

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**ASSOCIAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE NORBERG,
O PERCENTUAL DE COBERTURA DA CABEÇA FEMORAL, O
ÍNDICE CORTICAL E O ÂNGULO DE INCLINAÇÃO NA
DISPLASIA COXOFEMORAL CANINA**

GIOVANA DE LIMA TOCCAFONDO VIEIRA

BELO HORIZONTE

2007

**Associação entre o ângulo de Norberg,
o percentual de cobertura da cabeça femoral,
o índice cortical e o ângulo de inclinação na
displasia coxofemoral canina.**

**Dissertação apresentada à Escola de
Veterinária da Universidade Federal de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção do grau de mestre em Medicina
Veterinária.**

**Área de concentração: Medicina e Cirurgia
Orientador: Prof. Renato Cesar Sacchetto
Tôrres**

**Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária
2007**

Dedico esse trabalho a todos os animais
que doam suas vidas em nome do
ensino e da pesquisa científica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado capacidade e forças para alcançar meus objetivos.

Ao Professor Renato Cesar Sacchetto Tôres pela orientação e pela confiança em mim depositada. Obrigado por ter sido não só um mestre, mas também um grande amigo durante essa jornada.

Ao meu namorado Sérgio com quem aprendi muito. Meu maior incentivador, não teria conseguido sem você... Obrigada por tudo!

À minha família pelo apoio, em especial à minha irmã Manuela que sempre esteve ao meu lado, me ajudando em todas as fases desse trabalho.

Ao Professor Ivan Sampaio pela preciosa ajuda com a análise estatística desse trabalho.

À Professora Cleuza Maria de Faria Rezende pelos ensinamentos e sugestões e pelo exemplo de profissionalismo.

Ao amigo Guilherme Santiago, estagiário de iniciação científica, pela imensa ajuda na realização desse trabalho.

Ao Dr. Eduardo Tavares pelos ensinamentos, disponibilidade e incentivo.

Aos técnicos de radiologia Eduardo e Eli pela atenção.

Aos colegas de pós-graduação pela agradável convivência e apoio.

À Rosilene da Biblioteca da Escola de Veterinária pela ajuda com os artigos.

Aos funcionários do Hospital Veterinário que foram tão gentis e prestativos.

À Nilda do colegiado de pós-graduação que sempre foi muito amável.

Ao Vini que mesmo de tão longe pôde colaborar na redação desse trabalho.

Ao Peter pelo companheirismo.

“A maior recompensa do nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.”

John Ruskin

SUMÁRIO

RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	14
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1 AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA	19
3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 FREQUÊNCIA DA DISPLASIA COXOFEMORAL CANINA	27
4.2 ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS	28
5 CONCLUSÕES.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Frequência da displasia coxofemoral em 220 cães da raça Pastor Alemão e 166 cães da raça Labrador Retriever radiografados no Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG, no período de abril de 1994 a julho de 2006.....	27
Tabela 2- Valores médios do ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical, mensurados em radiografias de cães machos e fêmeas das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.	29
Tabela 3- Valores médios do ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical de cães normais e displásicos das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.	29
Tabela 4- Coeficientes de correlação das variáveis estudadas com as componentes principais, de cães das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.....	30

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Desenho esquemático do fêmur de cão, ilustrando o ângulo de inclinação (AI). Adaptado de: Weigel e Wasserman (1992). 17
- Figura 2- Desenho esquemático do fêmur de cão, ilustrando o ângulo de anteversão (AT). Fonte: Weigel e Wasserman (1992). 17
- Figura 3- Desenho esquemático da articulação coxofemoral de cão, ilustrando as forças que agem sobre a articulação do quadril no plano transversal. Fa= força dos músculos abdutores; Fo= peso corporal; Fk= força de reação do solo; Fh= força total sobre a articulação coxofemoral. Os ângulos importantes a serem considerados são o ângulo de inclinação (θ_n) e o ângulo da força total do quadril (θ_h). O aumento do ângulo de inclinação (θ_n) resulta em aumento na força dos músculos abdutores (Fa) e conseqüentemente no aumento da força sobre a cabeça do fêmur (Fh). Adaptado de Arnoczky e Torzilli (1981). 18
- Figura 4- Radiografia ventro-dorsal da pelve de cão da raça Labrador Retriever, ilustrando a mensuração dos ângulos de Norberg direito (110°) e esquerdo (108°). 19
- Figura 5- Detalhe da imagem radiográfica da articulação coxofemoral de cão, ilustrando como o percentual de cobertura da cabeça do fêmur (PC) é calculado [$PC = (a \div b) \times 100$]. 20
- Figura 6- Radiografia de um cão da raça Pastor Alemão na posição padrão utilizada no diagnóstico da DCF. No fêmur direito está ilustrada a mensuração do índice cortical (IC) segundo a fórmula [$IC = (AB - CD) \div AB$] x100. No fêmur esquerdo está ilustrada a mensuração do ângulo de inclinação da cabeça e colo femorais (145°). 20
- Figura 7- Radiografia pélvica de cadela da raça Pastor Alemão de 12 meses de idade com articulações coxofemorais normais. Os ângulos de Norberg são 106° e 105° 21
- Figura 8- Radiografia pélvica de cão da raça Pastor Alemão de 13 meses de idade, suspeito de displasia coxofemoral. Os ângulos de Norberg são 106° e 105° , porém a cabeça do fêmur e o acetábulo estão levemente incongruentes. 21
- Figura 9- Radiografia pélvica de cão da raça Labrador Retriever de 18 meses de idade com displasia coxofemoral leve. Os ângulos de Norberg são 102° e 105° . A cabeça do fêmur apresenta-se levemente achatada. 1
- Figura 10- Radiografia pélvica de cadela da raça Labrador Retriever de 38 meses de idade com displasia coxofemoral média. Os ângulos de Norberg são 96° e 91° . A cabeça femoral encontra-se achatada e subluxada. Observa-se a presença de osteófitos na cabeça e colo do fêmur. 1
- Figura 11- Radiografia da pelve de cadela da raça Pastor Alemão de 16 meses de idade com displasia coxofemoral grave. Os ângulos de Norberg são 87° e 90° . A subluxação bilateral é evidente e as alterações osteoartróticas podem ser vistas em ambas as articulações. 1
- Figura 12- Representação gráfica tridimensional das variáveis estudadas segundo os eixos principais (a coordenada do terceiro eixo está após a seta, que mostra a direção do mesmo. A seta para cima indica que a variável está localizada no quadrante superior do terceiro eixo; a seta para baixo indica que a variável está localizada no quadrante inferior do terceiro eixo). 30

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar a associação entre o grau de displasia coxofemoral (DCF) e ângulo de inclinação, ângulo de Norberg, índice cortical, percentual de cobertura da cabeça femoral, raça, sexo e idade, e avaliar a frequência da DCF em cães das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever submetidos à avaliação radiográfica para a DCF na Escola de Veterinária da UFMG. Foram avaliadas 386 radiografias, sendo 220 de Pastores Alemães (112 machos e 108 fêmeas) e 166 de Labradores Retriever (69 machos e 97 fêmeas). As radiografias foram classificadas segundo o grau de displasia coxofemoral, e foram mensurados o ângulo de inclinação, o ângulo de Norberg, o índice cortical e o percentual de cobertura da cabeça femoral em ambos os lados. As variáveis foram associadas mediante análise estatística multivariada de componentes principais. A frequência da DCF neste estudo em cães da raça Pastor Alemão foi 83,6% e na raça Labrador Retriever foi 63,3%, sendo bastante elevada. A raça Pastor Alemão apresentou menores valores de índice cortical e graus de DCF comparado à raça Labrador Retriever. As variáveis índice cortical e ângulo de inclinação foram inversamente associadas. Maiores ângulos de inclinação foram associados a menores ângulos de Norberg e menores percentuais de cobertura. Foi observado que com a idade, os animais apresentaram menores ângulos de Norberg, menor porcentagem de cobertura e maior grau de DCF. Nesse estudo as fêmeas foram associadas a menores porcentagens de cobertura, menores ângulos de Norberg e maiores graus de DCF. Pode-se concluir que o ângulo de inclinação e o índice cortical não demonstraram associação com a DCF.

Palavras-chave: displasia coxofemoral, cão, radiologia, análise multivariada de componentes principais.

ABSTRACT

The main goal of this study were to evaluate the association of factors such as Norberg and inclination angles, cortico-medullary index, percentage coverage of the femoral head, breed, sex and age to the development of canine hip dysplasia (CHD) in German Shepherd Dogs and Labrador Retrievers. 386 radiographs of the pelvis were evaluated, being 220 of German Shepherd Dogs (112 males e 108 females) and 166 of Labrador Retrievers (69 males e 97 females). The radiographs were graded for degree of dysplasia. The Norberg and inclination angles, cortico-medullary index and percentage coverage of the femoral head were measured and associated using multivariate statistical of principal components analysis. The frequency of hip dysplasia in German Shepherds Dogs was 83.6% and 63.3% in Labrador Retrievers. The incidence of CHD in both breeds studied was high. The results indicated that German Shepherds Dogs showed lower cortico-medullary index and CHD degree than those of Labrador Retrievers. The cortico-medullary index and inclination angle were inversely associated. The more the inclination angle, the less Norberg angle and percentage coverage of the femoral head. It was observed that with age, animals showed lower Norberg angles and percentage coverage of the femoral head, thus more CHD severity. Females were associated to lower femoral head coverage and Norberg angles, and more severe degree of CHD. Femoral inclination angle and cortico-medullary index did not demonstrate a correlation to CHD.

Keywords: hip dysplasia, dog, radiology, principal component analysis.

1 INTRODUÇÃO

A displasia coxofemoral (DCF) é uma patologia do desenvolvimento de etiologia complexa que acomete o homem e a maioria dos animais domésticos. A palavra “displasia” significa desenvolvimento anormal (“*dys*” em grego significa anormal e “*plassein*” formação). É uma doença biomecânica na qual a instabilidade do quadril em cães jovens altera a concentração de forças no fêmur e acetábulo em crescimento, afetando o desenvolvimento ósseo e resultando em conformação articular anormal e doença articular secundária (Kapatkin et al., 2002; Smith, 2004).

A DCF tem sido intensivamente estudada desde a sua primeira descrição em 1935 (Banfield et al., 1996). Os pesquisadores concluíram que os cães nascem com articulações coxofemorais normais, e que as anormalidades associadas à patologia surgem à medida que os filhotes crescem. Desde então, vários cientistas estão tentando responder quais fatores influenciam o desenvolvimento da doença (Tomlinson e McLaughlin Jr., 1996).

A DCF é uma malformação genética de alta prevalência, debilitante, que causa dor, desconforto, e diminuição da vida útil para o trabalho de animais acometidos (Smith et al., 1990). Apesar de inúmeras pesquisas e programas de acasalamentos, a doença continua a exercer um grande impacto financeiro e emocional em proprietários e criadores (Fries & Remedios, 1995).

A ocorrência da patologia é maior em cães de porte grande como o Labrador Retriever e o Pastor Alemão, porém cães de raças pequenas também podem ser acometidos. A DCF é de origem multifatorial e a causa definitiva ainda não foi estabelecida. Fatores como idade, raça, sexo, tamanho do animal, conformação, nutrição e massa muscular pélvica têm sido implicados no

desenvolvimento da doença, entretanto a frouxidão articular é o fator primário na articulação para se tornar displásica (Wallace, 1987; Martinez, 1997).

A associação empírica entre frouxidão articular e doença articular degenerativa (DAD) formou a base dos métodos de diagnóstico da DCF em todo o mundo. Alguns parâmetros como o ângulo de Norberg e o percentual de cobertura da cabeça femoral pelo acetábulo são utilizados para a mensuração da frouxidão articular. Entretanto, alguns autores acreditam que essas variáveis não são eficazes na predição da DCF (Smith et al., 1995).

As alterações biomecânicas da articulação do quadril provocadas pela instabilidade articular estão relacionadas à patogênese da DCF. O perfeito desenvolvimento e funcionamento da articulação dependem do equilíbrio das forças atuantes sobre a articulação e das relações anatômicas entre os componentes ósseos e as estruturas de sustentação. Assim, a morfologia do fêmur exerce um papel importante na magnitude e distribuição de forças na articulação coxofemoral, e qualquer variação poderá alterar a estabilidade articular. O ângulo formado entre o colo e o eixo do fêmur, chamado de ângulo de inclinação, já foi relacionado à instabilidade do quadril em certas raças de cães acometidos pela DCF (Weigel e Wasserman, 1992). Entretanto, a associação entre ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical é desconhecida e escassamente pesquisada.

Vários fatores estão relacionados no desenvolvimento da DCF. Porém, na maioria dos estudos sobre a associação desses fatores com a doença, são aplicados testes estatísticos utilizando-se a análise individual de um fator sobre a DCF. Quando se dispõe de um grande número de variáveis, é importante compreender como estas variáveis estão se comportando e se

relacionando. É nesse contexto que a análise multivariada aparece como uma ferramenta fundamental.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a associação de fatores como ângulo de Norberg, percentual de cobertura da cabeça femoral, ângulo de inclinação, índice cortical, raça, sexo e idade, e verificar quais variáveis estão mais relacionadas à DCF.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1935, Schnelle publicou a primeira descrição radiográfica da displasia coxofemoral canina, e a doença, que acreditavam ser rara, foi chamada “subluxação congênita bilateral” (Kapatkin et al., 2002). Henricson et al. (1966) definiram a DCF como graus variados de frouxidão da articulação do quadril, permitindo subluxação durante a fase jovem, ocasionando níveis diferentes de arrasamento do acetábulo e achatamento da cabeça do fêmur, levando inevitavelmente à osteoartrite. Atualmente, é aceito que a frouxidão articular é a característica primária e fundamental na DCF (Wallace, 1987; Fries e Remedios, 1995; Popovitch et al., 1995; Smith et al., 1995; Martinez, 1997; Smith, 1998; Kapatkin et al., 2002).

A verdadeira prevalência da DCF em cada raça é desconhecida. A maioria das associações de criadores permite o envio voluntário das radiografias do quadril, então acredita-se que sejam enviadas às associações apenas radiografias de animais que possuam boa conformação da articulação coxofemoral (Corley e Hogan, 1985). No estudo conduzido por Rettenmaier et al. (2002) nos Estados Unidos, a prevalência da DCF foi 32,9 % na raça Pastor Alemão e 27,4 % em Labradores Retriever. Em levantamentos sobre a prevalência da patologia em Minas Gerais em cães nas raças Pastor Alemão e Labrador

Retriever foi observada uma frequência de 72,4% e 74,2% respectivamente (Tôrres, 1993; Tôrres et al., 2001), estando bem acima dos percentuais encontrados em outros países.

A DCF é geralmente bilateral, com grau igual ou similar de frouxidão articular e DAD em ambos os membros. Entretanto, em alguns casos um lado pode ser mais comprometido que o outro. A frequência de DCF unilateral varia dependendo da raça, ocorrendo em 3 a 30% dos casos (Banfield et al., 1996; Cook et al., 1996). Um estudo mostrou que 17,5% dos Pastores Alemães e 25,0% dos cães da raça Labrador Retriever tinham apresentação unilateral da patologia (Citi et al., 2005).

Acredita-se que o sexo não seja um fator relacionado ao desenvolvimento da DCF em cães, pois machos e fêmeas são acometidos na mesma frequência (Lust et al., 1985; Wallace, 1987; Popovitch et al., 1995; Martinez, 1997; Maki et al., 2000; Rettenmaier et al., 2002), ao contrário dos humanos onde as fêmeas representam 80% dos casos (Fries e Remedios, 1995).

A DCF é causada pela interação de centenas de genes, cada um contribuindo para uma parte da doença, onde a gravidade é determinada pelo número de genes anormais presentes. (Lust et al., 1985; Fries e Remedios, 1995). A patologia tem herança multifatorial, isto é, a expressão genética em indivíduos acometidos pode ser modificada por fatores ambientais. Esses fatores isoladamente não causam displasia, mas podem alterar a manifestação e a gravidade da doença. Isso significa que dois animais com o mesmo genótipo para DCF podem ter fenótipos diferentes (um normal e outro displásico), devido às diferenças no ambiente em que vivem (Fries e Remedios, 1995). Foi demonstrado que animais carreadores dos genes para DCF, isto é, genotipicamente anormais, poderiam permanecer fenotipicamente normais até 8

anos de idade se forem alimentados com uma dieta “protetora” (Kealy et al., 2000).

A nutrição é um dos fatores mais importantes relacionados ao desenvolvimento da DCF. A administração de dietas de alto nível energético está associada ao aumento na incidência da doença, sendo responsável pelo aumento na taxa de ganho de peso observada em filhotes de raças grandes e de crescimento rápido. O aumento do peso do filhote exerce um estresse biomecânico extra sobre a articulação. Se a instabilidade do quadril já está presente, a força mecânica adicional sobre o quadril irá contribuir para a manifestação da doença (Wallace, 1987). A limitação de 25% no consumo de alimento em filhotes de Labrador Retriever durante a fase de crescimento reduziu a frequência e retardou a progressão da osteoartrite do quadril (Kealy et al., 1992; Kealy et al., 1997).

Massa muscular pélvica subdesenvolvida em cães jovens está também associada à DCF. Popovitch et al. (1995) observaram que cães da raça Rottweiler são menos susceptíveis ao desenvolvimento de DCF por terem a musculatura pélvica mais desenvolvida e, portanto mais tolerante à frouxidão articular quando comparado com o Pastor Alemão. Entretanto, Tomlinson e MacLaughlin Jr. (1996) afirmaram que como o Rottweiler é uma raça com alta incidência de DCF, é provável que a massa muscular subdesenvolvida seja consequência da DCF e não a causa.

A taxa de exercício é outro fator ambiental relacionado à DCF. O exercício é necessário para desenvolver a massa muscular. Entretanto, como a DCF é uma alteração biomecânica causada pelo aumento da força sobre o esqueleto imaturo, o excesso e/ou exercícios de alto impacto podem acelerar o desenvolvimento de alterações degenerativas em cães com instabilidade articular (Montgomery, 1998).

Os cães geneticamente predispostos à DCF nascem com articulações normais. A articulação coxofemoral se mantém estável pelas primeiras 2 semanas de vida. O desenvolvimento normal do quadril depende da congruência total entre o acetábulo e a cabeça do fêmur. A estabilidade da articulação é mantida pelos tecidos moles entre a pelve e o fêmur como o ligamento redondo, a cápsula articular e a musculatura. Se durante o crescimento, as estruturas de sustentação não se desenvolvem na mesma taxa que as estruturas ósseas, e a demanda do esqueleto excede a capacidade de sustentação dos tecidos moles, a congruência da articulação não é mantida, permitindo a subluxação da cabeça femoral (Wallace, 1987; Alexander, 1992).

A instabilidade articular ocasiona o deslocamento lateral da cabeça do fêmur, alterando a biomecânica da articulação e a orientação das forças durante a movimentação do animal, levando à concentração do peso em certas áreas, provocando irritação e lesões de várias estruturas articulares (Alexander, 1992; Fries e Remedios, 1995). A erosão da cartilagem articular inicia a cascata de liberação de mediadores inflamatórios como as citocinas, levando ao quadro de DAD (Kapatkin et al., 2002).

À medida que a degeneração articular se desenvolve e as forças biomecânicas anormais continuam a agir sobre a articulação, o acetábulo se torna raso e a cabeça femoral fica achatada, principalmente na área de maior sustentação do peso. Formam-se osteófitos nas margens articulares levando ao espessamento do colo do fêmur e a borda acetabular se torna irregular. A esclerose do osso subcondral se desenvolve, sendo mais aparente na borda acetabular crânio-dorsal (MacLaughlin Jr. e Tomlinson, 1996).

O histórico e a apresentação clínica da DCF é variável. Alguns cães podem estar normais

enquanto outros apresentam claudicação intensa. A intensidade da dor e os sinais clínicos associados não se relacionam com as alterações na morfologia da articulação. A progressão da doença também varia entre os animais (Fries e Remedios, 1995; Tomlinson e McLaughlin Jr., 1996).

Em geral, dois grupos de cães acometidos com DCF são clinicamente reconhecidos. O primeiro grupo formado por animais de 4 a 12 meses de idade geralmente apresentam um aparecimento agudo dos sinais clínicos. Esses animais demonstram diminuição da atividade física acompanhada de dor e/ou claudicação dos membros pélvicos. A causa tem sido atribuída à efusão articular, estiramento do ligamento redondo, sinovite, microfaturas no acetábulo, e erosão da cartilagem articular. A maioria desses animais apresenta atrofia da musculatura pélvica (Wallace, 1987; Tomlinson e McLaughlin Jr., 1996).

O segundo grupo é composto por cães maiores de 12 meses, e os sinais clínicos resultam das alterações degenerativas na articulação. Os sinais na maioria das vezes estão ocultos, porém podem se apresentar repentinamente como resultado de trauma. Esses animais geralmente apresentam claudicação bilateral especialmente após o exercício, crepitação articular, restrição dos movimentos (principalmente de extensão), e hipotrofia muscular dos membros posteriores. Em ambos os grupos os sinais clínicos podem incluir dificuldade em levantar-se e relutância para subir ou descer escadas (Wallace, 1987; Cook et al., 1996). A marcha semelhante a um coelho também pode ser observada (Cargill e Thorpe-Vargas, 1995; Martinez, 1997).

O diagnóstico da DCF é feito através do histórico do animal, sinais clínicos e métodos de palpação para a identificação da frouxidão articular. Entretanto, o diagnóstico definitivo só pode ser estabelecido através

de avaliação radiográfica da pelve (Smith, 2004).

Os primeiros esforços para se padronizar os critérios radiográficos no diagnóstico da DCF foram feitos em 1961 pela Associação Americana de Medicina Veterinária (American Veterinary Medical Association - AVMA). Foi então instituída a posição radiográfica que é considerada padrão em todo o mundo. A radiografia deve ser feita com o animal posicionado em decúbito dorsal, com os membros posteriores estendidos e os fêmores paralelos entre si e em relação à coluna vertebral. As patelas devem estar centralizadas nos côndilos femorais através da rotação interna dos membros pélvicos e a pelve em simetria (Henry, 1992; Lust et al., 1993; Corley et al., 1997; Smith, 1997).

Embora o posicionamento da pelve e dos fêmores em relação ao filme sejam diferentes nas projeções ventro-dorsal (VD) e dorso-ventral (DV), não existe diferença na avaliação radiográfica da DCF utilizando-se radiografias feitas nas posições VD e DV em animais sedados. Ainda que o decúbito esternal seja mais facilmente aceito pelo animal que o decúbito dorsal, o posicionamento correto dos membros posteriores é mais difícil de ser alcançado (Saunders et al., 1999).

O diagnóstico definitivo da DCF depende da identificação de frouxidão articular ou sinais de DAD. Embora o posicionamento ventro-dorsal tenha se tornado padrão, o critério de pontuação e a idade na qual os animais devem ser avaliados variam consideravelmente. Nos Estados Unidos, a Fundação de Ortopedia para Animais (Orthopedic Foundation for Animals - OFA) avalia os animais aos 2 anos de idade, e classifica as articulações em normais (excelente, boa, regular), suspeitas ou displásicas (leve, moderada e grave) (Kapatkin et al., 2002). Na Inglaterra, um critério de pontuação subjetivo de 106

pontos é utilizado na avaliação de cães a partir de 12 meses de idade (Wood e Lakhani, 2003). No Brasil, o critério de classificação utilizado é o mesmo adotado pela Federação Cinológica Internacional (FCI), sendo similar ao usado pela OFA, porém com apenas uma classificação para articulações normais (Tôrres, 1993; Maki et al., 2000). Alguns métodos de avaliação são puramente subjetivos, enquanto outros incorporam mensurações objetivas como o ângulo de Norberg e a porcentagem de cobertura da cabeça do fêmur (Kapatkin et al., 2002; Smith, 2004).

A OFA não exige que os animais sejam anestesiados para o exame radiográfico. Entretanto, a maioria dos autores recomenda o uso de anestesia ou sedação profunda para permitir o posicionamento adequado do paciente e fornecer uma avaliação correta da qualidade da articulação coxofemoral (Wallace, 1987; Henry, 1992; McLaughlin e Tomlinson, 1996).

Quanto menor for a idade do cão quando da realização do exame, menor será a confiabilidade da avaliação radiográfica, sobretudo em animais classificados entre os fenótipos regular ou levemente displásico. Cerca de 80% dos cães displásicos somente demonstram evidências radiográficas de DCF aos 12 meses de idade (Wallace, 1987). A confiabilidade das avaliações aumenta significativamente à medida que a idade aumenta (Swenson et al., 1997). Proporções elevadas de resultados falso-negativos em avaliações da articulação coxofemoral de animais entre 3 a 18 meses de idade justificam a indicação da idade mínima de 2 anos para a avaliação da articulação coxofemoral (Corley et al., 1997).

O diagnóstico da DCF depende da evidência radiográfica de subluxação (frouxidão articular), DAD ou ambos. Os sinais radiográficos da DAD incluem formação de osteófitos periarticulares, esclerose óssea subcondral na borda crânio-dorsal do

acetábulo, presença de osteófitos nas margens caudal ou cranial do acetábulo, e remodelação óssea devido ao desgaste crônico. A subluxação da articulação coxofemoral frequentemente é o único achado radiográfico no início da doença, sendo que os sinais radiográficos nem sempre se correlacionam com a gravidade dos sinais clínicos (Smith, 1998; Torres, 2003). Para cada animal avaliado, a articulação coxofemoral mais gravemente acometida (direita ou esquerda) determina a classificação do animal (Tomlinson e Johnson, 2000).

O ângulo de Norberg é uma mensuração da frouxidão articular visível na projeção padrão, sendo um dos critérios utilizados pela FCI na determinação da qualidade do quadril (normal ou displásico). Ângulos de Norberg menores que 105° denotam subluxação (Henry, 1992, McLaughlin Jr. e Tomlinson, 1996). Kealy et al. (1992) observaram uma correlação positiva entre o ângulo de Norberg mensurado aos 7 meses de idade e o fenótipo do animal aos 2 anos de vida. Entretanto, alguns autores afirmam que a utilização do valor de 105° para a diferenciação entre animais normais e displásicos, resulta em grande número de resultados falso-negativos e falso-positivos para DCF. Cada raça possui conformação pélvica distinta e portanto os valores do ângulo de Norberg que distinguiriam animais normais e displásicos deveriam ser específicos para cada raça (Smith, 1995; Culp et al., 2006).

A subluxação articular também pode ser quantificada através do cálculo do percentual da cabeça do fêmur coberto pelo acetábulo. Quanto maior a porcentagem de cobertura da cabeça femoral, mais congruente é a articulação. Pelo critério de avaliação da OFA, menos de 50% da cabeça femoral coberta pelo acetábulo é indicativo de subluxação (McLaughlin Jr. e Tomlinson, 1996). Foi demonstrada forte correlação positiva entre o ângulo de Norberg e o

percentual de cobertura da cabeça do fêmur em animais normais e displásicos (Lust et al., 1993; Tomlinson e Johnson, 2000).

A carga de força sobre a articulação coxofemoral é determinada pelo peso do animal, conformação e atividade. Quando um cão está em estação, 30 a 40% do peso corporal está distribuído sobre os membros pélvicos. Durante a movimentação, no entanto, a articulação coxofemoral pode sustentar três vezes o peso corporal (Cook et al., 1996).

A quantidade de força imposta à articulação coxofemoral é influenciada pelo ângulo de inclinação do fêmur, também chamado de ângulo cérvico-diafisário (Fig. 1). Esse ângulo formado pela junção da cabeça e colo na região proximal do fêmur é biomecanicamente importante na transferência de forças do fêmur para o acetábulo. Um aumento ou diminuição neste ângulo resulta em mudanças correspondentes nas forças intra-articulares e podem contribuir para as alterações patofisiológicas da DCF (Hauptman et al., 1985; Wallace, 1987).

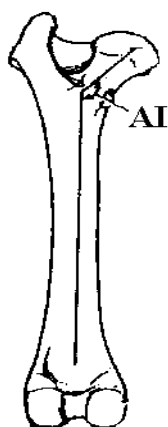


Figura 1- Desenho esquemático do fêmur de cão, ilustrando o ângulo de inclinação (AI). Adaptado de: Weigel e Wasserman (1992).

Os valores médios relatados do ângulo de inclinação variam em função do método de

mensuração. O valor médio do ângulo de inclinação de cães normais mensurado pelo método A descrito por Hauptman et al. (1979) era $146,2^\circ \pm 4,8^\circ$, enquanto pelo método B era $129,4^\circ \pm 4,9^\circ$. Os autores afirmaram que o método A é mais preciso, pois o método B incorpora uma crista de osso entre o trocânter maior e a cabeça do fêmur, ocasionando maior possibilidade de erro na mensuração. Schawalder e Sterchi (1981) observaram que o ângulo de inclinação varia em função da raça do animal. O valor médio do ângulo de inclinação de cães normais das raças Pastor Alemão e São Bernardo mensurado pelo método biplanar foi $147,5^\circ$ e $154,3^\circ$ respectivamente.

O ângulo de inclinação é positivamente correlacionado com o ângulo de anteversão. O ângulo de anteversão corresponde àquele formado entre a cabeça e o colo femoral em relação aos côndilos do fêmur no plano transversal (Fig. 2). O ângulo de anteversão médio relatado em cães normais é $26,97^\circ$. Quanto maior o ângulo de anteversão, maior será o ângulo de inclinação mensurado na radiografia. O ângulo de inclinação real deve ser calculado com a cabeça e o colo femoral em 0° de anteversão (Hauptman et al., 1985).

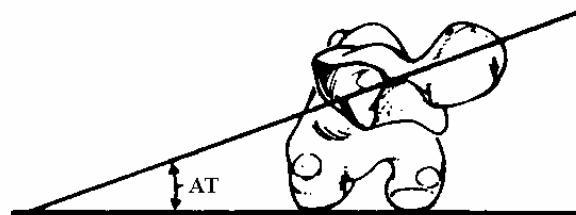


Figura 2- Desenho esquemático do fêmur de cão, ilustrando o ângulo de anteversão (AT). Fonte: Weigel e Wasserman (1992).

O aumento do ângulo de inclinação (coxa valga) resulta na diminuição da distância entre a cabeça e o trocânter maior do fêmur. Conseqüentemente, os músculos abdutores do quadril devem exercer uma força maior para manter o equilíbrio da articulação

coxofemoral. À medida que os músculos exercem mais força para manter a articulação na posição, essa força é aplicada aos ossos da articulação coxofemoral, resultando em aumento da força sobre a cabeça do fêmur (Fig. 3). Este estresse anormal sobre a articulação coxofemoral potencializa a frouxidão articular, a incongruência e a DAD (Arnoczky e Torzilli, 1981; Weigel e Wasserman, 1992; Cook et al., 1996; Tomlinson e McLaughlin Jr., 1996).

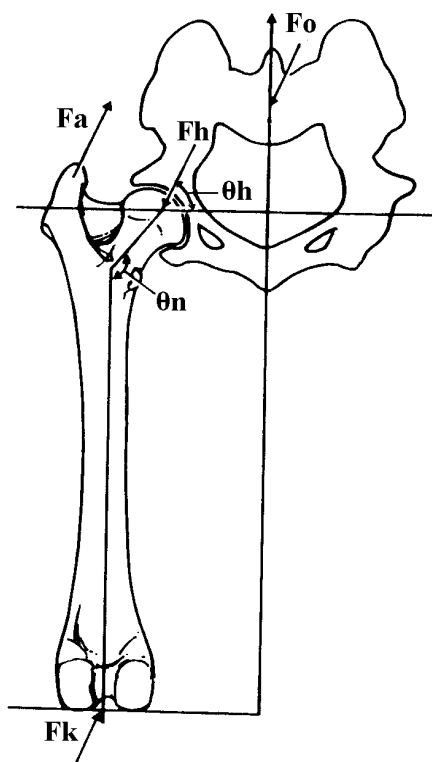


Figura 3- Desenho esquemático da articulação coxofemoral de cão, ilustrando as forças que agem sobre a articulação do quadril no plano transversal. Fa= força dos músculos abdutores; Fo= peso corporal; Fk= força de reação do solo; Fh= força total sobre a articulação coxofemoral. Os ângulos importantes a serem considerados são o ângulo de inclinação (θ_n) e o ângulo da força total do quadril (θ_h). O aumento do ângulo de inclinação (θ_n) resulta em aumento na força dos músculos abdutores (Fa) e conseqüentemente no aumento da força sobre a cabeça do fêmur (Fh). Adaptado de Arnoczky e Torzilli (1981).

A associação entre o ângulo de inclinação e a DCF foi pesquisada por Hauptman et al. (1985), que concluíram que o ângulo de inclinação não interfere no desenvolvimento da DCF, pois não foi observada diferença significativa entre o ângulo de inclinação de animais normais ($143,1^\circ \pm 0,4^\circ$) e displásicos ($142,8^\circ \pm 0,7^\circ$). Resultado semelhante foi observado por Tôrres (1993), Banfield et al. (1996) e Sarierler (2004).

Tanto a geometria óssea quanto a densidade mineral são importantes nas propriedades biomecânicas do osso (Brianza et al. 2006). O esqueleto possui a incrível capacidade de redefinir sua massa e sua morfologia para se adaptar à demanda funcional e metabólica. Apesar da predeterminação genética da forma e da estrutura (cortical e medular) de cada osso, o formato ósseo, a anatomia e as propriedades mecânicas como rigidez e força são adaptadas aos estímulos mecânicos que ocorrem durante toda a vida do animal (Taylor et al., 1996; Sommerfeldt e Rubin, 2001). Foi observado que em casos de doenças esqueléticas, a proporção entre osso compacto e osso esponjoso pode alterar consideravelmente. A relação entre o diâmetro da cavidade medular de um osso e a espessura de sua cortical reflete a estrutura do osso, e pode ser quantificada através do cálculo do índice cortical. O valor do índice cortical pode mudar em casos de doenças sistêmicas ou em resposta às forças biomecânicas atuantes sobre o osso (Hartung e Hasselt, 1988; Loveridge, 1999).

A espessura da cortical está associada à rigidez do osso, sendo esta rigidez dependente da quantidade de forças que esse osso é submetido (Palierne et al., 2006). No fêmur normal, as corticais mediais estão principalmente sob efeito de forças de compressão, enquanto as corticais laterais estão sob efeito das forças de tração (Page et al., 1993). As forças de compressão promovem deposição e produção de osso, resultando no aumento da espessura cortical, enquanto as forças de tração estimulam a

reabsorção e conseqüente diminuição da espessura cortical (Pernell et al., 1994).

A remodelação óssea associada à DCF foi pesquisada por Hartung e Hasselt (1988) que avaliando o fêmur de animais normais e displásicos, observaram que o índice cortical de cães displásicos era menor que o de cães normais somente em animais acima de 3 anos de idade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Avaliação radiográfica

Foram avaliadas 386 radiografias de cães de ambos os sexos, sendo 220 radiografias de cães Pastores Alemães (112 machos e 108 fêmeas) e 166 de Labradores Retriever (69 machos e 97 fêmeas). Os animais, provenientes de criatórios particulares e do canil da Polícia Militar do Estado de Minas Gerais, foram encaminhados ao Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG para a realização de laudo radiográfico para DCF e não apresentavam sintomatologia clínica da doença. A idade dos animais variou entre 7 meses a 8 anos. Os cães foram radiografados utilizando-se o aparelho de Raio-X¹ da Escola de Veterinária da UFMG.

Para a realização dos exames radiográficos, os animais foram tranquilizados utilizando-se cloridrato de xilazina² na dose de 1 mg/kg (IM). Foi realizada uma incidência radiográfica na posição padrão utilizada para o diagnóstico da DCF, com os animais posicionados em decúbito dorsal, com os membros posteriores completamente estendidos, os fêmores paralelos entre si e em relação à coluna vertebral e a pélvis em simetria. Foram utilizados filmes de tamanho 30 x 40 cm.

¹ Aparelho VMI – VMI Ind. Aparelhos Radiológicos.

² Rompum R – Lab. Bayer do Brasil S. A.

Com o auxílio de um negatoscópio, foram mensurados o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, o índice cortical e o ângulo de inclinação.

A mensuração do ângulo de Norberg (Fig. 4) seguiu a técnica descrita por Brass et al. (1978). Utilizando-se uma transparência com círculos concêntricos foi localizado o centro da cabeça do fêmur. Foi traçada uma linha unindo o centro das cabeças dos fêmores direito e esquerdo, e outra linha a partir de cada um desses centros tangenciando a borda crânio-lateral do acetábulo do mesmo lado, sendo formado um ângulo do lado direito e outro do lado esquerdo. Com o auxílio de um transferidor os ângulos foram mensurados.

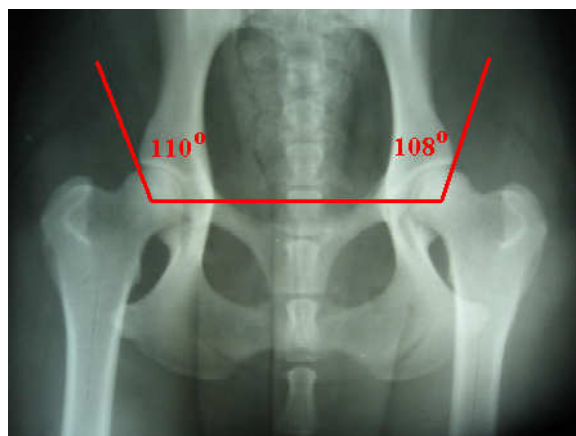


Figura 4- Radiografia ventro-dorsal da pelve de cão da raça Labrador Retriever, ilustrando a mensuração dos ângulos de Norberg direito (110°) e esquerdo (108°).

O percentual de cobertura da cabeça femoral (Fig. 5) foi calculado medindo o comprimento da cabeça femoral posicionada dentro do acetábulo, dividindo este valor pelo diâmetro da cabeça do fêmur e multiplicando por 100 (Tomlinson e Johnson, 2000).



Figura 5- Detalhe da imagem radiográfica da articulação coxofemoral de cão, ilustrando como o percentual de cobertura da cabeça do fêmur (PC) é calculado [$PC = (a \div b) \times 100$].

Para o cálculo do índice cortical (Fig. 6), determinou-se o ponto médio do fêmur entre o limite proximal do trocânter maior e o limite distal do côndilo lateral. Dois locais distintos do osso foram utilizados para a mensuração: um 0,5 cm acima e outro 0,5 cm abaixo do ponto médio do comprimento do fêmur. As espessuras do osso compacto medial e lateral em cada um desses pontos foram mensuradas, e a soma desses valores foi dividida pela espessura total do osso e multiplicada por 100. O índice cortical de cada lado foi obtido a partir da média dos valores dos índices calculados nos dois pontos distintos de cada fêmur (Hartung e Hasselt, 1988).

Para a mensuração do ângulo de inclinação da cabeça do fêmur (Fig. 6) utilizou-se o método A descrito por Hauptman et al. (1979). O fêmur foi seccionado ao longo de seu comprimento. O ponto mais distal da fossa trocântérica foi identificado e então foi traçada uma linha a partir desse ponto, perpendicular ao eixo do fêmur, em direção ao córtex medial do fêmur. Esta linha foi então seccionada. Traçou-se uma linha passando pelos pontos de secção da cabeça e do colo femoral. O ângulo formado entre essa linha e o eixo do fêmur é chamado de ângulo de inclinação.



Figura 6- Radiografia de um cão da raça Pastor Alemão na posição padrão utilizada no diagnóstico da DCF. No fêmur direito está ilustrada a mensuração do índice cortical (IC) segundo a fórmula [$IC = (AB - CD) \div AB \times 100$]. No fêmur esquerdo está ilustrada a mensuração do ângulo de inclinação da cabeça e colo femorais (145°).

O ângulo de inclinação real deve ser calculado com a cabeça e o colo femoral em 0° de anteversão. O ângulo de inclinação mensurado foi corrigido através da fórmula trigonométrica de Webber (Formula nº 2) descrita por Hauptman et al. (1979), sendo o ângulo de anteversão corrigido para 0° . Para a aplicação da fórmula, considerou-se o valor médio do ângulo de anteversão de 27° , já que o ângulo de anteversão não foi calculado neste estudo.

Webber Formula nº 2: $Cot B = Cot B_2 \times Cos \theta$

onde: B = ângulo de inclinação real; B_2 = ângulo de inclinação mensurado; θ = ângulo de anteversão real (27°)

Após as mensurações, as radiografias foram analisadas e classificadas segundo os critérios propostos pela FCI (Brass et al., 1978) e adotada pelo serviço de radiologia do Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG, sendo divididas em 5 categorias:

- **Normal:** a cabeça do fêmur e o acetábulo encontram-se congruentes, a borda acetabular crânio-lateral apresenta-se pontiaguda e levemente arredondada, o espaço articular está estreito e o ângulo de Norberg é maior ou igual a 105° (Fig. 7).

- **Suspeito de DCF:** o ângulo de Norberg é menor que 105° , mas o acetábulo e a cabeça femoral encontram-se congruentes, ou a cabeça femoral e o acetábulo estão discretamente incongruentes e o ângulo de Norberg é 105° ou maior (Fig. 8).

- **DCF leve:** A cabeça femoral e o acetábulo estão incongruentes, o ângulo de Norberg é maior que 100° e a borda crânio-lateral está levemente achatada. Presença de sinais discretos de alterações osteoartróticas (Fig. 9).

- **DCF média:** Existe incongruência entre a cabeça femoral e o acetábulo, com subluxação. O ângulo de Norberg é maior de 90° e observa-se achatamento da borda crânio-lateral do acetábulo e sinais osteoartróticos (Fig. 10).

- **DCF grave:** Presença de alterações graves como luxação ou subluxação. O ângulo de Norberg é menor que 90° , a cabeça femoral encontra-se deformada (achatada, formato de cogumelo) e os sinais osteoartróticos estão evidentes (Fig. 11).

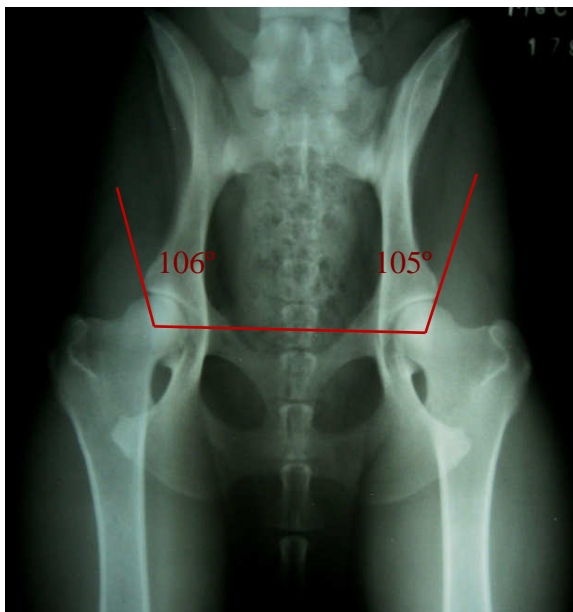


Figura 7- Radiografia pélvica de cadela da raça Pastor Alemão de 12 meses de idade com articulações coxofemorais normais. Os ângulos de Norberg são 106° e 105° .



Figura 8- Radiografia pélvica de cão da raça Pastor Alemão de 13 meses de idade, suspeito de displasia coxofemoral. Os ângulos de Norberg são 106° e 105° , porém a cabeça do fêmur e o acetábulo estão levemente incongruentes.



Figura 9- Radiografia pélvica de cão da raça Labrador Retriever de 18 meses de idade com displasia coxofemoral leve. Os ângulos de Norberg são 102° e 105°. A cabeça do fêmur apresenta-se levemente achatada.

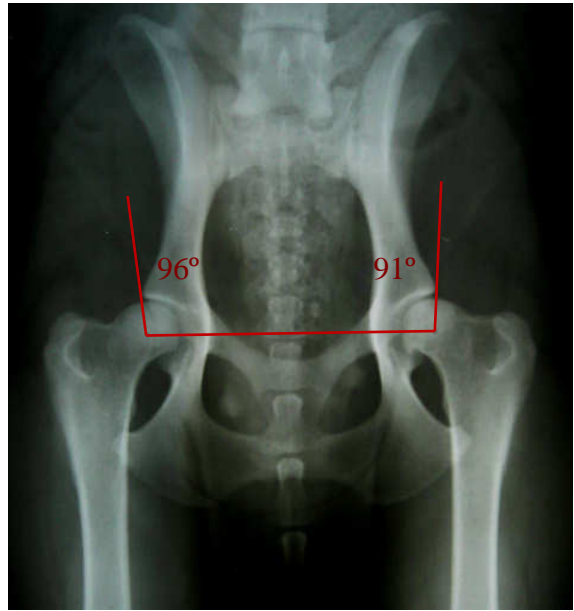


Figura 10- Radiografia pélvica de cadela da raça Labrador Retriever de 38 meses de idade com displasia coxofemoral média. Os ângulos de Norberg são 96° e 91°. A cabeça femoral encontra-se achatada e subluxada. Observa-se a presença de osteófitos na cabeça e colo do fêmur.



Figura 11- Radiografia da pelve de cadela da raça Pastor Alemão de 16 meses de idade com displasia coxofemoral grave. Os ângulos de Norberg são 87° e 90°. A subluxação bilateral é evidente e as alterações osteoartróticas podem ser vistas em ambas as articulações.

3.2 Análise Estatística

Para a obtenção da estatística descritiva (valores de média e desvio-padrão), os resultados das variáveis quantitativas (ângulo de Norberg, percentual de cobertura da cabeça femoral, ângulo de inclinação e índice cortical) foram analisados utilizando-se GraphPad Prism versão 4.03 (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, USA). Após avaliação preliminar dos dados, foram determinadas as associações entre as variáveis estudadas: grau de displasia coxofemoral (DCF), raça (RAÇ), sexo (SEX), idade (IDA), ângulo de Norberg direito (ANd) e esquerdo (ANe), percentual de cobertura da cabeça femoral direito (PCd) e esquerdo (PCe), ângulo de inclinação direito (AId) e esquerdo (AIe), e índice cortical do fêmur direito (ICd) e esquerdo (ICe). O estudo da associação das variáveis foi realizado segundo uma análise multivariada de componentes principais utilizando-se o programa estatístico InfoStat (Universidade de Córdoba, Argentina).

Para a análise de componentes principais, os dados devem ser apresentados de forma numérica. Para a variável raça, utilizou-se o número 1 para a raça Labrador Retriever e 2 para a raça Pastor Alemão. Para a variável sexo, considerou-se o número 1 para a identificação de machos e 2 para fêmeas. Esta codificação permite quantificar os parâmetros raça e sexo. Para a variável grau de DCF, os animais normais foram codificados como 1, os animais suspeitos de DCF como 2, os animais com DCF leve como 3, os animais com DCF média como 4 e os com DCF grave como 5. Para os cálculos de frequência e dos valores de média \pm desvio-padrão das variáveis, os animais graus 1 e 2 foram considerados normais e os animais graus 3, 4 e 5 foram considerados displásicos.

A análise de componentes principais permite que um grande número de variáveis seja avaliado simultaneamente e assim verificar

as possíveis relações existentes entre elas por meio de análise descritiva. Os gráficos permitem verificar o comportamento de cada variável em relação às demais.

Esta análise consiste essencialmente em reescrever as coordenadas das amostras em outro sistema de eixos mais conveniente para a análise dos dados. Em outras palavras, as n-variáveis originais geram, através de suas combinações lineares, n-componentes principais, cuja principal característica é que são obtidas em ordem decrescente de máxima variância, ou seja, a componente principal 1 detém mais informação estatística que a componente principal 2, que por sua vez tem mais informação estatística que a componente principal 3 e assim por diante (Moita Neto e Moita, 1998).

Definem-se como componentes principais as combinações lineares, ou seja, fenômenos físicos distintos submetidos à adição de entidades matemáticas análogas (equações, variáveis e matrizes) e multiplicadas por uma constante. Dessa maneira, as combinações lineares das variáveis estudadas reduzem o número de variáveis, já que cada componente conterá todas as variáveis e entre essas as variáveis que assumirão o poder explicativo das mesmas. Este método permite a redução da dimensionalidade dos pontos representativos das amostras. Embora a informação estatística presente nas n-variáveis originais seja a mesma dos n-componentes principais, é comum obter em apenas 2 ou 3 das primeiras componentes principais mais que 90% desta informação. Normalmente, investigam-se seqüencialmente as três primeiras componentes principais (Moita Neto e Moita, 1998).

As coordenadas das variáveis com os eixos são os coeficientes de correlação. As componentes principais passam a ser identificadas pelas variáveis que possuem o coeficiente de correlação mais próximo a 1.

A variável cujo coeficiente de correlação com outra variável é próximo a 1, estão fortemente associadas entre si. A associação é positiva se o coeficiente de correlação tem o mesmo sinal, e negativamente se tem sinais opostos.

Os pontos estudados (observações) no espaço p-dimensional possuem uma inércia total. Na prática se considera um número que explique 70 a 80% da inércia total. Quanto maior o ponto de inércia, menos distorcidas seriam as distâncias entre os pares de pontos projetadas e as variáveis citadas (Sampaio, 1993).

A leitura e a interpretação dos gráficos são feitas pela localização das variáveis nos gráficos segundo suas correlações com os eixos, verificando suas posições relativas nos quadrantes e a distância euclidiana (distância entre dois pontos) das mesmas.

Variáveis situadas em um mesmo quadrante e próximas entre si são fortemente associadas e seus coeficientes de correlação serão próximos. Variáveis situadas em quadrantes opostos pela origem são inversamente associadas e com forte associação negativa quanto maior for a distância entre elas (Sampaio, 1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Frequência da displasia coxofemoral canina

A frequência da displasia coxofemoral em cães das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever encaminhados ao Hospital Veterinário da UFMG para a realização de laudo radiográfico para a DCF está apresentada na Tabela 1. Os valores estão representados segundo os graus de DCF em ambos os sexos.

Tabela 1- Frequência da displasia coxofemoral em 220 cães da raça Pastor Alemão e 166 cães da raça Labrador Retriever radiografados no Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG, no período de abril de 1994 a julho de 2006.

Classificação (Grau DCF)	PASTOR ALEMÃO		LABRADOR RETRIEVER	
	Frequência (%)	Frequência entre normais e displásicos (%)	Frequência (%)	Frequência entre normais e displásicos (%)
Fêmeas				
1	7,4		18,6	
2	11,1	18,5	11,3	29,9
3	35,2		42,3	
4	14,8	81,5	17,5	70,1
5	31,5		10,3	
Machos				
1	4,5		33,3	
2	9,8	14,3	13,0	46,3
3	42,0		37,7	
4	22,3	85,7	8,7	53,7
5	21,4		7,3	
Geral				
1	5,9		24,7	
2	10,5	16,4	12,0	36,7
3	38,6		40,4	
4	18,6	83,6	13,9	63,3
5	26,4		9,0	

A frequência da DCF nos 220 cães da raça Pastor Alemão foi 83,6%, sendo que 81,5% das fêmeas e 85,7% dos machos radiografados eram displásicos. Na raça Labrador Retriever, a porcentagem de animais displásicos foi inferior à raça Pastor Alemão, observando-se que nos 166 animais avaliados, 63,3% eram displásicos, sendo que 70,1% das fêmeas e 53,7% dos machos eram acometidos.

Apesar da frequência da DCF encontrada em cada raça não representar a frequência da doença na população em geral, já que animais com sinais clínicos evidentes de DCF geralmente não são submetidos à avaliação radiográfica para laudo de DCF, esses resultados refletem a dimensão atual do problema. A DCF é a doença ortopédica mais comum em cães.

Uma das causas da alta frequência da DCF seria a inexistência de programas de erradicação da doença no estado de Minas Gerais. Apesar da herança genética da DCF e da complexa inter-relação entre herdabilidade e fatores ambientais não ser totalmente compreendida, a prática de acasalamento seletivo têm sido efetiva na redução da frequência da DCF em alguns países (Corley e Hogan, 1985). Os programas de acasalamento visam evitar que cães displásicos sejam utilizados para a reprodução e transmitam os genes “indesejáveis” para seus descendentes. A recomendação é acasalar somente animais normais cujos pais e avós sejam normais. Dessa maneira, pelo menos 75% da ninhada será normal (Fries e Remedios, 1995).

Alguns autores afirmam que a alta prevalência da DCF nos últimos 35 anos se deve principalmente à ineficiência do

método de avaliação da articulação coxofemoral utilizado. A utilização de animais falso-negativos para a reprodução perpetuaria os genes para a DCF na população canina (Smith et al., 1990, Smith, 1997). Smith et al. (1990) citam que o posicionamento padrão para o diagnóstico da DCF, com os membros posteriores estendidos, mascara a frouxidão articular devido à torção e encurtamento das fibras da cápsula articular, empurrando a cabeça do fêmur para dentro do acetábulo. Essa posição também provoca diminuição da pressão intra-articular ocasionando invaginação da cápsula articular. Essas duas condições limitam o movimento lateral da cabeça femoral, minimizando a frouxidão articular mensurada pelo ângulo de Norberg (Cargill e Thorpe-Vargas, 1995).

4.2 Associação entre as variáveis

A estatística descritiva das variáveis ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical está demonstrada nas Tabelas 2 e 3. Os resultados representam a média \pm desvio padrão dos membros direito e esquerdo de cães das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever, sendo expressos como valores por animal.

Tabela 2- Valores médios do ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical, mensurados em radiografias de cães machos e fêmeas das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.

PASTOR ALEMÃO				
Classificação	AN (°)	PC (%)	AI (°)	IC
Fêmeas (n = 108)	97,85 ± 10,47	44,37 ± 11,91	141,5 ± 6,69	0,2703 ± 0,0325
Machos (n = 112)	99,77 ± 9,15	45,80 ± 10,64	143,7 ± 6,55	0,2765 ± 0,0283
Geral (n = 220)	98,83 ± 9,86	45,10 ± 11,29	142,6 ± 6,70	0,2734 ± 0,0306
LABRADOR RETRIEVER				
Fêmeas (n= 97)	101,6 ± 7,39	44,34 ± 8,71	144,2 ± 6,33	0,3528 ± 0,0364
Machos (n = 69)	103,7 ± 6,69	46,38 ± 8,60	145,1 ± 6,15	0,3662 ± 0,0322
Geral (n = 166)	102,5 ± 7,17	45,19 ± 8,71	144,6 ± 6,26	0,3584 ± 0,0353

AN= ângulo de Norberg; PC= percentual de cobertura da cabeça femoral; AI= ângulo de inclinação; IC= índice cortical.

Tabela 3- Valores médios do ângulo de Norberg, percentual de cobertura, ângulo de inclinação e índice cortical de cães normais e displásicos das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.

Variáveis	PASTOR ALEMÃO		LABRADOR RETRIEVER	
	Normal (n= 36)	Displásico (n= 184)	Normal (n= 61)	Displásico (n= 105)
AN (°)	106 ± 3,44	97,42 ± 10,09	106,0 ± 4,03	100,3 ± 7,66
PC (%)	53,61 ± 5,67	43,43 ± 11,37	50,23 ± 5,11	42,26 ± 9,03
AI (°)	140,0 ± 4,62	143,1 ± 6,93	144,7 ± 5,99	144,5 ± 6,43
IC	0,2731 ± 0,0325	0,2735 ± 0,0303	0,3628 ± 0,0326	0,3558 ± 0,0367

AN= ângulo de Norberg; PC= percentual de cobertura da cabeça femoral; AI= ângulo de inclinação; IC= índice cortical.

As associações entre as variáveis raça, sexo, idade, grau de DCF, ângulo de Norberg, percentual de cobertura da cabeça femoral, ângulo de inclinação e índice cortical foram determinadas mediante análise multivariada de componentes principais.

Na Tabela 4 estão apresentadas as variáveis e os seus coeficientes de correlação com as primeiras componentes principais. As

componentes principais são identificadas pelas variáveis que possuem os coeficientes de correlação mais próximos a 1.

A três primeiras componentes principais (CP) apresentam inércia total de 69% - CP₁ (34%); CP₂ (22%); CP₃ (13%). Isso significa que as três primeiras componentes que definem o gráfico explicaram 69% da variação total dos dados.

Tabela 4- Coeficientes de correlação das variáveis estudadas com as componentes principais, de cães das raças Pastor Alemão e Labrador Retriever.

Variáveis	Siglas	Componentes Principais		
		CP ₁	CP ₂	CP ₃
Raça	RAÇ	-0,46	-0,75	0,23
Sexo	SEX	-0,09	0,03	-0,46
Idade	IDA	-0,31	0,03	0,14
Grau de DCF	DCF	-0,84	0,12	-0,04
Ângulo de Norberg direito	ANd	0,87	-0,21	0,13
Ângulo de Norberg esquerdo	ANe	0,84	-0,26	0,07
Percentual de cobertura direita	PCd	0,74	-0,36	0,21
Percentual de cobertura esquerda	PCe	0,73	-0,40	0,09
Ângulo de inclinação direito	AId	-0,12	0,43	0,74
Ângulo de inclinação esquerdo	AJe	-0,04	0,50	0,70
Índice cortical direito	ICd	0,51	0,77	-0,21
Índice cortical esquerdo	ICe	0,51	0,79	-0,20

CP₁= componente principal 1; CP₂= componente principal 2; CP₃= componente principal 3

A Figura 12 ilustra as projeções das variáveis estudadas nos planos traçados pelo primeiro, segundo e terceiro eixo fatorial. As

coordenadas das variáveis com os eixos são os coeficientes de correlação destas com as componentes principais associadas aos ditos eixos.

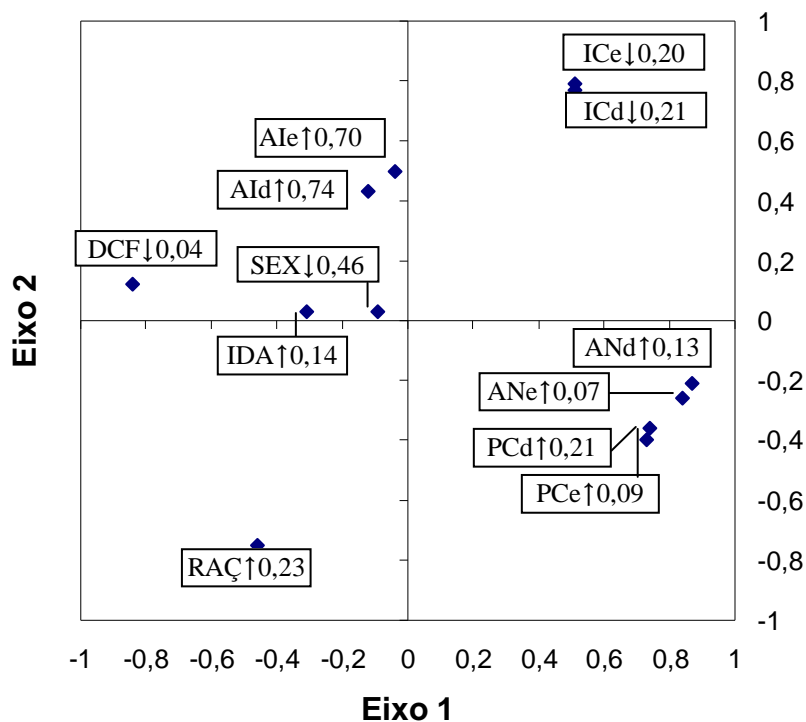


Figura 12- Representação gráfica tridimensional das variáveis estudadas segundo os eixos principais (a coordenada do terceiro eixo está após a seta, que mostra a direção do mesmo. A seta para cima indica que a variável está localizada no quadrante superior do terceiro eixo; a seta para baixo indica que a variável está localizada no quadrante inferior do terceiro eixo).

Pela análise da Figura 12 observou-se que as variáveis ângulo de inclinação direito e ângulo de inclinação esquerdo são diretamente proporcionais e com forte associação positiva entre elas, sendo o mesmo observado entre o índice cortical dos fêmores direito e esquerdo. Este fato sugere que as bilateralidades estão altamente associadas, concordando com os relatos de Ocal et al. (2004) e Palierne et al. (2006) que observaram que não existem diferenças significativas entre a morfologia dos fêmores direito e esquerdo. Markel e Sielman (1993) afirmaram que essa simetria bilateral entre os fêmores direito e esquerdo é importante para a utilização do membro contra-lateral como controle em estudos ortopédicos.

Essa forte associação positiva foi também observada entre o ângulo de Norberg direito e esquerdo e a porcentagem de cobertura da cabeça femoral direita e esquerda, tanto em animais displásicos como normais. Além da similaridade na morfologia óssea dos fêmores direito e esquerdo, é esperado encontrar esta associação também em animais displásicos, já que a DCF tem apresentação geralmente bilateral (McLaughlin Jr. e Tomlinson, 1996), com a articulação coxofemoral direita e esquerda apresentando níveis iguais ou similares de frouxidão articular e artrose (Cook et al., 1996; Citi et al., 2005), sendo a amostra deste estudo predominantemente de animais com apresentação bilateral da patologia.

Nesse estudo foi evidenciado que as variáveis raça e índice cortical (direito e esquerdo) foram inversamente proporcionais (Fig. 12). Como a raça foi codificada como 1 para Labrador Retriever e 2 para Pastor Alemão, significa que a raça 2 (Pastor Alemão) apresentou menor valor de índice cortical. A diferença pode ser explicada por fatores genéticos e ambientais. O tecido ósseo é capaz de responder à demanda funcional para adequar o osso ao novo

requerimento (Brianza et al., 2006). A espessura da cortical óssea está associada à rigidez do osso, sendo esta rigidez dependente da quantidade de forças que esse osso é submetido (Palierne et al., 2006). As forças de reação da articulação coxofemoral em cães variam de 150 a 165% do peso corporal durante a deambulação (Arnoczky e Torzilli, 1981; Page et al., 1993). Como o peso corporal médio de cães adultos da raça Labrador Retriever é em média $2,4 \pm 0,3$ kg maior que o da raça Pastor Alemão (Helminck et al., 2000), é esperado que os Labradores Retriever possuam um índice cortical maior que os Pastores Alemães, que são mais leves e, portanto a carga de forças que incidem sobre o fêmur é menor. Nesse estudo, o valor médio do índice cortical da raça Pastor Alemão foi $0,2734 \pm 0,0306$ e da raça Labrador Retriever foi $0,3584 \pm 0,0353$ (Tab. 2). Pode-se concluir que essa diferença morfológica é devida tanto à predeterminação genética da raça quanto à adaptação biológica do osso à carga de forças.

Foi demonstrado que em casos de doenças esqueléticas, a relação entre osso compacto e osso esponjoso pode alterar, ocorrendo variação do volume ósseo e da concentração de cálcio no tecido ósseo (Hartung e Hasselt, 1988). Porém nesse estudo não foi observada associação entre o índice cortical e a DCF. O resultado concorda com os relatos de Hartung e Hasselt (1988) e Tôrres (1993). Os valores de média do índice cortical de cães normais foram $0,2731 \pm 0,0325$ e $0,3628 \pm 0,0326$, e de cães displásicos foram $0,2735 \pm 0,0303$ e $0,3558 \pm 0,0367$ nas raças Pastor Alemão e Labrador Retriever respectivamente (Tab. 3).

Pela análise da Figura 12, observou-se que as variáveis índice cortical e ângulo de inclinação foram inversamente associadas. Na literatura consultada não foram

encontrados estudos a respeito dessa associação. Sabe-se que a estimulação contínua do osso com uma carga de forças diferente do padrão fisiológico induz uma resposta remodeladora para otimizar o esqueleto para a nova condição (Alexander, 1992; Loveridge, 1999). A resposta do osso às sobrecargas mecânicas é imediata e envolve reações celulares e teciduais. Os osteoblastos e osteócitos reagem em resposta às alterações na tensão óssea, refletindo uma adaptação à sobrecarga imposta pelo ambiente (Sommerfeldt e Rubin, 2001). O aumento do ângulo de inclinação altera o ângulo da força total sobre a articulação coxofemoral (Figura 4), modificando o seu valor normal de 69° para até 80° (Weigel e Wasserman, 1992). O ângulo da força total sobre a articulação coxofemoral exerce grande influência na distribuição das forças sobre o fêmur. Essa variação nas forças atuantes sobre o fêmur irá produzir alterações na espessura cortical óssea (Taylor et al., 1996).

A DCF é uma doença biomecânica na qual a instabilidade da articulação coxofemoral em cães jovens altera a concentração de forças no fêmur e acetábulo em crescimento, afetando o desenvolvimento ósseo e resultando em conformação articular anormal e DAD (Kapatkin et al., 2002; Smith, 2004). Foi observado que maiores ângulos de inclinação foram associados a menores ângulos de Norberg e menores percentuais de cobertura da cabeça femoral (Fig. 12). O aumento do ângulo de inclinação é responsável por alterações na direção e magnitude das forças agindo sobre a cabeça femoral, fazendo com que a cabeça femoral se desloque para fora do acetábulo, contribuindo para a subluxação (Wallace, 1987; Weigel e Wasserman, 1992). Apesar da subluxação da cabeça femoral representar um fator de risco significativo para o desenvolvimento de DAD da articulação coxofemoral (Kealy et al., 1992), nesse estudo o ângulo de inclinação não esteve associado à DCF.

Henry (1992) afirmou que a remodelação óssea contínua da cabeça e colo femorais em animais displásicos poderia resultar em deformidade em *valgus* (coxa valga) do colo femoral, o que não foi observado nesse estudo. O ângulo de inclinação de animais normais nesse estudo foi $140,0^\circ \pm 4,62^\circ$ (Pastor Alemão) e $144,7^\circ \pm 5,99^\circ$ (Labrador Retriever) e dos animais displásicos foi $143,1^\circ \pm 6,93^\circ$ (Pastor Alemão) e $144,5^\circ \pm 6,43^\circ$ (Labrador Retriever) (Tab. 3). Este resultado apóia os relatos de Hauptman et al. (1985), Tôrres (1993), Banfield et al. (1996) e Sarierler (2004) que concluíram que o ângulo de inclinação não interfere no desenvolvimento da DCF. Schawalder e Sterchi (1981) relataram que o ângulo de inclinação varia em função da raça, porém neste estudo não foi observada variação do ângulo de inclinação nas duas raças estudadas.

Foi observado que o grau de DCF estava positivamente correlacionado com a idade, e variou inversamente com o ângulo de Norberg e com a porcentagem de cobertura da cabeça femoral (Fig. 12), ou seja, com o aumento da idade, os animais apresentaram menores ângulos de Norberg, menores porcentagens de cobertura e maiores graus de DCF. A classificação da articulação depende da identificação de frouxidão articular e de alterações osteoartróticas secundárias, sendo que quanto mais graves as lesões, maior será o grau de DCF do animal (Maki et al., 2000). Uma das alterações radiográficas da DCF é a mudança no formato do acetábulo, caracterizada pelo arrasamento das bordas dorsal e crânio-lateral. O acetábulo raso vai contribuir potencialmente para um menor percentual de cobertura. Quanto menos saliente for a proeminência cranial do acetábulo, menor será o ângulo de Norberg (Tomlinson e Johnson, 2000), sendo essa associação positiva entre o ângulo de Norberg e o percentual de cobertura confirmada nesse e em outros estudos (Lust et al., 1993; Tomlinson e Johnson, 2000).

Como a gravidade da DCF aumenta com o avanço da idade (Lust et al., 1993), é esperado que à medida que o animal envelheça, ocorra a progressão da doença e agravamento da DAD, com maior arrasamento do acetábulo, resultando em menor ângulo de Norberg, menor porcentagem de cobertura e maior grau de DCF. Esse resultado indica que devido ao efeito da idade, todos os animais devem ser avaliados aproximadamente em faixa etária semelhante.

Em relação à associação da raça com a DCF, neste estudo a raça Pastor Alemão foi associada à menores graus de DCF em comparação à raça Labrador Retriever (Fig. 12). Alguns autores citam que a susceptibilidade ao desenvolvimento de DCF varia com as raças. Smith et al. (1995) analisaram os fatores de risco para a DCF entre um grupo de cães da raça Pastor Alemão e um grupo de cães de raças variadas, e observaram que os Pastores Alemães têm um risco 6 vezes maior de desenvolverem osteoartrite da articulação coxofemoral que o segundo grupo. Porém na amostra analisada, a raça Pastor Alemão apresentou menor susceptibilidade ao desenvolvimento da DCF.

Nesse estudo, as fêmeas estiveram associadas a menores porcentagens de cobertura, menores ângulos de Norberg e maiores graus de DCF (Fig. 12), sendo esse resultado encontrado em estudos anteriores (Hedhammar et al., 1979; Swenson et al., 1997). Porém, diferenças na susceptibilidade à DCF em relação ao sexo não foram encontradas em outros estudos (Maki et al., 2000; Rettenmaier et al., 2002). Em geral, machos e fêmeas na população possuem os mesmos genes, exceto aqueles localizados nos cromossomos sexuais. Segundo Swenson et al. (1997) essa diferença na prevalência da DCF em relação ao sexo pode ser explicada por um efeito direto dos genes localizados nos cromossomos sexuais, ou por um efeito nas características sexuais

secundárias codificadas por genes localizados nos cromossomos sexuais (diferenças na taxa de crescimento, hormônios sexuais, ou padrões comportamentais). Para uma patologia como a displasia, na qual a expressão da doença depende de vários genes, a última explicação é a mais provável.

5 CONCLUSÕES

- A frequência da DCF nas duas raças estudadas é elevada e consideravelmente maior que a relatada em outros países.
- Existe a necessidade urgente de elaboração de programas de controle da DCF no estado de Minas Gerais.
- As variáveis que se associaram à DCF nesse estudo foram o ângulo de Norberg, o percentual de cobertura da cabeça femoral, a idade, a raça e o sexo.
- O ângulo de inclinação e o índice cortical não demonstraram associação com a DCF nesse estudo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, J. W. The pathogenesis of canine hip dysplasia. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 22, p. 503-511, 1992.
- ARNOCZKY, S. P.; TORZILLI, P. A. Biomechanical analysis of forces acting about the canine hip. *American Journal of Veterinary Research*, v. 42, p. 1581-1585, 1981.
- BANFIELD, C. M.; BARTELS, J. E.; HUDSON, J. A. et al. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part I: Angle measurements and Orthopedic Foundation for Animals (OFA) grading. *Journal of the American*

- Veterinary Medical Association*, v. 32, p. 413-422, 1996.
- BRASS, W.; FREUDIGER, U.; MULLER, L. F. et al. Bericht der huftgelenkdysplasiekommission. *Kleintier praxis*, v. 23, p. 169-180, 1978.
- BRIANZA, S. Z. M.; DELISE, M.; FERRARIS, M. M. et al. Cross-section geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breeds dogs. *Journal of Biomechanics*, v. 39, p. 302-311, 2006.
- CARGILL, J. C.; THORPE-VARGAS, S. Methods for diagnosing the abnormal hip. *Dog World*, v. 80, p. 16-21, 1995.
- CITI, S.; VIGNOLI, M.; MODENATO, M.; et al. A radiological study of the incidence of unilateral canine hip dysplasia. *Schweizer Archiv fur Tierheilkunde*, v. 147, p. 173-178, 2005.
- COOK, J. L.; TOMLINSON, J. L.; CONSTANTINESCU, G. M. Pathophysiology, diagnosis, and treatment of canine hip dysplasia. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 18, p. 853-867, 1996.
- CORLEY E. A.; HOGAN, P. M. Trends in hip dysplasia control: Analysis of radiographs submitted to the Orthopedic Foundation for Animals, 1974 to 1984. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 187, p. 805-809, 1985.
- CORLEY E. A.; KELLER, G. G.; LATTIMER, J. C. et al. Reliability of early radiographic evaluations for canine hip dysplasia obtained from the standard ventrodorsal radiographic projection. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 211, p. 1142-1146, 1997.
- CULP, W. T. N.; KAPATKIN, A. S.; GREGOR, T. P. et al. Evaluation of the Norberg angle threshold: a comparison of Norberg angle and distraction index as measurements of degenerative joint disease susceptibility in seven breeds of dogs. *Veterinary Surgery*, v. 35, p. 453-459, 2006.
- FRIES, C. L.; REMEDIOS, A. M. The pathogenesis and diagnosis of canine hip dysplasia: A review. *The Canadian Veterinary Journal*, v. 36, p. 494-501, 1995.
- HARTUNG, K.; HASSELT, S. C. Morphometrische untersuchungen am femurknochen des hundes. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, v. 101, p. 15-79, 1988.
- HAUPTMAN, J.; CARDINET, G. H.; MORGAN, J. P. et al. Angles of inclination and anteversion in hip dysplasia in the dog. *American Journal of Veterinary Research*, v. 46, p. 2033-2036, 1985.
- HAUPTMAN, J.; PRIEUR, W. D.; BUTLER, H. C. et al. The angle of inclination of the canine femoral head and neck. *Veterinary Surgery*, v. 8, p. 74-77, 1979.
- HEDHAMMAR, A.; OLSSON, S-E.; ANDERSON, S-A. et al. Canine hip dysplasia: study of heritability in 401 litters of German Shepherd Dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 38, p. 241-244, 1979.
- HELMINK, S. K.; SHANKS, R. D.; LEIGHTON, E. A. Breed and sex differences in growth curves for two breeds of dog guides. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 27-32, 2000.
- HENRICSON, B.; NORBERG, I.; OLSSON, S. E. On the etiology and pathogenesis of hip dysplasia: a comparative review. *Journal of Small Animal Practice*, v. 7, p. 673-688, 1966.

- HENRY, G. A. Radiographic development of canine hip dysplasia. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 22, p. 559-577, 1992.
- KAPATKIN, A. S.; FORDYCE, H. H.; MAYHEW, P. D. et al. Canine hip dysplasia: The disease and its diagnosis. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 24, p. 526-537, 2002.
- KEALY, R. D.; LAWLER, D. F.; BALLAM, J. M. et al. Five-year longitudinal study on limited food consumption and developmental of osteoarthritis in coxofemoral joints of dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 210, p. 222-225, 1997.
- KEALY, R. D.; LAWLER, D. F.; BALLAM, J. M. et al. Evaluation of the effect of limited food consumption on radiographic evidence of osteoarthritis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 217, p. 1678-1680, 2000.
- KEALY, R. D.; OLSSON, S. E.; MONTI, K. L. et al. Effects of limited food consumption on the incidence of hip dysplasia in growing dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 201, p. 857-863, 1992.
- LOVERIDGE, N. Bone: More than a stick. *Journal of Animal Science*, v. 77, p. 190-196, 1999.
- LUST, G.; RENDANO, V. T.; SUMMERS, B. A. Canine hip dysplasia: concepts and diagnosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 187, p. 638-640, 1985.
- LUST, G.; WILLIAMS, A. J.; BURTON-WURSTER, N. et al. Joint laxity and its association with hip dysplasia in Labrador Retrievers. *American Journal of Veterinary Research*, v. 54, p. 1990-1999, 1993.
- MÄKI, K.; LIINAMO, A. E.; OJALA, M. Estimates of genetic parameters for hip and elbow dysplasia in Finnish Rottweilers. *Journal of Animal Science*, v. 78, p. 1141-1148, 2000.
- MARKEL, M. D.; SIELMAN, E. Radiographic study of homotypic variation of long bones in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 54, p. 2000-2003, 1993.
- MARTINEZ, S. A. Congenital conditions that lead to osteoarthritis in the dog. *The Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 27, p. 735-758, 1997.
- McLAUGHLIN Jr., R.; TOMLINSON, J. Radiographic diagnosis of canine hip dysplasia. *Veterinary Medicine*, v. 91, p. 36-47, 1996.
- MOITA NETO, J. M.; MOITA, G. C. Uma introdução à análise exploratória de dados multivariados. *Química Nova*, v. 21, p. 467-469, 1998.
- MONTGOMERY, R. How I treat canine hip dysplasia. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 20, p. 781-788, 1998.
- OCAL, M. K.; KARA, M. E.; TURAN, E. Computed tomographic measurements of the hip morphology of 10 healthy German shepherd dogs. *Veterinary Record*, v. 155, p. 392-395, 2004.
- PAGE, A. E.; ALLAN, C.; JASTY, M. et al. Determination of loading parameters in the canine hip *in vivo*. *Journal of Biomechanics*, v. 26, p. 571-579, 1993.
- PALIERNE, S.; ASIMUS, E.; MATHON, D. et al. Geometric analysis of the proximal femur in a diverse sample of dogs. *Research*

in *Veterinary Science*, v. 80, p. 243-252, 2006.

PERNELL, R. T.; GROSS, R. S.; MILTON, J. L. et al. Femoral strain distribution and subsidence after physiological loading of a cementless canine femoral prosthesis: the effects of implant orientation, canal fill, and implant fit. *Veterinary Surgery*, v. 23, p. 503-518, 1994.

POPOVITCH, C. A.; SMITH, G. K.; GREGOR, T. P. et al. Comparison of susceptibility for hip dysplasia between Rottweilers and German Shepherd Dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 206, p. 648-650, 1995.

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

SAMPAIO, I. B. M. Relatório das atividades de pós-doutorado desenvolvidas no período de 03/09/92 a 04/03/93. Madrid: Universidade Politécnica de Madrid, 1993, 123f.

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

SAUNDERS, J. H.; GODEFROID, T.; SNAPS, F. R. et al. Comparison of ventrodorsal and dorsoventral radiographic projections for hip dysplasia diagnosis. *The Veterinary Record*, v. 145, p. 109-110, 1999.

SCHAWALDER, V. P.; STERCHI, H. P. Der centrum-collum-diaphysenwinkel und der antetorsionswinkel beim hund. *Kleintier praxis*, v. 26, p. 151-162, 1981.

SMITH, G. K.; BIERY, D. N.; GREGOR, T. P. New concepts of coxofemoral joint

stability and the development of a clinical stress-radiographic method for quantitating hip joint laxity in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 196, p. 59-70, 1990.

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

SMITH, G. K. Canine hip dysplasia: pathogenesis, diagnosis, and genetic control. *The Veterinary Quarterly*, v. 20, supl. 1, p. S22-S24, 1998.

SMITH, G.K. New paradigms for hip dysplasia prevention and control: performance and ethics of CHD screening as an indication for preventive strategies. 12th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress, Munich, 2004. Disponível em: <http://www.esvot.org/PDF/2004/esvot2004_proceedings.pdf> Acesso em: 29 Jul. 2005

SMITH, G. K.; POPOVITCH, C. A.; GREGOR, T. P. et al. Evaluation of risk factors for degenerative joint disease associated with hip dysplasia in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 206, p. 642-647, 1995.

SOMMERFELDT, D. W.; RUBIN, C. T. Biology of bone and how it orchestrates the form and function of the skeleton. *European Spine Journal*, v. 10, p. S86-S85, 2001.

SWENSON, L.; AUDELL, L.; HEDHAMMAR, A. Prevalence and inheritance of and selection for hip dysplasia in seven breeds of dogs in Sweden and benefit: cost analysis of a screening and control program. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 210, p. 207-214, 1997.

TAYLOR, M. E.; TANNER, K. E.; FREEMAN, M. A. R. et al. Stress and strain

distribution within the intact femur: compression or bending? *Medical Engineering & Physics*, v. 18, p. 122-131, 1996.

TOMLINSON, J. L.; JOHNSON, J. C. Quantification of measurement of femoral head coverage and Norberg angle within and among four breeds of dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 61, p. 1492-1500, 2000.

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

TÔRRES, R.C.S. Prevalência da displasia coxofemoral em cães da raça Pastor Alemão, 1993. 69f. Dissertação (Mestrado em Medicina e Cirurgia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TÔRRES, R. C. S.; ROCHA, B. D.; SILVA, E. F. Frequência da displasia coxofemoral em cães da raça Labrador Retriever no Estado de Minas Gerais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 5, p. 445-446, 2001.

WALLACE, L. J. Canine hip dysplasia: past and present. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)*, v. 2, p. 92-106, 1987.

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

WOOD, J. L. N.; LAKHANI, K. H. Hip dysplasia in Labrador retrievers: the effects of age at scoring. *Veterinary Record*, v. 152, p. 37-40, 2003.