RENATA MORIS DOMENICO OLIVEIRA

Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria

São Paulo
2008

RENATA MORIS DOMENICO OLIVEIRA

Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria

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

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientadora:

Profa. Dra. Julia Maria Matera

São Paulo
2008

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

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

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

T.1950
FMVZ

Oliveira, Renata Moris Domenico

Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria / Renata Moris Domenico Oliveira. – São Paulo: R. M. D. Oliveira, 2008.

75 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2008.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Profa. Dra. Julia Maria Matera.

1. Cães. 2. Displasia coxofemoral. 3. Plataforma de força.
4. Baropodometria. 5. Locomoção. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Uso do sistema de baropodometria para estudo da locomoção de cães com displasia coxofemoral da raça Rottweiler", protocolado sob o nº1016/2006, utilizando 15 (quinze) cães, sob a responsabilidade da Profa Dra Júlia Maria Matera, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 13/12/06".

(We certify that the Research "Use of tekscan system for gait analysis in Rottweilers with hip dysplasia", protocol number 1016/2006, utilizing 15 (fifteen) dogs, under the responsibility Profa Dra Júlia Maria Matera, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved in the meeting of the day 12/13/2006).

São Paulo, 13 de dezembro de 2006

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: OLIVEIRA, Renata Moris Domenico

Título: Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

À minha família, núcleo de amor, alicerce de minha jornada. É por meu marido, Emerson, e meus filhos Gabriel e Rafael, que dedico este trabalho!

Ao meu pai Sergio e minha mãe Alcione, pois sem eles não teria chegado até aqui.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Dr^a **Julia Maria Matera** pela oportunidade, pela sua amizade e por seus ensinamentos.

À Prof^a Dr^a **Maria Lúcia Zaidan Dagli** por ter me apresentado o grande e gratificante mundo da pesquisa.

À amiga e pós-doutoranda **Angélica Cecilia Tatarunas**, que contribuiu enormemente para meu aprendizado na Ortopedia Veterinária, além de ter participado desde a elaboração até a conclusão do meu projeto final de mestrado. E por sempre se mostrar disposta a ouvir minhas idéias e aconselhar-me.

Ao **José Augusto Lopes** e Dra. **Marta Imamura** pela generosidade na transmissão de conhecimento sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Aos amigos **Ayne Murata Hayashi**, **Sam Goldy Shoyama Oda**, **Carolina Scarpa Carneiro**, **Thaís Andrade Costa**, **Leda Marques de Oliveira**, por sua convivência, seus conselhos e por sua amizade que serão eternizados em minha memória.

Ao amigo **Alexandre Navarro Alves de Souza**, por sua ajuda na realização deste trabalho.

À amiga **Neuza Gomes da Silva**, por sua paciência, em ouvir nossas lamúrias e dar seus conselhos de vida, e por sua amizade sincera.

Às Médicas Veterinárias contratadas do Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais de Pequenos Animais **Andressa Gianotti Campos**, **Patrícia Ferreira de Castro**, **Sandra Aparecida Rosner**, **Tatiana Soares da Silva** e **Viviane Sanchez Galeazzi** por seus ensinamentos, pelo apoio e pela amizade.

Aos funcionários do Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais de Pequenos Animais **Cledson Lelis dos Santos**, **Jesus dos Anjos Vieira**, **José Miron Oliveira da Silva**, **Maurício Pavão de Oliveira** e **Otávio Rodrigues dos Santos** por realizarem seu trabalho com afinco e alegria, proporcionando uma convivência agradável e participando, indiretamente deste trabalho.

Ao **Belarmino Ney Pereira**, por seu trabalho realizado com amor, pelos favores sempre prontamente realizados, e por sua agradável convivência.

À amiga e **MV Mariana Semião Francisco** do Serviço de Obstetrícia do HOVET- FMVZ/USP, por sua convivência e amizade, durante toda a graduação e pós-graduação.

À **Maria Fátima dos Santos** da biblioteca da FMVZ/USP pela colaboração na correção deste trabalho.

A todos os **amigos e familiares** que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste projeto.

Ao **Conselho Nacional de Pesquisa Científica**(CNPq), pela bolsa concedida durante a pesquisa.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo** (FAPESP), pela bolsa concedida e pelo financiamento da pesquisa.

Ao canil da **Polícia Militar do Estado de São Paulo** em nome do Tenente Coronel Médico Veterinário Wilson Domingos Chefe do Departamento de Medicina Veterinária do Comando de Policiamento de Choque da Polícia Militar do Estado de São Paulo e sua equipe pela disponibilização dos cães para comporem o grupo experimental desta pesquisa.

Obrigada.

RESUMO

OLIVEIRA, R. M. D. **Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria.** [Gait analysis with pressure walkway measurement systems in dogs affected with hip dysplasia]. 75 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

A displasia coxofemoral é uma desordem do desenvolvimento da articulação coxofemoral canina, é uma das afecções ortopédicas mais usuais e acomete mais freqüentemente raças de grande porte. A análise objetiva da locomoção do cão através do sistema de baropodometria (Tekscan®) propicia informações sobre as forças de reação do solo que podem ser usadas para estudar membros com função normal e anormal. O objetivo deste presente estudo foi avaliar objetivamente a locomoção de cães displásicos e compará-la com a locomoção de cães normais. Para tanto foram formados 2 grupos, o grupo I composto por 10 cães hígidos das raças Rottweiler e Golden Retriever, após avaliação clínica e radiográfica, e o grupo II, formado por 20 animais adultos com evidência clínica e radiográfica de displasia coxofemoral, encaminhados ao Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET FMVZ/USP. Os animais foram conduzidos sobre a plataforma de baropodometria, ao passo, do lado esquerdo do condutor a uma velocidade constante, semelhante entre os 2 grupos. Foram registradas 20 passagens para a formação do banco de dados das forças máximas verticais, impulsos verticais, e tempo de apoio dos membros torácicos e pélvicos dos cães com DCF e o mesmo para cães hígidos. Cinco passagens válidas foram utilizadas para análise estatística. Entre os cães as forças foram normalizadas de acordo como o peso corpóreo e expressas em porcentagem

(%) de peso corpóreo (%PC). A média de tempo de apoio para membros torácicos e pélvicos do grupo I foi de 0,442 segundos $\pm 0,09$, e de 0,437 segundos $\pm 0,088$, respectivamente. Nos animais do grupo II os valores foram 0,482 segundos $\pm 0,002$ para membros torácicos e 0,451 segundos $\pm 0,006$ para membros pélvicos. No grupo I a força pico vertical (FPV) e Impulso Vertical (IV) para membros torácicos foram de 44,03%PC $\pm 4,7$ e 12,52 %PC/s $\pm 4,04$, respectivamente e de 27,87%PC $\pm 4,5$ e 7,88 %PC/s $\pm 2,9$ para membros pélvicos. No grupo II os valores da FPV e IV para membros torácicos foram de 44,04%PC $\pm 6,7$ e 13,08%PC/s $\pm 4,5$, respectivamente. Para membros pélvicos o valor da média da FPV foi de 21,75%PC $\pm 5,7$ e o valor da média do IV foi de 6,3%PC/s $\pm 2,7$. Quando foi realizada a comparação estatística entre os valores de tempo de apoio para membros torácicos e pélvicos, FPV e IV de membros torácicos e pélvicos entre o grupo I e o grupo II houve diferença significativa ($P=0.062$) apenas nos valores da FPV de membros pélvicos, sendo menor em cães displásicos. Isso indica uma menor força de apoio nos membros pélvicos dos animais portadores de DCF, durante a locomoção. Com esses resultados formou-se um banco de dados de valores de cães displásicos conduzidos ao passo que poderá servir em futuras avaliações de vários modelos de tratamento para displasia coxofemoral.

Palavras-chave: Cães. Displasia coxofemoral. Plataforma de força. Baropodometria. Locomoção.

ABSTRACT

OLIVEIRA, R. M. D. **Gait analysis with pressure walkway measurement systems in dogs affected with hip dysplasia.** [Análise da locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral com o sistema de baropodometria]. 75 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Hip dysplasia is a developmental disorder of the coxofemoral joint. The disease is one of most common orthopedics diseases and it is more common in large breed dogs. The objective gait analysis of the dog with pressure walkway measurement systems provided information about ground reaction forces that is used to study limbs with normal and abnormal function. The purpose of this study was to evaluate objective gait analysis of the dog with hip dysplasia and to compare with healthy dogs locomotion. Prior to study the dogs were put in 2 groups. Group I – composed for 10 healthy dogs after clinical and radiographic evaluation. Group II –formed for 20 dogs with hip dysplasia determined on the basis of results of complete physical and radiographic evaluation of the hip joints. The dogs were examined at the Small Animal Surgery Service – HOVET - FMVZ/USP.

The animals were handled across force platform, at the walk, on the left side of the handler, at a constant speed. Twenty trials were recorded to database formation of peak vertical forces (PVF), vertical impulses (VI) and stance phase of forelimbs and hind limbs of the dogs with hip dysplasia and the same to healthy dogs. Five valid trials were obtained for statistical analysis. Among dogs, ground reaction forces were normalized and expressed as percentage of body weight (%BW). The average of stance phase for forelimbs and hind limbs of group I was 0,442 s $\pm$ 0,09, e 0,437s $\pm$ 0,088, respectively. In group II the values were 0,482 s $\pm$ 0,002 for forelimbs and 0,450 s $\pm$ 0,006 for hind limbs. In group I, the peak vertical force (PVF) and vertical impulse (VI) for forelimbs were 44,03%BW $\pm$ 4,7 and 12,52 %BW/s $\pm$ 4,04, respectively, and 27,87%BW $\pm$ 4,5 and 7,88 %BW/s $\pm$ 2,9 for hind limbs. In group II, the values of PVF and VI for forelimbs were 44,04%BW $\pm$ 6,7 e 13,08%BW/s $\pm$ 4,5, respectively. For hind limbs the average value of PVF 21,75%BW $\pm$ 5,7 and the

average of VI was $6,3\%BW/s \pm 2,7$. Peak vertical force was significantly decreased in hind limbs of group II when compared with group I ($p=0.062$). The other values of stance phase, PVF e VI for fore and hind limbs had no statistical difference. These values indicated decreased loading function in hind limbs of dogs with hip dysplasia, during the locomotion. The database of dogs with hip dysplasia, at the walk, was formed with these results and can be used in futures evaluations of various models of treatment for hip dysplasia.

Key-words: Dogs. Hip dysplasia. Force platform. Pressure walkway systems. Locomotion.

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A, Quadro 1 –	Relação dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral, quanto a raça, idade, sexo e peso corpóreo atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL-FMVZ/USP – São Paulo – 2008..	72
Apêndice B, Quadro 2 –	Dados clínicos dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL - FMVZ/USP – São Paulo – 2008.....	73
Apêndice C, Quadro 3 –	Dados radiográficos dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL - FMVZ/USP – São Paulo – 2008.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Média dos valores do tempo de apoio para cada 1 dos 4 membros dos 10 cães do grupo I (5 repetições/cão), submetidos ao exame de baropodometria no LAL da FMVZ/USP. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....	42
Tabela 2 –	Média dos valores das FPV e IV das cinco repetições de cada um dos 10 cães hígidis, submetidos ao exame de baropodometria no LAL da FMVZ/USP. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....	43
Tabela 3 –	Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos e membros pélvicos cada um dos 10 cães hígidis, grupo I. Valores médios, desvio padrão e comparação estatística entre membros torácicos e membros pélvicos desses cães. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....	44
Tabela 4 –	Média dos valores do tempo de apoio das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria, para cada 1 dos 4 membros dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET - FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....	46
Tabela 5 –	Média dos valores das FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria, de cada um dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET- FMVZ/USP, São Paulo, 2008.....	47
Tabela 6 –	Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos e membros pélvicos cada um dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET-FMVZ/USP. Valores médios, desvio padrão e comparação estatística entre membros torácicos e membros pélvicos desses cães. FMVZ/USP - São Paulo - 2008	48
Tabela 7 –	Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos dos cães do grupo I e do grupo II. Nota-se ainda a média, desvio padrão destes valores e comparação estatística entre os 2 grupos. FMVZ/USP - São Paulo - 2008	49

Tabela 8 – Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros pélvicos dos cães do grupo I e do grupo II. Média, desvio padrão destes valores e comparação estatística entre os 2 grupos. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....	50

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Cão N° 7, raça Rottweiler portador de displasia coxofemoral, atendido no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET - FMVZ/USP, caminhando sobre o sistema de baropodometria – Tekscan® do LAL. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....39
- Figura 2 – Gráfico de distribuição dos cães portadores de displasia coxofemoral segundo a raça, expresso em número de casos e porcentagem atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais – HOVET - FMVZ/USP, submetidos ao exame de baropodometria no LAL. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....45
- Figura 3 – Filme com vista do tempo de apoio para todos os membros do Cão N° 8 do grupo I. Abaixo análise através de software e gráfico da FPV e IV para cada 1 dos quatro membros, durante uma das 20 passagens consideradas válidas (Em Newtons, sem a normalização de acordo com o peso do animal). Em verde (MTD), FPV=210N e IV= 65 N*sec; em vermelho(MTE), FPV=212N e IV= 65 N*sec; em rosa (MPD), FPV=132 N e IV= 35 N*sec; em azul claro(MPE), FPV=123N e IV= 30 N*sec. FMVZ/USP - São Paulo - 2008 51
- Figura 4 – Filme com vista do tempo de apoio para todos os membros do Cão N° 6 do grupo II. Abaixo análise através de software e gráfico da FPV e IV para cada 1 dos quatro membros, durante uma das 20 passagens consideradas válidas (Em Newtons, sem a normalização de acordo com o peso do animal). Em verde (MTD), FPV=154.39N e IV=45.68 N*sec; em vermelho(MTE), FPV=193.52N e IV=57.22 N*sec; em rosa (MPD), FPV=26.55 N e IV=7.14 N*sec; em azul claro(MPE), FPV=37.51N e IV=8.55 N*sec. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.....52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

D	Direito
DCF	Displasia coxofemoral
E	Esquerdo
FMVZ/USP	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
FPV	Força pico vertical
HOVET	Hospital Veterinário
IV	Impulso vertical
LAL	Laboratório do Aparelho Locomotor
MPD	Membro pélvico direito
MPE	Membro pélvico esquerdo
MTD	Membro torácico direito
MTE	Membro torácico esquerdo
MPs	Membros pélvicos
MTs	Membros torácicos
Nº	Número
OFA	Orthopedic Foundation for Animals
OPT	Osteotomia pélvica tripla
%PC	Porcentagem de peso corpóreo
%PC/s	Porcentagem de peso corpóreo por segundo
s	segundos
USP	Universidade de São Paulo

vs

versus

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
*	asterisco
<	menor
=	igual
>	maior
±	mais ou menos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
4	MATERIAL E MÉTODO	37
4.1	MODELO BIOLÓGICO	37
4.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	38
4.2.1	Equipamento e coleta de dados.....	38
4.2.2	Análise estatística	40
5	RESULTADOS	42
5.1	GRUPO I.....	42
5.2	GRUPO II.....	44
5.3	GRUPO I vs GRUPO II	48
6	DISCUSSÃO	53
7	CONCLUSÕES	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICES	72
	ANEXO	75

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A displasia coxofemoral (DCF) é uma das doenças ortopédicas mais comuns observada em cães. É uma doença poligênica, hereditária e, portanto multifatorial, que acomete mais comumente cães de raças grandes e gigantes, na qual há uma deformidade das articulações coxofemorais que pode ser caracterizada radiograficamente por arrasamento do acetábulo, achatamento da cabeça femoral, subluxação, ou doença degenerativa articular secundária (TODHUNTER; LUST, 2003).

Cães com DCF têm alterações complexas da locomoção que podem não se manifestarem com claudicação clínica evidente, tornando a avaliação subjetiva da locomoção, através da observação visual pura e simples, muito difícil. A análise objetiva da locomoção, dessa forma, tem se tornado um método importante na avaliação da locomoção de cães displásicos e nas suas diversas formas de tratamento (BENNET et al., 1996). O tratamento da DCF depende da idade do paciente, do grau de desconforto, dos achados radiográficos e físicos e da condição socioeconômica do proprietário, podendo ser medicamentoso ou cirúrgico (JOHNSON; HULSE, 2002).

Embora existam muitos métodos objetivos de análise da locomoção, em humanos e animais, a análise cinética da locomoção, através da placa ou plataforma de força, tem sido muito utilizada para avaliar objetivamente a locomoção normal e anormal (JEVENS, 1993). Estas determinam as forças de reação do solo, propiciando uma descrição completa destas forças no momento que o membro contacta o solo (RUMPH, 1993).

As placas e plataformas de força têm sido utilizadas: na avaliação da locomoção normal de cães (BUDSBERG et al., 1987; YANOFF et al., 1992; DECAMP et al., 1993; RIGGS et al., 1993; ALLEN et al., 1994; MAC LAUGHLIN; ROUSH, 1994; RUMPH et al., 1994; BUDSBERG et al., 1995; BERTRAM et al., 1997; LEE et al., 1999; KIRPENSTEIJN, 2000); na avaliação de doenças ortopédicas e na avaliação de diversos tratamentos medicamentosos ou cirúrgicos em cães (RUMPH, 1993).

Embora existam vários estudos que descrevam a análise da locomoção de cães com DCF através do uso da plataforma de força (BENNETT et al., 1996) e após vários tratamentos: osteotomia pélvica tripla (MAC LAUGHLIN et al., 1991; JOHNSON et al., 1998; MANLEY et al., 2007;), prótese de quadril (DUELAND et al., 1977; ANDERSON et al., 1988; BUDSBERG et al., 1996), sinfisiodesse púbica juvenil (MANLEY et al., 2007) e osteotomia de cabeça e colo femoral (DUELAND et al., 1977). Estes, na sua maioria, utilizaram placas de força convencionais, que não permitem o registro de eventos sucessivos durante a locomoção, sendo necessárias, portanto, inúmeras repetições para uma coleta representativa de dados. Além disso, estes estudos foram realizados em animais de diferentes portes e raças, impossibilitando uma padronização única para a locomoção destes animais.

Segundo Budsberg et al. e Jevens et al. (1993) e Rumph et al. (1998), os valores das forças criadas durante a locomoção podem ser afetados por variáveis como: velocidade, aceleração e números de repetições. Para Colborne et al. (2005) a análise biomecânica da locomoção deve ser realizada em animais de mesma raça a fim de comparar a locomoção de cães normais com cães portadores de afecção e suas diferentes formas de tratamento.

Para evitar possíveis interferências nos resultados este presente estudo, analisou a locomoção de cães displásicos com o sistema de mensuração de forças de reação do solo, Tekscan®, plataforma de força, utilizada na Medicina Humana. Este é um sistema de registro de redistribuição de pressões da locomoção – baropodometria - (Tekscan®) e permite o registro de passos contralaterais, consecutivos e simultâneos em única passagem pela plataforma e conseqüentemente menor número de repetições é necessário para promover uma quantidade adequada de dados para comparação. Este equipamento, também é capaz de coletar dados de animais de diferentes portes e pesos, sem que essas variações interfiram na obtenção e fidelidade dos dados.

OBJETIVOS

2 OBJETIVOS

Os objetivos do presente estudo foram:

1. Avaliação objetiva, computadorizada não invasiva da locomoção de animais da espécie canina, com displasia coxofemoral, através do sistema de baropodometria, Tekscan®.
2. Registro das forças de reação do solo: (a) força máxima vertical e (b) impulso vertical de membros torácicos e pélvicos obtidos durante a locomoção de cães normais, grupo I, e portadores de displasia coxofemoral, grupo II.
3. Análise qualitativa e quantitativa, após comparação dos dados da locomoção de cães do grupo I e do grupo II.
4. Estabelecimento de valores para locomoção de cães portadores de displasia coxofemoral.
5. Formação de um banco de dados de animais portadores de displasia coxofemoral para futuras comparações entre as diversas formas de tratamento desta afecção seja medicamentoso ou cirúrgico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3 REVISÃO DE LITERATURA

A displasia coxofemoral (DCF) é uma das afecções articulares mais usuais em cães. É uma alteração do desenvolvimento da articulação coxofemoral que envolve uma ausência de conformidade entre a cabeça femoral e o acetábulo, caracterizada por subluxação ou luxação completa da cabeça femoral em pacientes jovens e osteoartrite leve a grave em pacientes mais velhos (LUST, 1997; JOHNSON; HULSE, 2002; TODHUNTER; LUST, 2003).

A DCF foi primeiramente descrita em 1935 por Schenelle denominada subluxação bilateral congênita das articulações coxofemorais. Sessenta anos após esta data ainda existem diferenças de opinião sobre a etiologia da DCF, métodos efetivos para diagnóstico, tratamento e prevenção desta afecção (KANEENE, 1997).

É uma doença poligênica, quantitativa e multifatorial (TOMLINSON; MCLAUGHLIN, 1996). Duas amplas hipóteses etiológicas têm sido propostas para esta afecção: frouxidão coxofemoral que pode resultar em instabilidade articular e progressão anormal da ossificação endocondral em múltiplas articulações. Estas duas hipóteses não são necessariamente distintas, ambas podem criar um ambiente mecânico anormal no acetábulo que resulta em osteoartrite (TODHUNTER; LUST, 2003). A DCF afeta principalmente cães de porte grande e gigante, são igualmente afetadas fêmeas e machos. Raças pequenas também podem desenvolver DCF, porém a incidência é muito menor (LUST, 1972; RICHARDSON, 1992; TOMLINSON e MCLAUGHLIN, 1996; JOHNSON e HULSE, 2002).

A faixa etária de aparecimento dos sinais clínicos da DCF ocorre em dois períodos distintos, cães jovens susceptíveis com 4 a 12 meses de idade ou quando idosos com um quadro de osteoartrose crônica (LUST, 1997).

A patogênese da DCF envolve fatores genéticos e não genéticos que têm sido estudados por muitos autores. Bem como: tamanho do animal, taxa de crescimento e nutrição (KEARLY et al., 1997; ARNBJERG, 1999; TODHUNTER; LUST, 2003), influências uterinas endócrinas, massa muscular (TODHUNTER; LUST, 2003), envolvimento de múltiplas articulações (OLSEWSKI et al., 1983; TODHUNTER; LUST, 2003). Todos estes fatores contribuem de alguma forma para a frouxidão ligamentar e subsequente subluxação da cabeça femoral que são responsáveis pelos sinais clínicos iniciais e pelas alterações articulares. A subluxação estira a cápsula articular fibrosa e diminui a área de superfície articular, que concentra o estresse de sustentação do peso sobre uma pequena área da articulação coxofemoral podendo causar fraturas do tecido ósseo trabecular acetabular. Essa seqüência de eventos leva a um desgaste prematuro da cartilagem articular, exposição das fibras algicas subcondrais causando dor e claudicação (JOHNSON; HULSE, 2002).

Os sinais clínicos da DCF incluem intolerância ao exercício, dificuldade em transpor obstáculos, corrida como coelho, andar bamboleante, ataxia de membros pélvicos, sinais de dor articular, diminuição da taxa de movimentação passiva e claudicação (TOMLINSON; MCLAUGHLIN, 1996).

Uma tentativa de diagnóstico pode ser feita através do histórico do animal, sinais clínicos e resultados da palpação. Embora existam inúmeros testes clínicos de palpação para exame das articulações coxofemorais caninas, como teste de Ortolani, Barden, Barlow, estes não demonstram um diagnóstico claro e nem mesmo o prognóstico da afecção, eles são bons apenas para localizar dor e má-função da articulação coxofemoral. O diagnóstico final da DCF, mais utilizado, ainda é feito pela radiografia ventrodorsal convencional da articulação coxofemoral do animal,

preferencialmente sedado, em decúbito dorsal, com máxima extensão dos membros pélvicos e joelhos rotacionados internamente. O diagnóstico é fechado quando há evidência de subluxação da cabeça femoral, doença articular degenerativa ou ambos (SMITH, 1997; ARNBJERG, 1999). Embora existam muitas técnicas radiográficas descritas para o diagnóstico final de DCF canina, como técnica radiográfica de distração do Programa de melhora da articulação coxofemoral da Universidade da Pensilvânia (Penn), o score de subluxação dorsolateral, e as vistas dorsais do bordo acetabular, a técnica ventrodorsal é a mais utilizada, por sua facilidade de execução e pelo seu baixo custo relativo. Técnicas adicionais de diagnóstico incluem a tomografia computadorizada, ultra-sonografia, ressonância magnética, avaliação através da placa de força, cinemática e genética molecular. Estas técnicas não são rotineiramente empregadas e requerem estudos adicionais e validação (DASSLER, 2003).

A decisão sobre a terapia medicamentosa ou tratamento cirúrgico vai depender de uma série de fatores como: a idade do paciente, severidade dos sinais clínicos, grau de desconforto, achados radiográficos, presença ou ausência de outras doenças e da condição socioeconômica do proprietário (JOHNSON; HULSE, 2002; DASSLER, 2003).

Os objetivos da terapia conservativa ou medicamentosa são aliviar os sinais clínicos de dor, melhorar a função, restabelecer a qualidade de vida e diminuir a progressão da doença sem causar efeitos colaterais. O tratamento a curto prazo é feito através da restrição da atividade do animal durante 2 a 3 semanas e antiinflamatórios não esteroidais. O tratamento a longo prazo inclui nutrição e controle de peso, exercícios e fisioterapia e medicação (DASSLER, 2003). Um estudo avaliou animais durante 5 anos e comprovou que o grupo de cães com dieta

limitada (25% menos do que o grupo com dieta *ad libitum*), neste período teve uma menor frequência e severidade dos sinais radiográficos de osteoartrite em relação aos animais alimentados com dieta *ad libitum* (KEALY et al., 1997). Os exercícios e fisioterapia variam para cada paciente. A medicação inclui os AINES, quando da presença de sinais clínicos, e embora controverso, muitos clínicos recomendam os nutracêuticos e agentes modificadores de osteoartrite. Estes últimos agem como precursores da formação da cartilagem, inibem a degradação de cartilagem, e têm propriedades antiinflamatórias (DASSLER, 2003).

Os tratamentos cirúrgicos mais recomendados para articulações coxofemorais com artrite severa são a osteotomia da cabeça e colo femoral, ou a substituição total da articulação coxofemoral. Para animais cujo diagnóstico de DCF é feito em estágio inicial, antes de instalação da osteoartrite secundária são recomendados procedimentos profiláticos como a osteotomia pélvica tripla e a sinfisiodesse púbica juvenil. Estes procedimentos têm por objetivo alterar direta, ou indiretamente, a anatomia da articulação coxofemoral, melhorar a congruência e estabilidade e permitir o desenvolvimento normal da articulação, evitando ou retardando o início da degeneração articular secundária (SCHULZ et al., 2003).

A Orthopedic Foundation for Animals (OFA) avalia o fenótipo da displasia coxofemoral, desde 1966 e, portanto, a prevalência desta afecção entre as diferentes raças. Proprietários submetem as radiografias de seus cães à análise, e a OFA realiza classificação da articulação coxofemoral. Articulações normais são graduadas como, excelente, boa e ruim; articulações com sinais de DCF são classificadas como DCF leve, moderada ou severa. A submissão das radiografias para avaliação da OFA é voluntária. As raças de cães Pastor Alemão, Golden Retriever, Labrador e Rottweiler representaram 42 % das avaliações realizadas pela

OFA no período de 1972 a 1980 e 53% das avaliações realizadas entre 1989 e 1992, por serem as raças comumente afetadas por esta afecção (KANEENE et al., 1997). Esta prevalência, portanto, pode ser subestimada, isso porque é aceitável que radiografias de cães normais sejam mais freqüentemente submetidas à avaliação para certificação do que radiografias de cães displásicos (DASSLER, 2003).

A locomoção do cão está dividida em quatro formas básicas: o passo, a marcha, o trote e o galope sendo que os três primeiros são considerados simétricos, ou seja, os movimentos dos membros de um lado repetem os movimentos do lado oposto, sendo os intervalos igualmente espaçados. O galope é uma forma assimétrica de andadura, pois os movimentos de um lado não repetem os do outro, e os intervalos entre os apoios não são igualmente espaçados (NEWTON; NUNAMAKER, 1985).

Para cada tipo de locomoção detalhes adicionais do movimento das patas e membros podem ser descritos. A fase de apoio é definida como período na qual a pata toca e permanece no solo. A fase de balanço é definida como período na qual a pata permanece no ar. Juntas, as fases de apoio e balanço de um membro são consideradas um passo. A fase de apoio pode ainda ser dividida em apoio inicial, desaceleração, propulsão e apoio final. O ciclo da locomoção de quadrúpede pode ser definido como uma série de eventos que inclui um passo para cada um dos quatros membros, independentemente do tipo de locomoção (DECAMP, 1997).

Os membros torácicos geralmente têm uma maior desaceleração do que força propulsiva, enquanto que os membros pélvicos têm uma maior propulsão do que força de desaceleração durante a locomoção em uma superfície lisa (DECAMP, 1997).

A fase de apoio depende enormemente da velocidade do animal. Com o aumento da velocidade, a fase de apoio diminui (RIGGS et al., 1993; RENBERG et al., 1999). Além disso, um membro afetado tem geralmente uma menor fase de apoio quando comparado com um membro normal (ROUSH et al., 1994; MCLAUGLIN et al., 1995; RENBERG et al., 1999).

Existem vários métodos de análise da locomoção, o método mais simples é a análise visual durante a locomoção (HARRIS; WERTSCH, 1994). Esta observação clínica e visual, no entanto, é subjetiva e os pesquisadores têm desenvolvido métodos mais objetivos para avaliar o andar quantitativamente (ANDERSON; MANN, 1993).

O laboratório moderno de locomoção compreende três elementos interdependentes para avaliar a função locomotora: capacidade de percepção humana, medidas quantitativas e análise biomecânica. A cinesiologia é a ciência do movimento e pode ser dividida em duas áreas: cinética e cinemática. Cinemática é a descrição do movimento, independente das influências da massa e da força. Cinética é o estudo das relações do movimento e das forças geradoras do movimento (DECAMP, 1997).

Embora a análise cinemática propicie uma medida direta de posição em relação ao tempo e seja um bom indicador dos padrões de movimento durante a fase de apoio e de balanço da ação do membro (quando ocorre a maior parte do movimento), ela é menos sensível quando o membro contacta o solo e com qual carga de peso ele o faz. Para muitas patologias a questão principal é exatamente a carga de peso com a qual o membro contacta o solo. Dessa forma, a análise cinemática é freqüentemente ineficaz para perceber diferenças importantes na função do membro (BERTRAN et al., 1997).

A cinética da locomoção normal e anormal pode ser estudada através do uso de placas e plataformas de força. Estas avaliam as forças de reação ao solo geradas durante a locomoção e, embora sejam uma das muitas formas pelas quais a locomoção pode ser estudada, elas vem sendo utilizadas com maior frequência e estão preenchendo uma lacuna importante no entendimento da biomecânica do andar (ANDERSON; MANN, 1993; BESANCON et al., 2003).

Segundo Margareth et al. (2007) que compararam a mensuração de claudicação através de escalas de taxas numéricas, escore de análise visual (VAS) e da análise pela placa de força em 21 cães, as análises visual e numérica não são de métodos de boa acurácia para graus subjetivos de claudicação e não devem ser utilizadas no lugar da placa de força.

Em 1987, Budsberg, Verstraete e Soutas-Little redefiniram a metodologia da análise da locomoção no cão pelo uso da placa de força, introduzindo uma nova era de análise objetiva do andar na medicina veterinária.

As placas e plataformas de força têm sido utilizadas na avaliação das forças de reação ao solo em cães ao passo (BUDSBERG et al., 1987; KIRPENSTEIJN et al., 2000), trote (DECAMP et al., 1993; ALLEN et al., 1994; RUMPH et al., 1994; BUDSBERG et al., 1995; BERTRAN et al., 1997; COLBORNE et al., 2006; FANCHON et al., 2006), galope (WALTER et al., 2007) e durante o salto (YANOFF et al., 1992).

A placa de força mensura as forças ortogonais de reação ao solo resultante da locomoção em três planos (BUDSBERG et al., 1987). Estas forças representam a somatória das forças do tronco e membro transmitidas através de um membro ao solo. São elas: (a) médio lateral (F_x); (b) crânio caudal (F_y), conhecida como força aceleradora ou desaceleradora; e, (c) vertical (F_z).

Geralmente a força pico (máxima) nos eixos vertical e crânio caudal são avaliadas como medidas objetivas da função do membro. As forças vertical e crânio caudal também podem ser integradas sobre o tempo, descritas como impulsos vertical e crânio caudal, como uma medida da função através da fase de apoio (BUDSBERG et al., 1987). Estas três forças têm diferente importância durante a análise da locomoção.

A força pico vertical e o impulso vertical são as mais utilizadas pelos pesquisadores para avaliar a locomoção normal e patológica (BUDSBERG et al., 1987, MCLAUGHLIN et al., 1991; RUMPH et al., 1994). A força vertical mede de forma mais direta a sustentação do peso e tem a maior magnitude quando comparada com outras forças ortogonais e, na presença de claudicação esta se encontra reduzida em relação ao normal (DECAMP, 1997). A força crânio caudal é mensurada para quantificar a força do membro que atua para a progressão da locomoção do animal. A fase de apoio subdivide-se em (a) desaceleração e (b) aceleração ou propulsão, de acordo com o sinal negativo ou positivo da força em questão (BUDSBERG et al., 1987). A desaceleração consiste no impulso necessário para diminuir a quantidade de movimento do cão no início da fase de apoio. Aceleração, por sua vez é definida como o impulso requerido para aumentar a quantidade de movimento do cão no final da fase de apoio. A claudicação, se moderada a severa, pode promover uma redução na amplitude na força crânio caudal (BUDSBERG et al., 1987).

A força médio lateral tem a menor magnitude das três forças ortogonais. A grande variação desta força associada à baixa amplitude inicial observada na andadura do cão tem resultados pouco significativos. Cada uma das formas da locomoção do cão promove um modelo específico de força de reação ao solo

(DECAMP, 1997). Por causa da simetria e velocidade convenientes, o passo e o trote são as locomoções convencionais mais utilizadas para avaliação de claudicação (WEIGEL et al., 2005).

Os métodos utilizados para a coleta de dados utilizando a placa ou plataforma de força afetam os resultados obtidos; fatores como a seleção do cão, a conformação, peso do cão, estrutura músculo esquelética, a forma de trabalho como velocidade e aceleração do cão, número de repetições e condutor, podem alterar os dados (BUDSBERG et al., 1993; JEVENS et al., 1993; MCLAUGHLIN; ROUSH, 1994, 1995; RUMPH et al., 1995; RENBERG et al., 1999).

Os efeitos da conformação do animal na análise da locomoção não estão completamente esclarecidos, portanto devem-se selecionar os animais em grupos morfológicos homogêneos. Sabe-se que a duração da fase de apoio bem como as forças de aceleração e desaceleração aumentam com o porte do cão (BUDSBERG et al., 1987).

O efeito do tamanho do cão na dispersão de dados da plataforma de força é reduzido na maioria dos estudos da locomoção por normalização das forças de reação do solo e impulsos ao peso do corpo do animal (BUDSBERG et al., 1987, 1988; MCLAUGHLIN et al., 1991; JEVENS et al., 1993; RUMPH et al., 1993, 1994; BUDSBERG et al., 1996; JEVENS et al., 1996). Ainda assim estudos mais recentes utilizam animais de conformação (RUMPH et al., 1994) e peso semelhantes (HOTTINGER et al 1996) e de mesma raça (DECAMP et al., 1993; MACLAUGHLIN et al., 1995; RUMPH et al., 1998).

A velocidade do cão deve ser cuidadosamente controlada pelo condutor a fim de reduzir variações atribuídas a este fator. Conforme o animal se move mais rapidamente em uma das formas de andadura ou durante a transição para formas

mais rápidas, a velocidade do membro aumenta e, conseqüentemente a amplitude das forças de reação ao solo é afetada (LEACH, 1987^a; MCLAUGHLIN; ROUSH, 1995).

Segundo Weigel et al. (2005) um paciente normal em estação carrega aproximadamente 30% de seu peso em cada membro torácico e 20% em cada membro pélvico. Por causa da relação de velocidade e aceleração, as forças colocadas sobre os membros durante a fase de apoio têm um aumento significativo nos valores absolutos, com o aumento da velocidade, nas diferentes formas de locomoção. Por exemplo, um cão pode ter forças pico vertical de 55% e 40% do peso do corpo ao passo em cada membro torácico e membro pélvico, respectivamente. As forças podem aumentar para 100%, 118% e 125% nos membros torácicos e 70%, 80% e 85% nos membros pélvicos, durante o trote em velocidades de 1,5 a 1,8; 2,1 a 2,4; e 2,7 a 3,0 m/s, respectivamente.

McLaughlin et al. (1995) e Schaefer et al. (1996) têm sugerido utilizar a duração da fase de apoio com o intuito de padronização da prova de locomoção ao invés de controlar a velocidade do cão. DeCamp (1997), por sua vez, ressalva que como a duração da fase de apoio tem variação com a claudicação, e este método tem que ser empregado com cautela, exceto na avaliação da locomoção normal.

A redistribuição das forças para os demais membros em decorrência de claudicação é pouco compreendida (RUMPH et al., 1993; SCHAEFER et al., 1996). Acredita-se que na presença de déficit de apoio em um dos membros pélvicos, a redistribuição de forças ocorre principalmente no membro contralateral (RUMPH et al., 1995; JEVENS et al., 1996). Em estudos experimentais Jevens et al. (1996) e Rumph et al. (1995) demonstraram que em cães com ruptura de ligamento cruzado cranial a força vertical do membro contralateral pode aumentar em até 130% em

relação a mensuração antes da lesão. Em afecções as quais comumente afetam os membros pélvicos bilateralmente, como a displasia coxofemoral. MCLAUGHLIN et al. (1991) concluíram que cães displásicos carregam menor carga de peso nas articulações coxofemorais em relação aos cães não displásicos.

Sabe-se que a redistribuição de forças atribuída a claudicação é afetada por muitos fatores incluindo grau e duração da claudicação, bem como número de articulações. O membro contralateral não deve ser usado como controle em qualquer estudo com claudicação significativa sem considerar que as forças registradas não serão normais e que a força do membro contralateral mudará com a claudicação do membro primário (DECAMP, 1997).

Outros problemas concernentes ao uso de placas de força convencionais consistem na impossibilidade de registrar eventos sucessivos durante a locomoção (ANDERSON; MANN, 1993); e, geralmente possuem dimensão extremamente pequena e conseqüentemente múltiplos passos podem ser necessários para uma coleta representativa de dados. Uma única placa de força convencional não proporciona informação suficiente sobre a função do membro durante a fase de balanço durante o passo de um membro. A locomoção do quadrúpede envolve contato simultâneo extensivo do solo, mais freqüentemente nos membros contralaterais. Com uma única placa, que é comumente utilizada, é impossível obter medidas independentes de todos os membros contactando o solo de uma vez só. Portanto, a análise completa da mecânica da locomoção do quadrúpede é impossível. Uma análise completa da locomoção, quando usa uma única placa de força requer uma análise cinética e cinemática (BERTRAN et al., 1997).

Algumas placas possuem diminuição da sensibilidade próxima à periferia e tentativas repetidas podem ser necessárias para a realização de um passo na

porção central da placa. Também, a falta de sensibilidade de algumas plataformas de força pode causar excessiva variabilidade nas medidas, portanto um grande número de tomadas pode ser necessário (LEACH, 1987).

O sistema de palmilhas utilizado para estudar a locomoção no homem (WHITTLE, 1991) tem sido adaptado para uso no cão – sistema de registro de redistribuição de pressões da locomoção - (Tekscan®). O uso do sistema de palmilhas sobrepuja vários problemas inferidos ao uso das plataformas de força convencionais.

O sistema Tekscan® possui uma maior dimensão, é uma plataforma com múltiplos leitores, portanto passos contralaterais, consecutivos e simultâneos podem ser registrados em única passagem pela plataforma e conseqüentemente menor número de repetições é necessário para promover uma quantidade adequada de dados para comparação. Na placa de força convencional quando mais de um membro contacta a placa em uma única passagem, as forças relatadas tornam-se acumulativas, e, portanto não é possível distinguir as forças que estão sendo originadas separadamente. No sistema Tekscan® cada membro contacta um grupo separado de elementos sensitivos e, conseqüentemente as forças são registradas como eventos distintos pelo sistema de *software*. Este fato não só diminui o número de repetições necessárias para gerar dados adequados para comparação estatística, mas também permite tomar as medidas de todas as forças verticais ocorrendo simultaneamente em um ponto durante o ciclo da locomoção (BESANCON et al., 2003).

Em 1977, Dueland et al. compararam dinamicamente através da placa de força a osteotomia da cabeça e colo femoral, a substituição total da articulação coxofemoral e articulações displásicas não tratadas. De acordo com a análise foi

concluído que uma osteotomia da cabeça e colo femoral efetiva pode ser tão boa, ou melhor, do que a prótese coxofemoral total. A forma de locomoção analisada neste estudo foi ao passo e ao trote.

Anderson et al. (1988) realizaram análise da locomoção através da placa de força em 13 cães normais e 10 cães displásicos antes e depois da substituição total da articulação coxofemoral. Diferenças significativas foram observadas entre o parâmetro vertical (Fz) e médio-lateral (Fx) para cães normais e displásicos e entre os valores pré-operatórios e de 6 semanas após o tratamento. Após 12 semanas não foram notadas diferenças significativas entre os valores pré-operatórios. Indicando recuperação total do membro operado.

Em 1991, Dogan et al. relataram uma redução de 23 % na força pico vertical e uma redução de 38% nas forças crânio caudal entre membros afetados e não afetados em cães com 1 mês de recuperação pós-operatória de prótese de quadril unilateral, mesmo sem qualquer alteração cinemática observada.

MClaughlin et al. (1991) realizaram análise cinética e cinemática de 15 cães portadores de displasia coxofemoral que foram submetidos a osteotomia pélvica tripla (OPT) e comparou os dados com um grupo controle constituído por 10 cães normais. Foram tratados com a OPT bilateral 10 cães e 5 cães com OPT unilateral. Os resultados observados indicaram que cães jovens displásicos transmitem significativamente menos força vertical nas articulações coxofemorais em relação aos controles. A força transmitida nas articulações coxofemorais tratadas aproximou-se das forças dos controles 28 semanas após a realização da OPT e foram significativamente maiores do que as articulações coxofemorais não tratadas.

Budsberg et al. (1996) analisaram as forças de reação do solo em 16 cães com doença degenerativa secundária da articulação coxofemoral submetidos a

substituição total da articulação coxofemoral unilateral. A comparação das forças foi realizada em relação ao membro contralateral não tratado. Os resultados revelaram que as medidas de força pico vertical e impulso vertical têm correlação negativa significativa com claudicação clínica. Os cães com DCF colocam menor carga nos membros afetados. Observações subjetivas de aumento de claudicação estão associadas com redução das medidas de pico e impulso verticais. Além disso, a força de propulsão do membro pélvico está significativamente reduzida nos membros displásicos. Os resultados das forças de reação ao solo indicaram um aumento significativo da função do membro tratado 6 meses após a colocação da prótese coxofemoral.

Bennett et al. (1996) analisaram a locomoção de 12 cães de raças grandes displásicos e 12 cães normais e perceberam uma diminuição das forças e impulso vertical e um aumento do comprimento do passo dos cães displásicos em relação aos controles. Segundo os autores ainda não se sabe quais variáveis serão mais úteis para definir alterações do movimento ou quais mudarão com a progressão ou tratamento da DCF. No entanto, análise cinemática tri-dimensional da locomoção pode ser uma importante arma para futuras comparações de várias modalidades de tratamento médico ou cirúrgico da doença.

Johnson et al. (1998) avaliaram o efeito da OPT na função do membro e progressão de doença degenerativa articular em 21 cães, sendo que 12 foram tratados bilateralmente e 9 unilateralmente. Os resultados indicaram um aumento significativo da força pico vertical nos membros tratados pelo menos três meses após o procedimento cirúrgico e estes se mantiveram no decorrer do tempo (1 ano após o tratamento). Os membros não tratados não demonstraram uma mudança significativa nos valores da força pico vertical ao longo do tempo.

Kennedy et al. (2003) compararam a locomoção através do uso seriado de plataformas de força em cães portadores de displasia coxofemoral com osteoartrite e cães normais. Resultados indicaram que os cães com osteoartrite coxofemoral trotando redistribuem a força vertical por realizar compensação látero-lateral ao invés de uma compensação entre membros pélvicos e torácicos.

Manley et al. (2007) avaliaram o resultado a longo prazo da sinfisiodesse púbica juvenil e da osteotomia pélvica tripla em cães com displasia coxofemoral. Foram utilizados 18 cães com índice de distração maior ou igual a 0,5 e sem sinais radiográficos de doença degenerativa discreta ou moderada. Os cães quando filhotes foram divididos em 2 grupos, um grupo foi tratado cirurgicamente com a sinfisiodesse púbica e o outro com a osteotomia pélvica tripla. Aos 2 anos de idade os grupos foram comparados através de grau de claudicação, ângulos de extensão da articulação coxofemoral, força máxima vertical, ângulo acetabular e grau radiográfico da doença degenerativa articular. Os autores concluem que os 2 procedimentos têm efeitos similares na conformação da articulação coxofemoral em cães com displasia moderada a severa, mas nenhum dos 2 procedimentos elimina a progressão da doença degenerativa articular e nem a frouxidão ligamentar da articulação coxofemoral.

MATERIAL E MÉTODO

4 MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo recebendo o número de protocolo 1016/2006 e realizado com livre consentimento do proprietário, autorizando por escrito a sua participação no estudo conforme termo de ciência e autorização (Anexo I).

4.1 MODELO BIOLÓGICO

Durante o período de setembro de 2006 a julho de 2007 foram selecionados 30 animais da espécie canina, sendo distribuídos em dois grupos: Grupo I e Grupo II.

Para inclusão dos cães nesta pesquisa, foi realizada previamente anamnese, depois foram submetidos ao exame clínico do sistema músculo-esquelético e exame radiográfico da articulação coxofemoral para análise e graduação da articulação. Os cães foram selecionados independentes de sexo e idade, e com peso corpóreo superior a 20 kg.

O grupo I foi composto por 10 cães hígidos, da raça Rottweiler e Golden Retriever.

O grupo II foi composto por 20 cães portadores de displasia coxofemoral sendo 17 cães oriundos do Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET - FMVZ/USP e 3 cães da Polícia Militar de São Paulo. É importante salientar que animais portadores de outra afecção articular concomitante não fizeram parte deste estudo.

Os caninos selecionados dos dois grupos foram submetidos à análise pelo sistema de registro de distribuição de pressão (baropodometria - Tekscan®) das forças de reação ao solo da locomoção.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

4. 2.1 Equipamento e coleta de dados

O sistema de baropodometria (Tekscan®)¹ consiste em uma plataforma, dividida em 3 mats, com tamanho total de 1,5mx0,5mx0,005m contendo 6864 células sensitivas de pressão conectadas a um computador com software específico para coleta e interpretação dos dados. As células são capazes de gerar 50 quadros separados por segundo. Os dados são então gravados como quadros, em formato filme. Cada quadro contém a informação sobre a pressão de cada membro exercida na plataforma, durante a locomoção do animal, e quando os quadros são combinados, a informação é dada em relação ao tempo.

Antes de cada exame de baropodometria o sistema Tekscan® é calibrado de acordo com o peso de cada animal, seguindo as especificações do fabricante.

Os cães foram conduzidos sobre a plataforma de baropodometria, ao passo, do lado esquerdo do condutor de forma que houvesse contato entre esta e os membros torácicos e pélvicos do cão (Figura 1).

---

¹ Tekscan®¹ - 7100 QL Virtual Sensor 3 Mat System, Tekscan Inc. South Boston, MA, USA

Foram registradas 20 passagens consideradas válidas para a formação do banco de dados das forças máximas verticais (FPV) e impulsos verticais (IV) e tempo de apoio dos membros torácicos e pélvicos dos cães do grupo I e do grupo II.

Para ser considerado válido o animal tinha que caminhar em linha reta sobre a plataforma, olhando para frente, sem virar a cabeça, de modo que os quatro membros contatassem a área da plataforma sem queimar ou pisar fora desta.

Figura 1 – Cão Nº 7, raça Rottweiler portador de displasia coxofemoral, atendido no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET - FMVZ/USP, caminhando sobre o sistema de baropodometria – Tekscan®, com seu respectivo condutor. Laboratório do Aparelho Locomotor da FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

Os dados obtidos foram automaticamente registrados e analisados posteriormente ao exame dos animais através do *software*² específico presente no sistema de análise de baropodometria Tekscan®. Para análise dos dados foram feitos os gráficos de Força (em Newton) em relação ao tempo (em segundos) para cada um dos quatro membros do animal durante cada uma das 20 passagens.

---

² I-scan 5.231, Tekscan Inc., South Boston, MA, USA

Nestes gráficos foi possível registrar a força máxima vertical (pico da força vertical), o impulso vertical e o tempo de apoio de cada membro.

Os valores de cada pico e impulso foram normalizados de acordo com o peso de cada animal usando uma transformação comum (força/peso corpóreo) e expressa em porcentagem de peso corpóreo (%PC) para força máxima e porcentagem de peso corpóreo por segundo (%PC/s) para impulso. O gráfico permitiu também o cálculo do tempo da fase de apoio em cada membro durante a passagem pela plataforma.

O cálculo da velocidade do animal foi feito através do gráfico, dividindo-se o tempo gasto pelo animal para atravessar 1,5m do comprimento da placa.

A câmera digital foi colocada em posição adequada para confirmar a passagem correta do animal através da plataforma de baropodometria (Tekscan®), para analisar conjuntamente com os dados obtidos pelo *software*³ de sincronização de vídeo.

Formou-se um banco de dados de cães do grupo I, animais hígidos, e do grupo II, animais com displasia coxofemoral. Foi realizada a comparação das forças e impulso verticais obtidas entre os dois grupos.

4.2.2 Análise estatística

A análise estatística foi realizada em 5 das 20 passagens consideradas válidas devido à sobreposição de membros no filme, que ocorreu durante algumas

---

³ I-scan 5.231, Tekscan Inc., South Boston, MA, USA

passagens não permitindo a individualização e cálculo das forças de cada um dos quatro membros do animal.

A análise estatística dos resultados foi realizada obtendo-se os valores de média e desvio padrão (DP) das cinco passagens consideradas válidas, pela plataforma de força, das forças máxima vertical (FPV) e impulsos vertical (IV) e tempo de apoio, para cada membro dos animais do grupo I e do grupo II.

A comparação das médias dos valores obtidos entre o banco de dados do grupo I e do grupo II foi realizada através do teste paramétrico t Student, com nível de significância de 5% através de *software*⁴ de estatística específico.

---

⁴ GraphPad InStat version 3.06, 32 bit for Windows, GraphPad Software, Inc.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 GRUPO I

O grupo I, de animais controle, foi constituído por 10 animais hígidos, sendo 6 (60%) da raça Golden Retriever e 4 (40%) da raça Rottweiler. A distribuição dos 10 animais hígidos, utilizados neste estudo, quanto ao sexo, foi 30% (3) de machos e 70% (7) de fêmeas.

A média do tempo de apoio entre os dois membros torácicos dos 10 cães avaliados foi de 0,442 segundo $\pm$ 0,090 e de 0,438 segundo $\pm$ 0,088 para membros pélvicos. Os valores individuais para cada membro encontram-se na tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios do tempo de apoio de 5 passagens válidas, para cada 1 dos 4 membros dos 10 cães do grupo I, submetidos ao exame de baropodometria no LAL da FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

Cão N°	Tempo de apoio MTD(s)	Tempo de apoio MTE (s)	Tempo de apoio MPD(s)	Tempo de apoio MPE (s)
1	0,313466	0,3236	0,29074	0,30274
2	0,5995	0,63898	0,5869	0,5971
3	0,47684	0,48166	0,52678	0,52588
4	0,34908	0,35042	0,30912	0,3552
5	0,5138	0,4964	0,44794	0,45076
6	0,53494	0,50278	0,49936	0,48552
7	0,4159	0,42644	0,42984	0,3963
8	0,45896	0,42352	0,47872	0,46712
9	0,3853	0,39782	0,38858	0,39076
10	0,37066	0,37082	0,40988	0,41132
Média	0,441845	0,441244	0,436786	0,43827
Desvio Padrão	0,090824	0,092514	0,09259	0,085724

s – segundos

A média de velocidade das cinco passagens para cada um dos 10 animais foi de 0,66 m/s $\pm$ 0,1057. A aceleração média foi de 0,438 m/s² $\pm$ 0,1518.

Não houve diferença estatística significativa entre os valores da FPV e IV entre membro torácico direito versus torácico esquerdo e membro pélvico direito e membro pélvico esquerdo. Os resultados parciais dos valores da força pico vertical (FPV) e impulso vertical (IV) para os quatros membros dos animais hígidos, submetidos ao exame de baropodometria no Laboratório do Aparelho Locomotor da FMVZ-USP, encontram-se na tabela 2.

Tabela 2 – Média dos valores das FPV e IV das cinco repetições de cada um dos 10 cães hígidos, submetidos ao exame de baropodometria no LAL da FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

Cão N°	FPV MTD (%PC)	FPV MTE (%PC)	FPV MPD (%PC)	FPV MPE (%PC)	IV MTD (%PC)	IV MTE (%PC)	IV MPD (%PC)	IV MTE (%PC)
1	41,8253	41,5596	24,7765	23,7746	8,08732	8,78216	4,61877	4,46854
2	49,948	53,44	29,942	30,35	20,47	24,022	12,648	11,608
3	49,24	50,76	34,16	35,16	15,68	14,84	13,88	11,92
4	50,14	49,5	31,2	30,84	10,6	10,82	5,68	5,176
5	39,528	38,87	34,198	33,986	11,738	12,006	9,852	9,35
6	44,3	40,998	25,042	25,396	15,834	13,808	7,904	7,945
7	41,508	40,832	26	26,254	10,9	10,41	6,648	6,276
8	41,704	41,646	27,35	29,194	11,836	10,416	8,224	8,402
9	43,756	43,546	23,706	22,946	11,006	11,194	6,05	5,938
10	38,68	38,8758	21,5616	21,4933	9,68333	8,36583	5,54583	5,5675
Média	44,0629	44,0027	27,7936	27,9394	12,5834	12,4664	8,10506	7,66510
Desvio Padrão	4,28379	5,25342	4,38937	4,68611	3,67435	4,52558	3,12739	2,64232

A média dos valores do pico da força vertical entre os dois membros torácicos foi de 44,03 % de peso corpóreo $\pm$ 4,7 e de 27,87 %(PC) $\pm$ 4,5 para membros pélvicos. A média dos valores de IV foi de 12,52 %(PC/s) $\pm$ 4,04 para membros torácicos e 7,88 %(PC/s) $\pm$ 2,9 para membros pélvicos. Houve diferença estatística significativa quando comparadas estas duas variáveis (P<0.0001) conforme

observado na tabela 3. Houve também diferença estatística significativa ($P=0.0096$) quando comparadas as médias de impulso vertical entre membros torácicos e pélvicos, os valores encontram-se na tabela 3.

Tabela 3 – Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos e membros pélvicos cada um dos 10 cães hígidos, grupo I.. Média e desvio padrão destes valores - São Paulo - 2008.

Cão N°	Força MTs (%PC)	Força MPs (%PC)	Impulso MTs (%PC/s)	Impulso MPs (%PC/s)
1	41,69249	24,27559	8,434742	4,543662
2	51,694	30,146	22,246	12,128
3	50	34,66	15,26	12,9
4	49,82	31,02	10,71	5,428
5	39,199	34,092	11,872	9,601
6	42,649	25,219	14,821	7,9245
7	41,17	26,127	10,655	6,462
8	41,675	28,272	11,126	8,313
9	43,651	23,326	11,1	5,994
10	38,77792	21,5275	9,024583	5,556667
Média	44,03284*	27,86651*	12,52493**	7,885083**
Desvio Padrão	4,714813	4,520846	4,047471	2,877229

*Diferença estatística significativa ($P<0.0001$) nos dados entre FPV de membros torácicos e pélvicos.**Diferença estatística significativa ($P<0.0096$) nos dados entre IV de membros torácicos e pélvicos.

5.2 GRUPO II

O número total de animais da espécie canina, com displasia coxofemoral, submetidos ao exame de baropodometria no Laboratório do Aparelho Locomotor da FMVZ/USP, foi de 20 cães.

Os resultados referentes ao número absoluto, e porcentagem absoluta em relação ao padrão racial desses cães encontram-se na figura 2.

Figura 2 – Distribuição dos cães portadores de displasia coxofemoral segundo a raça, expresso em número de casos e porcentagem atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET-FMVZ/USP, submetidos ao exame de baropodometria no LAL. FMVZ/USP - São Paulo - 2008

Os dados clínicos dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral pertencentes ao grupo II, quanto a raça, idade, sexo e peso corpóreo encontram-se no apêndice 1. As informações observadas no exame clínico do sistema músculo-esquelético e no exame radiográfico da articulação destes animais estão no apêndice 2 e 3, respectivamente. Do total de 20 animais do grupo II, utilizados neste estudo, 70% (14) são machos e 30% (6) fêmeas.

A média da idade dos 20 cães analisados foi de 4,87 anos $\pm$ 3,43.

A média do tempo de apoio entre os dois membros torácicos dos 20 animais avaliados foi de 0,482 segundo $\pm$ 0,002 e de 0,45 segundo $\pm$ 0,006 para membros pélvicos. Os valores para cada membro individualmente encontram-se na tabela 4.

Tabela 4 – Média dos valores do tempo de apoio das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria, para cada 1 dos 4 membros dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET - FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

Cão N°	Tempo de apoio MTD (s)	Tempo de apoio MTE (s)	Tempo de apoio MPD (s)	Tempo de apoio MPE (s)
1	0,4912	0,5133	0,40874	0,42214
2	0,72896	0,69794	0,66076	0,50472
3	0,475	0,4409	0,43976	0,4181
4	0,43952	0,44348	0,45738	0,46378
5	0,46904	0,44782	0,4451	0,43378
6	0,37586	0,34826	0,3263	0,31952
7	0,70056	0,74674	0,72616	0,7247
8	0,41518	0,4265	0,42244	0,40956
9	0,63812	0,66592	0,71866	0,67052
10	0,54684	0,55354	0,52816	0,55918
11	0,61214	0,57392	0,59474	0,61538
12	0,51746	0,52576	0,47142	0,5014
13	0,3113	0,35914	0,30646	0,28834
14	0,42	0,366	0,282	0,268
15	0,35198	0,34629	0,3112	0,3356
16	0,402378	0,39262	0,33748	0,32756
17	0,36	0,34	0,32	0,31
18	0,336	0,34	0,28	0,28
19	0,50696	0,50068	0,49166	0,4962
20	0,56586	0,58014	0,57132	0,57196
Média	0,483118	0,480248	0,454987	0,446022
Desvio Padrão	0,120069	0,125375	0,141524	0,134302

s – segundos

A média de velocidade das cinco passagens para cada um dos 20 cães foi de $0,653 \pm 0,1994$ m/s. A aceleração média foi de $0,4971 \pm 0,327$ m/s².

Não houve diferença estatística significativa entre os valores da FPV e IV entre membro torácico direito versus torácico esquerdo e membro pélvico direito e membro pélvico esquerdo. Os resultados parciais dos valores da força pico vertical (FPV) e impulso vertical (IV) para os quatros membros dos animais displásicos atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET- FMVZ/USP,

submetidos ao exame de baropodometria no Laboratório do Aparelho Locomotor encontram-se na tabela 5.

Tabela 5 – Média dos valores das FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria, de cada um dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET- FMVZ/USP, São Paulo, 2008.

Cão N°	FPV MTD (%PC)	FPV MTE (%PC)	FPV MPD (%PC)	FPV MPE (%PC)	IV MTD (%PC)	IV MTE (%PC)	IV MPD (%PC)	IV MTE (%PC)
1	54,758	55,402	13,644	11,36	16,39	18,076	3,184	2,87
2	44,432	44,15	15,54	10,088	19,6	17,746	6,465	8,416
3	43,892	42,556	26,212	19,808	13,478	11,14	8,684	5,154
4	50,6	51,036	23,768	31,16	12,81	13,19	6,314	8,296
5	53,604	52,088	28,274	22,646	15,996	15,14	8,734	6,23
6	49,432	54,52	25,292	21,834	10,378	10,074	4,538	3,892
7	49,096	48,738	20,892	25,326	24,128	23,888	11,25	12,152
8	42,349	41,996	23,046	16,15	10,43	11,266	6,13	4,29
9	35,6454	36,3836	15,0669	16,3213	14,6697	14,5915	7,23606	6,92459
10	35,8715	39,6256	17,1205	18,7757	10,5238	12,9316	5,84302	6,78259
11	46,646	46,066	26,196	24,852	19,426	17,644	10,996	10,376
12	32,5095	36,0586	12,0071	13,1874	11,5358	12,1090	3,61369	4,30356
13	35,4437	32,2963	19,7903	26,2429	6,47185	6,40222	3,33333	4,51703
14	36,2677	37,2690	20,5883	20,3509	9,24516	8,64387	3,87161	3,39290
15	45,4340	47,3743	24,1265	25,9394	7,95641	8,36298	3,77074	4,42388
16	45,554	45,088	28,412	28,276	12,0544	10,4131	6,08169	5,40281
17	39,96	36,20	17,22	17,09	8,42	7,69	3,50	3,36
18	36,1533	40,73	20,44	21,81	7,08345	8,10	3,28	3,34
19	52,874	52,874	33,752	32,582	16,286	16,874	10,24	11,892
20	45,784	44,864	30,082	24,726	16,134	16,138	10,198	8,748
Média	43,8154	44,2661	22,0735	21,4265	13,1508	13,0210	6,36291	6,23792
Desvio Padrão	6,81106	6,77860	5,87312	6,20094	4,66315	4,46698	2,79195	2,87847

A média dos valores do pico da força vertical entre os dois membros torácicos foi $44,04 \%PC \pm 6,7$ e $21,75 \%PC \pm 5,7$ para membros pélvicos. Houve diferença estatística significativa quando comparadas estes dois valores ($P < 0.0001$) conforme observado na Tabela 3. A média dos valores do impulso vertical dos membros torácicos e pélvicos foi de $13,08 \%PC/s \pm 4,5$ e $6,3 \%PC/s \pm 2,7$, respectivamente. Houve diferença estatística ($P < 0.0001$) entre estes dois valores, quando comparados estatisticamente, conforme observado na tabela 6.

Tabela 6 – Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos e membros pélvicos cada um dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET-FMVZ/USP. Valores médios, desvio padrão e comparação estatística entre membros torácicos e membros pélvicos desses cães. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

Cão N°	Força MTs (%PC)	Força MPs (%PC)	Impulso MTs (%PC/s)	Impulso MPs (%PC/s)
1	55,08	12,502	17,233	3,027
2	44,291	12,814	18,673	7,4405
3	43,224	23,01	12,309	6,919
4	50,818	27,464	13	7,305
5	52,846	25,46	15,568	7,482
6	51,976	23,563	10,226	4,215
7	48,917	23,109	24,008	11,701
8	42,1725	19,598	10,848	5,21
9	36,01452	15,69415	14,63068	7,080328
10	37,7486	17,94811	11,72775	6,312808
11	46,356	25,524	18,535	10,686
12	34,28411	12,59726	11,82247	3,95863
13	33,87	23,01667	6,437037	3,925185
14	36,76839	20,46968	8,944516	3,632258
15	46,40418	25,033	8,159701	4,097313
16	45,321	28,344	11,2338	5,742254
17	38,08	17,16	8,05	3,43
18	38,44398	21,13	7,593233	3,31
19	52,874	33,167	16,58	11,066
20	45,324	27,404	16,136	9,473
Média	44,0408*	21,75004*	13,08596**	6,300423**
Desvio Padrão	6,692141	5,682827	4,526197	2,740968

*Diferença estatística significativa ($P < 0.0001$) nos dados entre FPV de membros torácicos e pélvicos.

**Diferença estatística significativa ($P < 0.0001$) nos dados entre IV de membros torácicos e pélvicos.

GRUPO I vs GRUPO II

Não houve diferença estatística quando comparados os valores de velocidade e aceleração entre os grupos I e grupo II.

A comparação entre o tempo de apoio de membros torácico também não diferiu estatisticamente entre os grupos I e II, assim como o tempo de apoio de membros pélvicos.

Quando comparadas às médias das FPV e IV dos membros torácicos dos animais hígidos, grupo I, com as médias dos animais com displasia coxofemoral, grupo II, não houve diferença estatística significativa, conforme observado na tabela 7.

Tabela 7 – Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros torácicos dos cães do grupo I e do grupo II. Nota-se ainda a média, desvio padrão destes valores e comparação estatística entre os 2 grupos. FMVZ/USP - São Paulo – 2008.

Cão N°	Força MTs (%PC) Grupo controle	Força MTs (%PC) Grupo experimental	Impulso MTs (%PC) Grupo controle	Impulso MTs (%PC) Grupo experimental
1	41,69249	55,08	8,434742	17,233
2	51,694	44,291	22,246	18,673
3	50	43,224	15,26	12,309
4	49,82	50,818	10,71	13
5	39,199	52,846	11,872	15,568
6	42,649	51,976	14,821	10,226
7	41,17	48,917	10,655	24,008
8	41,675	42,1725	11,126	10,848
9	43,651	36,01452	11,1	14,63068
10	38,77792	37,7486	9,024583	11,72775
11		46,356		18,535
12		34,28411		11,82247
13		33,87		6,437037
14		36,76839		8,944516
15		46,40418		8,159701
16		45,321		11,2338
17		38,08		8,05
18		38,44398		7,593233
19		52,874		16,58
20		45,324		16,136
Média	44,03284	44,0408	12,52493	13,08596
Desvio Padrão	4,714813	6,692141	4,047471	4,526197

Em relação aos membros pélvicos os valores das médias das FPV diferiram estatisticamente ($P=0.062$) entre o grupo I e o grupo II, conforme observado na tabela 8. Quando comparadas às médias do IV entre o grupo I e o grupo II não houve diferença estatística significativa.

Tabela 8 – Média dos valores da FPV e IV das 5 passagens válidas no sistema de baropodometria dos membros pélvicos dos cães do grupo I e do grupo II. Média, desvio padrão destes valores e comparação estatística entre os 2 grupos. FMVZ/USP - São Paulo – 2008

Cão N°	Força MPs (%PC) Grupo controle	Força MPs (%PC) Grupo experimental	Impulso MPs (%PC) Grupo controle	Impulso MPs (%PC) Grupo experimental
1	24,27559	12,502	4,543662	3,027
2	30,146	12,814	12,128	7,4405
3	34,66	23,01	12,9	6,919
4	31,02	27,464	5,428	7,305
5	34,092	25,46	9,601	7,482
6	25,219	23,563	7,9245	4,215
7	26,127	23,109	6,462	11,701
8	28,272	19,598	8,313	5,21
9	23,326	15,69415	5,994	7,080328
10	21,5275	17,94811	5,556667	6,312808
11		25,524		10,686
12		12,59726		3,95863
13		23,01667		3,925185
14		20,46968		3,632258
15		25,033		4,097313
16		28,344		5,742254
17		17,16		3,43
18		21,13		3,31
19		33,167		11,066
20		27,404		9,473
Média	27,86651*	21,75004*	7,885083	6,300423
Desvio Padrão	4,520846	5,682827	2,877229	2,740968

*Diferença estatística significativa ($P=0.062$) nos dados das médias de FPV de membros pélvicos entre animais do grupo controle e do grupo experimental.

As forças de reação ao solo obtidas nos cães hígidos e portadores de displasia coxofemoral estão representados na figura 3 e 4 respectivamente.

Figura 3 – Filme com vista do tempo de apoio para todos os membros do Cão N° 8 do grupo I. Abaixo análise através de software e gráfico da FPV e IV para cada um dos quatro membros, durante uma das 20 passagens consideradas válidas (Em Newtons, sem a normalização de acordo com o peso do animal). Em verde (MTD), FPV=210N e IV= 65 N*sec; em vermelho (MTE), FPV=212N e IV= 65 N*sec; em rosa (MPD), FPV=132 N e IV= 35 N*sec; em azul claro (MPE), FPV=123N e IV= 30 N*séc. FMVZ/USP - São Paulo – 2008.

Figura 4 – Filme com vista do tempo de apoio para todos os membros do Cão N° 6 do grupo II. Abaixo análise através de software e gráfico da FPV e IV para cada um dos quatro membros, durante uma das 20 passagens consideradas válidas (Em Newtons, sem a normalização de acordo com o peso do animal). Em verde (MTD), FPV=154.39N e IV=45.68 N*sec; em vermelho (MTE), FPV=193.52N e IV=57.22 N*sec; em rosa (MPD), FPV=26.55 N e IV=7.14 N*sec; em azul claro(MPE), FPV=37.51N e IV=8.55 N*sec. FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O maior objetivo para o tratamento do paciente com doença ortopédica é a correção da deformidade do membro e restabelecimento da sua função normal. Para acompanhar este objetivo é necessário desenvolver a habilidade de quantificar mudanças funcionais e estruturais no membro utilizando as placas de baropodometria e estabelecendo um banco de dados com amostra de cães normais e com afecções, para futuras comparações entre estes parâmetros e aqueles associados com a doença e seus diversos tratamentos (CHAO et al., 1983).

A displasia coxofemoral é a doença ortopédica mais comum em cães de raças de grande porte. A incidência reportada na literatura varia enormemente, mas pode ser próxima dos 70 % em algumas raças de grande porte (SMITH et al., 1997). Neste estudo o objetivo foi, estabelecer um banco de dados com cães portadores de displasia coxofemoral, devido à alta freqüência dessa afecção ortopédica.

A primeira dificuldade desse estudo foi a tarefa de encontrar animais hígidos, para formação do grupo I. Estes cães não deveriam ter alterações no exame clínico e nas radiografias na articulação coxofemoral. Grande parte dos animais possuía alterações osteoarticulares degenerativas nas radiografias, embora não apresentassem sintomatologia clínica. Para isso foram utilizados animais da raça Rottweiler e da raça Golden Retriever. Optou-se em mesclar com duas raças por já haver um banco de dados de animais hígidos da raça Rottweiler e de animais da raça Golden Retriever obtido durante projeto de pesquisa (FAPESP N° 05/54187-8), e para utilizar animais de raças diferentes, já que o grupo de animais portadores de displasia coxofemoral foi composto por animais de raças variadas. A freqüência da

DCF nestas duas raças também é elevada. Em Rottweilers ela varia de 22 a 47 % e em Goldens de 23,5 a 55,7 % (PASTEUR et al., 2005).

No período deste estudo as três raças mais afetadas com DCF foram Labrador = 30%, Rottweiler = 25% e Pastor Alemão = 15%. Estas são raças predispostas a desenvolverem a doença, por serem de grande porte e ainda alvo das pesquisas científicas relacionadas a DCF nos últimos anos (POPOVITH et al., 1995; SMITH et al., 1995; KEARLY et al., 1997; TODHUNTER et al., 1997; MORGAN, et al., 1999; PASTER et al., 2005). Cabe salientar que 5 animais da raça Pastor Alemão foram excluídos do estudo por apresentarem DCF e outras doenças ortopédicas concomitantes. Isso elevaria a prevalência da raça para 32%, seguida do Labrador = 24% e do Rottweiler = 20% e estaria em concordância com Smith et al, 2001 em que o Pastor Alemão tem 4,95 vezes maior risco de desenvolver a doença do que Labrador, Golden Retriever e Rottweilers, sendo, portanto a raça mais predisposta a desenvolver a doença dentre as 3 acima citadas.

A DCF afeta principalmente cães de porte grande e gigante, são igualmente acometidas fêmeas e machos (LUST, 1972; TOMLINSON; MCLAUGHLIN, 1996; JOHNSON; HULSE, 2002). Ao contrário destes autores a maioria dos animais com DCF deste estudo eram machos.

É demonstrado na literatura que simetria do membro (BUDSBERG et al., 1993), seleção e habituação do animal com a plataforma e variação da morfologia do animal (RUMPH, et al., 1995) condutores (BUDSBERG et al., 1993; MCLAUGHLIN; ROUSH, 1995), velocidade e aceleração do animal (RIGGS et al., 1993; MCLAUGHLIN et al., 1995; RENBERG et al., 1999), número de repetições (BUDSBERG et al., 1993; JEVENS et al., 1993) introduzem variação nos dados da plataforma.

Neste presente estudo a variação nos dados da plataforma devido a simetria do membro foi eliminada pela utilização de animais com peso acima de 20 Kg.

A condução do animal foi feita, na maioria das vezes, pela mesma pessoa. Alguns autores (BUDSBERG et al., 1993; MCLAUGHLIN; ROUSH, 1994, 1995; RUMPH et al., 1995; RENBERG et al., 1999) consideram diferentes condutores como um possível fator de alteração nos resultados obtidos. Jevens et al. (1993) avaliaram os valores da placa de força utilizando 5 repetições por 5 condutores diferentes e concluíram que a utilização de diferentes condutores pode ser feita em experimentos sem que haja influência nos resultados, desde de que os valores de velocidade fossem mantidos constantes.

A velocidade, aceleração e número de repetições podem introduzir grande alteração na obtenção dos dados (BESANCON et al., 2003). Estes foram então fatores bem controlados neste estudo para minimizar a variação na obtenção dos dados. Um número máximo de 20 repetições foi estabelecido, isso foi possível porque, segundo Duncan et al. (2006) o sistema de baropodometria – Tekscan® possui uma maior dimensão com múltiplos leitores e habilidade em registrar dados para múltiplos passos, incluindo todos os membros durante uma única passagem pela plataforma e conseqüentemente menor número de repetições é necessário para captar uma quantidade adequada de dados para comparação. A velocidade e aceleração foram controladas com baixo desvio padrão, e ausência de diferença estatística significativa entre o grupo de animais hígidos e o grupo de animais portadores de displasia coxofemoral.

Cada tipo de marcha do animal gera um padrão específico de forças de reação do solo. (DECAMP, 1997). As forças de reação ao solo para cada membro pélvico ao passo são representadas por um padrão clássico *m-shaped* com dois

picos, similar ao visto em humanos (HOTTINGER et al., 1996; BUDSBERG et al, 1996). Para membros torácicos o padrão das forças pode ser demonstrado por uma *m-shaped* ou por um pico único, com um período lento de retirada do membro no final da fase de apoio. O padrão *m-shaped* ao passo pode ser explicado pela dinâmica das patas na fase de apoio. O primeiro pico das forças verticais representados pelo pico da força vertical, associada com o toque inicial da pata no início da fase de apoio. O segundo pico, se presente, representa a força máxima vertical gerada no final do apoio associada com a retirada do membro ou propulsão. O mínimo entre os picos representa o intervalo tempo entre o toque inicial da pata no solo e sua retirada. (DECAMP, 1997). Estes padrões para membros torácicos e pélvicos foram os mesmos obtidos em nosso estudo para todos os animais hígidos das raças Rottweiler e Golden Retriever, prevalecendo um pico único para membros torácicos. A figura 3 do cão N° 8 retrata este padrão para membros torácicos e pélvicos sendo semelhante entre os 10 animais. Os caninos portadores de displasia coxofemoral apresentaram uma perda do padrão clássico. Na maioria das vezes notou-se um pico único para membros torácicos com muita irregularidade nas curvas de membros torácicos também de membros pélvicos com muita variação entre os animais. Notou-se grande diferença entre o pico vertical máximo entre os cães hígidos e os portadores de displasia coxofemoral.

O tempo de apoio nos membros torácicos e pélvicos obtidos neste estudo, tanto do grupo de animais hígidos quanto do grupo de animais portadores de displasia coxofemoral, foram inferiores àqueles encontrados por Hottinger et al. (1996) que realizaram a análise cinemática não invasiva em cães de raça de grande porte ao passo. A média do tempo de apoio encontrada por estes autores foi de $0,527 \pm 0,036$ membro torácico e $0,510 \pm 0,036$ para membro pélvico.

Os valores médios da força pico vertical (FPV) para os membros torácicos de animais hígdos de raças de grande porte, deste presente estudo foram inferiores aos encontrados por Besancon et al. (2003). Em cães Greyhounds hígdos, raça de grande porte (27 a 36 Kg), a média da força pico vertical foi de $58,11 \pm 4.15\%$ do peso corpóreo ao passo (velocidade variando entre 0,9 a 1,1 m/s) utilizando o mesmo sistema de baropodometria. O valor médio desta mesma força obtido em relação aos membros pélvicos, também foi menor do que aquele obtido pelos autores em questão ($42,05 \pm 1,74 \%$ de peso corpóreo). Uma possível explicação para tal fato seria a velocidade utilizada em nosso estudo que foi inferior a utilizada por estes autores. Como foi discutido anteriormente a velocidade é uma das variáveis que introduzem grande variação na obtenção dos dados. A FPV para os membros torácicos e pélvicos eleva com o aumento da velocidade (RIGGS, et al., 1993).

Os valores médios em questão foram menores em relação a outros autores que utilizaram o sistema Tekscan® devido ao tipo de marcha empregado neste estudo. É estabelecido que com o aumento da velocidade há um aumento nos pico da força vertical tanto de membros torácicos quanto de membros pélvicos. (DECAMP, 1997). Embora muitos trabalhos utilizem o trote para análise cinética (DECAMP et al., 1993; BUDSBERG et al., 1993; ALLEN et al., 1994; RUMPH et al., 1994; BERTRAN et al., 1997), Evans et al. (2003) avaliaram as forças de reação ao solo ao passo e ao trote de cães com claudicação atribuída à ruptura do ligamento cruzado cranial. Ainda neste estudo foi concluído que a média das forças entre os dois tipos de marcha foram diferentes estatisticamente entre os cães em que foi possível realizar o trote, isso porque os cães com claudicação severa não conseguiram realizar este tipo de marcha, sendo excluídos do estudo, havendo,

portanto menor amostragem de animais para análise estatística. Dessa forma o passo deve ser utilizado para análise cinemática de cães com ruptura do ligamento cruzado cranial. No presente estudo foi adotado passo como marcha para que futuras comparações possam ser feitas em cães com grau de claudicação leve a severa. Isso porque a segunda dificuldade encontrada por nós foi exatamente a negativa dos animais em seguir na plataforma após algumas passagens devido a presença de sensibilidade nas articulações coxofemorais, principalmente quando a velocidade era elevada e o padrão de locomoção era o trote. O passo então foi adotado neste estudo para análise da locomoção.

Os valores médios de IV obtidos para membros torácicos e pélvicos também foram diferentes aos encontrados por Duncan et al. (2006). Estes autores utilizaram o sistema de baropodometria Tekscan® para análise da locomoção de cães normais ao trote (velocidade=1,91 ± 0,016 m/s) e os valores de IV para membros torácicos foi 14,7%PC/s ± 1,865 e de 7,775 ± 1,195 para membros pélvicos. Estes valores foram inferiores aos obtidos em nosso estudo. A explicação para essa diferença também se deve a velocidade adotada nesta pesquisa. Segundo Riggs et al. (1993) o IV diminui com o aumento da velocidade.

A ausência de significância estatística entre a média das FPV e IV entre os membros torácicos direito e esquerdo e entre os membros pélvicos direito e esquerdos nos animais do grupo hígido indicam que a distribuição de peso entre o membro e o seu contralateral é igual ou semelhante descartando uma possível claudicação por parte dos cães analisados. No grupo de animais portadores de displasia coxofemoral essa ausência de significância estatística entre as médias acima citadas, ocorreu provavelmente devido ao fato de a displasia coxofemoral ser

uma afecção de acometimento bilateral na maioria das vezes (JOHNSON; HULSE, 2002).

A significância estatística obtida entre os valores da FPV e do IV entre membros torácicos e pélvicos indica que os membros torácicos suportam maior força e maior impulso do que membros pélvicos como já descrito anteriormente (BUDSBERG et al., 1987; MCLAUGHLIN et al., 1991; JEVENS et al., 1993).

O projeto inicial visava à comparação de cães normais da raça Rottweiler com cães portadores de displasia coxofemoral também da mesma raça. Como a casuística não permitiu o número de animais displásicos desejado para esta raça foi decidido fazer a comparação entre 2 grupos distintos. Foram utilizados os animais normais da raça Rottweiler e Golden Retriever por serem raças de cães com peso corpóreo acima de 20 Kg. E entre os animais portadores de displasia coxofemoral acima de 20 Kg, atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET-FMVZ/USP no período de 8 meses. Cabe salientar que a grande maioria dos trabalhos de animais com afecção articular publicados na década de 1990 e mesmo os recentes utilizam cães de diferentes raças; apenas com conformação e peso semelhantes (GORDON et al., 2003; LOPEZ et al., 2003; JAEGGER et al., 2005; VAN KLAVEREN et al., 2005; BREBNER et al., 2006; FANCHON et al., 2006; KARNICK et al., 2006; YAMKA et al., 2006; MARGARETH et al., 2007; BOCKSHAHLER et al., 2007; MADORE et al., 2007; MANLEY et al., 2007; WALTER et al., 2007).

Quando comparado a FPV dos membros pélvicos dos cães hígidos e dos cães portadores de displasia coxofemoral houve diferença estatística significativa. Essa diferença já era esperada, pois o animal poupa o apoio dos membros

acometidos com a afecção devido a sensibilidade e as forças pico vertical nesses membros são bem menores do que as dos animais hígidos.

As medidas do pico da força vertical e impulso vertical têm correlação negativa significativa com o grau de claudicação e estão portando diminuídas em cães com displasia coxofemoral (BUDSBERG et al., 1988). Observações subjetivas do aumento da claudicação estão associadas com redução das medidas da FPV e IV (DECAMP, 1997).

Outros estudos realizaram a análise cinética e cinemática de cães com DCF e também revelaram que cães displásicos apresentam menor comprimento do passo e diminuição da FPV e IV quando comparados com animais normais (ANDERSON et al., 1988; MCLAUGHLIN et al., 1991; BENNET et al., 1996).

Bennet et al (1996) realizaram a análise cinética e cinemática de 12 cães de raças de grande porte e variadas. Eles obtiveram diferença significativa entre as médias da FPV de membros pélvicos dos animais hígidos ($74,1 \pm 4,7$ N/100Kg) e de membros pélvicos de cães com DCF ($68,2 \pm 5,6$ N/100Kg). Os valores das médias de IV dos animais hígidos ($9,99 \pm 1,01$ N/100Kg/s) e dos animais displásicos ($9,28 \pm 1,37$ N/100Kg/s) não diferiram conforme os autores acima citados descreveram. Os dados destes autores foram semelhantes ao nosso estudo em que apenas os valores da FPV diferiram estatisticamente entre os grupos de animais hígidos e portadores de displasia coxofemoral. As diferenças entre os valores entre o nosso estudo e o destes autores foi devido a velocidade empregada por eles que foi de 1,8 a 2,1 m/s, portanto os valores das médias da FPV foram maiores que os nossos e o IV menores devido ao aumento da velocidade conforme citado por Riggs et al. (1993) anteriormente.

Resultados da avaliação da locomoção de cães displásicos através da placa de força indicaram que a força vertical transmitida nos membros pélvicos de cães displásicos foi significativamente menor que a transmitida nos membros pélvicos de animais normais. Este decréscimo foi notado mesmo em cães que apresentaram claudicação intermitente quando examinados clinicamente (MCLAUGLIN et al 1991).

Estes resultados prévios de DCF e seus tratamentos usando placa de força indicaram diferenças nas forças de reação do solo (ANDERSON et al., 1988; BUDSBERG et al., 1988; MCLAUGLIN et al 1991; BENNET et al., 1996). E estes achados foram semelhantes aos encontrados em nosso estudo mostrando consistência em nossos dados.

Com estabelecimento destes valores de animais portadores de displasia coxofemoral, através de um sistema comprovadamente eficaz de análise da locomoção, formou-se um banco de dados de animais displásicos analisados objetivamente. Este banco de dados traz informações importantes e poderá ser utilizado para futuras comparações antes e depois tratamento cirúrgico ou medicamentoso realizado para esta afecção.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Após estudo da locomoção com o sistema de baropodometria de cães normais e portadores de displasia coxofemoral conclui-se que:

- ✚ Os animais normais e displásicos carregam maior parte de seu peso corpóreo nos membros torácicos.
- ✚ Cães portadores de DCF preferem o passo para caminhar na plataforma de força devido a dor que apresentam.
- ✚ O aumento da velocidade proporciona um aumento na FPV e diminuição do IV.
- ✚ A velocidade e aceleração devem ser iguais entre os grupos controle e experimental para permitir comparação dos valores das forças de reação do solo entre eles.
- ✚ Cães portadores de DCF carregam menor peso em seus membros pélvicos do que os animais hígidos, por apresentarem menor FPV.
- ✚ Os valores obtidos neste estudo permitiram a formação de um banco de dados, que poderão ser utilizados para futuras comparações de tratamento da DCF.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- ALLEN, K.; DECAMP, C. E.; BRADEN, T. D.; BAHNS, M. Kinematic gait analysis of the trot in healthy mixed breed dogs. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 7, p. 148-153, 1994.
- ANDERSON, G. I.; HEARN, T.; TAVIS, C. Force plate gait analysis in normal and dysplastic dogs before and after total hip replacement surgery: an experimental study. **Veterinary Surgery**, v. 17, n. 1, p. 27, 1988.
- ANDERSON, M. A.; MANN, F. A.; MANN, W. C.; HAHN, A. W.; JIANG, B. L.; TOMLINSON, J. L. A comparison of nonthreaded, enhanced threaded, and Ellis fixation pins used in type I external skeletal fixators in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 22, n. 6, p. 482-489, 1993.
- ARNBJERG, J. Recent information about hip dysplasia. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v. 29, n. 4, p. 921-934, 1999.
- 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 Orthopedics and Traumatology**, v. 10, p. 160-169, 1997.
- BESANCON, M. F.; CONZEMIUS, M. G.; DERRICK, T. R.; RITTER, M. J. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 16, n. 3, p.153-157, 2003.
- BOCKSTAHLER, A.; SKALICKY, M.; PEHAM, C.; MÜLLER, M.; Reliability of ground reaction forces measured on a treadmill system in healthy dogs. **The Veterinary Journal**, v.173, p.373–378, 2007.
- BREBNER, N. S.; MOENS, N. M. M.; RUNCIMAN, J. R. Evaluation of a treadmill with integrated force plates for kinetic gait analysis of sound and lame dogs at a trot. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 19, n. 3, p.205-212, 2006.

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

BUDSBERG, S. C.; VERSTRAETE, M. C.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Force plate analysis before and after stabilization of canine stifles for cruciate injury. **American Journal of Veterinary Research**, v. 49, p. 1522-1524, 1988.

BUDSBERG, S. C.; JEVENS, D. J.; BROWN, J. Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, p. 1569-1574, 1993.

Budsberg, S. C.; Verstraete, M. C.; Brown, J.; Reece, L. Vertical Loading Rates in Clinically Normal Dogs at a Trot. **American Journal of Veterinary Research**, v. 56, n.10, p. 1275-1280, 1995.

BUDSBERG, S. C.; JONATAN, N.; LUE V. L.; FOUTZ T. L.; REECE, L. Prospective evaluation of ground reaction forces in dogs undergoing unilateral total hip replacement. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 12, p.1781-1785, 1996.

BUDSBERG, S. C. Long-term temporal evaluation of ground reaction forces during development of experimentally induced osteoarthritis in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 62, n. 8, p. 1207-1211, 2001.

CHAO, E. Y.; LAUGHMAN, R. K.; SCHNEIDER, E. Normative data of knee joint motion and ground reaction forces in adult level walking. **Journal of Biomechanics**, v. 16, p. 219-233, 1983.

COLBORNE, G. R.; WALKER, A. M.; TATTERSALL, A. J; FULLER, C. J. Effect of trotting velocity on work patterns of the hind limbs of Greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, n. 8, p. 1293-1298, 2006.

COLBORNE, G. R.; INNES, J. F.; COMERFORD, E. J.; OWEN, M. R.; FULLER, C. J. Distribution of power across the hind limb joints in Labrador Retrievers and Greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v. 66, n. 9, p. 1563-1571, 2005.

CORLEY, E. A. Role of the Orthopedic Foundation for Animals in the control of canine hip dysplasia. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v. 22, n. 3, p. 579-593, 1992.

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

DECAMP, C. E.; SOUTAS-LITTLE, R. W.; HAUPTMAN, J.; OLIVIER, B.; BRADEN, T.; WALTON, A. Kinematic gait analysis of the trot in healthy Greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 4, p. 627-634, 1993.

DECAMP, C. E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v. 27, n. 4, p. 825-841, 1997.

DUNCAN, B.; LASCELLES, X.; ROE, S. C.; SMITH, E.; REYNOLDS, L.; MARKHAM, J.; LITTLE, D. M.; BERGH, M. S. Evaluation of a pressure walkway system for mensurement of vertical limb forces in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, n. 2, p. 277-282, 2006.

DOGAN, S.; MANLEY, P. A.; VANDERBY, R. Canine intersegmental hip joint forces and movements before and after cemented total hip replacement. **Journal of Biomechanics**, v. 24, p. 397-407, 1991.

DUELAND, R.; BARTEL, D. L.; ANTONSON, E. Force-plate technique for canine gait analysis of total hip and excision arthroplasty. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 13, n. 3, p. 547-552, 1977.

ESQUENAZI, A.; KENNAR, M. A. Gait analysis. In: Rehabilitation medicine: principles and practice, **2nd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott Co**, 1993.

EVANS, R.; GORDON, W.; CONZEMIUS, M. Effect of velocity on ground reaction forces in dogs with lameness attributable to tearing of the cranial cruciate ligament. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 12, p. 1479-1481, 2003.

FANCHON, L.; VALETTE, J. P.; SANAA, M.; GRANDJEAN, D. The measurement of ground reaction force in dogs trotting on a treadmill. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 19, n.1, p. 86-89, 2006.

GORDON, W. J.; CONZEMIUS, M. G.; RIEDESEL, E.; BESANCON, M. F.; EVANS, R.; WILKE, Y.; RITTER, M. J. The relationship between limb function and radiographic osteoarthritis in dogs with stifle osteoarthritis **Veterinary Surgery**, v. 32, n. 4, p.451-454, 2003.

HARRIS, G. F.; WERTSCH, J. J. Procedures for gait analysis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 75, p. 216-225, 1994.

JAGER, J. T.; LARSEN, S.; MOE, L. Stratification, blinding and placebo effect in a randomized, double blind placebo-controlled clinical trial of gold bead implantation in dogs with hip dysplasia. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.46, n. 1-2, p. 57-68, 2005.

JEVENS, D. J.; HAUPTMAN, J. G.; DECAMP, C. E. Contributions of variance in force plate analysis of gait in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 4, p. 612-615, 1993.

JEVENS, D. J.; DECAMP, C. E.; HAUPTMAN, J. G. Use of force-plate analysis of gait to compare two surgical techniques for treatment of cranial cruciate ligament rupture in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 3, p. 389-393, 1996.

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

JOHNSON, A. L.; SMITH, C. W.; PIJANOWSKI, G. J.; HUNGERFORD, L. L. Triple Pelvic Osteotomy: effect on limb function and progression of degenerative joint disease. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 34, n. 2, p. 260-264, 1998.

HENRICSON, B.; LJUNGGREN, G.; OLSSON, S. E. Canine hip dysplasia in Sweden. Incidence and genetics. **Acta Radiologica Supplementum**, v. 319, p. 175-178, 1972.

HOTTINGER, H. A.; DECAMP, C. E.; OLIVER, N. B.; HAUPTMAN, J. G.; SOUTAS-LITTLE, R. W. Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breeds dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 3, p. 381-388, 1996.

KANEENE, J. B.; MOSTOSKY, U. V.; PADGETT, G. A. Retrospective cohort study of changes in hip joint phenotype of dogs in United States. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 211, n. 12, p. 1542-1548, 1997.

KARNIK, P. S.; JOHNSTON, S.; WARD, D.; BROADSTONE, R.; INZANA, K. The effects of epidural deracoxib on the ground reaction forces in an acute stifle synovitis model. **Veterinary Surgery**, v. 35, n. 1, p. 34-42, 2006.

KEARLY, R. D.; LAWLER, D. F.; BALLAM, J. M.; LUST, G.; SMITH, G. K.; BIERY, D. N.; OLSSON, S. E. Five-year longitudinal study on limited food consumption and development of osteoarthritis in coxofemoral joints of dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 2, p. 222-225, 1997.

KIRPENSTEIJN, J.; VAN DEN BOS, R.; VAN DEN BROM, W. E.; HAZEWNKEL, H. A. W. Ground reaction force analysis of large breed dogs when walking after the amputation of a limb. **Veterinary Record**, v. 146, n. 2, p. 155-159, 2000.

YAMKA, R. M.; FRIESEN, K. G.; LOWRY, S. R.; COFFMAN, L. C. Measurement of Arthritic and Bone Serum Metabolites in Arthritic, Non-Arthritic, and Geriatric Dogs Fed Wellness Foods. **International Journal of Applied Research in Veterinary Médecine**, v. 4, n. 3, p. 255-264, 2006.

YANOFF, S. R.; HULSE, D. A.; HOGAN, H. A. Measurements of vertical ground reaction force in jumping dogs. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 5, p. 44-50, 1992.

LEACH, D. H. Locomotion analysis technology for evaluation of lameness in horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 19, p. 97-99, 1987^a

LEACH, D. Non invasive technology for assessment of equine locomotion. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 9, p. 1124-1135, 1987^b

LEE, D. V.; BERTRAN, J. E.; TODHUNTER, R. J. Acceleration and balance in trotting dogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 202, p. 3565-3573, 1999.

LOPEZ, M. J.; MARKEL, M. D. anterior cruciate ligament rupture after thermal treatment in a canine model. **American Journal of Sports Medicine**, v.31, n. 2. p. 164-167, 2003.

LUST, G.; CRAIG, P. H.; GEARY, J. C.; ROSS, G. E. Changes in pelvic muscle tissues associated with hip dysplasia. **American Journal of Veterinary Research**, v. 33, n. 6, p. 1097-1108, 1972.

LUST, G. An overview of the pathogenesis of canine hip dysplasia. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 10, p. 1443-1445, 1997.

MADORE, E.; HUNEULT L.; MOREAU M.; DUPUIS, J. Comparison of trot kinetics between dogs with stifle or hip arthrosis. **Veterinary and Comparative Orthopedics and Traumatology**, v. 20, p. 102-107, 2007.

MANLEY, P. A.; ADAMS, W. M.; DANIELSON, K.C.; DUELAND, R. T.; LINN, K. A. Long-term outcome of juvenile pubic symphysiodesis and triple pelvic osteotomy in dogs with hip dysplasia. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 230, n. 2, p. 206-210, 2007.

MARGARET M.; QUINN, B.S.; NICHOLAS, S.; KEULER, M.S.; YAN, L.U; MARIA L. E.; PETER, M.; MARK D. Evaluation of Agreement Between Numerical Rating Scales, Visual Analogue Scoring Scales, and Force Plate Gait Analysis in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 36, n.6, p. 360-367, 2007.

MCLAUGHLIN, R. M.; MILLER, C. W.; TAVIS, C. L. Force plate analysis of triple pelvic osteotomy for the treatment of canine hip dysplasia. **Veterinary Surgery**, v. 20, n. 5, p. 291-297, 1991.

MCLAUGHLIN, R.; ROUSH, J. K. Effects of increasing velocity on braking and propulsion times during force plate gait analysis in Greyhounds. **American Journal of Veterinary Research**, v. 56, n. 2, p. 159-161, 1995.

MORGAN, J. P.; DAVIDSON, A. P. Bone dysplasias in the Labrador retriever: a radiographic study. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 35, n. 3, p. 332-339, 1999.

NEWTON, C. D.; NUNAMAKER, D. M. Normal and abnormal gait. I. In: NUNAMAKER, D. M. **Textbook of Small Animal Orthopaedics**. Philadelphia: Lippincott Company, 1985. p. 1083-1096.

OLSEWSKI, J. M. Degenerative joint disease: Multiple joint involvement in young and mature dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 44, p. 1300-1306, 1983.

PASTER, E. R.; LAFOND, E.; BIERY, D. N.; IRIYE, A.; GREGOR, T. P.; SHOFER, F. S.; SMITH, G. K. Estimates of prevalence of hip dysplasia in Golden Retrievers and Rottweilers and the influence of bias on published figures. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 226, n. 3, p. 387-391, 2005.

POPOVICH, C. A.; SMITH, G. K.; GREGOR, T. P.; SHOFER, F. S. Comparison of susceptibility for hip dysplasia between Rottweilers and German shepherd dogs **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 206, n. 5, p. 642-647, 1995.

RETTENMAIER, J. L.; KELLER, G. G.; LATTIMER, J. C. Prevalence of canine hip dysplasia in a veterinary teaching hospital population. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 43, p. 313-318, 2002.

RICHARDSON, D. C. The role of nutrition in canine hip dysplasia. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v. 22, n. 3, p. 529-540, 1992.

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

RENBORG, W. C.; JOHNSTON, S. A.; YE, K. Comparison of stance time and velocity as control variables in force plate analysis of dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 60, n. 8, p. 814-819, 1999.

ROUSH, J. K.; MCLAUGHLIN JR, R. M. Effects of subject stance time and velocity on ground reaction forces in clinically normal Greyhounds at the walk. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 12, p. 1672-1676, 1994

RUMPH, P. F.; KINCAID, S. A.; BAIRD, D. K.; KAMMERMANN, B. S.; VISCO, D. M.; GOETZE, L. F. Vertical ground reaction force distribution during experimentally induced acute synovitis in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 54, n. 3, p. 365-369, 1993.

RUMPH, P. F.; LANDER, J. E.; KINCAID, S. A.; BAIRD, D. K.; KAMMERMANN, B.S. Ground reaction force profiles from force platform gait analyses of clinically normal mesomorphic dogs at the trot. **American Journal of Veterinary Research**, v. 55, n. 6, p. 756-761, 1994.

RUMPH, P. F.; KINCAID, S. A.; BAIRD, D. K.; VISCO, D. M.; KAMMERMANN, B. S.; WEST, M. S. Redistribution of Vertical ground reaction force in dogs with experimentally induced chronic hindlimb lameness. **Veterinary Surgery**, v. 24, n. 5, p. 384-389, 1995

RUMPH, P. F.; STEISS, J. E. Ground reaction forces in Greyhounds with tibial nerve injury. **American Journal of Veterinary Research**. v. 59, n.4, p. 375-378, 1998.

SCHAEFER, S. L.; DECAMP, C. E.; HAUPTNAN, J. G. Use of cinematic gait analysis to evaluate hind limb symmetry of the trot in health dogs. **Veterinary Surgery**, v. 25, p. 437-439, 1996.

SCHATZKER, J.; ANDERSON, G.; SUMNER-SMITH, G.; et al. An experimental investigation in the dog into the mode of osseous integration of total joint implants. **Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 108, p. 132-140, 1989.

SCHULZ, K. S.; DEJARDIN, L. M. Surgical Treatment of Canine Hip Dysplasia. In: SLATTER, D. **Textbook of Small Animal Surgery**. 3 ed. Philadelphia: Elsevier Science, 2003. p.2029-2059.

SMITH, G. K. POPOVICH, C. A.; GREGOR, T. P.; SHOFR, F. S. Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 206, n. 5, p. 642-647, 1995.

SMITH, G. K. Advances in diagnosing canine hip dysplasia. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 2, p. 1451-1457, 1997.

TODHUNTER, R. J.; ZACHOS, T. A.; GILBERT, R. O.; ERB, H. N.; WILLIAMS, A. J.; WURTER, N. B.; LUST, G. Onset of epiphyseal mineralization and growth plate closure in radiographically normal and dysplastic Labrador Retrievers. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 210, n. 10, p. 1458-1462, 1997.

TODHUNTER, R. J.; LUST, G. Hip Dysplasia: Pathogenesis. In: SLATTER, D. **Textbook of Small Animal Surgery**. 3 ed. Philadelphia: Elsevier Science, 2003. p. 2009-2019.

TOMLINSON, J.; MCLAUGHLIN, R. Canine hip dysplasia: Developmental factors, clinical signs, and initial examination steps. **Veterinary Medicine**, v. 91, n. 1, p. 26-53, 1996. Trabalho apresentado In: Symposium of CHD: Diagnosis and Medical treatment. Cornell University. Veterinary Medicine, 1996

VAN KLAVEREN, N. J.; SUWANKONG, N.; DE BOER; VAN DEN BROM, W. E.; VOORHOUT, G.; HAZEWINKEL, H. A. W.; MEIJ, R. P. Force Plate Analysis Before and After Dorsal Decompression for Treatment of Degenerative Lumbosacral Stenosis in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 34, n. 6, p. 450-455, 2005.

WALTER, R. M.; CARRIER, D. R. Ground forces applied by galloping dogs. **Journal of Experimental Biology**, v. 210, p. 208-216, 2007.

WEIGEL, J. P.; ARNOLD, G.; HICKIS, D. A.; MILLIS, D. L. Biomechanics of joint. **Veterinary Clinics of North American: Small Animal Practice**, v. 35, n. 6, p. 1255-1287, 2005.

WHITTLE, M. W. **Gait analysis: an introduction**: Boston: Butterworth-Heinemann, 1991.

WINTÉ, D. A. The locomotion laboratory as a clinical assessment system. **Medical progress through technology**. v. 4, p. 95-106, 1976.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Cão Número	Número do prontuário	Raça	Idade (meses)	Sexo	Peso (kg)
01	181222	Labrador	36	Macho	31,2
02	181579	Rottweiler	9	Macho	28,0
03	172432	SRD	108	Fêmea	31,5
04	180579	Labrador	60	Fêmea	42,0
05	179553	Cane Corso	7	Macho	26,0
06	180885	Pastor Alemão	144	Macho	21,2
07	Polícia Militar	Rottweiler	36	Fêmea	33,4
08	116443	SRD	72	Fêmea	28,0
09	182537	Pastor Alemão	96	Macho	42,7
10	183489	Rottweiler	132	Macho	60,9
11	Polícia Militar	Rottweiler	60	Macho	51,2
12	178894	Labrador	60	Macho	36,5
13	184279	Labrador	12	Macho	27,0
14	184150	Labrador	24	Macho	31,0
15	182544	Labrador	72	Fêmea	33,5
16	181371	SRD	36	Macho	21,3
17	184479	Pastor Alemão	108	Macho	30,0
18	181096	Chow-Chow	36	Macho	26,7
19	Polícia Militar	Rottweiler	48	Fêmea	55,6 kg
20	180344	Akita	12	Macho	29 kg

srd: sem raça definida.

Quadro 1 – Relação dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral, quanto a raça, idade, sexo e peso corpóreo atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL- FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

APÊNDICE B

Cão Número	Alterações observadas ao exame clínico da articulação coxofemoral							
	Sensibilidade		Crepitação		Atrofia muscular		Prova de Ortolani	
	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Esquerda
01	***	*	-	+	**	**	-	-
02	***	**	-	+	***	**	+	-
03	**	**	+	+	**	**	-	-
04	**	**	+	+	**	**	-	-
05	***	*	+	+	**	**	-	-
06	*	**	+	+	***	**	-	-
07	**	*	+	-	**	-	-	-
08	*	**	-	+	*	*	-	-
09	**	*	+	+	**	**	-	-
10	**	*	+	-	**	**	-	-
11	**	*	+	-	**	*	-	-
12	**	**	+	+	**	**	+	-
13	**	*	+	-	**	*	-	-
14	-	*	+	-	-	*	-	-
15	**	**	+	+	**	**	-	-
16	***	**	+	+	**	**	-	-
17	**	**	+	+	**	**	-	-
18	*	**	-	+	*	*	-	-
19	*	**	+	+	*	*	-	-
20	*	**	-	+	*	**	-	-

*discreta **moderada ***severa +positivo -negativo

Quadro 2 – Dados clínicos dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL- FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

APÊNDICE C

Cão Número	Alterações da articulação coxofemoral presentes ao exame radiográfico											
	Incongruência Articular		Arrasamento acetabular		Luxação coxofemoral		Alteração morfológica da cabeça femoral		Alteração morfológica do colo femoral		Doença osteoarticular degenerativa 2 ^{ária}	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
01	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	*	*
02	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
03	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	**	**
04	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	**	**
05	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-
06	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	**	**
07	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	***	***
08	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	***	***
09	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	*	*
10	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	**	**
11	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	**	**
12	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	*	*
13	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	**	**
14	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	**	**
15	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	***	***
16	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	***	***
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	***	***
18	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	**	**
19	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	**	**
20	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	**	**

+positivo -negativo *discreta **moderada ***severa

Quadro 3 – Dados radiográficos dos 20 cães portadores de displasia coxofemoral atendidos no Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais, HOVET-FMVZ/USP no período de setembro de 2006 a julho de 2007, submetidos ao exame de baropodometria no LAL-FMVZ/USP - São Paulo - 2008.

ANEXO

ANEXO 1 - Termo de ciência e autorização com livre consentimento do proprietário, autorizando por escrito a participação do animal no estudo, Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais do HOVET - FMVZ/USP (outubro de 2004 a agosto de 2007). São Paulo - 2008.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
HOSPITAL VETERINÁRIO**

TERMO DE CIÊNCIA E AUTORIZAÇÃO

Eu, _____ proprietário do animal da espécie canina, raça _____ sexo: _____, nascimento _____, registrado no Hospital Veterinário da FMVZ sob n.º _____, **ESTOU CIENTE** de que o animal de minha propriedade fará parte do protocolo de pesquisa intitulado: *Análise da locomoção com o sistema de baropodometria de cães portadores com displasia coxofemoral* desenvolvido no Departamento de Cirurgia, Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais - HOVET desta Faculdade, sob a responsabilidade do(a) PG Renata Moris Domenico Oliveira, Professor(a) Julia Maria Matera do Departamento de Cirurgia e Orientador(a) do(a) PG Renata Moris Domenico Oliveira que se encontra vinculado(a) ao Projeto na condição de orientadora do Departamento de Cirurgia, Serviço de Cirurgia de Pequenos Animais.

Outrossim, além de **CIENTE, AUTORIZO** por escrito que o animal de minha propriedade, acima indicado, seja incluído no protocolo ora referido e que tomei ciência, por escrito e de forma clara e compreensível, dos procedimentos que serão aplicados ao animal.

São Paulo, ____ de _____ de 200__

NOME LEGÍVEL:

ASSINATURA: _____

RG: