UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO DE CIRURGIA

ANDRÉS SEBASTIAN ARISTIZABAL ESCOBAR

**Estudo da coluna vertebral de cães da raça
Dachshund por meio da análise cinemática,
termográfica e tomografia computadorizada**

SÃO PAULO

2018

ANDRÉS SEBASTIAN ARISTIZABAL ESCOBAR

**Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da
análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Departamento:
Cirurgia

Área de Concentração:
Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientador:
Prof^ª Dr^ª Julia Maria Matera

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 3633
FMVZ

Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian
Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise
cinemática, termográfica e tomografia computadorizada. / Andrés Sebastian Aristizabal
Escobar. -- 2018.
94 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, São Paulo, 2018.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Profa. Dra. Julia Maria Matera.

1. Condrodistrofia. 2. Dachshund. 3. Tomografia computadorizada. 4. Termografia.
5. Análise cinemática. I. Título.

ERRATA

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S. **Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada.** 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Página

Onde se lê
AGRADECIMENTOS

Leia-se
AGRADECIMENTOS

8

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
pela Bolsa de Mestrado.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela
Bolsa de Mestrado concedida através do Processo FAPESP n. 2016/14399-0,
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "AVALIAÇÃO DA COLUNA VERTEBRAL EM CÃES CONDRODISTROFICOS POR MEIO DA CINÉTICA, CINEMÁTICA E TERMOGRAFIA.", protocolada sob o CEUA nº 4292150616, sob a responsabilidade de **Julia Maria Matera e equipe; Andrés Sebastian Aristizabal Escobar** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 23/11/2016.

We certify that the proposal "EVALUATION OF THE SPINE IN CHONDRODYSTROPHIC DOGS USING KINETICS, KINEMATICS AND THERMOGRAPHY.", utilizing 30 Dogs (males and females), protocol number CEUA 4292150616, under the responsibility of **Julia Maria Matera and team; Andrés Sebastian Aristizabal Escobar** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Veterinary Medicine and Animal Science (University of São Paulo) (CEUA/FMVZ) in the meeting of 11/23/2016.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa](#)

Vigência da Proposta: de [06/2016](#) a [06/2017](#)

Área: [Clínica Cirúrgica Veterinária](#)

Origem: [Animais de proprietários](#)

Espécie: [Cães](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [1 a 10 anos](#)

N: [30](#)

Linhagem: [Condrodistóficos](#)

Peso: [4 a 15 kg](#)

Resumo: Os Cães condrodístócos apresentam particularidades anatômicas que os predispõem ao aparecimento de afecções na coluna vertebral. Os discos intervertebrais são estruturas complexas que se localizam entre os corpos vertebrais sendo as junções principais da coluna vertebral. A degeneração do disco intervertebral é um processo normal que acontece com o envelhecimento, este processo degenerativo leva a proeminência do núcleo pulposo junto com o anel fibroso e finalmente a protrusão dorsal do disco intervertebral conhecidos como Hansen tipo I e tipo II. 30 cães condrodístócos ou mestiços de condrodístócos serão incluídos no estudo, os cães serão divididos em dois grupos. Grupo I - 15 Cães Hígidos e Grupo II - 15 Cães com Doença do Disco Intervertebral. Será realizado exame físico e neurológico e será registrada a idade, sexo, peso corpóreo, escore de condição corporal, a duração dos sinais clínicos, e qualquer terapia medica administrada prévia à avaliação. Serão realizados exames laboratoriais (Hemograma com contagem de plaquetas; função renal; função hepática; avaliação cardiológica;) exames de imagem da coluna cervical, toracolombar, sacra e tomografia computadorizada, avaliação termográfica, cinética e cinemática. Para a avaliação termográfica será utilizada uma câmara termografica e serão obtidas vista dorsal e lateral e será calculada a região de interesse (ROI). Após a obtenção das imagens termográficas, se procederá à realização do exame por tomografia computadorizada de toda extensão da coluna vertebral de cada animal. Para a Analise Cinética será utilizada uma plataforma sensível de pressão e serão avaliadas 5 passagens válidas de cada animal pela plataforma, em um numero máximo de 20 repetições. Será realizada uma única avaliação para os cães do Grupo 1, e para os cães do grupo 2 será realizada uma avaliação no T0 (T0= momento do retorno da deambulação) e Tf (Tf= 30 dias após o retorno da deambulação). A análise e o cálculo dos parâmetros serão feitas pela avaliação dos gráficos e valores gerados pelo sistema a partir de um software. Os valores fornecidos correspondem aos parâmetros do pico de força máxima vertical (PFV) expressos em Newtons, do impulso vertical (IV expresso em N/s) e do tempo de fase, de balanço e apoio (TA), em segundos dos membros do animal. Para a Analise Cinemática uma série de 8 câmeras de captura de movimento de alta velocidade será utilizada. A análise cinemática irá reportar o ângulo articular de locomoção para as articulações dos membros torácicos e membros pélvicos. Para essas articulações, os valores de máxima extensão, flexão, amplitude e velocidade onde as médias serão comparadas entre os grupos I e II em todos os ensaios cinemáticos, assim como os valores gerados pela analise cinética e termografica.

Local do experimento: A coleta dos dados referentes a cinética, cinemática e termografia será realizada no Laboratório da Analise da Locomoção da FMVZ/USP.

São Paulo, 28 de novembro de 2016

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Comissão de Ética no Uso de Animais

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes
Secretaria Executiva da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
de São Paulo

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: ARISTIZABAL, Escobar Andrés Sebastian

Título: Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Data: ___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Dedico esta obra a mi familia; ustedes son mi lugar feliz y mi puerto seguro. Son el tesoro más valioso que tengo, con ustedes aprendí a soñar y la importancia de trabajar duro para conseguir lo que se quiere. Sin ustedes este y otros sueños no serían posibles.

A mis padres **Martha Escobar** y **Bertulfo Aristizabal**. Ustedes son mi mayor ejemplo de amor, dedicación y entrega; el lugar donde nacieron mis sueños y mi fuerza interior.

A mi abuela **Zoe Aguirre** por enseñarme a sacar lo mejor de cada momento vivido. Tu recuerdo vive en cada uno de nosotros.

A mis hermanos **Ivonne** y **Juan Aristizabal**. Son el mejor regalo que la vida me dio; ustedes representan el tipo de persona que quiero ser y son mi ejemplo de vida. Gracias por su apoyo, los admiro y amo.

A mi sobrina **Valentina Aristizabal**. Eres la más nueva felicidad de la familia, nuestra luz y la estrella que más brilla. Amo!

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Dr^a. Julia Maria Matera por ter acreditado em mim desde o primeiro momento e ter aberto as portas do mundo da pesquisa de da faculdade. Não existem palavras para descrever o grato que sou pela oportunidade que me deu, os ensinamentos que me passou e acima de tudo pela amizade e carinho que me brindou.

À Prof^a. Dr^a. Ana Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto pela contribuição no projeto.

À Prof. Dr. Alexandre Navarro Alves de Souza por ter sido parte do início do sonho e me introduzir no mundo da análise da locomoção, pela sua amizade e exemplo de dedicação e profissional.

À minha amiga, Prof^a. Dr^a. Maria Claudia Campos Mello Inglez de Souza pela colaboração no projeto, paciência, risadas, ensinamentos cirúrgicos e neurológicos, pela oportunidade de viver uma rotina diária de trabalho, mas acima de tudo sou grato pela sua amizade sincera.

Às medica veterinárias do Serviço de Cirurgia de Pequenos animais do HOVET-FMVZ/USP, Andressa Gianotti Campos, Patrícia Ferreira de Castro, Ayne Murata Hayashi e Viviane Sanches Galeazzi pela amizade que se formou com os anos, pelo exemplo de profissional, pela companhia nos momentos difíceis e por ter acompanhado todo meu processo de formação como pessoa, medico veterinário e pós-graduando.

Aos Professores da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da FMVZ/USP pelo exemplo e dedicação à profissão. Em muitos de vocês encontro a inspiração para realizar meu sonho de ser professor.

Às medica veterinárias do Serviço de Anestesia Pequenos animais Patrícia Bonifácio Flor e Geni Cristina Fonseca Patrício pelo apoio de disposição durante a realização do projeto.

Aos funcionários do Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais HOVET-FMVZ/USP Lelis dos Santos, Jesus dos Anjos Vieira, Otávio Rodrigues dos Santos e José Miron Oliveira da Silva pelo incrível trabalho que realizam, os ensinamentos e ajuda.

A todos os colegas e amigos da pós-graduação, em especial à Jairo Alfonso Mendoza Roldan pelo carinho incondicional, Pamela Juarez Dongo pela amizade, Samana Rios Melo, Erika Zanuto, Bruna de Castro Miranda, Eric Vieira, Igor de Almeida Santos, Bruno Ferrante, Carina Outi, Fernanda Paes, Emily Amin, Débora Galdino e demais pós-graduandos que me acompanharam e incentivaram diariamente.

Aos funcionários, médicos veterinários, residentes e estagiários do HOVET-FMVZ/USP que participaram e colaboraram de alguma forma com a realização do projeto e minha formação como pós-graduando.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, por me acolher durante estes cinco anos e permitir realizar meu sonho.

Aos secretários da pós-graduação Livia Gimenes e Ney Pereira pela ajuda em todo momento e a dedicação que tiveram.

À Elcio Silva Teles Junior, por ter vestido a camisa, me acompanhado todos os dias durante este e tantos momentos e a oportunidade de sonhar juntos.

À Eduardo Paziam, pelo exemplo de vida, pela amizade, o apoio e o incentivo para correr atrás deste sonho.

A todos os amigos que o Brasil me deu em especial Alex Villaça, Adriano Gameiro, Thiago Nikel e Rodrigo Teixeira; obrigado pela sua amizade, por fazer dos meus dias mais felizes e ser a representação da minha família aqui no Brasil.

Aos meus amigos Colombianos em São Paulo, por me acompanhar nesta jornada longe de casa e que como eu consideram o Brasil como seu segundo lar.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela Bolsa de Mestrado.

À Fundação CAPES pelo auxílio financeiro.

Aos proprietários dos cães que participaram do projeto, sem sua disposição e confiança não teria sido possível.

A todos os amigos e pessoas que conspiraram para que desse tudo certo e que chegaram na minha vida.

RESUMO

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S. **Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada.** [Study of the spine of Dachshund breed dogs using kinematic analysis, thermography and computed tomography]. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2018.

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de descrever o protocolo de obtenção da imagem termográfica, definir o padrão térmico normal da coluna vertebral e também descrever os valores cinemáticos durante a locomoção em 17 cães condrodistróficos da raça Dachshund. Foram analisadas as imagens tomográficas de toda a extensão da coluna; e também foram avaliadas as regiões dorsal e lateral de todas as regiões da coluna vertebral por meio da termografia. Para a realização da análise cinemática, foram aderidos em pontos anatômicos específicos de cada um dos cães marcadores reflexivos e foram obtidos os valores de máxima extensão, mínima flexão e a amplitude articular durante a locomoção das articulações dos membros torácicos e pélvicos do lado direito e esquerdo do animal. Foi testada a normalidade dos dados e comparados os lados direito e esquerdo, e as regiões da coluna vertebral de cada cão. Nenhum dos 17 cães mostrou evidência tomográfica de compressão extradural da medula espinhal. Houve diferença estatística entre os pontos da região cervical e torácica e entre a região cervical e toracolombar; o ponto médio de maior temperatura encontrado foi na região toracolombar. Foram obtidos os dados cinemáticos de 5 passagens válidas de cada animal, a velocidade foi mantida entre 1,2 e 1,5m/seg. Os valores cinemáticos apresentaram uma distribuição normal e a simetria entre os lados de cada uma das articulações foi constatada. O mapa térmico em cães da raça Dachshund hígidos se caracteriza por apresentar uma maior temperatura na região torácica e toracolombar. Em toda a extensão da coluna o mapa térmico se caracteriza por uma zona central mais quente com diminuição simétrica da temperatura nas áreas mais laterais. A análise cinemática da locomoção permitiu a obtenção dos valores simétricos do movimento de flexão, extensão e amplitude articular da articulação coxofemoral, joelho, tibiotársica, ombro e cotovelo bilateral. Não foi possível a obtenção dos valores da articulação radiocárpica. Conclui-se que a termografia é uma ferramenta útil e não invasiva para medir a temperatura da coluna vertebral em cães da raça Dachshund e que estes apresentam um padrão de movimento articular simétrico durante a locomoção.

Palavras-Chave: Condrodistrofia. Dachshund. Tomografia computadorizada. Termografia. Análise Cinemática.

ABSTRACT

ARISTIZABAL ESCOBAR. A. S. **Study of the spine of Dachshund breed dogs using kinematic analysis, thermography and computed tomography.** [Estudo da coluna vertebral de cães da raça Dachshund por meio da análise cinemática, termográfica e tomografia computadorizada]. 2018. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2018.

This research was conducted with the purpose of describing the protocol to obtain the thermographic image, to define the normal thermal pattern of the spine and to describe the kinematic data during locomotion in 17 Dachshund breed dogs. The tomographic images of the entire spine were analyzed; and the dorsal and lateral view of all the regions of the spine were also evaluated using thermography. To perform the kinematic analysis, reflective markers were attached to specific anatomical landmarks and the numeric values of maximum extension, minimum flexion and range of motion were obtained during locomotion for the joints of the fore and hind limbs of the right and left side of the animal. The normality of the data was tested and the right and left side, and the regions of the spine of each dog were compare. None of the 17 dogs showed tomographic evidences of extradural compression of the spinal cord. There was statistical difference between the points of the cervical and thoracic region and between the cervical and thoracolumbar region; the midpoint with the highest temperature was found in the thoracolumbar region. Kinematic data of 5 valid passages of each animal were obtained, velocity was maintained between 1.2 and 1.5 m/sec. The kinematic data had normal distribution and the symmetry between the sides of each joint was verified. The thermal map in healthy Dachshund dogs is characterized by presenting the higher temperature in the thoracic and thoracolumbar regions. Throughout the whole extension of the spine the thermal map is characterized by a warmer central zone with symmetrical decrease of temperature in the lateral areas. The kinematic gait analysis allowed us to obtain the symmetrical bilateral values of flexion, extension and range of motion of the hip, knee, tibiotarsal, shoulder and elbow joints. It was not possible to obtain the values of the radiocarpal joint. It was concluded that thermography is a useful and non-invasive tool to measure the spinal temperature in Dachshund breed dogs and that they have a pattern of symmetrical joint movement during locomotion.

Key-words: Chondrodystrophic. Dachshund. Computed tomography. Termography. Kinematic analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Imagem termográfica da vista dorsal do Cão No.15 mostrando os pontos e as áreas avaliadas com o Software FLIR Tools	47
Figura 2 -	Imagem termográfica da vista lateral do Cão No.17 mostrando as áreas avaliadas com o Software FLIR Tools	48
Figura 3 -	Posicionamento das 8 câmaras e calibragem do espaço de captura – Nota-se a largura e comprimento do espaço de captura	49
Figura 4 -	Esquema representativo do posicionamento dos 27 marcadores refletivos sobre a pelagem do cão No. 4	51
Figura 5 -	Posicionamento do Cão N ^o .1 com marcadores esféricos reflexivos para a obtenção da captura estática	53
Figura 6 -	Modelo AIM (Identificação automática de marcadores) dos 27 marcadores esféricos reflexivos. Modelo criado a partir da captura estática do cão N ^o . 1	54
Figura 7 -	Avaliação da trajetória de captura de cada uma das 5 passagens validas dos cães condrodistróficos	54
Figura 8 -	Definição dos pontos de referência reais e criação dos pontos de referência virtuais com o software Visual3D	55
Figura 9 -	Definição dos segmentos rígidos do modelo de processamento padrão utilizando o software Visual3D para obtenção dos dados cinemáticos	55
Figura 10 -	Modelo de processamento padrão utilizado para a obtenção dos dados cinemáticos com software Visual3D	56
Figura 11 -	Comandos inseridos no comando de processamento de dados “ <i>pipeline</i> ” no Software Visual3D	56
Figura 12 -	Comando de processamento de dados “ <i>pipeline</i> ”. Modelo executado em cada uma das passagens dos 5 cães condrodistróficos para a obtenção dos dados cinemáticos	57

Figura 13 -	Comando de processamento de dados “ <i>pipeline</i> ” executado sobre a passagem do cão N° 1 para a obtenção dos dados cinemáticos	57
Figura 14 -	Registro dos frames dos ciclos correspondentes de cada uma das articulações alvo com seu respectivo gráfico	58
Figura 15 -	Cão No. 12. Imagens referentes a: 1. Tomografia. 2. Cinemática. 3. Termografia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP), 2018.	62
Figura 16 -	Corte transversal (1) e sagital (2) da tomográfica computadorizada do Cão No 3 com evidencia protrusão entre as vertebrae lombares L4-L5 ocupando menos de 25% do espaço do canal medular	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Critérios de pontuação da escala numérica funcional FNS utilizados para a avaliação da função neurológica em cães	44
Tabela 2 -	Dados de identificação, idade, sexo, peso e tipo de pelagem dos 17 cães da raça Dachshund que participaram do estudo	63
Tabela 3 -	Quantificação da mineralização e protrusão do disco intervertebral de cada um dos espaços intervertebrais de cães Dachshund. DIV = Disco intervertebral; C = cervical; T = torácica; L = lombar; S = lacra	65
Tabela 4 -	Temperatura em °C e desvio padrão dos 4 pontos da região cervical (Ponto 1), torácica (Ponto2), toracolombar (Ponto 3) e lombar (Ponto 4) da vista dorsal da coluna vertebral em cães da raça Dachshund	65
Tabela 5 -	Temperatura máxima, mínima e media em °C e desvio padrão das áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9 da vista dorsal da coluna vertebral em cães da raça Dachshund	66
Tabela 6 -	Temperatura máxima, mínima e media em °C e desvio padrão das 3 áreas da vista lateral da coluna vertebral em cães da raça Dachshund	67
Tabela 7 -	Média dos ângulos articulares mínimo, máximo e amplitude articular dos membros pélvicos e membros torácicos dos cães condrodistróficos Dachshund durante a locomoção	68

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	18
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	21
2.1.	CONDRODISTROFIA	21
2.2.	ANATOMIA DA COLUNA VERTEBRAL	22
2.3.	TERMOGRAFIA	25
2.4.	FUNDAMENTOS DA LOCOMOÇÃO CANINA E DA ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO	28
2.4.1.	Locomoção	28
2.4.2.	Análise da locomoção.....	29
2.4.2.1.	Análise cinemática	30
2.4.2.2.	Análise cinética	32
2.4.3.	Aplicação clínica da análise da locomoção	33
3.	JUSTIFICATIVA.....	38
4.	OBJETIVOS.....	40
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	42
5.1.	COMITÊ DE ÉTICA	42
5.2.	ANIMAIS	42
5.3.	AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA	45

5.4	AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA	45
5.5	CINESIOLOGIA	48
5.5.1	Cinemática	48
5.5.1.1	Configuração e calibração do equipamento	48
5.5.1.2	Obtenção e análise dos dados cinemáticos	51
5.5.1.2.1	<i>Obtenção das 5 passagens validas de cada cão com o Software Qualisys QTM</i> <i>“Qualisys Track Manager”</i>	51
5.5.1.2.2	Com o Software Visual 3D	52
5.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
5.6.1	Dados termográficos	58
5.6.1.1	Vista dorsal da imagem termográfica	58
5.6.1.2	Vista lateral da imagem termográfica	59
5.6.2	Análise cinemática	59
6.	RESULTADOS	62
6.1	POPULAÇÃO	62
6.2	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	64
6.3	ANÁLISE TERMOGRÁFICA	65
6.4	ANÁLISE CINEMÁTICA	67
7.	DISCUSSÃO	70

8.	CONCLUSÕES	80
9.	REFERÊNCIAS	82

1 INTRODUÇÃO

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

1 INTRODUÇÃO

Os Dachshund são uma raça de cães popular acometidos por uma alteração genética característica da raça chamada de condrodistrofia. A condrodistrofia é um tipo de displasia esquelética caracterizada por uma alteração no crescimento condroblástico da epífise dos ossos longos (NEWMAN; WALLIS, 2003). Essa mutação altera o crescimento dos ossos longos e resulta em um tipo de nanismo desproporcionado que se manifesta em cães de este padra racial como uma característica morfológica de comprido e baixo. Este padrão condrodistrófico é uma caraterística desejada da raça, e pelo fato de apresentar uma coluna vertebral comprida e membros curtos, estão predispostas a apresentação de alterações da coluna vertebral que dependendo da gravidade, podem resultar em vários graus de déficits sensoriais e motores (JENSEN; BECK; CHRISTENSEN, 2008).

As modalidades de diagnóstico mais utilizadas para avaliar a coluna vertebral em cães são: -a tomografia computadorizada e a ressonância magnética. Estes métodos podem detectar as possíveis causas de problemas na medula espinhal e na coluna vertebral, mas tem como limitação o alto custo, requerem anestesia geral e na medicina veterinária tem uma disponibilidade limitada (BIBEVSKI et al., 2013).

A termografia é uma modalidade de imagem não invasiva utilizada para detectar as mudanças fisiológicas ou patológicas por meio da obtenção de imagens térmicas que gravam a emissão do calor superficial da pele e com ajuda de um software especializado é possível obter os padrões térmicos de um determinado ponto ou região (MCGOWAN et al., 2015).

A locomoção do animal é um dos principais componentes avaliados durante a realização do exame ortopédico e neurológico. A locomoção é a capacidade de se deslocar de um lugar ao outro utilizando estratégias que otimizam o consumo de energia (CAVAGNA; NORMAN, 1977). Dependendo de como os membros se movem e do tipo de movimento, a locomoção pode ser classificada como simétrica (passo, marcha e trote) ou assimétrica (galope e salto) (DECAMP, 1997). A compreensão da locomoção é imprescindível para o diagnóstico das diferentes afecções ortopédicas e neurológicas.

A locomoção é avaliada rotineiramente através da observação visual do paciente andando; mas pelo fato de se basear na observação simples do animal e depender das habilidades de cada avaliador, é considerado um método subjetivo de avaliar a locomoção (GILLETTE; ANGLE, 2008). Por outro lado, a análise cinemática da locomoção é um método objetivo e acurado utilizado para avaliar a marcha em cães. A análise cinemática permite quantificar a posição, velocidade, aceleração, ângulos de pontos anatômicos, segmentos e articulações no espaço durante a fase de apoio e balanço do passo (DECAMP, 1997). Sistemas quantitativos têm sido utilizados comumente para descrever as características da locomoção em cães hígidos, severidade das lesões, avaliar a recuperação de diferentes afecções e determinar a eficácia de diversos tratamentos.

As raças condrodistróficas devido as suas características de conformação, elas possuem uma alta predisposição a apresentarem lesão na medula espinhal, sendo a doença do disco intervertebral a principal causa (PACKER et al., 2013). Na atualidade o método mais comum para avaliar o retorno da função da medula espinhal após a lesão se baseiam em métodos subjetivos por meio do exame neurológico e escalas neurológicas funcionais (SUTTON et al., 2016). Embora sejam métodos de alta utilidade clínica, são métodos subjetivos que podem comprometer a detecção de alterações de menor grau e mostram uma grande variação dependendo da experiência do observador.

O estabelecimento de dados de populações hígidas se faz necessário para aumentar a compreensão das afecções neurológicas e a eficácia dos tratamentos; bem como melhorar a tomada de decisões frente as diferentes formas de tratamentos, identificar parâmetros de avaliação efetivos e permitir a criação de uma base de dados padrão para a avaliação de futuros tratamentos.

A hipótese é que cães condrodistróficos hígidos da raça Dachshund apresentam um padrão térmico da coluna vertebral similar entre o lado direito e esquerdo e que estes possuem um padrão de movimento articular de flexão, extensão e amplitude articular simétricos durante a locomoção.

2 REVISÃO DA LITERATURA

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 CONDRODISTROFIA

As displasias esqueléticas é um grupo de distúrbios de origem genética, generalizado e heterogêneo associados ao desenvolvimento ósseo e cartilágneo (MUNDLOS; OLSEN, 1997, WARMAN et al., 2011). Elas são divididas em osteodisplasias, as quais apresentam como componente principal uma deposição óssea anormal ou uma densidade mineral óssea reduzida. A condrodistrofia é outro tipo de displasia esquelética que se caracteriza por uma alteração no crescimento ou desenvolvimento da cartilagem o que gera um desequilíbrio na ossificação endocondral (KRAKOW; RIMOIN, 2010).

A ossificação endocondral é o mecanismo responsável pelo crescimento longitudinal do osso, este processo acontece nas placas cartilágneas de crescimento também conhecidas como placas fisárias e epifisárias, as quais localizam-se nas extremidades dos ossos longos em crescimento (MACKIE et al., 2008). Pacientes afetados com a condrodistrofia apresentam uma proliferação e maturação desordenada das células da cartilagem o que consequentemente gera anormalidades na osteose cartilágnea (FLORCZUK, GRUSZCZYNSKA, 2016). Hortons e Hecht (2002) estimaram a prevalência da condrodistrofia em humanos, sendo 1 a cada 4000 nascimentos com cerca de 100 fenótipos clínicos diferentes.

A condrodistrofia em cães foi descrita pela primeira vez em 1952 nas raças Dachshund e Bulldog francês (HANSEN, 1952). Em cães condrodistróficos a alteração no crescimento e na maturação condroblástica epifisária resulta em um nanismo desproporcional e com uma aparência física caracterizada por “longo e baixo” (BERGKNUT et al., 2012a). Esta condição tem sido relatada em varias raças, em algumas delas as características condrodistróficas estão implicitamente descritas no padrão racial e fazem parte da aparência geral como é o caso das raças Dachshund, Bulldog, Beagle, Shit-zu, entre outras (MARTINEZ et al., 2007; BERGKNUT et al., 2012b; ROACH et al., 2012) e também tem sido descrita como uma condição indesejada, patológica em raças não condrodistróficas (BREUR et al. 1989, SANDE et al., 1982, CARRIG et al., 1977). No caso dos cães da raça Dachshund, os parâmetros descritos das características do

padrão racial utilizam termos como comprido e baixo, mencionando “membros curtos” e “quadris baixo e curto” dentro das características fenotípicas desejadas (KENNEL CLUB, 2009).

Em muitos casos o encurvamento dos membros torácicos (Valgus carpal), malformações ósseas, anormalidades vertebrais, defeitos articulares e osteoartrite secundária acompanham essas características condrodistróficas (SANDE; BINGEL, 1983). Por conta da conformação, cães de raças condrodistróficas apresentam uma maior incidência na apresentação de doenças associadas a degeneração do disco intervertebral. Bergknut e colaboradores (2012a) analisaram os registros de veterinários e encontraram que cães da raça Dachshund, como a raça com maior risco de ocorrer alterações associadas à degeneração do disco intervertebral e que 9 das 10 raças com o maior risco eram raças condrodistróficas. Packer et al. (2013) quantificaram a relação entre o comprimento relativo da coluna vertebral toracolombar e o risco de apresentação de extrusão do disco intervertebral em várias raças. Dos 79 casos confirmados, 27% foram da raça Dachshund pelo liso. A relação entre a altura e o comprimento da coluna, o tamanho geral do esqueleto do corpo e a condição corporal foram significativamente associadas com o risco de extrusão do disco intervertebral toracolombar. Este estudo ressaltou a importância da seleção dos cães destinados à reprodução com o intuito de diminuir o risco de apresentarem estes distúrbios hereditários.

Além dos estudos de conformação, têm sido realizadas pesquisas a fim de identificar os genes responsáveis pela condrodistrofia. Um estudo recente identificou a inserção do retrogene do fator de crescimento do fibroblasto “FGF4” no genoma do cão, como o responsável pela condrodistrofia e pela apresentação da doença do disco intervertebral (DDIV). Com a identificação da susceptibilidade genética como causa dessas duas condições, se fornece uma nova ferramenta para a correta seleção dos cães destinados à reprodução (BROWN et al., 2017).

2.2 ANATOMIA DA COLUNA VERTEBRAL

A coluna vertebral canina é conformada por 7 vertebral cervicais, 13 vertebral torácicas, 7 vertebral lombares, 3 vertebrae sacrais fusionadas e um número variado de vertebrae coccígeas

(SHARP; WHEELER, 2005; DYCE et al., 2010). Os discos intervertebrais são estruturas complexas que se localizam entre os corpos de cada uma das vértebras sendo as junções principais da coluna vertebral, com exceção das vértebras cervicais C1-C2 e nas vértebras sacrais fundidas (RAJ, 2008). Dependendo da região, as vértebras podem apresentar características particulares, porém de modo geral, todas as vértebras possuem um corpo vertebral, unindo as vértebras adjacentes a partir de C2 pelo disco intervertebral (DYSE et al., 2010) e que conforma a parte ventral do canal medular; um arco vertebral que funcionam como o componente dorsal e lateral do canal vertebral e esta composto por pedículos laterais, a lamina dorsal, apófises transversas, apófise espinhosa e apófise articular cranial e caudal, e por ultimo, situado entre cada par de vértebras se encontra o forame intervertebral, estrutura pela qual emergem os nervos espinhais e vasos sanguíneos (SHARP; WHEELER, 2005).

A medula espinhal é o componente do sistema nervoso central que se localiza dentro do canal vertebral e no cão se estende desde o limite caudal do tronco encefálico (no forame magno) até aproximadamente a sexta ou sétima vertebra lombar. A medula espinhal é dividida em segmentos conforme descritos a seguir: segmento cervical C1-C8, segmento torácico T1-T13, segmento lombar L1-L7, segmento sacro S1-S3 e segmento caudal como numero variável (SHARP; WHEELER, 2005).

Em condições saudáveis, o disco intervertebral é uma estrutura composta pela fusão de vários componentes sendo eles o núcleo pulposos, o anel fibroso, a placa terminal cartilaginosa e uma zona de transição (HUKINS, 1988; JOHNSON et al., 2010). O núcleo pulposos é uma estrutura mucoide e translúcida composta principalmente de água (JOHNSON et al., 2010), esta rodeado pelo anel fibroso sendo que a parte ventral do anel fibroso é duas a três vezes mais espessa que a parte dorsal (HANSEN, 1952). Perto do centro do disco intervertebral, o anel fibroso torna-se mais cartilaginoso e menos fibroso e é conhecida como a zona de transição a qual forma a interconexão entre o núcleo pulposos e o anel fibroso (BUTLER, 1988). As bordas craniais e caudais do disco intervertebral estão formadas pelas placas terminais cartilaginosas, neste lugar as fibras da parte mais externa do anel fibroso formam ligações com as epífises ósseas do corpo vertebral (HANSEN, 1952).

Como parte da função biomecânica do disco intervertebral, este deve transmitir as forças compressivas entre os corpos ventrais e proporcionar mobilidade e estabilidade ao segmento espinhal (ADAMS; HUTTON, 1988). Durante a locomoção, o disco intervertebral é submetido a vários movimentos e cargas de compressão chamadas de compressão axial, cisalhamento, flexão e torção (SMITH, 2002). O núcleo pulposo, o anel fibroso, a placa terminal e a zona de transição, trabalham em conjunto como uma unidade funcional com a finalidade de resistir essas cargas com uma função especializada para cada componente (HUKINS, 1988; ROUGHLEY, 2004; SETTON; CHEN, 2006).

A degeneração do disco intervertebral é um processo normal que acontece com o envelhecimento (HANSEN, 1951; MODIC et al., 1988). As mudanças degenerativas no disco intervertebral em animais condrodistróficos e não condrodistróficos são geralmente denominados como metaplasia condroide e metaplasia fibróide respectivamente. A metaplasia condroide se caracteriza pela perda dos glicosaminoglicanos, o aumento no conteúdo de colágeno e a diminuição no conteúdo de água resultando numa perda das propriedades hidroelásticas e a capacidade de suportar a pressão. (HANSEN, 1959; GHOSH; TAYLOR; BRAAUND, 1977). Por outro lado, a metaplasia fibróide se caracteriza pela colagenização fibrosa do núcleo pulposo com a degeneração concomitante do anel fibroso; este processo degenerativo leva à proeminência do núcleo pulposo junto com o anel fibroso e finalmente à protrusão dorsal do disco intervertebral (HANSEN 1952; HANSEN 1959). Os cães condrodistróficos ainda numa idade prematura apresentam diferenças na constituição do disco intervertebral fazendo com que estes sejam menos responsivos às cargas biomecânicas, determinando desta forma menor flexibilidade e viscoelasticidade destas estruturas (BRAY; BURBIDGE, 1998).

Quando filhotes, cães condrodistróficos possuem um disco intervertebral brilhante e similar ao disco de filhotes de raças não condrodistróficas, mas a degeneração do disco acontece rápido e em cães com um ano de vida, o aspecto mucoide do núcleo tem sido substituído quase completamente por um tecido cartilaginoso de cor amarelo acinzentado (HANSEN, 1952), sendo que as mudanças acontecem quase simultaneamente em todos os discos intervertebrais. Dentro do núcleo pulposo de cães não condrodistróficos o conteúdo de colágeno permanece ao redor ao 5%

ao longo da vida (GHOSH et al., 1976). Em contraste; ao nascer, o núcleo pulposo do disco intervertebral de cães condrodistróficos contem mais colágeno do que proteoglicanos, sendo que o conteúdo de colágeno aumenta rapidamente, e com 11 meses de idade o núcleo pulposo tem um conteúdo aproximado de 25% de colágeno (GOSH et al., 1977). Do mesmo modo, o conteúdo de proteoglicanos diminui em cães condrodistróficos, contribuindo com a diminuição de água do núcleo pulposo e a função hidráulica do disco (HENDRY, 1958).

A calcificação parcial ou completa do disco é outra característica degenerativa decorrente da degeneração condróide, a qual acontece mais frequentemente na região torácica da coluna vertebral sendo que sua incidência aumenta com a idade (HOERLEIN, 1953). Stigem e Kolbjornsen (2007) estudaram o disco intervertebral de 20 cães da raça Dachshund e encontraram evidencia radiográfica de calcificação do disco de 28,5% dos discos examinados e 45,7% de discos calcificados ao exame histopatológico. De todos os discos calcificados encontrados no exame histopatológico, só 60% dos discos foram classificados como calcificados pelo exame radiográfico; por outro lado todos os discos classificados como calcificados no exame radiográfico também foram classificados como calcificados no exame histopatológico o que indica que só alguma parte das calcificações do disco vistas no exame histopatológico serão vistas no exame radiográfico. Bergknut e colaboradores (2012a) encontraram em 9 raças de cães condrodistróficos uma alta de doenças relacionadas a degeneração do disco intervertebral, representadas pelas seguintes afecções: -espondilomielopatia cervical, estenose degenerativa lombo sacra e DDIV, estas localizadas nos diferentes segmentos da coluna vertebral

2.3 TERMOGRAFIA

A termografia é uma modalidade diagnóstica não invasiva que permite a detecção da temperatura das superfícies corpóreas devido à emissão de carga de radiação infravermelha que ao ser capturado, gera padrões térmicos expressados como um mapa de cores (EDDY; VAN HOOGMOED; SNYDER, 2001). Com ajuda de uma câmara termográfica é possível a obtenção de uma imagem térmica de um objeto e com ajuda de um software especializado é possível o processamento da imagem térmica para mensurar a temperatura utilizando diferentes formas sobre a região de interesse (RDI). As regiões de temperatura elevada estão relacionadas com o

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

aumento da circulação local e aumento na taxa metabólica e podem ser clinicamente associadas com inflamação; enquanto as regiões de baixa temperatura podem ser clinicamente associadas com uma diminuição da perfusão tecidual secundário à shunt vascular, infarto ou mudanças no sistema nervoso autônomo ((EDDY; VAN HOOOGMOED; SNYDER, 2001)

Desde 44AC tem sido utilizada como parte do diagnóstico clínico a imagem infravermelha medica ou termografia. O primeiro termoscopio foi desenvolvido por Galileu Galilei em 1595. A radiação infravermelha foi definida nos anos 1800s e mais adiante foi definida a imagem termográfica infravermelha. Esta tecnologia foi originalmente designada para uso de militares e só em 1868 Dr. Wunderlich desenvolveu o primeiro termômetro clínico. As primeiras imagens termográficas para diagnóstico, foram tomadas pelo cirurgião Ray Lawson em 1957 com o descobrimento do padrão de temperatura anormal das neoplasias mamarias (RING, 2006). Desde então a imagem termográfica tem avançado na tecnologia e no uso clínico e hoje em dia é considerado um teste de triagem que avalia por meio de uma imagem térmica as alterações que modificam a dinâmica da microcirculação local da derme.

A câmara infravermelha é um método sofisticado de receber radiação eletromagnética e converte-la em sinais elétricos os quais geram imagens baseadas na quantidade de calor dissipado na superfície pela radiação infravermelha, e mediante a utilização de softwares de reconhecimento de imagem pode-se obter medições confiáveis de impacto substancial sobre o diagnóstico e interpretação de anormalidades fisiopatológicas (HEAD; ELLIOT, 2002).

Em medicina tem se ressaltado as diversas aplicações da termografia no estudo de distúrbios vasculares (HOSAKI et al., 2002; BAGAVATHIAPPAN et al., 2009), detecção de câncer mamário (AMALU et al., 2006, WISHART et al., 2010), termoregulação (BOUZIDA; BENDADA; MALDAGUE, 2009) e tratamento com acupuntura (ERNST; LEE, 1985; SHUI-YIN, 2002).

O termograma normal da coluna vertebral humana foi caracterizado por uma zona central da diminuição de emissão de calor na região dos processos espinhosos da espinha cervical até a coluna lombosacra (POCHACZEVSKY et al., 1982), podendo desempenhar um papel na seleção

de pacientes para imagem avançada. Dentro das alterações patológicas nos padrões da imagem térmica estão as variações focais de temperatura (aumentando ao início e diminuindo com a cronicidade) sobre o sítio da lesão ativa e uma hipertermia assimétrica ou hipotermia distal à lesão (ZHANG; KIM; CHO, 1999).

A análise termográfica tem sido indicada na medicina veterinária já que é uma ferramenta que permite a medição da temperatura do corpo ou partes do corpo do animal com um mínimo de contenção ou manipulação, de forma rápida, precisa e não invasiva (STEWART et al., 2005). O método tem sido utilizado em animais selvagens para o diagnóstico da gestação, em bem-estar animal, em equinos com aplicação no estudo dos membros, articulações, lesões ósseas, tendíneas, ligamentares, musculares e para doenças da coluna vertebral (TURNER, 2001; KASTBERGER, 2003; WARRISS, 2006; SCHAEFER, 2007).

Loughin e Marino (2007) identificaram os padrões termográficos normais em varias RDI nos membros de cães hígidos, conseguindo produzir imagens com padrões termográficos e temperaturas medias similares entre os cães e entre o lado direito e esquerdo. Por outro lado, foi investigada a capacidade da termografia na capacidade de diferenciar entres joelhos de cães hígidos e de cães com ruptura de ligamento cruzado cranial (RLCCr). Usando a análise de reconhecimento de imagem a termografia teve 85% de sucesso na identificação dos joelhos afetados com a RLCCr (INFERNUSO, 2010). Outro estudo definiu as temperaturas medias termográficas das glândulas mamarias de cães hígidos e as comparou com as de cães com tumores da mesma região; foram detectadas diferenças entre as temperaturas dos grupos nas glândulas mamarias abdominal caudal e inguinais, sugerindo-se que a técnicas pode ser capaz de avaliar a presença de neoplasia no tecido mamário de cadelas (PAVELSKI et al., 2015). McGowan e colaboradores (2015) investigaram a capacidade que tem a termografia em diferenciar entre os cotovelos de cães hígidos e cães com displasia de cotovelo; o autor utilizou um padrão de reconhecimento por computador que teve 100% de capacidade de distinguir os cotovelos normais dos anormais.

No que se refere à coluna vertebral, Kim et al. (2005) investigou a aplicabilidade clínica da termografia para auxiliar no diagnóstico e prognóstico da compressão experimental da medula

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

espinhal mostrando uma tendência de redução simétrica de temperatura ao redor da lesão e uma tendência para voltar ao normal nas regiões torácicas e lombar, 4 semanas após o tratamento cirúrgico. Grossbard et al. (2014) demonstraram a aplicabilidade clínica da termografia em cães normais e acometidos com a doença do disco intervertebral toracolombar (DDIV); os autores conseguiram diferenciar os cães hígidos com os acometidos com a DDIV na região toracolombar e também localizaram o local da extrusão. Concluíram que a termografia não deve ser considerada um teste específico na avaliação da coluna vertebral no que se refere à identificação do tipo de patologia presente.

2.4 FUNDAMENTOS DA LOCOMOÇÃO CANINA E DA ANÁLISE DA LOCOMOÇÃO

2.4.1 Locomoção

A locomoção é definida como o movimento coordenado e repetitivo dos segmentos do corpo (DECAMP, 1997). Ao se locomover a maioria dos animais utilizam estratégias para otimizar o consumo de energia (CAVAGNA, NORMAN. 1977; HALL, 2000). Em cães, dependendo do tipo de locomoção esta pode ser classificada como simétrica ou assimétrica. A marcha, o passo e o trote, classificam-se como simétricas pelo fato da descida de cada uma das extremidades dos membros torácicos e pélvicos estar separada uniformemente por um espaço de tempo enquanto o cão se movimenta pelo espaço; aqui o movimento do membro de um lado do corpo, repete o movimento do corpo do lado contralateral. Já nos tipos de locomoção assimétricos como o galope e o salto, a descida das patas não esta uniformemente separada por um espaço de tempo, motivo pelo qual o movimento do membro de um lado do corpo não repete o movimento do lado contralateral (MAES, 2008).

A marcha do animal é composta por passos e o ciclo da marcha. Por definição, o passo é a distância na qual transfere-se o ponto do apoio do corpo de um membro para o outro membro; já o ciclo da marcha é a distancia entre o apoio de um membro até o próximo apoio do mesmo membro. Cada ciclo da marcha é formado pela fase de apoio e pela fase de balanço que na verdade é o momento em que a pata se encontra no chão e no alto respectivamente (DECAMP, 1997). No inicio da fase de apoio ocorre à desaceleração, sendo a força necessária para diminuir a

quantidade de movimento do cão (BERTRAM, 1997). A aceleração por sua vez é o impulso realizado para aumentar a quantidade de movimento e ocorre ao final da fase de apoio após a desaceleração (BUDSBERG, 1987).

Existem mecanismos neurais responsáveis por permitir a locomoção do animal, estes mecanismos controlam a locomoção desde uma via neural integrada por varias partes do sistema motor. O sistema motor é composto por correntes de centros de controle da locomoção como são o córtex cerebral, o cerebelo, o tronco encefálico e a medula espinhal (KIM, 2009). Quando a informação referente ao movimento intencionado é gerada, um comando precisa ser enviado passando pelo cérebro, passando através da medula espinhal, até chegar aos nervos motores dos músculos efetores dos membros (PEACOCK, 2004). Em cães se considera o trato rubroespinhal como o trato descendente mais importante para a ativação dos neurônios motores das extremidades durante a marcha. (FLETCHER, 1979). Lesões em qualquer parte dos componentes desse sistema podem estar associadas com dor, déficits sensoriais e motores que geram alterações da locomoção (LEVINE, 2008).

2.4.2 Análise da locomoção

A análise da locomoção refere-se ao estudo do movimento dos membros e pode ser dividida em análise: -da locomoção observacional e da locomoção instrumentada (BREUR; KIM, 2008). A primeira utiliza como ferramenta central as habilidades de percepção humana simplesmente observando o animal andar. A segunda utiliza a cinesiologia, ciência que estuda o movimento e que com ajuda da cinética e da cinemática permite realizar uma análise objetiva e quantitativa das diferentes características da locomoção (MCLAUGHLIN, 2001).

A análise observacional da locomoção refere-se à avaliação da locomoção realizada pela observação simples do animal andando sobre uma ou varias superfícies, motivo pelo qual é considerado como um método subjetivo. Com ajuda de treinamento, experiência e as habilidades individuais os clínicos conseguem avaliar a qualidade da marcha, classifica-la como normal ou anormal e até perceber algumas variáveis cinemáticas (GILLETE; ANGLE, 2008). Na tentativa de diminuir a subjetividade da análise observacional, tentou-se realizar a avaliação utilizando

vários observadores e realizando uma classificação semi-quantitativa dos membros durante a avaliação observacional (OLBY, 2001). No entanto, pelo fato da análise observacional ser baseada na percepção da marcha de um ou vários observadores, considera-se um método de análise subjetivo e variável (CLAYTON, 2001), motivo pelo qual não é considerada como um método de análise objetivo e quantitativo da locomoção e limita-se a descrição qualitativa da marcha.

Por outro lado, a análise da locomoção instrumentada é um método objetivo e quantitativo de avaliar a marcha e que com ajuda de equipamentos de alta tecnologia como placas de força, plataformas sensíveis de pressão e sistemas cinemáticos, os quais permitem coletar, armazenar, analisar e converter as características da marcha em dados de movimento (cinemática) e força (cinética) (GILLETTE; ANGLE, 2008; CURRAN, 2005). Este tipo de análise é considerado como um método repetitivo e confiável de medir parâmetros da locomoção e obter informações objetivas referentes ao movimento do animal (HAMILTON et al., 2008, GORDON-EVANS, 2009b).

2.4.2.1 Análise cinemática

A cinemática é a ciência que descreve o movimento dos objetos independentemente das causas ou forças que geram o movimento (DECAMP, 1997). A coleta dos dados cinemáticos permite descrever de forma precisa e objetiva o complexo movimento da marcha e permite descrever de maneira numérica informação referente à fase de apoio e de balanço durante o passo do animal, além de permitir o cálculo de parâmetros de posição, velocidade, aceleração e angulação de pontos anatômicos, segmentos e articulações no espaço de captura (GILLETTE; ANGLE, 2008). Este tipo de análise pode ser realizado de maneira direta com o uso de goniômetro, ou com técnicas de mensuração com sistema de imagem que utilizam como elemento central um tipo de marcadores refletivos posicionados sobre a pelagem do animal para representar pontos anatômicos e um sistema de câmaras de captura de movimento (FU; TOORES; BUDSBERG, 2010; GRADNER, 2007).

A análise cinemática pode ser realizada utilizando sistemas bidimensionais (2-D) ou

tridimensionais (3-D). Os sistemas 2-D permitem obter informações da locomoção no plano sagital, sendo sistemas mais econômicos e fáceis de usar. Os sistemas 3-D fornecem informação mais exata e abrangente da locomoção, por isso este método é considerado o método padrão ouro na análise da locomoção humana; no entanto, o uso deste tipo de sistemas limita-se a algumas práticas especializadas e acadêmicas devido ao seu alto custo (KIM, 2008; GILLETTE, 2008).

De maneira geral, as técnicas de mensuração com sistema de imagem utilizam um grupo de câmaras de vídeo ligadas a um computador que são posicionadas em diferentes pontos para gravar simultaneamente o movimento do animal a medida que este se movimenta pelo espaço de teste. Um grupo de marcadores refletivos são posicionados sobre as principais proeminências ósseas anatômicas palpáveis do animal o que permite que funcionem como pontos anatômicos de referência (Figura 4), os marcadores refletem a luz emitida pela câmara de volta à fonte de imagem. As câmaras possuem um sistema de imagem óptica responsável de converter a luz refletida pelos marcadores em imagens digitais (KIM, 2008), a captura do movimento é realizada por meio das câmaras e dos marcadores reflexivos e com ajuda de *software* o movimento do marcador é rastreado e é determinada o valor de coordenada da posição do marcador no espaço. O sistema identifica automaticamente os marcadores através de diferentes planos de espaço e tempo e revela os valores de posição vertical (z), craniocaudal (x) e médio-lateral (y) respectivos, permitindo mostrar a posição tridimensional de cada um dos marcadores (GILLETTE, 2008), e calcular a amplitude de movimento e o movimento de flexão e extensão das articulações, assim como suas variáveis temporais e de distância (FEENEY et al., 2007; ALTON et al., 1998; OWEN et al., 2004).

Existe um padrão característico de flexão e extensão para cada uma das articulações dos membros torácicos (MTs) e membros pélvicos (MPs) para cada tipo de locomoção quando avaliados no plano sagital. Quando se flexiona a articulação o valor numérico do ângulo articular diminui; o contrário acontece quando se estende a articulação o valor numérico do ângulo articular aumenta. Os picos máximo de flexão, extensão e a amplitude de movimento (ROM= Pico da extensão-pico de flexão) durante a fase de apoio, a fase de balanço de balanço e o ciclo

da marcha podem ser relatados em graus com ajuda da análise cinemática (FU, 2010; CHAILLEUX et al., 2007).

Existem algumas considerações importantes na hora de pensar no desenho do estudo e realizar a coleta dos dados cinemáticos que contribuem na redução de ocorrência de erros experimentais. A velocidade é uma das principais fontes de variabilidade dos ângulos articulares, esta deve ser constante durante a obtenção de cada passagem em um padrão simétrico da locomoção (GILLETE, 2008); variações na velocidade maiores de 0,6m/s podem causar alterar os dados cinemáticos (RIGGS, 1993). Outro elemento a se considerar para obter dados é o posicionamento dos marcadores já que o erro no posicionamento afeta o calculo dos ângulos articulares (TORRES, 2011), e o movimento dos marcadores durante a passagem pode gerar artefatos de tecidos moles ‘*soft tissue artefacts*’ (STA) gerado pelo movimento dos tecidos brandos pelo fato do marcador estar fixo no pelo do animal (TORRES, 2011 DECAMP, 1993; RIEMER, 2008). O uso de diferentes raças no mesmo estudo é outra fonte de variabilidade durante a coleta de dados cinemáticos, já foram comprovadas as diferenças atribuídas ao tamanho entre raças e apesar de não ser clara a influencia das características morfométricas sobre os dados cinemáticos, estudos com um único padrão racial são recomendados (DECAMP 1993; GILLETTE, 2008; BERTRAM, 2000).

2.4.2.2 Análise cinética

O objetivo da análise cinética é descrever e avaliar a relação do movimento com as forças que o geram (DECAMP, 1997). O sistema utilizado durante a análise cinética funciona como um método de avaliação não invasiva, quantitativa e objetiva das forças que ocorrem entre o pé e a superfície da placa ou esteira durante a fase de apoio enquanto o animal se movimenta. A magnitude da força exercida pelo solo quando a pata entra em contato com ele é denominada de força de reação ao solo (FRS). Esta é a principal força avaliada durante a análise cinética e tem três componentes: a força vertical, a força meio-lateral e a força craniocaudal; sendo a força vertical a mais utilizada pelo fato de ter a maior magnitude e menor variabilidade durante a locomoção (BUDSBERG, 1987).

A análise cinética pode ser realizada utilizando uma placa de força ou uma plataforma sensível de pressão (PSW). A placa de força é um dos sistemas mais usados para realizar a análise cinética; a magnitude da força é captada pelo sistema através da mensuração da deformação dos elementos sensíveis que se encontram inseridas na placa quando o sujeito pisa nela. As mudanças durante a fase de apoio são captadas pelos elementos sensíveis, os quais emitem uma carga elétrica a qual é amplificada e gravada pelo sistema gerando o que se conhece como efeito piezelétrico (MCLAUGHLIN, 2001; GILLETTE, 2008). O sistema forma uma curva de força versus tempo como uma representação gráfica das FRS durante a fase de apoio e sua principal vantagem é permitir o cálculo dos três componentes das FRS.

A plataforma sensível de pressão tem sido usada para coletar dados cinéticos em cães (LASCELLES et al., 2006; BESANCON et al., 2003). A plataforma utiliza um circuito impresso sensível ultra delgado com vários elementos sensíveis à pressão dispostos em linhas e colunas ao longo de uma esteira (Tekscan Inc, South Boston, MA). Quando o cão caminha sobre a esteira, aparecem gráficos visuais da distribuição da pressão dos membros no computador. A PSW só fornece informação referente a força vertical (LASCELLES, 2006), porém, oferece uma série de vantagens quando comparada com a placa de força. Primeiro, o sistema permite várias leituras e gravações simultâneas, consecutivas e do apoio contralateral com uma única passagem sobre a esteira; segundo, o tamanho do sistema permite avaliar animais de vários tamanhos, podendo fornecer informações de alterações ortopédicas e neurológicas em cães e em gatos; e por último, o sistema é portátil e permite o cálculo de variáveis temporoespaciais como velocidade e tempo e comprimento do passo (LASCELLES et al., 2006; BESANCON et al., 2003).

2.4.3 Aplicação clínica da análise da locomoção

O principal objetivo do tratamento dos pacientes com alterações ortopédicas e neurológicas é restaurar a normalidade funcional da locomoção do animal. Para poder conseguir avaliar de maneira quantitativa este objetivo, precisam-se utilizar ferramentas que permitam a quantificação numérica das mudanças estruturais e funcionais do membro. Sendo assim a análise da locomoção tem permitido avaliar de maneira acurada a atividade dinâmica do movimento, possibilitando identificar e quantificar as características da locomoção em cães normais e com

diferentes patologias o que permite uma comparação numérica e objetiva entre diferentes populações (MCLAUGHLIN, 2001; DECAMP, 1997; KIM et al., 2008). Para poder determinar a efetividade de um determinado tratamento no paciente, precisa-se como primeira medida estabelecer um banco de dados de cães hígidos para definir os parâmetros de normalidade e a sua variabilidade associada (BERTRAM, 2000).

Vários estudos cinemáticos têm sido realizados com a finalidade de caracterizar os padrões do movimento dinâmico de flexão e extensão. Para ser validado como um método de avaliação, foi realizado um estudo cinemático bidimensional em cães da raça Labrador Retriever. Os dados de flexão, extensão e amplitude de movimento em graus centígrados foram 111,2-146,8 (35,7) para o coxal; 111,0-145,9 (33,9) para o joelho; 111,4-145,0 (33,6) para o tarso; 88,3-125,0 (36,8) para o ombro; 91,4-146,3 (54,8) para o cotovelo e 128,0-238,8 (110,9) para o carpo. Os autores concluíram que o protocolo pode ser usado para avaliar clinicamente o movimento articular em cães hígidos e com problemas ortopédicos por ser um método simples e que requer pouco treinamento (FEENEY, 2007)

Agostinho (2011) avaliou o padrão cinemático de cães da raça Labrador Retriever e Rottweilers hígidos. A angulação mínima, angulação máxima e a amplitude de movimento de cães da raça Labrador Retriever e Rottweiler em grau centígrados foram respectivamente de 96,64-123,56 (29,91) e 97,36-130,41 (32,64) no coxal; 91,92-144,41 (52,48) e 87,36-149,73 (62,37) no joelho; 106,48-156,09 (49,60) e 103,51-158,49 (54,98) para o tarso; 117,40-152,06 (34,65) e 118,79-152,89 (34,10) para o ombro; 90,52-154,28 (63,77) e 93,99-148,85 (54,86) para o cotovelo e 101,44-173,23 (71,79) e 108,57-170,07 (61,49) para o carpo. Foram encontradas diferenças na amplitude articular do joelho, do tarso (Rottweiler > Labrador) e do cotovelo (Labrador > Rottweiler). As diferenças foram atribuídas ao tamanho, o que corrobora a importância da standardização e criação de bases de dados cinemáticos para cada raça.

Foram obtidos os dados cinemáticos de flexão, extensão e amplitude articular em graus centígrados de cães Pastor Alemão, sendo 104,32-140,66 (37,94) para o coxal; 93,32-144,54 (50,99) para o joelho, 84,40-144,57 (61,05) para o tarso; 111,78-144,55 (31,38) para o ombro; 61,99-131,77 (68,15) para o cotovelo e 83,15-172,28 (85,01) para o carpo. Estes dados foram

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

comparados com cães com displasia coxofemoral encontraram diferença na angulação máxima do coxal (displásicos > hígidos), sugerindo-se que o coxal e o joelho em cães displásicos pode estar mais estendido devido ao deslocamento do centro de gravidade (MIQUELATO, 2013).

Em outro estudo, Lorke, (2017) avaliou a influencia da idade na mobilidade articular em cães hígidos da raça Beagle comparando os dados de um grupo com 5 cães de idade media de 2 anos e outro grupo com 5 cães com idade media de 10,4 anos. Foram encontradas diferenças significativas no angulo máximo de extensão e na amplitude de movimento da articulação do carpo entre os grupos e uma tendência a menores valores de flexão máxima das articulações do ombro e o carpo e menor amplitude de movimento da articulação do cotovelo no grupo de cães velhos comparado com o grupo dos jovens, sugerindo-se que cães idosos tem a mobilidade articular reduzida nos membros torácicos, principalmente na articulação do carpo.

Gordon (2009a) comparou as características temporoespaciais entre animais normais e com lesão na medula espinhal. Cães com sintomas neurológicos tiveram uma diminuição no tempo passo, no tempo de apoio e no comprimento de passo nos membros torácicos e nos membros pélvicos além de um aumento na fase de balanço nos membros pélvicos, demonstrando um uso potencial para avaliar a locomoção em cães com doença neurológica. Gordon e colaboradores (2009b) demonstraram o potencial do coeficiente de variação do comprimento do passo, tempo do passo e tempo de balanço para mensurar o resultado de uma forma simples e acurada de pacientes com lesão da medula espinhal.

Existe uma diferença significativa na variabilidade do posicionamento da pata entre animais normais e animais com lesão da medula espinal, onde cães com lesão da medula apresentam variabilidade maior no apoio lateral dos membros. A análise do posicionamento lateral dos coxins em cães demonstrou ser um coadjuvante nas análises dos resultados após a lesão da medula espinal que pode ser de grande valor para interpretar os efeitos de possíveis intervenções terapêuticas (HAMILTON; FRANKLIN; JEFFERY, 2008).

Tanto a análise cinética quanto a cinemática tornaram-se ferramentas mais produtivas para a avaliação da locomoção oferecendo três vantagens significativas quando comparadas com

a análise subjetiva ou observacional da locomoção: menor influencia do avaliador humano, melhor percepção e precisão na medição da disfunção da locomoção e uma grande capacidade de coleta de dados (DECAMP, 1997). A análise cinética e cinemática têm sido utilizadas para avaliar problemas na coluna vertebral e na medula espinhal em humanos (KUHTZ-BUSCHBECK et al., 1999; MOORTHY, 2005), e tem sido utilizada para descrever e avaliar animais ao passo (BUDSBERG; VERSTRAETE; SOUTAS-LITTLE, 1987), com diferentes afecções como displasia coxofemoral e ruptura de ligamento cruzado cranial (VOSS et al., 2008; SOUZA et al., 2013; SOUZA; TARTARUMAS; MATERA, 2014a), e para descrever a distribuição das forças nos coxins (SOUZA et al., 2014b).

3 JUSTIFICATIVA

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

3 JUSTIFICATIVA

Existem poucos trabalhos de pesquisa sobre os padrões termográficos da coluna vertebral e de dados objetivos da análise cinemática em cães condrodistróficos os quais pelas suas particularidades anatômicas tem predisposição ao aparecimento de afecções na coluna vertebral. A imagem termográfica registra a emissão de calor da superfície da pele, o que permite gerar padrões térmicos dos pacientes e identificar mudanças fisiológicas, áreas de inflamação ou de diminuição da perfusão tecidual; por outro lado, a análise cinemática apresenta uma alta sensibilidade para avaliar e caracterizar quantitativamente a locomoção e as adaptações da mesma diante de diferentes afecções. Se faz necessário a obtenção e descrição do mapa térmico da coluna vertebral e a caracterização dos parâmetros quantitativos de flexão, extensão e amplitude articular das articulações dos membros torácicos e pélvicos em cães da raça Dachshund que servirão de base para o desenvolvimento de parâmetros objetivos para monitorar as alterações neurológicas destas afecções, a resposta aos tratamentos e o retorno da função. Não existe até a presente data, trabalhos que descrevam os padrões termográficos da coluna vertebral e os dados cinemáticos da locomoção dos membros torácicos e pélvicos em cães de raças condrodistróficas, predispostos as afecções na coluna vertebral.

4 OBJETIVOS

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

4 OBJETIVOS

- I. Descrever o protocolo de obtenção e processamento da imagem termográfica da coluna vertebral;
- II. Definir o padrão termográfico normal das regiões de interesse da coluna vertebral de cães da raça Dachshund; comparar os lados direito e esquerdo e as diferentes regiões da coluna vertebral;
- III. Descrever o protocolo realizado para a preparação, obtenção e processamento da análise cinemática em cães da raça Dachshund;
- IV. Descrever os valores de mínimos de flexão, máximos de extensão e amplitude articular para as articulações dos membros torácicos e pélvicos dos lados direito e esquerdo que possam ser utilizados como parâmetros de referencia.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 COMITÊ DE ÉTICA

O estudo foi conduzido de acordo com as diretrizes e aprovação do projeto pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Experimentação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZUSP), protocolo N° 4292150616, antes da inclusão dos pacientes ao estudo. O termo de consentimento livre esclarecido contendo todas as informações dos procedimentos realizados durante o estudo foi entregue para todos os proprietários. O termo foi assinado e obtido de todos os proprietários antes da realização do estudo.

5.2 ANIMAIS

Foram incluídos no estudo 17 cães condrodistróficos da raça Dachshund. Todos os animais foram obtidos da rotina de atendimento do Hospital Veterinário (HOVET/USP). Os critérios de inclusão, e exclusão adotados neste estudo encontram-se listados a seguir:

Critérios de Inclusão

- Ter no mínimo 12 meses de idade;
- Não ter histórico de doença ortopédica ou neurológica;
- Não possuir qualquer doença sistêmica concomitante;

Critérios de Exclusão

- Uso de corticosteróides ou AINES há menos de 2 semanas;
- Evidência de doenças concomitantes como hemivértebra, seringomielia, embolismo ou neoplasia;
- Fêmea gestante.

- Apresentar déficit neurológico ou problema ortopédico determinado mediante a realização de exame neurológico e ortopédico completo;
- Apresentar alterações dos exames pré-anestésicos que impeçam a realização do exame tomográfico;
- Cães com comportamento agressivo ou agitado que não permitam a realização de algum dos testes;
- Cães com irregularidade das passagens obtidas durante a análise cinemática;
- Cães com evidencia tomográfica de compressão extradural que ocupe 25% ou mais do canal vertebral.

Após terem cumprido com os critérios de inclusão, foi realizado o exame físico e neurológico de cada animal. O exame físico e neurológico foi realizado sempre por dois médicos veterinários e a partir dos achados da avaliação foi atribuída uma pontuação baseada nos critérios de uma escala numérica funcional (FNS – HAYASHI; MATERA; PINTO, 2007) para determinar o estado neurológico de cada animal (Tabela 1). Os valores da escala variam de 0 a 23, 0 indicando o maior comprometimento da função neurológica e 23 indicando uma função neurológica normal. Para continuar no estudo cada cão avaliado teve que completar 23 pontos da escala FNS. Foi registrada a idade, sexo, peso corpóreo e qualquer terapia medica administrada prévia à avaliação.

As avaliações foram realizadas em duas etapas e os procedimentos obedecendo a seguinte sequência:

Dia 1: ao chegar no hospital o primeiro teste realizado foi a avaliação termográfica da coluna, seguido pela análise cinemática da locomoção dos cães, após isso foram realizados o exame físico e neurológico e a coleta de amostras de sangue para a realização de exames laboratoriais (Hemograma completo com contagem de plaquetas; função renal; função hepática e avaliação cardiológica quando necessário). Quando o animal não apresentava nenhuma alteração nos exames realizados no dia 1, era marcada a segunda avaliação. Caso

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

apresentasse alguma alteração ou estivesse impossibilitado de realizar algum dos testes, o animal era tratado e excluído do estudo.

Dia 2: foi realizada a avaliação pré-anestésica pelo serviço de Anestesia do HOVET/USP, após a constatação que o paciente estava apto para ser anestesiado, foi realizada a obtenção de imagens da coluna cervical, torácica, lombar e sacra por meio de tomografia computadorizada.

Tabela 1 - Critérios de pontuação da escala numérica funcional FNS utilizados para a avaliação da função neurológica em cães

<p>Ability to stand</p> <p>0 = Cannot stand even with assistance</p> <p>1 = Can stand and maintain standing, with assistance</p> <p>2 = Can stand and maintain standing, with assistance, and stand alone for 2 s</p> <p>3 = Can stand and maintain standing, with assistance, and stand alone for > 2 s</p> <p>4 = Can stand without assistance</p>
<p>Movement of pelvic limbs</p> <p>0 = Lack of movement</p> <p>1 = Movement of 1 pelvic limb and nonambulatory</p> <p>2 = Movement of both pelvic limbs and nonambulatory</p> <p>3 = Movement of both pelvic limbs and ambulatory, with weight bearing on 1 or both limbs without assistance, with ataxia</p> <p>4 = Movement of both pelvic limbs and ambulatory, with normal weight bearing and without falling</p>
<p>Deep pain perception</p> <p>0 = Lack of deep pain perception</p> <p>1 = Questionable deep pain perception and need to search in several digits or tail, detectable in 1 of the structures with doubtful response to stimuli</p> <p>2 = Isolated deep pain perception in 1 digit or tail and dog looks toward stimulated structure but does not vocalize</p> <p>3 = Deep pain perception, and dog appears to be more uncomfortable when stimulus applied</p> <p>4 = Unquestionable deep pain perception</p>
<p>Urinary control</p> <p>0 = Lack of urinary control (constant urinary retention or incontinence)</p> <p>1 = Almost constant urinary retention or incontinence</p> <p>2 = Urinary retention or incontinence is intermittent or occurs when the dog is manipulated; manual expression of bladder is required.</p> <p>3 = Intermittent urinary control and lack of incontinence</p> <p>4 = Complete urinary control</p>
<p>Ability to walk</p> <p>0 = Lack of motor function or ambulation</p> <p>1 = Ambulation only if dog supported in the abdominal or inguinal region</p> <p>2 = Ambulation without support, with intermittent ataxia</p> <p>3 = Ambulation without support, with rare ataxia or ataxia only over smooth or slippery ground</p> <p>4 = Normal ambulation</p>
<p>Movement of the tail</p> <p>0 = Lack of voluntary tail movement</p> <p>1 = Nonvoluntary tail movement</p> <p>2 = Intermittent voluntary tail movement</p> <p>3 = Normal tail movement</p>

Fonte: Hayashi (2007, p. 918).

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

5.3 AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA

Os cães foram avaliados, pré-medicados e anestesiados conforme protocolo instituído pelo Serviço de Anestesia do Departamento de Cirurgia da FMVZ – USP para a realização do exame por tomografia computadorizada de toda extensão da coluna vertebral de cada animal. Foram obtidas e analisadas imagens tomográficas da região cervical, torácica, lombar e sacra; iniciando com a vertebra cervical C1 e estendendo-se até a vertebra sacral S1, segundo protocolo instituído pelo Serviço de Diagnóstico por Imagem do Departamento de Cirurgia da FMVZ – USP.

As imagens foram obtidas com um equipamento helicoidal de 16 canais da marca Philips (Philips Mx 8000). O ajuste da técnica foi realizado pelo aparelho de acordo com a região estudada e as avaliações foram executadas com ajuda de software especializado (Horos v2.4.0), nos planos de imagem sagital, transversal e dorsal. A avaliação teve o intuito de localizar mineralização do disco intervertebral *in situ* e classifica-los em: < 25%, de 25-50% e > 50%. Também foram registradas a presenças de protrusão/extrusão do disco intervertebral e classificados como < 25%, 25–50% e > 50%. E por ultimo foram registradas as anomalias e alterações vertebrais.

5.4 AVALIAÇÃO TERMOGRÁFICA

Foi utilizada a câmera FLIR T650sc (Câmera termográfica *wi-fi*, com resolução de 307,000 pixels, sensibilidade de 30mK) para a obtenção das imagens termográficas. A obtenção das imagens foi feita antes da avaliação cinética e cinemática com um mínimo de contensão e resistência por parte do animal. Todas as imagens foram obtidas numa distancia do cão aproximada de 1 metro para a vista dorsal e de 1.5 metros para a vista lateral. Com a finalidade de diminuir os artefatos térmicos, as imagens foram obtidas na sala de atendimento, antes da realização dos outros testes, num ambiente fechado, sem correntes de ar, num ambiente controlado por ar-condicionado com temperatura de 21 graus centigrados, realizando aclimação prévia de 30 minutos do animal com o ambiente, evitando sempre o contato manual da região de interesse (região dorsal na totalidade da extensão da coluna vertebral), evitando o estresse do

animal, na presença do tutor, sendo manipulado pela região da cabeça, pescoço e o abdômen ventral.

Após o período da aclimatação o cão foi posicionado e foram adquiridas as imagens termográficas da vista dorsal e lateral, após isso foram colocadas fitas adesivas flexíveis sobre a pelagem do animal com a finalidade de obter pontos de referência anatômicos reconhecíveis na imagem termográfica na parte mais lateral direita e esquerda da região da asa do ílio, a décimo terceira vertebra torácica, a espinha da escápula e a asa do atlas, fora do alcance da região de interesse (RDI) da imagem termográfica. As fitas adesivas flexíveis foram retiradas após a obtenção das imagens.

Após a obtenção das imagens, estas foram salvas e analisadas utilizando o Software *FLIR® QuickReport*. Para a vista dorsal (Figura 1), a RDI foi calculada traçando uma linha paralela no meio da coluna vertebral e 4 linhas perpendiculares à coluna vertebral desde a região da asa do atlas até a região da asa do ílio. Foram posicionados pontos em cada intersecção das 4 linhas perpendiculares com a linha paralela e a coluna vertebral foi dividida em 6 áreas descritas a seguir:

- Ponto 1: Intersecção cervical localizada na região das assas do atlas.
- Ponto 2: Intersecção cérvico-torácica.
- Ponto 3: Intersecção toracolombar
- Ponto 4: Intersecção lombar.
- Área 1: Área entre a asa do atlas e a margem dorsal da espinha da escápula do lado direito.
- Área 2: Área entre a asa do atlas e a margem dorsal da espinha da escápula do lado esquerdo.
- Área 3: Área entre a margem dorsal da espinha da escápula e a décima terceira vertebra torácica do lado direito.
- Área 4: Área entre a margem dorsal da espinha da escápula e a décima terceira vertebra torácica

do lado esquerdo.

- Área 5: Área entre a décima terceira vertebra torácica e a asa do ílio do lado direito.
- Área 6: Área entre a décima terceira vertebra torácica e a asa do ílio do lado esquerdo.
- Área 7: Região cervical dorsal da coluna vertebral.
- Área 8: Região torácica dorsal da coluna vertebral.
- Área 9: Região lombar dorsal da coluna vertebral.

Figura 1 – Imagem termográfica da vista dorsal do Cão N°.15 mostrando os pontos e as áreas avaliadas com o Software FLIR Tools

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Para a vista lateral (Figura 2), a RDI foi calculada traçando 4 linhas perpendiculares tomando como referência cada um dos pontos reconhecíveis na imagem termográfica e a coluna vertebral foi dividida em 3 áreas:

- Área 1: Área entre a asa do atlas e a margem dorsal da espinha da escápula.
- Área 2: Área entre a margem dorsal da espinha da escápula e a décima terceira vertebra torácica.
- Área 3: Área entre a décima terceira vertebra torácica e a asa do ílio.

Foi reportada a temperatura em graus centígrados (°C) e foi obtida a temperatura de cada ponto; para as 9 áreas da vista dorsal e as 3 áreas da vista lateral reportadas a temperatura máxima, mínima e média.

Figura 2 – Imagem termográfica da vista lateral do Cão N°.17 mostrando as áreas avaliadas com o Software FLIR Tools

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

5.5. CINESIOLOGIA

A obtenção dos dados cinemáticos foi realizada no Laboratório do Aparelho Locomotor do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (LAL-VCI-FMVZ/USP).

5.5.1 Cinemática

Para avaliar a movimentação dos cães, foi utilizado o sistema de captura de movimento “Qualisys”. O sistema consiste em uma série de 8 câmeras de captura de movimento de alta velocidade de 250 Hz com resolução de 640 x 480 pixels, uma serie de marcadores reflexivos e um software “Qualisys Track Manager” (QTM) para a análise. Para a obtenção dos dados cinemáticos foi utilizado o software Visual 3D. O protocolo para a obtenção e análise dos parâmetros cinemáticas esta descrito a seguir.

5.5.1.1 Configuração e calibração do equipamento

Para poder realizar o cálculo dos parâmetros, o espaço analisado pelas câmaras precisou ser calibrado. O software precisa informação referente à orientação e posição de cada uma das câmaras e a calibração do equipamento foi realizada antes da obtenção das passagens de cada animal. O sistema permite um método de calibração dinâmico, na qual uma estrutura de referência em formato de “L” foi posicionada no ambiente assegurando-se que os 4 marcadores da estrutura se encontravam dentro do campo de visão das 8 câmaras. A seguir, foi selecionado um tempo de captura de 45 segundo e uma vara com marcadores refletivos foi movida em torno do ambiente (Figura 1); a calibração permitiu extrair o posicionamento e orientação de cada câmara através da avaliação da visão da vara de cada uma das câmaras durante a calibração. O sistema define automaticamente os eixos (x, y, z). Para todos os cães, o plano sagital (anteroposterior) foi definido como o plano-X, o plano vertical como plano-Z e os movimentos médio-laterais como o plano-Y.

Figura 3 – Posicionamento das 8 câmaras e calibragem do espaço de captura – Nota-se a largura e comprimento do espaço de captura

Fonte: Aristizabal Escobar ,Andrés Sebastian (2018).

Antes da realização da análise cinemática, foi permitido ao cão o reconhecimento do ambiente e após isso foram aderidos com fita adesiva no pelame de cada um dos cães marcadores esféricos reflexivos em pontos de referência anatômicos topográficos convencionalmente palpáveis citados abaixo. A localização dos marcadores esféricos refletivos aderidos no cão é captada pelas 8 câmaras de captura de movimento dispostas ao redor do ambiente enquanto os

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

cães caminham ao longo do espaço de marcha designado num trajeto retilíneo. Cinco ensaios validos foram avaliados com um numero máximo de 15 ensaios. Os 5 primeiros ensaios foram utilizados para aclimatar o animal e para que fosse considerado válido, o cão foi conduzido por um único guia e durante o ensaio o cão devia realizar a passagem andando em linha reta, sem desvio da cabeça, a uma velocidade constante e sem puxar a guia.

Pontos anatômicos de colocação dos 27 marcadores (Figura 4):

- Crista occipital (#1).
- Bordo dorsal da espinha da escapula lado direito e esquerdo (#2).
- Tubérculo maior do úmero lado direito e esquerdo (#2).
- Epicôndilo lateral do úmero lado direito e esquerdo (#2).
- Processo estilóide ulnar lateral lado direito e esquerdo (#2).
- Cabeça distal do quinto metacarpo lado direito e esquerdo (#2).
- Bordo dorsal da asa do ílio lado direito e esquerdo (#2).
- Trocanter maior do fêmur lado direito e esquerdo (#2).
- Epicôndilo lateral do fêmur lado direito e esquerdo (#2).
- Maléolo lateral da tíbia lado direito e esquerdo (#2).
- Cabeça distal do quinto metatarso lado direito e esquerdo (#2).
- Apófise espinhosa da vértebra cervical C1 (#1).
- Apófise espinhosa da vertebra cervical C7 (#1).
- Apófise espinhosa da vertebra torácica T3 (#1).

- Apófise espinhosa da vertebra torácica T12 (#1).
- Apófise espinhosa da vértebra lombar L3 (#1).
- Apófise espinhosa da vertebra sacra S1 (#1).

Figura 4 – Esquema representativo do posicionamento dos 27 marcadores refletivos sobre a pelagem do cão N^o. 4

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

5.5.1.2 Obtenção e análise dos dados cinemáticos

Antes de começar com a coleta de dados, foi realizado o posicionamento estático do paciente com marcadores reflexivos para a visualização dos 27 marcadores e a obtenção da captura estática (Figura 5).

A obtenção e análise dos dados cinemáticos de cada cão, foi realizada conforme os seguintes passos:

5.5.1.2.1 *Obtenção das 5 passagens validas de cada cão com o Software Qualisys QTM “Qualisys Track Manager”*

Antes de obter os parâmetros cinemáticos com o software Visual 3D, cada uma das 5 passagens validas de cada animal precisou ser processada pelo software Qualisys QTM para assim poder ser exportada.

I. Criação do modelo para AIM (Identificação automática de marcadores) a

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

partir da captura estática com identificação das trajetórias. O modelo com identificação da trajetória dos 27 marcadores reflexivos aderidos nos pontos anatômicos de referência pode ser visto na (Figura 6).

- II. Durante a aplicação do modelo AIM em cada umas das 5 passagens de cada cã para a obtenção dos dados cinemáticos existem artefatos provenientes de objetos que possam refletir a luz e podem ser captados pelas câmaras. Os artefatos de cada passagem foram eliminados antes da avaliação da trajetória.
- III. Avaliação da trajetória da passagem após aplicação do AIM para obtenção de dados cinemáticos; passagem pronta para ser exportada e analisada com Software Visual 3D (Figura 7). Precisa ser avaliada a trajetória a fim de verificar a regularidade das passagens.

5.5.1.2.2 Com o software Visual 3D

- a. Criação do modelo de processamento padrão para a obtenção dos dados cinemáticos com o Software Visual3D (o modelo de processamento padrão permite a definição de segmentos para ser utilizado na criação do comando de processamento de dados ‘*Pipeline*’).
- b. Definição dos pontos de referência reais e criação dos pontos de referência virtuais com do Software Visual3D para criação do modelo de processamento padrão e do comando de processamento de dados (Figura 8).
- c. Definição dos segmentos rígidos no processo de criação do modelo de processamento padrão utilizando os pontos de referência previamente criados (Figura 9).
- d. Incorporação dos segmentos rígidos para a criação do modelo de processamento

padrão para obtenção dos dados cinemáticos com Software Visual3D (Figura 10).

- e. Inclusão dos comandos de processamento de dados “*pipeline*” no Visual3D para posterior execução sobre a captura das passagens dos cães (Figura 11).
- f. Comandos inseridos no comando de processamento de dados “*Pipeline*” utilizando o modelo de processamento padrão. Comando utilizado para processamento das passagens de cada cão para a obtenção dos dados cinemáticos (Figura 12).
- g. Execução do comando de processamento de dados “*pipeline*” sobre a passagem do cão N° 1 (Figura 13).
- h. Registro dos frames dos ciclos correspondentes de cada uma das articulações alvo com seu respectivo gráfico comprovando a regularidade do ciclo para a obtenção de dados cinemáticos (Figura 14).

Figura 5 – Posicionamento do Cão N°1 com marcadores esféricos reflexivos para a obtenção da captura estática

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

Figura 6 – Modelo AIM (Identificação automática de marcadores) dos 27 marcadores esféricos reflexivos. Modelo criado a partir da captura estática do cão N^o 1

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 7 – Avaliação da trajetória de captura de cada uma das 5 passagens validas dos cães condrodistróficos

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 8 - Definição dos pontos de referência reais e criação dos pontos de referência virtuais com o software Visual3D

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 9 - Definição dos segmentos rígidos do modelo de processamento padrão utilizando o software Visual3D para obtenção dos dados cinemáticos

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 10 - Modelo de processamento padrão utilizado para a obtenção dos dados cinemáticos com software Visual3D

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 11 – Comandos inseridos no comando de processamento de dados “pipeline” no Software Visual3D

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 12 – Comando de processamento de dados “*pipeline*”. Modelo executado em cada uma das passagens dos 5 cães condrodistróficos para a obtenção dos dados cinemáticos

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Figura 13 – Comando de processamento de dados “*pipeline*” executado sobre a passagem do cão N° 1 para a obtenção dos dados cinemáticos

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

Figura 14 - Registro dos frames dos ciclos correspondentes de cada uma das articulações alvo com seu respectivo gráfico

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Foram registradas em 360 graus de amplitude as curvas do movimento do ângulo articular em relação ao tempo (valores de máxima extensão, mínimo de flexão, e a amplitude articular) durante a locomoção para as articulações coxofemorais, fêmuro-tíbio-patelares, tíbio-társicas, escápulo-umerais, úmero-radio-ulnares e radio-cárpicas do lado direito e esquerdo do animal obtido no plano sagital (x, z). Quando o valor ultrapassava os 180 graus, era subtraído o valor aferido de 360 virando o ângulo interno da flexão. Para essas articulações as médias serão comparadas entre o membro direito e esquerdo.

5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi calculada e reportada a estatística descritiva (media e o desvio padrão) do peso, da idade e para cada parâmetro dos dados termográficos da coluna e os dados cinemáticos dos membros torácicos e pélvicos de cada animal.

5.6.1 Dados termográficos

5.6.1.1 Vista dorsal da imagem termográfica

Para comparar os pontos das imagens termográficas foi utilizado o teste de Friedman seguido do post hoc de Nemenyi para identificar quais pontos apresentavam diferenças significativa. Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Andreson-Darling para então decidir qual teste estatístico seria utilizado. Para os dados que apresentaram distribuição normal (Temperaturas máxima, mínima e média das áreas 1, 2, 3, 4, temperatura mínima e média das áreas 5 e 6) foi utilizado o teste T-pareado para identificar as possíveis diferenças entre o lado direito e esquerdo das imagens termográficas. Para os valores mínimos obtidos dos pontos 5 e 6 que não apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Para as comparações entre as áreas 7, 8 e 9 os testes ANOVA para medidas repetidas (valores de temperatura máxima e média) e o teste de Friedman seguido de post hoc de Nemenyi (para os valores de temperatura mínima).

5.6.1.2 Vista lateral da imagem termográfica

Para as comparações entre as áreas 1, 2 e 3 da vista lateral da imagem termográfica foram utilizados os testes ANOVA para medidas repetidas (para os valores de temperatura mínima) e o teste de Friedman seguido de post hoc de Nemenyi (para os valores de temperatura máxima e média).

5.6.2 Análise cinemática

Todos os dados cinemáticos de cada uma das articulações dos membros torácicos e pélvicos do lado direito e esquerdo dos 17 cães foram submetidos ao teste de normalidade usando o teste Shapiro-Wilk. Para comparar os valores cinemáticos do lado direito e esquerdo de máxima extensão, mínimo de flexão, e a amplitude articular foi utilizado o teste T-pareado.

Todos os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Andreson-Darling para então decidir qual teste estatístico seria utilizado. Para os dados que apresentaram

distribuição normal (Temperaturas máxima, mínima e média das áreas 1, 2, 3, 4, temperatura mínima e média das áreas 5 e 6) foi utilizado o teste T-pareado para identificar as possíveis diferenças entre o lado direito e esquerdo das imagens termográficas.

O grau de significância estabelecido para os testes estatísticos foi 5% ($p < 0,05$). Os testes estatísticos foram realizados em programa de computador (RStudio, versão 0.99.903 - © 2009-2016 RStudio, Inc).

OBS. O teste de Friedman compara todas as áreas ao mesmo tempo e calcula um valor de P para identificar se existe uma diferença entre as medianas, porém esse valor obtido não mostra onde existe a diferença. O post hoc de Nemenyi faz comparações dois a dois e calcula valores para cada comparação. Esse teste localiza onde a diferença significativa se encontra. Por isso temos 2 valores de P.

6 RESULTADOS

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

6 RESULTADOS

6.1 POPULAÇÃO

Os dados referentes aos nomes, prontuário, idade, sexo, peso e tipo de pêlo de cada um dos animais esta apresentado na Tabela 2. Foram incluídos 17 animais da espécie canina, da raça Dachshund sem histórico de claudicação, doença ortopédica ou neurológica. Sendo 47,1% machos e 52,9% fêmeas. A media do peso corpóreo foi de 7,5Kg variando de 4,8Kg até 9.7Kg, a idade media foi de 6,4 anos com desvio padrão (DP) de 2,9. Durante o exame neurológico, nenhum animal mostrou evidências de alterações na locomoção, déficit neurológico ou dor na palpação epaxial. Todos os cães pontuaram 23 dos 23 pontos na escala numérica funcional para determinação do estado neurológico.

Nenhum cão apresentou alterações nos exames laboratoriais e avaliação cardiológica o que permitiu a realização da tomografia computadorizada. Foi realizada a análise tomográfica, termográfica e a análise cinemática dos 17 cães (Figura 15).

Figura 15 - Cão No. 12. Imagens referentes a: 1. Tomografia. 2. Cinemática. 3. Termografia. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ/USP), 2018

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Tabela 2 - Dados de identificação, idade, sexo, peso e tipo de pelagem dos 17 cães da raça Dachshund que participaram do estudo

Nome Paciente	Número	Prontuário	Idade	Sexo	Peso (Kg)	Pelagem
		o	(anos)			
ANINA	01	254222	2	Fêmea	7,3	Curto
CHUVISCO	02	251170	6	Macho	9	Curto
SPOCK	03	251646	8	Macho	9,3	Curto
FRUTTY	04	244826	7	Fêmea	8,2	Curto
MIKA	05	251468	9	Fêmea	6,5	Curto
BOB JUNIOR	06	251395	5	Macho	8,2	Curto
TODDY	07	259386	2	Macho	4,8	Curto
LUPITA	08	255871	2	Fêmea	6,5	Curto
ODIE	09	255332	8	Macho	5,7	Longo
SAKURA	10	253704	4	Fêmea	6,3	Longo
DEMI	11	253847	4	Fêmea	7,5	Longo
NINA	12	253703	10	Fêmea	9	Curto
PITTY	13	253705	8	Fêmea	5,8	Curto
SHAUN	14	256001	10	Macho	7,4	Curto
RAJ	15	256002	5	Macho	8,2	Longo
MALU	16	254982	7	Fêmea	9,7	Curto
AGOSTINHO	17	254985	11	Macho	8,8	Curto

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

6.2 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Todos os cães apresentaram evidencia tomográfica de calcificação do DIV em diferentes regiões da coluna vertebral (Figura 16). Os resultados da avaliação da coluna referente à presença de mineralização in situ e protrusão do DIV em cada um dos espaços intervertebrais encontram-se na tabela 2. Referente às anomalias e alterações vertebrais, 64,7% dos cães tiveram evidencia de espondilose, 17,6% de diminuição do espaço intervertebral, 29,4% de esclerose, 11,7% apresentaram área de lise em corpo vertebral, 1 cão teve evidencia de vertebra de transição em C7, 1 cão teve evidencia de lombarização de T13 e o cão número 5 teve evidencia de extrusão do disco intervertebral L7-S1. Nenhum dos 17 cães apresentou evidencia tomográfica de compressão extradural da medula espinhal nem alterações da coluna vertebral que pudessem comprometer a locomoção do animal.

Figura 16 - Corte transversal (1) e sagital (2) da tomográfica computadorizada do Cão N° 3 com evidencia protrusão entre as vertebrais lombares L4-L5 ocupando menos de 25% do espaço do canal medular

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Tabela 3 - Quantificação da mineralização e protrusão do disco intervertebral de cada um dos espaços intervertebrais de cães Dachshund. DIV = Disco intervertebral; C = cervical; T = torácica; L = lombar; S = lácra

	C2-C3	C3-C4	C4-C5	C5-C6	C6-C7	C7-T1	T1-T2	T2-T3	T3-T4
Mineralização DIV < 25%	10	8	7	5	4	8	6	10	7
Mineralização DIV 25-50%	1	1	0	1	1	0	1	0	0
Mineralização DIV > 50%	0	1	0	0	0	1	1	1	0
Protrusão DIV < 25%	3	0	2	1	3	0	0	0	0
Protrusão DIV 25-50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protrusão DIV > 50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	T4-T5	T5-T6	T6-T7	T7-T8	T8-T9	T9-T10	T10-T11	T11-T12	T12-T13
Mineralização DIV < 25%	5	10	6	11	10	8	7	5	4
Mineralização DIV 25-50%	1	0	1	0	1	1	0	1	1
Mineralização DIV > 50%	1	1	1	0	0	1	0	0	0
Protrusão DIV < 25%	0	1	0	1	3	0	2	1	3
Protrusão DIV 25-50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Protrusão DIV > 50%	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	T13-L1	L1-L2	L2-L3	L3-L4	L4-L5	L5-L6	L6-L7	L7-S1
Mineralização DIV < 25%	8	6	10	7	5	10	6	11
Mineralização DIV 25-50%	0	1	0	0	1	0	1	0
Mineralização DIV > 50%	1	1	1	0	1	1	1	0
Protrusão DIV < 25%	0	0	0	0	0	1	0	1
Protrusão DIV 25-50%	0	0	0	0	0	0	0	0
Protrusão DIV > 50%	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

6.3 ANÁLISE TERMOGRÁFICA

A temperatura dos 4 pontos comparando a temperatura entre as diferentes regiões encontra-se na tabela 3. Houve diferença estatística entre os pontos 1 e 3 ($p = 0,015$) e entre os pontos 2 e 3 ($p = 0,033$). O ponto médio de maior temperatura encontrado foi no ponto 3, correspondente à região toracolombar.

Tabela 4 - Temperatura em °C e desvio padrão dos 4 pontos da região cervical (Ponto 1), torácica (Ponto2), toracolombar (Ponto 3) e lombar (Ponto 4) da vista dorsal da coluna vertebral em cães da raça Dachshund

Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Valor de p
30,57 ± 1,85	30,83 ± 2,05	32,36 ± 2,39	31,55 ± 1,70	0,009931

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

A temperatura máxima, mínima e média das 6 áreas da coluna vertebral na vista dorsal encontra-se na tabela 4. Foi realizada a comparação entre as áreas 1 e 2, 3 e 4 e 5 e 6. Não houve diferença estatística entre os lados direito e esquerdo da imagem termográficas dos cães

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

Dachshund, indicando uma distribuição simétrica da temperatura entre os lados. Após comprovar a simetria entre os lados, foi realizada a comparação entre as áreas 7, 8 e 9 a fim de detectar diferenças entre as regiões cervical, torácica e lombar dorsal da coluna vertebral. Houve diferença significativa apenas na temperatura mínima entre as regiões 7 e 9. A média, o DP e o valor p podem ser encontrados na tabela 4.

Não houve diferença significativa entre a temperatura máxima, mínima e média das 3 áreas da vista lateral. A tabela 5 mostra os valores das medias, DP e os respectivos valores p para a vista lateral.

Tabela 5 - Temperatura máxima, mínima e media em °C e desvio padrão das áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9 da vista dorsal da coluna vertebral em cães da raça Dachshund.

	Área 1	Área 2	Valor de p	
Máxima	32,75 ± 1,26	32,88 ± 1,20	0,3491	
Mínima	27,83 ± 1,97	27,76 ± 1,87	0,541	
Média	30,21 ± 1,74	30,23 ± 1,71	0,8339	
	Área 3	Área 4		
Máxima	33,85 ± 1,26	33,78 ± 1,14	0,5451	
Mínima	28,84 ± 2,39	28,67 ± 2,35	0,1339	
Média	31,47 ± 1,58	31,32 ± 1,72	0,1807	
	Área 5	Área 6		
Máxima	33,65 ± 1,21	33,58 ± 1,23	0,5684	
Mínima	29,46 ± 2,23	29,46 ± 2,62	1	
Média	31,82 ± 1,74	31,76 ± 1,68	0,5589	
	Área 7	Área 8	Área 9	Valor de p
Máxima	32,87 ± 1,29	33,95 ± 1,22	33,7 ± 1,37	0,171
Mínima	27,86 ± 1,81	28,98 ± 2,43	30,14 ± 2,57	0,0001621
Média	30,26 ± 1,72	31,55 ± 1,70	32,02 ± 1,75	0,174

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

Tabela 6 - Temperatura máxima, mínima e média em °C e desvio padrão das 3 áreas da vista lateral da coluna vertebral em cães da raça Dachshund

	Área 1	Área 2	Área 3	Valor de <i>p</i>
Máxima	32,99 ± 1,22	33,52 ± 0,90	33,33 ± 1,10	0,4548
Mínima	28,06 ± 2,64	28,51 ± 2,47	29,4 ± 2,48	0,0926
Média	30,32 ± 1,80	31,23 ± 1,67	31,50 ± 1,64	0,7903

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

6.4 ANÁLISE CINEMÁTICA

Foram estudados os ângulos articulares computados do lado direito e esquerdo dos cães a partir dos marcadores reflexivos de 5 passagens validadas de cada animal, com o valor do ângulo diminuindo durante a flexão e aumentando durante a extensão para as articulações coxofemorais, fêmuro-tíbio-patelares, tíbio-társicas, escápulo-umerais, úmero-radio-ulnares e radio-cárpicas. A velocidade do passo durante as passagens foi mantida entre 1,2 e 1,5m/seg

Os valores mínimos de flexão, máximos de extensão e amplitude de movimento dos membros pélvicos podem ser vistos na Tabela 6. Os valores mínimos de flexão, máximos de extensão e amplitude de movimento dos membros torácicos podem ser vistos na Tabela 7. Todos os valores apresentaram distribuição normal e não apresentaram diferença estatística quando comparados os lados direito e esquerdo de cada umas das articulações dos membros torácicos e pélvicos. Houve interferência por parte do sistema na obtenção dos dados cinemáticos dos carpos devido ao não reconhecimento do marcador posicionado na cabeça distal do quinto metatarso.

Tabela 7 - Média dos ângulos articulares mínimo, máximo e amplitude articular dos membros pélvicos e membros torácicos dos cães condrodistróficos Dachshund durante a locomoção

Articulação	Ângulo Articular	Direito	Esquerdo	p - Valor
Coxofemoral	Mínima	92,01 ± 9,67	94,48 ± 15,96	0,4918
	Máxima	122,35 ± 12,21	123,22 ± 17,41	0,82
	Amplitude	30,57 ± 6,15	28,27 ± 6,98	0,07413
Joelho	Mínima	146,25 ± 13,84	146,16 ± 15,62	0,9829
	Máxima	81,45 ± 10,32	84,26 ± 13,64	0,2831
	Amplitude	64,80 ± 14,99	61,90 ± 12,34	0,4147
Tibiotarsica	Mínima	82,88 ± 8,54	88,03 ± 13,32	0,1237
	Máxima	144,6 ± 13,77	147,29 ± 11,76	0,4024
	Amplitude	61,13 ± 10,81	57,24 ± 11,59	0,1454
Ombro	Mínima	134,35 ± 16,41	130,27 ± 10,62	0,3672
	Máxima	100,8 ± 13,07	96,53 ± 11,52	0,2603
	Amplitude	33,55 ± 9,41	33,74 ± 7,83	0,9109
Cotovelo	Mínima	100,31 ± 17,46	102,5 ± 20,34	0,5534
	Máxima	165,11 ± 16,15	164,93 ± 15,91	0,9539
	Amplitude	61,01 ± 14,33	61,42 ± 14,15	0,8304
Radiocárpica	Mínima	Interferência	Interferência	
	Máxima	Interferência	Interferência	
	Amplitude	Interferência	Interferência	

Fonte: Aristizabal Escobar, Andrés Sebastian (2018).

7 DISCUSSÃO

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

7 DISCUSSÃO

Os objetivos deste trabalho foi descrever o padrão termográfico da coluna vertebral e estabelecer os parâmetros cinemáticos da locomoção de cães da raça Dachshund considerados hígidos ao exame neurológico e sem evidencia de lesões compressivas na medula espinhal em toda a extensão da coluna vertebral comprovado por meio da tomografia computadorizada visando contribuir com a elaboração do mapa termográfico e na compreensão do fenômeno da locomoção deste padrão racial. O estudo se focou exclusivamente na raça Dachshund por estes ter um risco de vida de 19-24% de apresentação de doença do disco intervertebral (BALL, 1982; BERGKNUT, 2012a) e uma alta incidência na apresentação de alterações da coluna vertebral (OLBY, 2001; GRIFFIN, 2009). A extrusão do material discal dentro do canal espinal pode resultar em vários graus de déficits sensoriais e motores, dependendo da severidade e o local da extrusão sendo uma causa importante de deficiência permanente em cães (TOOMBS, 2003).

Nenhum dos cães tinha histórico de alteração ortopédica ou neurológica e durante o exame físico e neurológico não foram detectadas cicatrizes ou outro tipo de lesão no trajeto dorsal da coluna vertebral, além disso nenhum dos cães demonstrou dor quando realizada a palpação epaxial da coluna e todos os cães tiveram um período de aclimação num ambiente controlado com temperatura de 21 graus centígrados durante 30 minutos antes da obtenção das imagens. Não houve diferencia estatística quando comparadas as temperaturas dos lados direito e esquerdo da região dorsal da coluna vertebral cervical, torácica e lombar indicando simetria entre a temperatura dos dois lados do animal. Um dos fatores mais importantes na realização de exames termográficos é o uso de um ambiente controlado para a obtenção das imagens; foi instituída uma temperatura de 21 graus para o ambiente com base em estudos realizados em humanos (BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003; KENNEDY et al., 2009) em equinos (TURNER, 2001) e em cães (LOUGHIN, 2007). Pavelski (2015) observou a variação no padrão termográfico quando o animal esta fora da sala com temperatura controlada, ressaltando a importância das condições do ambiente para a obtenção das imagens; além das variações de

temperatura, as correntes de ar das janelas e portas e os focos de luz fortes pode ter um efeito significativo nas imagens (GEBREMEDHIN; WU, 2001).

Dos 17 cães avaliados no estudo, 13 tinham pêlo curto e 4 pêlo longo. Sabe-se que a espessura do revestimento da pelagem tem um efeito sobre a capacidade de isolamento (HAMMEL, 1955,) e que a radiação na superfície em animais com pêlo é determinada pelo gradiente de temperatura entre a pele e a superfície de revestimento sendo que a pelagem funciona como proteção fisiológica contra a perda excessiva de calor (MCCAFFERTY, 2007). Como resultado disso foi observado que as diferentes pelagens diferem na aparência da imagem termográfica e o pêlo longo pode dificultar a avaliação da imagem e a localização da RDI. Apesar disso todos os valores termográficos médios apresentaram uma distribuição normal entre os 17 animais; seriam necessários mais estudos raspando a pelagem do animal sobre a RDI para determinar a verdadeira influencia da pelagem sobre a imagem termográfica, porém não é viável e muitas vezes indesejável por parte do proprietário principalmente em cães sem alteração que justifique o procedimento. Até a data não existem trabalhos que considerem as possíveis variações no mapa térmico dependendo da raça. Com o anterior, ressalta-se a importância de levar em consideração essas fontes de variação e realizar os estudos com indivíduos com características similares e nas mesmas condições de ambiente controlado.

Como parte do processo de avaliação da imagem termográfica é importante a utilização de algum tipo de elemento sobre as estruturas anatômicas que criem artefatos sobre a imagem termográfica e permitam a identificação da RDI (DENOBLE, 2010). Foram colocadas fitas adesivas flexíveis sobre a pelagem de cada animal na parte mais distal de pontos anatômicos facilmente reconhecíveis a fim de facilitar a identificação da RDI na imagem termográfica. Sabendo que os artefatos podem interferir com avaliação e interpretação da imagem termográfica (ÇETİNKAYA, 2012), foram obtidas imagens termográficas antes e depois da colocação das fitas adesivas, as fitas foram posicionadas na parte mais lateral de cada região, fora do alcance da RDI e o cão foi segurado para evitar o movimento das fitas devido ao movimento da pele ou da pelagem do animal. Além disso, a tecnologia da câmara termográfica utilizada no presente

trabalho permite a obtenção simultânea da fotografia digital com a da imagem termográfica, mesmo assim a utilização deste tipo de artefatos facilita o reconhecimento de estruturas e o delineamento da RDI.

As análises estatísticas detectaram diferenças significativas obtidas entre os pontos 1 e 3 ($30,57 \pm 1,85$ VS $32,36 \pm 2,39$), entre os pontos 2 e 3 ($30,83 \pm 2,05$ VS $32,36 \pm 2,39$) e entre a temperatura mínima das áreas 7 e 9 ($27,86 \pm 1,81$ VS $30,14 \pm 2,57$). Os pontos com diferenças significativas representam a temperatura da intersecção cervical, cérvico-torácica e toracolumbar respectivamente e as áreas 7 e 9 representam a região cervical dorsal e a região lombar dorsal da coluna vertebral. Isso mostra uma diferença importante na temperatura da região cervical comparada com a temperatura da região toracolumbar.

Existem poucos trabalhos que caracterizem o mapa térmico em cães hígidos (LOUGHIN; MARINO, 2007, PAVELSKI et al., 2015, MCGOWAN et al., 2015; INFERNUSO; LOUGHIN; MARINO, 2010). A maioria destes trabalhos se focaram nos membros e em alterações neoplásicas dos animais e só dois trabalhos (GROSSBARD et al., 2014; KIM et al., 2005) utilizam a termografia como um método de avaliação da coluna vertebral, mas referem-se apenas a uma região específica da coluna vertebral (toracolumbar) e comparam um grupo de cães controle com cães com afecção da coluna toracolumbar. No presente estudo, só a temperatura mínima entre as áreas 7 e 9 tiveram diferença estatística, mas a temperatura máxima, mínima e média encontrada na região cervical foi menor que a temperatura encontrada na região torácica e na região lombar (Tabela 4). Uma possível explicação é a função que cumpre a musculatura epaxial em cada região. Na região cervical, a musculatura estabiliza os segmentos da cabeça, pescoço e tórax produzindo os movimentos e gerando suporte da cabeça contra as forças gravitacionais (WEBSTER; HUDSON; CHANNON, 2014). Por outro lado, a musculatura epaxial da região torácica e lombar tem várias funções durante a locomoção e são responsáveis pela movimentação e estabilização dinâmica do tronco e ligam as vertebrae para garantir a integridade da coluna (SCHILLING; CARRIER, 2010). Considerando o anterior, pode-se supor que a musculatura epaxial da região toracolumbar tem uma maior atividade e demanda muscular;

uma maior atividade muscular durante a locomoção gera uma maior produção de calor (VAINIONPAA et al., 2012) e poderia explicar as diferenças de temperatura entre as regiões.

A análise termográfica é uma modalidade de imagem não invasiva, não irradiante, de baixo custo e de fácil avaliação que permite a obtenção do mapa térmico da coluna vertebral em cães da raça Dachshund. O uso da termografia na prática clínica não tem como objetivo substituir o exame clínico e sim melhorá-lo. Para poder aproveitar ao máximo os dados termográficos obtidos durante a análise termográfica em cães, estes não devem ser interpretados isoladamente, mas devem ser correlacionados com o histórico, sinais e exame clínico e outros testes diagnósticos.

A análise da locomoção é uma etapa fundamental durante a realização do exame ortopédico e neurológico de cães. Nesta etapa a marcha do animal é visualmente avaliada enquanto o animal anda em linha reta com a finalidade de caracterizar o movimento dos membros e classificar a alteração do movimento como claudicação, ataxia, paresia ou plegia e é usado na rotina clínica para diagnosticar e monitorar a progressão de uma doença (MARSOLAIS et al., 2003); porém, pelo fato de se basear na simples observação e depender das habilidade e experiência de cada avaliador, é considerado um método subjetivo e impreciso pelo que se limita a avaliação qualitativa da marcha (HARRIS; WERTSH, 1994; WINGFIELD; STEAD, 1993). Durante a realização do exame neurológico dos Dachshund, nenhum dos 17 cães apresentaram alterações compatíveis com claudicação, ataxia ou paresia durante a análise observacional da locomoção e todos os cães tiveram uma pontuação de 23 pontos baseados nos critérios da escala numérica funcional (FNS), indicando uma função neurológica normal.

Com o intuito de diminuir a subjetividade da análise observacional, tem sido utilizados múltiplos observadores, avaliação de fitas de vídeo, uso de escala numérica funcional, escala analógica visual e procedimentos semiquantitativos na tentativa de caracterizar a disfunção dos membros em cães, mas independentemente do método utilizado a subjetividade e variabilidade na observação dos avaliadores pode estar presente (WELSH; GETTINBY; NOLAN, 1993;

CONZEMIUS et al., 1997; OLBY et al., 2001); por este motivo a análise observacional da locomoção é considerado como um método subjetivo e com menor sensibilidade quando comparado com os métodos objetivos e quantitativos de avaliar a locomoção (QUINN et al., 2007). No estudo, foi demonstrada a superioridade dos métodos objetivos sobre os métodos subjetivos em caracterizar a locomoção dos cães da raça Dachshund; enquanto a escala numérica funcional classificou o movimento complexo dos membros como um todo, a análise cinemática forneceu dados numéricos e objetivos que permitiram descrever de maneira quantitativa os movimentos de flexão, extensão e a amplitude articular de cada uma das articulações dos membros torácicos e pélvicos.

Na atualidade, como parte da tecnologia disponível para a realização da análise cinemática existem equipamentos que permitem a análise bidimensional e tridimensional da locomoção. A análise bidimensional descreve a marcha do animal com base no plano sagital; por outro lado os equipamentos tridimensionais fornecem uma análise desde os planos sagital, transverso e longitudinal (CHAILLEUX et al., 2007; FOSS; DA COSTA; MOORE, 2013). No estudo foram relatados os valores numéricos das articulações dos membros torácicos e pélvicos do lado direito e esquerdo de cães da raça Dachshund no plano sagital com um equipamento que permite uma análise tridimensional, com isto conseguiu-se obter os valores dos picos máximos de extensão e flexão assim como o cálculo da amplitude do movimento articular. Sabe-se que a amplitude de movimento da articulação é predominante no plano sagital quando comparadas com o plano transverso e longitudinal (FU, TORRES E BUDSBERG, 2010). Kim et al. (2008) compararam os sistemas bidimensional e tridimensional para a análise cinemática e concluíram que a abordagem bidimensional fornece dados acurados, repetitivos e de concordância com a análise tridimensional do movimento articular no plano sagital dos membros pélvicos em cães; sendo assim os dados obtidos no estudo podem ser utilizados como parâmetros de base no estudo de afecções ortopédicas e neurológicas e na avaliação de tratamentos.

Dentre os desafios da análise instrumentada da locomoção, o estabelecimento de dados de cada raça é de grande importância a fim de estabelecer se existem ou não diferenças dos parâmetros devido ao porte do animal. Nosso estudo descreveu os parâmetros cinemáticos de

cães da raça Dachshund, um padrão racial considerado como condrodistróficos. A raça apresenta uma alteração genética responsável pela condrodistrofia e pela apresentação da doença do disco intervertebral (BROWN et al., 2017). Diferenças significativas foram observadas entre cães Labrador Retriever e Greyhounds, sendo que os Greyhounds realizam menor número de passos e os passos são mais longos (BERTRAM et al., 2000). Do mesmo modo foi relatado que cães Rotweiler tem um deslocamento angular do joelho e o tarso maior do que os Labradores Retrievers, o que se traduz numa maior amplitude articular do joelho (AGOSTINHO et al., 2011). Em cães é importante definir os intervalos dos valores de populações híbridas evitando a possível variabilidade dos dados devido às raças, tamanho e forma.

Cada raça tem uma maneira diferente de se locomover, motivo pelo qual é importante criar um banco de dados de referência dos parâmetros da locomoção que forneçam dados básicos da locomoção. No conhecimento do autor, só existe um trabalho que descreve os parâmetros da locomoção de cães Dachshund, comparando um grupo controle com cães submetidos a hemilamiectomia para o tratamento da extrusão do disco intervertebral na região toracolombar; porém o estudo só relatou os valores dos membros pélvicos e o tamanho do grupo controle foi considerado baixo e uma limitação do estudo (SUTTON et al., 2016), além disso não foi realizado nenhum exame de imagem para comprovar a ausência de lesão compressiva da medula espinhal que pudesse afetar os parâmetros.

Apesar de ter sido determinado com ajuda da dinâmica inversa que o lado direito é o lado dominante dos membros pélvicos de cães Labrador Retriever, concluindo que cães híbridos podem ter um lado dominante e apresentar assimetria nos membros (COLBORNE et al., 2011); outros autores realizaram estudos cinemáticos do plano sagital e não detectaram diferenças entre o lado direito e esquerdo dos membros torácicos e pélvicos, sugerindo que existe simetria entre os lados e que cães híbridos apresentam uma marcha simétrica, onde o movimento dos membros de um lado é repetido pelos membros do lado contralateral (GILLETTE; ZEBAS, 1999; AGOSTINHO et al., 2011). Do mesmo modo, os 17 cães Dachshund não tiveram diferença estatística nos parâmetros cinemáticos obtidos no plano sagital entre as articulações dos membros torácicos e pélvicos, sugerindo simetria entre o lado direito e esquerdo dos membros.

Uma das principais fontes de variação dos dados cinemáticos é conhecida como ‘‘Soft tissue artifact’’ (artefatos de tecidos moles); eles acontecem quando os marcadores reflexivos grudados sobre a pele do animal deslocam-se durante a marcha devido às estruturas esqueléticas que se encontram abaixo deles afetando os dados cinemáticos (VANWEEREN; VANDENBOGERT; BARNEVELD, 1990; LEARDINI et al., 2005). Apesar de ter sido demonstrado as possíveis interferências geradas por estes STA (SCHWENCKE et al., 2009; KIM, 2011), os valores cinemáticos das articulações dos membros torácicos e pélvicos neste estudo apresentaram uma distribuição normal e não tiveram diferença estatisticamente significativa quando comparados o lado direito e esquerdo do animal que pudesse sugerir que os artefatos de tecidos moles afetaram os parâmetros; indicando assim que os 17 cães da raça Dachshund exibiram ao passo um padrão do movimento da pele homogêneo e bilateral, sugerindo que a mensuração dos ângulos articulares obtidos com marcadores reflexivos na pele são igualmente afetados em cada lado do animal. Além disso, tentando diminuir erros no posicionamento dos marcadores reflexivos, um único avaliador posicionou os marcadores e as primeiras 5 passagens foram utilizadas como treinamento para habituar os cães ao espaço e garantir a um padrão de marcha consistente durante a obtenção dos dados (FANCHON, 2009).

A habituação faz diferença no processo para alcançar uma marcha constante e repetitiva, sendo necessária uma fase de aprendizagem antes da habituação aonde ocorrem mudanças dentro da marcha e não é considerada como consistente (ALTON, 1998). Neste estudo, antes da obtenção dos dados cinemáticos, era permitido ao animal reconhecer o ambiente e após a colocação dos marcadores reflexivos, as primeiras 5 passagens de cada animal eram utilizadas como parte do processo de acostumar-se para conseguir uma marcha e uma velocidade constante nenhum dos cães demonstrou desconforto no momento de obter as passagens. Owen et al. (2004) mostraram que é possível obter um padrão da marcha estatisticamente consistente em um grupo de cães utilizando o mesmo equipamento e a mesma técnica de coleta de dados. Do mesmo modo, foi comprovada a necessidade de pelo menos três passagens na esteira antes de poder alcançar dados cinemáticos reproduzíveis em cães da raça Labrador Retriever recomendando um período de habituação antes de obter um padrão da marcha estável (GUSTAS et al., 2013).

Em medicina, a análise da locomoção instrumentada é um método utilizado na prática clínica e é usado em pacientes com afecções ortopédicas e neurológicas, como ajuda diagnóstica e como um método de planificar e medir o resultado de tratamentos (CHANG et al., 2010; KAY et al., 2000). Em contraposição, na medicina veterinária a análise da locomoção é realizada em pacientes com este tipo de alterações por meio de métodos observacionais e apesar de que a análise instrumentada tornou-se o sistema mais útil para avaliar o movimento em cães (DECAMP, 1997), existem poucas publicações que façam referências à descrição da locomoção normal de cães (HOTTINGER et al., 1996; DECAMP et al., 1993; ALLEN et al., 1994; SCHAEFER et al., 1998, GILLETTE; ZEBAS, 1999; CLEMENTES et al., 2005) e limita-se na maioria das vezes à pesquisa, comparando populações de cães afetados com alguma doença e determinando a eficácia de tratamentos. (HAMILTON; FRANKLIN; JEFFERY, 2008; GORDON-EVANS et al., 2009a; GORDON-EVANS, 2009b, MARSH et al., 2010). Com os resultados deste trabalho, pretende-se contribuir com a padronização dos padrões raciais e o entendimento da locomoção em cães. Como parte dos desafios para poder utilizar a análise instrumentada da locomoção como parte da rotina de avaliação em cães com alterações ortopédicas e neurológicas é importante padronizar os protocolos utilizados nos diferentes laboratórios para evitar variações devidos as diferentes metodologias e poder determinar quais critérios ou parâmetros cinéticos e cinemáticos são os mais acurados na detecção das alterações da locomoção e além disso, deve-se avaliar os critérios e comprovar ou não seu possível uso em cães de todos os portes.

A termografia como ferramenta diagnóstica em cães é relativamente nova e ainda não foi amplamente estudada, não existem dados de referência disponíveis para a comparação do mapa térmico obtidos da coluna vertebral dos cães Dachshund. Entretanto, comparar a diferença da temperatura entre os lados e as regiões do animal permite a obtenção de dados úteis.

É importante saber que a informação obtida com ajuda da imagem termográfica é referente ao estado fisiológico do animal, mas este método não permite definir etiologias. A baixa especificidade da análise termográfica disponível na atualidade faz necessário o uso de outras modalidades diagnósticas concomitantes.

Na foi realizada a tricotomia dos cães para a obtenção da imagem termográfica, podendo ser um fator que limite a interpretação dos dados termográficos. Por outro lado, se desconhece o efeito que pode ter sobre a imagem termográfica o fato de não realizar a tricotomia antes da obtenção das imagens e além disso, não existe uma justificativa para raspar os pêlo dos cães.

Não foi possível a obtenção dos parâmetros cinemáticos da articulação radiocárpica já que a habilidade do sistema de vídeo em rastrear os marcadores reflexivos pode depender da articulação alvo e da distancia entre os marcadores. Cães de raças maiores tem uma maior distancia entre os marcadores; devido as características de membros curtos, os marcadores posicionados no processo estiloide ulnar lateral e na cabeça distal do quinto metacarpo ficavam praticamente juntos o que indica uma maior dificuldade do sistema em rastrear os marcadores reflexivos distais sobre as articulações que apresentam um movimento articular rápido o que pode ter gerado o erro no reconhecimento do marcador.

8 CONCLUSÕES

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

8 CONCLUSÕES

Frente aos resultados encontrados em nosso estudo podemos concluir que:

- A termografia é uma ferramenta útil para medir a temperatura superficial da coluna vertebral em cães da raça Dachshund, devendo ser utilizada com outros meios de diagnóstico.
- O mapa térmico em cães da raça Dachshund considerados hígidos se caracteriza por uma zona central mais quente, com diminuição bilateral da radiação térmica simétrica na área da musculatura epaxial.
- Cães da raça Dachshund apresentam um padrão simétrico da locomoção.
- Não é possível a obtenção dos dados cinemáticos da articulação do carpo em cães da raça Dachshund, devido a sua baixa estatura.

9 REFERÊNCIAS

ARISTIZABAL ESCOBAR, A. S.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, M. A.; HUTTON, W.C. Mechanics of the intervertebral disc. In: GOSH, P. (Ed). **The biology of the intervertebral disc**. Volume 2. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 39–73.
- AGOSTINHO, F. S.; RAHAL, S. C.; MIQUELETO, N. S. M. L.; VERDUGO, M. R.; INAMASSU, L. R.; EL-WARRAK, A. O. Kinematic analysis of Labrador Retrievers and Rottweilers trotting on a treadmill. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, p. 185–191, 2011.
- ALLEN, K.; DECAMP, C. E.; BRADEN, T. D.; BAHNS, M. Kinematic gait analysis of the trot in healthy mixedbreed dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 7, p. 148-153, 1994.
- ALTON, F.; BALDEY, L.; CAPLAN, S; MORRISSEY, M. CA kinematic comparison of overground and treadmill walking. **Clinical Biomechanics**, v. 13, p. 434-440, 1998.
- AMALU, W. C.; HOBBS, W. B.; HEAD, J. F.; ELLIOT, R. L. Infrared imaging of the breast: an overview. In: BRONZINO J. D. (Ed.). **Biomedical engineering handbook**. 3rd ed., Hartford: CRC Press, 2006. p. 1-20.
- BAGAVATHIAPPAN, S.; SARAVANAN, T.; PHILIP, J.; JAYAKUMAR, T.; RAJ, B.; KARUNANITHI, R.; PANICKER, T.; KORATH, M. P.; JAGADEESAN, K. Infrared thermal imaging for detection of peripheral vascular disorders. **Journal of Medical Physics**, 34, p. 43–47, 2009.
- BALL, M. U.; MCGUIRE, J. A; SWAIM, E. F. Patterns of occurrence of disk disease among registered dachshunds. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 180, p. 519–522, 1982
- BERGKNUT, N.; EGENVALL, A.; HAGMAN, R.; GUSTÅS, P.; HAZEWINKEL, H. A.; MEIJ, B. P.; LAGERSTEDT, A. S. Incidence of intervertebral disk degeneration-related diseases and associated mortality rates in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 240, n. 11, p. 1300-9, 2012a.
- BERGKNUT, N.; RUTGES, J. P.; KRANENBURG, H. J.; SMOLDERS, L. A.; HAGMAN, R.; et al. The dog as an animal model for intervertebral disc degeneration? **Spine**, v. 37, p. 351–358, 2012b.
- BERTRAM, J. E. A.; et al. “Comparison of the Trotting Gaits of Labrador Retrievers and Greyhounds”. **American Journal of Veterinary Research**, v. 61, p. 832-838, 2000.

BERTRAM, J.E.; LEE, D.V.; TODHUNTER, R.J. Multiple force platform analysis of the canine trot: a new approach to assessing basic characteristics of locomotion. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v.10, p. 160-169, 1997.

BESANCON, M. F.; CONZEMIUS, M. G; DERRICK, T. R.; RITTER, M. J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure sensitive walkway measurement systems. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 16, n. 3, p. 153-157, 2003.

BIBEVSKI, J. D.; DAYE, R. M.; HENRICKSON, T. D.; AXLUND, T. W. A prospective evaluation of CT in acutely paraparetic chondrodystrophic dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 49, n. 6, p. 363-9, 2013

BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X. P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, v. 34, p. 120–126, 2009.

BRAY, J. P.; BURBIDGE, H. M. The Canine Intervertebral Disk Part Two: Degenerative Changes— Nonchondrodystrophoid versus Chondrodystrophoid Disks. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 34, 1998.

BREUR, G. J.; ZERBE, C. A.; SLOCOMBE, R. F.; PADGETT, G. A.; BRADEN, T. D. Clinical, radiographic, pathologic, and genetic features of osteochondrodysplasia in Scottish Deerhounds. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 195, p. 606-612, 1989.

BREUR, G. J.; KIM, J. Should gait analysis be a part of clinical orthopedic reports?. **Journal of Small Animal Practice**. v. 3, p. 113-4, 2008.

BRIOSCHI, M. L.; MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. Termografia cutânea: novos conceitos. **Revista Vascular Brasileira**, v. 2, p. 151-160, 2003.

BROWN, E. A.; DICKINSON, P. J.; MANSOUR, T.; STURGES, B. K.; AGUILAR, M.; YOUNG, A. E.; KORFF, C.; LIND, J.; ETTINGER, C. L.; VARON, S.; POLLARD, R.; BROWN, C. T.; RAUDSEPP, T.; BANNASCH, D. L. FGF4 retrogene on CFA12 is responsible for chondrodystrophy and intervertebral disc disease in dogs. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, v. 114, n. 43, p. 11476-11481, 2017.

BUDSBERG, S. C.; VERSTRAETE, M. C.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Force Plate Analysis of the Walking Gait in Healthy Dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 48, p. 915-918, 1987.

BUTLER, W.F. Comparative anatomy and development of the mammalian disc. In: GOSH, P. (Ed). **The biology of the intervertebral disc**. Volume 1. Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 83–108.

CARRIG, C. B.; MACMILLAN, A.; BRUNDAGE, S.; POOL, R. R.; MORGAN, J. P. Retinal dysplasia associated with skeletal abnormalities in Labrador Retrievers. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 170, p. 49-57, 1977.

CAVAGNA, G.; NORMAN, A. Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. **Journal of Physiology**, v. 233, n. 5, p. 243-261, 1997

ÇETİNKAYA, M. A.; DEMİRUTKU, A. Termography in the assessment of equine lameness. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 36, n. 1, p. 43-48, 2012.

CHAILLEUX, N.; LUSSIER, B.; DE GUISE, J.; CHEVALIER, Y.; HAGEMEISTER, N. In vitro 3-dimensional kinematic evaluation of 2 corrective operations for cranial cruciate ligament-deficient stifle. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 71, p. 175-180, 2007.

CHANG, F. M.; RHODES, J. T.; FLYNN, K. M.; et al. The role of gait analysis in treating gait abnormalities in cerebral palsy. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 41, n. 4, p. 489– 506, 2010.

CLAYTON, H. M.; SCHMHARDT, H. C. Measurement techniques for gait analysis In: BACK W, CLAYTON H. (Ed). **Equine Locomotion**. 2nd ed., London: WB Saunders, 2001 55-76.

CLEMENTS, D. N.; OWEN, M. R.; CARMICHAEL, S.; REID, S. W. Kinematic analysis of the gait of 10 labrador retrievers during treadmill locomotion. **Veterinary Record**, v. 156, p. 478-481, 2005.

COLBORNE, G. R.; GOOD, L.; COZENS, L. E.; KIRK, L. S. Symmetry of hind limb mechanics in orthopedically normal trotting Labrador Retrievers. **American Journal of Veterinary Research**, v. 72, p. 336–344, 2011.

CONZEMIUS, M. G.; HILL, C. M.; SAMMARCO, J. L.; et al. Correlation between subjective and objective measures used to determine severity of postoperative pain in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 210, p. 1619–1622, 1997.

CURRAN, S. A.; DANANBERG, H. J. Future of gait analysis: A podiatric medical perspective. **Journal of American Podiatric Association**. v. 95, n. 2, 130–142, 2005.

DECAMP, C.E.; SOUTAS-LITTLE, R.W.; HAUPTMAN, J.; OLIVIER, B.; BRADEN T.; WALTON A. Kinematic gait analysis of the trot in healthy greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, p. 627-634, 1993.

DECAMP, C. E. Kinetic and Kinematic Gait Analysis and the Assessment of Lameness in the Dog. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 27, p. 825-840, 1997.

DENOBLE, A. E.; HALL, N.; PIEPER, C. F.; KRAUS, V. B. Patellar skin surface temperature by thermography reflects knee osteoarthritis severity. **Clinical Medicine Insights: Arthritis and Musculoskeletal Disorders**, v. 3, p. 69-75, 2010.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. The neck, back, and vertebral column of the dog and cat. In: SINGH, B. **Textbook of Veterinary Anatomy**. 4th ed., St. Louis: Saunders Elsevier, 2010. p. 407–419.

EDDY, A. L.; VAN HOOOGMOED, L. M.; SNYDER, J. R. The role of thermography in the management of equine lameness. **The Veterinary Journal**, v. 162, p. 172–181, 2001.

ERNST, M.; LEE, M. H. M. Sympathetic vasomotor changes induced by manual and electrical acupuncture of the hoku point visualized by thermography. **Pain**, v. 21, p. 25–33, 1985.

FANCHON, L.; GRANDJEAN, D. Habituation of healthy dogs to treadmill trotting: Repeatability assessment of vertical ground reaction force. **Research in Veterinary Science** v. 87, p. 135–139, 2009.

FEENEY, L. C.; LIN, C. F.; MARCELLIN-LITTLE, D. J.; TATE, A. R.; QUEEN, R. M.; YU, B. Validation of two-dimensional kinematic analysis of walk and sit-to-stand motions in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 68, p. 277-282, 2007.

FLETCHER, T. F. Spinal cord and meninges In: EVANS, H. E.; CHRISTENSEN, G. C. (eds). **Miller's Anatomy of the Dog**. 4th ed., Philadelphia: WB Saunders, 1979. P. 935-971.

FLORCZUK, P.; GRUSZCZYNSKA, J. Genetic background of chondrodysplasia in domestic dog (canis lupus familiaris)-in silico analysis. **Acta Scientiarum**, v. 15, n. 4, p. 5-14, 2016.

FOSS, K.; DA COSTA, R.C.; MOORE, S. Three-Dimensional Kinematic Gait Analysis of Doberman Pinschers with and without Cervical Spondylomyelopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 27, n. 1, p. 112–119, 2013.

FU, Y. C.; TORRES, B. T.; BUDSBERG, S. C. Evaluation of a three-dimensional kinematic model for canine gait analysis. **American Journal of Veterinary Research**, v. 71, n. 10, p. 1118–1122, 2010.

GEBREMEDHIN, K. G.; WU, B. A model of evaporative cooling of wet skin surface and fur layer. **Journal of Thermal Biology**, v. 26, p. 537–545, 2001.

GHOSH, P.; TAYLOR, T. K.; BRAUND, K. G. The variation of the glycosaminoglycans of the canine intervertebral disc with ageing. I. chondrodystrophoid breed. **Gerontology**, v. 23, p. 87–98, 1977.

GHOSH, P.; TAYLOR, T. K. F.; BRAUND, K. G.; LARSEN, L. H. The collagenous and non-collagenous protein of the canine intervertebral disk and their variation with age, spinal level and breed. **Gerontology**, v. 22, p. 124–34, 1976.

GILLETTE, R. L.; ANGLE, T. C. Recent Developments in Canine Locomotor Analysis: A Review. **Vet J**, v. 178, p. 165-176, 2008.

GILLETTE, R. L.; ZEBAS, C. J. A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers. **Journal of the American Animal Hospital Association**, V. 35, P. 515–520, 1999.

GORDON-EVANS, W. J.; EVANS, R. B.; KNAP, K. E.; HILDRETH, J. M.; PINEL, C. B.; IMHOFF, D. J.; CONZEMIUS, M. G. Characterization of spatiotemporal gait characteristics in clinically normal dogs and dogs with spinal cord . **American Journal of Veterinary Research**, v. 70, n. 12, p. 1444-1449, 2009a.

GORDON-EVANS, W. J.; EVANS, R. B.; CONZEMIUS, M. G. Accuracy of Spatiotemporal Variables in Gait Analysis of Neurologic Dogs. **Journal of Neurotrauma**, v. 26, p. 1055–1060, 2009b.

GRADNER, G.; BOCKSTAHLER, B.; PEHAM, C.; et al. Kinematic study of back movement in clinically sound malinois dogs with consideration of the effect of radiographic changes in the lumbosacral junction. **Veterinary Surgery**, v. 36, n. 5, p. 472–481, 2007.

GRIFFIN, J. F.; LEVINE, J.; KERWIN, S. Canine thoracolumbar intervertebral disk disease: pathophysiology, neurologic examination, and emergency medical therapy. **Compendium Continuing Education for Veterinarians**, v. 31, n. 3, p. 1-13, 2009.

GROSSBARD, B. P.; LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J.; MARINO, L. J.; SACKMAN, J.; UMBACH, S. E.; SOLT, P. S.; AFRUZ, J.; LEANDO, P.; LESSER, M. L.; AKERMAN, M. Medical infrared imaging (thermography) of type I thoracolumbar disk disease in chondrodystrophic dogs. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 7, p. 869-76, 2014.

GROSSBARD, B. P.; LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J.; MARINO, L. J.; SACKMAN, J.; UMBACH, S. E.; SOLT, P. S.; AFRUZ, J. LEANDO, P.; LESSER, M. L.; AKERMAN, M. Medical infrared imaging (thermography) of type I thoracolumbar disk disease in chondrodystrophic dogs. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 7, p. 869-876, 2011.

GUSTÅS, P.; PETTERSSON, K.; HONKAVAARA, S.; LAGERSTEDT, A. S.; BYSTRÖM, A. Kinematic and temporospatial assessment of habituation of Labrador retrievers to treadmill trotting. **Veterinary Journal**, v. 198, n. 1, p. 114-9, 2013.

HALL, S.J. **Biomecânica básica**. 3^{ra} ed. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 2000. p. 2-40.

HAMMEL, H. T. Thermal properties of fur. **The American Journal of Physiology**, v. 182, n. 2, p. 369–376, 1955.

HAMILTON, L.; FRANKLIN, R. J.; JEFFERY, N. D. Quantification of deficits in lateral paw positioning after spinal cord injury in dogs. **BMC Veterinary Research**, v. 4, n. 47 p. n/a, 2008.

HANSEN, H. J. A pathologic-anatomical interpretation of disc degeneration in dogs. **Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum**, v. 20, p. 280–293, 1951.

HANSEN, H. J. A pathologic-anatomical study on disc degeneration in dog, with special reference to the so-called enchondrosis intervertebralis. **Acta Orthopaedica Scandinavica Supplementum**, v. 11, p. 1–117, 1952.

HANSEN, H. J. Comparative views of the pathology of disk degeneration in animals. **Laboratory Investigation**, v. 8, p. 1242–1265, 1959.

HARRIS, G. F.; WERTSH, J. J. Procedures for gait analysis. **Archive of physical medicinerehabilitation**, v. 75, n. 2, p. 216-25, 1994.

HAYASHI, A. M.; MATERA, J. M.; PINTO, A. C. B. C. Evaluation of electroacupuncture treatment for thoracolumbar intervertebral disk disease in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 231, n. 6, p. 913-918, 2007.

HEAD, J. F.; ELLIOT, R. Infrared imaging: making progress in fulfilling it's medical promis. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Society**, v. 21, p. 80-85, 2002.

HENDRY, N. G. C. The hydration of the nucleus pulposus and its relation to intervertebral disk derangement. **The Journal of Bone and Joint Surgery [Br]**, v. 40, p. 132–43, 1958.

HOERLEIN, B. F. Intervertebral disk protrusions in the dog. I: incidence and pathological lesions. **American Journal of Veterinary Research**, v. 14, p. 260-269, 1953.

HORTON, W. A. HECHT, J. T. Chondrodysplasias: General concepts and diagnostic and management considerations. In: ROYCE, P. M.; STEINMANN, B. (Eds.). **Connective tissue and its heritable disorders: Molecular, genetic, and medical aspects**, 2nd ed., New York: Wiley-Liss, 2002. p. 901-908.

HOSAKI, Y.; MITSUNOBU, F.; ASHIDA, K.; TSUGENO, H.; OKAMOTO, M.; NISHIDA, N.; TAKATA, S.; YOKOI, T.; TANIZAKI, Y.; OCHI, K.; TSUJI, T. Non-invasive study for peripheral circulation in patients with diabetes mellitus. **Annual reports of Misasa Medical Branch**, v. 72, p. 31–37, 2002.

HOTTINGER, H. A.; DECAMP, C. E.; OLIVIER, N. B.; HAUPTMAN, J. G.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Non-invasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breed dogs. **American Journal of Veterinary Research**, n. 57, p. 381-388, 1996.

HUKINS, D. W. L., Disc structure and function. In: GHOSH, P. (Ed.). **The Biology of the intervertebral Disc**. 1st Ed., Boca Raton: CRC Press, 1988. p. 1–38.

- INFERNUSO, T.; LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J.; et al: Thermal imaging of normal and cranial cruciate ligament-deficient stifles in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 39, p. 410–417, 2010.
- JENSEN, V. F.; BECK, S.; CHRISTENSEN K. A.P; ARNBJERG J. Quantification of the association between intervertebral disk calcification and disk herniation in Dachshunds. **Journal of American Veterinary Medicine Association**, v. 233, p. 1090-1095, 2008.
- JOHNSON, J.A.; DA COSTA, R. C.; ALLEN, M. J. Micromorphometry and cellular characteristics of the canine cervical intervertebral discs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 24, p. 1343–1349, 2010.
- KASTBERGER, G. Infrared imaging technology and biological applications. **Behavior research methods, instruments, computers**, v. 35, n. 3, 429-439, 2003.
- KAY, R. M.; DENNIS, S.; RETHLEFSEN, S.; et al. The effect of preoperative gait analysis on orthopedic decision making. **Clinical Orthopedics and Related Research**, v. 372, p. 217–222, 2000.
- KENNEL CLUB. **Dachshund (Long-Haired) Breed Standard**. London: Kennel Club, 2009. Disponível em: <<http://www.the-kennel-club.org.uk/services/public/breed/standard.aspx?id=1009>>. Acesso em: 01 nov. 2017.
- KENNEDY, D.; LEE, T. SEELY, D. A comparative review of thermography as a breast screening technique. **Integrative Cancer Therapies**, v.8, n.1, p.9-16, 2009.
- KIM, W. T.; KIM, M. S.; KIM, S. Y.; et al: Use of digital infrared thermography on experimental spinal cord compression in dogs. **Journal of Veterinary Clinics**, v. 22, p. 302–308, 2005.
- KIM, J.; RIETDYK, S.; BREUR, G. J. Comparison of Two-Dimensional and Three-Dimensional Systems for Kinematic Analysis of the Sagittal Motion of Canine Hind Limbs during Walking. **American Journal of Veterinary Research**, v. 69, n. 1116-1122, 2008.
- KIM J. **Gait analysis as a measure of neurological function in dogs**. Indiana: Purdue University, 2009.
- KIM, S. Y.; KIM, J. Y.; HAYASHI, K.; KAPATKIN, A. S. Skin movement during the kinematic analysis of the canine pelvic. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 5, p. 326-332, 2011.
- KRAKOW, D.; RIMOIN, D. L. The skeletal dysplasias. **Genetics in Medicine**, v. 12, p. 327-341, 2010.
- KUHTZ-BUSCHBECK, J. P.; JOHNSON, K.; MADER, S.; STOLZE, H.; MEHDORN, M. Analysis of Gait in Cervical Myelopathy. **Gait Posture**, v.9, p. 184-189, 1999.

LASCELLES, B.D.; ROE, S.C.; SMITH E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; MARCELLIN-LITTLE D.; et al. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, p. 277-282, 2006.

LEARDINI, A.; CHIARI, L.; DELLA, C. U.; et al: Human movement analysis using stereophotogrammetry. Part 3. Soft tissue artifact assessment and compensation. **Gait Posture**, v. 21, p. 212–225, 2005.

LEVINE, J. M.; BUDKE, C. M.; LEVINE, G. J.; KERWIN, S. C.; HETTLICH, B. F.; et al. Owner-perceived, weighted quality-of-life assessments in dogs with spinal cord injuries. **Journal of the American Veterinary Medicine Association**, v. 233, p. 931–935, 2008.

LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J. Evaluation of thermographic imaging of the limbs of healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 68, p. 1064–1069, 2007.

LORKE, M.; WILLEN, M.; LUCAS, K.; BEYERBACH, M.; WEFSTAEDT, P.; MURUA, E. H.; NOLTE, I. Comparative kinematic gait analysis in young and old Beagle dogs. **Journal of Veterinary Science**, v. 18, n. 4, p. 521-530, 2017

MACKIE, E. J.; AHMED, Y. A.; TATARCZUCH, L.; CHEN, K. S.; MIRAMS, M. Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. **The Internation Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 40, p. 46-62, 2008.

MAES, L. D.; HERBIN, M.; HACKERT, R.; et al. Steady locomotion in dogs: temporal and associated spatial coordination patterns and the effect of speed. **Journal of Experimental Biology**, n. 211, p. 138-149, 2008.

MARSH, A. P.; EGGEBEEN, J. D.; KORNEGAY, J. N.; et al. Kinematics of gait in golden retriever muscular dystrophy. **Neuromuscular Disorders**, v. 20, n. 1, p. 16–20, 2010.

MARSOLAIS, G. S.; MC LEAN, S.; DERRICK, T.; CONZEMIUS M. G.; Kinematic analysis of the hind limb during swimming and walking in healthy dogs and dogs with surgically corrected cranial cruciate ligament rupture. **Journal American Veterinary Medical Association**, v. 222, n. 6, p. 739-43, 2003.

MARTINEZ, S.; FAJARDO, R.; VALDES, J.; ULLOA-ARVIZU, R.; ALONSO, R. Histopathologic study of long-bone growth plates confirms the basset hound as an osteochondrodysplastic breed. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 71, p. 66-69, 2007.

MCCARTNEY, W. Comparison of recovery times and complication rates between a modified slanted slot and the standard ventral slot for the treatment of cervical disc disease in 20 dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 48, p. 498–501, 2007.

MCGOWAN, L.; LOUGHIN, C. A.; MARINO, D. J.; UMBACH, S. E.; LIU, P.; AMINI, M.; SOLT, P.; LESSER, M. L.; AKERMAN, M. Medical Infrared Imaging of Normal and Dysplastic Elbows in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 7, p. 874-82, 2015.

MCLAUGHLIN, R. M. Kinetic and Kinematic Gait Analysis in Dogs. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 31, p. 193-201, 2001.

MIQUELETO, N. S.; RAHAL, S. S.; AGOSTINHO, F. S.; SIQUEIRA, E. G.; ARAÚJO, F. A.; EL-WARRAK, A. O. Kinematic analysis in healthy and hip-dysplastic German Shepherd dogs. **Veterinary Journal**, v. 195, n. 2, p. 210-5, 2013.

MODIC, M. T.; MASARYK, T.J.; ROSS, J.S.; et al. Imaging of degenerative disk disease. **Radiology**, v. 168, p. 177-186, 1988.

MOORTHY RK, BHATTACHARJI S, THAYUMANASAMY G, RAJSHEKHAR V. Quantitative Changes in Gait Parameters After Central Corpectomy for Cervical Spondylotic Myelopathy. **Journal of Neurosurgery: Spine**, v. 2, p. 418-424, 2005.

MUNDLOS, S.; OLSEN, B.R. Heritable diseases of the skeleton. 1. Molecular insights into skeletal development-transcription factors and signaling pathways. **Federation of American Societies for Experimental Biology Journal**, v. 11, n. 2, p. 125-32, 1997.

NEWMAN, B.; WALLIS, G. A. Skeletal dysplasias caused by a disruption of skeletal patterning and endochondral ossification. **Clinical Genetics**, v. 63, p. 241-251, 2003.

OLBY, N. J.; DE RISIO, L.; MUNANA, K. R.; et al. Development of a functional scoring system in dogs with acute spinal cord injuries. **American Journal of Veterinary Research**, v. 62, p.1624-1628, 2001.

OWEN, M. R.; RICHARDS, J.; CLEMENTS, D. N.; DREW, S. T.; BENNETT, D.; CARMICHAEL, S. Kinematics of the elbow and stifle joints in greyhounds during treadmill trotting – an investigation of familiarisation. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 17, p. 141-145, 2004.

PACKER, R. M.; HENDRICKS, A.; VOLK, H. A.; SHIHAB, N. K.; BURN, C. C. How long and low can you go? Effect of conformation on the risk of thoracolumbar intervertebral disc extrusion in domestic dogs. **PLoS One**. 2013 Jul 24;8(7)

PAVELSKI, M.; SILVA, D. M.; LEITE, N. C.; JUNIOR, D.A.; DE SOUSA, R. S.; GUÉRIOS, S. D.; DORNBUSCH, P. T. Infrared Thermography in Dogs with Mammary Tumors and Healthy Dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. v. 9, n. 6, p. 1578-83, 2015.

PEACOCK W. J. The neurological control system for locomotion In: GAGE J. R. (Ed.). **The Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy**. London: Mac Keith Press, 2004. p. 1-14.

POCHACZEVSKY, R.; WEXLER, C. E.; MEYERS, P.H.; et al. Liquid crystal thermography of the spine and extremities. **Journal of Neurosurgery**, v. 56, p. 386–395, 1982.

QUINN, M. M.; KEULER, N. S.; LU, Y.; FARIA, M. L.; MUIR, P.; MARKEL, M. D. Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 36, n. 4, p. 360-367, 2007.

RAJ, P. P. Intervertebral disc: anatomy–physiology–pathophysiology-treatment. **Pain Practice**, v. 8, p. 18–44, 2008.

RIEMER, R.; HSIAO-WECKSLER E.T.; ZHANG, X. Uncertainties in inverse dynamics solutions: a comprehensive analysis and an application to gait. **Gait & Posture**, v. 27, p. 578-588, 2008.

RIGGS, C. M.; DECAMP, C. E.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Effects of subject velocity on force plate measured ground reaction forces in healthy Greyhounds at the trot. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 12, p. 1523-1526, 1993.

RING, E. F. J. The historical development of thermometry and thermal imaging in medicine. **Journal of Medical Engineering & Technology**, v. 30, n. 4, p. 192-8, 2006.

ROACH, W. J.; THOMAS, M.; WEH, J. M.; BLEEDORN, J.; WELLS, K. Residual herniated disc material following hemilaminectomy in chondrodystrophic dogs with thoracolumbar intervertebral disc disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 25, p. 109–115, 2012.

ROUGHLEY, P. J. Biology of intervertebral disc aging and degeneration: Involvement of the extracellular matrix. **Spine**, v. 29, p. 2691–2699, 2004.

SANDE, R. D.; BINGEL, S. A. Animal models of dwarfism. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 13, p. 71-89, 1983.

SANDE, R. D.; ALEXANDER, J. E.; SPENCER, G. R.; PADGETT, G. A.; DAVIS, W. C. Dwarfism in Alaskan malamutes: a disease resembling metaphyseal dysplasia in human beings. **American Journal of Pathology**, v. 106, p. 224-236, 1982.

SCHAEFER, S. L.; DECAMP, C. E.; HAUPTMAN, J. G.; WALTON, A. Kinematic gait analysis of hind limb symmetry in dogs at the trot. **American Journal of Veterinary Research**, v. 59, p. 680-685, 1998.

SCHAEFER, A. L. The use of infrared thermography as an early indicator of bovine respiratory disease complex in calves. **Research in veterinary science**, v. 83, n. 3, p. 376-384, 2007.

SCHILLING, N.; CARRIER, D. R. Function of the epaxial muscles in walking, trotting and galloping dogs: implications for the evolution of epaxial muscle function in tetrapods. **Journal of**

Experimental Biology, v. 213, n. 9, p. 1490-502, 2010.

SCHWENCKE, M.; SMOLDERS, L. A.; BERGKNUT, N.; GUSTÅS, P.; MEIJ, B. P.; HAZEWINCKEL, H. A. Soft tissue artifact in canine kinematic gait analysis. **Veterinary Surgery**, v. 41, n. 7, p. 829-37, 2012.

SETTON, L. A.; CHEN, J. Mechanobiology of the intervertebral disc and relevance to disc degeneration. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 88, p. 52–57, 2006.

SHARP, S. J.; WHEELER, N. J. H (Ed). **Small animal spinal disorders, diagnosis and surgery**. 2nd ed., Philadelphia: Elsevier, 2005. p. 1-17.

SHUI-YIN, L. O. Meridians in acupuncture and infrared imaging. **Medical Hypotheses**, v. 58, p. 72–76, 2002.

SMITH, T. H. The use of a quadruped as an in vivo model for the study of the spine – Biomechanical considerations. **European Spine Journal**, v. 11, p. 137–144, 2002.

SOUZA, A. N.; PINTO, A. C.; MARVULLE, V.; MATERA, J. M. Evaluation of vertical forces in the pads of German Shepherd dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 26, n. 1, p. 6-11, 2013.

SOUZA, A. N.; PINTO, A. C. B. C. F.; MARVULLE, V.; MATERA, J. M. Vertical forces assessment according to radiographic hip grade in German shepherd dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 55, n. 2 p. 108-111, 2014a.

SOUZA, A. N.; TATARUNAS, A.; MATERA, J. M. Evaluation of vertical forces in the pads of Pitbulls with cranial cruciate ligament rupture. **BMC Veterinary Research**, v. 10, p. 51, 2014b.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; SCOTT, S. L. Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare. **Animal Welfare**, v. 14, p. 319-325, 2005.

STIGEM, O.; KOLBJORSEN, O. Calcification of intervertebral discs in the dachshund: a radiographic and histopathologic study of 20 dogs. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 49, n. 39, p. 1-7. 2007.

SUTTON, J. S.; GARCIA, T. C.; STOVER, S. M.; STURGES, B. K.; O'DONNELL, M.; KAPATKIN, A. S. Kinetic and kinematic gait analysis in the pelvic limbs of normal and post-hemilaminectomy Dachshunds. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 29, n. 3, p. 202-8, 2016.

TOOMBS, J. P.; WATERS, D. J. Intervertebral disc disease. In: SLATTER, D. (Ed) **Textbook of small animal surgery**. 3rd ed., Philadelphia: Saunders, 2003. p. 1193-1208.

TORRES, B. T.; WHITLOCK, D.; REYNOLDS, L. R.; FU, Y. C.; NAVIK, J. A.; SPEAS, A. L. SORNBORGER, A.; BUDSBERG, S. C. The effect of marker location variability on noninvasive canine stifle kinematics. **Veterinary Surgery**, v. 40, n. 6, p. 715-719, 2011.

TURNER, W. Diagnostic thermography. **The Veterinary clinics of North America: Equine Practice**, v.17, n. 1, p. 95-113, 2001.

VAINIONPÄÄ, M.; TIENHAARA, E. P.; RAEKALLIO, M.; JUNNILA, J.; SNELLMAN, M.; VAINIO, O. "Thermographic Imaging of the Superficial Temperature in Racing Greyhounds before and after the Race". **The Scientific World Journal**, v. 2012, p. 1-6, 2012.

VANWEEREN, P. R.; VANDENBOGERT, A. J.; BARNEVELD, A. Quantification of skin displacement in the proximal parts of the limbs of the walking horse. **Equine Veterinary Journal**, v. 9, p.110–118, 1990.

VOSS, K.; DAMUR, D. M.; GUERRERO, T.; HAESSIG, M.; MONTAVON, P. M. Force Plate Gait Analysis to Assess Limb Function After Tibial Tuberosity Advancement in Dogs with Cranial Cruciate Ligament Disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 21, p. 243-249, 2008.

WARMAN, M. L.; CORMIER-DAIRE, V.; HALL, C.; KRAKOW, D.; LACHMAN, R.; LEMERRER M.; MORTIER, G.; MUNDLOS, S.; NISHIMURA, G.; RIMOIN, D. L.; ROBERTSON, S.; SAVARIRAYAN, R.; SILENCE, D.; SPRANGER, J.; UNGER, S.; ZABEL, B.; SUPERTI-FURGA, A. Nosology and classification of genetic skeletal disorders: 2010 revision. **American Journal of Medical Genetics**, v. 155A, p. 943-968, 2011.

WARRISS, P. D. Estimating the body temperature of groups of pigs by thermal imaging. **The Veterinary Record**, v. 158, n. 10, p. 331-334, 2006.

WEBSTER, E. L.; HUDSON, P. E.; CHANNON, S. 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. 317-27, 2014.

WELSH, E. M.; GETTINBY, G.; NOLAN, A. M. Comparison of a visual analogue scale and a numerical rating scale for assessment of lameness, using sheep as a model. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, p. 976–983, 1993.

WINGFIELD, C. H. T; STEAD, A. C. Canine kinematic hindleg gait analysis using a microcomputer. **Journal of Small Animal Practice**, v. 34, p. 319-324, 1993.

WISHART, G. C.; CAMPISI, M.; BOSWELL, M.; CHAPMAN, D.; SHACKLETON, V.; IDDLES, S.; HALLETT, A.; BRITTON, P. D. The accuracy of digital infrared imaging for breast cancer detection in women undergoing breast biopsy. **European Journal of Surgical Oncology**, v. 36, p. 535–540, 2010.

ZHANG, H. Y.; KIM, Y. S.; CHO, Y. E. Thermatomal changes in cervical disk herniations. **Yonsei Medical Journal**, v. 40, p. 401–412, 1999.