Branco Brilhante	Normal
III	Não homogêneo, cinza	Não Clara	Branco para Cinza	Normal à discreta diminuição
IV	Não homogêneo, cinza para preto	Ausente	Cinza para Preto	Normal à moderada diminuição
V	Não homogêneo, preto	Ausente	Cinza para Preto	Espaçodiscal colapsado

Traduzido PFIRRMANN et al., (2001).

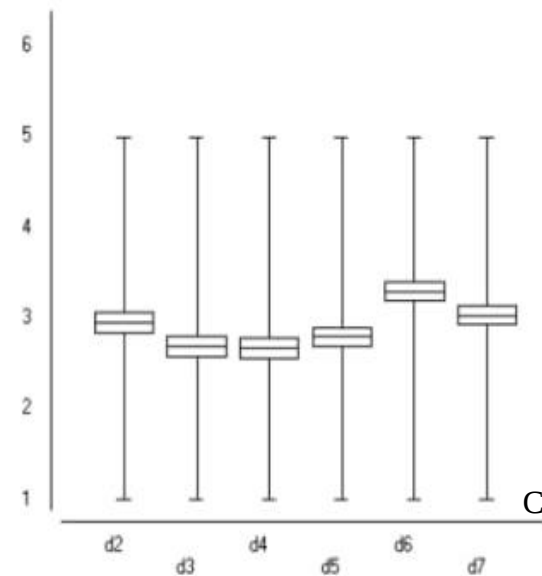
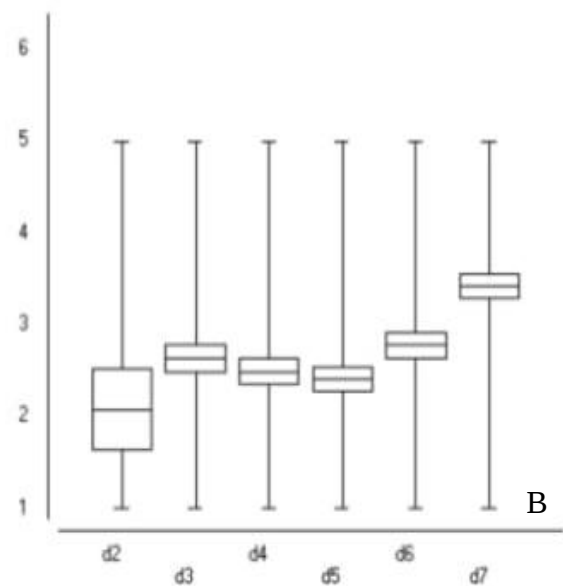
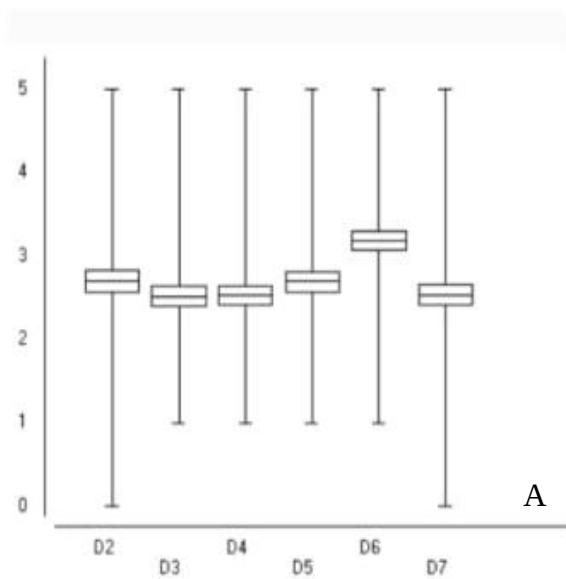


Figura: Distribuição gráfica dos valores médios. A: indiferente das raças B: raças não condrodistróficas C: raças condrodistróficas.

349 **Tabela 4** Distribuição de frequência do grau de degeneração medula óssea (MODIC) dos discos intervertebral de cães não condrodistróficos e
350 condrodistróficos.

351

Vertebras cervicais																								
MODIC	C2		C3		C4		C5		C6		C7													
	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D
	N	N	C	C	N	N	C	C	N	N	C	C	N	N	C	C	N	N	C	C	N	N	C	C
Ausente	69	58	35	29	55	55	26	29	61	60	26	27	59	63	26	26	71	68	28	30	67	69	30	32
tipo 1	6	3	1	1	4	4	0	0	2	3	0	1	2	5	1	0	1	5	0	0	5	1	0	1
tipo 2	5	8	1	7	22	18	11	8	18	16	9	7	18	7	8	8	8	5	8	3	5	5	3	2
tipo3	4	15	0	0	3	7	0	0	3	5	2	2	5	9	2	3	4	6	1	4	7	9	4	2
Total	84		37		84		37		84		37		84		37		84		37		84		37	
DP	±32,0		±17,2		±25,1		±13,5		±24,3		±12,3		±23,4		±13,7		±27,6		±11,8		±26,6		±12,1	
Med	5,50		1,00		11,5		4,00		13		5,50		12,5		4,00		10,5		5,50		10,5		4,5	

352 c: vertebral cervical caudal, d: vertebra cervical caudal; DP: desvio padrão; Med: mediana, n: número de disco; %: porcentagem.

353

354 **Tabela 5** Distribuição da frequência do grau de degeneração discal (PFIRMANNN) dos discos de cães condrodistróficos e não
355 condrodistróficos.

356

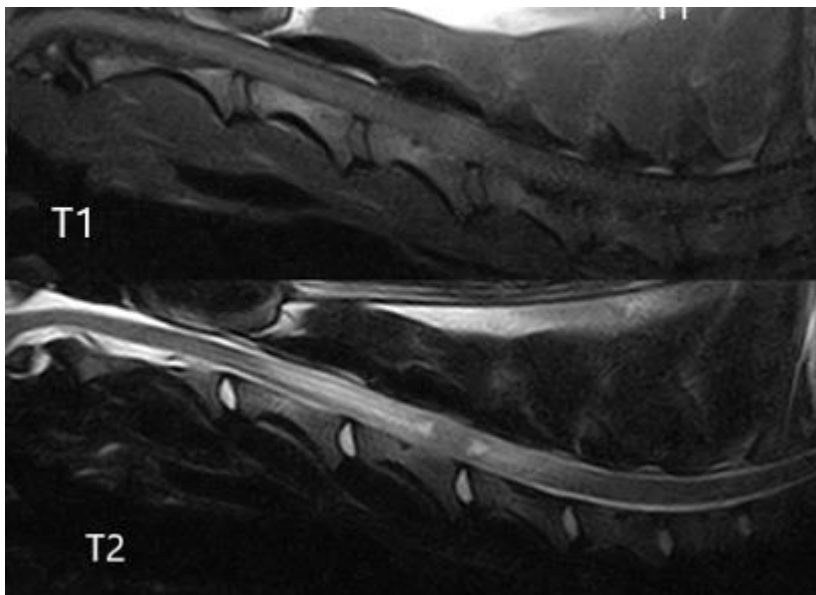
CP	Nível disco intervertebral											
	C2-C3		C3-C4		C4-C5		C5-C6		C6-C7		C7-T1	
	n (%)		n (%)		n (%)		n (%)		n (%)		n (%)	
	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC	C	NC
I	5	22	7	25	7	24	7	19	5	9	6	11
	(13,89)	(26,99)	(18,57)	(30,25)	(17,57)	(28,31)	(18,24)	(22,89)	(12,16)	(10,98)	(16,22)	(14,19)
II	3	19	5	26	6	28	7	21	4	14	3	22
	(8,33)	(23,31)	(14,29)	(32,10)	(14,86)	(33,43)	(18,92)	(24,70)	(11,49)	(17,07)	(6,76)	(29,73)
III	10	21	12	16	13	16	10	21	12	17	11	24
	(26,39)	(25,15)	(34,29)	(19,75)	(33,78)	(18,98)	(27,70)	(24,70)	(32,43)	(20,43)	(34,46)	(32,43)
VI	11	10	7	9	8	10	10	13	12	26	11	12
	(29,17)	(12,05)	(20,00)	(10,49)	(21,62)	(12,05)	(27,03)	(15,36)	(31,76)	(31,40)	(29,05)	(16,22)
V	8	10	5	9	5	10	3	13	5	26	5	12
	(22,22)	(12,27)	(12,86)	(7,41)	(12,16)	(7,23)	(8,11)	12,05	(12,16)	(20,73)	(13,51)	(8,11)
Total	36	82	35	81	37	83	37	83	37	83	37	75
DP	±3	±6	±3	±9	±3	±9	±3	±5	±4	±6	±4	±8
MED	8,00	5,24	6,50	7,43	6,50	8,10	7,00	4,02	4,50	5,90	6,00	6,55

357 CP: classificação de Pfirrmann; DP: desvio padrão, Med: mediana, n: número de disco, %: porcentagem, C: condrodistróficos, CN: não
358 condrodistróficos.

359

360

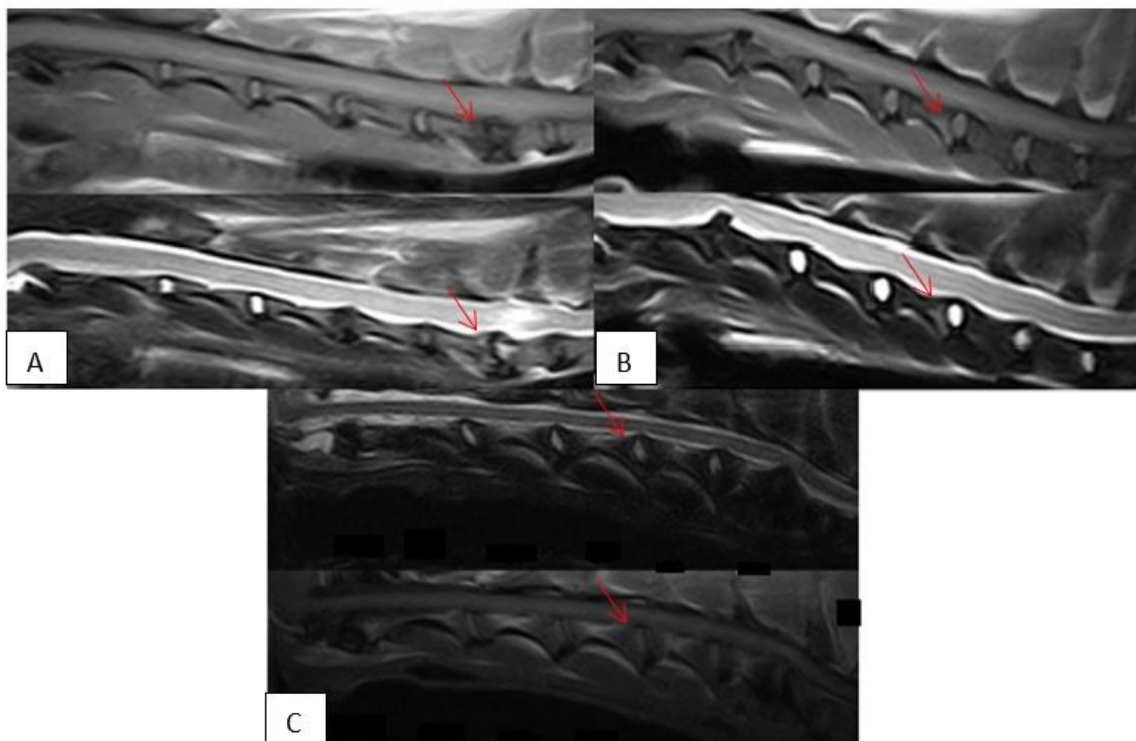
361 **Figuras**



362

363

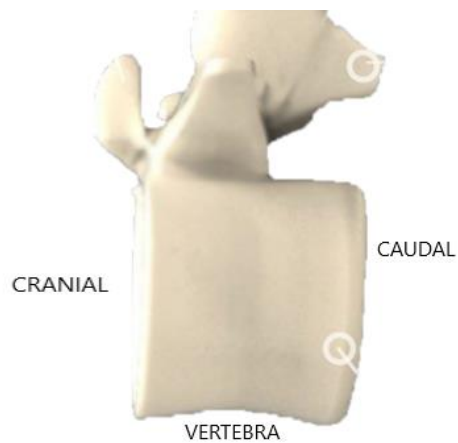
364 Figura 9. Imagem de ponderada em T1 e T2



365

366 Figura 10 Classificação de Modic nas imagens de coluna cervical de cães.

367 A: Modic tipo 1, B: Modic tipo 2, C: Modic tipo 3

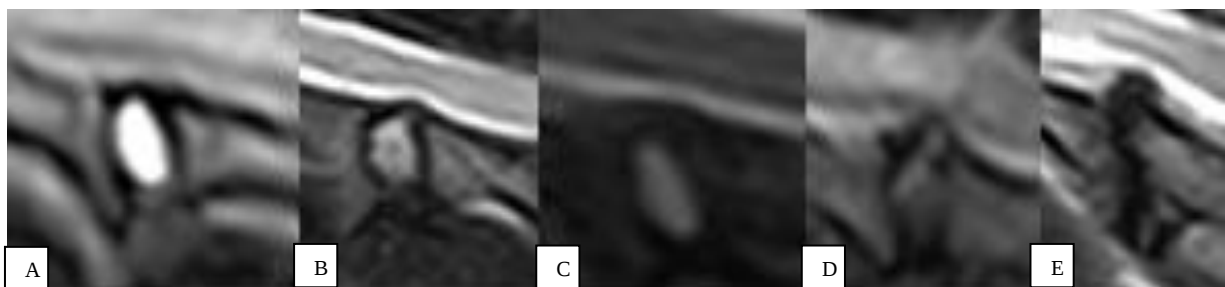


368

369 Figura 11 Layout da avaliação das mudanças modais quanto a localização da mudanças de
 370 sinal na placa terminal.

371

372



373

374 Figura 12 classificação de Pfirrmann. A: tipo I, b: Tipo II; C: tipo III; D: Tipo VI; E: tipo V.