

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA

**Acompanhamento imagiológico do
desenvolvimento esquelético da pelve, fêmur e
tíbia associado a métodos de diagnóstico da
displasia coxofemoral em gatos**

Fernanda Guimarães Miranda

Tese apresentada para defesa na Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial
para obtenção do grau de doutor em Medicina Veterinária.

Área: Clínica e Cirurgia Veterinárias

Orientadora: Profa. Dra. Cleuza Maria de Faria Rezende

Co-orientador: Prof. Dr. Renato Cesar Sacchetto Tôres

Belo Horizonte

Escola de Veterinária-UFMG

2018

M672a Miranda, Fernanda Guimarães, 1987-
Acompanhamento imaginológico do desenvolvimento esquelético da pelve, fêmur e tibia associado a métodos de diagnóstico da displasia coxofemoral em gatos / Fernanda Guimarães Miranda. – 2018.
65 p. : il.

Orientadora: Cleuza Maria de Faria Rezende
Co-orientador: Renato Cesar Sacchetto Tôres
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Gato – Doenças – Teses. 2. Displasia pélvica felina – Teses. 3. Diagnóstico por imagem – Teses. I. Rezende, Cleuza Maria de Faria. II. Tôres, Renato Cesar Sacchetto. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. IV. Título.

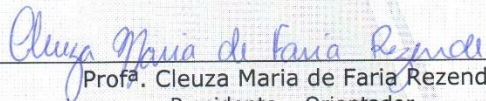
CDD – 636.808 96

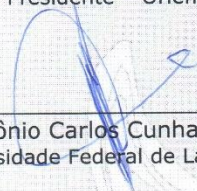
FOLHA DE APROVAÇÃO

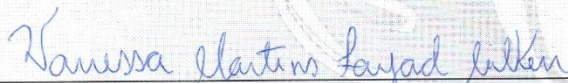
FERNANDA GUIMARÃES MIRANDA


Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração em Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovada em 28 de Fevereiro de 2018, pela banca constituída pelos membros:

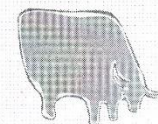

Prof^a. Cleuza Maria de Faria Rezende
Presidente - Orientador


Prof. Antônio Carlos Cunha Lacreta Júnior
Universidade Federal de Lavras - UFLA


Prof^a. Vânia Martins Fayad Milken
Universidade Federal de Uberlândia - UFU


Prof. Germán Arturo Bohórquez Mahecha
Instituto de Ciências Biológicas - UFMG


Prof. Renato Cesar Sacchetto Tôrres
Escola de Veterinária - UFMG



Aos meus pais, meu marido Cristiano e a toda a minha família, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor do meu destino, socorro presente na hora da angústia. Aos professores, Cleuza Maria de Faria Rezende e Renato Cesar Sacchetto Tôres, agradeço pela dedicação, pelas correções, pelos ensinamentos, por todo carinho e compreensão. Aos professores componentes do comitê de orientação Roberto Baracat, Anelise Carvalho Nepomuceno e Geraldo Eleno, obrigada pelas correções e por partilharem seus conhecimentos. À professora, Anelise Carvalho Nepomuceno pela amizade sincera e pela ajuda prestada. Aos professores componentes da banca de defesa, Antônio Carlos Cunha Lacreta Júnior, Vanessa Martins Fayad Milken e Gérman Arturo Bohórquez Mahecha por todas as considerações realizadas. Aos amigos, Tábata, Izabela, Ricardo e Flávia pelo apoio contínuo. Aos queridos alunos de iniciação científica e voluntários, Rossana, Letícia, Daniela, Mara, Dayse Helena, Pedro, Raquel, Antônio, Sharon, Natália, Damiana, Deyse Ribeiro, Ana Flávia, Glauber, Camila, Roberta, Nathalia, Erika, Bela, Rick e Flávia por toda a ajuda com os gatos. À professora Cristina Malm, Aline e equipe, pelas castrações realizadas. À Tábata e à Mayara, obrigada por todas as cirurgias realizadas. À toda equipe do Hospital Veterinário da UFMG, porteiros, residentes e veterinários por todo o auxílio prestado. À equipe Due, de forma especial ao Dr. Euler Fraga e ao Dr. Bruno Abreu pela realização da tomografia computadorizada e pelo carinho de sempre. Ao Dr. Bruno Divino pela ajuda com a ultrassonografia articular. Aos porteiros do Centro Experimental de Pequenos Animais (CEPA), principalmente ao Ari, pela consideração e apoio. À professora Adriane Pimenta da Costa Val, pela ajuda com as feiras de adoções. Aos tutores, por terem confiado a mim o cuidado de seus animais. Aos adotantes, pela demonstração maior de amor. Aos técnicos de radiografia Eduardo, Eli e Elias pela ajuda na realização dos exames. Ao colegiado de pós-graduação, Luzete, Sônia e Luiz pela atenção prestada. Aos protetores, de forma especial à Viviane. À professora Mônica Leite, pelo auxílio com os animais. Aos gatos, pelo convívio contínuo, ensinamentos e amor sem limites. À equipe de faxineiras do CEPA, pela limpeza. À veterinária Roberta por todo o apoio. Aos residentes de diagnóstico por imagem, Priscila, Juliana, Cibele, Jaque, Gilbert, Jaque paulista pela ajuda com os exames de ultrassonografia. À CAPES, por permitir a realização deste projeto. Aos meus pais e ao amor da minha vida, Cristiano por todo o carinho. À Purina, pela ração doada. A Gral Minas, pela areia sanitária doada. Ao médico veterinário Marthin, pela ajuda com as rações. A todos aqueles que de alguma forma auxiliaram na realização deste sonho, muito obrigada!

“Imóvel, o gato, olha a flor de laranjeira. Eu olho o
gato”

Jorge Lescano

SUMÁRIO

	RESUMO	13
	ABSTRACT	14
1.	INTRODUÇÃO GERAL	15
2.	OBJETIVOS GERAIS	15
3.	CAPÍTULO 1: Estudo radiográfico do desenvolvimento da pelve e das articulações coxofemorais e fêmuro-tíbio-patelar em gatos domésticos	16
	Resumo/Abstract.....	16
3.1.	Introdução.....	17
3.2.	Objetivos gerais.....	17
3.2.1.	Objetivos específicos.....	17
3.3.	Literatura consultada.....	18
3.4.	Material e métodos.....	21
3.4.1.	Animais e exames radiográficos.....	21
3.4.2.	Análise estatística.....	24
3.5.	Resultados.....	24
3.6.	Discussão.....	32
3.7.	Conclusões.....	34
3.8.	Referências bibliográficas.....	34
4.	CAPÍTULO 2: Estudo tomográfico, radiográfico e ultrassonográfico das articulações coxofemorais de gatos domésticos em crescimento e adultos	37
	Resumo/Abstract.....	37
4.1	Introdução.....	38
4.2	Objetivos.....	38
4.3	Literatura consultada.....	39
4.4	Material e métodos.....	40
4.4.1.	Animais.....	40
4.4.2.	Alimentação.....	41
4.4.3.	Vacinação e vermifugação.....	41
4.4.4.	Exames de imagem.....	41
4.4.4.1.	Exame ultrassonográfico-momento 1.....	42
4.4.4.2.	Método radiográfico em distração (MRD)- momento 2.....	44
4.4.4.3.	Método radiográfico convencional (MRC) e tomografia computadorizada (TC)- momento 3.....	48
4.4.4.4	Análise estatística.....	52
4.5.	Resultados.....	52
4.5.1.	Exame ultrassonográfico-momento 1.....	52
4.5.2.	Método radiográfico em distração (MRD)- momento 2.....	53
4.5.3.	Método radiográfico convencional (MRC) e tomografia computadorizada (TC)- momento 3.....	54
4.5.4.	Correlações.....	56
4.6.	Discussão.....	58
4.7.	Conclusões.....	61
4.8	Referências bibliográficas.....	61
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6.	PERSPECTIVAS FUTURAS	63
	ANEXO I	63
	ANEXO II	64
	ANEXO III	65

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Fotografia radiográfica da pelve de gata doméstica SRD de 11 meses de idade em projeção ventrodorsal. As linhas pretas demonstram a largura da pelve: (A) distância entre as asas dos ílios e (B) distância entre as tuberosidades isquiáticas. A linha branca (C) mostra o comprimento pélvico..... 23
- Figura 2** Imagens radiográficas em projeção ventrodorsal da pelve de gatos domésticos SRD de respectivamente 4 (A), 13 (B), 21 (C) e 45 (D) dias. Em A visualiza-se o ílio (1), ísquio (2), diáfises femoral (3), tibial (4) e fibular (5). Os ramos do osso púbis (6) são visualizados com certa dificuldade. Em B visualiza-se os ramos do osso púbis (6), as tábuas isquiáticas (2') e as placas de crescimento da cabeça femoral (3a) e do fêmur distal (3b). Em C observa-se a epífise proximal da tibia (4a). Em D visualiza-se o trocânter maior (3c) e o trocânter menor (3d) 25
- Figura 2** **Continuação:** Imagens radiográficas em projeção ventrodorsal da pelve de gatos domésticos SRD de respectivamente de 3 (E), 12 (F) e 18 (G) meses de idade. Em E observam-se as tuberosidades isquiáticas (2b), a tuberosidade tibial (4b), a epífise proximal da fíbula (5a) e a patela (7). Em F visualiza-se o fechamento das placas de crescimento da pelve (1a), da epífise proximal do fêmur (3a'), do trocânter maior (3c') e da epífise proximal da fíbula (5a'). Em G observa-se o fechamento das placas de crescimento das epífises distal do fêmur (3b') e proximal da tibia (4a') 26
- Figura 3** Imagens esquemática (A') e fotografia (B') do direcionamento cranioventral do transdutor sobre o plano longitudinal da articulação coxofemoral de gato doméstico de 20 dias de idade, em decúbito ventral com os membros pélvicos flexionados. O transdutor foi colocado entre a tuberosidade coxal íliaca (A) e a tuberosidade isquiática (B) (Esquema: gentilmente elaborado por Isabela Patrício de Souza) 43
- Figura 4** Esquema da articulação coxofemoral de gato doméstico mostrando as linhas traçadas para se obter os ângulos α e γ . A linha amarela é a linha base que passa pelo centro da ossificação (1) da cabeça do fêmur (2). O ângulo α é formado pela linha base e por uma segunda linha (A) que tangencia a borda cranial do acetábulo (3) em direção ao púbis (4). O ângulo γ é formado pela linha base e por uma terceira linha (B) que passa pela borda cranial do acetábulo e tangencia o contorno da cabeça do fêmur. O número 5 aponta para o ílio. Gentilmente elaborado por Isabela Patrício de Souza..... 44
- Figura 5** Distrator pélvico para gatos. Em A observa-se componentes do aparelho: 1-Tubo de PVC de 18,5 cm de comprimento x 1,9 cm de diâmetro; 2- perfurações múltiplas com 0,6 cm de diâmetro e espaçamento de 1 cm, para diferentes ajustes das barras metálicas; 3-quatro porcas de alumínio de 0,5 cm de diâmetro; 4- duas barras de alumínio com extremidades rosqueadas com 0,5 cm de diâmetro e 14 cm de comprimento. Em B, observa-se o distrator pélvico confeccionado para este estudo composto por dois tubos PVC de 18,5 cm cada (colchete branco), duas hastes e quatro porcas metálicas. As barras metálicas estão ajustadas com 8,5 cm (colchete amarelo) de distância entre os tubos PVC e 10,5 cm (colchete vermelho) de distância entre as barras (linha vermelha) 45
- Figura 6** Imagem do posicionamento de gato doméstico de 90 dias de idade, em decúbito dorsal sobre uma pequena calha (1) de isopor utilizada para manter a pelve alinhada. As articulações fêmoro-tíbio-patares (2) foram flexionadas formando um ângulo de 90° entre o fêmur e a tibia correspondente. O distrator (3) foi ajustado entre os membros pélvicos e

	um movimento de adução foi realizado no terço distal dos fêmures forçando a saída das cabeças femorais dos acetábulos. As setas vermelhas mostram o sentido da força realizada sobre os fêmures contra as barras metálicas do distrator.....	46
Figura 7	Imagem radiográfica do posicionamento ventrodorsal (VD) de gato SRD de 108 dias de idade. A magnitude da separação das superfícies articulares (linhas vermelhas) é uma medida direta da instabilidade articular.....	47
Figura 8	Esquema da mensuração da distância (D) entre o centro da cabeça femoral e o centro do acetábulo e o raio (r) da cabeça femoral. A divisão entre D e r resulta no índice de distração (ID). Gentilmente elaborado por Izabela Patrício de Souza.....	47
Figura 9	MRC: Fotografia da imagem radiográfica da pelve de gata doméstica de 17 meses de idade mostrando os membros pélvicos paralelos entre si e em relação a coluna vertebral. Os fêmures foram estendidos e rotacionados medialmente para que as patelas (setas brancas) ficassem sobrepostas ao plano sagital dos fêmures.....	48
Figura 10	MRC: Fotografia da imagem radiográfica da pelve de uma gata doméstica de 17 meses de idade que mostra as linhas traçadas para se obter o ângulo de Norberg (AN). Traça-se uma linha que une os centros das cabeças femorais (1) e uma linha que se origina do centro da cabeça femoral e tangencia a borda cranial do acetábulo (2). O AN é formado pelas linhas 1 e 2.	49
Figura 11	Ilustração da projeção dorsoventral para exame tomográfico da articulação coxofemoral (1) e mensuração dos ângulos DARA e LCEA, da DLS e do DC. Animal em decúbito ventral sobre espuma (2) contendo abertura (3) para encaixe dos membros pélvicos aduzidos e fixados por meio de uma fita adesiva, colocada próxima das articulações fêmorotibiopatellares e em torno do tarso (Fonte: Adaptado de Farese et al., 1998)	50
Figura 12	Imagens esquemáticas da subluxação dorsolateral (DLS) (A), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) (B), do índice da distância central (DC) (C) e do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) (D) em articulações coxofemorais de gatos domésticos sem raça definida. Em A, o valor de DLS pode ser obtido pela razão entre A e B multiplicada por 100, sendo A a distância entre as linhas 1 e 2 e B, o diâmetro da cabeça femoral. Em B, o ângulo LCEA é mensurado entre as linhas 1 e 2. Em C, a razão entre C e D resulta no DC, sendo C a distância entre os centros da cabeça femoral e do acetábulo e D, o raio da cabeça femoral. Em D, o valor de DARA é o ângulo formado entre as linhas 2 e 3. Gentilmente elaborado por Izabela Patrício de Souza.....	51
Figura 13	Fotografia de imagens ultrassonográficas da articulação coxofemoral de um gato doméstico sem raça definida de 21 dias de idade. Em A, a seta branca indica o centro de ossificação da cabeça femoral; a seta amarela indica a borda cranial do acetábulo, a ponta de seta branca o triângulo do teto cartilaginoso e a seta vermelha, a epífise do púbis parcialmente mineralizada. Em B, observa-se as linhas para determinação dos ângulos α e γ . A linha base (amarela) passa pelo centro de ossificação da cabeça do fêmur. O ângulo α é formado pela linha base e por uma segunda linha que tangencia a borda cranial do acetábulo em direção ao triângulo do teto cartilaginoso. O ângulo γ é formado pela linha base e por uma terceira linha que passa pela borda cranial do acetábulo e tangencia o contorno da cabeça femoral..	52
Figura 14	Imagens tomográficas da subluxação dorsolateral (DLS) (A), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) (B), do índice da distância central (DC) (C) e do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) (D) em articulações coxofemorais de gatos domésticos sem raça definida. Em A, o valor de DLS pode ser obtido pela razão entre A e B multiplicada por 100, sendo A a distância entre as linhas 1 e 2 e B, o diâmetro da cabeça	

femoral. Em B, o ângulo LCEA é mensurado entre as linhas 1 e 2. Em C, a razão entre C e D resulta na DC, sendo C a distância entre os centros da cabeça femoral e do acetábulo e D, o raio da cabeça femoral. Em D, o valor de DARA é o ângulo formado entre as linhas 2 e 3 (Fonte: Due Diagnóstico por Imagem, 2016) 55

Figura 15 Fotografia da imagem radiográfica das articulações coxofemorais direita de duas gatas domésticas com idade de 13 (A) e 16 meses (B). Em A visibiliza-se redução discreta da cobertura acetabular (subluxação). Em B visibiliza-se neoformações ósseas discretas (coroa de osteófitos) na inserção da cápsula articular no colo femoral, mostrado pela seta amarela. 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Aparecimento em dias dos centros de ossificação de determinadas estruturas em gatos domésticos de acordo com a literatura consultada	20
Tabela 2	Tempo de fechamento em meses, de determinadas placas de crescimento de gatos domésticos, de acordo com a literatura consultada.....	20
Tabela 3	Tempo médio, em dias, do surgimento dos centros de ossificação, intervalo de confiança de 95%, desvio padrão, valor mínimo, máximo, 25%, 50% e 75% dos ossos, em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados, 9 machos e 6 fêmeas, de ninhadas diferentes.....	27
Tabela 4	Tempo médio em dias de fechamento, intervalo de confiança (IC) de 95%, desvio padrão, valor mínimo, máximo, 25%, 50% e 75% de determinadas placas de crescimento da pelve, do fêmur, da tíbia e da fíbula, em 15 gatos domésticos SRD não castrados, 9 machos e 6 fêmeas, de ninhadas diferentes	27
Tabela 5	Comparativo entre 9 machos e 6 fêmeas para o tempo médio em dias do surgimento de alguns centros de ossificação em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados e de ninhadas diferentes.....	28
Tabela 6	Comparativo entre 9 machos e 6 fêmeas para o tempo médio de fechamento em dias de algumas placas de crescimento em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados e de ninhadas diferentes	28
Tabela 7	Valores dos ângulos alfa (α) e gama (γ) obtidos pela avaliação ultrassonográfica em 34 articulações coxofemorais, de 17 gatos domésticos, com idade entre 16 e 29 dias.....	53
Tabela 8	Valores do índice de distração (ID) obtidos pelo método radiográfico em distração (MRD), em 34 articulações coxofemorais, de 17 gatos domésticos, com idade entre 90 e 123 dias...	53
Tabela 9	Medidas do ângulo de Norberg (AN), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA), do índice da distância central (DC), do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e da subluxação dorso-lateral (DLS) obtidos de 30 articulações coxofemorais, de 15 gatos domésticos, com idade entre 490 e 648 dias	54
Tabela 10	Diferença por sexo entre os valores médios ângulo de Norberg (AN) , ângulo da borda centro- lateral do acetábulo (LCEA), ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e subluxação dorso-lateral (DLS) obtidos de 30 articulações coxofemorais de 15 gatos domésticos (9 machos e 6 fêmeas) com idade entre 490 e 648 dias	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Protocolo de tranquilização e anestesia empregados para realização dos exames de imagem em gatos domésticos, sem raça definida.....	42
-----------------	---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Taxa de crescimento diária, estimada, das variáveis comprimento do fêmur, largura, altura da pelve, por avaliação radiográfica, em quinze gatos domésticos SRD	29
Gráfico 2	Taxa de crescimento diária, estimada, das variáveis comprimento do fêmur, largura da pelve e comprimento da pelve por avaliação radiográfica em quinze gatos domésticos SRD	30
Gráfico 3	A) Relação entre massa corporal em Kg e dias de vida B) Relação entre o comprimento do fêmur em mm e dias de vida C) Relação entre a massa corporal em Kg e o comprimento do fêmur em mm em 15 gatos domésticos, SRD, 9 machos e 6 fêmeas	30
Gráfico 4	Gráfico de dispersão entre o índice de distração obtido pelo método radiográfico em distração (MRD), e o ângulo de Norberg obtido pelo método radiográfico convencional (MRC) em 15 gatos domésticos SRD ($r = -0,42$ p-valor $< 0,020$).....	56
Gráfico 5	Gráfico de dispersão entre o ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) e o valor de subluxação dorso-lateral (DLS) ambos obtidos no momento 3 em 15 gatos domésticos SRD ($r = 0,81$ p-valor $< 0,000$).....	57

LISTA DE ABREVIATURAS

ABINPET	Associação Brasileira de Produtos para Animais de Estimação
AN	Ângulo de Norberg
CEPA	Centro de experimentação de pequenos animais
CEUA	Comitê de ética no uso de animais
DAD	Doença articular degenerativa
DC	Distância Central
DCF	Displasia coxofemoral
DLS	Subluxação dorsolateral
DARA	Ângulo da borda acetabular dorsal
EUA	Estados Unidos da América
EV	Escola de veterinária
FeLV	Vírus da leucemia felina
FIV	Vírus da imunodeficiência felina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ID	Índice de distração
Kv	quilovoltagem
LCEA	Ângulo da borda centro-lateral do acetábulo
mA	Miliampéreamperagem
MRC	Método radiográfico convencional
MRD	Método radiográfico em distração
OFA	Orthopedic Foundation for Animals
SRD	Sem-raça-definida
TC	Tomografia computadorizada
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
US	Ultrassonografia

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram acompanhar por meio de exame radiográfico o desenvolvimento esquelético da pelve, das articulações coxofemorais e fêmoro-tíbio-patelares até o fechamento das placas de crescimento e verificar a viabilidade da ultrassonografia (US), do método radiográfico em distração (MRD), do método radiográfico convencional (MRC) e da tomografia computadorizada (TC) no diagnóstico da displasia coxofemoral (DCF) em gatos. Os exames radiográficos foram obtidos da pelve, das articulações coxofemorais e fêmoro-tíbio-patelares de 15 gatos domésticos em intervalos semanal durante o primeiro mês e quinzenal até os quatro meses de idade, quando os exames foram realizados mensalmente. A US e o MRD foram realizados em 17 gatos com idade média respectivamente de 21,4 e 107,83 dias; e o MRC e a TC em 15, na faixa etária de 559,07 dias. Na TC foram mensurados o ângulo da borda centro-lateral do acetábulo (LCEA), o índice da distância central (DC), o ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e a subluxação dorsolateral (DLS). A placa de crescimento ísquiopúbica fechou aos dois meses de idade, seguida pela fusão das placas íliopúbicas e ílioisquiiais, da epífise proximal do fêmur, do trocânter maior e da epífise proximal da fíbula. As placas de crescimento distal do fêmur e proximal da tíbia foram as últimas com a fusão aos 18 meses. O tempo de fechamento das placas de crescimento foi menor nas fêmeas. Os centros de ossificação surgiram na ordem crescente de tempo, iniciando pelo trocânter menor e em sequência trocânter maior, epífise proximal da fíbula, tuberosidade tibial, patela, tuberosidade isquiática e osso sesamóide lateral do músculo poplíteo. Os valores médios dos ângulos α e γ obtidos pela US foram respectivamente 62,41° e 44,94°. O valor médio do índice de distração (ID) foi de 0,13 e o valor médio do ângulo de Norberg (AN) obtido pelo MRC foi de 96, 57°. Os valores médios de LCEA, DC, DARA e DLS foram de 86°, 0,34, 21,6 e 44,61%, respectivamente. Correlações positivas foram encontradas entre LCEA e DLS e entre DLS e massa corporal. Os valores de AN, LCEA e DLS foram maiores nos machos e o DARA maior nas fêmeas. O ID correlacionou-se negativamente com o AN. Concluiu-se que os gatos domésticos completam o fechamento das placas de crescimento aproximadamente aos 18 meses de idade e que os exames de imagem, cada um em idade apropriada, auxiliam no diagnóstico da DCF e podem nortear a conduta clínica.

Palavras-chave: felino doméstico, centros de ossificação, placa de crescimento, diagnóstico por imagem

ABSTRACT

The objectives of this study were to monitor radiographically the skeletal development of the hip and stifle joints until the closure of the growth plates and to evaluate the viability of the ultrasonography (US), radiographic distraction method (RDM), conventional radiographic method (CRM) and computed tomography (CT) in the diagnosis of the hip dysplasia (HD) in cats. Radiographic examinations were obtained from the hip and stifle joints of 15 domestic cats at weekly intervals during the first month and biweekly until four months of age, when the tests started to be performed monthly. US and RDM were performed in 17 cats with mean age of 21.4 and 107.83 days, respectively. CRM and CT were performed in 15 cats with a mean age of 559.07 days. In the CT, the lateral center edge angle (LCEA), the center distance index (CD), the dorsal acetabular rim angle (DARA) and the dorsolateral subluxation score (DLS) were measured. The ischiopubic growth plate closed at two months of age, followed by fusion of the iliopubic and ilioischial plates, the proximal femoral epiphysis, the greater trochanter, and the proximal fibular epiphysis. The distal femur and proximal tibial growth plates were the last to close with fusion at 18 months. The closure time of the growth plates were smaller in females. The ossification centers appeared, in time ascending order, beginning with the lesser trochanter and followed by the sequence of greater trochanter, proximal fibular epiphysis, tibial tuberosity, patella, ischiatic tuberosity, lateral fabella, and lateral sesamoid of the popliteus muscle. The mean values of the α and γ angles were respectively $62,41^\circ$ e $44,94^\circ$. The mean distraction index (DI) was 0.13 and the mean value of the Norberg angle (NA) obtained by CRM was $96, 57^\circ$. The mean values of LCEA, CD, DARA and DLS were 86° , 0.34, 21.6 and 44.61%, respectively. Positive correlations were found between LCEA and DLS and between DLS and body mass. The NA, LCEA and DLS values were higher in males but females presented higher DARA. DI correlated negatively with NA. It was concluded that the closure of the hip and stifle joints growth plates occurs approximately at 18 months of age and that the imaging tests, each of them in an appropriate age, help in the diagnosis of HD and can guide the clinical conduct.

Keywords: feline, ossification centers, growth plates, diagnostic imaging

1. Introdução geral

Os gatos domésticos têm despertado interesse como animais de estimação e em países desenvolvidos como Estados Unidos da América (EUA) e Canadá eles são maioria. No Brasil, observa-se a tendência de o número de gatos superar o de cães. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o crescimento do número de gatos no Brasil é de 8% ao ano, enquanto o número de cães cresce anualmente 4% (IBGE, 2013).

Este aumento no número de gatos justifica-se pela fácil adaptação destes animais em apartamentos e espaços pequenos. Além disto, gatos são independentes e autossuficientes, não precisam de passeios e realizam suas necessidades fisiológicas em caixas de areia. Exigem assim, menos tempo de envolvimento do responsável para estes cuidados (Abinpet, 2013).

Desta forma, gatos domésticos têm sido cada vez mais frequentes na rotina clínica e cirúrgica veterinária o que exige maior capacitação dos profissionais da área. Muitas são as informações sobre a anatomia e as características radiográficas da espécie felina (Shapiro, 1930; Sis, 1965; Smith, 1968 a; Smith, 1968 b; Smith, 1969; Horvath, 1983; De Lahunta e Habel, 1986; Koepeel e Ebner, 1990; Farrow et al., 1994; Coulson e Lewis, 2002; Dyce et al., 2010 a; Thrall e Robertson, 2011; Kealy et al., 2012).

No entanto, são necessários mais estudos sobre a evolução radiográfica do esqueleto imaturo dos gatos domésticos, visto que muitos fatores podem interferir no desenvolvimento ósseo, sobretudo a genética e a alimentação, que tem se modificado ao longo dos anos. O conhecimento do tempo de surgimento dos centros de ossificação e de fechamento das placas de crescimento são necessários, pois podem interferir na conduta clínico-cirúrgica. Muitas vezes as placas de crescimento são confundidas com fraturas ou com anormalidades congênitas, principalmente na fase compreendida entre o nascimento até os três meses de vida.

A displasia coxofemoral (DCF) atribuída ao desenvolvimento anormal entre a cabeça do fêmur e o acetábulo tem sido estudada nos gatos domésticos desde o início da década de 90, mas faltam ainda informações sobre a aplicabilidade de alguns exames de imagem no diagnóstico dessa afecção. Sabe-se que a DCF é de ocorrência relativamente comum em gatos, embora ainda não seja bem reconhecida, pois os sinais clínicos são discretos (Gatti e Alvarez, 2000).

A literatura consultada mostra frequência de DCF variando de 6,6 % em 684 gatos de 12 raças (Keller et al., 1999) a 32% em uma população de setenta e oito animais de 9 raças (Langenbach et al., 1998). No Brasil, a frequência relatada é de 23 % em uma amostra de 50 gatos SRD e 50 Persas (Milken, 2007). O objetivo deste estudo, portanto é acompanhar radiograficamente o desenvolvimento esquelético da pelve, do fêmur e da tíbia do gato e avaliar a aplicabilidade de exames de imagem no diagnóstico da DCF.

2. Objetivos gerais

1. Fazer o acompanhamento radiográfico do desenvolvimento da pelve, das articulações coxofemorais e fêmoro-tíbio-patelares a partir da primeira semana de vida até o fechamento das placas de crescimento.
2. Avaliar a viabilidade de exames de imagem no auxílio diagnóstico da DCF em gatos.

3. CAPÍTULO 1

Estudo radiográfico do desenvolvimento da pelve e das articulações coxofemoral e fêmoro-tíbio-patelar em gatos domésticos

RESUMO

Os objetivos deste trabalho foram acompanhar por meio de exame radiográfico o desenvolvimento esquelético da pelve e das articulações fêmoro-tíbio-patelares a partir da primeira semana de vida até o fechamento das placas de crescimento. Os exames radiográficos foram obtidos de 15 gatos domésticos em intervalos semanal durante o primeiro mês e quinzenal até os quatro meses de idade, quando os exames foram realizados mensalmente. A placa de crescimento ísquiopúbica fechou aos dois meses de idade, seguida pela fusão das placas íliopúbicas e ílioisquiais, da epífise proximal do fêmur, do trocânter maior e da epífise proximal da fíbula. As placas de crescimento distal do fêmur e proximal da tíbia foram as últimas com a fusão aos 18 meses. O tempo de fechamento das placas de crescimento foi menor nas fêmeas. Os centros de ossificação surgiram na ordem crescente de tempo, iniciando pelo trocânter menor e em sequência trocânter maior, epífise proximal da fíbula, tuberosidade tibial, patela, tuberosidade isquiática e osso sesamóide lateral do músculo poplíteo. Concluiu-se que os gatos domésticos completam o fechamento das placas de crescimento aproximadamente aos 18 meses de idade.

Palavras-chave: centros de ossificação, placas de crescimento, radiografia

ABSTRACT

The objectives of this study were to monitor radiographically the skeletal development of the hip and stifle joints from the first week of life until the closure of the growth plates. Radiographic examinations were obtained from the hip and stifle joints of 15 domestic cats at weekly intervals during the first month and biweekly until four months of age, when the tests started to be performed monthly. The ischiopubic growth plate closed at two months of age, followed by fusion of the iliopubic and ilioischial plates, the proximal femoral epiphysis, the greater trochanter, and the proximal fibular epiphysis. The distal femur and proximal tibial growth plates were the last to close with fusion at 18 months. The closure time of the growth plates were smaller in females. The ossification centers appeared, in time ascending order, beginning with the lesser trochanter and followed by the sequence of greater trochanter, proximal fibular epiphysis, tibial tuberosity, patella, ischiatic tuberosity, lateral fabella, and lateral sesamoid of the popliteus muscle. It was concluded that the closure of the hip and stifle joints growth plates occurs approximately at 18 months of age and that the imaging tests, each of them in an appropriate age, help in the diagnosis of HD and can guide the clinical conduct.

Keywords: ossification centers, growth plates, radiography

3.1. Introdução

O gato tem se destacado como animal de estimação, tornando-se um paciente frequente na rotina clínica e cirúrgica de pequenos animais. Muitas são as informações sobre os aspectos anatômicos e radiográficos do gato doméstico (Shapiro, 1930; Sis, 1965; Smith, 1968 a; Smith, 1968 b; Smith, 1969; Horvath, 1983; De Lahunta e Habel, 1986; Koepeel e Ebner, 1990; Farrow et al., 1994; Coulson e Lewis, 2002; Dyce et al., 2010 a; Thrall e Robertson, 2011; Kealy et al., 2012). Entretanto, são necessários mais estudos sobre o desenvolvimento de seu esqueleto.

Fatores genéticos, nutrição, doenças intercorrentes, atividade e eventos traumáticos podem influenciar no desenvolvimento ósseo (Thrall e Robertson, 2011). A determinação do tempo de aparecimento dos centros de ossificação e do fechamento das placas de crescimento por meio de exames radiográficos é importante, pois propicia informações sobre a evolução esquelética, permite a identificação de possíveis anormalidades, além de possibilitar uma estimativa da idade do paciente, fator que pode modificar a conduta clínica e cirúrgica.

As placas de crescimento são constituídas por cartilagem hialina e são visibilizadas em exames radiográficos como uma linha radiotransparente localizada entre a epífise e a metáfise (Smith et al., 1969; Kierszenbaum, 2004; Disko e Charles, 2009).

A interpretação radiográfica do esqueleto imaturo, no entanto, é desafiadora (Smith, 1969) e as placas de crescimento podem ser confundidas com fraturas ou processos patológicos. Poucos atlas apresentam imagens do esqueleto ósseo imaturo de gatos domésticos (Horvath, 1983; Coulson e Lewis, 2002, Pereira, 2010) e somente um deles contém esquemas com idade inferior a 30 dias, mas em intervalos não regulares podendo haver perda de informações (Horvath, 1983).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi acompanhar a evolução do esqueleto do gato com foco na pelve e nos membros pélvicos, por meio de avaliação radiográfica a partir da primeira semana de vida até o fechamento das placas de crescimento.

3.2. Objetivos gerais

- Acompanhar a evolução esquelética da pelve e dos membros pélvicos do gato a partir da primeira semana de vida até o fechamento das placas de crescimento.

3.2.1 Objetivos específicos

-Determinar a partir de imagens radiográficas o desenvolvimento dos centros de ossificação, o tempo de aparecimento e de fechamento das placas de crescimento da pelve, do fêmur, da tíbia e da fíbula em gatos domésticos fêmeas e machos.

-Mensurar o comprimento do fêmur, da pelve e sua largura durante o desenvolvimento até o fechamento das placas de crescimento.

- Avaliar a taxa de crescimento dos ossos longos e da pelve de acordo com as imagens radiográficas.

3.3. Literatura consultada

No embrião, a osteogênese é definida como intramembranosa e endocondral. Na ossificação intramembranosa, as células mesenquimais se diferenciam em osteoblastos, responsáveis pela formação de matriz óssea. Posteriormente o cálcio transportado pelos vasos sanguíneos é utilizado no processo de mineralização e o tecido ósseo primário é formado (Kierszenbaum, 2004). Este processo ocorre no perióstio dos ossos longos e em ossos chatos, como os que compõem o crânio (Dirsko e Charles, 2009).

A ossificação endocondral é a substituição dos moldes de cartilagem hialina por ossos (Smith, 1968 a). A proliferação e hipertrofia das células cartilaginosas inicia a formação do centro de ossificação primário a partir do surgimento de vasos sanguíneos. Posteriormente, ocorre calcificação da matriz cartilaginosa e formação da diáfise. Este processo ocorre nas faces articulares e na pelve (Kierszenbaum, 2004).

A ossificação endocondral origina as três principais regiões dos ossos longos: diáfise, formada durante o desenvolvimento fetal, epífise e metáfise. As epífises são centros de ossificação secundários que surgem após o nascimento e se localizam nas extremidades proximais e distais dos ossos longos. O desenvolvimento das epífises ocorre a partir de uma zona de cartilagem localizada justaposta à articulação e por meio das placas de crescimento, responsáveis pelo aumento gradativo do comprimento do osso após o nascimento (Dirsko e Charles, 2009). As placas de crescimento localizam-se entre as epífises e metáfises dos ossos longos e são visibilizadas no exame radiográfico como linhas radiotransparentes associadas a descontinuidade da região cortical (Smith, 1969).

As apófises são centros de ossificação acessórios, considerados como pontos de inserção de músculos e tendões. Elas não contribuem para o crescimento do osso. Exemplos de apófises são os trocânteres femorais maior e menor (Kealy et al., 2012).

O tempo de desenvolvimento das epífises, o número de centros de ossificação e a idade do fechamento das placas de crescimento varia de acordo com a espécie doméstica estudada. Em uma mesma espécie, a variação na velocidade de desenvolvimento do esqueleto é menor, mas ainda assim fatores ambientais e genéticos podem interferir na evolução esquelética. De forma geral, quanto menor o intervalo entre o aparecimento dos centros de ossificação e o fechamento das placas de crescimento, menor é a possibilidade de existirem variações em uma mesma espécie (Smith, 1968 a).

A evolução óssea tem sido relatada em gatos domésticos desde 1930, quando Shapiro descreveu o desenvolvimento dos dentes da mandíbula e dos ossos longos em gatos com avaliação até nove e dez meses de idade. Sis (1965) realizou um estudo detalhado no qual as características anatômicas de 50 gatos domésticos foram descritas. Destes, quatro foram radiografados com intuito de se descrever a anatomia radiográfica do gato. Smith (1968b) avaliou por meio de exames radiográficos, o aparecimento dos centros de ossificação nos membros torácicos e pélvicos de 21 gatos (quatorze fêmeas e sete machos) do nascimento até dez semanas de vida, e mostrou que as placas de crescimento dos ossos longos ainda estavam presentes com 10 semanas de idade.

O tempo de fechamento das placas de crescimento dos membros torácicos e pélvicos de 37 gatos foi também avaliado radiograficamente por Smith (1969) na frequência de uma a quatro vezes por semana. O autor descreveu a evolução do processo até os 24 meses de idade, dissecou oito gatos para informações adicionais e concluiu que as placas de crescimento das epífises proximais da tíbia e da fíbula e da epífise femoral distal foram as que se fecharam mais tardiamente em gatos com idade entre 14 e 20 meses. Frequentemente, essas placas de crescimento apresentavam centros cartilagosos remanescentes periféricos de cartilagem o que pode ter retardado o tempo de fechamento registrado a partir de exames radiográficos.

A pelve do gato é estreita e longa e apresenta formato diferente da do cão (Koeppel e Ebner, 1990). A cavidade acetabular é formada pela extremidade caudal do corpo do ílio, pelo ramo cranial do púbis, pelo osso acetabular e pelo corpo do ísquio, responsável pela formação de dois terços do acetábulo (De Lahunta e Habel, 1986; Dyce et al., 2010a).

Gatos jovens apresentam placas de crescimento denominadas de íliopúbica, ilioisquial e ísquiopúbica (Coulson e Lewis, 2002). De acordo com Horvath (1983) a fusão do ísquio, ílio e púbis para formação do acetábulo ocorre aproximadamente entre os oito e nove meses de idade nos gatos. Coulson e Lewis (2002) observaram por meio de avaliação radiográfica em gatos domésticos britânicos de pelo curto, que a fusão da placa ísquiopúbica ocorre aos dois meses de idade e das placas ilioisquial e íliopúbica aos quatro, momento no qual o acetábulo se forma.

O tempo de surgimento dos centros de ossificação de algumas estruturas ósseas em gatos domésticos é listado na tabela 1 de acordo com Smith (1968b), Horvath (1983) e Thrall e Robertson (2011). Smith (1969) afirma que há pouca variação no tempo de aparecimento dos centros de ossificação em gatos, quando comparado com o tempo de fechamento das placas de crescimento.

Os fatores que influenciam o fechamento das placas de crescimento são complexos e variam de acordo com a espécie. Em gatos domésticos verifica-se sincronia entre a idade de maturidade sexual e a idade de fechamento das placas, ou seja, ocorre pouco crescimento ósseo após a puberdade (Kilborn et al., 2002). Os hormônios estrógeno e testosterona antagonizam o hormônio de crescimento e dessa forma cessa a proliferação das células cartilagosas, que constituem a placas de crescimento (Krook, 1988). As gatas domésticas atingem a maturidade sexual com aproximadamente seis a nove meses, enquanto os machos são mais tardios e são considerados sexualmente maduros entre os nove e dez meses de idade (Dyce et al, 2010b). O tempo aproximado de fechamento das placas de crescimento de gatos domésticos está descrito na tabela 2.

Tabela 1: Aparecimento em dias dos centros de ossificação de determinadas estruturas em gatos domésticos de acordo com a literatura consultada

	Smith, R. N. (1968b) / Thrall e Robertson (2011)	Horvath,A (1983)	Farrow et al., (1994)
Epífise proximal do fêmur	14	13-17	14
Trocâter maior do fêmur	35-42	20-24	35-42
Trocâter menor do fêmur	42-49	13-17	42-49
Epífise distal do fêmur	7-14	13-17	7-14
Epífise proximal da tíbia	14	14-21	14-21
Tuberosidade da tíbia	42-49	48-59	42-49
Epífise proximal da fíbula	42-49	36-58	42-49
Patela	56-63	56-100	56-63
Sesamóide lateral do músculo gastrocnêmio	70	84-142	-
Sesamóide medial do músculo gastrocnêmio	-	-	154
Sesamóide do músculo poplíteo	-	-	112-140
Tuberosidade isquiática	-	58-73	-

Adaptado de: SMITH, R. N., (1968 b); HORVATH, A (1983); FARROW ET AL., (1994) e THRALL E ROBERTSON (2011)

Tabela 2. Tempo de fechamento em meses, de determinadas placas de crescimento de gatos domésticos, de acordo com a literatura consultada

	Smith (1969) e Farrow et al. (1994)	Horvath.A (1983)	De La Hunta e Habel (1986)	Coulson e Lewis (2002)	Thrall e Robertson (2011)
Epífise proximal do fêmur	7-9,3	11-12	7-10	8	07-11
Trocâter maior do fêmur	6,5-8,4	11-14	7-10	-	13-19
Trocâter menor do fêmur	7,9-10	12-15	08-11	-	-
Epífise distal do fêmur	12,6-17,73	17-20	13-19	9	-
Epífise proximal da tíbia	11,66-17,73	17-21	12-18	9	09-10
Epífise proximal da fíbula	12,6 -16,8	17-21	13-18	9	13-18

Adaptado de: SMITH, R. N. (1969); HORVATH, A. (1983); DE LAHUNTA, A; HABEL, R.E. (1986); FARROW ET AL., (1994); COULSON, A.; LEWIS, N (2002); THRALL E ROBERTSON (2011).

3.4. Material e métodos

3.4.1. Animais e exames radiográficos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob protocolo 82/2015 (Anexo I). Quinze filhotes de gatos domésticos não castrados e sem raça definida (SRD) (nove machos e seis fêmeas de ninhadas diferentes) foram mantidos no Centro de Experimentação de Pequenos Animais (CEPA) da Escola de Veterinária (EV) da UFMG durante aproximadamente dois anos e meio para realização dos exames radiográficos. Os animais utilizados nesse experimento se originaram da região metropolitana de Belo Horizonte, provenientes de protetores e responsáveis que decidiram se desfazer de ninhadas indesejáveis. Os responsáveis assinaram um termo de doação (Anexo II).

O CEPA, local de manutenção dos gatos durante o experimento, consiste em um galpão composto por dois corredores com baias destinadas aos cães que foram adaptadas para os gatos. Cada baia mede 1,6 m de largura x 1,8 m de altura x 3,6 m de comprimento (5,76 m²) com área coberta e solário. Todas as baias foram teladas nos tetos, nas laterais e no portão de entrada.

Anteriormente à introdução dos animais foi realizada a desinfecção do CEPA. O material orgânico foi retirado, seguindo-se o uso de vassoura de fogo sistematicamente nos pisos, paredes, portas e tetos. A desinfecção foi realizada com solução de hipoclorito de sódio 10%, durante três dias consecutivos, deixando o produto agir por dez minutos.

Para obtenção dos quinze filhotes, dezessete gatas prenhes foram introduzidas nas baias do CEPA (uma por baia) para garantir a realização de exame radiográfico na primeira semana de vida dos lactentes. Após o desmame, as gatas adultas e os filhotes não utilizados neste experimento foram castrados e encaminhados para adoção, mediante a assinatura de um termo (anexo III).

O critério de inclusão das gatas prenhes neste experimento foi o estado geral clinicamente normal dos animais com resultado negativo para o vírus da imunodeficiência felina (FIV) e para o vírus da leucemia felina (FeLV). Para se descartar a infecção, utilizou-se o Alere FIV Ac/FeLV Ag teste kit, um imunoenensaio cromatográfico para detecção qualitativa e simultânea dos anticorpos IgG do vírus da FIV e antígenos p27 do vírus da FeLV no sangue total. As gatas prenhes receberam medicação anti-parasitária ^{1,2} e foram introduzidas no CEPA gradativamente de acordo com a disponibilidade de espaço.

As gatas prenhe e os filhotes foram alimentados com ração comercial duas vezes por dia ^{3,4} e o consumo médio diário de ração em gramas (g) variou conforme a idade dos gatos. Filhotes com quatro meses de idade consumiam 45 g de ração, entre quatro e seis meses, 50 g, entre seis e oito meses, 60 gramas, entre oito a doze meses, 70 g. Gatos adultos consumiam diariamente 70 g de ração, exceto as gatas prenhes, que por possuírem maior demanda nutricional ingeriam cerca de 100 g diárias. ¹ Utilizou-se ração com teores de cálcio (1- 2%) de fósforo (0,85%), de taurina

^{1 e 2:} Dupranel comprimidos e Actyvil

^{3 e 4:} Ração Hot Cat mix e Purina (Cat Chow adultos e filhotes)

^{5 e 6:} Nobivac (MSD saúde animal)

^{7 e 8:} Vermivet filhotes e Dupranel comprimidos

^{9:} Aparelho VMI- VMI Ind. Aparelhos Radiológicos

(0,12%), de proteína (30%) e de vitamina D3 (960 UI/Kg) satisfatórios de acordo com as recomendações da FEDIAF, (2016).

Os filhotes foram vacinados com três doses de vacina quádrupla ⁵ e receberam a primeira delas aos dois meses, a segunda aos três e a terceira aos quatro. A vacina antirrábica ⁶ foi administrada com quatro meses de idade. Reforços anuais foram feitos para as duas vacinas. As vermifugações foram realizadas em filhotes com duas semanas de vida e posteriormente com quatro semanas ⁷. Demais doses foram administradas com seis e oito semanas de idade ⁸ e o reforço foi realizado trimestralmente até um ano.

O critério de seleção utilizado para a escolha dos filhotes teve como objetivo eliminar o fator genético, ou seja, não foram selecionados filhotes de uma mesma ninhada.

Os exames radiográficos foram realizados semanalmente durante o primeiro mês de vida e a partir desta idade, quinzenalmente até os quatro meses e então mensalmente até o fechamento das placas de crescimento. Utilizou-se o aparelho VMI ⁹, da EV da UFMG, com quilovoltagem (Kv) média de 50, miliamperagem (mA) de 100 e tempo de exposição de 0,06 segundos. Uma pequena calha de isopor foi utilizada para manter a pelve alinhada. Os gatos foram posicionados em decúbito dorsal com os membros pélvicos estendidos e rotacionados medialmente para que as patelas ficassem sobrepostas ao plano sagital dos fêmores. Os membros pélvicos foram posicionados paralelamente entre si e em relação a coluna vertebral. As imagens radiográficas obtidas foram digitalizadas em processador da marca Konica e analisadas no programa denominado DICOM viewer.

Para realização dos exames radiográficos durante o primeiro mês de vida, os filhotes foram delicadamente retirados de sua ninhada, envoltos no mesmo pano utilizado em seus habitáculos e encaminhados para a sala de radiografia. Além da manutenção da temperatura corporal, os panos eram empregados na tentativa de se minimizar a rejeição posterior das mães, já que os gatos se reconhecem por meio do olfato. As radiografias eram realizadas o mais rápido possível evitando-se o contato com outros animais e pessoas. Antes dos filhotes serem devolvidos à ninhada, o pano era esfregado nas têmporas da mãe e em seguida nos lactentes, afim de manter o cheiro. A relação entre o filhote e a mãe era observada durante aproximadamente 30 minutos para garantir a aceitação materna.

Os animais foram tranquilizados e anestesiados mensalmente, após quatro meses de idade, para realização da projeção ventrodorsal. Administrou-se 10mg/kg de cetamina associada a 0,5mg/kg de midazolam e a 0,3mg/kg de metadona por via intramuscular. Após 15 minutos, decorridos da administração da medicação pré-anestésica, utilizou-se propofol por via endoflébica. Para administração de anestésico foi realizada tricotomia e assepsia na veia cefálica, na altura da superfície flexora da articulação úmero-rádio-ulnar, cujo acesso se fez por meio de catéter 22 G fixado por meio de esparadrapos.

Na avaliação radiográfica foi registrado o tempo de aparecimento dos centros de ossificação da tuberosidade isquiática, das epífises proximal e distal do fêmur, dos trocânteres maior e menor, da tuberosidade e da epífise proximal da tíbia, da epífise proximal da fíbula, da patela, do sesamóide lateral do músculo gastrocnêmio e do sesamóide do músculo poplíteo. O tempo de aparecimento do centro de ossificação do sesamóide medial do músculo gastrocnêmio só foi registrado em um gato.

Foi registrado também o tempo de fechamento das placas de crescimento ísquiopúbica, iliopúbica, ílioisquial e das epífises proximal e distal do fêmur, das epífises proximais da tibia e da fíbula. O fechamento das placas de crescimento foi considerado completo na ausência de linha radiotransparente em exames radiográficos. O comprimento do fêmur, a largura e altura da pelve foram mensurados em milímetros utilizando-se o software DICOM viewer.

O comprimento do fêmur foi mensurado considerando-se uma linha traçada a partir de sua extremidade proximal em direção a distal, passando pelo ponto médio de sua diáfise. As epífises proximais e distais foram incluídas no comprimento femoral, de acordo com o tempo de seu aparecimento.

Para mensurar a largura da pelve considerou-se uma linha A que mede a distância entre as asas do ílio e uma linha B que mede a distância entre as tuberosidades isquiáticas. Para registro do comprimento da pelve considerou-se a linha C que mede a distância entre as linhas A e B (Fig.1).

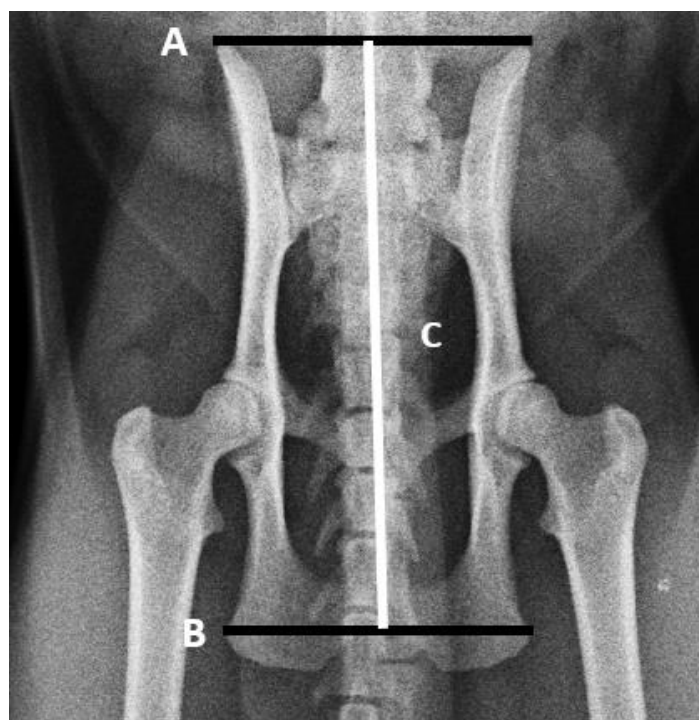


Figura 1: Fotografia radiográfica da pelve de gata doméstica SRD de 11 meses de idade em projeção ventrodorsal. As linhas pretas demonstram a largura da pelve: (A) distância entre as asas dos ílios e (B) distância entre as tuberosidades isquiáticas. A linha branca (C) mostra o comprimento pélvico.

A massa corporal dos gatos foi mensurada em três momentos diferentes: na terceira semana de vida, aos três meses e após o fechamento das placas de crescimento.

3.4.2. Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva para valores de centro (média e mediana) e dispersão (desvio padrão e quartis) do tempo médio em dias de surgimento dos centros de ossificação e do fechamento das placas de crescimento. Em seguida foram realizados testes de hipóteses (teste t de student) para inferir os valores esperados dessas variáveis para a população de gatos estudada. O teste t também foi utilizado para determinar a ocorrência de diferenças significativas entre os gêneros macho e fêmea (Agresti et al., 2018).

3.5. Resultados

A realização dos exames radiográficos no primeiro mês de vida foi difícil devido a possível rejeição dos lactentes por suas mães. Quatro filhotes foram rejeitados e a reintrodução foi realizada de forma gradual, esfregando-se um pano nas têmporas da mãe e em seguida no corpo do lactente. Ainda assim, três filhotes não foram aceitos no dia da realização do exame, sendo necessário aleitamento artificial. Dois deles foram reintroduzidos em suas ninhadas no dia seguinte e um dos filhotes foi rejeitado permanentemente, sendo assim, introduzido em outro grupo. A taxa de rejeição de rejeição temporária foi de 13,3 % e a permanente de 6,66%.

A idade média dos gatos domésticos avaliados na primeira semana foi de seis dias (idade mínima de 4 e máxima de 7), momento no qual se visibilizou radiograficamente os ossos ílio, ísquio, púbis, diáfises femoral, tibial e fibular. O gato mais jovem radiografado neste estudo apresentava quatro dias de idade e os referidos ossos já estavam presentes (Fig.2 A). Não foi possível determinar o tempo exato nos quais os centros de ossificação destes ossos apareceram.

Na segunda semana de avaliação os gatos tinham idade média de 12,2 dias (idade mínima de 9 e máxima de 14) e verificou-se delimitação dos espaços radiotransparentes correspondentes à sínfise pélvica e à placa de crescimento ísquiopúbica, quando os ramos do osso púbis e as tábuas isquiáticas se mostravam presentes. O centro de ossificação da epífise distal do fêmur foi predominantemente observado nessa fase e a idade média do surgimento do mesmo foi de 13,60 dias (Fig. 2 B).

Na terceira semana de avaliação, os centros de ossificação das epífises proximal do fêmur e da tíbia foram visibilizados radiograficamente com idade média de 16,07 e 18,27 dias respectivamente (idade mínima de 11 e máxima de 24). Em dois gatos (13,33%) a epífise proximal da tíbia foi observada com 11 e 13 dias, ainda na segunda semana de avaliação (Fig. 2 B).

As idades médias de surgimento dos centros de ossificação variaram segundo os ossos, entre 38,07 e 190,27 dias (Tab. 3) (Fig.2 D e E). O sesamóide lateral do músculo gastrocnêmio foi identificado em todos os gatos. O sesamóide medial do músculo gastrocnêmio foi visibilizado em apenas um gato aos 5,9 meses de idade.

A placa de crescimento ísquiopúbica foi a que se fundiu mais precocemente em gatos com idade média de 2,01 meses. Posteriormente ocorreu a fusão das placas íliopúbicas e ílioisquiais com média de 5,62 meses, seguida pela placa da epífise proximal do fêmur aos 8,37 meses. As placas do trocânter maior e da epífise proximal da fíbula fecharam respectivamente aos 9,44 e 10,34 meses (Fig.2 F) e por último ocorreu a fusão das placas de crescimento distal do fêmur e proximal da tíbia com 13,56 e 18,02 meses respectivamente (Fig.2 G). As idades média, desvio padrão e

intervalos de confiança para o tempo de fusão das placas avaliadas neste trabalho estão representados na tabela 4. A sínfise pélvica permaneceu aberta em todos os gatos domésticos até o final deste estudo.



Figura 2: Imagens radiográficas em projeção ventrodorsal da pelve de gatos domésticos SRD de respectivamente 4 (A), 13 (B), 21 (C) e 45 (D) dias. Em A visibiliza-se o ílio (1), ísquio (2), diáfises femoral (3), tibial (4) e fibular (5). Os ramos do osso púbis (6) são visibilizados com certa dificuldade. Em B visibiliza-se os ramos do osso púbis (6), as tábuas isquiáticas (2') e as placas de crescimento da cabeça femoral (3a) e do fêmur distal (3b). Em C observa-se a epífise proximal da tibia (4a). Em D visibiliza-se o trocânter maior (3c) e o trocânter menor (3d).

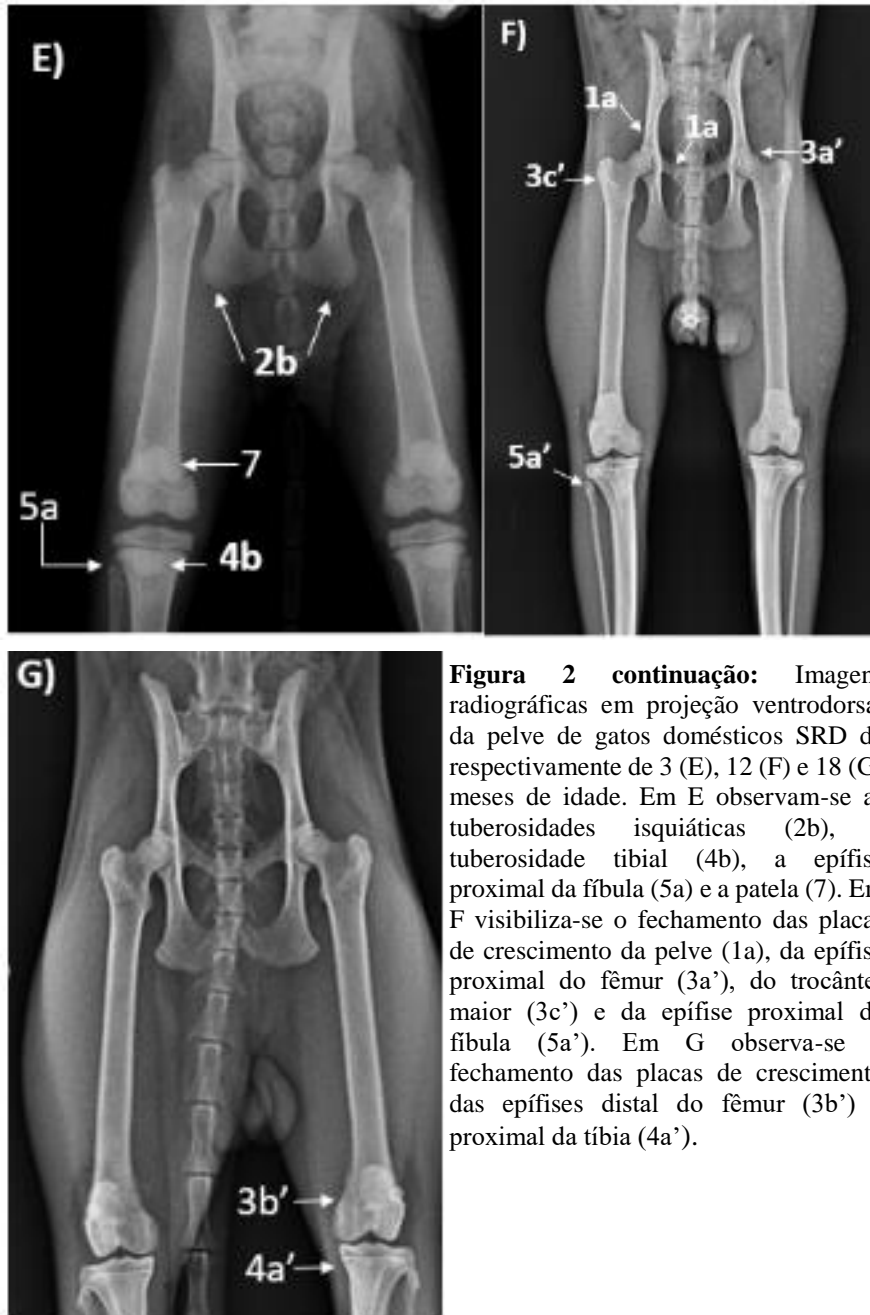


Figura 2 continuação: Imagens radiográficas em projeção ventrodorsal da pelve de gatos domésticos SRD de respectivamente de 3 (E), 12 (F) e 18 (G) meses de idade. Em E observam-se as tuberosidades isquiáticas (2b), a tuberosidade tibial (4b), a epífise proximal da fíbula (5a) e a patela (7). Em F visualiza-se o fechamento das placas de crescimento da pelve (1a), da epífise proximal do fêmur (3a'), do trocânter maior (3c') e da epífise proximal da fíbula (5a'). Em G observa-se o fechamento das placas de crescimento das epífises distal do fêmur (3b') e proximal da tíbia (4a').

Tabela 3: Tempo médio, em dias, do surgimento dos centros de ossificação, intervalo de confiança de 95%, desvio padrão, valor mínimo, máximo, 25%, 50% e 75% dos ossos, em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados, 9 machos e 6 fêmeas, de ninhadas diferentes

Centros de ossificação	Valor médio ± IC 95%	Desvio Padrão	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Epífise distal do fêmur	13,60 ± 0,91	1,64	11	13	13	14	17
Epífise proximal do fêmur	16,07 ± 2,13	3,85	11	13	14	19	24
Epífise proximal da tíbia	18,27 ± 2,11	3,81	11	15,5	19	21	24
Trocâter menor	38,07 ± 5,97	10,77	23	27	45	47	48
Trocâter maior	46,13 ± 0,62	1,13	45	45	46	47	48
Epífise proximal da fíbula	55,80 ± 3,63	6,56	45	48	59	60,5	63
Tuberosidade da tíbia	62,67 ± 6,63	11,97	45	54	61	74	77
Sesamóide do quadríceps	70,53 ± 6,62	11,95	48	60,5	74	77	93
Tuberosidade isquiática	72,27 ± 3,53	6,37	60	72,5	75	76	78
Sesamóide lateral do gastrocnêmio	78,40 ± 6,81	12,3	59	73	76	90	94
Sesamóide do poplíteo	190,27 ± 6,05	10,92	178	183	188	192	213

Tabela 4: Tempo médio em dias de fechamento, intervalo de confiança (IC) de 95%, desvio padrão, valor mínimo, máximo, 25%, 50% e 75% de determinadas placas de crescimento da pelve, do fêmur, da tíbia e da fíbula, em 15 gatos domésticos SRD não castrados, 9 machos e 6 fêmeas, de ninhadas diferentes

Placas de crescimento	Valor médio ± IC 95%	Desvio padrão	Mínimo	25%	50%	75%	Máximo
Placa Ísquiopúbica	60,3 ± 0,6	1,2	59,1	59,4	60	60,9	63
Placa íliopúbica	168,6 ± 9,3	16,5	150	158,4	165	175,5	210,9
Placa ílioisquiál	168,6 ± 9,3	16,5	150	158,4	165	175,5	210,9
Placa epífise proximal do fêmur	251,1 ± 13,8	24,9	207,9	238,5	252	269,1	300,9
Placa distal do fêmur	406,8 ± 18,0	33	359,1	383,1	399	429	462
Placa trocâter maior	283,2 ± 12,0	21,3	237,9	271,5	281,1	302,4	312,9
Placa tíbia proximal	540,6 ± 20,7	35,7	489,9	515,4	544,5	566,4	600,9
Placa da epífise proximal da fíbula	310,2 ± 26,1	47,1	215,1	285,6	306,9	333	399

O tempo médio de aparecimento de 82% dos centros de ossificação foi menor nas fêmeas quando comparado aos machos, de forma significativa (p -value $< 0,05$) na epífise proximal da fíbula e na patela. Nos machos, os trocâteres maior e menor se desenvolveram precocemente em relação as fêmeas, porém sem diferença estatística ($<$ de 3 dias) (Tab.5).

Tabela 5: Comparativo entre 9 machos e 6 fêmeas para o tempo médio em dias do surgimento de alguns centros de ossificação em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados e de ninhadas diferentes

Centros de Ossificação	Média machos	Média fêmeas	Diferença	p-value
Epífise distal do fêmur	13,89	13,17	0,72	0,47
Epífise proximal do fêmur	17,44	14,17	3,28	0,08
Epífise proximal da tíbia	19,67	16,17	3,5	0,08
Trocânter menor	37,11	39,5	-2,39	0,7
Trocânter maior	45,89	46,5	-0,61	0,37
Epífise proximal da fíbula	58,89	51,17	7,72	0,04
Tuberosidade da tíbia	65,67	58,17	7,5	0,22
Patela	77,22	60,5	16,72	0
Tuberosidade isquiática	73,78	70	3,78	0,32
Sesamóide lateral do gastrocnêmio	82,33	72,5	9,83	0,14
Sesamóide do poplíteo	192,44	187	5,44	0,29

O tempo de fechamento das placas íliopúbica, ílioisquial, das epífises proximal e distal do fêmur, do trocânter maior do fêmur e da epífise proximal da tíbia foi menor em fêmeas, quando comparado com os machos. Esta diferença foi estatisticamente significativa nas placas íliopúbica, ílioisquial e da epífise distal do fêmur (Tab.6). As placas isquiopúbicas se fecharam na mesma idade em ambos os sexos. A placa proximal da fíbula foi a única que se fechou mais precocemente nos machos.

Tabela 6: Comparativo entre 9 machos e 6 fêmeas para o tempo médio de fechamento em dias de algumas placas de crescimento em 15 gatos domésticos, SRD, não castrados e de ninhadas diferentes

Placas de crescimento	Valor médio machos	Valor médio fêmeas	Diferença	p-value
Placa ísquiopúbica	60,3	60,3	0	0,86
Placa íliopúbica	175,2	158,1	17,1	0,02
Placa ílioisquial	175,2	158,1	17,1	0,02
Placa da epífise proximal do fêmur	257,4	241,2	16,2	0,23
Placa da epífise distal do fêmur	417,9	390,3	27,6	0,09
Placa do trocânter maior	288	275,7	12,3	0,25
Placa da epífise proximal da tíbia	549,6	528,3	21,3	0,32
Placa da epífise proximal da fíbula	296,1	330,9	-34,5	0,21

Não houve diferença significativa entre a largura da pelve mensurada entre as asas do ílio e entre as tuberosidades do ísquio. O comprimento da pelve foi maior do que sua largura em todos os momentos de avaliação radiográfica na proporção de 41,7%, equivalente a uma diferença média de 30 mm, em último exame realizado (tempo médio de 18,02 meses) após o fechamento das placas de crescimento da pelve e das articulações coxofemoral e fêmoro-tíbio-patelar.

A taxa de crescimento diária estimada das variáveis comprimento do fêmur, largura e comprimento da pelve foi obtida por meio da variação percentual de cada medida entre as avaliações radiográficas, dividida pelo período médio entre as mesmas. Os gráficos 1 e 2 mostram respectivamente a taxa de crescimento por avaliação radiográfica para as três variáveis associadas e independentes. Observou-se que a maior taxa de crescimento ocorreu entre o nascimento e os 100 dias de idade, quando o crescimento declinou até os 300 dias e manteve-se relativamente constante até os 600 dias de idade. A partir deste momento, a taxa de crescimento declinou ainda mais e chegou a 0%. Entre as variáveis avaliadas o comprimento do fêmur é responsável pela maior taxa de crescimento observada (Gráfico 2).

A massa corporal em kg dos gatos domésticos avaliados aumentou significativamente até os 300 dias de vida (Gráf. 3 A). O comprimento do fêmur (Gráf. 3B) aumentou significativamente até os 300 dias de idade e correlacionou-se de forma positiva (0,96277) com a massa corporal dos animais avaliados (Gráf. 3 C).

Gráfico 1: Taxa de crescimento diária, estimada, das variáveis comprimento do fêmur, largura, altura da pelve, por avaliação radiográfica, em quinze gatos domésticos SRD

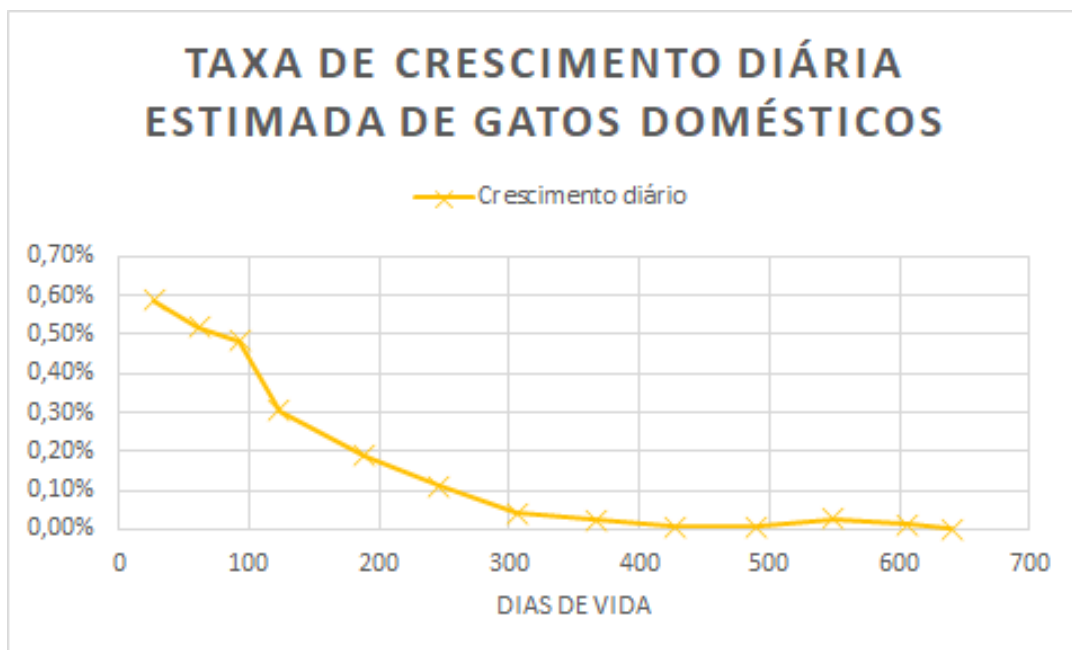


Gráfico 2: Taxa de crescimento diária, estimada, das variáveis comprimento do fêmur, largura da pelve e comprimento da pelve por avaliação radiográfica em quinze gatos domésticos SRD

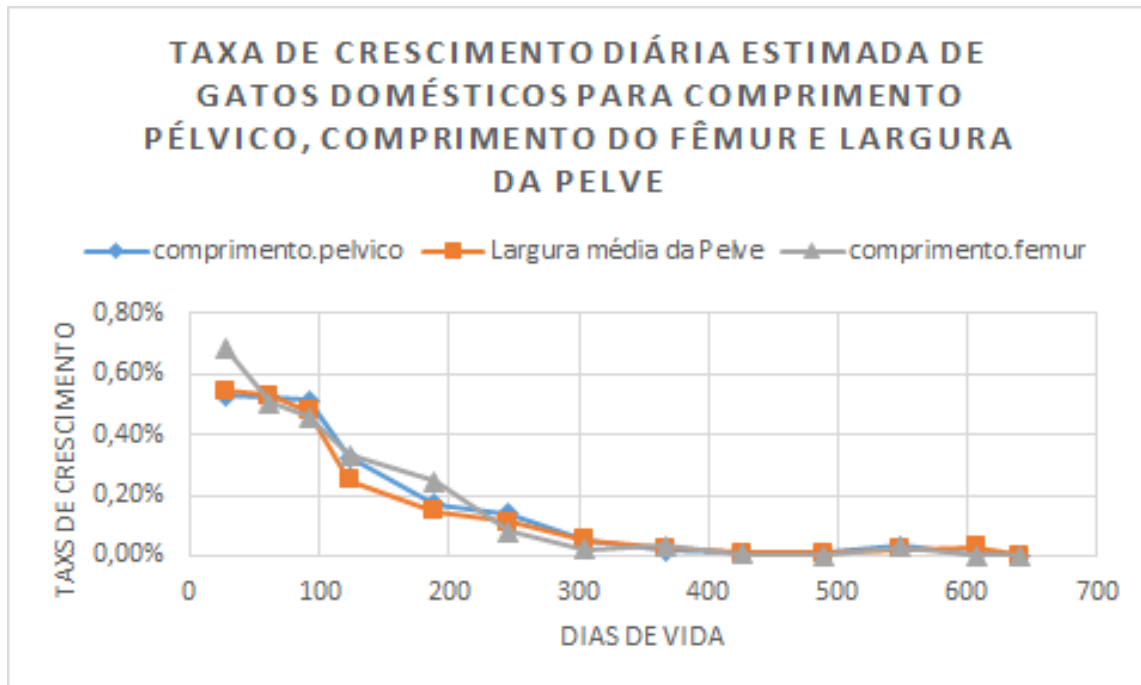
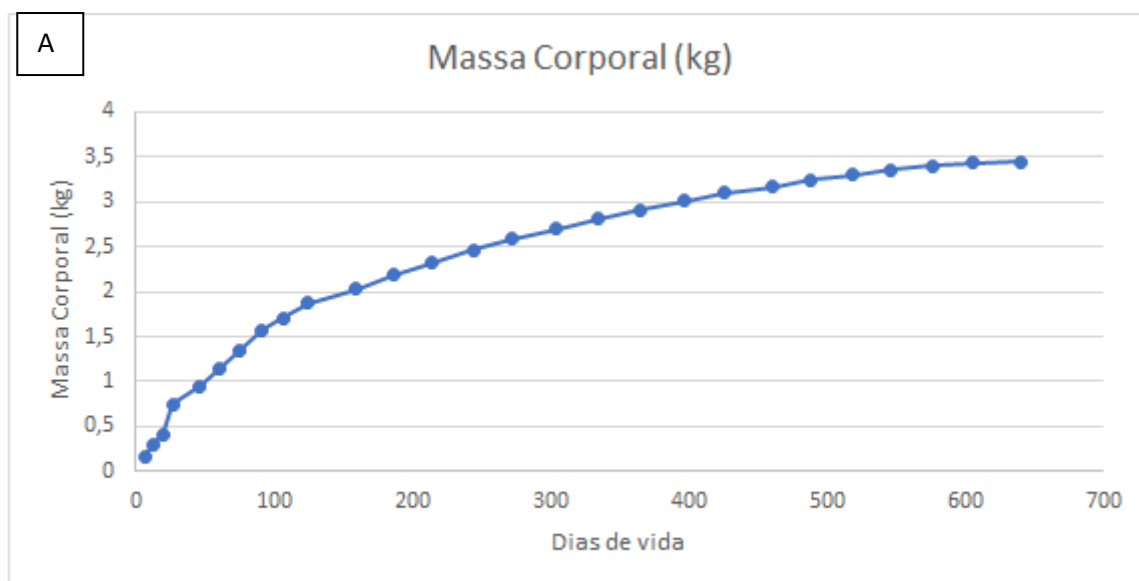
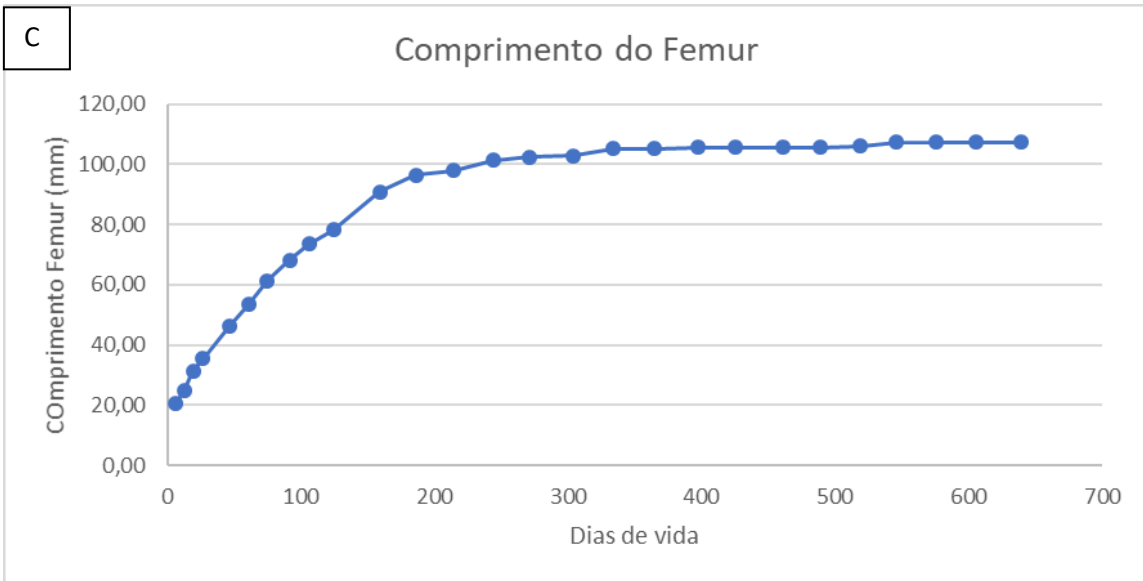
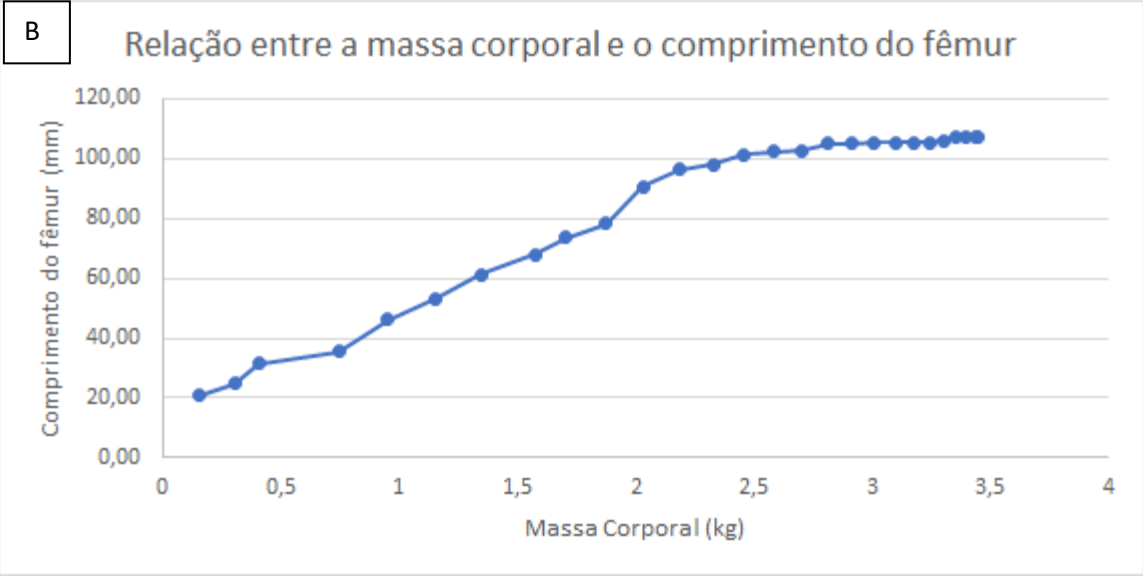


Gráfico 3: A) Relação entre massa corporal em Kg e dias de vida B) Relação entre o comprimento do fêmur em mm e dias de vida C) Relação entre a massa corporal em Kg e o comprimento do fêmur em mm em 15 gatos domésticos, SRD, 9 machos e 6 fêmeas





3.6. Discussão

O conhecimento da evolução esquelética do gato é imprescindível na avaliação clínica. Alterações esqueléticas decorrentes de trauma ou de distúrbios endócrinos podem ocorrer e culminar em diagnóstico e tratamento inadequados em gatos durante a fase de crescimento. Algumas vezes a não visibilização dos ossos nos exames radiográficos em idade precoce é confundida com defeitos congênitos ou fraturas. Portanto, o conhecimento do desenvolvimento esquelético é necessário para adequada avaliação clínica do paciente. O surgimento dos centros de ossificação e o fechamento das placas de crescimento ocorrem em idades distintas.

Muito embora a taxa de rejeição permanente do filhote tenha sido pequena (6,66%) o fato chama atenção para os cuidados necessários para reintrodução no grupo quando se manipula filhotes de gatos domésticos durante o primeiro mês de vida. Além deste fator, a manutenção da temperatura corporal e do cheiro característico é um desafio que pode ser contornado mantendo os mesmos panos utilizados em seus habitáculos. Ainda assim, é possível ocorrer rejeição permanente como observado em um caso neste estudo levando a introdução do filhote em outra ninhada.

O tempo de fechamento da placa de crescimento ísquiopúbica dos gatos deste estudo foi semelhante ao relatado por Coulson e Lewis (2002) enquanto as íliopúbica e ílioisquial fecharam-se em momento diferente do relatado na literatura (Horvath, 1983; Coulson e Lewis, 2002), ocorrendo em período intermediário (4 e 8-9 meses) ao mencionado pelos autores acima. É sugestivo, portanto que diferentes fatores podem influenciar a velocidade de fechamento fisário. Isto é observado por exemplo em relação as condições climáticas, hormonais e genéticas (Thrall e Robertson, 2011). Outro aspecto que deve ser considerado é a mudança nas dietas dos gatos domésticos, que passaram a se alimentar de ração comercial em detrimento de restos alimentares ou à alimentação restritiva à caça. As rações comerciais são equilibradas e favorecem o desenvolvimento saudável do esqueleto.

De modo geral, o tempo de fechamento das placas de crescimento das epífises proximal e distal do fêmur e do trocânter maior neste trabalho assemelha-se ao relatado anteriormente por Smith (1969), e por De La Hunta e Habel (1986), mas é inferior ao relatado por Horvath (1983). O tempo de fechamento da epífise proximal da fíbula neste estudo está dentro da faixa reportada por outros autores (Smith, 1969; Horvath, 1983; De La Hunta e Habel, 1986).

Assim, de acordo com a literatura consultada (Smith, 1969; Horvath, 1983; De La Hunta e Habel, 1986; Coulson e Lewis, 2002) observa-se variação entre o período de fechamento das referidas placas de crescimento em gatos domésticos. Contudo, determinar o tempo de fusão das placas no exame radiográfico é desafiador, pois necessita de alinhamento perfeito dos ossos para adequada avaliação da ausência de linha radiotransparente e assim, se considerar o fechamento epifisário. Em alguns animais, centros remanescentes de cartilagem podem persistir por anos, mesmo após a interrupção do crescimento histológico (Smith, 1969).

Dessa forma, não há uma padronização na interpretação radiográfica do tempo exato de fusão das placas de crescimento. Além disso, pode-se considerar ainda a variação metodológica dos estudos citados, bem como a influência do meio. Smith (1968b) descreve a possibilidade de influência de fatores como genética, raça, alimentação e ninhadas diferentes na avaliação do tempo de fechamento das placas.

O menor tempo de desenvolvimento dos centros de ossificação e de fechamento das placas de crescimento em fêmeas pode estar relacionado ao fato de que os machos atingem a maturidade sexual em idade mais tardia, conforme relatado por Dyce et al., (2010b). Os centros de ossificação dos trocânteres maior e menor, entretanto foram visibilizados mais precocemente em machos quando comparado com as fêmeas. Porém, a diferença foi menor que três dias e não há evidências suficientes para se descartar a hipótese de que essas estruturas apareçam ao mesmo tempo em ambos os gêneros.

A placa ísquiopúbica entretanto, apresenta tempo de fusão semelhante entre os gêneros nos gatos. Uma das possibilidades consiste no fato desta placa estar sobreposta a outras estruturas, dificultando a sua observação em projeção ventrodorsal como utilizada neste trabalho. Dessa forma, a variação do tempo de fechamento entre os sexos pode não ter sido observada na referida placa, não por estar ausente, mas por sobreposição de imagem, impossibilitando a distinção.

Com relação ao aparecimento dos centros de ossificação das epífises proximal e distal do fêmur, do trocânter maior do fêmur, das epífises proximais da tíbia e da fíbula, da tuberosidade tibial, da patela, da fabela lateral do músculo gastrocnêmio e da tuberosidade isquiática, os dados deste trabalho assemelham-se ao reportado na literatura consultada (Smith, 1969; Horvath, 1983). De acordo com Smith (1969) o tempo de aparecimento dos centros de ossificação é menos variável quando comparado ao tempo de fusão de placas, sendo este resultado, portanto já esperado. E como já mencionado na literatura (Farrow et al., 1994; Coulson e Lewis, 2002) a visibilização do sesamóide medial do músculo gastrocnêmio é rara tendo sido possível em apenas um (6,66%) gato deste estudo.

Os fatores que interferem no fechamento das placas epifisárias e conseqüentemente na taxa de crescimento não estão completamente definidos, mas sabe-se que a genética e os hormônios assumem grande importância. Em gatos, a maior taxa de crescimento ocorre até os 100 dias de idade e parece ser a evolução natural do filhote. Observa-se em seguida o declínio da velocidade em relação a esta fase, mas com certa constância até os 250 dias de idade, momento aproximado em que fêmeas e machos atingem a puberdade. Neste período o estrógeno e a testosterona antagonizam o hormônio de crescimento e cessa a proliferação das células cartilaginosa da placa epifisária (Krook, 1988). Não havendo proliferação de células cartilaginosa haverá certamente, declínio gradual na velocidade de crescimento até alcançar 0% (Gráfico 1) como já relatado por Kilborn et al., (2002).

O fêmur é dentre os demais, o osso que apresenta maior taxa de crescimento (Gráf.2) com expansão significativa até os 300 dias de idade (Gráf.3) e a massa corporal mostra ritmo semelhante (Gráf. 4 A). As duas grandezas parecem ter alta correlação (Gráf. 4 B), embora sejam necessários mais estudos para melhor definição dessa relação.

A determinação do período exato em que os gatos atingem a puberdade não é fácil devido a variação individual. Embora Dyce et al. (2010b) reportem um período de maturidade sexual em gatos domésticos de 6 a 9 meses nas fêmeas e de 9 a 10 meses de idade nos machos, durante esse estudo foi possível observar que cerca de três fêmeas e três machos mostravam comportamento reprodutor mais precocemente o que explica o maior declínio da taxa de crescimento aos sete meses de idade observada neste estudo.

A fase de crescimento compreendida entre o nascimento e os 100 dias de idade parece ser o momento crítico em que fatores ambientais e nutricionais devem ser considerados e manejados corretamente para que enfermidades nutricionais e/ou endocrinológicas não se manifestem em fase mais tardia.

3.7. Conclusões

De acordo com as condições em que o experimento foi realizado pode-se concluir que o tempo de fechamento das placas de crescimento é menor em fêmeas do que em machos. A maturação esquelética na idade aproximada de 18 meses é um parâmetro importante a ser considerado em avaliação radiográfica de determinadas alterações esqueléticas como a DCF, diagnóstico de ausência da DCF para fins reprodutivos, evolução de fraturas e desequilíbrio nutricional. Embora sejam necessários outros estudos com número amostral maior, os dados aqui representados contribuem para uma maior compreensão das imagens radiográficas do esqueleto de gatos domésticos imaturos.

3.8. Referências bibliográficas

ABINPET. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, 2013. Disponível em: < <http://abinpet.org.br/site/mercado> >. Acessado em: 15 nov. 2017.

AGRESTI, A.; FRANKLIN, C.; KLINGENBERG, B.; POSNER, M. Statistics: The art and Science of learning from data. Inglaterra: PEARSON, 2018.

COULSON, A.; LEWIS, N. Cat. In: COULSON, A.; LEWIS, N. An atlas of interpretative radiographic anatomy of the dog and cat. Reino Unido:BLACKWELL SCIENCE, 2002, p.412-427.

DE LAHUNTA, A; HABEL, R.E. Applied Veterinary Anatomy: Filadélfia, SAUNDERS, 1986.

DIRSKO, J.F.; CHARLES, E. The epiphyseal plate: physiology, anatomy and trauma. *Comp. Educ. Vet.*, p.1-10, 2009.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. O aparelho locomotor. Cap.1. In: DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. Tratado de Anatomia veterinária. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2010. p.93-217 a.

DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. A pelve e os órgãos reprodutivos de cães e gatos. Cap.15. In: DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. Tratado de Anatomia veterinária. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2010. p.892-934 b.

FARROW, C.S.; GREEN, R.; SHIVELY, M.J. The limbs. Cap. 9. In: FARROW, C.S.; GREEN, R.; SHIVELY, M.J. Radiology of the cat. Missouri: MOSBY, 1994. p.225-

FEDIAF. Nutritional guidelines for complete and complementary pet food for cats and dogs. Bruxelas: European Pet Food Industry Federation, 2011. Disponível em: <www.fediaf.org/component/attachments/attachments.html?task=download&id=48> Acessado em: 15 mai. 2018.

GATTI, R.; ALVAREZ, D. Displasia de cadera em el gato. Um caso clínico. *Rev. de Med. Vet.*, v.81, n.6, p.448-451, 2000.

HORVATH, A. Rontgenanatomische Untersuchungen zur postnatalen Entwicklung des Hintergliedmaßenskeletts der Hauskatze (*Felis catus*). 1983. (Dissertação). Mestrado em medicina veterinária.

IBGE. São Paulo: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/insumos-agropecuarios/anos-anteriores/ibge-populacao-de-animais-de-estimacao-no-brasil-2013-abinpet-79.pdf>> . Acessado em: 07 Jan. 2018.

KEALY, J.K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. Ossos e articulações. In: KEALY, J.K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J.P. Radiografia e Ultrassonografia do cão e do gato. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2012. p. 433-437.

KEELER, G.G.; REED, A.L.; LATTIMER, J.C.; CORLEY, E.A. Hip dysplasia: a feline population study. *Vet. Rad. Ult.*, v.40, n.4, p.460-464, 1999.

KIERSZENBAUM, A.L. Osteogênese. In: KIERSZENBAUM, A.L. Histologia e biologia celular. Elsevier, 2004.

KILBORN, S.H.; TRUDEL, G.; UHTHOFF, H. Review of growth plate closure compared with age at sexual maturity and lifespan in laboratory animals. *Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, v.41, n.5, p.21-26, 2002.

KOPPEL, E.; EBNER, J. Die Huftgelenkdysplasie der katze. *Kleintierpraxis*, v.35, p. 281-289, 1990.

KROOK, L. Doenças metabólicas dos ossos. In: Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG, v.3, p. 11-17, 1988.

LANGENBACH, A.; GIGER, U.; GREEN, P. et al., Relationship between degenerative joint disease and hip joint laxity by use of distraction index and Norberg angle measurement in a group of cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.213, n.10, p.1439-1443, 1998.

MILKEN, V.M.F. *Estudo radiográfico comparativo da displasia coxofemoral entre gatos da raça persa e sem raça definida*. Botucatu, 2007. 71 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu.

SHAPIRO, H.H. Growth and time correlations between ossification centers in the long bones and calcification centers in the mandibular dentition of the cat. *Int. J. Orthod. Dent. Child.*, v.16, p.690–702, 1930.

SIS. R. F. *Anatomy in feline surgery*. 1965. 293 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia veterinária)- Universidade de IOWA, Michigan.

SMITH. R. N. The developing skeleton. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE OF VETERINARY RADIOLOGISTS, 1968 a. Irlanda. *Anais...*Irlanda: 1968. p. 30-35.

SMITH, R. N. Appearance of ossification centres in the kitten. *J. Small. Anim. Pract.*, v.9, p. 497-511, 1968 b.

SMITH, R.N. Fusion of ossification centres in the cat. *J. Small. Anim. Pract.*, v. 10, p.523-530, 1969.

PEREIRA, S.M. Atlas Radiográfico do Esqueleto Imaturo de Cães e Gatos. Rio de Janeiro: REVINTER, 2010. p.38-43.

THRALL, D.E.; ROBERTSON, I. D. Introdução. In: THRALL, D.E.; ROBERTSON, I. D. Normal radiographic anatomy and anatomic variants in the dog and cat. Missouri: ELSEVIER, 2011. p. 7-16.

4. CAPÍTULO 2

Estudo tomográfico, radiográfico e ultrassonográfico das articulações coxofemorais de gatos domésticos em crescimento e adultos

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade da ultrassonografia (US), do método radiográfico em distração (MRD), do método radiográfico convencional (MRC) e da tomografia computadorizada (TC) no diagnóstico da displasia coxofemoral (DCF) em gatos. A US e o MRD foram realizados em 17 gatos com idade média respectivamente de 21,4 e 107,83 dias; e o MRC e a TC em 15, na faixa etária de 559,07 dias. Na TC foram mensurados o ângulo da borda centro-lateral do acetábulo (LCEA), o índice da distância central (DC), o ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e a subluxação dorsolateral (DLS). Os valores médios dos ângulos α e γ obtidos pela US foram respectivamente 62,41° e 44,94°. O valor médio do índice de distração (ID) foi de 0,13 e o valor médio do ângulo de Norberg (AN), obtido pelo MRC, foi de 96, 57°. Os valores médios de LCEA, DC, DARA e DLS foram de 86°, 0,34, 21,6 e 44,61%, respectivamente. Correlações positivas foram encontradas entre LCEA e DLS e entre DLS e massa corporal. Os valores de AN, LCEA e DLS foram maiores nos machos e o DARA maior nas fêmeas. O ID correlacionou-se negativamente com o AN. Concluiu-se que os exames de imagem, cada um em idade apropriada, auxiliam no diagnóstico da DCF e podem nortear a conduta clínica.

Palavras-chave: felino, diagnóstico por imagem

The objective of this study was to evaluate the viability of the ultrasonography (US), radiographic distraction method (RDM), conventional radiographic method (CRM) and computed tomography (CT) in the diagnosis of the hip dysplasia (HD) in cats. US and RDM were performed in 17 cats with mean age of 21.4 and 107.83 days, respectively. CRM and CT were performed in 15 cats with a mean age of 559.07 days. In the CT, the lateral center edge angle (LCEA), the center distance index (CD), the dorsal acetabular rim angle (DARA) and the dorsolateral subluxation score (DLS) were measured. The mean values of the α and γ angles were respectively 62,41° e 44,94°. The mean distraction index (DI) was 0.13 and the mean value of the Norberg angle (NA) obtained by CRM was 96, 57°. The mean values of LCEA, CD, DARA and DLS were 86°, 0.34, 21.6 and 44.61%, respectively. Positive correlations were found between LCEA and DLS and between DLS and body mass. The NA, LCEA and DLS values were higher in males but females presented higher DARA. DI correlated negatively with NA. It was concluded that the imaging tests, each of them in an appropriate age, help in the diagnosis of HD and can guide the clinical conduct.

Keywords: feline, diagnostic imaging

4.1. Introdução

A DCF é relativamente comum em gatos, embora não seja reconhecida. Gatos domésticos apresentam esqueleto leve e massa muscular forte o que pode mascarar os sinais clínicos, mesmo em articulações instáveis (Gatti e Alvarez, 2000). No cão ela é definida como o desenvolvimento anormal entre a cabeça femoral e o acetábulo. A malformação é de origem genética e manifesta-se por meio da lassitude articular, que ocorre em vários graus e progride para doença articular degenerativa (DAD) (Rocha e Tôrres, 2007).

O exame clínico constitui a fase inicial da avaliação, mas são necessários exames de imagem complementares para se fazer o diagnóstico definitivo de DCF. O exame tradicionalmente realizado para esta avaliação é a radiografia da pelve utilizada para mensurações angulares e avaliação do espaço articular. A DCF, no entanto, manifesta-se clinicamente como instabilidade articular e pode-se observar radiograficamente a pelve normal ou com discretas alterações (Keller et al., 1999). Exames complementares que permitem avaliação mais detalhada possibilitam o diagnóstico precoce e as devidas condutas clínicas com vistas a prevenção ou minimização da osteoartrose. Assim, o método radiográfico em distração (MRD), a ultrassonografia (US) e a tomografia computadorizada (TC), cada um com suas indicações específicas, são exames que possibilitam o diagnóstico precoce da DCF (Rocha e Tôrres, 2007; Kishimoto et al., 2009; Fischer et al., 2010).

O MRD é uma forma de diagnóstico precoce da DCF no cão, pelo qual se obtém o índice de distração (ID), que é uma medida direta da instabilidade articular (Smith et al., 1990), e a US estática permite a obtenção dos ângulos α e γ . O ângulo α está relacionado com a profundidade acetabular (Rocha e Tôrres, 2007; Fischer et al., 2010) e o γ mostra a posição da cabeça femoral em relação ao acetábulo (Rocha e Tôrres, 2007), fatores importantes para a estabilidade articular. A TC, exame mais sofisticado, permite avaliar a subluxação dorsolateral (DLS) da cabeça do fêmur, o ângulo da borda centro-lateral do acetábulo (LCEA) e o ângulo da borda acetabular dorsal (DARA). Os referidos parâmetros quantificam a relação entre a cabeça femoral e o acetábulo. A TC permite também obter o índice da distância central (DC), que mensura a instabilidade articular (Kishimoto et al., 2009). Com o método radiográfico convencional (MRC) pode-se mensurar o ângulo de Norberg (AN) que quantifica a relação entre a cabeça femoral e o acetábulo (Keller et al., 1999). Na literatura consultada não foram encontrados estudos que avaliem as articulações coxofemorais de gatos domésticos por meio de US e de TC. As informações a respeito de exames de imagem na avaliação da articulação coxofemoral de gatos domésticos são escassas, bem como dados sobre avaliação clínica de frouxidão articular. Novos estudos se fazem necessários para se determinar valores considerados normais para os referidos parâmetros que possam auxiliar no diagnóstico da DCF. O objetivo desta pesquisa é portanto, avaliar a viabilidade do MRC, do MRD, da US e da TC no diagnóstico de DCF em gatos.

4.2. Objetivos

- 1- Avaliar as articulações coxofemorais de gatos domésticos em crescimento e adultos por meio da US, do MRD, do MRC e da TC.
- 2- Determinar os ângulos α , γ , de Norberg, LCEA e DARA, DLS e índices DC e ID.

4.3. Literatura consultada

O diagnóstico da DCF em gatos domésticos é realizado com base no histórico, nos sinais clínicos, na avaliação física e no exame radiográfico (Milken, 2007). A relação existente entre a cabeça do fêmur e o acetábulo pode ser avaliada e mensurada de várias formas e o MRC, recomendado pela Orthopedic Foundation for Animals (OFA) e pelo Colégio Brasileiro de Radiologia Veterinária (CBRV) é o método mais utilizado (Keller et al., 1999). No MRC mede-se o AN cujo valor limite para gatos domésticos ainda não foi determinado. Sabe-se, no entanto, que gatos domésticos tem acetábulo normalmente mais raso e AN conseqüentemente menor que 105°, quando comparado com o cão. A cobertura acetabular considerada normal para cães sem DCF deve ser no mínimo de 50% com valor de AN maior ou igual a 105° (Koppel e Ebner, 1990; Keller et al., 1999; Milken, 2007).

A literatura consultada mostra variações nos valores de AN tanto para gatos normais quanto para displásicos. De 293 radiografias Koeppel e Ebner (1990) relataram média de 98° e 86° para AN em gatos sem raça definida (SRD) normais e displásicos respectivamente, enquanto Langenbach et al., (1998), de uma população de 78, reportaram média de 92,4° para os gatos normais, 84° para os displásicos com DAD e 95° para os sem sinais radiográficos de DCF. Outro estudo realizado com 50 gatos SRD e 50 Persas (Milken, 2007) mostrou valores do AN em gatos displásicos dentro das faixas citadas, 89,75° a 93,02° e 93,55° a 98,6° para os normais. A idade dos animais nos diferentes estudos variou de seis meses a nove anos.

O MRD é considerado uma forma precoce de diagnóstico da DCF, pois permite a obtenção do ID considerado uma medida direta da frouxidão articular funcional (Smith et al., 1990). De uma amostra de 78 gatos de raça, acima de seis meses de idade, Langenbach et al. (1998) relataram ID menor que 0,4 na população normal e Milken (2007) citou variação de ID de 0,06 a 0,4 em 77 gatos domésticos, acima de dois anos de idade, considerados normais.

Outra forma de avaliação precoce da articulação coxofemoral é o exame ultrassonográfico, que tem sido utilizado na medicina humana desde 1987, para o diagnóstico de displasia do quadril em recém-nascidos. Além de permitir a visualização de detalhes anatômicos, a US é um exame rápido, não invasivo, que não utiliza radiação ionizante e pode ser repetido no mesmo paciente várias vezes. O método de Graf é comumente utilizado e baseia-se na avaliação das características morfológicas do acetábulo. Por meio desta técnica obtém-se o ângulo α , que fornece uma estimativa da profundidade da cavidade acetabular (Graf, 1987; Rocha e Tôrres, 2007).

Em medicina veterinária, os estudos ultrassonográficos da articulação coxofemoral têm sido realizados somente em cães (Greshake e Ackerman, 1992; Rocha e Tôrres, 2007; Fischer et al., 2010). A US é considerada uma técnica viável em filhotes e permite a visualização adequada das estruturas anatômicas, além da mensuração do ângulo α (Greshake e Ackerman, 1992; Rocha e Tôrres, 2007). Fischer et al., (2010) consideraram este exame possível até quatro meses de idade enquanto Rocha e Tôrres (2007) indicaram o emprego da técnica até os 14 dias. Em um estudo com onze filhotes de cães Rocha e Tôrres (2007) adaptaram a técnica de Graf e obtiveram também o ângulo γ que mostra a posição da cabeça femoral no acetábulo.

A TC, outro método empregado na avaliação da articulação coxofemoral, permite a obtenção dos parâmetros DLS, LCEA e DARA que refletem a estabilidade articular. A DC, medida da lassitude articular funcional, também pode ser obtida neste exame (Fujiki et al., 2004, Kishimoto et al.,

2009). Não foram encontrados dados relativos aos gatos. Os estudos disponíveis na literatura foram realizados até o momento somente em cães (Farese et al., 1998; Fujiki et al., 2004, Kishimoto et al., 2009).

Para a TC a projeção dorsoventral é considerada como mais adequada para detecção da lassitude articular. O paciente é contido em decúbito ventral com as articulações fêmoro-tíbio-patelares flexionadas e aduzidas com o peso corporal suportado pelos fêmores (Fujiki et al., 2004; Kishimoto et al., 2009). Nesta posição pode-se obter o DC considerado como marcador funcional da lassitude articular (Fujiki et al., 2004). Kishimoto et al. (2009) também utilizaram a projeção dorsoventral para avaliar 44 articulações coxofemorais de cães com idade entre sete meses e quatro anos e observaram alta correlação entre DLS e LCEA. Os autores sugeriram que a utilização associada de DLS e LCEA poderia aumentar a acurácia diagnóstica da DCF.

4.4. Material e métodos

4.4.1. Animais

Este projeto foi aprovado pelo Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob protocolo 82/2015 (Anexo I). Dezesete filhotes de gatos domésticos SRD, nove machos e oito fêmeas de ninhadas diferentes, foram mantidos no Centro de Experimentação de Pequenos Animais (CEPA) da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV/UFMG) durante aproximadamente dois anos e meio. Os animais utilizados neste experimento originaram-se da região metropolitana de Belo Horizonte, provenientes de protetores e responsáveis que decidiram se desfazer de ninhadas indesejáveis. Os responsáveis assinaram um termo de doação, conforme anexo II.

O CEPA, local de manutenção dos gatos durante o experimento, consiste em um galpão composto por dois corredores com baias destinadas aos cães, que foram adaptadas para gatos. Cada baia mede 1,6 m de largura x 1,8 m de altura x 3,6 m de comprimento (5,76 m²) com área coberta e solário. Todas as baias foram teladas nos tetos, nas laterais e no portão de entrada.

Anteriormente à introdução dos animais foi realizada a desinfecção do CEPA. O material orgânico foi retirado, seguindo-se o uso de vassoura de fogo sistematicamente nos pisos, paredes, portas e tetos. A desinfecção foi realizada com solução de hipoclorito de sódio 10%, durante três dias consecutivos, deixando o produto agir por dez minutos.

Para obtenção dos filhotes, dezesete gatas prenhes foram introduzidas nas baias do CEPA (uma por baia) para garantir a realização de exame ultrassonográfico nos lactentes. Após o desmame, as gatas adultas e os filhotes não utilizados neste experimento foram castrados e encaminhados para adoção, mediante a assinatura de um termo de adoção (anexo III). O critério de seleção utilizado para a escolha dos filhotes teve como objetivo eliminar o fator genético, ou seja, não foram selecionados filhotes de uma mesma ninhada.

O critério de inclusão das gatas prenhes neste experimento foi o estado geral clinicamente sadio dos animais com resultado negativo para o vírus da imunodeficiência felina (FIV) e para o vírus da leucemia felina (FeLV). Para se descartar a infecção utilizou-se o Alere FIV Ac/FeLV Ag teste kit, um imunoensaio cromatográfico para detecção qualitativa e simultânea dos anticorpos IgG do vírus da FIV e antígenos p27 do vírus da FeLV no sangue total.

As gatas prenhe receberam medicação anti-parasitária ^{1,2} e foram introduzidas no CEPA gradativamente de acordo com a disponibilidade de espaço.

4.4.2. Alimentação

As gatas prenhe e os filhotes foram alimentados com ração comercial duas vezes por dia ^{3,4} e o consumo médio diário de ração em gramas (g) variou conforme a idade dos gatos. Filhotes com até quatro meses de idade consumiam de 14 a 45 g de ração, entre quatro e seis meses, 50 g, entre seis e oito meses, 60 gramas, entre oito a doze meses, 70 g. Gatos adultos consumiam diariamente 70 g de ração, exceto as gatas prenhes, que por possuírem maior demanda nutricional ingeriam cerca de 100 g diárias. ²

4.4.3. Vacinação e vermifugação

Os filhotes foram vacinados com três doses de vacina quádrupla ⁵ e receberam a primeira delas aos dois meses, a segunda aos três e a terceira aos quatro. A vacina antirrábica ⁶ foi administrada com quatro meses de idade. Reforços anuais foram feitos para as duas vacinas.

As vermifugações foram realizadas em filhotes com duas semanas de vida e posteriormente com quatro semanas ⁷. Demais doses foram administradas com seis e oito semanas de idade ⁸ e o reforço foi realizado trimestralmente até um ano.

4.4.4. Exames de imagem

As articulações coxofemorais dos gatos foram avaliadas por US (momento 1), MRD (momento 2) e MRC e TC (momento 3). Os gatos domésticos foram tranquilizados e anestesiados para realização do MRD, do MRC e da TC com protocolos especificados (Quadro 1). Para administração de anestésico foi realizada tricotomia e assepsia da pele na superfície crânio-medial do rádio, a veia cefálica foi puncionada por meio de cateter 22 G, fixado com esparadrapo. Foi realizada fluidoterapia de manutenção com soro ringer lactato para administração dos fármacos por via endoflébica. Após indução os gatos foram entubados com auxílio de laringoscópio e tubo endotraqueal dos tamanhos 3 e 3,5 com balonete e foram mantidos sob oxigenioterapia com manutenção anestésica de isoflurano com CAM de 1-3%. Após a realização dos exames de imagem, os gatos foram monitorados até a total recuperação anestésica.

^{1 e 2:} Dupranel comprimidos e Actyvil

^{3 e 4:} Ração Hot Cat mix e Purina (Cat Chow adultos e filhotes)

^{5 e 6:} Nobivac (MSD saúde animal)

^{7 e 8:} Vermivet filhotes e Dupranel comprimidos

Quadro 1: Protocolo de tranquilização e anestesia empregados para realização dos exames de imagem em gatos domésticos, sem raça definida

Procedimento	Idade média (dias)	Protocolo	Tipo	Via	Jejum alimentar
MRD	108	10mg/kg de cetamina + 0,5mg/kg de midazolam + 0,3mg/kg de metadona	Anestesia dissociativa	IM	8 hrs
MRC	559	10mg/kg de cetamina+ 0,5mg/kg de midazolam+ 0,3mg/kg de metadona+ Propofol (3-5 mg/kg)	Anestesia Geral	IM Propofol (VE)	8hrs
TC	559	10mg/kg de cetamina 0,5mg/kg de midazolam 0,3mg/kg de metadona Propofol (3-5 mg/kg) Isoflurano	Anestesia Geral	IM Propofol (VE) Isoflurano (inalatório)	8hrs

MRD: método radiográfico em distração/ MRC: método radiográfico convencional/ TC: tomografia computadorizada/ IM: intramuscular/ VE: via endoflérica

4.4.4.1. Exame ultrassonográfico- momento 1

O exame ultrassonográfico foi realizado em dezessete filhotes, nove machos e oito fêmeas, com idade entre 16 e 22 dias, considerado esse como momento 1 do estudo. Os filhotes foram envolvidos em panos para manutenção da temperatura corporal. Utilizou-se aparelho ultrassonográfico modelo Mindray M 5 e transdutor linear com frequência entre 7,5 e 10 MHz. Imagens da região dorsolateral das articulações coxofemorais foram obtidas após tricotomia da região pélvica entre a crista ilíaca, a tuberosidade isquiática e o trocânter maior. Após aplicação do gel acústico, o transdutor foi posicionado cranioventralmente sobre o plano longitudinal da articulação entre as tuberosidades coxal ilíaca e isquiática (Fig.3). O gel acústico foi aquecido a 34 C° durante 15 minutos, para que os filhotes tolerassem melhor a realização do exame.

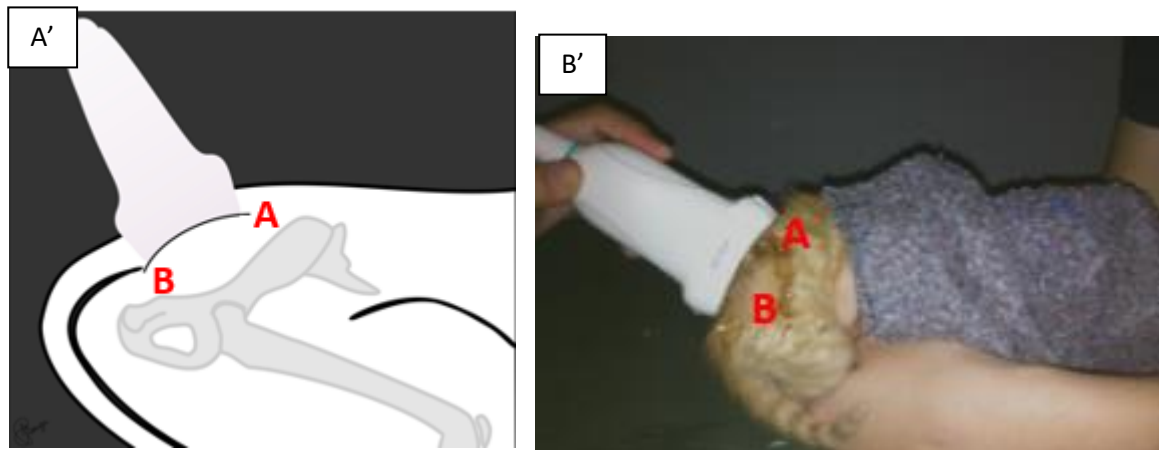


Figura 3: Imagens esquemática (A') e fotografia (B') do direcionamento cranioventral do transdutor sobre o plano longitudinal da articulação coxofemoral de gato doméstico de 20 dias de idade, em decúbito ventral com os membros pélvicos flexionados. O transdutor foi colocado entre a tuberosidade coxal ilíaca (A) e a tuberosidade isquiática (B) (Esquema: gentilmente elaborado por Isabela Patrício de Souza).

Para mensuração dos ângulos nas imagens ultrassonográficas foram utilizados quatro pontos anatômicos como referência: cabeça do fêmur, borda craniolateral do acetábulo, triângulo do teto cartilaginoso e corpo do ílio.

Foram mensurados os ângulos α e γ por meio do programa Autodesk AutoCAD 2014 (versão em inglês). A técnica utilizada para obtenção dos ângulos baseou-se no método de Graf modificado, descrito por Rocha e Tôres (2007). Uma linha base foi traçada paralelamente à asa do ílio, passando pelo centro de ossificação da cabeça do fêmur; uma segunda linha foi traçada tangenciando a borda cranial do acetábulo em direção ao púbis, formando com a linha base, o ângulo α . Uma terceira linha foi traçada passando pela borda cranial do acetábulo, tangenciando o contorno da cabeça do fêmur, para formar com a linha base, o ângulo γ (Fig. 4).

As imagens foram salvas em tamanho real no aparelho ultrassonográfico e transferidas para o AutoCAD em escala 1:1.

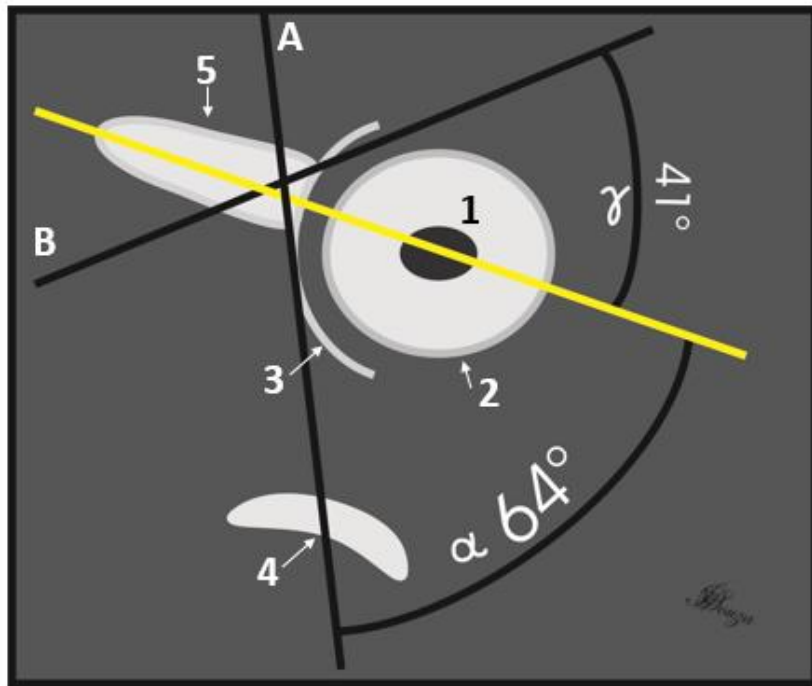


Figura 4: Esquema da articulação coxofemoral de gato doméstico mostrando as linhas traçadas para se obter os ângulos α e γ . A linha amarela é a linha base que passa pelo centro da ossificação (1) da cabeça do fêmur (2). O ângulo α é formado pela linha base e por uma segunda linha (A) que tangencia a borda cranial do acetábulo (3) em direção ao púbis (4). O ângulo γ é formado pela linha base e por uma terceira linha (B) que passa pela borda cranial do acetábulo e tangencia o contorno da cabeça do fêmur. O número 5 aponta para o ílio. Gentilmente elaborado por Izabela Patrício de Souza.

4.4.4.2. Método radiográfico em distração (MRD) - momento 2

O MRD foi realizado em dezessete filhotes (nove machos e oito fêmeas) com idade entre 90 e 123 dias, considerado este como o momento 2 do estudo. Para posicionamento adequado dos animais, um distrator foi confeccionado utilizando-se dois tubos de plástico polivinílico (PVC) de 18,5 cm de comprimento com perfurações múltiplas e simétricas de 0,6 cm de diâmetro e espaçamento de 1 cm para diferentes ajustes das barras metálicas de acordo com a largura e comprimento pélvico de cada gato. Duas hastes de alumínio de 14 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro foram rosqueadas em suas extremidades utilizando-se um cossinete. Quatro porcas de alumínio de 0,5 cm de diâmetro foram acopladas as hastes, permitindo ajuste de acordo com o tamanho pélvico de cada gato (Fig.5).

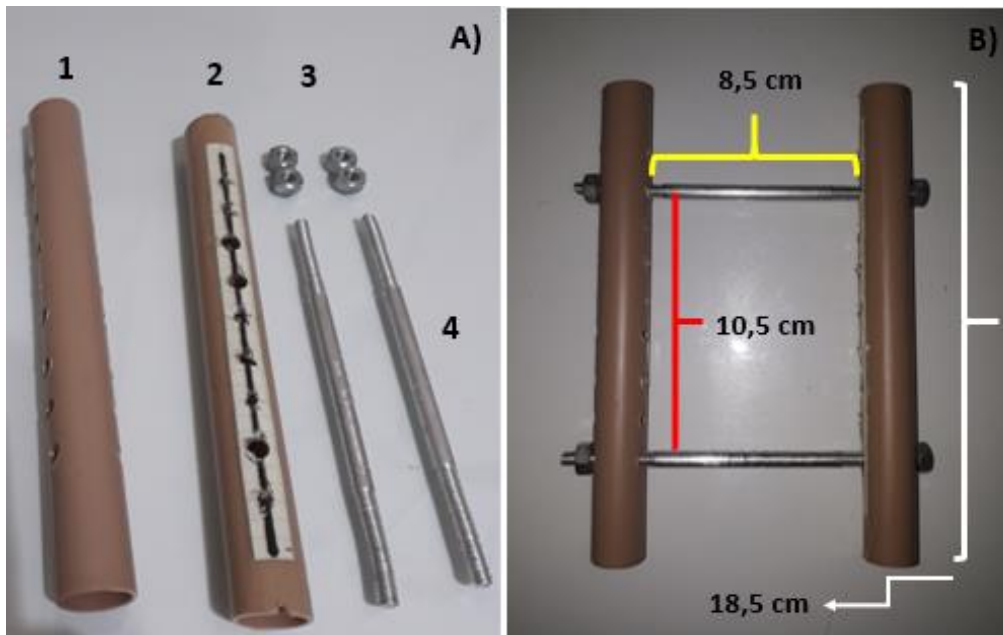


Figura 5: Distrator pélvico para gatos. Em A observa-se componentes do aparelho: 1-Tubo de PVC de 18,5 cm de comprimento x 1,9 cm de diâmetro; 2- perfurações múltiplas com 0,6 cm de diâmetro e espaçamento de 1 cm, para diferentes ajustes das barras metálicas; 3-quatro porcas de alumínio de 0,5 cm de diâmetro; 4- duas barras de alumínio com extremidades rosqueadas com 0,5 cm de diâmetro e 14 cm de comprimento. Em B, observa-se o distrator pélvico confeccionado para este estudo composto por dois tubos PVC de 18,5 cm cada (colchete branco), duas hastes e quatro porcas metálicas. As barras metálicas estão ajustadas com 8,5 cm (colchete amarelo) de distância entre os tubos PVC e 10,5 cm (colchete vermelho) de distância entre as barras (linha vermelha).

Os animais foram posicionados em decúbito dorsal com os fêmores em posição neutra. As articulações fêmoro-tíbio-patelares foram flexionadas formando um ângulo de 90° entre o fêmur e a tíbia correspondente. O distrator articular foi ajustado entre os membros pélvicos de forma que suas travessas fossem apoiadas no terço proximal dos fêmores direito e esquerdo. Realizou-se um movimento de adução forçando a saída das cabeças femorais dos acetábulos. Para que o posicionamento fosse obtido de maneira adequada, os animais foram submetidos à anestesia dissociativa conforme descrito no Quadro 1. Uma pequena calha de isopor foi utilizada para manter a pelve alinhada (Fig.6).

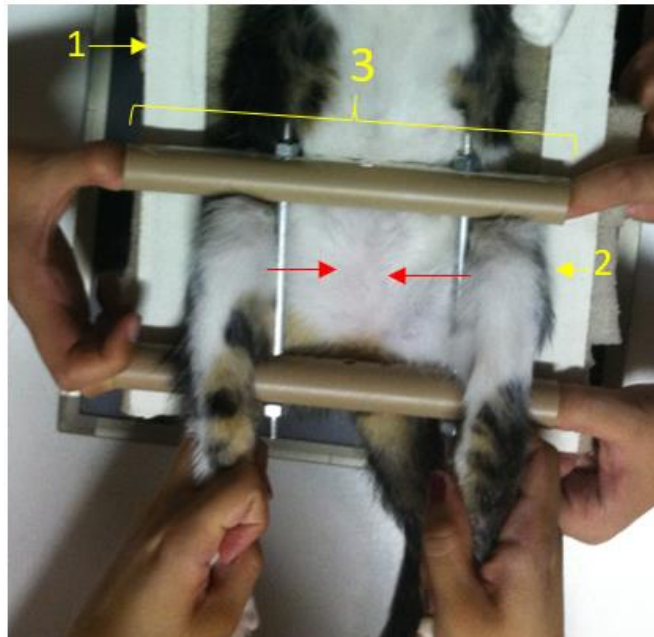


Figura 6: Imagem do posicionamento de gato doméstico de 90 dias de idade, em decúbito dorsal sobre uma pequena calha (1) de isopor utilizada para manter a pelve alinhada. As articulações fêmoro-tíbio-pateares (2) foram flexionadas formando um ângulo de 90° entre o fêmur e a tíbia correspondente. O distrator (3) foi ajustado entre os membros pélvicos e um movimento de adução foi realizado no terço distal dos fêmures forçando a saída das cabeças femorais dos acetábulos. As setas vermelhas mostram o sentido da força realizada sobre os fêmures contra as barras metálicas do distrator.

O exame radiográfico foi realizado utilizando-se aparelho VMI com quilovoltagem (Kv) média de 50, miliamperagem (mA) de 100 e tempo de exposição de 0,06 segundos.

A partir das imagens radiográficas obtidas (Fig 7), o ID foi calculado no software VEPRO utilizando-se a expressão abaixo descrita por Smith et al. (1990):

ID= D/r (Onde: ID= índice de distração; D= distância entre o centro do acetábulo e o centro da cabeça do fêmur/ r= raio da cabeça do fêmur) (Fig. 8).



Figura 7: Imagem radiográfica do posicionamento ventrodorsal (VD) de gato SRD de 108 dias de idade. A magnitude da separação das superfícies articulares (linhas vermelhas) é uma medida direta da instabilidade articular

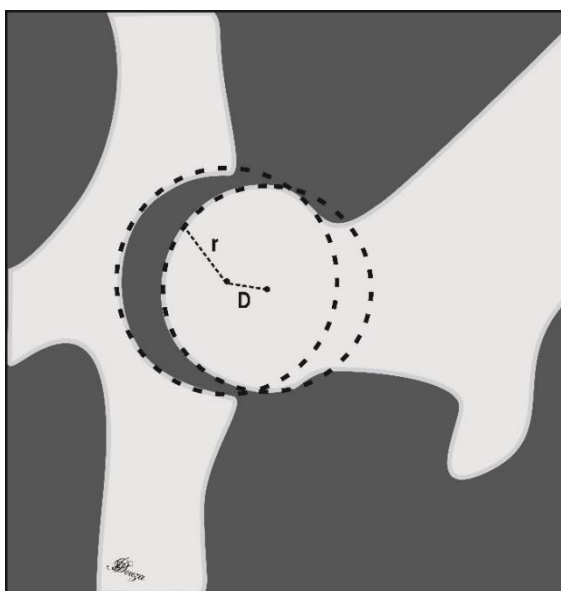


Figura 8: Esquema da mensuração da distância (D) entre o centro da cabeça femoral e o centro do acetábulo e o raio (r) da cabeça femoral. A divisão entre D e r resulta no índice de distração (ID). Gentilmente elaborado por Izabela Patrício de Souza.

4.4.4.3. Método radiográfico convencional (MRC) e tomografia computadorizada (TC) – momento 3

O MRC foi realizado após o fechamento das placas de crescimento da pelve e das articulações coxofemorais e fêmoro-tíbio-patelares em gatos com idade entre 16 e 22 meses. Nesta etapa (M3) o exame foi realizado apenas em 15 animais (nove machos e seis fêmeas). Dois gatos foram excluídos do experimento por motivo de saúde que reduziu significativamente a taxa de crescimento dos mesmos. Os gatos foram anestesiados (Quadro 1) e uma pequena calha de isopor foi utilizada para manter a pelve alinhada em decúbito dorsal, os membros pélvicos foram estendidos e rotacionados medialmente para que as patelas ficassem sobrepostas ao plano sagital dos fêmores. Os membros pélvicos foram posicionados de forma paralela entre si e em relação a coluna vertebral (Fig.9). O aparelho radiográfico e a técnica utilizada foram as mesmas do momento 2.



Figura 9: MRC: Fotografia da imagem radiográfica da pelve de gata doméstica de 17 meses de idade mostrando os membros pélvicos paralelos entre si e em relação a coluna vertebral. Os fêmures foram estendidos e rotacionados medialmente para que as patelas (setas brancas) ficassem sobrepostas ao plano sagital dos fêmures.

O AN foi mensurado no software VEPRO utilizando-se o método descrito por Tôrres et al., (2007). Foi traçada uma linha unindo as cabeças femorais e outra do centro da cabeça femoral tangenciando a borda crâniolateral do acetábulo e mensurado o ângulo formado (Fig.10).

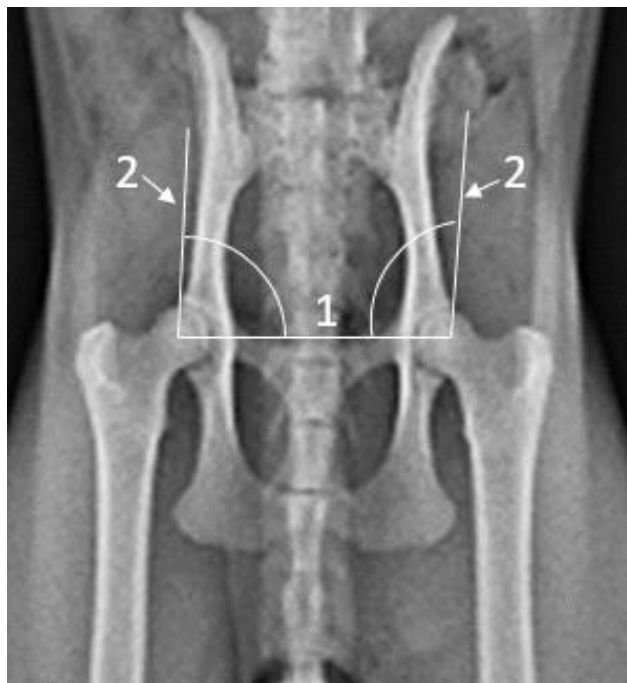


Figura 10: MRC: Fotografia da imagem radiográfica da pelve de uma gata doméstica de 17 meses de idade que mostra as linhas traçadas para se obter o ângulo de Norberg (AN). Traça-se uma linha que une os centros das cabeças femorais (1) e uma linha que se origina do centro da cabeça femoral e tangencia a borda crâniolateral do acetábulo (2). O AN é formado pelas linhas 1 e 2.

Os animais utilizados para realização do MRC foram os mesmos submetidos à realização da TC. Exames tomográficos de quinze gatos foram realizados na Due-diagnóstico por imagem, utilizando o aparelho Toshiba Xpeed. Cortes tomográficos de 3 mm foram adquiridos desde a última vértebra lombar (L7) até o períneo caudal. Utilizou-se 110 Kv e 100 mAs.

Para realização de TC os gatos foram anestesiados e contidos em decúbito ventral, as articulações fêmoro-tíbio-patelares foram flexionadas e aduzidas com o peso corporal suportado pelos fêmures conforme descrito por Farese et al. (1998) e demonstrado na Fig.11. O protocolo anestésico foi o mesmo utilizado para o MRC, conforme Quadro 1.

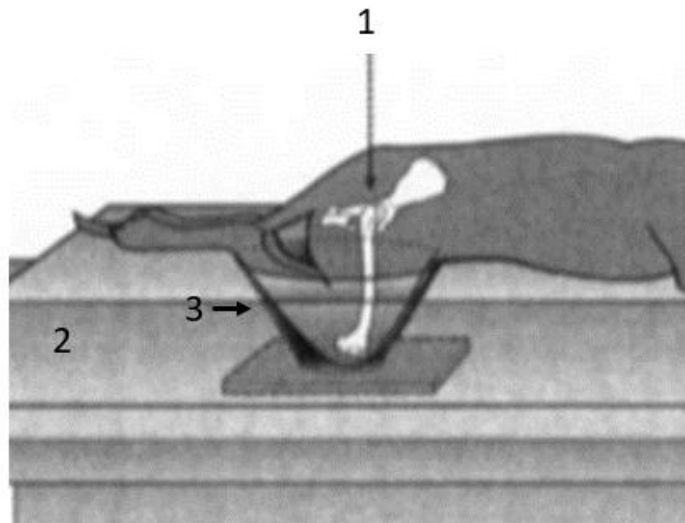


Figura 11: Ilustração da projeção dorsoventral para exame tomográfico da articulação coxofemoral (1) e mensuração dos ângulos DARA e LCEA, da DLS e do DC. Animal em decúbito ventral sobre espuma (2) contendo abertura (3) para encaixe dos membros pélvicos aduzidos e fixados por meio de uma fita adesiva, colocada próxima das articulações fêmorotibiopatellares e em torno do tarso (Fonte: Adaptado de Farese et al., 1998).

As imagens tomográficas em corte transversal foram salvas em tamanho real e transferidas para o AutoCAD 2014 em escala 1:1, programa no qual foram realizadas as mensurações de DLS, LCEA, DARA e CD, de acordo com o descrito por Fujiki et al. (2004) e Kishimoto et al. (2009) e conforme representado na Fig.12.

Para mensuração da DLS foi traçada uma linha (1) passando pela borda craniolateral do acetábulo e outra (2) passando pela borda medial da cabeça femoral. Mensurou-se a distância (A) entre as duas linhas e também o diâmetro (B) da cabeça femoral. A DLS foi obtida pela razão entre A e B multiplicada por 100 conforme expressão: $DLS = (A \div B) \times 100$ (Fig. 12 A).

Para mensuração do ângulo LCEA traçou-se uma linha (1) unindo as cabeças femorais e outra (2) do centro da cabeça femoral tangenciando a borda craniolateral do acetábulo medindo-se o ângulo formado (Fig. 12 B).

O DC foi obtido pela razão entre C e D, no qual C é a distância entre os centros da cabeça femoral e do acetábulo e D é o raio da cabeça femoral (Fig. 12 C).

Para mensuração do ângulo DARA traçou-se uma linha (1) vertical originando-se da base caudal da vértebra e passando pela sínfise pélvica, outra (2) tangenciando a face articular do acetábulo dorsal e uma terceira linha (3) formando um ângulo reto com a linha 1 na interseção entre as linhas 1 e 2 (Fig. 12 D).

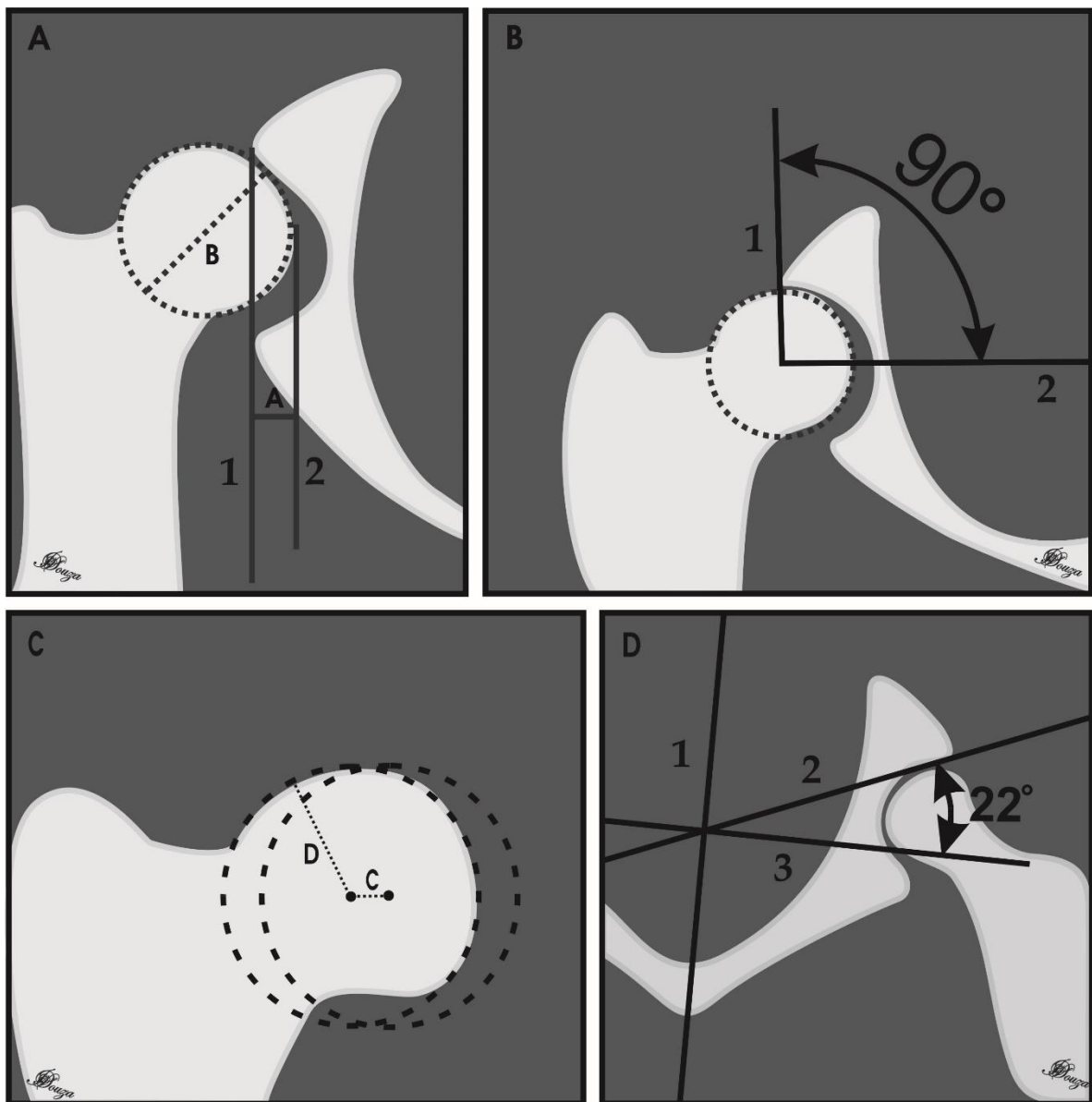


Figura 12: Imagens esquemáticas da subluxação dorsolateral (DLS) (A), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) (B), do índice da distância central (DC) (C) e do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) (D) em articulações coxofemorais de gatos domésticos sem raça definida. Em A, o valor de DLS pode ser obtido pela razão entre A e B multiplicada por 100, sendo A a distância entre as linhas 1 e 2 e B, o diâmetro da cabeça femoral. Em B, o ângulo LCEA é mensurado entre as linhas 1 e 2. Em C, a razão entre C e D resulta no DC, sendo C a distância entre os centros da cabeça femoral e do acetábulo e D, o raio da cabeça femoral. Em D, o valor de DARA é o ângulo formado entre as linhas 2 e 3. Gentilmente elaborado por Izabela Patrício de Souza.

4.4.4.4. Análise estatística

Para avaliar a ocorrência de diferenças significativas entre os gêneros macho e fêmea e entre os membros pélvicos direito e esquerdo, utilizou-se o teste t de student para a diferença de médias por ser mais adequado para o tipo de distribuição e tamanho amostral. Os parâmetros medidos nos três momentos distintos foram avaliados quanto ao centro (média e mediana) e dispersão (desvio padrão e quartis). Todos os parâmetros foram submetidos ao teste de correlação de Pearson para avaliação da dependência linear entre as grandezas (Agresti et al., 2018)

4.5. Resultados

4.5.1. Exame ultrassonográfico -momento 1

A idade média dos gatos na avaliação ultrassonográfica foi de $21,94 \pm 3,18$ dias com idade mínima de 16 e máxima de 29 dias. O peso médio dos animais foi de $0,46 \pm 0,22$ Kg e de $0,36 \pm 0,08$ Kg, respectivamente em machos e fêmeas. A manipulação dos filhotes foi dificultada pelo pequeno tamanho dos mesmos em relação a probe e pela impossibilidade de contenção química. Filhotes não devem ser sedados, pois não regulam a temperatura corporal de maneira eficiente, tem alto risco de hipoglicemia e não metabolizam e nem eliminam os fármacos adequadamente devido a imaturidade dos rins e do fígado.

Foram identificados satisfatoriamente nas imagens ultrassonográficas os quatro pontos anatômicos utilizados como referência para a mensuração dos ângulos α e γ : cabeça femoral (estrutura hipocóica e heterogênea de formato circular), borda crâniolateral do acetábulo (contorno hiperecótico), triângulo do teto cartilaginoso (estrutura anecoica formada pelas epífises do púbis, ílio e ísquio) e corpo ilíaco (linha fortemente hiperecótica localizada cranialmente à borda crâniolateral do acetábulo) (Fig.13 A e B).

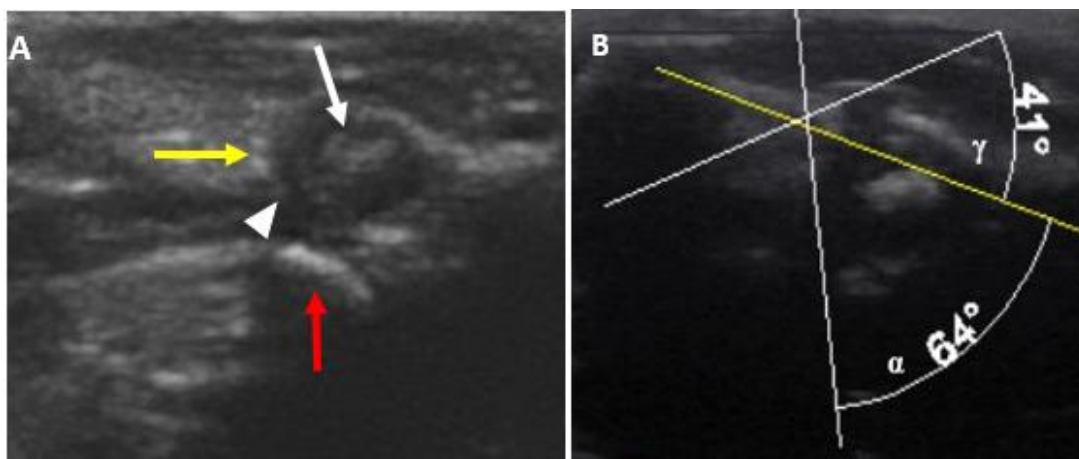


Figura 13: Fotografia de imagens ultrassonográficas da articulação coxofemoral de um gato doméstico sem raça definida de 21 dias de idade. Em A, a seta branca indica o centro de ossificação da cabeça femoral; a seta amarela indica a borda cranial do acetábulo, a ponta de seta branca o triângulo do teto cartilaginoso e a seta vermelha, a epífise do púbis parcialmente mineralizada. Em B, observa-se as linhas para determinação dos ângulos α e γ . A linha base (amarela) passa pelo centro de ossificação da cabeça do fêmur. O ângulo α é formado pela linha base e por uma segunda linha que tangencia a borda cranial do acetábulo em direção ao triângulo do teto cartilaginoso. O ângulo γ é formado pela linha base e por uma terceira linha que passa pela borda cranial do acetábulo e tangencia o contorno da cabeça femoral.

Os valores dos ângulos α e γ obtidos durante a avaliação ultrassonográfica, não mostraram diferenças entre os membros pélvicos direito e esquerdo (α : p-valor 0,849 e γ : p-valor 0,433) e não houve diferença entre machos e fêmeas (α : p-valor 0,310 e γ : p-valor 0,294). Os valores médios de α e γ para a população avaliada com intervalo de confiança (IC) de 95% estão representados na tabela abaixo (Tab.7).

Tabela 7: Valores dos ângulos alfa (α) e gama (γ) obtidos pela avaliação ultrassonográfica em 34 articulações coxofemorais, de 17 gatos domésticos, com idade entre 16 e 29 dias.

Momento 1 - Medidas dos ângulos α e γ									
Parâmetros (graus)	N	Média	I.C (95%)	D.P.	Mín.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Máx.
Ângulo alfa (α)	34	62,41	61,80-63,03	1,76	60	61	62	64	66
Ângulo gama (γ)	34	44,94	44,04-45,84	1,76	40	42,25	46	47	49

N: número amostral/ IC: intervalo de confiança/ DP: desvio padrão/ Mín.: mínimo/ 1ºQ: primeiro quartil/ 2ºQ: Segundo quartil/ 3ºQ: terceiro quartil/ Máx.: Máximo.

4.5.2. Método radiográfico em distração (MRD) -momento 2

A idade mínima dos gatos domésticos durante a realização do MRD foi de 90 dias e máxima de 123 com média de $107,83 \pm 8,87$ dias . O peso médio dos animais foi de $1,35 \text{ kg} \pm 0,34$ e $1,81 \text{ kg} \pm 0,55$, respectivamente, em fêmeas e machos. Os valores de ID, obtidos por meio do MRD, não apresentaram diferença estatística entre os membros pélvicos direito e esquerdo (p-valor 0,943) e não houve diferença entre machos e fêmeas (p-valor 0,166). Os valores de ID com intervalo de confiança (IC) de 95% estão representadas na tabela abaixo (Tab.8):

Tabela 8: Valores do índice de distração (ID) obtidos pelo método radiográfico em distração (MRD), em 34 articulações coxofemorais, de 17 gatos domésticos, com idade entre 90 e 123 dias.

Momento 2 - Medidas do ID									
Parâmetro	N	Média	I.C (95%)	D.P.	Mín.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Máx.
ID	34	0,13	0,11-0,14	0,05	0,05	0,1	0,12	0,16	0,28

ID: índice de distração/N: número amostral/ IC: intervalo de confiança/ D.P.: desvio padrão/ Mín.: mínimo/ 1ºQ: primeiro quartil/ 2ºQ: Segundo quartil/ 3ºQ: terceiro quartil/ Máx.: Máximo.

Apesar do distrator confeccionado permitir a realização do movimento de adução, forçando a saída da cabeça femoral do acetábulo, ele não era do tipo fixo, o que dificulta a realização do MRD. Foi necessário auxílio manual de duas pessoas durante o exame para manter firme as extremidades proximal e distal do aparelho para que o examinador executasse a tarefa.

4.5.3. Método radiográfico convencional (MRC) e tomografia computadorizada (TC) -Momento 3

A idade média dos gatos durante a realização do MRC e da TC foi de $559,07 \pm 47,11$ dias com idade mínima de 490 e máxima de 648. O peso médio foi de $2,9 \pm 0,55$ Kg e $3,81 \pm 0,65$ Kg respectivamente em fêmeas e machos. Não houve diferença significativa entre os lados direito e esquerdo para o AN (p-valor 0,852), LCEA (p-valor 0,351), DC (p-valor 0,885), DARA (p-valor 0,605) e DLS (p-valor 0,589). As medidas obtidas com intervalo de confiança (IC) de 95% estão representadas na tab.9.

Tabela 9: Medidas do ângulo de Norberg (AN), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA), do índice da distância central (DC), do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e da subluxação dorso-lateral (DLS) obtidos de 30 articulações coxofemorais, de 15 gatos domésticos, com idade entre 490 e 648 dias

Momento 3 - Medida dos parâmetros obtidos no MRC e na TC									
Parâmetros	N	Média	I.C (95%)	D.P.	Mín.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Máx.
AN	30	96,57	94,97-98,17	4,28	82,6	95,43	97,6	99,38	102,9
LCEA	30	86	82,84-89,16	8,46	67	83	87	91,75	99
DC	30	0,34	0,30-0,37	0,09	0,14	0,28	0,35	0,39	0,53
DARA	30	21,6	19,80-23,40	4,82	12	19	21,5	24	33
DLS	30	44,61	41,82-47,40	7,47	27,42	39,42	46,38	49,23	58,83

MRC: método radiográfico convencional/ TC: tomografia computadorizada/ AN: ângulo de Norberg/ LCEA: ângulo da borda centrolateral do acetábulo/ DC: índice da distância central/ DARA: ângulo da borda acetabular dorsal/ DLS: subluxação dorso-lateral/ N: número amostral/ IC: intervalo de confiança/ D.P.: desvio padrão/ Mín.: mínimo/ 1ºQ: primeiro quartil/ 2ºQ: Segundo quartil/ 3ºQ: terceiro quartil/ Máx.: máximo.

A figura 14 ilustra a mensuração dos referidos parâmetros tomográficos bem como os valores obtidos em um gato com 18 meses de idade.

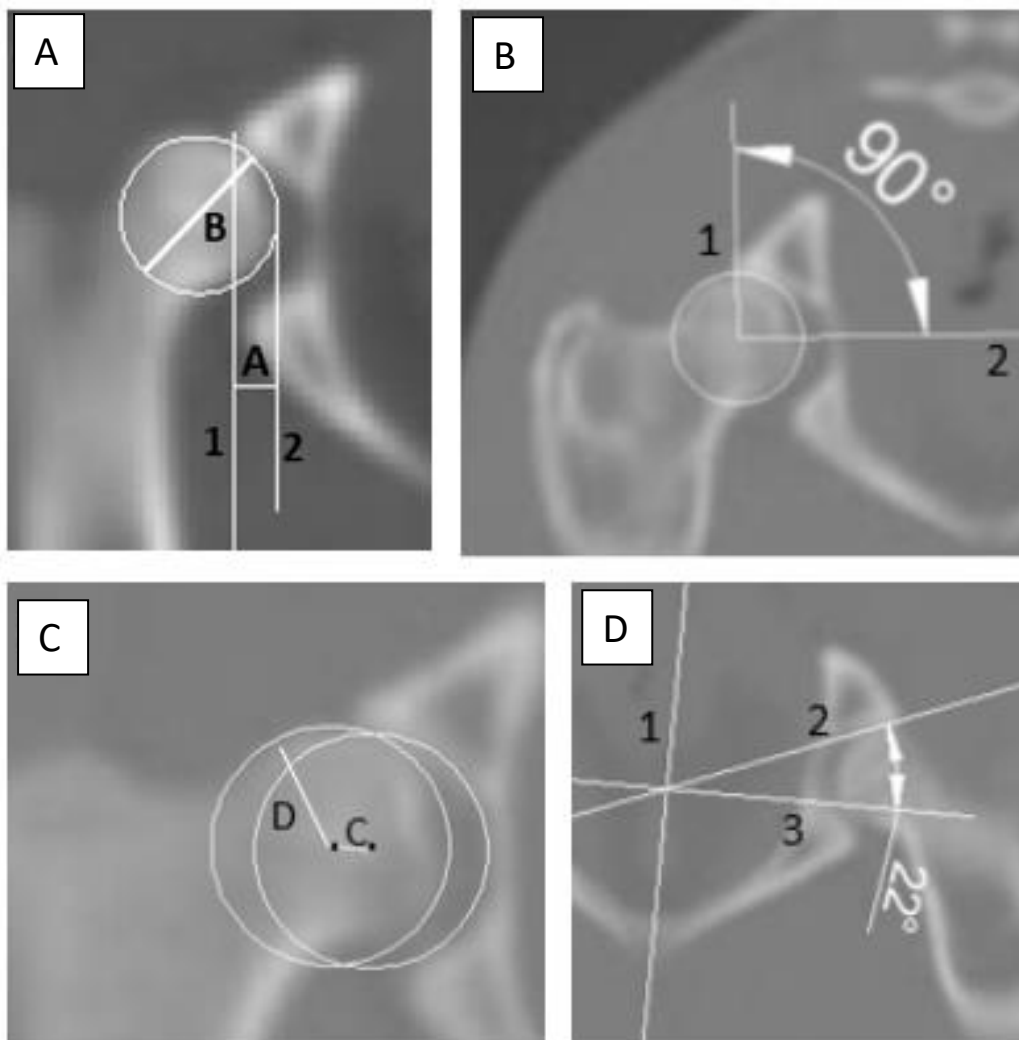


Figura 14: Imagens tomográficas da subluxação dorsolateral (DLS) (A), do ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) (B), do índice da distância central (DC) (C) e do ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) (D) em articulações coxofemorais de gatos domésticos sem raça definida. Em A, o valor de DLS pode ser obtido pela razão entre A e B multiplicada por 100, sendo A a distância entre as linhas 1 e 2 e B, o diâmetro da cabeça femoral. Em B, o ângulo LCEA é mensurado entre as linhas 1 e 2. Em C, a razão entre C e D resulta na DC, sendo C a distância entre os centros da cabeça femoral e do acetábulo e D, o raio da cabeça femoral. Em D, o valor de DARA é o ângulo formado entre as linhas 2 e 3 (Fonte: Due Diagnóstico por Imagem, 2016).

4.5.4. Correlações

Por meio da análise das variáveis encontrou-se correlação estatisticamente significativa ($r = -0,42$ $p\text{-valor} < 0,020$) entre o ID obtido por meio do MRD (momento 2) e o AN obtido por meio do MRC (momento 3) conforme mostrado no gráfico 1 (Gráf. 4). A correlação existente entre ambas variáveis é negativa, ou seja o aumento do valor de ID está associado com uma diminuição do AN.

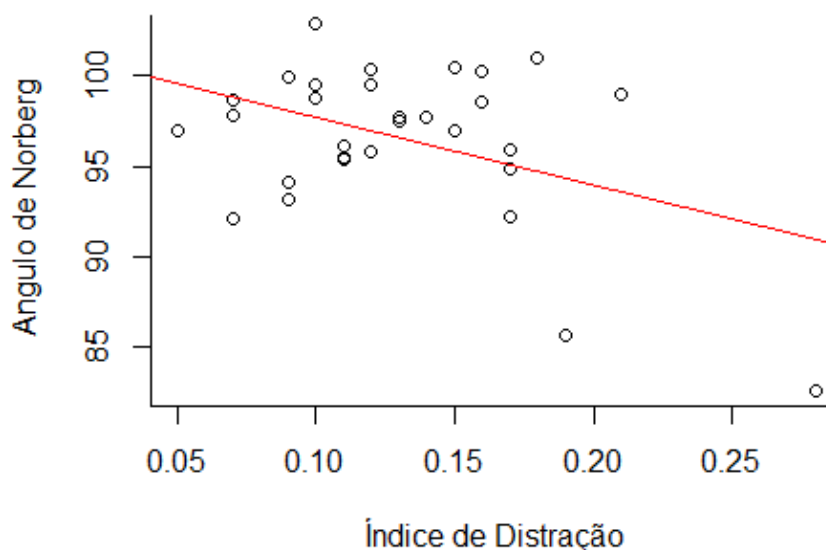


Gráfico 4: Gráfico de dispersão entre o índice de distração obtido pelo método radiográfico em distração (MRD), e o ângulo de Norberg obtido pelo método radiográfico convencional (MRC) em 15 gatos domésticos SRD ($r = -0,42$ $p\text{-valor} < 0,020$)

Encontrou-se também uma correlação estatisticamente significativa ($r = 0,81$ $p\text{-valor} < 0,000$) entre o LCEA e o DLS, ambos obtidos durante a realização de TC (momento 3) (Graf.5). A correlação é positiva, ou seja, o aumento do LCEA está associado a um aumento do DLS. Da mesma forma observou-se correlação ($r = 0,54$) positiva entre DLS e peso, obtidos também no momento 3.

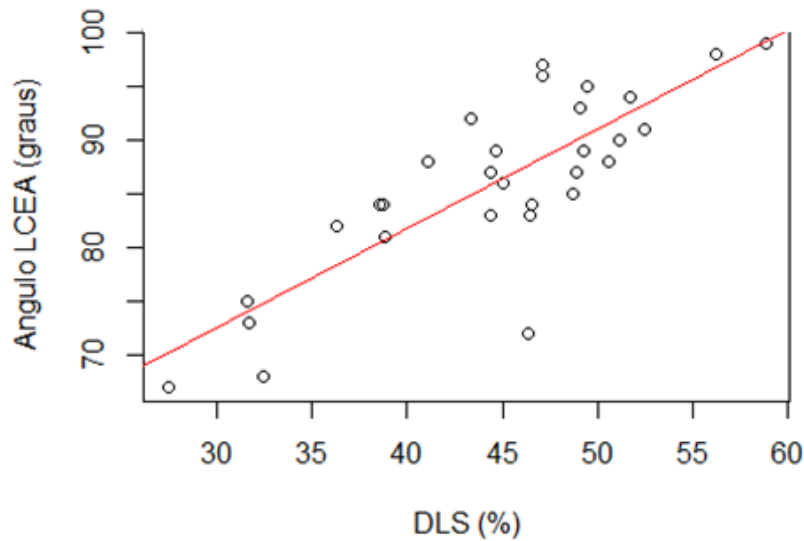


Gráfico 5: Gráfico de dispersão entre o ângulo da borda centrolateral do acetábulo (LCEA) e o valor de subluxação dorso-lateral (DLS) ambos obtidos no momento 3 em 15 gatos domésticos SRD ($r= 0,81$ p-valor $< 0,000$).

Houve diferença entre os gêneros para AN, LCEA, DARA e DLS (Tab.10). Machos apresentaram valores médios de AN, LCEA e DLS superiores ao das fêmeas e estas apresentaram valores maiores para DARA.

Tabela 10: Diferença por sexo entre os valores médios ângulo de Norberg (AN) , ângulo da borda centro- lateral do acetábulo (LCEA), ângulo da borda acetabular dorsal (DARA) e subluxação dorso-lateral (DLS) obtidos de 30 articulações coxofemorais de 15 gatos domésticos (9 machos e 6 fêmeas) com idade entre 490 e 648 dias

Momento 3 - Diferença entre os gêneros				
Parâmetros	Média Fêmeas	Média Machos	Diferença Encontrada	p-value
Ângulo Norberg	93,43	98,67	5,24	0,004
Ângulo LCEA	80,75	89,5	8,75	0,006
Ângulo DARA	25,42	19,06	6,36	0
DLS	39,01	48,31	9,25	0,001

Nesse estudo, duas fêmeas apresentaram sinais radiográficos de DCF. Em uma visibilizou-se subluxação da cabeça femoral direita (Fig. 15 A) e o valor do AN no membro pélvico acometido foi significativamente menor ($82,6^\circ$) que o da média geral ($93,42^\circ$) do grupo (Z-valor= $-4,2$). O mesmo ocorreu para DLS ($36,26$ para a gata displásica e $39,06$ para a média do grupo) (Z-valor= $-2,08$). O ID foi significativamente maior ($0,28$) do que a média do grupo ($0,13$) no membro acometido (Z-valor = $2,92$).

Na outra fêmea, observou-se neofomações ósseas (coroa de osteófitos) (Fig.15 B) na inserção da cápsula articular no colo femoral direito e o valor de alfa quando filhote foi significativamente menor (62,00 °) do que o da média geral (62,75°) (Z-valor= -2,42).

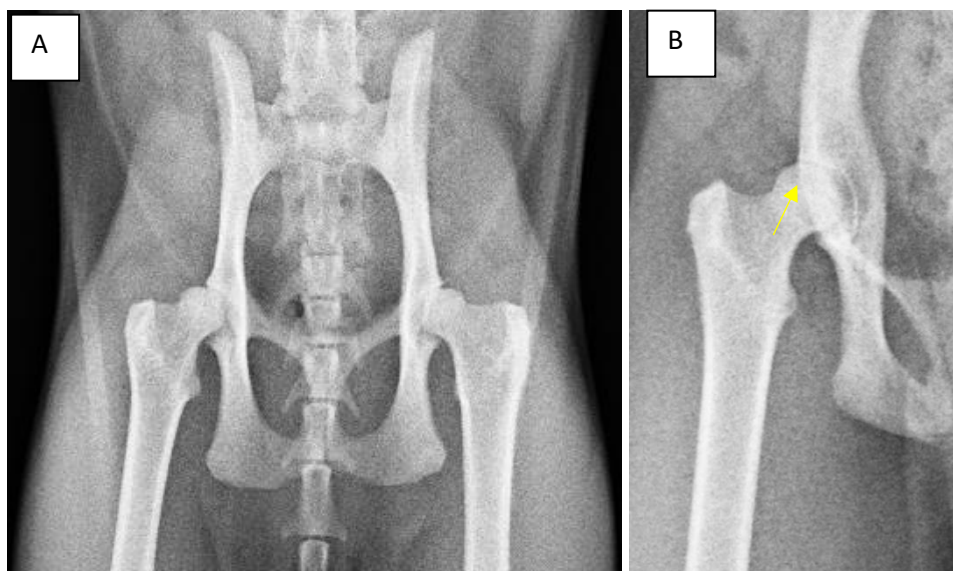


Figura 15: Fotografia da imagem radiográfica das articulações coxofemorais direita de duas gatas domésticas com idade de 13 (A) e 16 meses (B). Em A visibiliza-se redução discreta da cobertura acetabular (subluxação). Em B visibiliza-se neofomações ósseas discretas (coroa de osteófitos) na inserção da cápsula articular no colo femoral, mostrado pela seta amarela.

Realizou-se uma comparação estatística entre os 13 gatos saudáveis e as duas fêmeas displásicas (13,3 % do total) com relação aos parâmetros mensurados por meio dos métodos de diagnóstico por imagem estudados. Somente o ID apresentou diferença estatística entre os grupos (p-valor: 0,043) com valores médios para os animais saudáveis e displásicos de respectivamente 0,12 e 0,20.

4.6. Discussão

Nos últimos anos os gatos têm despertado grande interesse como animais de estimação e as demandas por serviços veterinários tem crescido. Assim, enfermidades que antes chamavam atenção somente nos cães são agora apresentadas com frequência na clínica veterinária de gatos e pouco ainda se conhece de fato sobre a manifestação de patologias específicas como a DCF, por exemplo. Muitas informações são adaptadas dos cães, mas são duas espécies diferentes. Os dados obtidos nesse estudo podem auxiliar no diagnóstico da DCF em gatos e podem nortear a conduta clínica.

Considerando as variáveis instabilidade, morfologia coxofemoral, ângulos e índices obtidos, a US, o MRD, o MRC e a TC, cada um no momento mais apropriado, propiciam dados confiáveis a respeito da condição articular de gatos (Smith et al., 1990; Greshake e Ackerman, 1992; Langenbach et al., 1998; Rocha e Tôrres, 2007; Fujiki et al., 2004; Fischer et al., 2010).

A US considerada exame precoce realizado em período de dias de vida, no caso deste estudo aos 22, possibilita identificar e avaliar as estruturas que compõem a articulação coxofemoral como já descrito na literatura (Greshake e Ackerman, 1992; Rocha e Tôres, 2007; Fischer et al., 2010). É necessário considerar a posição da probe em relação a articulação com posicionamento cranioventral para se obter avaliação satisfatória da articulação coxofemoral conforme descrito pelos autores acima mencionados.

A idade deve ser considerada ao se utilizar destes exames precoces como mencionado por Rocha e Tôres (2007), pois alguns pontos anatômicos de referência podem não ser visíveis como ocorreu em um gato dos 16 dias que mostrava o centro de ossificação da cabeça femoral parcialmente mineralizado, impossibilitando a identificação completa da epífise do púbis devido ao sombreamento acústico ocasionado pelo centro de ossificação. Por outro lado, já com esse centro completamente mineralizado a identificação do acetábulo torna-se difícil devido ao sombreamento acústico mais intenso nesta faixa etária, gerado pelo centro de ossificação. É necessário portanto, identificar a idade apropriada para avaliação completa ou associar diferentes exames. A mensuração ultrassonográfica dos ângulos α e γ , entretanto é indicada por Rocha e Tôres (2007) antes dos 16 dias de idade, momento no qual o exame oferece informações mais precisas. Neste estudo os ângulos α e γ foram obtidos até os 26 dias, porém com dificuldade.

A literatura consultada não reporta a mensuração dos ângulos α e γ em gatos domésticos. No entanto, sabe-se que o ângulo α está relacionado com a profundidade do acetábulo, fator importante para a estabilidade articular. Assim, quanto maior o ângulo α mais profundo o acetábulo e mais estável a articulação. As informações relativas ao cão mostram que o ângulo α pode ser mensurado em filhotes com o mesmo objetivo (Rocha e Tôres, 2007). Neste estudo, o valor do ângulo α de 62,41° no gato é menor do que o relatado no cão (82,8°) (Fischer et al., 2010), sugerindo que o acetábulo no gato deve ser mais raso do que no cão em cerca de 20%.

Com relação ao MRD, o valor máximo de ID (0,28) encontrado neste estudo é menor do que o valor máximo de ID de até 0,4 reportado na literatura para gatos domésticos normais (Langenbach et al., 1998; Milken, 2007). Entretanto, um valor limiar de ID que separa gatos normais dos displásicos não foi definido até o momento, dificultando assim o diagnóstico radiográfico da DCF. Deve-se levar em consideração que os trabalhos disponíveis na literatura consultada apresentam variações metodológicas como diferenças no número amostral, na idade da avaliação e na proporção entre gatos SRD e de raça, fatores que podem influenciar no valor do ID reportado.

O AN (96,57°) obtido neste estudo se mostra dentro da faixa relatada na literatura que varia de 98° (Koppel e Ebner, 1990) a 92,4° (Langenbach et al., 1998). Estas variações podem ocorrer devido a diferentes fatores como metodologia empregada, experiência do radiologista examinador, raça, idade, sexo e massa corporal. Não há entretanto consenso sobre o valor limiar de AN para gatos normais e displásicos e os valores reportados são variáveis o que dificulta o diagnóstico radiográfico da DCF com base nesta mensuração. Os estudos disponíveis na literatura diferem quanto à metodologia e apresentam número amostral, idade de avaliação e proporção de gatos SRD e de raça variáveis o que influencia no valor do AN obtido. Por outro lado, considerando as informações relativas aos cães verifica-se que o valor do AN no gato é menor que no cão e somado aos dados do ID levam mais uma vez à proposição de que o acetábulo do gato é mais raso que do cão.

A correlação negativa entre o AN e o ID (quanto menor o AN, maior o ID) encontrada neste estudo tem sido descrita na literatura tanto nos gatos quanto nos cães (Smith et al., 1990; Langenbach et al., 1998; Rocha e Tôrres, 2007, Milken, 2007) e sugere que as variáveis são confiáveis na avaliação da articulação coxofemoral.

Com relação a TC, os menores valores de LCEA (86°) e DLS (44,61%) encontrados nesse estudo de quando comparado aos do cão (LCEA: >94,2° e < 99°/ DLS: >55 %) podem ser justificados pelo acetábulo mais raso do gato. Por outro lado, a DC considerado normal é maior no gato (0,34) do que no cão (<0,22), sugerindo que gatos tem lassidão articular fisiológica maior se comparado com o cão (Farese et al., 1998; Fujiki et al., 2004). Isto reforça a afirmativa da especificidade da espécie com suas características próprias que devem ser consideradas em uma avaliação clínica. A cobertura de 50% da cabeça do fêmur pode ser anatomicamente perfeita no gato. A literatura consultada entretanto, não descreve valores de LCEA, DLS, DC e DARA para gatos domésticos, sendo este o primeiro estudo até o momento a determinar estes valores para a espécie.

Outras mensurações a serem consideradas na avaliação da articulação coxofemoral no gato são o ID (0,13) e a DC (0,28). Estes são dados obtidos de técnicas de avaliação diferentes e em faixas etárias específicas. O ID é um exame de avaliação precoce até três meses (Smith et al., 1990) e o DC é um exame indicado para avaliação na fase adulta (Farese et al., 1998). O ID obtido pelo MRD mede a frouxidão passiva que é maximizada ao se posicionar a articulação coxofemoral em orientação neutra e mensura o deslocamento lateral da cabeça femoral. A DC obtida pela TC em posição dorsoventral favorece o deslocamento dorsolateral da cabeça femoral (Farese et al., 1998) o que aumenta a distância entre os centros da cabeça e do acetábulo e resulta conseqüentemente, em um valor mais alto de DC quando comparado ao ID. Mais estudos são necessários para validar essa hipótese e também o DC como marcador da frouxidão articular funcional no gato.

O maior ângulo DARA (21,6°) no gato em relação ao cão (<15°), pode ser devido a anatomia articular com menor cobertura acetabular no gato, borda craniolateral do acetábulo pontiaguda e pelve estreita e comprida em relação ao cão (Koeppel e Ebner, 1990), podendo explicar a diferença entre os valores de DARA e das demais mensurações em ambas as espécies.

A correlação positiva entre LCEA e DLS e também entre DLS e o massa corporal, assim como descrito nos cães por Kisihimoto et al., (2009), sugere que a associação entre os dados da DLS e LCEA fornece informações sobre a frouxidão articular funcional em gatos e pode ser utilizada como auxílio no diagnóstico da DCF. Da mesma forma, a massa corporal em gatos parece influenciar no valor de DLS, sendo entretanto, necessários mais estudos para confirmação desta hipótese, uma vez que o número amostral deste trabalho é pequeno.

O gênero tem influência nos valores de AN, LCEA, DLS e DARA em gatos domésticos com os machos mostrando AN, LCEA e DLS maiores do que as fêmeas e estas maior DARA do que os machos. Sabe-se que as fêmeas são consideradas como predispostas à manifestação de DCF (Koeppel e Ebner, 1990) devido a influência hormonal. Assim, a frouxidão articular em fêmeas pode ser naturalmente maior do que nos machos como mostram os valores dos referidos parâmetros em fêmeas (Tab.10). Outro fator que deve ser levado em consideração é que o menor DLS observado em fêmeas consideradas displásicas nesse estudo, pode ter influenciado a média do grupo, ocasionando redução no DLS e AN nas média geral das fêmeas desse trabalho.

Neste estudo, uma fêmea de 13 meses de idade considerada displásica com sinais radiográficos discretos de DAD apresentou menor AN (82,6°) e DLS (36,26) e maior ID (0,28) no lado acometido quando comparado com a média do grupo. Dessa forma, MRC, DLS e MRD foram sensíveis na detecção da frouxidão articular conforme cita literatura (Smith et al., 1990, Farese et al., 1998, Rocha e Tôres, 2007). Embora os ângulos α , γ , LCEA e a DC não apresentassem diferença estatística em relação a média do grupo, os ângulos α e LCEA foram numericamente menores e em contrapartida, γ e DC foram maiores. Esta diferença ainda não significativa em relação a média pode ser devido a ocorrência de alterações displásicas ainda discretas. Por outro lado, na segunda gata visibilizou-se osteoartrose discreta e somente o ângulo α (62°), mensurado na terceira semana de vida, foi estatisticamente menor no lado acometido, sugerindo que a US é sensível na predição de frouxidão articular. No entanto, não há valores definidos que separam gatos normais de displásicos o que impede maiores conclusões e demonstra necessidade de mais estudos com gatos domésticos e em maior número.

O ID tem sido utilizado como método de diagnóstico para prever a DCF, tanto nos cães como nos gatos, embora não se tenha determinado ainda um valor limiar em gatos domésticos (Smith et al., 1990; Langenbach et al., 1998; Rocha e Tôres, 2007, Milken, 2007). Neste estudo contudo, a comparação entre o grupo de animais saudáveis e as fêmeas displásicas mostrou diferença estatística significativa somente para o ID, sugerindo que o MRD em gatos domésticos é uma alternativa na predição da DCF nesta espécie.

4.7. Conclusões:

Nas condições em que o experimento foi realizado pode-se concluir que os gatos apresentam características anatômicas específicas e devem ser avaliados considerando as particularidades da espécie.

Os exames de imagem associados e cada um deles realizado no momento mais apropriado auxiliam o diagnóstico da DCF, norteando a conduta clínica. A US deve ser realizada antes dos 16 dias, quando não há sombreamento acústico decorrente de mineralização do centro de ossificação da cabeça femoral. O MRD é uma alternativa na predição da DCF em gatos domésticos.

Todas as modalidades de avaliação devem ser empregadas, cada uma no momento adequado, para avaliação da DCF no gato.

4.8. Referências bibliográficas

AGRESTI, A.; FRANKLIN, C.; KLINGENBERG, B.; POSNER, M. *Statistics: The art and Science of learning from data*. Inglaterra: PEARSON, 2018.

FARESE, J.P.; TODHUNTER, R.J.; LUST, G. Dorsolateral subluxation of hip joints in dogs measured in a weight-bearing position with radiography and computed tomography. *Vet. Sur.*, v.27, p.393-405, 1998.

FISCHER, A.; FLOCK, A.; TELLHELM, B. et al., Static and dynamic ultrasonography for the earlier diagnosis of canine hip dysplasia. *J. Sm. Anim. Pract.*, v.51, p. 582-588, 2010.

FUJIKI, M.; MISUMI, K.; SAKAMOTO, H. Laxity of canine hip joint in two positions with computed tomography. *J. Vet. Med. Sci.*, v.68, n.8, p. 1003-1006, 2004.

GATTI, R.; ALVAREZ, D. Displasia de cadera em el gato. Um caso clínico. *Rev. de Med. Vet.*, v.81, n.6, p.448-451, 2000.

GHESHAKE, R.J.; ACKERMAN, N. Ultrasound evaluation of the coxofemoral joints of the canine neonate. *Vet. Rad. Ultras.*, v.33, n.6, p.99-104, 1992.

GRAF, R. Guide to sonography of the infant hip. New York: Georg Thieme Verlag., 1987. 115p.

KEELER, G.G.; REED, A.L.; LATTIMER, J.C.; CORLEY, E.A. Hip dysplasia: a feline population study. *Vet. Rad. Ult.*, v.40, n.4, p.460-464, 1999.

KISHIMOTO, M.; YAMADA, K.; PAE, SH. et al., Quantitative evaluation of hip joint laxity in 22 Border Collies using computed tomography. *J. Vet. Med. Sci.*, v.72, n.2, p.247-250, 2009.

KOEPPEL, E.; EBNER, J. Die Huftgelenkdysplasie der katze. *Kleintierp.*, v.35, p. 281-289, 1990.

LANGENBACH, A.; GIGER, U.; GREEN, P. et al., Relationship between degenerative joint disease and hip joint laxity by use of distraction index and Norberg angle measurement in a group of cats. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v.213, n.10, p.1439-1443, 1998.

MILKEN, V.M.F. *Estudo radiográfico comparativo da displasia coxofemoral entre gatos da raça persa e sem raça definida. Botucatu, 2007. 71 p.* Tese (Doutorado em Medicina Veterinária), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Botucatu.

ROCHA, B. D.; TÔRRES, R.C.S. Ultrasonic and radiographic study of laxity in hip joints of young dogs. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 59, n.1, p.90-96, 2007.

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. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, v. 196, n. 1, p. 59-70, 1990.

5. Considerações finais

A evolução da pelve e das articulações coxofemoral e fêmoro-tíbio-patelar do gato doméstico descrito neste trabalho com acompanhamento do tempo de surgimento dos centros de ossificação e idade de fechamento das placas de crescimento mostra que embora o gato atinja a maturidade sexual relativamente cedo, entre seis e 10 meses de idade, o desenvolvimento esquelético completa-se em torno dos 18 meses de idade, podendo haver variações de acordo com o gênero.

As informações apresentadas auxiliam na conduta clínica e cirúrgica, pois ampliam a compreensão da evolução do esqueleto de gatos, do ponto de vista da radiografia, principalmente em idade precoce.

Acrescenta-se ainda que a conformação da pelve e da articulação coxofemoral do gato é diferente de qualquer outra espécie o que torna os valores de ângulos e índices apresentados, uma ferramenta de auxílio no diagnóstico da DCF. Esta doença tem sua frequência subestimada e apresenta manifestações clínicas principalmente em gatos idosos ocasionando redução na qualidade de vida dos mesmos.

Embora este trabalho tenha limitações quanto ao número amostral, é o primeiro relato sobre a evolução esquelética em dias de vida e o primeiro a mensurar valores de normalidade para ângulos ultrassonográficos (α e γ) e para parâmetros obtidos por meio da TC (LCEA, DLS, DC e DARA).

Mais estudos devem ser realizados com maior número amostral e com raças diferentes para complementar os dados apresentados e favorecer maior entendimento sobre o gato doméstico.

6. Perspectivas futuras

Estudos bem planejados são necessários para informações adicionais sobre a evolução esquelética do gato doméstico e a utilização de exames de imagem como auxílio no diagnóstico da DCF. Devem ser considerados maior número amostral, raças de portes diferentes e intervalos menores de avaliação.

ANEXO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
CEUA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS



CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº. 82 / 2015, relativo ao projeto intitulado "Estudo tomográfico, radiográfico e ultrassonográfico das articulações coxofemorais de gatos em crescimento e adultos como auxílio no diagnós", que tem como responsável Cleuza Maria de Faria Rezende, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMG), tendo sido aprovado na reunião de 28/04/2015. Este certificado espira-se em 28/04/2020.

CERTIFICATE

We hereby certify that the Protocol nº. 82 / 2015, related to the Project entitled "Tomographic study, radiographic and ultrasound of the hip joints of growing cats and adult cats as an aid in the diagnosis of hip dysplasia.", under the supervision of Cleuza Maria de Faria Rezende, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the Ethics Committee in Animal Experimentation (CEUA/UFMG), and was approved in 28/04/2015. This certificates expires in 28/04/2020.

Cleuza Maria de Faria Rezende
Coordenador(a) da CEUA/UFMG

Belo Horizonte, 28/04/2015.
Atenciosamente.
Sistema CEUA-UFMG
<https://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>

Universidade Federal [de Minas Gerais](http://www.ufmg.br)
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2005
31270-901 – Belo Horizonte, MG – Brasil
Telefone: (31) 3499-4516 – Fax: (31) 3499-4592
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@prpq.ufmg.br



ANEXO II



TERMO DE DOAÇÃO

Eu _____ brasileiro (a), de número de identidade _____, abaixo assinado, declaro que consenti em doar _____ felino (s) para o experimento do projeto intitulado: “Estudo tomográfico, radiográfico e ultrassonográfico das articulações coxofemorais de gatos em crescimento e adultos como auxílio no diagnóstico precoce da displasia coxofemoral”, sob a responsabilidade da Professora Cleuza Maria de Faria Rezende, a ser executado pela doutoranda Fernanda Guimarães Miranda, brasileira.

O objetivo do presente estudo consiste em avaliar por meio de exames de imagem as articulações coxofemorais de gatos de forma a contribuir para o reconhecimento de anormalidades e o diagnóstico da DCF. Para realização dos exames os animais serão submetidos à tranquilização e/ou à anestesia geral, sem desconfortos ou riscos à vida dos mesmos. Os gatos serão alojados durante todo o experimento em um centro de experimentação de pequenos animais (CEPA), localizado na Escola de Veterinária da UFMG, com a presença frequente da aluna responsável pela pesquisa. Cartazes e placas serão afixados em cada baía contendo celulares e nomes dos responsáveis em casos emergenciais. Após o término do trabalho, os gatos permanecerão no CEPA até serem castrados e posteriormente doados.

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2015

Assinatura



ANEXO III

TERMO DE COMPROMISSO DE ADOÇÃO

Foi concedida ao abaixo-assinado a posse responsável do gato com as seguintes características:

Nome provisório: _____

Protetor Responsável: _____

Espécie: _____

Sexo: _____

Nascimento: _____

Cor: _____

Outras informações: _____

Castrado: Sim Não

O abaixo-assinado, agora **FIEL DEPOSITÁRIO** do animal citado, compromete-se por este termo, a cuidar do bem-estar deste animal, fornecendo-lhe alimentação, abrigo e condições adequadas de sobrevivência. NÃO é permitido ao **FIEL DEPOSITÁRIO** deste animal, ABANDONAR, VENDER, MALTRATAR, NEM DEIXAR QUE ESTE ANIMAL PROCRIE, sendo fêmea ou macho. Assim, o **FIEL DEPOSITÁRIO** fica obrigado a submeter o animal em questão, na idade apropriada, a cirurgia de castração que deve ser realizada com anestesia geral por um médico veterinário, com a finalidade de proteger a saúde do animal e evitar a superpopulação e o abandono de animais. Compromete-se ainda a levar o animal ao veterinário pelo menos uma vez por ano, a título de prevenção, para ministração de **vacinas** e **vermífugos**. Todo e qualquer outro destino que tenha ocorrido ao animal, tais como: mudança de endereço, desaparecimento ou morte, deverá ser comunicado ao (a) responsável pela doação.

O não cumprimento de um dos itens acima citados incorrerá nas penalidades previstas na legislação vigente, ou seja, a pessoa que abandonar ou maltratar o animal responderá na justiça pelo seu ato.

As pessoas que realizaram a doação se reservam ao direito de efetuar visitas para verificar as condições em que se encontra o animal e podendo proceder a retirada do mesmo, caso não se encontre em condições adequadas.

Dados do Fiel depositário:

Nome completo: _____

RG: _____ Órgão Expedidor: _____

CPF: _____

Endereço: _____

Bairro: _____

Cidade: _____ Estado: _____

E-mail: _____

Telefone(s): _____

Belo Horizonte, ___/___/20__.

RESPONSÁVEL PELA DOAÇÃO

FIEL DEPOSITÁRIO