

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA LOCOMOÇÃO DE CÃES SUBMETIDOS
À OSTECTOMIA UNILATERAL DA CABEÇA E COLO
FEMORAIS**

JULIANO BORTOLO DE CONTI

Botucatu – SP

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DA LOCOMOÇÃO DE CÃES SUBMETIDOS
À OSTECTOMIA UNILATERAL DA CABEÇA E COLO
FEMORAIS**

JULIANO BORTOLO DE CONTI

Tese apresentada junto ao Programa de
Pós-Graduação em Medicina Veterinária
para obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof^a. Titular Sheila Canevese Rahal

Nome do autor: Juliano Bortolo De Conti

**TÍTULO: AVALIAÇÃO DA LOCOMOÇÃO DE CÃES SUBMETIDOS À
OSTECTOMIA UNILATERAL DA CABEÇA E COLO FEMORAIS**

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Titular Sheila Canevese Rahal
Presidente e orientadora
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dr. Alfredo Feio da Maia Lima
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Profa. Dra. Lidia Matsubara
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dr. Fernando de Biasi
Membro
Departamento de Clínicas Veterinárias
FMV – UEL - Londrina

Profa. Dr. Fabricio Singareti de Oliveira
Membro
Departamento de Cirurgia e Anestesiologia Veterinária
FMV – UNESP - Jaboticabal

Agradecimentos

A DEUS, por sempre me colocar em lugares a sombra e a graça das asas de seus anjos.

A minha Mãe, minha grande incentivadora, por ter sempre se doado e me proporcionado uma educação reta e de caráter. Tenho orgulho de ser seu filho, te amo.

A minha orientadora Professora Dra. Sheila Canavese Rahal, pela dedicação, confiança, paciência e ensinamentos oferecidos. Foi uma grande honra poder receber sua orientação.

A UNESP por permitir meu ingresso em tão respeitosa instituição, e por oferecer-me toda vanguarda de uma das melhores instituições do Brasil.

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo pelo equipamento de baropodometria (processo 2009/18299-7).

A Fundação Araucária que aprovou e fomentou financeiramente minha estada e projeto.

A Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Medicina Veterinária por permitirem meu aprimoramento neste afastamento.

Aos colegas do laboratório que sempre se dispuseram a ajudar sem ressalvas.

Ao colega e amigo Felipe Agostinho, um dos melhores veterinários que pude conhecer e ter o prazer de trabalhar e que sem seus esforços esse trabalho não teria acontecido

Aos membros da comissão examinadora pelos quais tenho profundo respeito e admiração, que prontamente atenderam ao convite e se dispuseram a colaborar e lapidar este trabalho.

Aos proprietários dos animais participantes do experimento que cederam seus cães para avaliação.

Ao setor de radiologia pelo acompanhamento radiográfico dos animais e pela disposição em sempre ajudar.

Aos meus alunos da Universidade Estadual de Maringá pela amizade e incentivo.

A minha filha Alicia que mesmo sem entender o significado deste trabalho, a sua maneira foi o maior incentivo para eu toca-lo adiante, mesmo quando tentava incansavelmente tomar o meu colo e me impedir de escrever. E a minha esposa Késia, meu porto seguro, que sempre esteve ao meu lado oferecendo seu amor e carinho.
Dedico a vocês esta conquista!

Lista de abreviações

cm: centímetros
cv: coeficiente de variação
dp: desvio padrão
G 1: grupo 1
G2 : grupo 2
is: índice de simetria
iv: impulso vertical
kg: quilogramas
m/s: metros por segundo
m: metros
mm: milímetros
mpc: membro pélvico contralateral
mpd: membro pélvico direito
mpe: membro pélvico esquerdo
mpo: membro pélvico operado
mtd: membro torácico direito
mtdi: membro torácico diagonal
mte: membro torácico esquerdo
mti: membro torácico ipsilateral
pc: peso corpóreo
pfv: pico de força vertical
s: segundos

Sumário

| | |
|--|-----|
| LISTA DE TABELAS | iv |
| LISTA DE FIGURAS..... | v |
| Resumo | vi |
| Abstract | vii |
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 REVISÃO DA LITERATURA | 3 |
| 2.1 Acessos e procedimentos cirúrgicos para ostectomia da cabeça e colo femorais..... | 4 |
| 2.2 Prognóstico após a ostectomia da cabeça e colo femorais..... | 7 |
| 2.3 Métodos físicos de avaliação do membro..... | 12 |
| 2.4 Avaliação da locomoção..... | 13 |
| 2.5 Índice de simetria..... | 18 |
| 3 OBJETIVOS | 20 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4.1 Animais e ambiente de experimentação..... | 23 |
| 4.2 Exame ortopédico específico..... | 24 |
| 4.3 Avaliação radiográfica..... | 25 |
| 4.4 Análise da locomoção com plataforma de pressão..... | 25 |
| 4.5 Índice de simetria | 26 |
| 4.6 Análise estatística..... | 27 |
| 5 RESULTADOS | 29 |
| 6 DISCUSSÃO | 40 |
| 7 CONCLUSÕES | 47 |
| 8 REFERÊNCIAS | 49 |

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Comparação das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os lados direito e esquerdo, dos membros pélvicos e torácicos, animais cães hígdos (Grupo 1)..... | 31 |
| Tabela 2 – Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os membros pélvicos e torácicos, em cães hígdos (Grupo 1)..... | 32 |
| Tabela 3 – Valores da máxima extensão e máxima flexão das articulações coxofemoral, femoro-tibio-patelar e tarsocrural, dos membros operado e contralateral..... | 35 |
| Tabela 4 – Comparações das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros torácicos entre o Grupo 1 (controle), membro torácico ipsilateral do Grupo 2, e membro torácico diagonal do Grupo 2, conforme o membro pélvico operado..... | 36 |
| Tabela 5 – Comparações das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros pélvicos do Grupo 1 (controle), membro pélvico operado, e membro pélvico contralateral dos cães do Grupo 2..... | 37 |
| Tabela 6 – Comparações dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros pélvicos/membros torácicos (MP/MT) do Grupo 1 (controle), com o membro pélvico operado/membro torácico ipsilateral (MPO/MTI) do Grupo 2; e com o membro pélvico operado/membro torácico diagonal (MPO/MTDI) do Grupo 2..... | 38 |
| Tabela 7 – Comparação dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro pélvico direito/membro pélvico esquerdo (MPD/MPE) do Grupo 1 (controle) com o membro pélvico operado/membro pélvico contralateral (MPO/MPC) do Grupo 2..... | 39 |
| Tabela 8 – Comparação dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro torácico direito/membro torácico esquerdo (MTD/MTE) do Grupo 1 (controle), com o membro torácico ipsilateral/membro torácico diagonal (MTI/MTD) ao membro pélvico operado do Grupo 2..... | 39 |

Lista de figuras

Figura 1 – Imagem radiográfica da articulação coxofemoral de um cão, em projeção ventro-dorsal, 120 dias após a ostectomia da cabeça e colo femorais, evidenciando o deslocamento crânio-dorsal do membro operado.....34

CONTI, J.B. Avaliação da locomoção de cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais. Botucatu, 2013. 63p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO

O trabalho teve por objetivos avaliar cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça femoral, por meio de avaliação clínica padrão e locomovendo-se em plataforma de pressão. A hipótese é que esses animais tenham alterações cinéticas e têmporo-espaciais decorrentes do procedimento cirúrgico, que podem ser detectadas por índice de simetria. Foram utilizados 30 cães divididos em dois grupos equitativos: Grupo 1 - animais hígidos; Grupo 2 – animais submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais, por meio de acesso craniolateral e sem interposição muscular. A velocidade foi mantida entre 0,9 e 1,1 m/s e a aceleração entre -0,15 e 0,15 m/s². Foram determinados o Pico de Força Vertical, Impulso Vertical, duração do ciclo de locomoção, duração da fase de apoio, duração da fase de balanço, comprimento do passo e porcentagem de distribuição de peso. O Índice de Simetria (IS) foi calculado entre os membros para cada variável dos grupos 1 e 2. Na sequência, os Índices de Simetrias foram comparados entre Grupos. O resultado funcional (Grupo 2) foi considerado excelente em 10 animais, bom em quatro e razoável em um caso. O membro operado estava encurtado e a medida da circunferência da coxa foi menor comparado ao membro contralateral. A extensão do quadril estava limitada. Ao exame radiográfico foi observado deslocamento proximal do fêmur em todos os membros operados. Diferenças estatisticamente significantes foram observadas para os Índices de Simetria entre G1 e G2 em diversos parâmetros têmporo-espaciais. O Impulso Vertical foi estatisticamente significativo comparando o IS de G1 membro pélvico/membro torácico com G2 membro pélvico operado/membro torácico ipsilateral e membro pélvico operado/membro torácico diagonal. Foi possível concluir que cães com ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais apresentam mudanças principalmente nos parâmetros têmporo-espaciais, as quais podem ser detectadas por IS, a despeito do bom resultado funcional.

Palavras-chave: Plataforma de pressão; Articulação do coxal; Cabeça do fêmur.

CONTI, J.B. Gait analysis in dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy. Botucatu, 2013. 63p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária – Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy through standard clinical evaluation and using a pressure-sensitive walkway. The hypothesis was that these dogs exhibit changes in kinetic and temporospatial parameters due to the surgical procedure that may be detected by Symmetry Index (SI). Thirty dogs divided into two groups were used: G1 had 15 clinically healthy dogs; G2 had 15 dogs that underwent unilateral femoral head and neck ostectomy performed through access craniolateral and without muscle interposition. The velocity was maintained from 0.9-1.1 m/s and acceleration from -0.15 to 0.15 m/s². Five valid trials were analyzed for each dog. The peak vertical force, vertical impulse, gait cycle time, stance time, swing time, stride length, and the percentage body weight distribution among the four limbs were determined. The Symmetry Index was calculated between limbs for each variable in G1 and G2. After this, Symmetry Indices were compared between Groups. Limb function (G2) was considered excellent in 10 dogs, good in four, and fair in one case. The operated limb was shortened and circumferential measurement of the thigh was lesser compared to contralateral limb. Hip extension was limited. In radiographic examination, displacement of the proximal femur was observed in all operated limbs. Statistical differences were observed for the Symmetry indices between G1 and G2 in several temporospatial parameters. Impulse was statistically different comparing SI of the G1 hind limb/forelimb with G2 operated hind limb/ipsilateral forelimb and G2 operated hind limb/diagonal forelimb. In conclusion, dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy have changes mostly in temporospatial parameters that may be detected by SI, despite good functional results.

Key words: Pressure-sensitive walkway; Hip joint; Femoral head.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A excisão artroplástica da articulação coxofemoral consiste na ostectomia da cabeça e colo femorais de forma a eliminar o contato osso-osso e permitir o desenvolvimento de uma articulação falsa e fibrosa, com objetivo de promover alívio da dor e preservar ou melhorar a função do membro (WALLACE e OLMSTEAD, 1995; VASSEUR, 1998; SCHULZ e DEJARDIN, 2003; SCHULZ, 2007; ROUSH, 2012). De uma forma geral, as indicações seriam condições em que a integridade da articulação coxofemoral foi comprometida e o reparo primário não é mais possível, ou em casos em que a osteoatrose está bem estabelecida (PIERMATTEI et al., 2006).

A qualidade da locomoção pós-operatória não pode ser devidamente prevista, visto ser a articulação falsa e fibrosa um tanto instável, especialmente em cães com peso acima de 20-22 kg (REMEDIOS e FRIES, 1995; WALLACE e OLMSTEAD, 1995; SCHULZ, 2007). A recuperação total após o procedimento pode levar de 6 a 12 meses (VASSEUR, 1998; SCHULZ e DEJARDIN, 2003). Os pacientes após a ostectomia dividem o peso com o membro pélvico contralateral e com os membros torácicos, colocando um maior estresse na coluna toracolombar (WALLACE e OLMSTEAD, 1995).

Entre as mudanças funcionais observadas após o procedimento estão à diminuição da amplitude de movimento coxofemoral, em especial em abdução e extensão, o deslocamento dorso-caudal do fêmur, a diminuição do ângulo do joelho e da articulação tarsocrural, a atrofia muscular, o encurtamento do membro e a intolerância ao exercício (DUFF e CAMPBELL, 1977; GRISNEAUX et al., 2003; HARASEN, 2004; REMEDIOS e FRIES, 1995; VASSEUR, 1998; SCHULZ, 2007; OFF e MATIS, 2010; ROUSH, 2012). Claudicação ocasional não é incomum em cães de porte grande, que se tornam menos ativos, e podem ter dificuldade em saltar, e subir ou descer escadas (DUFF e CAMPBELL, 1977; REMEDIOS e FRIES, 1995; WALLACE e OLMSTEAD, 1995; VASSEUR, 1998; HARASEN, 2004). Como o fêmur operado estará deslocado relativamente mais dorsal ao acetábulo que o membro não operado, alguns pacientes poderão estender mais o joelho e a articulação tíbio-társica do membro operado (WALLACE e OLMSTEAD, 1995).

Além disso, cães menores podem apresentar subluxação patelar medial (DUFF e CAMPBELL, 1977; BERZON et al., 1980).

A maioria dos relatos da avaliação dos resultados da ostectomia da cabeça e colo femorais tem sido efetuada por análise subjetiva da locomoção, efetuadas pelo clínico por meio de escores de claudicação ou pelos proprietários com o emprego de questionários (DUFF e CAMPBELL, 1977; BERZON et al., 1980; MONTGOMERY et al., 2008; GRISNEAUX et al., 2003; OFF e MATIS, 2010). Aqueles que utilizaram também medidas objetivas empregaram a plataforma de força isoladamente em estudos experimentais ou clínicos (MANN et al., 1987; GRISNEAUX et al., 2003; BARBOSA et al., 2012) ou associada à cinemática em estudos clínicos (OFF e MATIS, 2010).

A plataforma de pressão é outra modalidade de avaliação da locomoção, que possibilita a captura simultânea das forças verticais e parâmetros têmporo-espaciais dos membros em contato com sua superfície (BESANCON et al., 2003; GORDON-EVANS, 2012). Desta forma, o presente trabalho visou estudar cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça femoral, por meio de avaliação clínica convencional e locomovendo-se sobre plataforma de pressão. A hipótese é que esses animais tenham alterações cinéticas e têmporo-espaciais decorrentes do procedimento cirúrgico, que podem ser detectas por índice de simetria.

REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Acessos e procedimentos cirúrgicos para ostectomia da cabeça e colo femorais*

Os acessos cirúrgicos para articulação coxofemoral incluem o acesso craniolateral, dorsal, caudal e ventral, sendo usados de acordo com a preferência do cirurgião e razão da ostectomia da cabeça femoral (JONES, 1994; WALLACE e OLMSTEAD, 1995).

Se o paciente for posicionado em decúbito lateral, o acesso craniolateral é o preferido (SCHULZ e DEJARDIN, 2003). Além disso, esse acesso não envolve a secção dos músculos glúteos (PIERMATTEI et al., 2006). A incisão de pele, conforme Vasseur (1998) é iniciada dorsal e levemente cranial ao trocânter maior e estende distalmente ao primeiro terço ou metade do comprimento do fêmur. O tecido subcutâneo é cuidadosamente dissecado da fáscia superficial, que é incisada para permitir a retração caudal do músculo bíceps femoral (VASSEUR, 1998). A fáscia profunda é incisada, liberando o tensor da fáscia lata (JONES, 1994; VASSEUR, 1998). O músculo glúteo superficial é afastado dorsalmente e caudalmente e o tensor da fáscia lata é retraído cranialmente, sendo assim mantidos com auxílio de afastador (VASSEUR, 1998; ROUSH, 2012). O músculo glúteo médio é afastado dorsalmente, expondo o tendão do músculo glúteo profundo, que pode ser seccionado parcialmente, para facilitar a dissecação e elevação do músculo glúteo profundo da cápsula articular (JONES, 1994; VASSEUR, 1998).

A cápsula articular é incisada paralela ao eixo longo do colo femoral e elevada de sua inserção femoral (SCHULZ e DEJARDIN, 2003). Se o ligamento da cabeça do fêmur estiver íntegro, pode ser empregado um fórceps para tração lateral no trocânter maior e subluxação da cabeça femoral (WALLACE e OLMSTEAD, 1995; PIERMATTEI et al., 2006; SCHULZ, 2007). A luxação pode ser promovida pela secção do ligamento da cabeça do fêmur com tesoura de Mayo ou colher de Hatt (VASSEUR, 1998). O membro deve ser

rotacionado externamente de forma que a linha do joelho esteja paralela à mesa operatória (SCHULZ, 2007).

A linha de osteotomia inicia no aspecto medial do trocânter maior e termina no aspecto proximal do trocânter menor (SCHULZ e DEJARDIN, 2003). Ao seccionar perpendicularmente a mesa operatória na junção do colo femoral e metáfise femoral, o colo inteiro é removido (SCHULZ e DEJARDIN, 2003; SCHULZ, 2007). O trocânter menor deve ser preservado para manter a função do músculo iliopsoas (VASSEUR, 1998). A osteotomia pode ser realizada com emprego de serra oscilatória ou com osteótomo e martelo, efetuando previamente orifícios ao longo da linha de osteotomia (VASSEUR, 1998; SCHULZ, 2007). A reflexão ventral do músculo vasto lateral facilita a colocação do instrumental (SCHULZ, 2007). Após a secção óssea, a superfície de corte deve ser avaliada para irregularidades, que devem ser retiradas (WALLACE e OLMSTEAD, 1995; PIERMATTEI et al., 2006; VASSEUR, 1998; SCHULZ, 2007; ROUSH, 2012). Em alguns animais, pode haver produção de osteófito na margem acetabular dorsal que algumas vezes precisa ser removido (PIERMATTEI et al., 2006).

A ostectomia em cunha consiste em outra modalidade técnica, que foi efetuada por Montgomery et al. (1987). Após o acesso craniolateral é realizada uma osteotomia trocantérica, seguida por uma segunda osteotomia para remover a cabeça, colo femoral e osso metafiseal adjacente. O trocânter maior é então fixado à metáfise por pinos cruzados.

A cápsula articular deve ser sintetizada, se possível, seguida da aproximação dos músculos vasto lateral, glúteo profundo e tensor da fáscia lata, subcutâneo e pele (SCHULZ e DEJARDIN, 2003; SCHULZ, 2007). Outra opção é a interposição de tecido mole entre a cabeça femoral e o acetábulo. No método descrito por Berzon et al. (1980), o terço cranial do músculo glúteo profundo é deslocado do trocânter maior e suturado a inserção do músculo iliopsoas no trocânter menor. Por sua vez, na técnica de Lippincot (1981) é destacado um pedículo do músculo bíceps femoral, que é posicionado ao redor do colo femoral e suturado nos músculos glúteo médio e vasto lateral.

Mann et al. (1987) compararam a excisão da cabeça e colo femorais, com ou sem interposição muscular do músculo bíceps femoral, em 16

cães hígidos. A claudicação diminuiu em 8 semanas e não diferiu entre as técnicas. O suporte de peso, avaliado por plataforma de força, com 6 e 16 semanas de período pós-operatório foi significante menor no grupo com retalho muscular em relação ao método padrão e o encurtamento do membro foi significativamente maior. A extensão da articulação coxofemoral manteve-se limitada independente da técnica. Ambos os grupos tiveram diminuição dos ângulos das articulações coxofemoral, femoro-tibio-patelar e tarsocrural. A atrofia dos músculos da coxa foi mais pronunciada no grupo com interposição muscular com 6 semanas de pós-operatório. Segundo os autores, em cães hígidos não há vantagens no emprego da interposição muscular.

Lippincott (1981) descreveu a interposição do músculo bíceps femoral após a ostectomia da cabeça e colo femorais, como uma alternativa em cães pesando mais de 18 a 20 kg e com dor crônica devido à doença degenerativa da articulação coxofemoral. Foi efetuado acesso craniolateral e um retalho do bíceps femoral foi tracionado através da cápsula articular posterior fenestrada. Após o músculo recobrir a cortical osteotomizada, esse é suturado sobre si mesmo e também ao músculo vasto lateral ventralmente e músculo glúteo médio dorsalmente. Os autores citaram que os cães submetidos a essa técnica retornaram a locomoção livre de dor.

Prostredny et al. (1991) efetuaram a ostectomia da cabeça e colo femorais esquerda em 18 cães hígidos. O local da ostectomia foi protegido com um retalho de espessura parcial do músculo bíceps femoral em um grupo de seis cães, e com um retalho do músculo glúteo profundo em outros seis cães. Nos demais animais criou-se um retalho de espessura parcial do músculo bíceps femoral, porém esse foi suturado novamente em sua origem. Os cães foram avaliados por 3 semanas em relação ao grau de claudicação, amplitude de movimento, febre e complicações pós-operatórias. Aqueles que receberam a interposição muscular apresentaram menor grau de claudicação e maior amplitude de movimento em relação aos sem interposição. A interposição do músculo bíceps femoral foi considerada mais benéfica que a do músculo glúteo profundo.

O emprego do músculo bíceps femoral foi efetuado experimentalmente, por Lewis et al. (2008), como um procedimento auxiliar

após a ostectomia unilateral da cabeça e colo femoral. A função do membro não diferiu entre os cães que receberam o músculo e os cães controle, porém no primeiro grupo ocorreram marcado inchaço e edema do membro operado. Pelas análises macroscópicas e microscópicas, foi observado que aos 30 e 60 dias de pós-operatório os músculos transpostos estavam atrofícos e com fibrose, e aos 60 dias uma membrana sinovial cobria as superfícies dos mesmos dentro da pseudoartrose. A perda da fibra muscular foi atribuída ao infarto, necrose e atrofia de desuso.

2.2 Prognóstico após a ostectomia da cabeça e colo femorais

Segundo Harasen (2004), a cronicidade da lesão influencia nos resultados, já que o paciente pode apresentar significativa atrofia muscular, cuja recuperação é vagarosa e requer esforços de reabilitação. Com relação à condição física, os obesos com um pobre tônus muscular apresentarão maior dificuldade de retorno à função normal. Por sua vez, Piermattei et al. (2006) citaram que animais com trauma agudo, tais como fratura da cabeça e colo femorais, podem retornar a função em 30 dias, aqueles com displasia crônica requerem em torno de 6 meses, e os com fraturas do acetábulo marcadamente deslocadas ou displasia severa crônica podem nunca obter um bom funcionamento.

Após o procedimento cirúrgico, o fêmur tende a se localizar mais dorsalmente promovendo um encurtamento do membro, o que pode produzir anormalidades na locomoção, além dos membros pélvicos parecerem assimétricos (HARASEN, 2004; DAVIDSON et al., 2005). Adicionalmente, uma das falhas para se observar um bom resultado funcional após a ostectomia da cabeça e colo femorais se deve a manutenção de um colo femoral longo demais, que toca na margem acetabular dorsal (LEE e FRY, 1969; HARASEN, 2004; PIERMATTEI et al., 2006). Conforme Off e Matis (2010), a remoção do trocânter menor com o intuito de eliminar a dor associada pelo contato entre o fêmur e o acetábulo não se mostrou efetiva; a proliferação óssea que

desenvolve no local do trocânter menor ressecado ou intacto não tem correlação com o êxito funcional.

Em estudo com 10 fêmures de cadáveres de cães com mais de 20kg, foi verificado que os exames radiográficos efetuados em projeção craniocaudal com o fêmur posicionado em rotação externa de 15°, 30° e 45° possibilitaram uma melhor avaliação da excisão da cabeça femoral, quando comparado aos exames radiográficos nas projeções craniocaudal padrão e lateral (VINAYAK et al., 2006).

Seer e Hurov (1968) descreveram resultados clínicos satisfatórios após a excisão artroplástica bilateral em dois cães de porte grande com displasia coxofemoral. Os animais caminhavam sem dificuldade, usando ambos os membros pélvicos, e tinham capacidade de subir escadas.

Duff e Campbell (1977) compilaram os resultados de 127 questionários respondidos por proprietários e do exame físico de 62 cães que foram submetidos à excisão artroplástica da cabeça femoral. As causas para a realização do procedimento, de forma unilateral ou bilateral, foram doença de Legg-Calvé-Perthes, displasia coxofemoral, luxação recorrente da cabeça femoral, fratura do colo femoral, osteoartrites, fraturas pélvicas, fratura da epífise femoral. A maioria dos proprietários (93%) estava satisfeita com os resultados, mesmo com uma considerável proporção referir claudicação contínua ou intermitente. Contudo, pelo exame físico apenas 10% dos animais tinha claudicação. Quanto à dor, 10 de 62 cães mostraram algum sinal de dor na manipulação do membro operado. A atrofia muscular foi um encontro frequente após 8 anos, sendo em cães de raças grandes de forma moderada a acentuada. Também dificuldade de saltar e subir escadas foram achados comuns em cães de raças grandes. Encurtamento do membro foi detectado em 69% dos casos, especialmente naqueles com doença de Legg-Calvé-Perthes. Na realidade o encurtamento foi relacionado ao torcer pélvico e flexão do joelho, um achado comum nas raças de pequeno porte. Apenas 10% dos animais possuía um verdadeiro encurtamento. Em 40% dos cães, o joelho do lado afetado apresentava extensão reduzida, quando os membros pélvicos foram elevados do chão. Em 60% foi notada a proeminência do trocânter maior do fêmur, porém sem relação com a função do membro. A crepitação óssea foi

notada em 25% dos casos, mas sem associação com claudicação, limitação do movimento ou dor. A crepitação do tecido mole foi notada em cães de raças pequenas, porém sem óbvia significância. A instabilidade patelar foi vista em 18% dos cães, sendo muitos deles de raças pequenas e com encurtamento do membro operado.

Os resultados em longo prazo (média de 3,1 anos após a cirurgia) foram analisados, por Gendreau e Cawley (1977), em 32 pacientes submetidos à excisão artroplástica da cabeça e colo femorais. Esses foram classificados como excelente (37,1%), bom (25,7%), regular (25,7%) e ruim (11,4%). Segundo os autores, o peso pode ter influência no êxito, já que dos pacientes considerados excelentes a média do peso foi 8,03 kg, quando comparado a 16,7 kg para os animais que tiveram resultados ruins. A idade por sua vez pareceu não ter influência, desde que os animais com resultados excelente e aqueles como ruim tinham a mesma idade. Além disso, quando mais precoce a intervenção maior a chance de sucesso.

Duff e Campbell (1978) avaliaram, radiográfica e clinicamente, 62 cães tratados por excisão artroplástica da cabeça femoral. Segundo os autores, a remodelação da área, principalmente do acetábulo e fêmur proximal, ocorre por muitos meses após a cirurgia e há uma variedade de oito aparências radiográficas. De um modo geral, houve pouca correlação entre a aparência radiográfica e os sinais clínicos. Mesmo a presença de proliferação óssea no aspecto ventral da cabeça femoral não pode ser tomada como indicativo de falha, a menos que seja grande e associada com dor na manipulação da articulação. A metade dos casos, por exemplo, demonstrava uma aparência radiográfica de pseudoartrose tipo A. Esses cães tinham boa função do membro, porém com limitação do movimento articular. Além disso, um número de animais apresentou crepitação óssea, que foi aparente no movimento extremo da pseudoartrose. A aparência radiográfica tipo B foi mais prevalente em cães de raças grandes e alguns tinham atrofia muscular, indicando maior incidência de redução da função em relação à aparência tipo A. A maior porcentagem de claudicação contínua ou intermitente em casos tipo B, parece ser devida à perda ou ao enfraquecimento da inserção do músculo iliopsoas daquele lado. A aparência tipo C foi mais evidente em cães de porte pequeno,

que tinham alta proporção de encurtamento do membro, rotação do eixo pélvico e atrofia muscular, sugerindo limitação da função; no entanto, nenhum mostrou claudicação persistente. O tipo D tinha o melhor resultado do ponto de vista radiográfico, porém havia alta incidência de atrofia muscular e menos função do membro.

Berzon et al. (1980) realizaram estudo retrospectivo de 94 excisões da cabeça e colo femoral realizadas por acesso craniolateral e transposição da porção cranial do músculo glúteo profundo, sendo sete em gatos e as demais em cães. Os cães foram distribuídos em grupo I com peso de 15 kg ou menos, grupo II com peso entre 15 e 30 kg, grupo III acima de 30 kg. As indicações mais comuns foram displasia coxofemoral; Legg-Calvé-Perthes; fraturas da cabeça, colo femoral, acetábulo ou pélvicas; e luxação coxofemoral não redutível. A maioria das análises foram realizadas mediante questionários preenchidos pelos proprietários, que consideraram os resultados como excelente em longo prazo, independente da causa subjacente.

Foi relatado, por Carpenter et al. (1996), o caso de dois cães Pastores Alemães de seis semanas de idade, que tiveram o membro pélvico esquerdo amputado devido à contratura do quadríceps com luxação coxofemoral. Um deles aos seis meses de idade requereu excisão artroplástica da cabeça do fêmur direito, em virtude de subluxação e dor. O cão evoluiu favoravelmente até os 4 anos de idade, parte atribuída ao vigoroso programa de terapia física pré e pós-operatória.

Segundo Montgomery et al. (2008), ao analisarem retrospectivamente três métodos de excisão da cabeça e colo femorais – apenas ostectomia em cães acima de 14 kg, apenas ostectomia em cães com menos de 14kg; ostectomia com interposição muscular; técnica de ressecção em cunha – em um total de 169 cães em um período de 7 anos, não foi possível detectar diferenças estatísticas entre eles quanto à percentagem de uso do membro durante a atividade normal, média do tempo pós-operatória após o uso do membro, uso do membro ao correr, ou claudicação com exercícios. A avaliação foi mediante questionário enviado aos proprietários, com pelos menos 1 ano de pós-operatório. Em 16 cães foram efetuados procedimentos bilaterais, mas a análise foi efetuada de cada lado. Os autores

também afirmaram que os resultados indicaram haver pouca vantagem em usar técnicas mais traumáticas, como a interposição muscular e a técnica de ressecção em cunha.

Off e Matis (2010) efetuaram a avaliação pós-operatória em período de 7 meses até 10 anos (média de 4 anos), em 66 cães e 15 gatos que haviam sido submetidos à excisão artroplástica da cabeça do fêmur. Desses pacientes, 84% tiveram encurtamento do membro pela má-posição caudodorsal do fêmur, 75% atrofia muscular, 74% redução da amplitude de movimento durante a extensão a abdução dos membros pélvicos, 56% sinais de claudicação durante movimento passivo do membro e 10% crepitação. Os cães acima de 15 kg, embora em pequeno número, tenderam a apresentar piores resultados do que os cães de pequeno porte. Claudicação foi notada em 23% animais após exercício intenso e em 24% durante o tempo frio. Contudo, 96% dos proprietários consideraram o procedimento como de êxito.

Dois cães e dois gatos que apresentavam severa dor e claudicação crônica após a excisão da cabeça e colo femoral foram tratados, por Fitzpatrick et al. (2012), com o emprego de prótese total da articulação coxofemoral. As causas do insucesso da excisão artroplástica foram ressecção incompleta do colo femoral (n=3) e adesões fibrosas envolvendo o nervo isquiático (n=2). Segundo os autores, houve marcada melhora clínica com esse tratamento, tendo sido observada uma complicação, ou seja, afrouxamento asséptico em um gato na interface osso-cimento acetabular, que requereu revisão.

Fattahian et al. (2012) avaliaram a relação entre peso, doença articular degenerativa e idade com relação ao êxito em 105 cães submetidos à excisão da cabeça e colo femorais. A claudicação foi determinada por escore. O peso e a doença articular degenerativa não foram fatores significantes nos prognósticos de cães com idade de 1 a 5 anos. No entanto, ocorreu associação entre a idade e a doença articular degenerativa com o êxito, de forma que o êxito em cães mais jovens e mais idosos não foi tão bom quanto de cães com idade de 1 a 5 anos. Os autores sugeriram que a idade teria papel mais efetivo no êxito e que o peso não seria tão importante quanto à idade neste respeito.

2.3 *Métodos físicos de avaliação do membro*

A avaliação muscular é um dado importante para avaliar a função de um membro, visto ser a atrofia um dos indicativos do desuso (MILLIS et al., 2004). A atrofia muscular é na maioria das vezes decorrente de afecções ortopédicas, neurológicas e imobilizações prolongadas (SLATTER et al., 2003; MILLIS et al., 2004). Como resultado de atrofia muscular pode haver diminuição da produção de proteínas musculares, diminuição da força muscular e instabilidade articular (GIBSON et al., 1988). A massa muscular pode ser determinada por métodos de imagem como ultrassom, tomografia computadorizada, ressonância magnética ou pela medida da circunferência de um membro (KNAP et al., 2008).

A medida da circunferência de um membro é um método indireto de análise, com vantagens de ser rápido, facilmente efetuado, de baixo custo, proporcionar um número objetivo para avaliações sequenciais do membro afetado e permitir comparar o membro afetado com o normal (MILLIS et al., 2004; KNAP et al., 2008). O emprego de fita métrica com controle de tensão pode fornecer dados mais precisos (MILLIS et al., 2004; HESBACH, 2007). Há uma margem de erro, que pode ser minimizada pela consistência na localização da medida e no avaliador (KNAP et al., 2008). A posição do membro é importante no momento da aferição, desde que a flexão total do joelho, por exemplo, resulta em uma maior medida de circunferência da coxa, quando comparada com as mensurações efetuadas com o membro colocado em uma posição angular de estação ou com extensão total do joelho (MILLIS et al., 2004). Outras variáveis são o pelo, a condição corpórea, e a sedação ou não do animal (KNAP et al., 2008).

O movimento total que uma articulação pode ser movida é denominado amplitude de movimento, que é geralmente aferida com emprego de goniômetro (MILLIS et al., 2004; HESBACH, 2007; KNAP et al., 2008). Em geral, coloca-se um braço do goniômetro ao longo do eixo de um osso longo proximal à articulação e o outro braço ao longo do osso longo distal à articulação, estando o centro do goniômetro no ponto isométrico da articulação (HESBACH, 2007; KNAP et al., 2008). Em cães hígdidos da raça Labrador

foram citados como valores de normalidade: flexão de 48°-52° e extensão de 160°-164° para a articulação coxofemoral; flexão de 40°-43° e extensão de 160°-164° para a articulação do joelho; flexão de 37°-40° e extensão de 162°-166° para a articulação tarsocrural (JAEGER et al., 2002). Por causa da variedade de conformação e diferenças de raças é imperativo a aferição do membro contralateral, a fim de demonstrar presença ou ausência de alteração articular (HESBACH, 2007). As medidas dos ângulos máximos podem promover alguma resistência, desta forma a mensuração da amplitude de movimento até a manifestação do primeiro sinal de desconforto pode ser mais clinicamente aplicável (MILLIS et al., 2004).

2.4 Avaliação da locomoção

A análise da locomoção pode ser efetuada de forma qualitativa ou quantitativa de características estáticas ou dinâmicas (HESBACH, 2007). A avaliação visual de um cão em estação pode fornecer informações não detectáveis no caminhar ou ao trote, uma vez que esse não suportará o peso de forma igual (MILLIS et al., 2004). Outra ferramenta importante de êxito clínico é o escore de claudicação (MILLIS et al., 2004; HESBACH, 2007). Em geral, a avaliação é efetuada no caminhar ou ao trote, que são padrões simétricos de locomoção e fornecem informações distintas, ou seja, cães são menos claudicantes no caminhar, ao passo que no trote pode haver a acentuação da claudicação por causa da maior força colocada no membro com o aumento da velocidade (NUNAMAKER e BLAUNER 1985; MILLIS et al., 2004).

Por sua vez, entre as formas objetivas de análise da locomoção está a análise cinética, que mensura as forças de reação ao solo com o emprego de plataformas de força ou plataformas de pressão (HESBACH, 2007; GILLETTE e ANGLE, 2008; GORDON-EVANS, 2012). As forças podem ser aferidas em estação, no caminhar ou ao trote, sendo o pico de força vertical e o impulso vertical as mais usadas em pequenos animais (MILLIS et al., 2004; GILLETTE e ANGLE, 2008). O pico da força vertical é afetado pelo tipo de

locomoção; velocidade e aceleração do animal; massa corpórea, conformação e estrutura musculoesquelética (WEIGEL et al., 2005).

Para a manutenção da fidedignidade dos dados é essencial que haja controle adequado da velocidade e aceleração (GORDON-EVANS, 2012). O tempo de apoio (tempo que o membro está em contato com o solo), conforme Weigel et al. (2005), depende da velocidade do indivíduo, ou seja, se a velocidade aumenta o tempo de apoio diminui. Adicionalmente, enquanto a velocidade aumenta no trote, o impulso vertical aumenta como um resultado do aumento da força.

Ao comparar as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais em cães adultos de raças pequenas (n=6) e grandes (n=6) caminhando sobre uma plataforma de pressão, Kim et al. (2011) observaram que os cães de raças pequenas tinham os parâmetros significativamente menores, e para muitas variáveis esses valores aumentaram dentro do mesmo grupo enquanto o peso corpóreo aumentava. Contudo, a distribuição de peso entre os quatro membros e o pico de força vertical normalizados pelo peso corpóreo não diferiram entre as raças. Segundo os autores, isso indica que a distribuição de peso pode ser usada para determinar diferenças de locomoção em cães caminhando a despeito do tamanho. O índice de simetria entre os membros direito e esquerdo foi expresso como uma porcentagem da diferença entre os dois membros relativa à média dos dois membros pela mesma variável.

No cão hígido em estação, há o suporte de aproximadamente 30% do peso corpóreo em cada membro torácico e 20% em cada membro pélvico (WEIGEL et al., 2005; GORDON-EVANS, 2012); porém ocorre significativo aumento das forças absolutas com o aumento da velocidade (WEIGEL et al., 2005). Segundo Millis et al. (2004), cães de porte médio a grande caminhando na plataforma de força à velocidade de 0,7 a 1 m/segundo resultou em forças de peso corpóreo de 60% em cada membro torácico e de 40% em cada membro pélvico. Aumentando a velocidade de trote para 1,7 a 2 m/segundo resultou em suporte de peso de 100% a 120% em cada membro torácico e 65% a 70% em cada membro pélvico em cães de tamanho similar.

Page et al. (1993) determinaram parâmetros de carga na articulação coxofemoral em 7 cães da raça Foxhound (25 a 35 kg),

locomovendo-se a 1m/segundo sobre plataformas de força posicionadas de forma bilateral. O pico de força vertical que os membros pélvicos exerceram na fase de apoio variou de 24% a 41% do peso corpóreo total. Nos membros torácicos a carga foi de 53% a 65% do peso corpóreo total. A soma das forças dos membros direito e esquerdo foi menor que o peso corpóreo total, indicando que o terceiro membro estava em contato com o chão além da área da plataforma de força.

Dueland et al. (1977) efetuou um primeiro estudo empregando a plataforma de força para avaliar quatro grupos de cães, compostos de quatro a cinco animais, assim distribuídos: Grupo 1 – hípidos; Grupo 2 – artroplastia total do coxal versus coxal não operado; Grupo 3 - artroplastia total do coxal versus excisão artroplástica da cabeça e colo femorais; Grupo 4 - artroplastia total do coxal bilateral. No Grupo 1 os valores foram comparáveis entre a articulação coxofemoral direita e esquerda. No grupo 2 a força vertical foi mais aparente no lado não operado. No Grupo 3 ocorreu pico vertical mais alto no lado da excisão. No Grupo 4 não houve diferença entre os lados.

A análise com plataforma de força foi usada, por Mann et al. (1987), para avaliar a excisão da cabeça e colo femorais efetuada em cães normais, sem interposição muscular (grupo I, n=6) ou com interposição muscular (grupo II, n=6). O exame foi efetuado antes do procedimento cirúrgico e com 1, 2, 4, 6 e 16 semanas de pós-operatório, com os animais caminhando. Na primeira semana de pós-operatório, as forças verticais do membro operado diminuíram 30,9% no grupo I e 32,1% no grupo II, em relação aos valores pré-operatórios. Um significativo aumento das forças foi notado com 6 e 16 semanas de pós-operatório, sendo respectivamente 60,4% e 83,7% para o grupo I e 53,0% e 76,6% para o grupo II. Nenhum grupo retornou aos valores pré-operatórios. No membro não operado ocorreu aumento das forças verticais de 137% no grupo I e 132% no grupo II, na primeira semana de pós-operatório, comparado aos valores pré-operatórios. Houve uma diminuição das forças com 6 semanas de pós-operatório, porém ainda maiores que os valores pré-operatórios, sendo 110% para o grupo I e 120% para o grupo II.

Charette et al. (2003) estudaram os efeitos adversos e eficácia em longo prazo da administração de ácido tolfenâmico em cães de raças grandes

(peso acima de 20 kg), submetidos à excisão artroplástica da cabeça do fêmur, sem interposição muscular, devido à doença degenerativa. Dez cães receberam o medicamento por 4 meses e dez receberam placebo. Antes do procedimento cirúrgico e 4 meses após, os cães foram avaliados trotando sobre uma plataforma de força na velocidade de 1,9 a 2,2 m/s. As forças foram aferidas em Newtons e normalizadas em porcentagem de peso corpóreo. Apesar da natureza bilateral radiográfica da doença, as mensurações das forças verticais indicaram assimetria entre os membros. O mesmo membro foi avaliado antes e após a cirurgia, porque a comparação de membros pareados pode não ser fidedigna em virtude da redistribuição de forças. O grupo placebo teve uma significativa diminuição no pico de força vertical e impulso vertical, comparado aos valores pré-operatórios. O grupo que recebeu o ácido tolfenâmico não apresentou variações nos valores de pico de força vertical e impulso vertical, antes e após a cirurgia.

Foi efetuado estudo prospectivo até 120 dias, por Grisneaux et al. (2003), para determinar se antiinflamatórios não esteroidais influenciam os resultados de cães submetidos à excisão artroplástica da cabeça do fêmur. Foram usados 40 cães de raças grandes (peso entre 12 e 41 kg e idade entre 5 e 77 meses) que receberam a intervenção cirúrgica, sendo divididos em grupo Cetoprofeno, carprofeno ou placebo, todos tratados por 21 dias, e um grupo controle de 15 cães híbridos de raças grandes. Nos grupos tratados não se detectou diferenças entre escore de claudicação e ângulo da articulação coxofemoral. Pela análise em plataforma de força, os três grupos tratados suportaram menos peso no membro operado do que o grupo controle. O grupo Cetoprofeno teve maior pico de força propulsiva ao caminhar no 3º dia e maior pico de força vertical ao caminhar no 15º dia comparado ao grupo placebo. A diferença somente pode ser detectada ao caminhar e não ao trote, visto a tendência dos cães usarem o membro operado apenas em velocidade vagarosa durante as primeiras semanas após a cirurgia. A preservação do trocânter menor, mas não o efeito do analgésico influenciou as forças de reação ao solo no 120º dia. Após a suspensão do antiinflamatório, 12 de 31 cães manifestaram piora da locomoção, segundo avaliação pelo proprietário.

Não foi observada associação entre a idade como os resultados pós-operatórios.

Off e Matis (2010) estudaram 17 cães submetidos à excisão artroplástica da cabeça do fêmur, por meio de análise cinética e cinemática (marcadores posicionados nos membros pélvicos). A análise cinética foi em esteira com quatro plataformas integradas. Foi verificado um menor tempo de apoio mais curto no membro operado comparado com o contralateral. Em cães pesando menos que 15kg, o pico vertical aumentou pouco ao caminhar e aumentou acima de 13% do peso corpóreo ao trote. Por sua vez, em cães pesando mais que 25 kg, o membro operado foi menos sobrecarregado, em média de 6% do peso corpóreo, em ambas as formas de locomoção, porém apenas um cão foi avaliado ao trote na esteira. As amplitudes cinemáticas das articulações coxofemoral, joelho e tarsal variaram consideravelmente, mas os gráficos mostraram um padrão característico para cada articulação. O ângulo da articulação coxofemoral foi moderadamente diminuído em animais de porte pequeno e marcadamente diminuído em animais de porte grande, indicando uma relutância em estender a articulação. A compensação para um ângulo coxofemoral diminuído foi alcançada pela extensão da articulação do tarso.

Barbosa et al. (2012) avaliaram a recuperação de 21 cães submetidos a procedimentos cirúrgicos da articulação coxofemoral (77,8% à ressecção da cabeça e colo femoral e 22,2% à inserção de pino transacetabular), por meio da combinação de escala de claudicação, perimetria da coxa, exames radiográficos e plataforma de força com coleta estática. Para o estudo estático foram realizados nove posicionamentos, incluindo lados e membros, com o cão imóvel por 5 segundos. Os posicionamentos foram repetidos três vezes com intervalo de 30 segundos, sendo a plataforma zerada neste momento. Os dados foram obtidos em porcentagem de peso, sendo considerados dentro de limites superior e inferior. Segundo os autores, em 80% dos casos a função do membro afetado foi restabelecida.

2.5 Índice de simetria (IS)

A simetria pode ser calculada de um membro para o seu contralateral ou de frente com o de trás, embora o primeiro seja mais frequente por causa da natural disparidade de suporte de peso entre os membros pélvicos e torácicos em cães (GORDON-EVANS, 2012).

Fanchon et al. (2007) compararam a simetria de dados cinéticos gerados para cães saudáveis e para claudicantes (displasia coxofemoral com osteoartrite ou ruptura do ligamento cruzado cranial) ao trote em esteira (com quatro sensores de força situados no chão). Cada índice foi testado para sua habilidade de discriminar entre cães saudáveis e afetados. O pico de força vertical foi a variável mais precisa. Assimetria parcial foi detectada nos cães saudáveis. Um acesso multivariável que usou o pico de força vertical e a máxima inclinação ascendente produziu a combinação ótima para distinguir entre cães saudáveis e afetados.

Voss et al. (2007) avaliaram a precisão da análise com plataforma de força, ao caminhar e ao trote, em cães com baixo grau de claudicação do membro pélvico, em virtude de problemas na articulação coxofemoral ou joelho. O pico de força vertical (PFV) foi registrado e calculou-se o índice de simetria dos membros pélvicos. O índice de simetria foi calculado como $IS = 200 \frac{|PFV1 - PFV2|}{PFV1 + PFV2}$ para cada cão, em que PFV1 foi o maior valor e PFV2 o menor valor. Um índice de simetria de 0 indicou perfeita simetria. Os valores de corte para diferenciar cães claudicantes de normais foram determinados do índice de simetria de cães saudáveis, usando a equação; Média $IS \pm (2 \times \text{desvio padrão})$. Os cães claudicantes foram classificados como claudicantes ou não baseado neste valor de corte. O IS dos cães foi estabelecido para o trote e para o caminhar.

Para comparar variáveis têmporo-espaciais e cinéticas, para os membros torácicos e pélvicos, de cães de porte pequeno e grande durante o caminhar e determinar a associação entre peso corpóreo, Kim et al. (2011) utilizaram uma plataforma de pressão. O índice de simetria (IS) entre os membros direito e esquerdo foi expresso como porcentagem da diferença entre os dois membros relativo à média dos membros para a mesma variável.

Empregou-se a fórmula: $IS (\%) = (|X_d - X_e| / [0,5|X_d + X_e|]) \times 100$, em que X_d é a variável de interesse no membro direito e X_e é a do membro esquerdo. Embora os dois grupos de cães estivessem caminhando, o “duty factor” foi significativamente menor em cães de porte pequeno. Os cães de porte pequeno tinham as variáveis têmporo-espaciais e cinéticas significativamente menores. Entretanto os valores da distribuição de peso entre os quatro membros e o pico de força vertical normalizado pelo peso corpóreo foram similares entre grupos.

Drüen et al. (2012) compararam o padrão de locomoção, por métodos cinéticos (plataforma de força) e cinemáticos, após aplicação unilateral de prótese cimentada e não cimentada em cães com displasia coxofemoral. O índice de simetria foi calculado para o pico de força vertical, impulso vertical, média de força vertical entre os membros pélvicos direito e esquerdo. Utilizou-se a fórmula: $ISz (\%) = 100 - [(F_o/F_c) * 100]$, sendo ISz o índice de simetria de acordo com o parâmetro, F_o = parâmetro do membro operado, F_c = parâmetro do membro contralateral. Foi considerado que o IS 0% indicava total simetria entre as duas extremidades, valores maiores que 6% como claudicação, e valores menores que -6% como claudicação do membro pélvico contralateral. O cão foi considerado livre de claudicação se os índices de simetrias das três variáveis avaliadas fossem abaixo de 6%.

OBJETIVOS

3 OBJETIVOS

O trabalho teve por objetivos:

- a – Avaliação clínica e funcional de cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais;
- b – Determinar os parâmetros cinéticos, têmporo-espacias e índices de simetrias de um grupo heterogêneo de cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais, locomovendo-se sobre plataforma de pressão na mesma velocidade;
- c – Determinar parâmetros cinéticos, têmporo-espacias e índices de simetrias de um grupo heterogêneo de cães hígidos de porte semelhante ao grupo operado, locomovendo-se sobre plataforma de pressão na mesma velocidade;
- d – Comparar os parâmetros cinéticos, têmporo-espacias e os índices de simetria entre os grupos.

MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 *Animais e ambiente de experimentação*

A metodologia adotada no presente trabalho foi aprovada pela Câmara de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Botucatu (nº. 42/2011-CEUA). (Anexo 1)

Foram utilizados 30 cães divididos em dois grupos equitativos: Grupo 1 - animais hígidos; Grupo 2 – animais submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais.

Os cães do Grupo 1 foram considerados hígidos baseando-se na ausência de sinais clínicos e radiográficos de doença articular, ou qualquer outra alteração que pudesse comprometer o presente estudo. Todos foram submetidos a exame ortopédico específico e análise da locomoção com plataforma de pressão, de forma a estabelecer dados normativos.

O Grupo 2 foi constituído de cães que haviam sido submetidos à ostectomia da cabeça e colo femorais, por meio de acesso craniolateral e sem interposição muscular. Foram coletados dados referentes à raça, sexo, idade e peso corpóreo, causa da necessidade do procedimento cirúrgico, intervalo de tempo entre a intervenção e a avaliação. Em seguida, os cães foram submetidos ao exame físico geral, exame ortopédico específico, avaliação radiográfica, e análise da locomoção com plataforma de pressão.

4.2 Exame ortopédico específico

Os cães do Grupo 2 foram avaliados quanto:

a - resultado funcional do membro operado no trote e ao caminhar, sendo: excelente - função normal do membro; bom – uso funcional do membro, parcial suporte de peso após exercício; razoável - suporte de peso em estação, leve a moderada claudicação em marcha lenta, não suporte de peso em marcha acelerada; deficiente - sem suporte de peso.

b – circunferência do membro operado e do contralateral, que foi aferida com emprego de fita métrica, sem realização de tricotomia e com os cães posicionados em decúbito lateral. Foram efetuadas medidas em dois pontos na coxa, ou seja, a 50% e 70% considerando o comprimento do fêmur. Esse último foi determinado da extremidade do trocânter maior até aspecto distal da fabela. A mensuração foi realizada em triplicata, sendo a média considerada o valor final.

c – a máxima extensão e a máxima flexão das articulações coxofemoral, do joelho e tarsocrural, dos membros operado e contralateral, por meio de goniômetro universal de plástico, com os cães posicionados em decúbito lateral.

d – o comprimento do membro operado e do contralateral com uso de fita métrica, da eminência iliopectínea à extremidade do terceiro dígito, com o joelho e o tornozelo em total extensão e a articulação coxofemoral em 110°.

e – presença de dor (leve, moderada ou intensa) e/ou crepitação na movimentação na região da amputação da cabeça e colo femorais.

4.3 Avaliação radiográfica

As articulações coxofemorais, o fêmur e o joelho, de ambos os membros, foram avaliados por meio de projeções ventrodorsal e lateral. O filme utilizado foi da marca Kodak, base verde, com distância foco filme de 100 cm. A revelação foi por processadora automática (Macrotec MX2). A projeção ventrodorsal, incluiu a pelve e o terço proximal da tíbia, com os membros pélvicos paralelos, estendidos caudalmente e rotacionados medialmente para que a patela permanecesse no sulco troclear. A projeção lateral foi efetuada com o membro pélvico mantido em posição anatômica de estação, incluindo fêmur e tíbia.

Nos cães do Grupo 2 foram observados aspectos da conformação óssea, em especial na área correspondente a articulação coxofemoral, posicionamento do trocânter maior, sinais de doença degenerativa no membro contralateral.

4.4 Análise da locomoção com plataforma de pressão

Empregou-se a plataforma de pressão “Walkway High Resolution HRV4 da Tekscan”¹, constituída de quatro placas em série, tendo as seguintes dimensões em conjunto: 1.951mm x 447mm. O *software* Walkway 7,0 (Tekscan) foi usado para a aquisição e o processamento dos dados. A calibração do sistema fora efetuada antes da aquisição dos dados, conforme as instruções do fabricante.

No dia da coleta dos dados os cães foram familiarizados ao ambiente e plataforma. Em seguida, esses foram conduzidos através da plataforma em linha reta, com guia frouxa e do lado esquerdo do condutor. A velocidade foi mantida entre 0,9 e 1,1 m/s e a aceleração entre -0,15 e 0,15 m/s². Foram registradas em torno 15 passagens, porém para a análise foram usados os dados de cinco trilhas válidas. Uma trilha foi considerada válida quando todos os quatros membros tocaram a plataforma por pelo menos duas

¹ TEKSCAN Inc. South Boston, MA, USA.

vezes, com os animais em linha reta, sem movimento de cabeça ou tração da guia, e dentro dos limites estabelecidos de velocidade e aceleração.

Os seguintes parâmetros têmporo-espaciais foram avaliados para cada membro: duração do ciclo de locomoção (s), duração da fase de apoio (s), duração da fase de balanço (s), comprimento do passo (m) e velocidade (m/s). O ciclo de locomoção foi determinado como o intervalo entre o primeiro quadro do primeiro passo do membro torácico e o primeiro quadro do passo consecutivo do mesmo membro.

Incluindo todos os passos foram aferidos os seguintes parâmetros cinéticos: Pico de Força Vertical (PFV) e Impulso Vertical (IV). Ambos foram normalizados de acordo com o peso do cão e representados em porcentagem de peso corpóreo, respectivamente, em %PC e %PCs. Para calcular a porcentagem da distribuição do peso corpóreo entre os quatro membros empregou-se: PFV do membro/total do PFV dos quatro membros em um ciclo da locomoção x100.

4.5 Índice de Simetria

No Grupo 1 o índice de simetria (IS) foi calculado para todas as variáveis entre X1/X2 sendo: Membro Pélvico Direito/Membro Pélvico Esquerdo (MPD/MPE); Membro Torácico Direito/Membro Torácico Esquerdo (MTD/MTE); Membro Pélvico Direito/Membro Torácico direito (MPD/MTD); Membro Pélvico Direito/Membro Torácico esquerdo (MPD/MTE); Membro Pélvico Esquerdo/Membro Torácico Esquerdo (MPE/MTE); Membro Pélvico Esquerdo/Membro Torácico Direito (MPE/MTD). Para tanto, utilizou-se a fórmula: $IS (\%) = \frac{[X1-X2]}{[0,5*(X1+X2)]} * 100$.

Para os índices de simetria entre MTD/MTE e MPD/MPE, o valor de 0% significou total simetria entre os lados, ao passo que o valor positivo indicou assimetria para o lado direito e o negativo correspondeu à assimetria para o lado esquerdo. Já os índices de simetria entre MPD/MTD, MPD/MTE, MPE/MTE e MPE/MTD, o valor de 0% significou total simetria entre os membros, valores positivos indicaram assimetria para o membro pélvico e valores negativos assimetria para o membro torácico.

No Grupo 2 o índice de simetria foi calculado para todas as variáveis entre X1/X2 sendo: Membro Pélvico Operado/Membro Pélvico Contralateral (MPO/MPC); Membro Torácico Ipsilateral/Membro Torácico Diagonal (MTI/MTDI); Membro Pélvico Operado/Membro Torácico Ipsilateral (MPO/MTI); Membro Pélvico Operado/Membro Torácico Diagonal (MPO/MTDI). Foi aplicada a seguinte fórmula: $IS (\%) = \{[X1-X2]/[0,5*(X1+X2)]\} * 100$.

Para o índice de simetria entre MPO/MPC, o valor de 0% significou total simetria entre os lados, o valor positivo indicou assimetria para o lado operado e valor negativo assimetria para o lado contralateral. Com relação ao índice de simetria entre MTI/MTDI, o valor de 0% significou total simetria entre os lados, o valor positivo indicou assimetria para o membro torácico ipsilateral e o valor negativo assimetria para o membro torácico diagonal em relação ao operado. Já o índice de simetria entre MPO/MTI e MPO/MTDI, o valor de 0% significou total simetria entre os membros, valores positivos indicaram assimetria para o membro operado e valores negativos assimetria para os membros torácicos ipsilateral ou diagonal.

4.6 Análise estatística

Para comparar as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais do Grupos 1, entre os membros direito e esquerdo, foi inicialmente utilizado o teste Shapiro–Wilk para testar a normalidade dos resultados. Para as variáveis com distribuição normal foi usado o teste T de Student, já as que não apresentaram distribuição normal foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Para comparar os índices de simetria nesse Grupo foi empregado inicialmente o teste de Shapiro–Wilk para análise da normalidade dos dados, seguido da ANOVA *one-way* ou Kruskal–Wallis, de acordo com a distribuição dos dados.

Para comparar as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais entre MT do Grupo 1, MTI do Grupo 2 e MTDI do Grupo 2; e MP do Grupo 1, MPO e MPC do Grupo 2, foi usado o teste Shapiro–Wilk para testar a normalidade dos resultados. Para as variáveis com distribuição normal foi aplicado ANOVA *one-way*, já as que não apresentaram distribuição normal foi usado Kruskal–Wallis.

O teste Shapiro–Wilk foi aplicado para testar a normalidade dos dados ao se comparar os índices de simetria entre: (MP/MT do Grupo

1)/(MPO/MTI do Grupo 2), (MP/MT do Grupo 1)/(MPO/MTDI do Grupo 2); (MPD/MPE do Grupo 1)/(MPO/MPC do Grupo 2); (MTD/MTE do Grupo 1)/(MTI/MTD do Grupo 2). Para as variáveis com distribuição normal foi usado o teste T de Student, já as que não apresentaram distribuição normal foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Diferenças foram consideradas estatisticamente significantes com $p < 0,05$. Os valores foram expressos em média (\pm Desvio Padrão).

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 Grupo 1

Os cães do Grupo 1, 10 fêmeas e 5 machos, estavam com idade entre 1,2 e 11 anos (média=3,88, DP=2,96), peso de 2,1 até 24,3kg (média de 11,1kg, DP=6,7), incluindo as raças Poodle (n=3), Pointer (n=4), Dálmata (n=1), Golden Retriever (n=1), Cocker Spaniel (n=1), Lhasa Apso (n=1), Shitsu (n=2) e dois sem raça definida.

Pela análise estatística não foram observadas diferenças significantes entre os lados direito e esquerdo, tanto nos membros pélvicos como torácicos, para as variáveis cinéticas e têmporo-espaciais (Tabela 1), Desta forma, os dados de ambos os lados foram compilados para estabelecer um valor único de cada variável para o Grupo 1 (Tabela 4 e 5). O intervalo de confiança a 95% da % de distribuição de peso do membro pélvico foi de 19,55 – 20,70. Pelo “duty factor” oito cães estavam caminhando e sete trotando.

Ao se comparar os índices de simetria entre as quatro combinações de membros pélvicos com torácicos, não houve diferença estatística em nenhuma das variáveis cinéticas e têmporo-espaciais (Tabela 2).

Tabela 1 - Comparação das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os lados direito e esquerdo, dos membros pélvicos e torácicos, em cães hígdos (Grupo 1).

| Variáveis | Lado | Membro torácico | | Membro pélvico | |
|---------------------------------------|----------|-----------------|------------|----------------|------------|
| | | Média ± DP | Valor de P | Média ± DP | Valor de P |
| Tempo de apoio (s) | Direito | 0,31 ± 0,12 | 0,95 | 0,30 ± 0,14 | 0,93 |
| | Esquerdo | 0,31 ± 0,13 | | 0,30 ± 0,14 | |
| Tempo de balanço (s) | Direito | 0,24 ± 0,04 | 0,62 | 0,27 ± 0,03 | 0,79 |
| | Esquerdo | 0,25 ± 0,04 | | 0,27 ± 0,04 | |
| Tempo do ciclo da passada (s) | Direito | 0,55 ± 0,16 | 0,88 | 0,56 ± 0,16 | 0,96 |
| | Esquerdo | 0,56 ± 0,16 | | 0,57 ± 0,17 | |
| Comprimento da passada (m) | Direito | 0,57 ± 0,18 | 0,77 | 0,56 ± 0,18 | 0,95 |
| | Esquerdo | 0,57 ± 0,18 | | 0,56 ± 0,18 | |
| % de Apoio | Direito | 55,23 ± 7,43 | 0,32 | 51,13 ± 10,97 | 0,81 |
| | Esquerdo | 53,62 ± 7,86 | | 50,69 ± 10,29 | |
| % de Balanço | Direito | 45,90 ± 6,93 | 0,73 | 50,09 ± 10,35 | 0,93 |
| | Esquerdo | 46,85 ± 7,89 | | 50,47 ± 10,58 | |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | Direito | 85,39 ± 23,25 | 0,97 | 57,92 ± 17,95 | 0,97 |
| | Esquerdo | 85,67 ± 21,22 | | 58,16 ± 17,79 | |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | Direito | 17,65 ± 6,72 | 0,94 | 10,78 ± 5,19 | 0,98 |
| | Esquerdo | 17,85 ± 7,39 | | 10,83 ± 5,05 | |
| % Distribuição de Peso | Direito | 29,77 ± 1,95 | 0,39 | 20,07 ± 1,56 | 0,85 |
| | Esquerdo | 29,99 ± 1,44 | | 20,17 ± 1,56 | |

Tabela 2 – Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os membros pélvicos e torácicos, em cães hígdos (Grupo 1).

| Variáveis | | Média ± DP | Valor de P |
|---------------------------------------|-------|----------------|------------|
| Tempo de apoio (s) | PD/TE | -7,29 ± 10,81 | 0,91 |
| | PD/TD | -5,64 ± 8,28 | |
| | PE/TD | -5,49 ± 9,24 | |
| | PE/TE | -7,44 ± 9,61 | |
| Tempo de balanço (s) | PD/TE | 9,57 ± 7,27 | 0,41 |
| | PD/TD | 7,68 ± 7,04 | |
| | PE/TD | 6,49 ± 8,34 | |
| | PE/TE | 10,75 ± 7,28 | |
| Tempo do ciclo da passada (s) | PD/TE | 1,80 ± 3,28 | 0,48 |
| | PD/TD | 0,96 ± 3,22 | |
| | PE/TD | 0,49 ± 3,82 | |
| | PE/TE | 2,27 ± 3,32 | |
| Comprimento da passada (m) | PD/TE | -1,06 ± 2,80 | 0,71 |
| | PD/TD | -1,62 ± 2,37 | |
| | PE/TD | -0,86 ± 2,60 | |
| | PE/TE | -1,82 ± 2,62 | |
| % de Apoio | PD/TE | -9,09 ± 9,76 | 0,63 |
| | PD/TD | -6,60 ± 8,47 | |
| | PE/TD | -5,98 ± 9,96 | |
| | PE/TE | -9,71 ± 9,02 | |
| % de Balanço | PD/TE | 7,77 ± 7,55 | 0,81 |
| | PD/TD | 6,72 ± 7,16 | |
| | PE/TD | 6,01 ± 8,15 | |
| | PE/TE | 8,49 ± 7,17 | |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | PD/TE | -38,83 ± 12,90 | 0,91 |
| | PD/TD | -39,17 ± 11,47 | |
| | PE/TD | -39,66 ± 11,78 | |
| | PE/TE | -38,32 ± 13,17 | |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | PD/TE | -52,28 ± 15,73 | 0,98 |
| | PD/TD | -51,38 ± 11,62 | |
| | PE/TD | -52,17 ± 13,64 | |
| | PE/TE | -51,47 ± 14,98 | |
| % Distribuição de Peso | PD/TE | -38,83 ± 12,90 | 0,91 |
| | PD/TD | -39,17 ± 11,47 | |
| | PE/TD | -39,66 ± 11,78 | |
| | PE/TE | -38,32 ± 13,17 | |

PD: Pélvico Direito; PE: Pélvico Esquerdo; TD: Torácico Direito; TE: Torácico Esquerdo

5.2 Grupo 2

Os cães do Grupo 2, 12 fêmeas e 3 machos, estavam com idade entre 1,10 e 8 anos (média=3,27, DP=1,94), peso de 2,3 até 22,5kg (média de 9,2kg, DP=5,4), incluindo as raças Poodle (n=3), Yorkshire (n=2), West Terrier (n=2), Terrier Brasileiro (n=1), Cocker Spaniel (n=1), Beagle (n=1) e cinco sem raça definida. As causas do procedimento cirúrgico foram necrose asséptica da cabeça do fêmur (n=6), luxação traumática da cabeça do fêmur, (n=6), fratura da cabeça do fêmur (n=2), fratura do acetábulo com luxação da cabeça do fêmur (n=1). Em 11 animais a amputação da cabeça e colo femorais foi efetuada no membro pélvico direito e em quatro no esquerdo. O intervalo de tempo entre o procedimento cirúrgico e a avaliações do presente estudo variou de 4 a 36 meses (Média=11 meses, DP= 8,36).

O resultado funcional do membro operado no trote e ao caminhar foi considerado excelente em 10 animais, bom em quatro e razoável em 1. A circunferência do membro operado foi em média=16,57cm (DP=5,35) e do contralateral foi em média=17,64 cm (DP=5,39) considerando o ponto de 50% do comprimento do fêmur. No ponto de 70% do comprimento do fêmur foi em média=22,67cm (DP=5,15) e do contralateral foi em média=23,33 cm (DP=6,11). A goniometria mostrou que a extensão do joelho e a extensão e a flexão da articulação coxofemoral do membro operado foram estatisticamente menores comparadas ao membro contralateral (Tabela 3). O comprimento do membro operado foi em média=26,13 cm (DP=9,10) e do contralateral foi em média=27,10 cm (DP=9,42). Na movimentação na região da amputação da cabeça e colo femorais foi notado sinais de dor leve em 1 animal, quando da abdução e extensão caudal, crepitação aparentemente de tecido mole em cinco, e dor leve com crepitação em 8.

Pelo exame radiográfico foi verificado deslocamento dorsocranial do fêmur em todos os cães e o trocânter menor estava presente em todos sem sinais de proliferação óssea (Figura 1). A ressecção óssea foi completa em todos os animais. A área da ressecção óssea ou o acetábulo mostraram sinais de proliferação óssea em 12 animais. Não havia presença de fragmentos

ósseos no local da excisão. Não foram detectados sinais de doença articular degenerativa na articulação coxofemoral preservada.

Figura 1 – Imagem radiográfica da articulação coxofemoral de um cão, em projeção ventro-dorsal, 120 dias após a ostectomia da cabeça e colo femorais, evidenciando o deslocamento crânio-dorsal do membro operado.



Pela análise estatística não foram detectadas diferenças significantes das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros torácicos do Grupo 1 quando comparadas as do Grupo 2, assim como dos membros pélvicos (Tabelas 4 e 5). Ao avaliar a % de distribuição de peso dos 15 membros operados em relação ao intervalo de confiança, nove cães (60%) apresentaram valores abaixo do intervalo, 2 cães (13%) valores dentro do intervalo e 4 cães (27%) valores acima do intervalo.

Pelo “duty factor” oito cães estavam caminhando e sete trotando.

Ao se comparar os Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros pélvicos/membros torácicos (MP/MT) do Grupo 1 (controle) com o membro pélvico operado/membro torácico ipsilateral (MPO/MTI) e membro pélvico operado/membro torácico diagonal (MPO/MTDI) do Grupo 2 foram observadas diferenças no tempo de apoio ($G2 < G1$), tempo de balanço ($G2 > G1$), comprimento da passada ($G2 > G1$), porcentagem de apoio ($G2 < G1$), porcentagem de balanço ($G2 > G1$) e impulso vertical ($G2 < G1$) (Tabela 6).

Comparando-se os Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro pélvico direito/membro pélvico esquerdo (MPD/MPE) do Grupo 1 (controle) com o membro pélvico operado/membro pélvico contralateral (MPO/MPC) do Grupo 2 foi verificado que o Grupo 2 apresentou menor tempo de apoio e porcentagem de apoio, e maior tempo de balanço, porcentagem de balanço e tempo de ciclo da passada (Tabela 7).

Ao se comparar os Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro torácico direito/membro torácico esquerdo (MTD/MTE) do Grupo 1 (controle), com o membro torácico ipsilateral/membro torácico diagonal (MTI/MTD) ao membro pélvico operado do Grupo 2 foi verificado maior tempo e porcentagem de balanço e menor tempo de porcentagem de apoio no Grupo 2 (Tabela 8).

Tabela 3 – Valores da máxima extensão e máxima flexão (graus) das articulações coxofemoral, do joelho e tarsocrural, dos membros operado e contralateral.

| Articulação | Membro | Média | Valor de P |
|--|---------------|---------------|-------------------|
| Tarsocrural (Máxima extensão) | Operado | 173,13 ± 1,92 | 0,07 |
| | Contralateral | 174,47 ± 1,96 | |
| Tarsocrural (Máxima flexão) | Operado | 55,00 ± 1,77 | 0,907 |
| | Contralateral | 54,93 ± 1,28 | |
| Femoro-tibio-patelar (Máxima extensão) | Operado | 178,33 ± 1,84 | 0,035 |
| | Contralateral | 179,53 ± 0,92 | |
| Femoro-tibio-patelar (Máxima flexão) | Operado | 44,80 ± 3,63 | 0,702 |
| | Contralateral | 45,33 ± 3,92 | |
| Coxofemoral (Máxima extensão) | Operado | 139,20 ± 3,12 | 0,013 |
| | Contralateral | 142,60 ± 3,85 | |
| Coxofemoral (Máxima flexão) | Operado | 49,47 ± 1,51 | <0,001 |
| | Contralateral | 51,87 ± 1,30 | |

Tabela 4 – Comparações das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros torácicos entre o Grupo 1 (controle), membro torácico ipsilateral do Grupo 2, e membro torácico diagonal do Grupo 2, conforme o membro pélvico operado.

| Variáveis | Membros Torácicos G1 | | Membro Torácico Ipsilateral G2 | | Membro Torácico Diagonal G2 | | Valor de P |
|---------------------------------------|----------------------|-------|--------------------------------|-------|-----------------------------|-------|------------|
| | Média ± DP | CV | Média ± DP | CV | Média ± DP | CV | |
| Tempo de apoio (s) | 0,31 ± 0,12 | 39,33 | 0,27 ± 0,11 | 40,23 | 0,27 ± 0,11 | 41,69 | 0,50 |
| Tempo de balanço (s) | 0,25 ± 0,41 | 16,51 | 0,23 ± 0,03 | 14,17 | 0,22 ± 0,03 | 14,68 | 0,47 |
| Tempo do ciclo da passada (s) | 0,56 ± 0,16 | 28,42 | 0,49 ± 0,14 | 27,63 | 0,49 ± 0,13 | 27,38 | 0,29 |
| Comprimento da passada (m) | 0,57 ± 0,18 | 31,43 | 0,49 ± 0,13 | 27,17 | 0,49 ± 0,14 | 28,11 | 0,16 |
| % de Apoio | 54,43 ± 7,56 | 13,90 | 52,42 ± 7,71 | 14,70 | 53,84 ± 8,75 | 16,26 | 0,69 |
| % de Balanço | 46,38 ± 7,31 | 15,77 | 48,99 ± 7,52 | 15,34 | 47,95 ± 8,07 | 16,82 | 0,50 |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | 85,53 ± 21,87 | 25,57 | 82,08 ± 16,75 | 20,41 | 83,98 ± 17,58 | 20,94 | 0,99 |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | 17,75 ± 6,94 | 39,09 | 14,71 ± 6,72 | 45,66 | 15,39 ± 7,53 | 48,94 | 0,29 |
| % Distribuição de Peso | 29,88 ± 1,69 | 5,66 | 30,02 ± 2,76 | 9,20 | 30,73 ± 3,29 | 10,71 | 0,79 |

*CV – Coeficiente de variação

Tabela 5 - Comparações das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros pélvicos do Grupo 1 (controle), membro pélvico operado, e membro pélvico contralateral dos cães do Grupo 2.

| Variáveis | Membros Pélvicos G1 | | Membro Pélvico Operado G2 | | Membro Pélvico Contralateral G2 | | Valor de P |
|---------------------------------------|---------------------|--------|---------------------------|-------|---------------------------------|-------|------------|
| | Média ± DP | CV | Média ± DP | CV | Média ± DP | CV | |
| Tempo de apoio (s) | 0,30 ± 0,14 | 45,543 | 0,24 ± 0,11 | 44,67 | 0,26 ± 0,12 | 46,84 | 0,23 |
| Tempo de balanço (s) | 0,27 ± 0,35 | 13,061 | 0,28 ± 0,05 | 18,77 | 0,25 ± 0,03 | 13,84 | 0,15 |
| Tempo do ciclo da passada (s) | 0,57 ± 0,16 | 28,853 | 0,52 ± 0,14 | 28,12 | 0,51 ± 0,14 | 28,53 | 0,45 |
| Comprimento da passada (m) | 0,56 ± 0,18 | 31,575 | 0,49 ± 0,14 | 28,20 | 0,49 ± 0,14 | 27,71 | 0,20 |
| % de Apoio | 50,91 ± 10,46 | 20,538 | 43,94 ± 9,47 | 21,55 | 49,41 ± 10,88 | 22,02 | 0,08 |
| % de Balanço | 50,28 ± 10,29 | 20,458 | 56,64 ± 9,33 | 16,47 | 51,43 ± 11,27 | 21,92 | 0,10 |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | 58,04 ± 17,56 | 30,254 | 50,85 ± 12,74 | 25,05 | 56,25 ± 16,66 | 29,63 | 0,31 |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | 10,81 ± 5,03 | 46,550 | 7,54 ± 3,38 | 44,82 | 9,54 ± 5,69 | 59,67 | 0,09 |
| % Distribuição de Peso | 20,12 ± 1,53 | 7,628 | 18,68 ± 3,64 | 19,50 | 20,56 ± 4,38 | 21,31 | 0,19 |

*CV – Coeficiente de variação

Tabela 6 – Comparações dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas dos membros pélvicos/membros torácicos (MP/MT) do Grupo 1 (controle), com o membro pélvico operado/membro torácico ipsilateral (MPO/MTI) do Grupo 2; e com o membro pélvico operado/membro torácico diagonal (MPO/MTDI) do Grupo 2.

| Variáveis | MP/MT | MPO/MTI | MPO/MTDI | Valor de <i>P</i> | |
|---------------------------------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 2 | MTI | MTDI |
| | Média ± DP | Média ± DP | Média ± DP | | |
| Tempo de apoio (s) | -6,47 ± 9,33 | -14,61 ± 12,18 | -15,62 ± 13,67 | 0,016 | <0,001 |
| Tempo de balanço (s) | 8,62 ± 7,49 | 18,51 ± 6,90 | 22,21 ± 11,40 | <0,001 | <0,001 |
| Tempo do ciclo da passada (s) | 1,38 ± 3,40 | 4,23 ± 4,76 | 5,64 ± 6,92 | 0,072 | 0,053 |
| Comprimento da passada (m) | -1,34 ± 2,57 | 0,42 ± 2,22 | 0,75 ± 3,76 | 0,018 | 0,013 |
| % de Apoio | -7,84 ± 9,23 | -18,82 ± 9,78 | -21,20 ± 12,27 | <0,001 | <0,001 |
| % de Balanço | 7,25 ± 7,39 | 14,31 ± 7,99 | 16,64 ± 11,22 | 0,002 | 0,007 |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | -39,00 ± 12,04 | -47,18 ± 25,13 | -49,21 ± 23,60 | 0,078 | 0,05 |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | -51,83 ± 13,72 | -63,77 ± 21,37 | -66,68 ± 22,59 | 0,003 | 0,01 |
| % Distribuição de Peso | -39,00 ± 12,04 | -47,18 ± 25,13 | -49,21 ± 23,60 | 0,078 | 0,05 |

Tabela 7 – Comparação dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro pélvico direito/membro pélvico esquerdo (MPD/MPE) do Grupo 1 (controle) com o membro pélvico operado/membro pélvico contralateral (MPO/MPC) do Grupo 2.

| Variáveis | MPD//MPE | MPO/MPC | Valor de P |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------|------------------|
| | Grupo 1 | Grupo 2 | |
| | Média ± DP | Média ± DP | |
| Tempo de apoio (s) | 0,15 ± 3,26 | -9,55 ± 11,82 | <0,001 |
| Tempo de balanço (s) | -1,19 ± 4,88 | 12,61 ± 11,36 | <0,001 |
| Tempo do ciclo da passada (s) | -0,47 ± 2,80 | 1,96 ± 2,59 | 0,02 |
| Comprimento da passada (m) | 0,76 ± 2,11 | 0,60 ± 2,26 | 0,838 |
| % de Apoio | 0,62 ± 4,14 | -11,50 ± 12,13 | 0,001 |
| % de Balanço | -0,71 ± 4,33 | 10,66 ± 11,31 | 0,002 |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | -0,52 ± 4,85 | -9,00 ± 27,48 | 0,258 |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | -0,93 ± 6,02 | -18,45 ± 31,70 | 0,258 |
| % Distribuição de Peso | -0,52 ± 4,85 | -9,00 ± 27,48 | 0,053 |

Tabela 8 – Comparação dos Índices de simetria das variáveis têmporo-espaciais e cinéticas do membro torácico direito/membro torácico esquerdo (MTD/MTE) do Grupo 1 (controle), com o membro torácico ipsilateral/membro torácico diagonal (MTI/MTD) ao membro pélvico operado do Grupo 2.

| Variáveis | MTD/MTE | MTI/MTD | Valor de P |
|---------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| | Grupo 1 | Grupo G2 | |
| | Média ± DP | Média ± DP | |
| Tempo de apoio (s) | 1,81 ± 5,36 | -1,03 ± 4,54 | 0,129 |
| Tempo de balanço (s) | -3,08 ± 5,62 | 3,77 ± 8,60 | 0,006 |
| Tempo do ciclo da passada (s) | -1,31 ± 2,96 | 1,42 ± 4,20 | 0,098 |
| Comprimento da passada (m) | 0,20 ± 1,76 | 0,34 ± 3,39 | 0,806 |
| % de Apoio | 3,12 ± 5,12 | -2,44 ± 6,70 | 0,037 |
| % de Balanço | -1,77 ± 6,87 | 2,37 ± 6,16 | 0,021 |
| Pico Força Vertical (% Peso corpóreo) | -0,82 ± 5,67 | -2,22 ± 8,66 | 0,603 |
| Impulso Vertical (% Peso corpóreo* s) | 0,22 ± 7,28 | -3,52 ± 8,49 | 0,205 |
| % Distribuição de Peso | -0,82 ± 5,67 | -2,22 ± 8,66 | 0,603 |

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

A ostectomia da cabeça do fêmur tem sido empregada em cães para o tratamento de diversas afecções, incluindo Legg-Calvé-Perthes, osteoartrite, luxação coxofemoral, displasia coxofemoral, fraturas da cabeça femoral ou acetábulo, osteomielite e artrite séptica do quadril, sinovite e em casos de falha da prótese total do quadril (LEE e FRY, 1969; DUFF e CAMPBELL; 1977; BERZON et al., 1980; BASHER et al., 1986; GRISNEAUX et al., 2003; WALLACE e OLMSTEAD, 1995; HARASEN, 2004; MONTGOMERY et al., 2008; OFF e MATIS, 2010; ROUSH, 2012). No presente estudo as causas foram em maior número a Legg-Calvé-Perthes e os processos traumáticos, incluindo luxação e fratura. Particularmente esses últimos poderiam ter sido tratados por outras modalidades cirúrgicas, porém os cães pertenciam a proprietários com baixo poder aquisitivo, o que faz da excisão da cabeça e colo femorais uma opção razoável (PIERMATTEI, 2011).

O resultado funcional do membro operado no atual estudo, tanto ao trote como no caminhar, foi considerado em 66,7% dos cães com excelente, 26,7% bom e em 6,6% como razoável. Na maioria dos métodos subjetivos de avaliação da adaptação do animal, após a ostectomia da cabeça e colo femorais, os resultados têm sido considerados de bom a excelente, mesmo em casos de amputação bilateral (SEER e HUROV, 1968; DUFF e CAMPBELL, 1977; BERZON et al., 1980; CARPENTER et al., 1996; MONTGOMERY et al.; 2008; OFF e MATIS, 2010; BARBOSA et al., 2012). Vários fatores podem influenciar o êxito funcional, tais como a técnica cirúrgica adotada, peso corpóreo, idade e temperamento do paciente, cuidados pós-operatórios e terapia física, cronicidade e tipo da doença subjacente, problemas músculo-esqueléticos concorrentes, necessidade de excisão uni ou bilateral (WALLACE e OLMSTEAD, 1995; VASSEUR, 1998; SCHULZ e DEJARDIN, 2003; HARASEN, 2004; ROUSH, 2012).

Com relação ao procedimento cirúrgico, em todos os cães avaliados no presente estudo a ostectomia unilateral da cabeça femoral havia sido realizada por meio de acesso craniolateral e sem interposição muscular. Embora tenham sido descritas algumas técnicas de interposição muscular

entre a cabeça femoral e o acetábulo, tais como a do terço cranial do músculo glúteo profundo e a do pedículo do músculo bíceps femoral (BERZON et al., 1980; LIPPINCOT, 1981; PROSTREDNY et al., 1991), funcionalmente não foram detectadas diferenças entre os cães tratados ou não com esses procedimentos (MANN et al., 1987; LEWIS et al., 2008; MONTGOMERY et al., 2008).

O peso médio dos animais estudados foi de 9,2kg, com idade média de 3,27 anos. Apesar de não existir um guia específico de peso (SCHULZ, 2007), alguns autores referem que cães com menos de 15-17 kg apresentam resultados de bom a excelente, como observado no atual estudo, e em cães mais pesados o êxito é menos consistente (REMEDIOS e FRIES, 1995; SCHULZ e DEJARDIN, 2003; OFF e MATIS, 2010; ROUSH, 2012). Acredita-se que nesses últimos a grande massa muscular força o fêmur proximal em contato com o acetábulo (REMEDIOS e FRIES, 1995). A locomoção anormal estaria associada ao deslocamento craniodorsal mais pronunciado do fêmur proximal durante o suporte de peso (HARASEN, 2004). Por outro lado, um estudo (FATTAHIAN et al., 2012) que avaliou o êxito em 105 cães submetidos à excisão da cabeça e colo femorais, sugeriu que o peso não tem efeito funcional em cães situados na faixa etária de 1 até 5 anos.

No atual estudo a goniometria mostrou que a extensão do joelho e a extensão e a flexão da articulação coxofemoral do membro operado foram estatisticamente menores comparadas ao membro. A limitação da extensão da articulação coxofemoral após a excisão artroplástica foi também verificada por Mann et al. (1988). Segundo esses autores, inicialmente a limitação se deve provavelmente a inflamação da área, porém mais tardiamente associa-se a deposição de tecido fibroso e contração da ferida.

O comprimento do membro operado foi em média 0,97cm menor que o membro contralateral. Isso está de acordo com o aspecto radiográfico, visto ter sido verificado deslocamento dorsocranial do fêmur em todos os cães. OFF e MATIS (2010), ao avaliarem 66 cães e 15 gatos após excisão artroplástica da cabeça do fêmur, notaram encurtamento do membro pela má-posição caudodorsal do fêmur em 84% dos casos.

Ao se comparar a circunferência do membro operado com o contralateral foi observada diminuição em torno de 6% e 2,8%, se aferida no

ponto de 50% ou 70% do comprimento do fêmur respectivamente, em relação ao membro contralateral. A avaliação muscular é um indicativo da função do membro, já que a atrofia pode estar associada ao desuso (MILLIS et al., 2004). Em um estudo de avaliação a longo prazo de cães submetidos à excisão artroplástica da cabeça femoral, embora poucos cães mostrassem claudicação ou dor, a atrofia muscular foi um encontro frequente mesmo após 8 anos, sendo em cães de raças grandes de forma moderada a acentuada (DUFF e CAMPBELL, 1977).

Pela abdução e extensão caudal forçadas na região da amputação da cabeça e colo femorais foi notado sinais de dor leve em 6,7% dos casos, crepitação em 33,3% e dor leve com crepitação em 53,3%. Isso diferiu de um estudo, no qual apenas 10 de 62 cães (16%) mostraram algum sinal de dor na manipulação do membro operado (DUFF e CAMPBELL, 1977). Por outro lado, há um relato de dois cães e dois gatos com severa dor e claudicação crônica, cujas causas foram relacionadas à ressecção incompleta do colo femoral e adesões fibrosas envolvendo o ciático (FITZPATRICK et al., 2012). A crepitação também tem sido referida nas avaliações pós-operatórias de cães com amputação da cabeça e colo femorais sem interposição muscular (DUFF e CAMPBELL, 1977; DUFF e CAMPBELL, 1978; OFF e MATIS, 2010). Contudo, diferente do observado no presente estudo, alguns autores não a associaram a dor, limitação do movimento ou claudicação (DUFF e CAMPBELL, 1977).

Radiograficamente foi observada a manutenção do trocânter menor em todos os membros operados. Alguns autores observaram que a manutenção total do trocânter menor ou apenas uma porção dele influencia positivamente no pico de força vertical (GRISNEAUX et al., 2003). A preservação do trocânter menor mantém a função do músculo iliopsoas (VASSEUR, 1998). Além disso, conforme Off e Matis (2010), a remoção do trocânter menor com o intuito de eliminar a dor associada pelo contato entre o fêmur e o acetábulo não se mostrou efetiva; a proliferação óssea que desenvolve no local do trocânter menor ressecado ou intacto não tem correlação com o êxito funcional.

Com relação à avaliação dos parâmetros cinéticos e temporais foi necessário estabelecer um grupo controle de cães clinicamente saudáveis, visto a

análise do grupo operado ser retrospectiva. Alguns estudos prospectivos com excisão da cabeça do fêmur têm avaliado os membros antes e após cirurgia (MANN et al., 1987; CHARETTE et al., 2003), ou por meio de grupo controle (GRISNEAUX et al., 2003). Por se tratar de grupo heterogêneo de cães, a despeito da velocidade constante pode haver diferenças de parâmetros entre os animais. O pico da força vertical, por exemplo, pode ser afetado pelo tipo de locomoção, velocidade, massa corpórea, conformação e estrutura musculoesquelética (WEIGEL et al., 2005). Além disso, em estudo com plataforma de força foi observado que a variabilidade tamanho-dependente permaneceu, mesmo após normalização das forças verticais, em virtude das diferenças de velocidade relativa entre cães (VOSS et al., 2010). Desta forma, foi referido que comparações devem ser feitas quando os grupos consistem de raças com conformação corpórea semelhante (VOSS et al., 2011).

Ao se comparar as variáveis têmporo-espaciais e cinéticas entre os Grupos 1 e 2, tanto dos membros torácicos como pélvicos, não foram detectadas diferenças estatisticamente significantes. Entretanto, pelos Coeficientes de Variação foi possível detectar variabilidade na maioria dos parâmetros. Isso pode estar relacionado à heterogenicidade dos animais, o que interfere na comparação das médias das variáveis entre os Grupos 1 e 2. Por outro lado, a % de distribuição de peso dos membros torácicos apresentou Coeficientes de Variação relativamente baixos, indicando ser um parâmetro adequado na comparação entre os grupos. Já a % de distribuição de peso do membro pélvico do Grupo 2 apresentou Coeficiente de Variação alto (em torno de 20%), que ao ser comparado com o do Grupo 1 permitiu classificar os cães com abaixo, dentro e acima do intervalo de confiança. Desses 60% apresentaram valores abaixo do intervalo, indicando menor distribuição de peso no membro operado. Em experimento com excisão da cabeça e colo femorais efetuado em cães normais (20 a 30 kg), com e sem interposição muscular, foi observado que forças verticais, aferidas por plataforma de força, diminuíram e não retornaram ao valor pré-operatório até a última análise com 16 semanas de pós-operatório (MANN et al., 1987). Também em cães de raças grandes (>20kg), acompanhados até 120 dias após excisão artroplástica da cabeça do fêmur, foi notado menor suporte de peso no membro operado em relação ao grupo controle (GRISNEAUX et al., 2003). Nos demais animais do

Grupo 2 do presente estudo 13% apresentaram % de distribuição de peso dentro do intervalo do Grupo 1 e 27% valores superiores ao intervalo, sugerindo respectivamente igual e maior distribuição de peso no membro. Em cães (25kg a 75kg) avaliados com no mínimo 1 ano após a excisão da cabeça e colo femorais, a força vertical foi mais aparente no membro operado na locomoção em plataforma de força (DUELAND et al., 1977). Em outro estudo, após a excisão da cabeça e colo femorais, as forças verticais no caminhar sobre plataforma de força foram quase iguais em ambos os membros em cães pesando menos de 15kg, porém no trote o pico vertical aumentou acima de 13% do peso corpóreo (OFF e MATIS, 2010). No atual estudo o peso médio dos cães foi de 9,2kg (DP=5,4) e oito estavam caminhando e sete trotando, de acordo com o “duty factor”. No entanto, dos quatro cães que apresentaram maior % de distribuição no membro operado, dois estavam caminhando e dois trotando.

Vale, no entanto, ressaltar que o tempo de apoio, comprimento da passada, tempo do ciclo da passada e impulso vertical, tanto para os membros torácicos como pélvicos, além do pico de força vertical para o membro pélvico apresentaram coeficiente de variação acima de 26%, indicando variabilidade relativamente grande desses parâmetros. Isso provavelmente se deveu a diferença de tamanho entre os cães. Em estudo comparando variáveis cinéticas e têmporo-espaciais em cães de raças pequenas e grandes caminhando sobre uma plataforma de pressão, foi observado que cães de raças pequenas tinham os parâmetros significativamente menores (KIM et al., 2011). Além disso, esses autores citaram que distribuição de peso pode ser usada para determinar diferenças de locomoção em cães caminhando a despeito do tamanho. No atual estudo foi também detectado que a % distribuição de peso foi o parâmetro que apresentou o menor coeficiente de variação, porém sem diferenças entre grupos.

Por outro lado, ao se estabelecer um índice de simetria para o Grupo de cães hípidos foi possível identificar diferenças no Grupo operado. Pelo índice de simetria MP/MT foi possível observar que no grupo operado havia proporcionalmente menor tempo e porcentagem de apoio, maior tempo e porcentagem de balanço, maior comprimento da passada e menor impulso vertical, indicando que apesar do procedimento cirúrgico anormalidades nesses

parâmetros ainda estão presetes. o procedimento cirúrgico influenciou negativamente nesses parâmetros. O menor tempo de apoio influenciou no impulso vertical, desde que se trata da relação entre a força e o tempo que o pé está no chão (DeCAMP, 1997).

Isso ficou mais claro ao se avaliar os índices de simetria entre os membros pélvicos, os quais sugerem que no membro operado a fase de apoio foi 9,55 menor e a fase de balanço foi 12,61 maior em relação ao membro contralateral, com 1,91 maior ciclo de passada. Por sua vez, nos membros torácicos, o membro torácico ipsilateral apresentou % de apoio 2,44 menor e % de balanço 2,37 maior em relação ao membro torácico diagonal. Isso indicou que o menor tempo de apoio no membro operado refletiu no membro torácico ipsilateral, com ambos sendo mantidos mais tempo em suspensão provavelmente como mecanismo compensatório. Vale citar que, em estudo com plataforma de forma em 17 cães submetidos à excisão submetidos à excisão artroplástica da cabeça do fêmur o tempo de apoio foi também mais curto no membro operado comparado com o contralateral (OFF e MATIS, 2010).

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos foi possível concluir que:

- a – cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais apresentam bom resultado funcional;
- b – os parâmetros cinéticos e têmporo-espaciais não diferem entre um grupo heterogêneo de cães submetidos à ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais e outro de cães hípidos com porte semelhante, locomovendo-se sobre plataforma de pressão na mesma velocidade;
- c – pelo índice de simetria foi notado que cães com ostectomia unilateral da cabeça e colo femorais apresentam mudanças principalmente nos parâmetros têmporo-espaciais.

REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

BARBOSA, A.L.T.; SCHOSSLER, J.E.W.; BOLLI, C.M.; LEMOS, L.F.C.; MEDEIROS, C. Recuperação funcional coxofemoral pós-operatória em cães: estudo clínico, radiográfico e biomecânico. *Cienc. Rural.*, v.42, n.11, p.2011-201, 2012.

BASHER, A.W.P.; WALTER, M.C.; NEWTON, C. Coxofemoral luxation in the dog and cat. *Vet. Surg.*, v.15, n.5, p.356-362, 1986.

BERZON, J.L.; HOWARD, P.E.; COVELL, S.J.; TROTTER, E.J.; DUELAND, R. A retrospective study of the efficacy of femoral head and neck excisions in 94 dogs and cats. *Vet. Surg.*, v.9, p.88-92, 1980.

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. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, n.3, p.153-157, 2003.

CARPENTER, L.G.; OULTON, S.A.; PIERMATTEI, D.L. Femoral head and neck excision in a dog that had previously undergone contralateral hind limb amputation. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.298, n.5, p.695-696, 1996.

CHARETTE, B.; DUPUIS, J.; MOREAU, M.; DAMINET, S.; HÉBERT, P.; GRISNEAUX, E. Assessing the efficacy of long-term administration of Tolfenamic acid in dogs under-going femoral head and neck excision. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.16, n.4, p.232-237, 2003.

DAVIDSON, J.R.; KERWIN, S.C.; MILLIS, D.L. Rehabilitation for the orthopedic patient. *Vet. Clin. North Am Small An. Pract.*, v.35, n.1357-1388, 2005.

DeCAMP, C.E. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.*, v.27, n.4, p.825-840, 1997.

DRÜEN, S.; BÖDDEKER, J.; MEYER-LINDENBERG, A.; FEHR, M.; NOLTE, I.; WEFSTAEDT, P. Computer-based gait analysis of dogs: Evaluation of kinetic and kinematic parameters after cemented and cementless total hip replacement. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.25, p.375–384, 2012.

DUELAND, R.; BARTEL, D.L.; ANTONSON, E. Force plate technique for canine gait analysis of total hip and excision arthroplasty. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, v.13, p.547-552, 1977.

DUFF, R.; CAMPBELL, J.R. Long term results of excision arthroplasty of the canine hip. *Vet. Rec.*, v.101. n.10, p.181-184, 1977.

DUFF, R.; CAMPBELL, J.R. Radiographic appearance and clinical progress after excision arthroplasty of the canine hip. *J. Small Anim. Pract.*, v.19, p.439-449, 1978.

FATTAHIAN, H.; MOHYEDDIN, H.; HOSEINZADEH, A.; AKBAREIN, H.; MORIDPOUR, R. Excision arthroplasty of the hip joint in dogs: the role of age, weight, degenerative joint disease on the outcome. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, v.18, n.3, p.431-436, 2012.

FANCHON, L.; GRANDJEAN, D. Accuracy of asymmetry indices of ground reaction forces for diagnosis of hind limb lameness in dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.68, n.10, p.1089-1094, 2007.

FITZPATRICK, N.; PRATOLA, L.; YEADON, R.; NIKOLAOU, C.; HAMILTON, M.; FARREL, M. Total hip replacement after failed femoral head and neck excision in two dogs and two cats. *Vet. Surg.*, v.41, n.1, p.136-142, 2012.

GENDREAU, C.; CAWLEY, A.J. Excision of the femoral head and neck: the long-term results of 35 operations. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.*, v.13, p.605-608, 1977.

GIBSON, J.N.; SMITH, K.; RENNIE, M.J. Prevention of diffuse muscle atrophy by means of electrical stimulation: maintenance of protein synthesis. *Lancet*, v.2, n.8614, p.767-770, 1988.

GILLETTE, R.L.; ANGLE, T.C. Recent development in canine locomotor analysis. A review. *Vet. J.*, n.178, p.165-176, 2008.

GORDON-EVANS, W.J. Gait analysis. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. *Veterinary surgery small animal*. Elsevier Saunders: Canada. chap.74, p.1190-1196, 2012.

GRISNEAUX, E.; DUPUIS, J.; PIBAROT, P.; BONNEAU, N.H.; CHARETTE, B. Effects of postoperative administration of ketoprofen or carprofen on short- and long-term results of femoral head and neck excision in dogs. *J Am Vet Med. Assoc.*, v.223, n.7, p. 1006-1012, 2003.

HARASEN, G. The femoral head and neck ostectomy. *Can. Vet. J.*, v.45, p.163-164, 2004.

HESBACH, A.L. Techniques for objective outcome assessment. *Clin. Tech. Small Anim. Pract.*, v.22, p.146-154. 2007.

JAEGGER, G.; MARCELLINE-LITTLE, D.J.; LEVINE, D. Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. *Am. J. Vet. Res.*, v.63, p.979-986, 2002.

JONES, G.C. The hip joint. In: HOULTON, J.; COLLINSON, R. *Manual of small animal arthrology*. Bournemouth: BSAVA, 1994. chap.15, p.243-266.

KIM, J.; KAZMIERCZAK, K.A.; BREUER, G.J. Comparison of temporospatial and kinetic variables of walking in small and large dogs on a pressure-sensing walking. *Am. J. Vet. Res.*, v.72, p.1171-1177, 2011.

KNAP, K.; JOHNSON, A.L.; SCHULZ, K. Fundamentals of physical rehabilitation. In: FOSSUM, T.W. *Small animal surgery*. 3.ed. St. Louis: Mosby. 2007. chap. 33. p.1233-1253.

LEE, R.; FRY, P.D. Some observations on the occurrence of Legg-Calvé-Perthes disease (coxaplena) in the dog, and an evaluation of excision arthroplasty as a method of treatment. *J. Small Anim. Pract.*, v.10, p.309-317, 1969.

LEWIS, D.D.; BELLAH, J.R.; McGAVIN, M.D.; GASKIN, J.M. Postoperative examination of the biceps femoris muscle sling used in excision of the femoral head and neck in dogs. *Vet. Surg.*, v.17, n.5, p.269-277, 2008.

LIPPINCOTT, C.L. Improvement of excision arthroplasty of the canine femoral head and neck utilizing a biceps femoris muscle sling. *J. Am. An. Hosp. Assoc.*, v.17, p.668-672, 1981.

MANN, F.A.; TANGNER, C.H.; WAGNER-MANN, C.; READ, W.K.; HULSE, D.A.; PUGLISI, T.A.; HOBSON, H.P. A comparison of standard femoral head and neck excision and femoral head and neck excision using a biceps femoris muscle flap in the dog. *Vet. Surg.*, v.16, n.3, p.223-230, 1987.

McLAUGHLIN, R.M. Kinetic and kinematic gait analysis in dogs. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, p.193-201, 2001.

MILLIS, D.L.; LEVINE, D.; TAYLOR, R.A. *Canine rehabilitation physical therapy*. St. Louis: Saunders. 2004. p.526p.

MONTGOMERY, R.D.; MILTON, J.L.; HORNE, R.D.; COBLE Jr., R.H.; WILLIAMS, J.C. A retrospective comparison of three techniques for femoral head and neck excision in dogs. *Vet. Surg.*, v.16, n.6, p.423-426, 2008.

NUNAMAKER, D.M.; BLAUNER, P.D. Normal and abnormal gait. In: NEWTON, C.D.; NUNAMAKER, D.M. *Textbook of small animal orthopaedics*. International Veterinary Information Service: New York, 1985. p.1-15.

OFF, W.; MATIS, U. Excision arthroplasty of the hip joint in dogs and cats. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.23, n.5, p.297-305, 2010.

PAGE, A.E.; ALLAN, C.; JASTY, M.; HARRIGAN, T.P.; BRAGDON, C.R.; HARRIS, W.H. Determination of loading parameters in the canine hip *in vivo*. *J. Biomech.*, v.26, n.4/5, p.571-579, 1993.

PIERMATTEI, D.L.; FLO, G.L.; DeCAMP, C.E. The hip joint. In:____. *Handbook of small animal orthopedics and fracture repair*. 4.ed. Philadelphia: Saunders. 2006. chap.16. p.461-511.

PIERMATTEI, D.L. Letters to the editor. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.24, p.89, 2011.

PROSTREDNY, J.M.; TOOMBS, J.P.; VanSICKLE, D.C. Effect of two muscle sling techniques on early morbidity after femoral head and neck excision in dogs. *Vet. Surg.*, v.20, n.5, p.298-305, 1991.

REMEDIOS, A.M.; FRIES, C.L. Treatment of canine hip dysplasia. A review. *Can. Vet. J.*, v.36, p.503-509, 1995.

ROUSH, J.K. Surgical therapy of canine hip dysplasia. In: TOBIAS, K.M.; JOHNSTON, S.A. *Veterinary surgery small animal*. Elsevier Saunders: Canada, 2012. chap.60, p.849-864.

SCHULZ, K. Coxofemoral joint. In: FOSSUM, T.W. *Small animal surgery*. 3.ed. St. Louis: Mosby. 2007. chap.33. p.1233-1253.

SEER, G.; HUROV, L. Simultaneous bilateral coxofemoral excision arthroplasty in the dog. Case report. *Can. Vet. J.*, v.9, n.3, p. 70-73, 1968.

SCHULZ, K.; DEJARDIN, L.M. Surgical treatment of canine hip dysplasia. In: SLATTER, D. *Textbook of small animal surgery*. 3.ed. Philadelphia: Saunders. 2003. chap.145. p.2029-2059.

TEKSCAN. Boston. 2013. Disponível em: <http://www.tekscan.com/medical/system-walkway.html>. Acesso em 20 nov.2007

VINAYAK, A.; KERWIN, S.C.; WARD, M.P.; BAHR, A.; PEYCKE, L.E.; MERTENS, W.D. Effects of femur position on radiographic assessment of completeness of femoral head and neck excision in medium- to large-breed dogs. *Am. J. Vet. Res.*, v.67, n.1, p.64-69, 2006.

VASSEUR, P.B. Femoral head and neck osteotomy. In: BOJRAB, M.J.; ELLISON, G.W.; SLOCUM, B. *Current techniques in small animal surgery*. 4.ed. Baltimore: Williams & Wilkins. 1998. chap.145. p.1170-1172.

VOSS, K.; IMHOF, J.; KAESTNER, S.; MONTAVON, P.M. Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hindlimb lameness. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.20, p.299–304, 2007.

VOSS, K.; GALEANDRO, L.; WIESTNER, T.; HAESSIG, M.; MONTAVON, P.M. Relationships of body weight, body size, subject velocity and vertical ground reaction forces in trotting dogs. *Vet. Surg.*, v.39, n.7, p.863-869, 2010.

VOSS, K.; WIESTNER, T.; GALEANDRO, L.; HAESSIG, M.; MONTAVON, P.M. Effect of dog breed and body conformation on vertical ground reaction forces, impulses, and stance times. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.*, v.24, n.2, p106-112, 2011.

WALLACE, L.J.; OLMSTEAD, M.L. Disabling conditions of the canine coxofemoral joint. In: OLMSTEAD, M.L. *Small animal orthopedics*. St. Louis: Mosby. 1995. chap.17. p.361-393.

WEIGEL, J.P.; ARNOLD, G.; HICKS, D.A.; MILLIS, D.L. Biomechanics of rehabilitation. *Vet. Clin. Small Anim.*, v.35, p.1255–1285, 2005.

Trabalho a ser enviado para a revista Research Veterinary Science.

**Kinetic and temporospatial parameters in dogs with femoral head and neck
unilateral excision using a pressure-sensitive walkway**

Juliano Bortolo de Conti ^a, Sheila Canevese Rahal ^a, Felipe Stefan Agostinho ^a, Maria Jaqueline Mamprim ^b, Washington Takashi Kano ^a, Frederico OB Monteiro ^c

^a Department of Veterinary Surgery and Anesthesiology, School of Veterinary Medicine and Animal Science – Univ Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brazil

^b Department of Radiology and Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science – Univ Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brazil

^c Universidade Federal Rural da Amazônia, Instituto de Saúde e Produção Animal, Belém do Pará, Brazil

*Corresponding author. Tel.: +55 14 38802041

E-mail address: sheilacr@fmvz.unesp.br (S.C. Rahal).

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy through standard clinical evaluation and using a pressure-sensitive walkway. Two groups were used: G1 had 15 clinically healthy dogs; G2 had 15 dogs that underwent unilateral femoral head and neck ostectomy. Kinetic and temporospatial parameters were determined. The Symmetry Index (SI) was calculated between limbs for each variable in G1 and G2. After this, SIs were compared between Groups. Limb function (G2) was considered excellent in 10 dogs, good in four, and fair in one case. Statistical differences were observed for the SI between G1 and G2 in several temporospatial parameters. Impulse was statistically different comparing SI of the G1 hind limb/forelimb with G2 operated hind limb/ipsilateral forelimb and G2 operated hind limb/diagonal forelimb. In conclusion, dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy have changes mostly in temporospatial parameters that may be detected by SI, despite good functional results.

1. Introduction

Excision arthroplasty of the hip joint is used to pain relief and preserve or improve limb function. The femoral head and neck are removed to eliminate bone-on-bone contact and to allow the development of a fibrous pseudoarthrosis (Wallace and Olmstead, 1995; Vasseur, 1998; Schulz and Dejardin, 2003; Schulz, 2007; Roush, 2012). The postoperative functional outcome of the operated limb may not be properly predictable since the fibrous false joint is unstable, particularly in dogs weighing over 20-22 kg (Remedios and Fries, 1995; Wallace and Olmstead, 1995; Schulz, 2007). Complete recovery after the surgery may take 6 to 12 months (Vasseur, 1998; Schulz and Dejardin, 2003). The weight-bearing load may be shifted to the contralateral hind limb and to the forelimbs, and thoracolumbar spine receives more stress (Wallace and Olmstead, 1995).

Several functional changes may occur after this surgical procedure such as shortening of the limb, caudal or dorsal displacement of the femur, decreased range of coxofemoral motion in abduction and extension, thigh muscle atrophy, exercise intolerance, decreased of the stifle joint and hock joint angles (Duff and Campbell, 1977; Vasseur, 1998; Grisneaux et al., 2003; Harasen, 2004; Remedios and Fries, 2005; Schulz, 2007; Off and Matis, 2010; Roush, 2012). Lameness is not uncommon in large dogs that become less active and may show difficult in climbing or jumping stairs (Duff and Campbell, 1977; Remedios and Fries, 1995; Wallace and Olmstead, 1995; Vasseur, 1998; Harasen, 2004). Some dogs will extend the stifle and the hock joint of the treated limb because the femur of this limb will be displaced higher to the pelvis in relation to the non-treated limb (Wallace and Olmstead, 1995). In addition, smaller dogs may present medial patellar subluxation (Duff and Campbell, 1977; Berzon et al., 1980).

The majority of the reports regarding the results of the excision arthroplasty of the hip joint in dogs have used subjective measures of limb function using locomotion scores by veterinarians or owner questionnaires (Duff and Campbell, 1977; Berzon et al., 1980; Montgomery et al., 1987; Grisneaux et al., 2003; Off and Matis, 2010). Researches that included objective measures have used force plate in experimental or clinical studies (Mann et al., 1987; Grisneaux et al., 2003; Barbosa et al., 2012), or force plate and kinematic evaluation in clinical studies (Off and Matis, 2010).

The pressure-sensitive walkway is another modality of gait analysis that simultaneously capture vertical forces and temporospatial parameters of the limbs in contact with its surface (Besancon et al., 2003; Budsberg and Thomas, 2006; Gordon-Evans, 2012). Therefore, the aim of this study was to evaluate dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy through standard clinical evaluation and

using a pressure-sensitive walkway. The hypothesis was that these dogs exhibit changes in kinetic and temporospatial parameters due to the surgical procedure that may be detected by symmetry index.

2. Material and methods

2.1. Dog selection

This study was approved by the Institutional Ethics Committee.

Thirty dogs divided into two groups were used: Group 1 had 15 clinically healthy dogs; Group 2 had 15 dogs that underwent unilateral femoral head and neck ostectomy. The Group 1 dogs were judged healthy based on complete physical and orthopaedic examinations, and radiographic evaluation of the hind limbs. All were submitted to gait analysis using a pressure-sensitive walkway to establish normative data.

The Group 2 dogs had been submitted to femoral head and neck ostectomy using craniolateral approach and without muscle interposition. Data about breed, sex, age, body weight, cause of the surgical procedure, and postoperative time were collected. In addition, the dogs were submitted to complete physical and orthopaedic examination, radiographic evaluation of the hind limbs (ventrodorsal pelvis with hind limbs extended and mediolateral femur views), and gait analysis using a pressure-sensitive walkway. The limb functional results were assigned as excellent - normal function; good - functional use of the limb, but partial weight-bearing after exercise; fair - full weight-bearing when standing, light to moderate lameness when walking slowly, but no weight-bearing running; poor- non-use. Circumferential measurement of the thigh (50% and 70% of thigh length) was performed in both limbs using a tape. Range of motion of the tarsal, stifle and hip joints were measured in both limbs using a plastic goniometer with the dogs in lateral recumbency. The hind limbs were measured using a tape positioned from the iliopectineal eminence to the pad of third digit being the stifle and hock joints in full extension. Absence or presence (slight, moderate or severe) of pain and/or crepitation was evaluated on manipulation of the femoral head and neck ostectomy area

1.1 2.2. Data collection

A 1.951mm x 447mm pressure-sensitive walkway (Walkway High Resolution HRV4; Tekscan, South Boston, Massachusetts, USA) was used to collect temporospatial and kinetic data. Walkway 7.0 software (Tekscan) was used to acquisition and analyses of the data. The sensors of the pressure-sensitive

walkway were equilibrated and calibrated according to the manufacturer's specifications. Before data collection, the dogs were familiarized to the environment and pressure-sensitive walkway performing 6 to 8 practice trials. The dogs were conducted across the pressure-sensitive walkway in a straight line with a loose leash and at the left of the handler. The velocity was maintained from 0.9-1.1 m/s and acceleration from -0.15 to 0.15 m/s². Five valid trials were analyzed for each dog. A trial was considered valid if all 4 limbs had contacted with the surface of the walkway during each gait cycle, without the dog turn the head or pull on the leash.

For each limb, the gait cycle time (s), stance time (s) swing time (s) and stride length (m) were the evaluated temporospatial parameters. The stance time percentage was determined as follows: (stance time/gait cycle time) x 100. The swing time percentage was determined as follows: (swing time/gait cycle time) x 100. The stride corresponded to the distance between two consecutive ground contacts of the same limb.

Peak vertical force (PVF) and vertical impulse (VI) were the kinetic parameters analyzed. The PVF and VI were normalized to the dog's body weight and represented as a percentage of body weight, %BW and %BW*s, respectively. The percentage of body distribution among the four limbs was calculated by: (PVF of the limb/total PVF of the 4 limbs) x 100.

2.3. Symmetry index

The SI was calculated for all variables between X1/X2 by use of the following equation: IS (%) = $\{[X1-X2]/[0.5*(X1+X2)]\} * 100$

Where for Group 1 X1/X2 corresponded to: Right Hind limb/Left Hind limb (RH/LH), Right Forelimb/Left Forelimb (RF/LF), Right Hind limb/Right Forelimb (RH/RF), Right Hind limb/Left Forelimb (RH/LF), Left Hind limb/Left Forelimb (LH/LF), Left Hind limb/Right Forelimb (LH/RF). Symmetry index between RH/LH and RF/LF values of zero percent meant a total symmetry between the two sides whereas positive values were interpreted as asymmetry of the right side and negative values as asymmetry of the left side. Symmetry index between RH/RF, RH/LF, LH/LF, LH/RF values of zero percent meant a total symmetry between the limbs whereas positive values were interpreted as asymmetry of the hind limb and negative values as asymmetry of the forelimb.

Where for Group 2 X1/X2 corresponded to: Operated Hind limb/Contralateral Hind limb (OH/CH), Ipsilateral Forelimb/Diagonal Forelimb (IF/DF), Operated Hind limb/Ipsilateral Forelimb (OH/IF),

Operated Hind limb/Diagonal Forelimb (OH/DF). Symmetry index between OH/CH values of zero percent meant a total symmetry between the two sides whereas positive values were interpreted as asymmetry of the operated limb and negative values as asymmetry of the contralateral limb. Symmetry index between IF/DF values of zero percent meant a total symmetry between the two sides whereas positive values were interpreted as asymmetry of the ipsilateral forelimb and negative values as asymmetry of the diagonal forelimb. Symmetry index between OH/IF and OH/DF values of zero percent meant a total symmetry between the limbs whereas positive values were interpreted as asymmetry of the operated hind limb and negative values as asymmetry of the diagonal or ipsilateral forelimb.

1.2 2.4. Statistical analysis

According to the Shapiro-Wilk test for normality, Student *t* test or Mann-Whitney test were used to compare the temporospatial parameters and the kinetic data between the right and left limbs in Group 1. One-way ANOVA or Kruskal–Wallis test were used to compare the Symmetry index in this group. To compare the temporospatial parameters and the kinetic data among Group 1 forelimbs, Group 2 IF and Group 2 DF; and Group 1 hind limbs, Group 2 OH and Group 2 CH were used One-way ANOVA or Kruskal–Wallis test. Student *t* test or Mann-Whitney test were used to compare Symmetry indices between: (Group 1 hind limb/forelimb)/(Group 2 OH/IF); (Group 1 hind limb/forelimb)/(Group 2 OH/DF); (Group 1 RH/LH)/(Group 2 OH/CH); (Group 1 RF/LF)/(Group 2 IF/RF). Differences were considered significant at $P < 0.05$. The values were expressed as the means \pm standard deviation and the coefficients of variation (CV) were calculated.

3. Results

The G1 had 10 female and five male dogs aged from 1.2 to 11 years (mean 3.88 ± 2.96 SD), and body mass 2.1–24.3 kg (mean $11.1 \text{ kg} \pm 6.7$ SD). The dog breeds were Poodle ($n=3$), Pointer ($n=4$), Dalmatian ($n=1$), Golden retriever ($n=1$), Cocker spaniel ($n=1$), Lhasa apso ($n=1$), Shitsu ($n=2$), and two crossbreed.

The G2 had 12 female and three male dogs aged from 1.10 to 8 years (mean 3.27 ± 1.94 SD), and body mass 2.3–22.5 kg (mean $9.2 \text{ kg} \pm 5.4$ SD). The dog breeds were Poodle ($n=3$), Yorkshire ($n=2$), West terrier ($n=2$), Brazilian terrier ($n=1$), Cocker spaniel ($n=1$), Beagle ($n=1$), and five crossbreed. The causes of the surgical procedure included avascular necrosis of the femoral head ($n=6$), traumatic luxation

of the femoral head (n=6), fracture of the femoral head (n=2), acetabular fracture with dislocation of the femoral head (n=1). Femoral head and neck ostectomy was done in 11 right hind limbs and four left hind limbs. The time interval between surgical procedures and patient evaluation ranged from 4 to 36 months (mean=11 months \pm 8.36 SD).

Limb function was excellent in 10 dogs, good in four, and fair in one case. The mean circumferential measurements were 16.57 cm (SD = 5.35) in the operated limb and 17.64 cm (SD = 5.39) in the contralateral considering 50% of thigh length, and 22.67 cm (SD = 5.15) in the operated limb and 23.33 cm (SD = 6.11) in the contralateral considering 70% of thigh length. The goniometry revealed that stifle extension ($P=0.035$), and flexion ($P<0.001$) and extension ($P=0.013$) of the hip in the operated limb were statistically lower compared to the contralateral limb.

The mean length of the operated limb was 26.13 cm (SD = 9.10) and 27.10 cm (SD = 9.42) in the contralateral limb. On manipulation of the femoral head and neck ostectomy area was observed signs slight pain in one dog, soft tissue crepitation in five, and slight pain with crepitation in 8 dogs

In radiographic examination, displacement of the proximal femur was observed in all operated limbs, and the lesser trochanter was present with no evidence of bone proliferation. Complete removal of the femoral head and neck occurred in all dogs. No radiographic lesions were observed in the hip of the non-operated hind limb.

No significant differences were found between the kinetic data and the temporospatial parameters of the left and right forelimbs or the left or right hind limbs in Group 1. For a 95% confidence interval the percentage of body distribution of the hind limb was 19.55-20.70. Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables in Group 1 showed no statistically significant differences. No significant differences were found between the kinetic data and the temporospatial parameters between Group 1 and Group 2 forelimbs or Group 1 and Group 2 hind limbs (Tables 1 and 2). The percentage of body distribution of the 15 operated hind limbs in relation to the confidence interval showed that nine dogs (60%) had values below, 2 (13%) values within and 4 dogs (27%) values above of the confidence interval. According to hind limb duty factor in both Groups eight dogs were walking and seven trotting.

Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the Group 1 hind limb/forelimb with Group 2 OH/IF and OH/DF showed differences in stance time and % stance time ($G2<G1$), swing time and % swing time ($G2>G1$), stride length ($G2>G1$), and VI ($G2<G1$) (Table 3).

Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the Group 1 RH/LH with Group 2 OH/CH showed differences in stance time and % stance time ($G2 < G1$), swing time, % swing time and gait cycle time ($G2 > G1$) (Table 4). Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the Group 1 RF/LF with Group 2 IF/DF showed differences in time, % swing time ($G2 > G1$), % stance time ($G2 < G1$) (Table 5).

4. Discussion

Femoral head and neck ostectomy has been used in dogs to treat several orthopedic diseases, including Legg-Calvé-Perthes, osteoarthritis, hip dislocation, femoral head or acetabular fractures, hip dysplasia, osteomyelitis and septic arthritis of the hip joint, synovitis, and in cases of failure of the total hip replacement (Lee and Fry, 1969; Duff and Campbell, 1977; Berzon et al., 1980; Basher et al., 1986; Wallace and Olmstead, 1995; Grisneaux et al., 2003; Harasen, 2004; Montgomery et al., 2008; Off and Matis, 2010; Roush, 2012). In the present study the main causes were Legg-Calvé-Perthes disease and traumatic injuries, including dislocation and fracture. Other procedures could be performed, but the owners had lower acquisitive power that makes the femoral head and neck ostectomy a reasonable option (Piermattei, 2011).

Limb function in the present study was considered excellent in 10 dogs (66,7%), good in four (26,7%), and fair in one case (6,6%). However, most of the studies using the subjective assessments, the functional results have been considered good to excellent, including cases of bilateral excision (Seer and Hurov, 1968; Duff and Campbell, 1977; Berzon et al., 1980; Carpenter et al., 1996; Montgomery et al.; 2008; Off and Matis, 2010). The functional outcome may be influenced by several factors such as type of surgical procedure, age and temperament of the dog, postoperative care, body size, chronicity and type of the subjacent disease, presence of other musculoskeletal problems, unilateral or bilateral ostectomy (Wallace and Olmstead, 1995; Vasseur, 1998; Schulz and Dejardin, 2003; Harasen, 2004; Roush, 2012).

In all dogs in the present study the femoral head and neck ostectomy was performed to craniolateral approach and without interpositional material. Although techniques interposing muscle, such as cranial portion of the deep gluteal or biceps femoral flap, between the acetabulum and femoral head have been reported (Berzon et al., 1980; Lippincot, 1981; Prostedny et al., 1991), some experimental studies did not show advantages to use these procedures (Mann et al., 1987; Lewis et al., 2008; Montgomery et al., 2008).

The average body mass of the operated dogs in the present study was 9.2 kg and mean age was of 3.27 years. Although there is no specific guide to weight (Schulz, 2007), some authors have reported that dogs weighing less than 15-17 kg show good to excellent results, but in larger dogs the results are less predictable (Remedios and Fries, 1995; Schulz and DeJardin, 2003; Off e Matis, 2010; Roush, 2003). In these dogs probably the large muscle forces the proximal femur to contact the acetabulum (Remedios and Fries, 1995). The abnormal gait has been associated with pronounced craniodorsal dislocation of the proximal femur during weight-bearing (Harasen, 2004).

The goniometry revealed that stifle extension, and flexion and extension of the hip in the operated limb were statistically lower compared to the contralateral limb. The limited coxofemoral extension after femoral head and neck ostectomy has been associated at first by swelling in the surgical area and later due to deposition of fibrous tissue and wound contraction (Mann et al., 1998). The mean length of the operated limb was 0.97 cm shorter than the contralateral limb. This is in accordance with radiographic findings, since displacement of the proximal femur was observed in all operated limbs. In a study that evaluated 66 dogs and 15 cats after excision arthroplasty of the femoral head, 84% of the patients had limb shortening due to caudodorsal malposition of the femur (Off and Matis, 2010). Circumferential measurement of the thigh was 6% and 2.8% lesser compared to contralateral limb considering 50% and 70% of thigh length, respectively. Muscle mass may be used as is an indicator of limb function, since atrophy may be associated with disuse (Millis et al., 2004). In a study about excision arthroplasty of the femoral head, even though few dogs demonstrated pain or lameness, muscle atrophy was a common finding even after 8 years after surgery, being moderate to severe in large breed dogs (Duff and Campbell, 1977).

On manipulation of the femoral head and neck ostectomy area was observed that 6.7% of the cases had signs slight pain, 33.3% had soft tissue crepitation, and 53.3% had slight pain with crepitation. This differed from a study in that only 10 of 62 dogs (16%) showed any sign of pain on the operated limb (Duff and Campbell, 1977). Crepitation also has been reported in the postoperative examination after femoral head and neck ostectomy without interposition muscle (Duff and Campbell, 1977; Duff and Campbell, 1978; Off and Matis, 2010). However, contrary to observed in the present study, some authors did not associated crepitation with pain, lameness or limitation of motion (Duff and Campbell, 1977). The lesser trochanter was present in all operated limbs by radiographic examination. A study observed that total preservation of the lesser trochanter or only a portion influences positively in the PVF (Grisneaux et

al., 2003). The function of the iliopsoas is maintained with lesser trochanter preserved (Vasseur, 1998). In other study was noted that lesser trochanter excision was not successful to abolish the pain associated with the contact between the femur and pelvis. In addition, proliferation bone at the area of the trochanter showed no association with the functional result (Off and Matis, 2010).

Regarding to evaluation of the temporal and kinetic parameters was necessary to establish a control group of clinically healthy dogs since the analysis of the operated group was retrospective. Some prospective studies with excision arthroplasty of the femoral head have evaluated the limbs before and after surgery (Mann et al., 1987; Charette et al., 2003), or by using a control group (Grisneaux et al., 2003). Despite the constant velocity, because is a heterogeneous group of dogs may occur differences in the parameters among animals. The PVF, for example, may be affected by gait type, velocity, body mass, conformation and musculoskeletal structure (Weigel et al., 2005). In addition, in a study using force plate was observed that size-dependent variability continued despite normalization of vertical ground reaction forces due to the relative velocity differences between dogs (Voss et al., 2010).

In both groups no significant differences were found between the kinetic data and the temporospatial parameters of the left and right forelimbs or the left or right hind limbs. However, 60% of the dogs had values of percentage of body distribution below of the confidence interval, suggesting lower body distribution on the operated limb. In a study performed in clinically healthy dogs (20-30kg) with femoral head and neck ostectomy, with and without muscle interposition, was observed that vertical forces measured using force plate did not returned to the preoperative values even in the last evaluation 16 weeks postoperatively (Mann et al., 1987). Also in a study with large-breed dogs (>20kg) evaluated until 120 days after excision arthroplasty of the femoral head and neck was detected by the force plate less weight-bearing on the operated limb compared to control dogs (Grisneaux et al., 2003). On the other hand, in dogs (25-75kg) evaluated at least 1 year after excision arthroplasty of the femoral head and neck, the vertical force was most apparent in the operated limb during locomotion using force plate (Dueland et al., 1977). In another study, after excision arthroplasty of the femoral head and neck in dogs weighing less than 15kg, the PFV was almost the same in the operated and contralateral limb while walking across a force plate. However, an increase in PVF up to 13% of body weight was detected at trot (Off and Matis, 2010). In the other dogs in Group 2 in the present study, 13% had percentage of body distribution within and 27% values above of the confidence interval suggesting, respectively, equal and increased body

distribution on the operated limb. However, the four dogs that had higher percentage of distribution on the operated limb, two were walking and two trotting.

The stance time, stride length, gait cycle time and VI for both forelimbs and hind limbs, and hind limb PVF showed coefficient of variation over 26%, indicating variability of these parameters. This probably related to differences in body size among the dogs. In a study comparing kinetic and temporospatial parameters between small and large breed dogs walking on a pressure-sensing walking was observed that parameters were significantly smaller in small breed dogs (Kim et al., 2011). Furthermore, these authors mentioned that Body Weight Distribution could be useful to find out gait differences in dogs walking in spite of size. In the present study was also detected that percentage of Body Distribution was the parameter that showed the lowest coefficient of variation, although there was no significant difference between groups.

Moreover, by establishing a SI for the healthy dog (G1) was possible to identify differences in the G2. By SI hind limb/forelimb was observed that G2 had proportionally shorter stance time and % stance time, longer swing time and % swing time, longer stride length and smaller vertical impulse than G1, suggesting that surgical procedure induce alteration on these parameters. The shorter stance time influenced the impulse, since it is relationship between force and the amount of time that the foot is in contact with the ground (DeCamp, 1997).

In addition, the IS between hind limbs suggested that the operated hind limb had stance time 9.55 shorter and swing time 12.61 longer compared to the contralateral hind limb, and 1.91 more gait cycle time. The IS between forelimbs limbs suggested that the ipsilateral forelimb had % stance time 2.44 shorter and % swing time 2.37 longer compared to the diagonal forelimb. This indicated that the shorter time duration of the stance in the operated limb reflected to ipsilateral forelimb, with both limbs maintained more time in swing phase probably as a compensatory mechanism. In a study using a force plate in 17 dogs underwent excision arthroplasty of the femoral head the stance time was also shorter in the operated hind limb compared to contralateral hind limb (Off and Matis, 2010).

In conclusion, dogs with unilateral femoral head and neck ostectomy have changes mostly in temporospatial parameters that may be detected by SI, despite good functional results.

Acknowledgments

We are grateful to FAPESP (The State of São Paulo Research Foundation), CNPq (National Council for Scientific and Technological Development), and CAPES (Coordination for the Improvement of Higher Level Personnel) - PROCAD-NF No. 21/2009. We would also like to thank the Universidade Estadual Paulista (UNESP) and the Universidade Federal Rural da Amazônia.

References

- Basher, A.W.P., Walter, M.C., Newton, C., 1986. Coxofemoral luxation in the dog and cat. *Veterinary Surgery* 15, 356-362.
- Berzon, J.L., Howard, P.E., Covell, S.J., Trotter, E.J., Dueland, R., 1980. A retrospective study of the efficacy of femoral head and neck excisions in 94 dogs and cats. *Veterinary Surgery* 9, 88-92.
- Besancon, M.F., Conzemius, M.G., Derrick, T.R., Ritter, M.J., 2003. Comparison of vertical forces in normal greyhounds between force platform and pressure walkway measurement systems. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 16, 153-157.
- Carpenter, L.G., Oulton, S.A., Piermattei, D.L., 1996. Femoral head and neck excision in a dog that had previously undergone contralateral hind limb amputation. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 298, 695-696.
- Charette, B., Dupuis, J., Moreau, M., Daminet, S., Hébert, P., Grisneaux, E., 2003. Assessing the efficacy of long-term administration of Tolfenamic acid in dogs under-going femoral head and neck excision. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 16, 232-237.
- DeCamp, C.E., 1997. Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 27, 825-840.
- Dueland, R., Bartel, D.L., Antonson, E., 1977. Force plate technique for canine gait analysis of total hip and excision arthroplasty. *Journal of the American Animal Hospital Association* 13, 547-552.
- Duff, R., Campbell, J.R., 1977. Long term results of excision arthroplasty of the canine hip. *Veterinary Record* 101, 181-184.
- Duff, R., Campbell, J.R., 1978. Radiographic appearance and clinical progress after excision arthroplasty of the canine hip. *Journal of Small Animal Practice* 19, 439-449.

- Gendreau, C., Cawley, A.J., 1977. Excision of the femoral head and neck: the long-term results of 35 operations. *Journal of the American Animal Hospital Association* 13, 605-608.
- Gordon-Evans, W.J., 2012. Gait analysis. In: Tobias, K.M., Johnston, S.A. (Ed.), *Veterinary surgery small animal*, Elsevier Saunders, Canada, pp. 1190-1196.
- Grisneaux, E., Dupuis, J., Pibarot, P., Bonneau, N.H., Charette, B., 2003. Effects of postoperative administration of ketoprofen or carprofen on short- and long-term results of femoral head and neck excision in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 223, 1006-1012.
- Harasen, G., 2004. The femoral head and neck ostectomy. *Canadian Veterinary Journal* 45, 163-164.
- Kim, J., Kazmierczak, K.A., Breuer, G.J., 2011. Comparison of temporospatial and kinetic variables of walking in small and large dogs on a pressure-sensing walking. *American Journal of Veterinary Research* 72, 1171-1177.
- Lee, R., Fry, P.D., 1969. Some observations on the occurrence of Legg-Calvé-Perthes disease (coxaplania) in the dog, and an evaluation of excision arthroplasty as a method of treatment. *Journal of Small Animal Practice* 10, 309-317.
- Lewis, D.D., Bellah, J.R., McGavin, M.D., Gaskin, J.M., 2008. Postoperative examination of the biceps femoris muscle sling used in excision of the femoral head and neck in dogs. *Veterinary Surgery* 17, 269-277.
- Lippincott, C.L., 1981. Improvement of excision arthroplasty of the canine femoral head and neck utilizing a biceps femoris muscle sling. *Journal of the American Animal Hospital Association* 17, 668-672.
- Mann, F.A., Tangner, C.H., Wagner-Mann, C., Read, W.K., Hulse, D.A., Puglisi, T.A., Hobson, H.P., 1987. A comparison of standard femoral head and neck excision and femoral head and neck excision using a biceps femoris muscle flap in the dog. *Veterinary Surgery* 16, 223-230.
- Millis, D.L., Levine, D., Taylor, R.A. (Ed.), 2004. *Canine rehabilitation physical therapy*. Saunders, St. Louis, 526 pp.
- Montgomery, R.D., Milton, J.L., Horne, R.D., Coble Jr., R.H., Williams, J.C., 2008. A retrospective comparison of three techniques for femoral head and neck excision in dogs. *Veterinary Surgery* 16, 423-426.
- Off, W., Matis, U., 2010. Excision arthroplasty of the hip joint in dogs and cats. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 23, 297-305.

- Piermattei, D.L., 2011. Letters to the editor. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 24, 89.
- Prostredny, J.M., Toombs, J.P., VanSickle, D.C., 1991. Effect of two muscle sling techniques on early morbidity after femoral head and neck excision in dogs. *Veterinary Surgery* 20, 298-305.
- Remedios, A.M., Fries, C.L., 1995. Treatment of canine hip dysplasia. A review. *Canadian Vet Journal* 36, 503-509.
- Roush, J.K., 2012. Surgical therapy of canine hip dysplasia. In: Tobias, K.M., Johnston, S.A. (Eds.), *Veterinary surgery small animal*, Elsevier Saunders, Canada, pp. 849-864.
- Schulz, K., 2007. Coxofemoral joint. In: Fossum, T.W. (Ed.), *Small animal surgery*, third ed. Mosby, St. Louis, pp. 1233-1253.
- Schulz, K., Dejardin, L.M., 2003. Surgical treatment of canine hip dysplasia. In: Slatter, D. (Ed.), *Textbook of small animal surgery*. third ed. Saunders, Philadelphia, pp. 2029-2059.
- Seer, G., Hurov, L. Simultaneous bilateral coxofemoral excision arthroplasty in the dog. Case report. 1968. *Canadian Veterinary Journal*, 9, 70-73.
- Vasseur, P.B., 1998. Femoral head and neck osteotomy. In: Bojrab, M.J., Ellison, G.W., Slocum, B. (Eds.), *Current techniques in small animal surgery*, fourth ed. Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 1170-1172.
- Voss, K., Galeandro, L., Wiestner, T., Haessig, M., Montavon, P.M., 2010. Relationships of body weight, body size, subject velocity and vertical ground reaction forces in trotting dogs. *Veterinary Surgery* 39, 863-869.
- Wallace, L.J., Olmstead, M.L., 1995. Disabling conditions of the canine coxofemoral joint. In: Olmstead, M.L. (Ed.), *Small animal orthopedics*, Mosby, St. Louis, pp. 361-393.
- Weigel, J.P., Arnold, G., Hicks, D.A., Millis, D.L., 2005. Biomechanics of rehabilitation. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 35, 1255-1285.

Table 1

Comparison of the temporospatial parameters and the kinetic data among G1 (control) Forelimb, G2 Ipsilateral Forelimb, and G2 Diagonal Forelimb.

| | G1 Forelimb | | G2 Ipsilateral Forelimb | | G2 Diagonal Forelimb | | P value |
|------------------------|-------------------|-------|-------------------------|-------|----------------------|-------|---------|
| | Mean \pm SD | CV | Mean \pm SD | CV | Mean \pm SD | CV | |
| Stance Time (s) | 0.31 \pm 0.12 | 39.33 | 0.27 \pm 0.11 | 40.23 | 0.27 \pm 0.11 | 41.69 | 0.50 |
| Swing Time (s) | 0.25 \pm 0.41 | 16.51 | 0.23 \pm 0.03 | 14.17 | 0.22 \pm 0.03 | 14.68 | 0.47 |
| Gait cycle time (s) | 0.56 \pm 0.16 | 28.42 | 0.49 \pm 0.14 | 27.63 | 0.49 \pm 0.13 | 27.38 | 0.29 |
| Stride Length (m) | 0.57 \pm 0.18 | 31.43 | 0.49 \pm 0.13 | 27.17 | 0.49 \pm 0.14 | 28.11 | 0.16 |
| % of Stance | 54.43 \pm 7.56 | 13.90 | 52.42 \pm 7.71 | 14.70 | 53.84 \pm 8.75 | 16.26 | 0.69 |
| % of Swing | 46.38 \pm 7.31 | 15.77 | 48.99 \pm 7.52 | 15.34 | 47.95 \pm 8.07 | 16.82 | 0.50 |
| PVF (%BW) | 85.53 \pm 21.87 | 25.57 | 82.08 \pm 16.75 | 20.41 | 83.98 \pm 17.58 | 20.94 | 0.99 |
| VI (%BW*s) | 17.75 \pm 6.94 | 39.09 | 14.71 \pm 6.72 | 45.66 | 15.39 \pm 7.53 | 48.94 | 0.29 |
| % of Body Distribution | 29.88 \pm 1.69 | 5.66 | 30.02 \pm 2.76 | 9.20 | 30.73 \pm 3.29 | 10.71 | 0.79 |

Table 2

| | G1 Hind limb | | G2 Operated Hind limb | | G2 Contralateral Hind limb | | P value |
|---------------------|-------------------|--------|-----------------------|-------|----------------------------|-------|---------|
| | Mean \pm SD | CV | Mean \pm SD | CV | Mean \pm SD | CV | |
| Stance Time (s) | 0.30 \pm 0.14 | 45.543 | 0.24 \pm 0.11 | 44.67 | 0.26 \pm 0.12 | 46.84 | 0.23 |
| Swing Time (s) | 0.27 \pm 0.35 | 13.061 | 0.28 \pm 0.05 | 18.77 | 0.25 \pm 0.03 | 13.84 | 0.15 |
| Gait cycle time (s) | 0.57 \pm 0.16 | 28.853 | 0.52 \pm 0.14 | 28.12 | 0.51 \pm 0.14 | 28.53 | 0.45 |
| Stride Length (m) | 0.56 \pm 0.18 | 31.575 | 0.49 \pm 0.14 | 28.20 | 0.49 \pm 0.14 | 27.71 | 0.20 |
| % of Stance | 50.91 \pm 10.46 | 20.538 | 43.94 \pm 9.47 | 21.55 | 49.41 \pm 10.88 | 22.02 | 0.08 |
| % of Swing | 50.28 \pm 10.29 | 20.458 | 56.64 \pm 9.33 | 16.47 | 51.43 \pm 11.27 | 21.92 | 0.10 |
| PVF (%BW) | 58.04 \pm 17.56 | 30.254 | 50.85 \pm 12.74 | 25.05 | 56.25 \pm 16.66 | 29.63 | 0.31 |
| VI (%BW*s) | 10.81 \pm 5.03 | 46.550 | 7.54 \pm 3.38 | 44.82 | 9.54 \pm 5.69 | 59.67 | 0.09 |
| % of Body | 20.12 \pm 1.53 | 7.628 | 18.68 \pm 3.64 | 19.50 | 20.56 \pm 4.38 | 21.31 | 0.19 |

Distribution

Comparison of the temporospatial parameters and the kinetic data among G1 (control) Hind limb, G2 Operated Hind limb, and G2 Contralateral Hind limb.

Table 3

Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the G1 Hind limb/Forelimb (H/F) with G2 Operated Hind limb/Ipsilateral Forelimb (OH/IF), and G2 Operated Hind limb/Diagonal Forelimb (OH/DF).

| | G1 H/F Mean \pm SD | G2 | G2 | P value | |
|------------------------|-------------------------|--|--|------------------|------------------|
| | | OH/IF Mean \pm SD | OH/DF Mean \pm SD | IF | DF |
| Stance Time (s) | -6.47 \pm 9.33 | -14.61 \pm 12.18 | -15.62 \pm 13.67 | 0.016 | <0.001 |
| Swing Time (s) | 8.62 \pm 7.49 | 18.51 \pm 6.90 | 22.21 \pm 11.40 | <0.001 | <0.001 |
| Gait cycle time (s) | 1.38 \pm 3.40 | 4.23 \pm 4.76 | 5.64 \pm 6.92 | 0.072 | 0.053 |
| Stride Length (m) | -1.34 \pm 2.57 | 0.42 \pm 2.22 | 0.75 \pm 3.76 | 0.018 | 0.013 |
| % of Stance | -7.84 \pm 9.23 | -18.82 \pm 9.78 | -21.20 \pm 12.27 | <0.001 | <0.001 |
| % of Swing | 7.25 \pm 7.39 | 14.31 \pm 7.99 | 16.64 \pm 11.22 | 0.002 | 0.007 |
| PVF (%BW) | -39.00 \pm 12.04 | -47.18 \pm 25.13 | -49.21 \pm 23.60 | 0.078 | 0.05 |
| VI (%BW*s) | -51.83 \pm 13.72 | -63.77 \pm 21.37 | -66.68 \pm 22.59 | 0.003 | 0.01 |
| % of Body Distribution | -39.00 \pm 12.04 | -47.18 \pm 25.13 | -49.21 \pm 23.60 | 0.078 | 0.05 |

Table 4

Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the G1 Right Hind limb/Left Hind limb (RH/LH) with G2 Operated Hind limb/Contralateral Hind limb (OH/CH).

| | G1 RH/LH | G2 OH/CH | P value |
|------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------|
| | Mean \pm SD | Mean \pm SD | |
| Stance Time (s) | 0.15 \pm 3.26 | -9.55 \pm 11.82 | <0.001 |
| Swing Time (s) | -1.19 \pm 4.88 | 12.61 \pm 11.36 | <0.001 |
| Gait cycle time (s) | -0.47 \pm 2.80 | 1.96 \pm 2.59 | 0.02 |
| Stride Length (m) | 0.76 \pm 2.11 | 0.60 \pm 2.26 | 0.838 |
| % of Stance | 0.62 \pm 4.14 | -11.50 \pm 12.13 | 0.001 |
| % of Swing | -0.71 \pm 4.33 | 10.66 \pm 11.31 | 0.002 |
| PVF (%BW) | -0.52 \pm 4.85 | -9.00 \pm 27.48 | 0.258 |
| VI (%BW*s) | -0.93 \pm 6.02 | -18.45 \pm 31.70 | 0.258 |
| % of Body Distribution | -0.52 \pm 4.85 | -9.00 \pm 27.48 | 0.053 |

Table 5

Comparison of the symmetry indices of the kinetic and temporospatial variables of the G1 Right Forelimb/Left Forelimb (RF/LF) with G2 Ipsilateral Forelimb/Diagonal Forelimb (IF/DF).

| | G1 RF/LF | G2 IF/DF | P value |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| | Mean \pm SD | Mean \pm SD | |
| Stance Time (s) | 1.81 \pm 5.36 | -1.03 \pm 4.54 | 0.129 |
| Swing Time (s) | -3.08 \pm 5.62 | 3.77 \pm 8.60 | 0.006 |
| Gait cycle time (s) | -1.31 \pm 2.96 | 1.42 \pm 4.20 | 0.098 |
| Stride Length (m) | 0.20 \pm 1.76 | 0.34 \pm 3.39 | 0.806 |
| % of Stance | 3.12 \pm 5.12 | -2.44 \pm 6.70 | 0.037 |
| % of Swing | -1.77 \pm 6.87 | 2.37 \pm 6.16 | 0.021 |
| PVF (%BW) | -0.82 \pm 5.67 | -2.22 \pm 8.66 | 0.603 |
| VI (%BW*s) | 0.22 \pm 7.28 | -3.52 \pm 8.49 | 0.205 |
| % of Body Distribution | -0.82 \pm 5.67 | -2.22 \pm 8.66 | 0.603 |

Normas da Revista:

Research in Veterinary Science publishes original contributions and review articles on research concerning the health and disease of animals, including studies in comparative medicine.

Types of contribution

1. Original research papers (Regular Papers)
2. Short Communications
3. Review articles

Original research papers should report the results of original research. The material should not have been previously published elsewhere, except in a preliminary form.

Short Communications should not exceed 1600 words and include no more than two tables or figures. They should have an abstract but no other divisions. Typescripts should be clearly marked Short Communication.

Review articles Review articles on veterinary topics are invited for publication. They should give an update on recent advances in a particular field and be targeted at research veterinarians who are not necessarily working in the same field. The length should not exceed 4000 words.

Submission of manuscripts

Submission to Research in Veterinary Science now proceeds online via Elsevier Editorial System - <http://ees.elsevier.com/rvsc>. Authors will be guided step-by-step through uploading files directly from their computers. Authors should select a set of classifications for their papers from a given list, as well as a category designation (Original Research Paper, Short Communication, and so on). Electronic PDF proofs will be automatically generated from uploaded files, and used for subsequent reviewing.

Authors should send queries concerning the submission process or journal procedures to AuthorSupport@elsevier.com. Authors can check the status of their manuscript within the review procedure using Elsevier Editorial System.

Authors submitting hard copy papers will be asked to resubmit using Elsevier Editorial System.

Submission of an article is understood to imply that the article is original and is not being considered for publication elsewhere. Submission also implies that all authors have approved the paper for release and are in agreement with its content. Upon acceptance of the article by the journal, the author(s) will be asked to transfer the copyright of the article to the Publisher. This transfer will ensure the widest possible dissemination of information.

All authors should have made substantial contributions to all of the following:
(1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and

interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted.

Acknowledgements

All contributors who do not meet the criteria for authorship as defined above should be listed in an acknowledgements section. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chair who provided only general support. Authors should disclose whether they had any writing assistance and identify the entity that paid for this assistance.

Conflict of interest

At the end of the text, under a subheading "Conflict of interest statement" all authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organisations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding.

Role of the funding source

All sources of funding should be declared as an acknowledgement at the end of the text. Authors should declare the role of study sponsors, if any, in the study design, in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the manuscript; and in the decision to submit the manuscript for publication. If the study sponsors had no such involvement, the authors should so state.

Language Editing: [Elsevier's Authors Home](#) provides details of some companies who can provide English language and copyediting services to authors who need assistance before they submit their article or before it is accepted for publication. Authors should contact these services directly. For more information about language editing services, please email authorsupport@elsevier.com.

Ethics

Before papers describing animal studies are accepted for publication in Research in Veterinary Science, the authors must satisfy the editors that the work conformed to appropriate ethical standards. Whether or not a particular piece of work is accepted for publication will be decided by the editors whose decision will be final.

The authors should provide written assurances that: (i) The project underwent ethical review and was given approval by an institutional animal care and use committee or by appropriately qualified scientific and lay colleagues. (ii) The care and use of experimental animals complied with local animal welfare laws, guidelines and policies.

The editors expect authors to have adhered to the following general principles: (i) Alternative procedures that replace the use of animals should be used if

possible. Where this is not possible, the animals used should be carefully selected to be the least sentient species possible and of an appropriate strain. (ii) The minimum number of animals should be used consistent with achieving the scientific objectives of the study. (iii) Pain and distress should be minimised by the use of humane endpoints, sedation, anaesthesia, analgesia and post-operative care. (iv) Access to veterinary care must be available at all times. (v) Investigators and personnel that care for and use animals must be trained and possess relevant expertise and training that should be updated regularly. (vi) If animals have to be killed, this should be done humanely according to local euthanasia regulations, such as the Home Office guidelines in the UK or guidelines of the American Veterinary Association Panel on Euthanasia.

Title

Papers should be headed with the full title, the initials and surnames of the authors, and the name and address of the institution where the work was carried out. The full telephone number, Fax number and e-mail address of the corresponding author should also be provided.

Form of Papers

- a) Abstract (not more than 150 words), self-contained and embodying the main conclusions. It should note the relevance to veterinary science as well as the aims and objectives of the work. Sentences such as 'the results are discussed', which merely describe the paper, are not allowed.
- b) Keywords. Please supply a list of up to six keywords that describe the paper.
- c) Introduction.
- d) Materials and methods employed.
- e) Results, as concise as possible. Text, tables and figures illustrating the same data will rarely be permitted.
- f) Discussion and conclusions.
- g) Acknowledgements.
- h) References.
- i) Manuscripts should have **numbered lines**, with wide margins and **double spacing**, throughout, i.e. also for abstracts, footnotes and references. **Every page of the manuscripts, including the title page, references, tables, etc., should be numbered.** However, in the text no reference should be made to page numbers; if necessary one may refer to sections. Avoid excessive usage of italics to emphasize part of the text.

Abbreviation and symbols: Authors are asked to explain each scientific abbreviation at its first occurrence in their papers; for example, complement fixation test (CFT). The policy of the journal with respect to units and symbols is that SI (System International) symbols should be used.

References

1. All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. The manuscript should be carefully checked to ensure that the spelling of author's names and dates are exactly the same in the text as in the reference list.

2. In the text refer to the author's name (without initial) and year of publication, followed - if necessary - by a short reference to appropriate pages. Examples: "Since Peterson (1988) has shown that..." "This is in agreement with results obtained later (Kramer, 1989, pp. 12-16)".
3. If reference is made in the text to a publication written by more than two authors the name of the first author should be used followed by "et al." This indication, however, should never be used in the list of references. In this list names of first author and co-authors should be mentioned.
4. References cited together in the text should be arranged chronologically. The list of references should be arranged alphabetically on author's names, and chronologically per author. If an author's name in the list is also mentioned with co-authors the following order should be used: publications of the single author, arranged according to publication dates - publications of the same author with one co-author - publications of the author with more than one co-author. Publications by the same author(s) in the same year should be listed as 1974a, 1974b, etc.
5. Use the following system for arranging your references:
 - a. For periodicals
Minamoto, T., Honjo, M.N., Yamanaka, H., Tanaka, N., Itayama, T., Kawabata, Z., 2011. Detection of cyprinid herpesvirus-3 DNA in lake plankton. *Research in Veterinary Science* 90, 530-532.
Castillo, V.A., Gomez, N.V., Lalia, J.C., Cabrera Blatter, M.F., Garc?a, J.D., 2008a. Cushing's disease in dogs: Cabergoline treatment. *Research in Veterinary Science* 85, 26-34.
 - b. For books
Blaha, T. (Ed.), 1989. *Applied Veterinary Epidemiology*. Elsevier, Amsterdam, 344 pp.
 - c. For multi-author books
Wilson, M.B., Nakane, P.K., 1978. Recent developments in the periodate method of conjugating horseradish peroxidase (HRPO) to antibodies. In: Knapp, W., Holubar, K., Wick, G. (Eds.), *Immunofluorescence and Related Staining Techniques*. North Holland, Amsterdam, pp. 215-2246.
6. Please do not abbreviate the journal title names e.g. *Research in Veterinary Science* and not *Res Vet Sci*.
7. In the case of publications in any language other than English, the original title is to be retained. However, the titles of publications in non-Latin alphabets should be transliterated, and a notation such as "(in Russian)" or "(in Greek, with English abstract)" should be added.
8. Work accepted for publication but not yet published should be referred to as "in press".
9. References concerning unpublished data and "personal communications" should not be cited in the reference list but may be mentioned in the text.
10. Web references may be given. As a minimum, the full URL is necessary. Any further information, such as Author names, dates, reference to a source publication and so on, should also be given.
11. Articles available online but without volume and page numbers may be referred to by means of their Digital Object identifier (DOI) code.

Illustrations

1. All illustrations (line drawings and photographs) should be submitted as separate files, preferably in TIFF or EPS format.
2. Illustrations should be numbered according to their sequence in the text. References should be made in the text to each illustration.
3. Illustrations should be designed with the format of the page of the journal in mind. Illustrations should be of such a size as to allow a reduction of 50%.
4. Lettering should be big enough to allow a reduction of 50% without becoming illegible. Any lettering should be in English. Use the same kind of lettering throughout and follow the style of the journal.
5. If a scale should be given, use bar scales on all illustrations instead of numerical scales that must be changed with reduction.
6. Each illustration should have a caption. The captions to all illustrations should be typed on a separate sheet of the manuscript.
7. Explanations should be given in the figure legend(s). Drawn text in the illustrations should be kept to a minimum.
8. Photographs are only acceptable if they have good contrast and intensity.
9. If you submit usable colour figures, Elsevier would ensure that these figures appeared free-of-charge in colour in the electronic version of your accepted paper, regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour illustrations can only be included in print if the additional cost of reproduction is contributed by the author: you would receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.
Please note that because of technical complications which may arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version, should you not opt for colour in print), you should submit in addition usable black and white figures corresponding to all colour illustrations.
10. Advice on the preparation of illustrations can be found at the following URL: <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

Preparation of supplementary data

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file.

Tables

1. Authors should take notice of the limitations set by the size and lay-out of the journal. Large tables should be avoided. Reversing columns and rows will often reduce the dimensions of a table.
2. If many data are to be presented, an attempt should be made to divide them over two or more tables.
3. Tables should be numbered according to their sequence in the text. The text

should include references to all tables.

4. Each table should occupy a separate page of the manuscript. Tables should never be included in the text.
5. Each table should have a brief and self-explanatory title.
6. Column headings should be brief, but sufficiently explanatory. Standard abbreviations of units of measurement should be added between parentheses.
7. Vertical lines should not be used to separate columns. Leave some extra space between the columns instead.
8. Any explanation essential to the understanding of the table should be given as a footnote at the bottom of the table.

Copyright

If excerpts from other copyrighted works are included, the Author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by Authors in these cases: contact Elsevier's Rights Department, Oxford, UK: phone (+1) 215 239 3804 or +44(0)1865 843830, fax +44(0)1865 853333, e-mail healthpermissions@elsevier.com. Requests may also be completed online via the Elsevier homepage <http://www.elsevier.com/permissions>.

Material in unpublished letters and manuscripts is also protected and must not be published unless permission has been obtained.

Authors Rights

As an author you (or your employer or institution) may do the following:

- make copies (print or electronic) of the article for your own personal use, including for your own classroom teaching use
- make copies and distribute such copies (including through e-mail) of the article to research colleagues, for the personal use by such colleagues (but not commercially or systematically, e.g., via an e-mail list or list server)
- post a pre-print version of the article on Internet websites including electronic pre-print servers, and to retain indefinitely such version on such servers or sites
- post a revised personal version of the final text of the article (to reflect changes made in the peer review and editing process) on your personal or institutional website or server, with a link to the journal homepage (on elsevier.com)
- present the article at a meeting or conference and to distribute copies of the article to the delegates attending such a meeting
- for your employer, if the article is a 'work for hire', made within the scope of your employment, your employer may use all or part of the information in the article for other intra-company use (e.g., training)
- retain patent and trademark rights and rights to any processes or procedure described in the article
- include the article in full or in part in a thesis or dissertation (provided that this is not to be published commercially)
- use the article or any part thereof in a printed compilation of your works, such as collected writings or lecture notes (subsequent to publication of your article in the journal)
- prepare other derivative works, to extend the article into book-length form, or

to otherwise re-use portions or excerpts in other works, with full acknowledgement of its original publication in the journal

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>).

Proofs

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post). Elsevier now sends PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 available free from <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs. The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/acrrsystemreqs.html#70win>. If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Author Enquiries

For enquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit the journal's homepage at <http://www.elsevier.com/locate/rvsc>. This also provides the facility to track accepted articles and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed.

Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided after registration of an article for publication.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

Research in Veterinary Science has no page charges