

FERNANDO LUCAS MASCHIO FERREIRA

**AVALIAÇÃO POSTUROGRÁFICA E RADIOGRÁFICA DE CÃES
PORTADORES DE DISPLASIA COXOFEMORAL**

SÃO PAULO
2023

FERNANDO LUCAS MASCHIO FERREIRA

**Avaliação posturográfica e radiográfica de cães portadores de displasia
coxofemoral
versão corrigida**

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:

Departamento de Cirurgia

Área de concentração:

Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Julia Maria Matera

SÃO PAULO
2023

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

Catálogo na Publicação

Biblioteca Virgínia Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo
Ficha catalográfica gerada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ferreira, Fernando
Avaliação posturográfica e radiográfica de cães portadores de
displasia coxofemoral / Fernando Ferreira ; orientador Julia Maria
Matera .-- São Paulo, 2023.
59 f. : il.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Anatomia-Clinica
Cirúrgica Veterinária-Departamento de Cirúrgia) - Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2023.

1. Baropodometria. 2. Claudicação em cães. 3. Cinética. 4. Forças
Verticais. I. Título.

Bibliotecária responsável pela estrutura de catalogação
na publicação: Maria Aparecida Laet - CRB 5673-8.



CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "CORRELAÇÃO DO GRAU DISPLASIA COXOFEMORAL AVALIADO ATRAVÉS DE RADIOGRAFIA COM ALTERAÇÕES POSTUROGRÁFICAS NA DISTRIBUIÇÃO DE PESO", protocolada sob o CEUA nº 1912180621 (10 00050), sob a responsabilidade de **Julia Maria Matera** e equipe; **Fernando Lucas Maschio Ferreira** - 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 Universidade de São Paulo (CEUA/FMVZ) na reunião de 12/08/2021.

We certify that the proposal "CORRELATION OF HIGH DYSPLASIA DEGREE ASSESSED THROUGH RADIOGRAPHY WITH POSTUROGRAPHIC CHANGES IN WEIGHT DISTRIBUTION", utilizing 24 Dogs (males and females), protocol number CEUA 1912180621 (10 00050), under the responsibility of **Julia Maria Matera** and team; **Fernando Lucas Maschio Ferreira** - 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 08/12/2021.

Finalidade da Proposta: Pesquisa

Vigência da Proposta: de 07/2021 a 07/2023 Área: Clínica Cirúrgica Veterinária

Origem: HOVET/FMVZ/USP

Espécie: Cães

sexo: Machos e Fêmeas

idade: 1 a 10 anos

Quantidade: 24

Linhagem: desconhecida

Peso: 20 a 50 kg

São Paulo, 02 de julho de 2023

Prof. Dr. Marcelo Bahia Labruna
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo

Profa. Dra. Camilla Mota Mendes
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Universidade de São Paulo



FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: Ferreira, Fernando Lucas Maschio

Título: Correlação do grau displasia coxofemoral avaliado através de radiografia com alterações posturográficas na distribuição de peso

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: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Pelo longo e árduo transcorrer da elaboração e produção desse trabalho, tantos foram os desafios, reformulação de projeto, pandemia sem precedentes, fechamento do hospital veterinário, perda da casuística. Me alenta o coração saber que nesse trajeto tantas foram as pessoas que estiverem do meu lado.

Primeiramente à Deus, Pai de infinita bondade, sem ele e sem a minha fé, não haveria nenhuma possibilidade de um dia chegar aqui.

À minha orientadora, Julia Maria Matera, que me acolheu, me guiou e demonstrou através de sua incomparável visão dos amplos aspectos clínicos, sociais e filosóficos da medicina veterinária, qual o melhor caminho a se seguir, queria a chance de poder ter aproveitado mais as conversas em sua sala.

À minha esposa Giuliani D'Amico Moriningo, pela firmeza e dedicação, sempre ao meu lado, segurando a barra todas as vezes que foram necessárias as minhas viagens a São Paulo, nunca fraquejou ou me deixou fraquejar, nunca desistiu ou me deixou desistir, foi inspiração e modelo de superação, amor e carinho

Aos meus pais, Cristiane Ap. Maschio Ferreira e Milton Ferreira da Silva, sem eles, não haveria caminho, sem eles não haveria trajetória, sem eles nenhum sonho seria possível, foram pedra angular na minha formação, onde se edificou toda a rocha do meu ser.

A toda minha família, que contribuíram direta e indiretamente para minha formação tanto acadêmica quanto de caráter.

Aos professores da FMVZ-USP, em especial, do Departamento de Cirurgia, Profa. Dra. Denise Tabachi Fantoni, Profa. Dra. Sílvia Renata Gaido Cortopassi, Profa. Dra. Aline Magalhães Ambrósio, Profa. Dra. Maria Claudia Campos Mello Inglez de Souza, Profa. Dra. Ana. Carolina Brandão de Campos Fonseca Pinto, Profa. Aline Adriana Bolzan.

Aos secretários da pós-graduação Livia Gimenes e Belarmino Ney Pereira por toda a colaboração a mim dispensada sempre com muito empenho.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e todos seus colaboradores, veterinários, técnicos, pesquisadores, alunos, estagiários e pós-graduandos.

Aos proprietários e pacientes que fizeram parte desta pesquisa. Sem a confiança depositada em mim, nada seria possível

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), ao qual agradeço imensamente o incentivo.

RESUMO

FERREIRA, F.L.M. Avaliação posturográfica e radiográfica de cães portadores de displasia coxofemoral. [Posturographic and radiographic evaluation of dogs with hip dysplasia]. 2023. 59f. Mestrado em Ciências – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

A displasia coxofemoral é uma doença multifatorial que acomete os cães, existindo uma grande variabilidade de acordo com a idade e raça, tornando-a uma doença importante, pois traz alterações tanto na locomoção bem como na postura do animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de força nos membros de cães displásicos, considerando o grau de displasia, avaliados a partir de estudos radiográficos, através do método de Posturografia. Participaram deste estudo cães acima de 2 anos com algum grau de displasia coxofemoral, sendo distribuídos em 3 grupos de acordo com a sua classificação de alterações radiográficas, sendo, grupo 1 (displasia leve), grupo 2 (displasia moderada) e grupo 3 (displasia grave). Foi possível demonstrar a importância da avaliação minuciosa mesmo naqueles animais que não apresentem alterações de locomoção, pois independente da aparente presença de distúrbios de movimentos, pode haver alterações na deposição de peso o que levará a sobrecarga articular em outros membros, secundários ao efeito compensatório.

Palavras-chave: Baropodometria. Claudicação em cães. Cinética. Forças Verticais.

ABSTRACT

FERREIRA, F.L.M. Posturographic and radiographic evaluation of dogs with hip dysplasia. [Avaliação posturográfica e radiográfica de cães portadores de displasia coxofemoral]. 2023. 59f. Mestrado em Ciências – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

Hip dysplasia is a multifactorial disease that affects dogs, with great variability according to age and breed, making it an important disease, as it causes changes in both locomotion and posture of the animal. The objective of this work was to evaluate the distribution of strength in the limbs of dysplastic dogs, considering the degree of dysplasia, evaluated from radiographic studies, through the Posturography method. Dogs older than 2 years with some degree of hip dysplasia participated in this study, being distributed into 3 groups according to their classification of radiographic changes, namely, group 1 (mild dysplasia), group 2 (moderate dysplasia) and group 3 (mild dysplasia). serious). It was possible to demonstrate the importance of a detailed evaluation even in those animals that do not present alterations in locomotion, because, regardless of the apparent presence of movement disorders, there may be alterations in weight deposition, which will lead to joint overload in other limbs, secondary to the compensatory effect.

Keywords: Baropodometry. Lameness in dogs. Kinetics. Vertical Forces

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
ABREVIATURAS	13
2 OBJETIVOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	17
3.1 Etiologia da displasia coxofemoral.....	18
3.2 Fisiopatologia da displasia coxofemoral	19
3.2.1 Frouxidão Articular	19
3.2.2 Influência Hormonal	20
3.2.3 Anomalias Anatômicas	20
3.2.4 Fatores Genéticos	21
3.2.5 Subluxação.....	22
3.3 Diagnóstico	23
3.3.1 Radiografia	24
3.3.2 Tomografia Computadorizada.....	25
3.3.3 Ressonância Magnética	25
3.3.4 Artroscopia	26
3.4 Avaliação Cinética e posturográfica.....	26
REFERÊNCIAS	29
4 ARTIGO	41
4.1 AVALIAÇÃO POSTUROGRÁFICA E RADIOGRÁFICA DE CÃES PORTADORES DE DISPLASIA COXOFEMORAL	41
1 INTRODUÇÃO	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Animais.....	43
2.2 Avaliação Clínica Ortopédica.....	44
2.3 Avaliação Radiográfica	43
2.4 Análise Posturográfica.....	45
2.5 Meios de Avaliação dos Resultados	46
3 RESULTADOS	46

3.1 Animais e Grupo de Estudo.....	46
3.2 Peso, Idade e Ângulo de Norberg	47
3.3 Pico d Pressão	48
3.4 Pico de Força	48
4 DISCUSSÃO	49
5 CONCLUSÃO	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXO A – TERMO DE CIÊNCIA E AUTORIZAÇÃO	59

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

ABREVIATURAS

DCF: Displasia Coxofemoral

CBRV: Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária

AO: Osteoartrose

A displasia coxofemoral (DCF) é uma doença poligênica, hereditária (JANUTTA; HAMANN; DISTL, 2008) que acomete várias espécies podendo ser influenciada por diversos fatores ligados ao desenvolvimento do animal, que levam a uma disparidade entre a massa muscular e o crescimento ósseo, lassitude articular anormal causando a incongruência articular (JOHNSON et al., 2002).

A DCF possui maior incidência nas raças de grande porte e pode ser caracterizada radiograficamente por incongruência articular devido à frouxidão articular anormal podendo levar ao arrasamento do acetábulo e achatamento da cabeça femoral dentre outras deformidades, subluxação ou luxação articular, e sinais degenerativos secundários (LUST; RENDANO; SUMMERS, 1985).

A radiografia tem sido utilizada como método diagnóstico eficaz. Dada a variabilidade das alterações dentro da DCF encontradas ao exame radiográfico foram estabelecidas diversas classificações. Atualmente a classificação adotada pelo Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária (CBRV) separa a articulação coxofemoral em cinco classes, de acordo com os sinais apresentados pela projeção ventro-dorsal (CBRV, 2007).

As alterações da DCF levam a sintomatologia clínica do animal que varia de acordo com a severidade da afecção e outras avaliações além do exame radiográfico tem sido realizado para uma melhor descrição e compreensão desta enfermidade (DASSLER, 2003). Dentre os sinais clínicos mais relevantes estão as alterações na locomoção do animal caracterizadas pela claudicação e relutância ao movimento resultante aos fatores biomecânicos e a dor (MCLAUGHLIN; TOMLINSON, 1996).

Para que tais alterações da locomoção possam ser avaliadas e descritas de modo quantitativo de maneira objetiva, tem sido feitos estudos cinéticos e cinemáticos da claudicação em cães visando uma melhor compreensão da locomoção e suprimindo a dificuldade da avaliação pela observação clínica (BENNET et al., 1996; DECAMP, 1997; POY et al., 2000).

2 Objetivos

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição de força nos membros de cães displásicos, segundo o grau de displasia, avaliados a partir de estudos radiográficos, através do método de Posturografia. Avaliados por imagem radiográfica e análise posturográfica.

2.2 Objetivos Secundários

- 1- Avaliar da correlação entre o grau de classificação da displasia coxofemoral e a sua influência na distribuição de cargas no corpo, analisada de forma quantitativa pelo sistema de Posturografia justificando uma avaliação mais acurada do apoio e do centro de gravidade de cães displásicos segundo a severidade da afecção.

- 2-Avaliar a influencia da lassidão articular, obtida através do ângulo de Norberg, na distribuição estática de peso.

3 Revisão de literatura

3 REVISÃO DE LITERATURA

A displasia coxofemoral canina é uma afecção bem conhecida, a qual afeta a articulação composta pela cabeça femoral e acetábulo. Caracteriza-se basicamente por frouxidão articular, subluxação da cabeça do fêmur, remodelação da cabeça femoral e da borda acetabular, e pode causar uma osteoartrite secundária (BENNETT & MAY 1995).

A doença é progressiva e a subluxação da cabeça femoral é um dos primeiros sinais visíveis a partir das 8 semanas de idade através do exame de radiográfico (RISER 1975), a genética tem grande importância na gravidade e precocidade no aparecimento da afecção, e segundo King (2017), esta influência em até 60% no acometimento dos animais.

A displasia coxofemoral canina tem sido definida como uma doença biomecânica representada pela disparidade entre a massa muscular e o rápido crescimento ósseo (JOHNSON et al., 2002). Os cães nascem com articulação coxofemoral normal, entretanto ocorre uma desproporção entre o suporte muscular e o osso levando a uma incapacidade de sustentação adequada cujo suporte articular insuficiente leva a uma falha em manter a congruência articular entre a cabeça femoral e o acetábulo (NUNAMAKER; BIERY; NEWTON, 1973).

Embora a patogênese não seja completamente compreendida e ainda seja objeto de pesquisa, dois mecanismos patológicos, que promovem o alongamento capsular são conhecidos: incongruência articular congênita e derrame articular (RISER; RHODES; NEWTON, 1985; WINGSTRAND, WINGSTRAND, 1997; STASZYK; GASSE, 2002). Independente da causa subjacente, a distensão capsular leva a alterações inflamatórias, sinovite, fibrose nesta articulação, que por sua vez, promove dor (RISER; RHODES; NEWTON, 1985, BRUNNBERG et al. 2014). A sensibilidade é consequência da inervação desta região que apresenta fibras nervosas sensitivas (GRONBLAD, 1991; BEAMAN, 1993; STASZYK, GASSE; 2002; DUDEK, 2013) que chegam à cápsula através do periósteo ou músculos adjacentes (ZIMNY, 1988; SCHMAEDECKE et al., 2008; STASZYK, GASSE; 2002,). Essas fibras possuem um papel fundamental no desenvolvimento da inflamação, promovendo vasodilatação e migração de proteínas plasmáticas e transmissão nociceptiva ao sistema nervoso central (HOLZER, 1988; JANCOS, 1967).

3.1 Etiologia da displasia coxofemoral

O cão doméstico é, indiscutivelmente, o mamífero que possui a maior quantidade de indivíduos com características morfológicas diversas entre si. (EVANS, 1993) sendo que, dentro da própria espécie observamos grandes variações o que sugere que alterações genéticas podem alterar rapidamente condições anatômicas, das quais, algumas podem ter um efeito deletério ao animal, mesmo que, estudos recentes demonstrem que não existe correlação entre o formato da pelve e a displasia coxofemoral (FEALEY, 2017), raças com características tão diversas quanto chihuahuas, dogues alemães, salukis e bulldogs, descendem ancestralmente do mesmo indivíduo, o lobo cinzento. Se levarmos em consideração que a seleção de raças teve seu início há aproximadamente a 15.000 anos (VILÁ, 1997) e a formação de raças modernas há 200 anos (LINDBLAD-TOH, 2005), percebemos que a celeridade destas mudanças adaptativas funcionais, sugerem que a seleção pode estar agindo em loci genéticos promovendo e controlando múltiplas alterações em estruturas morfológicas. A seleção de certas características morfológicas é provavelmente correlacionada com a seleção de genes que predis põem cães a doenças ortopédicas, dentre elas a displasia coxofemoral (OFFA, 2008).

Além de alterações genéticas, a etiologia da DCF e a progressão dessa doença são influenciadas por muitos fatores. A arquitetura formada pelo coxal é pré-determinada por fatores genéticos ligados à parte óssea, muscular e nervosa (FROST, 1989). Atualmente a maior discussão sobre a origem da DCF é voltada para as implicações genéticas desta patologia e alguns artigos demonstram a importância das diferentes expressões genéticas no desenvolvimento da displasia coxofemoral (MIKKOLA, 2019) demonstrando que as articulações coxofemorais displásicas possuem alteração não somente em sua porção óssea, mas também em sua porção tecidual, capsular e de matriz extra celular, demonstrando o fundo multifatorial desta doença (Rory, 2019).

A causa, ou causas, exata da DCF permanece desconhecida, e é aceito que se trata de um grau variável de frouxidão da articulação do quadril permitindo subluxação durante o início vida, dando origem a graus variados de rasamento acetabular e achatamento da cabeça femoral, por fim, levando inevitavelmente à osteoartrite (RICHARDSON, 1992). O que se sabe atualmente é que embora a displasia coxofemoral seja considerada, por definição, uma doença das articulações coxofemorais, há evidências de que este pode ser o aspecto mais visível de uma doença mais generalizada em cães predispostos. Sabe-se que os filhotes que se desenvolvem com excesso de articulação flacidez nos quadris têm

um alto risco de desenvolver OA nessas articulações mais tarde em vida (GATINEAU, 2012; SMITH, 2012 RUNGE 2010; KAPATKIN,2002; MADSEN, 1997; BANFIELD, 1996) No entanto, eles também correm maior risco de desenvolver OA do ombro e potencialmente outras articulações, incluindo cotovelo, joelho, vértebra e articulação mandibular (FRIES, 1995; OLSEWSKI, 1983). Farquhar (1997) identificou aumento do peso da cartilagem e aumento do conteúdo de fibronectina da cartilagem amostrada do úmero em cães com DCF, que são considerados indicadores precoces de OA.

A expressão fenotípica mais investigada, tendo sua importância ressaltada, de um cão geneticamente predisposto é a frouxidão articular, que é o foco de ambos os diagnósticos precoces e técnicas de triagem tradicionais, bem como alguns métodos de tratamento cirúrgico em pacientes jovens (BANFIELD, 1996; TSAI, 2006). No entanto, a frouxidão articular sozinha, embora necessária, não parecem ser suficientes isoladamente para o desenvolvimento de displasia coxofemoral (GATINEAU ,2012; LUST, 1993). A raça e variação individual parecem desempenhar um importante papel na tolerância de um grau específico de frouxidão articular influenciando na taxa de desenvolvimento subsequente de osteoartrite (GINJA, 2009).

3.2 Fisiopatologia da displasia coxofemoral

Após o nascimento, o cão apresenta a articulação coxofemoral sem alterações, com o desenvolvimento da região, as alterações passam a surgir, como a incongruência e lassidão articular. A explicação para a ocorrência deste fenômeno ainda não foi demonstrada, sabe-se apenas que anormalidades na ossificação endocondral e no desenvolvimento acetabular ocorrem (SMITH, 2012).

3.2.1 Frouxidão articular

A estabilidade da articulação coxofemoral é feita por diversas estruturas, sendo a principal o ligamento redondo da cabeça do fêmur, designado na nomenclatura anatômica como *Ligamentum capitis ossis femoris* (WAVA, 2012), este está localizado dentro da cápsula articular e conecta a fossa acetabular com a fôvea da cabeça femoral (DYCE et al., 2010). A eficácia na estabilidade se dá pelas características deste ligamento sendo que seus ramos se unem ao ligamento transversal do acetábulo, resultando em uma fixação larga e em forma de leque no acetábulo (EVANS; DELAHUNTA 1996). Essa estrutura sofre alterações histológicas, decorrente a instabilidade gerada pela DCF, sendo que

animais com grau leve de DCF não demonstram alterações (INNES, 2012), enquanto animais com displasia em grau moderado a grave apresentam espessamento desses ligamentos (LUST; BELLMAN; RENDING, 1980).

O líquido sinovial em contato com a cabeça femoral forma, devido a pressão atmosférica, um fenômeno de vácuo dentro da articulação (KAPATKIN, 2002; MADSEN, 1997), essa relação para ser equilibrada não deve permitir a deposição de grande quantidade de líquido sinovial dentro da articulação, pois, a excessiva presença do fluido está relacionada ao aumento da instabilidade, decorrente da diminuição da congruência e o efeito de vácuo (FRIES 1995; SMITH, 1997).

A instabilidade se dá secundariamente à ineficácia destes ligamentos, promovendo uma frouxidão funcional desta articulação, sendo essa forma considerada patológica, pois ocorre durante a deposição e sustentação do peso resultando em subluxação da cabeça femoral (SMITH, 2012; KAPATKIN, 2002).

3.2.2 Influência hormonal

A DCF pode também ser influenciada pelo retardo no desenvolvimento do acetábulo, efeito gerado por meio de mecanismo que envolve o estradiol, o qual leva à incongruência da cabeça femoral (SHEPERD, 1986).

Confirmando essa influência, um trabalho de Steinetz et al. (2008) correlacionou a lassitude anormal das articulações do quadril em filhotes com predisposição genética. A DCF poderia estar relacionada à ingestão de hormônio de origem do leite materno. Para isso um inibidor da aromatase (CGS 16949 A) foi injetado em filhotes de cadelas displásicas durante a lactação para inibir a síntese de precursores de estrogênio do leite e cadelas não displásicas receberam hormônios em excesso. As excessivas concentrações de estradiol-17B no soro de leite foram detectadas apenas em filhotes de cadelas displásicas. A frouxidão articular reduziu em filhotes que receberam CGS 16.949 e aumentou em filhotes de cadelas não displásicas que receberam estradiol. A expressão fenotípica da DCF é influenciada por hormônios e pode, portanto, ser reduzida por tratamento hormonal.

3.2.3 Anormalidades anatômicas

Durante o desenvolvimento e maturação óssea a distribuição de cargas interferem diretamente no desempenho normal de células osteoprogenitoras e determinam o correto

desenvolvimento ósseo, assim como o fechamento das linhas de crescimento. Anormalidade na articulação lombo-sacral podem estar associadas à DCF (KOMSTA, 2015). Devido as distribuições de carga anormais, que se concentram na porção dorsal do acetábulo, leva, possivelmente, a um retardo no crescimento ósseo e no desenvolvimento da cartilagem articular. O período de crescimento e desenvolvimento do quadril ocorre entre 3 e 8 meses de idade em cães, e forças anormais depositadas no quadril em animais antes dessa idade são considerados fatores críticos para predispor a expressão de DCF. (KAPATKIN, FORDYCE E MAYHEW, 2002 KROTSCHHECK e TOHUNDTER, 2010; D'AMICO et al. 2011, GATINEAU et al.,2012).

De acordo com Fries e Remedios (1995) ossos como, por exemplo, o acetábulo que se forma entre os 3 ossos pélvicos o ílio, púbis e ísquio, conhecida como placa de crescimento trirradiado, tem seu fechamento normal entre 4 a 5 meses de idade, quando são submetidos a forças compressivas no momento do suporte de peso, principalmente aplicadas à borda dorsal do acetábulo, tem seu desenvolvimento prejudicado. Do mesmo modo, a deposição de cargas excessivas e anormais na face medial da cabeça femoral tem sido demonstrada com modificadores do crescimento normal e fechamento das linhas de crescimento da cabeça femoral que deveriam ocorrer entre os 9 e 11 meses de idade, levando a uma modificação no grau de anteversão da cabeça femoral, que em determinadas raças como o pastor alemão, golden retriever, labrador, entre outras, tem uma correlação significativa com a DCF (SARIERLER, 2004). A influência dessa alteração na formação e desenvolvimento da DCF ainda é controversa, pois estudos demonstram que alterações no grau de anteversão femoral não parecem ter efeito na DCF. Este mesmo estudo associa alterações anatômicas do acetábulo, principalmente correlacionado com sua angulação, com o desenvolvimento da DCF, por facilitar a subluxação nessa articulação (GATINEAU et al.,2012).

Outra anormalidade cada vez mais comum e diagnosticada em animais de companhia é a luxação patelar, essa alteração anatômica do eixo anatômico e mecânico do membro, altera as forças depositadas na articulação do quadril, o que altera a ossificação normal da articulação coxofemoral (LODER e TODHUNTER, 2017).

3.2.4 Fatores Genéticos

Basicamente, dois fatores determinam a expressão da DCF em um cão, sendo eles: genética e ambiente. Esta é uma doença de características poligênicas, influenciada por

efeitos ambientais e estudos demonstram que a frouxidão da articulação coxofemoral possui níveis altos de herdabilidade (KAPATKIN, MAYHEW, SMITH, 2002; GINJA et al., 2010;).

Atualmente diversos estudos são mobilizados tentando correlacionar determinadas regiões no genoma que demonstrem, métodos de avaliar a predisposição de determinados animais a características que facilitem ou promovam o desenvolvimento da displasia coxofemoral (BIENVERSIE et al., 2022) ou que determinem através de testes de DNA um fator prognóstico para essa doença (BRUUN et al., 2020)

3.2.5 Subluxação

A subluxação consiste na movimentação dorsolateral da cabeça femoral, o que leva a um desgaste articular. A fisiopatogenia desse movimento anormal ainda não está totalmente elucidada, porém duas teorias são postuladas para explicar esse fenômeno. A primeira delas é decorrente do apoio (frouxidão funcional) secundário à tensão muscular ao redor do quadril possibilitando com que a cabeça femoral seja transladada lateralmente o que resulta em incongruência articular e desgaste cartilágneo nesta articulação (SMITH et al, 2012; GATINEAU et al., 2012)

Atualmente outra teoria alternativa foi proposta visando explicar o mecanismo dessa frouxidão que leva a degeneração e alteração articular. Nesta teoria, o momento de instabilidade e translação lateral da cabeça femoral deixa de ser o apoio e passa a ser considerado na fase de balanço. Considerando uma articulação normal, no momento de balanço do passo, quando ocorre um lateralização da cabeça femoral resultaria em uma alteração anatômica da cápsula articular levando a ativação de mecanorreceptores nela contidos, o que leva a contração dos grupamentos musculares adjacentes visando um mecanismo de proteção. Com a instalação do processo inflamatório articular, ocorre um aumento na quantidade de líquido sinovial dentro do ambiente capsular o que, teoricamente, seria necessária uma luxação mais pronunciada para que possa haver ativação desse sistema de proteção, o que não ocorre, sendo que no momento do apoio, no ciclo do passo, a cabeça femoral estaria em uma posição progressivamente mais subluxada, o que ocasionaria uma maior degradação dos componentes articulares (SMITH, 2012).

Uma teoria alternativa foi proposta para explicar o mecanismo patogênico da frouxidão articular causando degeneração articular em cães com CHD; os investigadores

supõem que a subluxação está ocorrendo durante a fase de balanço da marcha, ao invés de suporte de peso. Com níveis normais (baixos) de líquido sinovial, qualquer translação lateral da cabeça femoral durante a fase de balanço da deambulação resultaria em invaginação e alongamento da cápsula articular. Os mecanorreceptores dentro da cápsula então serão acionados, recrutando músculos adjacentes a contrair numa função protetora, posicionando a cabeça femoral mais próxima do acetábulo (SMITH et al., 2012).

Com o aumento do líquido sinovial presente, teoricamente seria necessária uma subluxação mais pronunciada da cabeça femoral durante a fase de balanço para desencadear a mesma resposta de acionamento dos mecanorreceptores e recrutamento muscular. A falta desse processo protetor resulta em uma abrupta redução articular, pois no momento do apoio, a cabeça femoral estaria com um grau de lateralização maior, levando a maiores lesões destas estruturas. A descarga de peso associada a maior lateralização da cabeça femoral, promove desgaste cartilágneo e microfraturas do dorso acetabular (SMITH et al., 2012). Com todo o estresse ocorre liberação de células inflamatórias que degradam as estruturas cartilágneas que se deformam e são menos capazes de retornar a sua forma original. Microfraturas e estresse no osso subcondral ocorrem devido à sustentação de peso anormal na cabeça femoral e na borda dorsal do acetábulo (ALEXANDER, 1992; STEFFEY e TODHUNTER, 2010)

3.3 Diagnóstico

A avaliação da pelve através do diagnóstico por imagem, juntamente com os achados clínicos são os principais métodos para a realização da investigação e diagnóstico da DCF, especialmente quando falamos de pacientes jovens no início da doença uma vez que em resposta ao dano causado pela subluxação ocorre a formação de uma fibrose periarticular que está associada a diminuição dos sinais clínicos (BUTLER e GAMBINO, 2017). Inicialmente acreditava-se que essa mesma fibrose, resultava em um aumento da estabilidade articular, fato questionado atualmente, com estudos demonstrando o aumento da flacidez correlacionado com a progressão da OA (D'AMICO et al., 2011).

De acordo com Pinna (2022) as alterações esqueléticas iniciam-se no acetábulo, mais especificadamente na borda crânio lateral e uma vez que a doença progride para um estado de osteoartrite grave, a capacidade de diagnosticar a condição torna-se menos complicada porque as alterações radiográficas são mais aparentes (BUTLER e GAMBINO, 2017).

A lassidão articular, que promove a subluxação, é observada através da radiografia, o que permite uma previsibilidade da DCF, uma que essa instabilidade é a precursora desta doença articular degenerativa (BRASS, 1994; BANFIELD et al., 1996; SMITH et al., 2012).

As alterações radiográficas ocorrem à medida em que há remodelamento, onde o osso torna-se mais denso e menos capaz de absorver o choque. Uma quantidade maior de força no momento do suporte do peso é então transmitida para a cartilagem sobrejacente, acelerando degeneração (FRIES e REMEDIOS, 1995; KROTSCHECK e TOHUNDTER, 2006; CHALMERS et al., 2006). O líquido sinovial por sua vez perde viscosidade, o que diminui a capacidade de lubrificação articular. Ocorre proliferação de condrócitos, na tentativa de compensar os danos. Eles formam aglomerados de células, muitas vezes na borda da lesão. O osso subcondral fica exposto, resultando em mais inflamação. Devido ao suporte de peso e remodelação, o osso torna-se esclerótico. Ocorre necrose óssea subcondral focal, provavelmente devido a calor causado por fricção ou microfratura repetida (ALEXANDER, 1992; FRIES e REMEDIOS, 1995; KROTSCHECK e TOHUNDTER, 2006; STEFFEY e TODHUNTER, 2010)

A inflamação contínua e o desgaste anormal criam perda adicional de conformação conjunta. O acetábulo torna-se mais raso e largo, enquanto o a cabeça femoral achata. A medida que a osteofitose e a remodelação óssea progridem, a aparência radiográfica característica de espessamento do colo do fêmur e proliferação da borda acetabular dorsal é vista (ALEXANDER, 1992; BRASS, 1994; FRIES e REMEDIOS, 1995; SMITH et al., 2012).

3.3.1 Radiografia

A radiografia do quadril é considerada um método eficaz para avaliação da frouxidão articular e identificação de sinais de osteoartrite (POWERS et al. 2010), sendo factível através as diferentes projeções radiográficas que podem ser utilizadas para esta avaliação, sendo a mais comum a radiografia em extensão do quadril (BUTLER e GAMBINO, 2017) que consiste no posicionamento do paciente em decúbito dorsal e extensão dos membros pélvicos com leve rotação interna do joelho. Uma posição adequada deve incluir a pelve simetricamente posicionada, ambos fêmures alinhados paralelamente e patelas alinhadas na tróclea (RISER, 1962).

O ângulo de Norberg representa uma das técnicas mais utilizadas para quantificar objetivamente o grau de subluxação femoral. Este ângulo é calculado por meio das medidas obtidas entre uma linha que conecta o centro da cabeça femoral esquerda e direita, e outra linha que conecta o centro da cabeça femoral com a ponta lateral da borda de ambos os acetábulos. O vértice formado por essas duas linhas é chamado de ângulo de Norberg (HENRICSON et al. 1962). Ângulos maiores indicam um acetábulo mais profundo e congruente, logo, ângulos maiores que 105° são considerados normais (WILLIS, 1997). Os principais e mais utilizados métodos de diagnóstico da DCF são os radiográficos, dentre os quais se destaca a técnica proposta por Brass e colaboradores (1978), conhecida como Método Radiográfico Convencional adotado pelo Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária (CBRV) (BRASS *et al.*, 1978; CBRV, 2007).

3.3.2 Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada é um exame pouco utilizado na rotina médica veterinária, apesar de estudos demonstrarem seu mérito para o acompanhamento das mudanças articulares decorrentes da DCF. Essa modalidade de exame fornece uma avaliação precisa e fácil dos índices de articulares, podendo ser o melhor indicador de frouxidão (FUJIK, MIZUMI e SAKAMOTO, 2004). Além disso, as medidas tomográficas combinadas com os índices de frouxidão articular, são consideradas preditivas do futuro desenvolvimento de osteoartrite no paciente adulto (ANDRONESCU et al., 2015).

3.3.3 Ressonância Magnética

A ressonância magnética é pouco utilizada na avaliação da DCF, apesar de ser considerado o método com maior sensibilidade na detecção de alterações e integridade de osso subcondral, apesar de não fornecerem uma avaliação satisfatória da cartilagem articular (GOLD et al. 2009). Para que esse fim possa ser explorado, é requerida a utilização de contraste a base de gadolínio, permitindo uma alta resolução da cartilagem e suas propriedades fisiológicas (WUCHERER, OBER E CONZEMIUS, 2012) como, por exemplo a avaliação da densidade de glicosaminoglicanos que tem a sua diminuição associada à artrose, sendo identificado através da ressonância magnética (DUDDA e YOUNG, 2007).

O agente é administrado por via intravenosa seguido de 15 a 30 minutos de exercício, sendo as imagens adquiridas em aproximadamente 2 horas. O agente se distribui dentro da cartilagem frente ao movimento ativo do paciente durante o intervalo da pré-imagem em uma quantidade que é inversamente proporcional ao conteúdo de contraste da cartilagem avaliada. A distribuição de contraste é alta na cartilagem degradada sem glicosaminoglicanos e, inversamente, baixa em cartilagem saudável onde os glicosaminoglicanos são abundantes (BURSTEIN ET AL., 2001).

3.3.4 Artroscopia

Embora mais invasiva, é uma técnica que tem como vantagens a detecção de danos cartilagíneos antes do aparecimento de sinais radiográfico de osteoartrite (SMITH et al, 2012). Holsworth (2005) e colegas demonstraram que aproximadamente 50% dos cães sem lesões radiográficas de osteoartrite tinham lesões de cartilagem moderadas a graves vistas pela artroscopia.

Outra técnica também descrita na literatura é a ultrassonografia articular, contudo, essa técnica possui desvantagens que incluem a incapacidade de avaliar a morfologia acetabular após aproximadamente 8 semanas de idade em cães devido à ossificação da cabeça femoral, subjetividade da avaliação e sistemas de pontuação e a falta de valores de referência normais (SMITH et al, 2012).

3.4 Avaliação cinética e Posturográfica

A locomoção de um cão é formada por um ciclo que representam um passo de cada membro, independente do tipo de locomoção. O passo é formado pela fase de balanço e de apoio, as quais são no momento, em que o membro se encontra no alto e no chão respectivamente (DECAMP, 1997). Antes que toque o solo, ocorre um período de desaceleração, possibilitando a diminuição de velocidade (BERTRAN et al., 1997). A aceleração, por sua vez é o impulso realizado para aumentar a quantidade de movimento que ocorre ao final da fase de apoio após a desaceleração. Em uma velocidade constante a soma da aceleração e desaceleração é igual a zero, porém durante a claudicação pode gerar uma redução na amplitude da força crânio caudal (BUDSBERG; VERSTRAETE; SOUTAS-LITTLE, 1987). O impulso vertical é a força vertical sobre a área que lhe é

aplicada em função do tempo durante a colisão do membro com o solo, descrita pela curva do movimento (BERTRAN et al., 1997).

A biomecânica da articulação coxofemoral se dá pela interação entre os componentes ósseos e a musculatura. Os músculos abdutores do coxal (músculo glúteo e piriforme) permanecem contraídos em estação gerando uma força vetorial oposta a do peso para manter a cabeça femoral encaixada no acetábulo. Essa força é diretamente proporcional ao ângulo do colo femoral e se este estiver aumentado maior será a tensão muscular necessária já que o encurtamento da distância entre a cabeça e o trocânter diminui assim como o efeito de alavanca (ARNOCZKY; TORZILLI, 1981). Relacionando-se à congruência entre a cabeça do fêmur e o acetábulo, a sua superfície de contato tende a distribuir as forças por igual nessa superfície. No caso de um animal displásico tanto o componente muscular é afetado pela mudança do ângulo de anteversão quanto à superfície articular é reduzida pela incongruência ou subluxação articular pela lassitude articular aumentada ou pela disparidade entre o crescimento muscular e ósseo que podem manifestar essa instabilidade (WEIGEL; WASSERMAN, 1992). De acordo com Chase et al., (2002), existe dentro do código genético, expressões gênicas que determinam as características da forma da pelve, e esse formato pode influenciar na evolução da DFC, contudo, essa característica isoladamente não foi associada a DCF (FEALEY et al., 2017)

Há duas décadas a ortopedia humana têm usado a plataforma de força na mensuração de forças externas antes e depois do tratamento dos pacientes (Anderson e Mann, 1994).

Na medicina veterinária, uma ampla gama de aplicações para a avaliação das forças de reação ao solo pode ser encontrada. Além da pesquisa sobre os padrões de movimento fisiológico de várias espécies (SCHNABL-FEICHTER et al; 2018; STRASSER et al. 2014), tais avaliações servem como uma ferramenta valiosa na investigação de doenças ortopédicas e neurológicas de cães (FOSS et al. 2013; CARRILO et al. 2018). Todo esse movimento surgiu com Budsberg, Verstraete e Soutas-little (1987) que introduziram uma nova era no estudo do movimento na medicina veterinária com a utilização da placa de força, um equipamento que mensura as forças de reação ao solo, que consistem na somatória de forças do tronco e do membro do cão. Dentre os equipamentos que podem ser utilizados para avaliação estão as plataformas de pressão, com seus múltiplos sensores, contudo, as referências que descrevem a utilização deste equipamento dentro da medicina veterinária ainda é escasso (MANERA et al. 2017), sendo que, os principais

estudos descritos descrevem a distribuição de força nos coxins durante a fase de apoio em cães saudáveis (LEBLANC et al. 2017; KIM et al. 2017), cães com patologias ligamentares (ROBAIN, 2006) ou fraturas pélvicas, existindo poucos estudos posturográficos e suas alterações, como modificações espaciais no centro de pressão, e as consequências derivadas de alterações na área da pata, assim como valores de pico de pressão entre outros parâmetros (MANERA et al. 2017).

O equilíbrio e a sua manutenção resultam de um processo combinado entre o sistema nervoso central, visão e sistema musculoesquelético (RUHE, FEJER E WALKER, 2010). Quando em apoio estático, o animal assume uma constante movimentação visando gerar estabilidade, sendo comparado a um pêndulo invertido (WINTER et al 1996; MAURER e PETERKA, 2005), objetivando a manutenção de uma simetria do centro de massa (BŁASZCZYK, LOWE E HANSEN, 1994). Como a postura está sendo constantemente perturbada por mecanismos externos, a recuperação do equilíbrio é realizada por movimentos compensatórios constantes, conhecidos como oscilação postural. Desta forma, a posturografia estática torna-se um método objetivo de avaliação do sistema de equilíbrio, sendo amplamente utilizada na medicina humana e também veterinária (MCLAUGHLIN, 1991; BUDSBERG et al., 1993; MCLAUGHLIN, ROUSH, 1994; BUDSBERG et al., 1996, BENNET et al.; 1996; BALLAGAS et al., 2004; LASCELLES 2006; FANCHON, GRANDJEAN, 2007; VOSS et al., 2007; KAPATKIN et al., 2007; MOLS et al., 2010; LIGHT 2010; BLASZCZYK, 2016; KIEVES, 2019; KOZLOVICH et al.; 2022)

A posturografia tem se mostrado uma ferramenta abrangente para a análise objetiva e sensível do controle postural e é, portanto, o padrão ouro para medição laboratorial do controle postural em indivíduos sadios e doentes na medicina humana (LAWSON et al., 2015). Ela torna-se importante dentro da medicina veterinária, a partir do momento que a dor associada à AO promove uma alteração de marcha, durante a posição estática, secundária e uma redistribuição de peso para outros membros, sejam eles sadio ou não (SCOTT; WITTE, 2011). De acordo com Lawson (2015) quando um paciente tem problemas para manter, alcançar ou restaurar um estado de equilíbrio, isso implica em um déficit no controle postural, que pode ser causado por uma variedade de deficiências cognitivas, sensoriais ou motoras, dessa forma, a posturografia é uma importante informação para identificação do grau de alteração de marcha e também para quantificar melhora do apoio após tratamento (VILLAMONTE-CHEVALIER ET AL., 2015).

REFERÊNCIAS

ALEXANDER J.W. The pathogenesis of canine hip dysplasia. **Veterinary Clinics North America Small Animal**, vol. 1, 1st edition. St Louis (MO): Elsevier; p. 1078–111, 2012

ANDRONESCU A.A.; KELLY L.; KEARNEY M.T., Associations between early radiographic and computed tomographic measures and canine hip joint osteoarthritis at maturity. **American Journal Veterinary Research**. 76(1):19–27, 2015.

ARNOCZKY, S.P.; TORZILLI, P.A. Biomechanical analysis of forces acting about the canine hip. **American Journal of Veterinary Research**, v. 42, n. 9, p. 1581-1585, 1981.

BALLAGAS A.J; MONTGOMERY R.D.; HENDERSON R.A.; GILLETTE R. Pre- and postoperative force plate analysis of dogs with experimentally transected cranial cruciate ligaments treated using tibial plateau leveling osteotomy. **Veterinary Surgery**; 33:187–190, 2004.

BANFIELD C.M.; BARTELS J.E.; HUDSON J.A. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part I: angle measurements and Orthopedic Foundation for Animals (OFA) grading. **Journal America Animal Hospital Association**; 32:413–22, 1996.

BEAMAN D.N; GRAZIANO G.P.; GLOVER R.A.; WOJTYS E.M.; Chang V. Substance P innervation of lumbar spine facet joints. **Spine**; 18 (8): 1044–1049, 1993.

BENNETT D. & MAY C. Joint diseases of dogs and cats. In: **Textbook of Veterinary Internal Medicine**, 4th edn (Ed. by S.J. Ettinger & E.C. Feldman), pp. 2047. W.B. Saunders Company, Philadelphia, PA, 1995.

BENNETT R.L.; DECAMP C.E; FLO G.L. Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia. **American Journal of Veterinary Research**; 57:966–971, 1996.

BENNETT R. L.; DECAMP C. E.; FLO G. L.; HAUPTAMAN, J. G.; STAJICH, M. Kinematic gait analysis in dogs with hip dysplasia. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 7, p. 966-971, 1996.

BERTRAN, J. E.; TODHUNTER, R. J.; FOELS, W. S.; WILLIAMS, A. J.; LUST, G. Multiple force platform analysis of the canine trot: a new approach to assessing basic characteristics of locomotion. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. n. 10, p. 160-169, 1997.

BINVERSIE E.E.; MOMEN M; ROSA G.J.M.; DAVIS B.W.; MUIR P. Acrossbreed genetic investigation of canine hip dysplasia, elbow dysplasia, and anterior cruciate ligament rupture using whole-genome sequencing. **Front Genet.** 13:913354. 2022..

BŁASZCZYK J.W.; LOWE D.L.; HANSEN P.D.; Ranges of postural stability and their changes in the elderly. **Gait Posture**; 2: 11–17, 1994.

BLASZCZYK J.W. The use of force-plate posturography in the assessment of postural instability. **Gait Posture.** 2016; 44: 1–6. 10.1014, 2015.

BRASS W. Hip dysplasia in dogs. *Journal of Small Animal Practice.*; 30:166–70. 1989.

BRUNNBERG L.; WAIBL H.; LEHMANN J.; HÜFTGELENKSDYSPLASIE. In: **Lahmheit beim Hund.** Kleinmachnow: Procane Claudio Brunnberg 2014; 424–444.

BRUUN C.S.; BANK A.; STROM A.; PROSCHOWSKY H.F.; FREDHOLM M. Validation of DNA test for hip dysplasia failed in Danish Labrador Retrievers, **Stichting International Foundation for Animal Genetics**, 2020.

BUDSBERG SC, CHAMBERS JN, LUE SL, et al. Prospective evaluation of ground reaction forces in dogs undergoing unilateral total hip replacement. *Am J Vet Res* 1996;57:1781–1785.

BUDSBERG SC, JEVENS DJ, BROWN J, et al. Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs. *Am J Vet Res* 1993;54:1569–1574.

BUDSBERG, S. C.; VERSTRAETE, M. C.; SOUTAS-LITTLE, R.W. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. **American Journal Veterinary Research**, v. 48, n. 6, p. 915-918, 1987.

BURSTEIN D.; VELYVIS J.; SCOTT KT. Protocol issues for delayed Gd (DTPA) enhanced MRI for clinical evaluation of articular cartilage. **Magnetic Resonance Medical** ;45(1):36–41, 2001.

BUTLER R.; GAMBINO J; Canine Hip Dysplasia Diagnostic Imaging. **Veterinary Clinics Small Animal** 47, 777–793, 2017.

CARRILLO, J.M.; MANERA, M.E.; RUBIO, M.; SOPENA, J.; SANTANA, A.; VILAR, J.M. Posturography and dynamic pedobarography in lame dogs with elbow dysplasia and cranial cruciate ligament rupture. **BMC Vet. Res.** 14, 108, 2018.

CHALMERS H.J.; DYKES N.L.; LUST G.; Assessment of bone mineral density of the canine hip dysplasia. In: Tobias KM, Johnston SA, editors. **Veterinary surgery small animal**, vol. 1, 1st edition. St Louis (MO): Elsevier; 2012. p. 824–48.

CHASE K.; CARRIER D.R.; ADLER F.R.; JARVIK T.; OSTRANDER E.A.; LORENTZEN T.D.; LAR K.G.; Genetic basis for systems of skeletal quantitative traits: principal component analysis of the canid skeleton. **Proc Natl Acad Sci U S A**.99:9930–5. 2002.

CHISHOLM, A.E.; PERRY, S.D.; MCILROY, W.E. Inter-limb centre of pressure symmetry during gait among stroke survivors. **Gait Posture**. 33, 238–243, 2011.

CITI, S.; VIGNOLI, M.; MODENATO, M.; ROSSI, F.; MORGAN, J. P. A radiological study of the incidence of unilateral canine hip dysplasia. **Schweizer Archive fur Tierheilkunde**, v. 147, n. 4, p. 173-178, 2005.

COLÉGIO Brasileiro De Radiologia Veterinária. Normas do Colégio. Available from: <http://www.abrv.com.br/col_normas.php>. acessado em: 25 abril 2023.

D'AMICO L.L.; XIE L.; ABELL L.K. Relationships of hip joint volume ratios with degrees of joint laxity and degenerative disease from youth to maturity in a canine population predisposed to hip joint osteoarthritis. **American Journal Veterinary Research** 72:376–83, 2011.

DASSLER, C. L. Canine hip dysplasia: diagnosis and nonsurgical treatment. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. 3. ed. Philadelphia: Elsevier Science. p. 2019-2029 2003.

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, n. 4, p. 825-841, 1997.

DUDDA M.; YOUNG K.J.; Delayed gadolinium enhanced MRI of cartilage in HIP Dysplasia. **Magentom Flash**. 1:22–3 2007.

DUDEK A.; CHROSZCZ A.; JANECZEK M.; SIENKIEWICZ W.; KALECZYC J. Sources of sensory innervation of the hip joint capsule in the rabbit – a retrograde tracing study. **Anatomy Histology Embryology**. 42 (6): 403–409 2013.

DYCE, K. M.; SACK W. O.; WENSING C. J. G. The Hindlimb of the dog and cat. In: **Textbook of Veterinary Anatomy**, 4th edn. Saunders – Elsevier. pp. 490–500, 2010

EVANS H.E. *Miller's anatomy of the dog*. 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 1993.

EVANS, H. E.; DELAHUNTA A. The skeletal and muscular systems. In: **Miller's Guide to the Dissection of the Dog**, 4th edn. London: pp. 6–118, 1996.

FANCHON L.; GRANDJEAN D. Accuracy of asymmetry indices of ground reaction forces for diagnosis of hind limb lameness in dogs. **American Journal Veterinary Research**. 68:1089–1094, 2007.

FARQUHAR T.; BERTRAM J.; TODHUNTER R.J. Variations in composition of cartilage from the shoulder joints of young adult dogs at risk for developing canine hip dysplasia. **Journal American Veterinary Medical Association** 210:1483–5, 1997.

FEALEY M. J.; LI J.; TODHUNTER R. J. E.; KROTSCHKE U.; HAYASHI K.; MCCONKEY M. J.; BOYKO A. R.; HAYWARD J. J.; TODHUNTER R. J.; Genetic mapping of principal components of canine pelvic morphology. **Canine Genetics and Epidemiology**. 4:4, 2017.

FOSS, K.; DA COSTA, R.C.; RAJALA-SCHUTTZ, P.J.; RAJALA-SHULTZ, P.J.; ALLEN, M.J. Force plate gait analysis in Doberman Pinschers with and without cervical spondylomyelopathy. **Journal Veterinary Internal Medicine**, 27, 106–111 2013.

FRIES C.L.; REMEDIOS A.M.; The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: a review. **Canine Veterinary Journal**. 36(8):494–502, 1995.

FROST H. M. Patogenesis of congenital hip dysplasia (CHD). A proposal. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 2, n.1, p. 1-10, 1989.

FUJIKI M.; MISUMI K.; SAKAMOTO H.; Laxity of canine hip joint in two positions with computed tomography. **Journal Veterinary Medicine Science**.;66:1003, 2004.

GAO C.C.; CHERN J.S.; CHANG C.J.; LAI P.L.; LUNG C.W. Center of pressure progression patterns during level walking in adolescents with idiopathic scoliosis. **PLoS ONE**, 14, e0212161, 2019.

GATINEAU M.; DUPUIS J.; BEAUREGARD G.; Palpation and dorsal acetabular rim radiographic projection for early detection of canine hip dysplasia: a prospective study. **Veterinary Surgery**;41:42–53, 2012.

GINJA M.M.D.; FERREIRA A.J.; JESUS S.S. Comparison of clinical, radiographic, computed tomographic, and magnetic resonance imaging methods for early prediction of canine hip laxity and dysplasia. **Veterinary Radiology and Ultrasound** 50:135–43, 2009.

GINJA M.M.D.; SILVESTRE A.M.; GONZALO-ORDEN J.M. Diagnosis, genetic control and preventive management of canine hip dysplasia: a review. **Veterinary Journal**;184: 269–76, 2010.

GOLD G.E.; CHEN C.A.; KOO S. Recent advances in MRI of articular cartilage. **American Journal Roentgenology**. 193(3):628 2009.

GRONBLAD M.; KORKALA O.; KONTTINEN Y.; NEDERSTROM A.; HUKKANEN M.; TOLVANEN E. Silver impregnation and immunohistochemical study of nerves in lumbar facet joint plical tissue. **Spine**, 16 (1): 34–38, 1991.

HENRICSON B.; NORBERG I.; OLSSON S.E.; On the etiology and pathogenesis of hip dysplasia: a comparative review. *Journal Small Animal Practice*. 7:673, 1966.

HOLSWORTH I.G.; SCHULZ K.S.; KASS P.H. Comparison of arthroscopic and radiographic abnormalities in the hip joints of juvenile dogs with hip dysplasia. *Journal American Veterinary Medical Association*. 227(7):1091–4, 2005.

HOLZER P. Local effector functions of capsaicin-sensitive sensory nerve endings: involvement of tachykinins, calcitonin gene-related peptide and other neuropeptides. **Neuroscience**. 24 (3): 739–768, 1988.

INNES J.F. Arthritis. In: K.M. Tobias, SA Johnson, editors. **Veterinary Surgery: Small Animal**. St. Louis: Elsevier Saunders; 2012.

JANCSO N.; JANCSO-GABOR A.; SZOLCSANYI J. Direct evidence for neurogenic inflammation and its prevention by denervation and by pretreatment with capsaicin. **Brazilian Journal Pharmacology Chemotherapy**. 31 (1): 138–151 1967.

JANUTTA V.; HAMANN H.; DISTL O. Genetic and phenotypic trends in canine hip dysplasia in the German population of German shepherd dogs. **Berliner und Munchener tierarztliche Wochenschrift**, v. 121, n. 3, p.102-109, 2008.

JOHNSON J, AUSTIN C, BREUR G. Incidence of canine appendicular musculoskeletal. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology** 07(02): 56-69, 1994.

JOHNSON A. L.; HULSE D. A. Diseases of the joints. In: FOSSUM, T. W. **Small Animal Surgery**. 2 ed. St. Louis: Elsevier Science, p. 1023-1157. 2002

KAPATKIN A.; FORDYCE H.; MAYHEW P. Canine hip dysplasia: the disease and its diagnosis. **Compendium on Cont. Education Practice Veterianry** 24:526–38. 2002

KAPATKIN A.S.; ARBITTIER G.; KASS P.H. Kinetic gait analysis of healthy dogs on two different surfaces. **Veterinary surgery**; 36:605–608, 2007.

KIEVES N.R.; JULIETTE H.L.; EVANS R.; DUERR F.M.; Comparison of three walkway cover types for use during objective canine gait analysis with a pressure-sensitive walkway. **American Journal Veterinary Research.**80(3):265–269, 2019.

KIM D.Y.; HWANG S.H.; KIM M.G.; SONG J.H.; LEE S.W.; KIM I.K. Development of Parkinson patient generated data collection platform using FHIR and IoT devices. **Stud Health Technol Inform.** 245:141–5, 2017.

KING M.D. Etiopathogenesis of canine hip dysplasia, prevalence, and genetics. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice** 47, 753–67, 2017.

KOMSTA R.; QOJSZCZYK-SZCZEPANIAK A.; DE_ŁBIAK P. Lumbosacral transitional vertebrae, canine hip dysplasia, and sacroiliac joint degenerative changes on ventrodorsal radiographs of the pelvis in police working German shepherd dogs. **Topics Companion Animal Medicine**, 30:10–5, 2015.

KOZLOVICH T.E.; JONES S.C; KIEVES N.R. Use of a protective cover affects ground reaction force measurements obtained from dogs walking on a validated pressure sensitive walkway. **American Journal Veterinary Research.**;83(3), 2022

KROTSCHECK U.; TOHUNDTER T. Pathogenesis of hip dysplasia. In: Bojrab M.J.; Monnet E. **Mechanisms of disease in small animal surgery.** 3rd edition;. p. 636–45. 2010.

KUL-PANZA E.; BERKER N. Pedobarographic findings in patients with knee osteoarthritis. **American Journal Physiology Medicine Rehabilitation**, 85, 228–233, 2006.

LASCELLES B.D.; ROE S.C.; SMITH E. Evaluation of a pressure walkway system for measurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. **American Journal Veterinary Research.**67(2):277–282, 2006.

LAWSON T.; MORRISON A.; BLAXLAND S.; WENMAN M.; SCHMIDT, C.G.; HUNT M.A. Laboratory-based measurement of standing balance in individuals with knee osteoarthritis: A systematic review. **Clinical Biomech**, 30, 330–342, 2015.

LE QUANG T.; MAITRE P.; COLIN A.; VIGUIER E. Spatial, temporal and kinetic evaluation of normal cats at walk, using a pressure walkway. **Comput Methods Biomech Biomed Engin.**;11(suppl 1):137–138, 2008

LEBLANC C.; TOBALSKE B.; SZKOTNICKI B.; HARLANDER-MATAUSCHEK A. locomotor behavior of chickens anticipating incline walking. **Frontiers Veterinary Science**;4:233, 2017.

LIGHT V.A.; STEISS J.E.; MONTGOMERY R.D.; RUMPH P.F.; WRIGHT J.C.; Temporal-spatial gait analysis by use of a portable walkway system in healthy Labrador Retrievers at a walk. **American Journal Veterinary Research**;71(9):997–1002, 2010.

LINDBLAD-TOH K.; WADE C.M.; MIKKELSEN T.S.; KARLSSON E.K.; JAFFE D.B.; KAMAL M.; CLAMP M.; CHANG J.L.; KULBOKAS R.D.; ZODY M.C.; Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. **Nature**.;438:803–19, 2005

LODER, R. T.; TODHUNTER, R. J. Demographics of hip dysplasia in the Maine Coon cat. **Journal of feline medicine and surgery**, v. 20, n. 4, p. 302-307, 2017.

LUST G.; BELLMAN W.T.; RENDING V.T. A relationship between degree of laxity and synovial fluid volume in coxofemoral joints of dogs predisposed for hip dysplasia. **American Journal Veterinary Research**; 41(1):55-60, 1980.

Lust G.; Williams A.J.; Burton-Wurster N.; Joint laxity and its association with hip dysplasia in Labrador retrievers. *American Journal Veterinary Research*. 54:1990–9, 1993

LUST G.; RENDANO V.T.; SUMMERS B.A. Canine hip dysplasia: concepts and diagnosis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 187, n. 6, p. 638-40, 1985.

MADSEN JS. The joint capsule and joint laxity in dogs with hip dysplasia. **Journal of the American Veterinary Medical Association**; 210:1463–5, 1997.

MANERA M.E.; CARRILLO J.M.; BATISTA M.; RUBIO M.; SOPENA J.; SANTANA A. Static Posturography: A New Perspective in the Assessment of Lameness in a Canine Model. **PLoS ONE** 12(1), 2017.

MAURER C.; PETERKA R.J. A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. **Journal Neurophysiology**; 93: 189–200, 2005.

MCLAUGHLIN J.R.; MILLER C.W.; TAVES C.L. Force plate analysis of triple pelvic osteotomy for the treatment of canine hip dysplasia. **Veterinary Surgery**; 20:291–297, 1991.

MCLAUGHLIN RMJ, ROUSH JK. Effects of subject stance time and velocity on ground reaction forces in clinically normal Greyhounds at the trot. **American Journal Veterinary Research**. 55:1672–1676 1994.

MCLAUGHLIN J.R.; TOMLINSON J. Radiographic diagnosis of canine hip dysplasia. **Veterinary Medicine**, v. 91, n. 2, p. 36-47, 1996.

MIKKOLA T.C.; Genetic dissection of canine hip dysplasia phenotypes and osteoarthritis reveals three novel **BMC Genomics** (2019) 20:1027

MOLS S.H.; HIELM-BJORKMAN A.K.; LAITINEN-VAPAAVUORI O.M. Force platform analysis in clinically healthy Rottweilers: Comparison with Labrador Retrievers. **Veterinary Surgery**; 39:701–707, 2010.

MORASIEWICZ P.; KONIECZNY G.; DEJNEK M.; MORASIEWICZ L.; URBANSKI W.; KULEJ M.; DRAGAN S.L.; DRAGAN, S.F.; PAWIK, L. Pedobarographic analysis of body weight distribution on the lower limbs and balance after ankle arthrodesis with Ilizarov fixation and internal fixation. **Biomed. Engearing**; 17, 174, 2018.

NUNAMAKER D. M.; BIERY D.N.; NEWTON C.D. Femoral neck anteversion in the dogs: Its Radiographic measurements. **Journal of American Veterinary Radiology Society**, v 14, p 45-48, 1973.

OLSEWSKI J.M.; LUST G.; RENDING V.T. Degenerative joint disease: multiple joint involvement in young and mature dogs. **American Journal Veterinary Research**; 44:1300 8, 1983.

ORTHOPEDIC FOUNDATION FOR ANIMALS [www.offa.org]. Acessado em 12 Jan 2023.

PINNA S.; TASSANI C.; ANTONINO A.; VEZZONI, A. Prevalence of Primary Radiographic Signs of Hip Dysplasia in Dogs. **Animal**, 12, 2788, 2022.

POLLOCK A.S.; DURWARD B.R.; ROWE P.J.; PAUL J.P. What is balance? **Clinical Rehabilitation**, 14, 402–406, 2000.

POWERS M.Y.; KARBE G.T.; GREGOR T.P. Evaluation of the relationship between Orthopedic Foundation for Animals' hip joint scores and PennHIP distraction index. **American Veterinary Medical Association**, 1;237(5):532-41, 2010.

POY N. S.; DECAMP C. E.; BENNETT R. L.; HAUPTMAN J. G. Additional kinematic variables to describe differences in the trot between clinically normal dogs and dogs with hip dysplasia. **American Journal of Veterinary Research**, v. 61, n. 8, p. 974-978, 2000.

RENBURG W.;C, JOHNSTON S.A.; YE K.; BUDSBERG S.C. Comparison of stance time and velocity as control variables in force plate analysis of dogs. **American Journal Veterinary Research**; 60:814 819, 1999.

RICHARDSON D.C. The role of nutrition in canine hip dysplasia. **Veterinary Clinical North American Small Animal Practice**; 22:529–40, 1992.

RISER W.; RHODES W.; NEWTON C. Hip dysplasia: theories of pathogenesis. In: **Textbook of Small Animal Orthopedics**. Newton C.D.; Nunamaker D.M.; eds. Philadelphia: Lippincott 1985; 953–980.

RISER W.H. The dysplastic hip joint: radiologic and histologic development. **Veterinary Pathology** 12, 279–305, 1975.

RISER WH. Producing diagnostic pelvic radiographs for canine hip dysplasia. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, 141:600, 1962.

ROBAIN G.; VALENTINI F.; RENARD-DENIEL S.; CHENNEVELLE J.M.; PIERA J.B. A baropodometric parameter to analyze the gait of hemiparetic patients: the path of center of pressure. **Ann Readapt Med Phys.**;49:609–13, 2006.

ROBERTSSON O.; WINGSTRAND H.; ONNERFALT R. Intracapsular pressure and pain in coxarthrosis. **Journal Arthroplasty**; 10 (5): 632–635, 1995.

RORY J. Gene Expression in Hip Soft Tissues in Incipient Canine Hip Dysplasia and Osteoarthritis. **Journal of orthopedic research**. 2019.

RUHE A.; FEJER R.; WALKER B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—a systematic review of the literature. **Gait Posture.**, 32: 436–445, 2010.

RUNGE J.J.; KELLY S.P.; GREGOR T.P. Distraction index as a risk factor for osteoarthritis associated with hip dysplasia in four large dog breeds. **Journal Small Animal Practice**, 2010.

SARIERLER M. Comparison of femoral inclination angle measurements in dysplastic and nondysplastic dogs of different breeds. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 52, n. 2, p. 245-252, 2004.

SCHMAEDECKE A.; SAUT J.P.E.; FERRIGNO C.R.A. A quantitative analysis of the nerve fibres of the acetabular periosteum of dogs. **Veterinary Comparative Orthopedic Traumatology**; 21 (5): 413–417, 2008.

SCHNABL-FEICHTER E.; TICHY A.; GUMPENBERGER M.; BOCKSTAHLER B. Comparison of ground reaction force measurements in a population of Domestic Shorthair and Maine Coon cats. **PLoS ONE**, 2018.

SCOTT H, WITTE P. Investigation of lameness in dogs 1. **Forelimb. Practice.**;33:20–7, 2011.

SMITH G.K.; KARBE G.T.; AGNELLO K.A. Pathogenesis, diagnosis, and control of canine hip dysplasia. In: Tobias KM, Johnston SA, editors. **Veterinary surgery small animal**, vol. 1, 1st edition. St Louis (MO): Elsevier;. p. 824–48. 2012.

SMITH G.K.; LAFOND E.; HEYMAN S.J. Biomechanical characterization of passive laxity of the hip joint in dogs. **American Journal Veterinary Research**;58:1078–82. 1997

Smith G.K.; Lawler D.F.; Biery D.N. Chronology of hip dysplasia development in a cohort of 48 Labrador retrievers followed for life. **Veterinary Surgery**; 41:20–33, 2012

SOMMER E. L.; GRIECO C. Displasia coxofemoral. **Clinica Veterinária**, v. 2, n. 8, p. 10-14, 1997.

STASZYK C.; GASSE H. The innervation of the joint capsules in the dog. Part 3: **hip joint**. *Kleintierprax*; 47 (1): 11–17, 2002.

STEFFEY M.A.; TODHUNTER R.J.; Osteoarthritis. In: Bojrab MJ, Monnet E, editors. Mechanisms of disease in: **small animal surgery**. 3rd edition. Jackson (WY): Teton NewMedia; 2010. p. 731–42.

STRASSER, T.; PEHAM, C.; BOCKSTAHLER, B.A. A comparison of ground reaction forces during level and cross-slope walking in Labrador Retrievers. **BMC Veterinary Research**, 10, 241, 2014.

TAGUCHI T.; KOH R.; TAKAWIRA C.; RADEMACHER N.; GILAD G.M.; ARONSON R.D.; LOPEZ M.J. Agmatine for Pain Management in Dogs With Coxofemoral Joint Osteoarthritis: A Pilot Study. **Frontier Veterinary Science**, 5, 311, 2018.

TSAI K.L.; MURPHY K.E. Clinical and genetic assessments of hip joint laxity in the Boykin spaniel. *Canine*. **Journal Veterinary Research**; 70:148–50, 2006.

VILÀ C.; SAVOLAINEN P.; MALDONADO J.E.; AMORIM I.R.; RICE J.E.; HONEYCUTT R.L.; CRANDALL K.A.; LUNDEBERG J.; WAYNE R.K.; Multiple and ancient origins of the domestic dog. **Science**.;276:1687–9, 1997.

VILLAMONTE-CHEVALIER V.B.H.; BROECKX B.; DINGEMANSE W.; SOLER M.; VAN RYSSSEN B.; GIELEN I. Assessment of medial coronoid disease in 180 canine lame elbow joints: a sensitivity and specificity comparison of radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. **BMC Veterinary Research**.;11:243. 2015

VOSS K.; IMHOF J.; KAESTNER S.; MONTAVON P.M. Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hindlimb lameness. **Veterinary Comparative Orthopedic Traumatology**; 20:299–304, 2007.

WEIGEL J. P.; WASSERMAN J. F. Biomechanics of the normal and abnormal hip joint. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 22, n. 3, p. 513-528, 1992.

WILLIS M.B. A review of the progress in canine hip dysplasia control in Britain. **Journal of the American Veterinary Medical Association**; 210:1480, 1997.

BRASS T.; FREUDIGER U.; MULLER L.F. Bericht der hüfpelenkdysplasiekommission. **Kleintier Praxis**, v.23, p.169-180, 1978.

WINGSTRAND H.; WINGSTRAND A. Biomechanics of the hip joint capsule – A mathematical model and clinical implications. **Clinical Biomechanics**; 12 (5): 273–280, 1997.

WINTER D.A.; PRINCE F.; FRANK J.S.; POWELL C.; ZABJEK K.F.; Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. *J Neurophysiol.* 1996; 75: 2334–2343. World Association of Veterinary Anatomists, 2012: *Nomina Anatomica Veterinaria*, 5th edn (revised edition). Hamburg, Columbia, Ghent, Sapporo. Disponível em <http://www.wavaamav.org> (Acessado em março de 2023).

WUCHERER K.L.; OBER C.P.; CONZEMIUS M.G.; The use of delayed gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage and T2 mapping to evaluate articular cartilage in the normal canine elbow. *Vet Radiol Ultrasound* 2012;53(1): 57–63.

ZIMNY M. Mechanoreceptors in articular tissues. **American Journal Anatomy**; 182 (1): 16–32. 1988.

4 ARTIGO

4.1 AVALIAÇÃO POSTUROGRÁFICA E RADIOGRÁFICA DE CÃES PORTADORES DE DISPLASIA COXOFEMORAL

ABREVIATURAS

DCF - Displasia Coxofemoral
RLCCr - Ruptura do Ligamento Cruzado Cranial
DAD – Doença Articular Degenerativa
FTP - fêmoro-tíbio-patelares

RESUMO

A displasia coxofemoral traz grandes prejuízos a locomoção pois promove uma distribuição anormal do peso, levando a sobrecargas articulares. O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição de força nos membros de cães displásicos, através do método de Posturografia. Os animais deste estudo foram distribuídos em 3 grupos de acordo com a sua classificação de alterações radiográficas. O membro pélvico direito do grupo 3 demonstrou-se com um ângulo de Norberg menor que os demais grupos ($86,1^\circ \pm 7,1$) e diferença estatísticas entre eles ($p=0,016$), já o membro torácico direito do grupo 3 apresentou uma deposição de peso significativamente maior tanto no pico de pressão ($p=0,030$) quanto no pico de força ($p=0,004$). Os resultados deste estudo nos permitem concluir que a posturografia é uma importante ferramenta para o diagnóstico de distúrbios de locomoção e distribuição de peso.

ABSTRACT

Hip dysplasia causes great damage to locomotion because it promotes an abnormal weight distribution, leading to joint overloads. The objective of this work was to evaluate the force distribution in the limbs of dysplastic dogs, through the posturography method. The animals in this study were divided into 3 groups according to their classification of radiographic alterations. The right pelvic limb of group 3 showed a smaller Norberg angle than the other groups ($86.1^\circ \pm 7.1$) and statistical difference between them ($p=0.016$), while the right forelimb of group 3 presented a significantly greater weight deposition both at peak pressure ($p=0.030$) and at peak force ($p=0.004$). The results of this study allow us to conclude that posturography is an important tool for the diagnosis of locomotion disorders and weight distribution.

1 INTRODUÇÃO

Descrita pela primeira vez em 1935, a displasia coxofemoral (DCF) canina é considerada uma das condições ortopédicas mais comuns e é de grande importância no contexto de saúde animal, pois a maioria dos pacientes apresentam apenas sinais clínicos leves (FRIES, REMEDIOS, 1995; KROTSCHKE; TOHUNDTER, 2002, KAPATKIN et al., 2002; SMITH, 2012). A claudicação normalmente está associada a outras alterações ortopédicas como por exemplo a ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) (BANFIELD et al. 1996; POWERS et al. 2005). A DCF tem uma base genética reconhecida, contudo fatores ambientais, anatômicos, peso, hormonais, também podem influenciar nesta doença, promovendo um caráter multifatorial e complexo. (BRASS, 1989;, , FRIES, REMEDIOS, 1995; KAPATKIN et al., 2002; KROTSCHKE; TOHUNDTER, 2002; SPAIN et al. 2004; GINJA et al., 2010; SMITH, 2012, KRONTVEIT et al., 2012).

Embora observada em uma variedade de raças, a DCF é mais prevalente em raças de grande porte e de crescimento rápido; cães, como Labradores retrievers, Newfoundlands, Rottweilers, São Bernardo e Mastiffs, sendo eles comumente afetados. Bulldogs, Pugs e algumas raças de terrier também são muito predispostos (FRIES, REMEDIOS, 1995; KROTSCHKE; TOHUNDTER, 2002, KAPATKIN et al., 2002;). Mesmo em cães com apenas uma evidência radiográfica leve, há uma distribuição do peso que pode levar a claudicação (BOCKSTAHLER, 2007).

A biomecânica da articulação coxofemoral se dá pela interação entre os componentes ósseos e a musculatura. Os músculos abdutores do coxal (músculo glúteo e piriforme) permanecem contraídos em estação gerando uma força vetorial oposta à do peso para manter a cabeça femoral encaixada no acetábulo. Essa força é diretamente proporcional ao ângulo do colo femoral e se este estiver aumentado maior será a tensão muscular necessária já que o encurtamento da distância entre a cabeça e o trocânter diminui assim como o efeito de alavanca (ARNOCZKY; TORZILLI, 1981), onde qualquer alteração nesta biomecânica fisiológica podem levar a alterações do equilíbrio que tem a sua manutenção resultante de um processo combinado entre o sistema nervoso central, visão e sistema musculo-esquelético (RUHE, FEJER E WALKER, 2010)

A posturografia tem se mostrado uma ferramenta abrangente para a análise objetiva e sensível do controle postural e é, portanto, o padrão ouro para medição laboratorial do controle postural em indivíduos saudáveis e doentes na medicina humana (LAWSON et al.,

2015). Dentre os equipamentos que podem ser utilizados para avaliação estão as plataformas de pressão, com seus múltiplos sensores, contudo, as referências que descrevem a utilização deste equipamento dentro da medicina veterinária ainda são escassos (MANERA et al. 2017), sendo que, os principais estudos descritos descrevem a distribuição de força nos coxins durante a fase de apoio em cães saudáveis (LEBLANC et al. 2017; KIM et al. 2017). A análise da locomoção torna-se importante uma vez que, quando existe dor associada à alteração de marcha, ocorre uma instabilidade no equilíbrio, durante a posição estática, pois o animal tende a distribuir o peso do membro acometido para outros membros, levando a uma sobrecarga articular e consequente possibilidade de ocasionar doença articular degenerativa (DAD) nos membros sadios (SCOTT; WITTE, 2011).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo recebendo o número de protocolo 1512/2008 e realizado com livre consentimento dos proprietários autorizando por escrito sua participação no estudo conforme termo de ciência e autorização que se encontra no anexo A.

2.1 Animais

Foram contemplados neste estudo 21 animais, atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, do Departamento de Cirurgia, da FMVZ/USP. Os cães foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão descritos abaixo, independentes do sexo e raça. Foram distribuídos em 3 grupos de acordo com a avaliação radiográfica e classificação segundo o grau da displasia coxofemoral.

Grupo 1: Cães com displasia leve

Grupo 2: Cães com displasia moderada

Grupo 3: Cães com displasia severa

Os cães foram submetidos ao exame clínico do sistema musculoesquelético, exame radiográfico da articulação coxofemoral e análise posturográfica.

Critérios de Inclusão:

- a. RX para diagnóstico de displasia coxofemoral
- b. peso corpóreo igual ou superior a 20 kg
- c. idade acima de 2 anos

Critérios de exclusão/não inclusão:

- a. uso de corticosteróides ou AINES nas últimas quatro semanas.
- b. presença de claudicação ou sinais de alteração na marcha.
- c. animal submetido a procedimento cirúrgico ortopédico
- d. portador de doença sistêmica ou ortopédica concomitante.
- e. fêmea gestante

2.2 Avaliação clínica ortopédica

Todos os animais passaram por uma análise clínica para avaliação geral ortopédica buscando analisar a presença de sinais clínicos que demonstrassem alterações ortopédicas concomitantes ou presença de claudicação.

2.3 Avaliação Radiográfica

O exame radiográfico dos cães foi realizado pelo Serviço de Diagnóstico por Imagem do HOVET-FMVZ, os avaliadores não terão acesso a exames prévios tornando a avaliação e classificação cega. Para o posicionamento radiográfico adequado os animais foram sedados utilizando o acepromazina 0,05mg/kg e meperidina 3mg/kg, ambos por via intramuscular cerca de 20 minutos antes da realização das projeções radiográficas. Foi utilizado decúbito dorsal com os membros pélvicos paralelos entre si e em relação à coluna vertebral, mantidos em extensão. As articulações fêmoro-tíbio-patelares (FTP) foram mantidas assegurando que as patelas se sobrepusessem aos sulcos trocleares. As articulações coxofemorais foram classificadas, segundo à orientação do Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária (CBRV), em grau leve (grupo 1); grau moderado

(grupo 2) e grau severo (grupo 3). As especificações para a classificação seguem abaixo descritas.

Grupo 1 - Displasia coxofemoral leve ou próximas ao normal (H. D. +). A cabeça femoral e o acetábulo são incongruentes. O ângulo acetabular, segundo Norberg, é de aproximadamente 100° ou há um ligeiro achatamento da borda acetabular crânio-lateral, ou ambos. Poderão estar presentes irregularidades ou apenas pequenos sinais de osteoartrose da margem acetabular cranial, caudal ou dorsal ou na cabeça e colo femoral.

Grupo 2 – Displasia coxofemoral moderadas (H. D. ++). A incongruência entre a cabeça femoral e o acetábulo é evidente, com sinais de subluxação. O ângulo acetabular, segundo Norberg, é de aproximadamente 95° a 100° como referência. Presença de achatamento da borda crânio-lateral ou sinais de osteoartrose, ou ambas.

Grupo 3 – Displasia coxofemoral grave (H. D. +++). Há evidentes alterações de displasia da articulação coxofemoral, com sinais de luxação ou subluxação. O ângulo de Norberg é menor ou próximo a 90°. Há evidente achatamento da borda acetabular cranial, deformação da cabeça femoral (formato de cogumelo, achatamento) ou outros sinais de osteoartrose.

2.4 Análise Posturográfica

A análise posturográfica dos animais, foram realizadas no Laboratório de Análise da Locomoção do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (LAL-FMVZ/USP).

Antes da realização das análises os cães permaneceram à vontade na sala por 5 minutos para que se ambientassem. Os dados foram coletados sempre pela manhã antes de qualquer exercício físico, a fim de diminuir as chances de fatores externo como fadiga.

A análise posturográfica foi realizada em placa de baropodometria de 1,5m × 0,5 m x 0,005m equipada com uma série de 5 placas instrumentadas com um total de 11.440 sensores, Tekscan Walkway®

Antes de cada sessão, todos os sensores foram calibrados de acordo um peso padrão conhecido.

Os animais foram colocados em postura tranquila com todos os membros sobre a placa, perpendiculares ao solo, e o tutor de cada cão permaneceu à frente do animal para atrair a atenção dele. Três gravações de 10 segundos foram obtidas de cada animal.

Somente gravações em que o animal estivesse completamente imóvel em posição simétrica foram consideradas válidas.

Um único observador avaliou e armazenou os resultados.

- a. Distribuição do pico de força entre os membros medida em newtons (n).
- b. Pressão na área da pata medidas em cm² e expressas em porcentagem.
- c. Distribuição de peso anterior e posterior.

2.5 Meios de avaliação dos resultados

Foi utilizado o software SPSS versão 23.0 (Chicago, IL) para realizar a análise estatística dos dados. A estatística descritiva (média e desvio-padrão para variáveis quantitativas e frequência e proporção para variáveis categóricas) foram utilizadas para a caracterização dos pacientes nos grupos. As variáveis contínuas dos 3 grupos foram comparadas através do teste ANOVA (para variáveis com distribuição normal) ou dos modelos GLM (Generalized Linear Models) (para variáveis com distribuição não considerada normal). As variáveis categóricas foram avaliadas através do teste qui-quadrado. O nível de significância estatística adotado foi de 5%. Utilizando as variáveis distribuição de pressão e força como variável principal de estudo, sendo considerado como tendo um desvio padrão igual a 2,5% (MANERA et al, 2017); foi usado o teste ANOVA 1-fator como método estatístico para o cálculo do N. Considerando comparações entre 3 grupos, um poder de 90%, significância 5% e uma diferença detectável igual a 5% na variável Distribuição de Pressão entre dois grupos quaisquer, foi encontrado um N = 7 indivíduos em cada um dos três grupos.

3 RESULTADOS

3.1 Animais e grupos de estudo

No estudo, foram selecionados animais portadores de displasia coxofemoral, identificados previamente através de avaliação clínica e exame radiográfico sendo um total de 21 animais, sendo distribuídos, de acordo com a avaliação do grau de displasia coxofemoral com 7 animais no grupo 1 (displasia leve ou próxima ao normal), 7 animais no grupo 2 (displasia moderada) e 7 animais no grupo 3 (displasia grave).

Dos animais estudados 47,6% (10/21) foram fêmeas e 52,4% (11/21) machos. O valor médio de idade foi de 5,3 anos ($\pm 2,35$ anos). O peso dos animais teve uma média de 26,8 kg ($\pm 6,86$). Dentre as raças, observou-se predominância de animais sem raça definida (42,82%), seguido de Rotweiller (14,29%), Golden Retriever (9,52%), Border Collie (9,52%), Bulldog (9,52%), Bull Terrier (4,76%), Pitbull (4,76%) e Pastor Belga de Malinois (4,76%).

3.2 Peso, idade e Ângulo de Norberg

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão de idade e peso dos 3 grupos classificados para DCF, avaliados no LAL FMVZ/USP, São Paulo, 2023.

Grupo	Nº Cães	Sexo		Idade (anos)		Peso (kg)	
		n. (%) M	n. (%) F	Média	Desvio Padrão	média	Desvio Padrão
1	7	4 (57,14)	3 (42,85)	3,57	1,62	30,43	7,28
2	7	4 (57,14)	3 (42,85)	3,71	1,60	24,29	4,63
3	7	3 (42,85)	4 (57,14)	7,71	1,41	25,71	6,54

Não foram encontradas diferenças significativas ($p=0,129$) nas médias dos três grupos com relação ao peso. As médias do ângulos de Norberg no grupo 1 foi de $105,5 \pm 2,3$, no grupo 2 foi de $98,0 \pm 8,8$ e no grupo 3 de $84,4 \pm 8,4$. No membro pélvico esquerdo não foram identificadas diferenças significativas ($0,159$) no ângulo de Norberg entre o grupo 1 ($105,5^\circ \pm 2,3$) e 2 ($98,0^\circ \pm 8,8$), contudo, o grupo 3 ($84,4 \pm 8,4$) apresentou uma média significativamente menor que o grupo 1 ($p=0,001$) e ao grupo 2 ($p=0,001$).

O membro pélvico direito, por sua vez, quando avaliado demonstrou diferença estatística entre todos os grupos, sendo o grupo com menor média de ângulo sendo o 3 ($86,1^\circ \pm 7,1$), seguido do grupo 2 ($97,5 \pm 1,4$) e por último o grupo 1, que se apresentou dentro da normalidade com média de $106,3^\circ \pm 1,4$ entre os grupos. Neste membro, encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre o grupo 1 e grupo 2 ($p = 0,016$), grupo 1 e grupo 3 ($p = 0,000$) e entre os grupos 2 e 3 ($p = 0,001$).

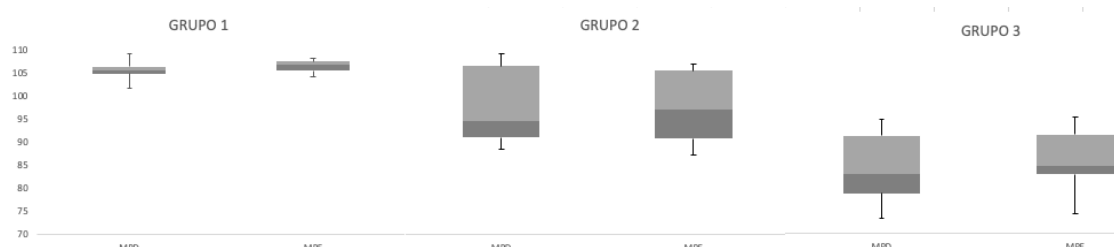


Figura 1 – Boxplot do ângulo de Norberg nos grupos A, B e C, nos membros pélvicos direito e esquerdo, classificados para DCF, avaliados no LAL FMVZ/USP, São Paulo, 2023.

3.3 Pico de Pressão

Quanto ao pico de pressão em newtons depositado por cada membro por cm^2 , no membro torácico e pélvico esquerdos, não demonstraram diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$), toda via, podemos observar que, no membro torácico direito, o grupo 3 ($14,0 \text{ N/cm}^2$) apresentou média significativamente maior que o grupo 2 ($9,1 \text{ N/cm}^2$), sendo significativamente diferente o $p = 0,030$. Quanto ao membro pélvico direito, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,070$).

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão de pico de pressão determinado em Newtons por cm^2 dos 3 grupos classificados para DCF, avaliados no LAL FMVZ/USP, São Paulo, 2023.

Grupo	Pico de Pressão (N/cm ²)			
	MTE	MPE	MTD	MPD
1	10,3 ± 2,4	7,3 ± 2,1	10,5 ± 3,4	8,42 ± 2,52
2	9,2 ± 2,1	8,5 ± 2,6	9,1 ± 2,2*	9,1 ± 2,2
3	11,2 ± 3,1	10,8 ± 5,6	14,0 ± 5,5*	14,0 ± 5,5

Membro torácico esquerdo (MTE), membro pélvico esquerdo (MPE), membro torácico direito (MTD), membro pélvico direito (MPD).

3.4 Pico de Força

O pico de força, por sua vez, mensurado em Newtons (N), não demonstrou diferenças entre os grupos quando comparada a deposição de força no membro torácico esquerdo, pélvico esquerdo e pélvico direito, $p=0,742$, $p=0,379$ e $p=0,328$ respectivamente. Enquanto a mensuração do pico de força depositado no membro torácico direito se mostrou maior no grupo 3 quando comparado ao grupo 2 ($p=0,004$) e ao grupo 1 ($p=0,039$).

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão de pico de força determinado em Newtons 3 grupos classificados para DCF, avaliados no LAL FMVZ/USP, São Paulo, 2023.

Grupo	Pico de Força (N)			
	MTE	MPE	MTD	MPD
1	99,8 ± 43,1	70,4 ± 41,5	101,3 ± 35,0*	65,0 ± 23,3
2	104,1 ± 47,1	74,2 ± 41,4	88,6 ± 21,0*	91,7 ± 43,8
3	105,1 ± 36,6	101,5 ± 58,1	151,7 ± 54,2*	90,8 ± 72,6

Membro torácico esquerdo (MTE), membro pélvico esquerdo (MPE), membro torácico direito (MTD), membro pélvico direito (MPD).

Quando avaliado as deposições de peso no eixo crânio caudal, observou-se que os animais contidos no grupo 1 tem uma média de deposição de 66,5% do peso distribuídos nos membros torácicos, grupo 2, 69,2% e grupo 3, 66,1% do peso depositados nesse mesmo membro, em média, não havendo diferença estatísticas entre os grupos.

4 DISCUSSÃO

O peso é um fator determinante no aparecimento e no desenvolvimento da osteoartrose, sendo o rápido ganho de peso considerado um importante fator de risco, principalmente quando ele corre antes dos 6 meses de idade (RAFFAN et al., 2006; TOLL et al., 2010; BROOKS et al. 2014). Não foram observadas diferenças estatísticas nos animais deste estudo com relação ao peso, não podendo afirmar que animais contidos nos grupos com presença de maiores alterações radiográficas teriam sofrido influência do peso, observando-se uma amostra homogênea, com baixo desvio padrão ($<7,7$), o que, de acordo com Kara-Junior (2014), é importante pois esta similaridade entre os grupos é uma segurança para o leitor de que os indivíduos que englobam a amostra possuam características semelhantes e que a intervenção seja a única variável divergente a ser estudada. Uma forma de reduzir ainda mais as variáveis relacionadas ao peso seria a utilização do Score Corporal, que dispõe de uma forma objetiva de avaliação da proporção de conformação do animal em relação ao seu peso (SANTAROSSA; PARR; VERBUGGHE, 2017) Para isso existem diversos métodos de avaliação sendo os mais comumente usados na prática veterinária incluem a determinação direta do peso corporal aliado ao score de condição corporal (GERMAN; MORGAN, 2008).

Dos 21 animais contemplados neste estudo, os machos e fêmeas foram acometidos de maneira igual o que corrobora com outros artigos que, demonstram que, o acometimento da DCF independe do sexo (TORRES et al. 1999; ROCHA et al. 2014). Estudos recentes demonstram a possibilidade da influência hormonal no desenvolvimento da DCF, levando a crer que fêmeas podem ter uma predisposição devido a ação desses hormônios na musculatura do quadril, possibilitando uma maior frouxidão (KIEFEL; KUTZLER, 2020)

A utilização da radiografia padrão em projeção ventro-dorsal é mundialmente utilizada com os membros estendidos com mais de 1 a 2 anos de idade (GINJA et al., 2010), sendo a idade um fator importante no diagnóstico da DCF, Rezende (2010) observou associação entre ao grau de DCF e a idade do animal assim como salientou a

importância de uniformidade na idade dos animais incluídos na amostra. Em nosso estudo utilizamos a idade mínima de 2 anos, tendo como média de idade 5,3 anos ($\pm 2,35$ anos), uma vez que estudos demonstram que essa é uma idade mínima ideal para realizar avaliações preliminares do quadril através da utilização da visão ventro-dorsal e o sistema de pontuação OFA obtendo resultados confiáveis na determinação do grau de DCF (CORLEY et al., 1997). Estudos evidenciam também que a idade tem importante influencia na avaliação da DCF, pois os valores obtidos das avaliações podem mudar ao longo da vida de um cão, sendo diretamente influenciado pela fibrose capsular, grau de ossificação acetabular e remodelamento degenerativo e geometria articular (GINJA et al., 2008a, 2009a; PINNA et al., 2013). Apesar de amplamente utilizado o posicionamento ventro-dorsal tem sido questionado ao longo do tempo por diversos autores, sendo mostrado que essa técnica carece de sensibilidade para diagnosticar a frouxidão do quadril (HEYMAN 1993; CULP, 2006; POWER; 2010), essa baixa sensibilidade pode ser explicada pelo posicionamento, onde a extensão exigida pelo posicionamento ventro-dorsal, promove uma distensão em espiral da cápsula articular não possibilitando um relaxamento adequado, diminuindo o grau de frouxidão (HEYMAN, 1993). Outros modelos de posicionamento podem ser utilizados como alternativa como por exemplo o proposto por Broeckx (2018) que lança mão do dispositivo desenvolvido por Badertscher (1977), tendo-o modificado pra utilizar como guia para a distensão.

O Ângulo de Norberg é determinado na incidência ventro-dorsal e é utilizado por importantes sistemas, sendo o sistema de classificação de DCF Brasileiro um deles (CBRV, 2007). Outros importantes sistemas que utilizam essa forma de classificação são a Fédération Cynologique Internationale (FCI) e a British Veterinary Association/Kennel Club (BVA/KC) (Gibbs, 1997; Ginja et al., 2010). Em nosso estudo, houve uma variação entre os lados, sendo que, o lado esquerdo, diferente do direito, que não apresentou nenhuma diferença significativa entre os grupos, esse resultado difere do encontrado em outros trabalhos que demonstram uma similaridade entre os dois lados, demonstrando a predominância da DCF bilateral (MCLAUGHLIN Jr. e TOMLINSON, 1996, COOK et al., 1996; CITI et al., 2005; REZENDE (2010). O grupo 3 apresentou a articulação esquerda com uma diferença significativa para os demais grupos, teve uma média angular de $86,1^\circ \pm 7,1$. Todos os sistemas já citados acima, pontuam como um ângulo de Norberg dentro na normalidade 105° , apesar de estudos sugerirem o aumento dessa angulação visando obter uma maior sensibilidade de animais com presença de frouxidão (GASPAR et al. 2016).

A pressão, uma das grandezas mais importantes dentro da mecânica do movimento, é definida como a relação entre a força aplicada, perpendicularmente, sobre uma superfície e sua área (GOMES, 2012) e pode ser observada quando no momento do movimento do passo, ocorre o apoio sobre o chão, ou em nosso caso, na plataforma de baropodometria. Observou-se uma diferença na reação ao solo somente no grupo 3 que apresentou uma deposição de $14,0 \text{ N/cm}^2$, sendo significativamente maior que o grupo 2 ($p=0,030$) que teve uma pressão de $9,1 \text{ N/cm}^2$. Entende-se o motivo compensatório que promove maior deposição de cargas nos membros torácicos no grupo 3, que possui uma doença articular mais agravada em relação aos outros grupos. Essa compensação é corroborada por achados que demonstram que animais com doença articular tem uma maior alteração em seu centro de gravidade (MOORES, 2008). A idade também é um fator limitante para o grupo 3, sendo $7,71 \pm 1,41$, nesse grupo, contra $3,57 \pm 1,62$ e $3,71 \pm 1,60$, nos grupos 1 e 2 respectivamente, o que provavelmente pode afetar a distribuição de pressão e o equilíbrio nos animais, assim como demonstrado em humanos (SINGH et al., 2013; JI, ZHAI, 2019; El HABER et al., 2008).

Quando definimos a força atuante sobre um corpo, esta é, de acordo com Newton, qualquer agente capaz de modificar o seu estado de repouso ou de movimento retilíneo e uniforme (MAIA, 1964), isso significa que quando nos referimos a força exercida por um membro, ela corresponde a quantidade de carga/peso dispendido por esse membro para que houvesse sustentação daquele corpo, esta é uma medida objetiva e não invasiva e cada vez mais utilizada em humanos e animais. No grupo 3, nosso estudo demonstrou um aumento na deposição de força no membro torácico direito, que por sua vez é contralateral ao membro que apresenta menor ângulo de Norberg. Essa evidência sugere que, os mecanismos de compensação e redistribuição do peso promovem uma maior deposição de carga no membro contralateral, o que já foi demonstrado em outros estudos (RUMPH, 1995; BUDSBERG, 2001; BOCKSTAHLER et al., 2020). Entende-se que, o menor ângulo de Norberg, significando maior lassidão articular, conseqüentemente promove maiores efeitos correspondentes a degeneração secundária a displasia, resultado em maior sensibilidade, o que leva o animal, compensatoriamente, distribuir o peso de forma não fisiológica.

Estudos prévios demonstram que é possível encontrar alterações em ambos os membros pélvicos secundário a dor nos membros pélvicos, neste estudo, a dor foi induzida no paciente (FISCHER et al., 2013). Em nosso estudo não foram encontradas alterações de deposição de força no membro ipsilateral ao membro de menor ângulo de

Norberg (membro esquerdo), essa diferença pode ser explicada pelo fato de não termos induzido uma dor aguda em nossos animais, o que corrobora com os dados de Bockstahler et al. (2020), que também não induziram dor nos animais de seu estudo e da mesma forma, não encontraram alterações nos membros anteriores ipsilaterais aqueles de maior sensibilidade.

Em nosso estudo, não foram observadas diferenças na deposição de carga entre os membros torácicos e pélvicos entre os três grupos, contudo, as médias de distribuição de todos os grupos (1, 66,5%; 2, 69,2%; 3, 66,1%) foram maiores do que a aquelas sabidamente normais, sendo cerca de 60% da deposição de força nos membros torácicos devido principalmente ao peso da cabeça, pescoço e tórax (ROY, 1971). Nossos dados foram semelhantes com os encontrados por Bertram et al. (2000), que observou a distribuição de forças na raça Labrador Retrievers e notou que a média de deposição de peso nesses animais foi de 66% nos membros torácicos. Essa média pode variar de acordo com a raça, visto que, outros estudos realizados com cães da raça Labrador Retriever e Golden Retriever, sadios, tiveram como resultado da deposição de peso nos membros torácicos desses animais uma média de 70%, sendo acima do considerado normal (HUMPHRIES, 2020).

A DCF é uma afecção importante, quando da necessidade de saber precocemente o diagnóstico, visto as complicações que a DCF pode determinar, tendo como objetivo a melhoria na dor e sustentação do peso (Arnbjerg 1999), sendo a avaliação cinética uma importante aliada no acompanhamento da distribuição de peso e da eficácia do tratamento (Dueland et al. 2001, Grisneaux et al. 2003, Moreau et al. 2003, Lister et al. 2009, SOUZA et al. 2014).

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo nos permitem concluir que:

1. Cães com graus mais avançados de DCF têm uma distribuição das forças alterada em relação à cães com graus menores, o que promove um sobrecarga de peso nos outros membros, principalmente nos membros torácicos.
2. Cães com uma graduação leve de DCF podem ter alteração da distribuição de forças, podendo a posteriori predispor à uma sobrecarga articular e DAD.

3. A posturografia é uma importante ferramenta para o diagnóstico dos distúrbios da locomoção e distribuição de peso.

REFERÊNCIAS

BADERTSCHER R.R.; The half-axial position: improved radiographic visualization of subluxation in canine hip dysplasia. Master's Thesis. Athens, GA: **University of Georgia**; 1977.

BANFIELD C.M.; BARTELS J.E.; HUDSON J.A. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part II: clinical signs and performance data. **Journal American Animal Hospital Association**; 32:423–30, 1996.

BERTRAM J.E.A.; LEE D.V.; CASE H.N.; TODHUNTER R.J. Comparison of the trotting gaits of Labrador Retrievers and Greyhounds. **American Journal Veterinary Research**; 61: 832–8. 2000

BOCKSTAHLER BA, HENNINGER W, MU“LLER M. Influence of borderline hip dysplasia on joint kinematics of clinically sound Belgian shepherd dogs. **American Journal Veterinary Research**; 68:271–6, 2007.

Brass W. Hip dysplasia in dogs. **Journal Small Animal Practice**. 30:166–70, 1989.

BROOKS D.; CHURCHILL J.; FEIN K. AAHA - Weight Management Guidelines for Dogs and Cats. **Journal American Animal Hospital Association**; 50:1–11. 2014.

BUDSBERG S.C. Long-term temporal evaluation of ground reaction forces during development of experimentally induced osteoarthritis in dogs. **American Journal Veterinary Research**., 62, 1207–1211, 2001.

CITI S.; VIGNOLI M.; MODENATO M. A radiological study of the incidence of unilateral canine hip dysplasia. Schweiz. **Archiv Tierheilkund.**, v.147, p.173-178, 2005.

COOK J.L.; TOMLINSON J.L.; CONSTANTINESCU G.M. Pathophysiology, diagnosis, and treatment of canine hip dysplasia. **Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.**, v.18, p.853-867, 1996.

CORLEY, E.A. Role of the Orthopedic Foundation for Animals in the control of canine hip dysplasia. **Veterinary Clinics North American Small Animal Practice** 22, 579–593, 1992.

CULP W.T.; KAPATKIN A.S.; GREGOR T.P.; POWERS M.Y.; MCKELVIE P.J.; SMITH G.K.; Evaluation of the Norberg angle threshold: a comparison of Norberg angle and distraction index as measures of coxofemoral degenerative joint disease susceptibility in seven breeds of dogs. **Veterinary Surgery**; 35:453–459, 2006.

DUELAND R. T.; ADAMS W.M.; FIALKOWSKI J.P. Effects of pubic symphysiodesis in dysplastic puppies. **Veterinary Surgery**, 30, 201-217, 2001.

EL HABER N.; ERBAS B.; HILL K.D.; WARK J.D. Relationship between age and measures of balance, strength and gait: linear and non-linear analyses. **Clinical Science**. 114(12):719-27 2008;

FISCHER, S.; ANDERS, A.; NOLTE, I.; SCHILLING, N. Compensatory load redistribution in walking and trotting dogs with hind limb lameness. **Veterinary Journal**, 197, 746–752, 2013.

FRIES C.L.; REMEDIOS A.M. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: a review. **Canine Veterinary Journal**; 36(8):494–502, 1995.

GASPAR A. R.; HAYES G.; GINJA C.; GINJA M.; TODHUNTER R. The Norberg angle is not an accurate predictor of canine hip conformation based on the distraction index and the dorsolateral subluxation score. **Preventive Veterinary Medicine** 135 47–52, 2016.

GERMAN AJ, MORGAN LE. How often do veterinarians assess the body weight and body condition of dogs? *Veterinary Research*;163:503–505, 2008.

GINJA M.M.D.; GONZALO-ORDEN J.M.; MELO-PINTO P. BULAS-CRUZ J.; ORDEN M.A.; SAN ROMAN F.; LLORENS-PENA M.P.; FERREIRA, A.J.A. Early hip laxity examination in predicting moderate and severe hip dysplasia in Estrela mountain dog. **Journal Small Animal Practice**, 49, 641–646, 2008.

GINJA M.M.D.; SILVESTRE A.M.; FERREIRA A.J.A.; GONZALO-ORDEN J.M.; ORDEN M.A.; MELO-PINTO P.; LLORENS-PENA M.P.; COLAC O, J.; Passive hip laxity in Estrela Mountain Dog-distraction index, heritability and breeding values. **Acta Veterinary Hungriaca**. 56, 303–312. 2008.

GINJA M.M.D.; SILVESTRE A.M.; GONZALO-ORDEN.; J.M.; FERREIRA A.J.A.; Diagnosis, genetic control and preventive management of canine hip dysplasia: a review. **Veterinary Journal**. 184, 269–276, 2010

GRISNEAUX E.; DUPUIS J.; PIBAROT P. Effects of postoperative administration of ketoprofen or carprofen on short- and long-term results of femoral head and neck excision

in dogs. **Journal of the American Veterinary Medical Association** 223, 1006-1012. 2003.

HEYMAN SJ, SMITH GK, COFONE MA. Biomechanical study of the effect of coxofemoral positioning on passive hip joint laxity in dogs. **American Journal Veterinary Research**; 54:210–215, 1993.

HUMPHRIES A.; SHAHEEN A.F.; GÓMEZ ALVAREZ C.B. Biomechanical comparison of standing posture and during trot between German shepherd and Labrador retriever dogs. **PLoS ONE** 15(10) 2020.

JIL.; ZHAI S. Aging and the peripheral vestibular system. **Journal Otology.**; 13(4):138–40. 2018.

KAPATKIN A.; FORDYCE H.; MAYHEW P. Canine hip dysplasia: the disease and its diagnosis. **Compendium Continue Education Practice Veterinary**;24:526–38, 2002.

KARA-JUNIOR N. Definição da população e randomização da amostra em estudos clínicos. **Revista Brasileira Oftalmologia.**; 73 (2): 67-8, 2014.

KIEFEL C.A.; KUTZLER M.A. Assessment of luteinizing hormone receptor expression in structural support tissues of canine hip. **American Journal Veterinary Research**, Vol. 81 (7), 2020.

KIM D.Y.; HWANG S.H.; KIM M.G.; SONG J.H.; LEE S.W.; KIM I.K. Development of Parkinson patient generated data collection platform using FHIR and IoT devices. **Stud Health Technol Inform.**;245:141–5, 2017.

KRONTVEIT R.I.; NØDTVEDT A.; SÆVIK B.K. Housing and exercise-related risk factors associated with the development of hip dysplasia as determined by radiographic evaluation in a prospective cohort of Newfoundlands, Labrador retrievers, Leonbergers, and Irish wolfhounds in Norway. **American Journal Veterinary Research**; 73:838–46, 2012.

KROTSHECK U.; TOHUNDTER T. Pathogenesis of hip dysplasia. In: Bojrab MJ, Monnet E, editors. Mechanisms of disease. in: **small animal surgery**. 3rd edition. Jackson (WY): Teton NewMedia;. p. 636–45, 2010.

LAWSON T.; MORRISON A.; BLAXLAND S.; WENMAN M.; SCHMIDT, C.G.; HUNT, M.A. Laboratory based measurement of standing balance in individuals with knee osteoarthritis: A systematic review. **Clinical Biomechanics.**, 30, 330–342, 2015.

LEBLANC C.; TOBALSKE B.; SZKOTNICKI B.; HARLANDER-MATAUSCHEK A. Locomotor behavior of chickens anticipating incline walking. **Frontier Veterinary Science.**;4:233, 2017.

LISTER S. A.; ROUSH J. K.; RENBERG W. C. Ground reaction force analysis of unilateral coxofemoral denervation for the treatment of canine hip dysplasia. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 22, 137-141, 2009.

MANERA M.E.; CARRILLO J.M.; BATISTA M.; RUBIO M.; SOPENA J.; SANTANA A. Static Posturography: A New Perspective in the Assessment of Lameness in a Canine Model. **PLoS ONE** 12(1), 2017.

MCLAUGHLIN R.M. Kinetic and kinematic gait analysis in dogs. **Veterinary Clinics North American Small Animal Practice**; 31:193–201, 2001.

MOORES A.P.; BENIGNI L.; LAMB C.R.; Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. *Veterinary Surgery*; 37: 390–398, 2008.

MOREAU M.; DUPUIS N.H.; BONNEAU M. Clinical evaluation of a nutraceutical, carprofen and meloxicam for treatment of dogs with osteoarthritis. **The Veterinary Record**. 152, 323-329, 2003.

PINNA S.; PIZZUTI E.; CARLI F.; Effects of intertrochanteric varus osteotomy on Norberg angle and percent coverage of the femoral head in dysplastic dogs. **Journal Veterinary Science** 14, 185–191. 2013.

POWERS M.Y.; MARTINEZ S.A.; LINCOLN J.D. Prevalence of cranial cruciate ligament rupture in a population of dogs with lameness previously attributed to hip dysplasia: 369 cases (1994-2003). **Journal of the American Veterinary Medical Association**; 227:1109–11, 2005.

RAFFAN E.; HOLDEN S.L.; CULLINGHAM F. Standardized positioning is essential for precise determination of body composition using dual-energy x-ray absorptiometry in dogs. **Journal and nutrition**.;136(suppl 7):1976S–1978S, 2006.

REICHER TICHY.; BOCKSTAHLER. Center of Pressure in the Paws of Clinically Sound Dogs in Comparison with Orthopedically Diseased Dogs. **Animals**, 10, 1366, 2020.

ROCHA B.D.; TÔRRES R.C.S.; SILVA E.F.; MIRANDA F.G. Avaliação radiográfica da displasia coxofemoral de cães adultos: comparação entre dois métodos **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**., v.66, n.6, p.1735-1741, 2014.

ROY WE. Examination of the canine locomotor system. **Veterinary Clinics North America**. 1: 53 70, 1971.

RUHE A.; FEJER R.; WALKER B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—a systematic review of the literature. **Gait and Posture**. 32: 436–445. 2010.

RUMPH P.F.; KINCAID S.A.; VISCO D.M.; BAIRD D.K.; KAMMERMANN J.R.; WEST M.S. Redistribution of vertical ground reaction force in dogs with experimentally induced chronic hindlimb lameness. *Veterinary Surgery*, 24, 384–389, 1995.

SANTAROSSA A.; PARR J. M.; VERBUGGHE A. The importance of assessing body composition of dogs and cats and methods available for use in clinical practice. **JAVMA** Vol 251 (5), 2017.

SCOTT H, WITTE P. Investigation of lameness in dogs. **Forelimb. Practice.**;33:20–7, 2011.

SINGH N.K.; KASHYAP R.S.; SUPREETHA L.; SAHANA V. Characterization of age related changes in sacculocolic response parameters assessed by cervical vestibular evoked myogenic potentials. **European Archive Otorhinolaryngology.**; 271(7):1869–77, 2014.

SMITH G.K.; KARBE G.T.; AGNELLO K.A. Pathogenesis, diagnosis, and control of canine hip dysplasia. In: Tobias KM, Johnston SA, editors. **Veterinary surgery small animal**, vol. 1, 1st edition. St Louis (MO): Elsevier;. p. 824–48, 2012.

SOUZA A.N.A.; PINTO A.C.B.C. MARVULLE V.; MATERA J. M. Vertical forces assessment according to radiographic hip grade in German shepherd dogs. **Journal of Small Animal Practice**. 2014.

SPAIN C.; SCARLETT J.; HOUPPT K. Long-term risks and benefits of early-age gonadectomy in dogs. **Journal of American Veterinary Medicine Association**; 224:380–7, 2004.

TOLL P.W.; YAMKA R.M.; SCHOENHERR W.D. Obesity. In: Hand MS, Thatcher CD, Remillard RL, et al, eds. **Small animal clinical nutrition**. 5th ed. Topeka, Kan: The Mark Morris Institute; 501–542, 2010.

TOMLINSON J.; McLAUGHLIN R. Canine hip dysplasia: developmental factors, clinical signs, and initial examination steps. **Veterinary Medicine.**, v.91, p.26-33, 1996.

VAN DER LINDEN M.H.; MARIGOLD D.S.; GABREELS F.J.; DUYSSENS J. Muscle reflexes and synergies triggered by an unexpected support surface height during walking. **Journal Neurophysiology**; 97: 3639–3650, 2007.

VIEIRA G.L.T.; TÔRRES R.C.S.; BARROS G.S.; ROCHA B.D.; REZENDE C.M.F. Associação entre o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, o índice cortical e o ângulo de inclinação em cães com displasia coxofemoral. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, n.5, p.1094-1101, 2010.

ANEXO A

HOSPITAL VETERINÁRIO DA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA USP

TERMO DE CIÊNCIA E AUTORIZAÇÃO

EU, _____, responsável pelo animal da espécie _____, raça _____, sexo _____, com ____ (De Idade), registrado no Hospital Veterinário da FMVZ sob nº _____, ESTOU CIENTE de que o animal de minha propriedade fará parte do protocolo de pesquisa intitulado: _____

_____, em desenvolvimento no Serviço de _____ desta Faculdade, sob a responsabilidade da Professora Doutora Julia Maria Metera, do Departamento de Cirurgia, da Faculdade Medicina Veterinário e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Outrossim, declaro ter sido cientificado de forma pormenorizada sobre os procedimentos que serão aplicados nesse animal. Por estar plenamente concorde firmo o presente.

São Paulo, ____ de _____ de _____

NOME: ASSINATURA RG nº: