

Avaliação morfológica e morfométrica da articulação umerorradioulnar em cães através de exames radiográficos e por tomografia computadorizada¹

Alessandra Sendyk-Grunkraut², Cláudia M. Martín², Alexandre N.A. Souza², Geni Cristina F. Patrício³, Carla A.B. Lorigados³, Julia M. Matera³ e Ana C.B.C. Fonseca-Pinto^{3*}

ABSTRACT.- Sendyk-Grunkraut A., Martín C.M., Souza A.N.A., Patrício G.C.F., Lorigados C.A.B., Matera J.M. & Fonseca-Pinto A.C.B.C. 2017. [Radiographic and tomographic study of the elbow joint in dogs.] Avaliação morfológica e morfométrica da articulação umerorradioulnar em cães através de exames radiográficos e por tomografia computadorizada. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 37(2):160-170. Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Orlando Marques de Paiva 87, São Paulo, SP 05508-270, Brazil. E-mail: anacarol@usp.br

Elbow dysplasia disease includes an united anconeal process, fragmented medial coronoid process, osteochondrosis of humeral trochlea, articular incongruity and degenerative joint disease. The aim of this study was to present detailed morphologic and morphometric aspects of the elbow joint in dog in clinical and correlate with radiographic and tomographic (CT) exam. Inter-observer variation for articular incongruity measurements by CT, comparative analysis in the radiographic exam, angle in ulnar notch and its comparative analysis between radiographic and tomographic agreement examination in 44 elbow of dogs with different ages were evaluated. The statistics analyses included the kappa coefficient and interclass correlation and Fischer's test and McNemar's test. It was evidenced that individual performance of each radiographic incidence had poor agreement with the tomographic exam, suggesting that the accomplishment of more than two radiograph views are needed. There was no agreement between the three evaluators in the ulnar notch angle at radiographic and tomographic exams. However, there was good/moderate agreement for articular incongruity measurement in the sagittal plane between evaluators. It was possible to conclude that none of the five radiographic incidences was better than the others for radiographic analysis because each incidence had a better identification of a particular elbow compartment; measurements at the tomographic exam to evaluate radioulnar incongruity had no reproductiveness in the frontal plane, but in sagittal plan had a good/moderate agreement between observers and the angle in ulnar notch presented no repeatability at radiographic exam and no reproductiveness at tomographic exam.

INDEX TERMS: Radiography, tomography, elbow joint, dog.

RESUMO.- Este estudo teve como objetivo apresentar de forma detalhada dados morfológicos e morfométricos da articulação umerorradioulnar de cães de raça definida ava-

liados por meio de exames físicos, radiográficos e tomográficos. A amostra dessa pesquisa constituiu-se de 44 cotovelos de cães com idades variadas. Para análise de informações obtidas, o coeficiente kappa e de correlação interclasse e associação foram realizados. Constatou-se que o desempenho individual de cada projeção radiográfica teve pobre concordância com o exame tomográfico; não houve concordância entre os observadores para as mensurações do ângulo da incisura ulnar ao exame radiográfico e tomográfico. Porém houve boa/moderada concordância para mensuração da incongruência radioulnar no plano sagital entre os obser-

¹ Recebido em 27 de março de 2016.

Aceito para publicação em 9 de agosto de 2016.

² Pós-Graduados do Departamento de Cirúrgica da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), Av. Professor Doutor Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária, São Paulo, SP 05508-270, Brasil. *Autor para correspondência: anacarol@usp.br

³ Departamento de Clínica Cirúrgica, FMVZ-USP, Av. Professor Doutor Orlando Marques de Paiva 87, Cidade Universitária São Paulo, SP 05508-270, Brasil.

vadores. Concluiu-se que nenhuma das cinco incidências radiográficas foi superior para análise radiográfica, uma vez que cada projeção apresentou melhor identificação de um compartimento do cotovelo. Medidas ao exame tomográfico para incongruência radioulnar não apresentaram reprodutibilidade no plano de reconstrução frontal, entretanto no corte sagital apresentaram boa e moderada concordância entre os observadores e que a mensuração do ângulo da incisura ulnar não apresentou repetibilidade ao exame radiográfico e nem reprodutibilidade ao exame tomográfico. Esses resultados contribuem para melhor utilização de cada exame de acordo com a região a ser avaliada bem como ressaltam a necessidade da somatória de múltiplos exames de imagem para a correta avaliação desta afecção.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Radiografia, tomografia, cotovelo, articulação umerorradioulnar, cão.

INTRODUÇÃO

Displasia do cotovelo (DC), ou desenvolvimento anormal da articulação do cotovelo (Kirberger & Fourie 1998, Gemmill et al. 2005) é um termo genérico para descrever má formação ou disfunção da articulação do cotovelo (Beuing et al. 2000). É considerada um grupo de desordens do desenvolvimento que afeta, principalmente, cães de raças grandes (Beuing et al. 2000, Malm et al. 2008, Moores et al. 2008, Lappalainen et al. 2013) e gigantes (Moores et al. 2008, Michelsen 2013) sendo a causa mais comum de claudicação de membros torácicos em cães jovens (Fox et al. 1982, Kramer et al. 2006, Burton et al. 2011, Lappalainen et al. 2013). A displasia do cotovelo inclui alterações como não união do processo ancôneo (NUPA), fragmentação do processo coronoide medial da ulna (FPCM), osteocondrose do côndilo umeral (OC) e incongruência articular (IA) levando invariavelmente à osteoartrose (Kirberger & Fourie 1998, Walker 1998, Beuing et al. 2000, Reichle et al. 2000, Haudiquet et al. 2002, Gemmill et al. 2005, Kealy & McAllister 2005, Kramer et al. 2006, Samoy et al. 2006, Gemmill & Clements 2007, Wisner & Pollard 2007, Moores et al. 2008, Mason et al. 2008, Cook & Cook 2009).

O exame radiográfico tem sido usado como técnica diagnóstica para avaliação da displasia do cotovelo (Cook & Cook 2009). Inúmeros aspectos radiográficos tem sido descritos para diagnosticar incongruência articular, mas a graduação de incongruência é subjetiva (Samoy et al. 2006). As dificuldades de avaliação radiográfica direta das estruturas do cotovelo são tantas que o diagnóstico presuntivo de displasia do cotovelo é frequentemente baseado na detecção de alterações relacionadas à osteoartrose (Carpenter & Schwarz 1993, Van Ryssen & Van Bree 1997, Gasch et al. 2012). Na maioria dos casos, a suspeita diagnóstica se estabelece baseada na presença de formação osteofítica secundária adjacente ao processo coronoide (Meyer-Lindenberg et al. 2006, Burton et al. 2008, Groth et al. 2009).

De acordo com *International Elbow Working Group*, a articulação umerorradioulnar pode ser classificada, radiograficamente, como normal e displásica. As articulações displásicas podem ser classificadas em diferentes graus. Grau 0 (normal): sem evidências radiográficas de incon-

gruência articular, artrose e/ou esclerose; grau 1 (discreta osteoartrose): osteófitos encontrados são menores do que 2mm, esclerose na base do processo coronoide medial, porém com padrão trabecular ainda visível; grau 2 (moderada osteoartrose ou suspeita de lesão primária): osteófitos encontrados tem de 2-5mm, evidente esclerose, sem padrão trabecular na base do processo coronoide, degrau de 3-5mm entre rádio e ulna (IA), sinais radiográficos indiretos de lesão primária (NUPA, FPCM, DCM, OC); grau 3 (grave osteoartrose ou lesão primária evidente): osteófitos encontrados são maiores do 5mm, degrau maior que 5mm entre rádio e ulna (evidente IA) e presença de lesão primária (NUPA, FPCM, OC).

A ultrassonografia, a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética são outras modalidades de imagem que podem auxiliar no estabelecimento do diagnóstico definitivo da lesão (Snaps et al. 1998, Reichle et al. 2000, Schwarz et al. 2004, Cook & Cook 2009, Gabriel et al. 2009, Baeumlin et al. 2010, Van Bruggen et al. 2010).

O exame tomográfico da articulação do cotovelo é útil para identificar várias lesões além da fragmentação do processo coronoide da ulna (Reichle et al. 2000). A TC e a ressonância magnética são modalidades de imagem avançadas que permitem observação do cotovelo em múltiplos planos e em reconstruções multiplanares e tridimensionais, possibilitando, portanto, avaliação mais compreensível e acurada. O acesso a incongruência articular em particular tem sido beneficiada por esses métodos de imagem pela importância da reconstrução em planos sagital e dorsal e pela determinação acurada da relação entre superfície articular de rádio e ulna (Cook & Cook 2009).

Baseado no tamanho do degrau radioulnar na reconstrução sagital, uma graduação para incongruência foi realizada, considerando: articulação congruente (grau 0): degrau entre rádio e ulna entre $0 < 0,5\text{mm}$; discreta incongruência (grau 1): $0,5\text{mm} < 2,0\text{mm}$; moderada incongruência (grau 2): $2,0\text{mm} < 3,0\text{mm}$; importante incongruência (grau 3): 3mm ou mais (Samoy et al. 2012).

A osteoartrose secundária a displasia do cotovelo tem relevância clínica, portanto o tamanho do osteófito pode ser graduado segundo o score 0 = sem osteófitos presentes; score 1 = osteófitos $< 2\text{mm}$; score 2 = osteófitos $2-5\text{mm}$; score 3 = osteófitos $> 5\text{mm}$ (Moores et al. 2008, Lappalainen et al. 2009, Lappalainen et al. 2013).

Esse trabalho teve por objetivo apresentar de forma detalhada dados morfológicos e morfométricos da articulação do cotovelo de cães de raça definida avaliados por meio de exames radiográficos e de tomografia computadorizada, além de realizar a mensuração da incongruência radioulnar ao exame de TC e verificar a reprodutibilidade entre avaliadores na análise radiográfica e tomográfica. Nossa hipótese é a de que pelas limitações intrínsecas ao exame radiográfico quando comparado ao tomográfico, faz-se necessária a associação de um conjunto de projeções radiográficas para uma avaliação precisa do cotovelo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto de pesquisa foi julgado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), protocolado sob o no. 2695/2012

da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo. Os estudos radiográficos e tomográficos das articulações dos cotovelos foram realizados em 22 cães machos e fêmeas de diferentes raças e idades. Os criadores de cães e proprietários dos animais que compuseram o grupo tomaram ciência dos procedimentos a serem realizados, concordaram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido autorizando, a inclusão de seus animais no presente estudo.

Os cães foram submetidos à avaliação ortopédica, observação clínica e análise cinética da locomoção, sendo classificados clinicamente como portadores ou não, caso apresentassem ao menos uma alteração positiva dentre uma destas avaliações.

As manifestações clínicas indicativas de afecção da articulação do cotovelo, como dor ou desconforto à palpação e a manipulação articular, espessamento ou irregularidade de tecidos moles periarticulares, limitação na amplitude de movimento do membro e crepitação articular foram avaliadas. A claudicação evidente à observação clínica foi avaliada durante a inspeção visual do animal na avaliação cinética realizada por ortopedista experiente sendo classificada em presente ou ausente.

Para a avaliação cinética foi utilizada a Placa de baropodometria sob pressão (PSP)⁴ calibrada de acordo com peso conhecido, utilizando 5 passagens válidas do animal em trajeto retilíneo, ao lado esquerdo do condutor, com início e término da passagem a distância de 2m da plataforma a uma velocidade de 1.1-1.3m/s e aceleração aceitável de no máximo $\pm 0.1\text{m/s}^2$. Este exame foi realizado antes de qualquer outro para não influenciar a coleta de dados.

Além do controle e mensuração da velocidade, foi registrado o pico de força vertical (PFV), o impulso vertical (IV) e tempo de apoio (TA). O PFV e o IV foram padronizados em % de peso corporal e o tempo de apoio expresso em segundos. Foi calculado o índice de simetria entre os membros torácicos ($SI = 200 * (|PFV_{\text{maior}} - PFV_{\text{menor}}|) / (PFV_{\text{maior}} + PFV_{\text{menor}})$). A razão de apoio entre os membros torácicos e pélvicos foi expressa considerando as diagonais (MTD/MPE e MTE/MPD). Foi considerado sinal de claudicação o $SI > 9\%$ como recomendado por literatura (Voss et al. 2007).

Em seguida os animais foram submetidos aos exames de imagem. Para o exame radiográfico foram utilizados aparelhos radiográficos das marcas Raytech e TecnoDesigner, de 500mA acoplado ao sistema de radiografia computadorizada FujiFilm modelo FCR CÁPSULA X com PC (Personal Computer) e cassetes com Placa de Fósforo (IP - Image Plate). Foram obtidas, sob contenção química, imagens radiográficas em cinco projeções: mediolateral, distomedial-proximolateral (a articulação é flexionada a 90 graus, o antebraço é elevado a 35graus e a extremidade supinada a 40graus) nos decúbitos laterais direito e esquerdo, craniocaudal, cranio-lateral-caudomedial (pronada a 15graus), craniomedial-caudolateral (supinada a 45graus) em decúbito esternal. A análise radiográfica seguiu um protocolo de avaliação que levou em consideração a presença, ausência ou impossibilidade de avaliação para os seguintes quesitos: fragmentação do processo coronóide medial (FPCM), fissura adjacente o processo coronóide medial, esclerose do processo coronóide medial, radiotransparência subcondrais, esclerose da tróclea umeral, osteófitos/enteseófitos no úmero, rádio, ulna, incongruência articular umeroradial, umeroulnar, radioulnar, esclerose da incisura ulnar, tamanho do osteófito, alteração morfológica de epicôndilos, alteração em partes moles (aumento/ diminuição) e fragmentos intrarticulares (Reichle et al. 2000, Moores et al. 2008). A análise dos exames radiográficos foi feita por três avaliadores com diferentes graus de experiência e de forma cega. Em um primeiro momento, as incidências radiográficas foram avaliadas individualmente por cada observador e a concordância entre observadores foi realizada dois a dois. Na

projeção radiográfica mediolateral dos cotovelos direito e esquerdo, cada observador realizou a mensuração do ângulo de abertura da incisura troclear da ulna (Viehmann et al. 1999) (Fig.1), e em seguida foi realizada a comparação entre esse ângulo obtido.

A avaliação tomográfica foi realizada sob anestesia geral, com o animal posicionado em decúbito esternal (Gemmill et al. 2005, Moores et al. 2008) e os membros torácicos estendidos cranialmente. Os cortes foram adquiridos com 1,0mm de espessura e 0,5mm de incremento em um aparelho de tomografia computadorizada com fileira única de detectores, com aquisição helicoidal em aparelho TOSHIBA, model XPRESS/G6 (Gemmill et al. 2005,



Fig.1. Mensuração do ângulo da abertura da incisura troclear da ulna conforme proposto por Viehmann et al., (1999). Imagem radiográfica em projeção mediolateral do cotovelo direito de um labrador retriever.



Fig.2. Placa de acrílico usada para posicionamento radiográfico e tomográfico.

Kramer et al. 2006, Moores et al. 2008, House et al. 2009). Para padronização do posicionamento tomográfico, utilizou-se uma placa acrílica com 135 graus de angulação interna, conforme sugerido por Proks et al. (2013) (Fig.2). As imagens foram obtidas de ambos os cotovelos simultaneamente, do terço distal do úmero ao terço proximal de rádio e ulna.

Realizaram-se mensurações ao exame tomográfico a partir das mensurações propostas por Kramer et al. (2006) (Fig.3). Três avaliadores, com níveis diferentes de experiência prática, sendo que o avaliador principal foi considerado o avaliador com maior experiência, avaliaram, em cego, as imagens tomográficas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Baseado no tamanho do degraú radioulnar na reconstrução sagital, a graduação para incongruência radioulnar foi realizada, conforme proposto por Samoy et al. (2012). Foi elaborado um protocolo de avaliação na análise das imagens radiográficas e de TC, considerando sim para a presença da alteração, não para



Fig.3. Mensuração da distância entre rádio e ulna no plano sagital ao exame tomográfico, baseado no estudo de Kramer et al. (2006).

a ausência da alteração e não possível para a impossibilidade de identificação de determinada lesão.

A presença de alterações radiográficas nas diferentes projeções foi comparada com a avaliação pela TC considerada padrão ouro neste estudo. Os coeficientes kappa e correlação intraclasse variam principalmente de 0 a 1, podendo o kappa assumir valores negativos em caso de discordâncias maiores que as concordâncias, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é a reprodutibilidade (concordância) entre as avaliações. A concordância do kappa foi classificada segundo Landis & Koch (1977) e Vieira (2010).

Para realização do estudo comparativo entre os exames radiográfico e tomográfico, foi elaborado um consenso dos achados radiográficos entre os 3 avaliadores. Para o observador principal foi calculada a correlação interclasse para as mensurações do ângulo da incisura ulnar ao exame radiográfico e tomográfico.

RESULTADOS

Dentre os 22 cães avaliados, 13 eram da raça labrador retriever (59,1%), 7 pastores australianos (31,9%), 1 bernese mountain dog (4,5%) e 1 rottweiler (4,5%). Do total de cães, 13 eram fêmeas (59,1%) e 9 eram machos (40,9%). Dezesesseis cães tinham idade abaixo de 5 anos (72,7%) e 6 acima de 5 anos (27,3%). Oito cães (18,2%) foram considerados positivos para a presença de lesão no cotovelo pela avaliação ortopédica.

Os dados do exame ortopédico, observação clínica da locomoção e da análise cinética estão no Quadro 1. A média e o desvio padrão para o PFV nos membros torácicos foi de $51,4 \pm 4,1\%$ PC, sendo que a razão de apoio entre o membro torácico e pélvico foi de $1,6 \pm 0,3$. O IV foi de $22,5 \pm 2,1\%$ PCs em média e o tempo de apoio foi de $0,46 \pm 0,07$ s. Seis cães apresentaram o índice de simetria acima 9%, com mínimo de 9,1 e máximo de 36%. Todos estes seis cães foram positivos na avaliação ortopédica, mas somente 4 foram detectados na inspeção visual de claudicação (Quadro 1).

Quadro 1. Resultados da avaliação ortopédica, observação clínica da locomoção e médias da análise do PFV e SI

Cão	Claudicação	Alteração ao exame ortopédico	PFV% BW MTD	PFV % BW MTE	SI do PFV (%)	Alteração na PSP
1	Não	Sim	46,9	52,2	10,7*	sim
2	Não	Sim	52,2	53,2	2,2	não
3	Não	Sim	47,6	56,1	16,4*	sim
4	Não	Não	50,4	45,8	4,9	não
5	Não	Não	-	-	-	-
6	Não	Não	51,5	55,4	7,3	não
7	Não	Sim	53,8	51,1	5,1	não
8	Sim	Sim	56,2	39,1	36,0*	sim
9	Sim	Não	54,9	52,2	4,9	não
10	Sim	Sim	40,3	56,5	33,5*	sim
11	Não	Não	51,2	50,6	1,1	não
12	Sim	Sim	55,5	50,7	9,1*	sim
13	Não	Não	52,1	53,6	2,8	não
14	Não	Não	47,1	50,9	7,8	não
15	Não	Sim	49,5	51,0	3,0	não
16	Não	Não	50,8	51,6	1,7	não
17	Não	Não	-	-	-	-
18	Não	Não	53,5	51,1	4,6	não
19	Não	Não	52,1	53,2	2,2	nao
20	Não	Não	54,6	55,3	1,1	não
21	Sim	Sim	41,2	56,3	34,1*	sim
22	Sim	Não	52,4	54,4	3,7	não
Média geral \pm DP/ ou % relativa	30% sim	45% sim	50,7 \pm 4,2	52,0 \pm 3,9	9,6 \pm 11,1	30% sim

Na análise da concordância da avaliação dos quesitos observados ao exame radiográfico pelos três observadores, destacou-se no Quadro 2 concordância muito boa na projeção mediolateral para incongruência articular umeroradial e umeroulnar e alteração morfológica dos epicôndilos ($k=1,00$) entre observadores 2 e 3.

Observam-se no Quadro 3 muito boa concordância na projeção craniolateral-caudomedial (Cr15LCdMO) para radiotransparências subcondrais para os observadores 1 e

2 ($k=1,00$), e para fragmentos intra-articulares para os 3 observadores ($k=1,00$).

Destacam-se no Quadro 4 muito boa concordância entre avaliadores na projeção distomedial-proximolateral para esclerose da chanfradura da ulna entre observadores 2 e 3 ($k=1,00$) e alteração morfológica de epicôndilos entre os 3 observadores ($k=1,00$) e fragmentos intrarticulares entre observadores 2 e 3 ($k=1,00$). (Fig.4)

Não houve concordância entre os avaliadores para as

Quadro 2. Avaliação da concordância entre os avaliadores na projeção mediolateral

Variável	Achado	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		Kappa		
		N	%	N	%	N	%	Av. 1 VS Av. 2	Av. 1 VS Av. 3	Av. 2 VS Av. 3
Incongruência articular umeroradial	Não	42	95,5	29	96,7	29	96,7	0,651	0,651	1,000
	Sim	2	4,5	1	3,3	1	3,3			
Incongruência articular umeroulnar	Não	33	76,7	29	96,7	29	96,7	-	-	1,000
	Sim	10	23,3	1	3,3	1	3,3			
Alteração morfológica de epicôndilos	Não	39	88,6	29	96,7	29	96,7	-	-	1,000
	Sim	5	11,4	1	3,3	1	3,3			

Quadro 3. Avaliação da concordância entre os avaliadores na projeção radiográfica craniolateral-caudomedial

Variável	Achado	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		Kappa		
		N	%	N	%	N	%	Av. 1 VS Av. 2	Av. 1 VS Av. 3	Av. 2 VS Av. 3
Radiotransparências subcondrais	Não	40	95,2	40	95,2	37	88,1	1,000	---	---
	Sim	2	4,8	2	4,8	5	11,9			
Fragmentos intrarticulares	Não	41	97,6	41	97,6	41	97,6	1,000	1,000	1,000
	Sim	1	2,4	1	2,4	1	2,4			

Quadro 4. Avaliação da concordância entre os avaliadores na projeção radiográfica distomedial-proximolateral

Variável	Achado	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		Kappa		
		N	%	N	%	N	%	Av. 1 VS Av. 2	Av. 1 VS Av. 3	Av. 2 VS Av. 3
Esclerose da incisura da ulna	Não	24	58,5	41	97,6	41	97,6	-	-	1,000
	Sim	17	41,5	1	2,4	1	2,4			
Alteração morfológica de epicôndilos	Não	40	97,6	41	97,6	41	97,6	1,000	1,000	1,000
	Sim	1	2,4	1	2,4	1	2,4			
Fragmentos intrarticulares	Não	38	92,7	41	97,6	41	97,6	-	-	1,000
	Sim	3	7,3	1	2,4	1	2,4			

Quadro 5. Avaliação da concordância entre os avaliadores, segundo as medidas propostas por Kramer et al. (2006)

Variável	Achado	Avaliador 1		Avaliador 2		Avaliador 3		Correlação Intraclassa		
		média (DP)	média (DP)	média (DP)	média (DP)	Av. 1 VS Av. 2	Av. 1 VS Av. 3	Av. 2 VS Av. 3		
Incongruência radioulnar plano sagital	média (DP)	0,6 (0,7)	1 (0,5)	0,5 (0,7)		-	0,707	-		
Incongruência radioulnar dorsal médio	média (DP)	-0,3 (1)	0,5 (1)	-0,2 (0,6)		-	-	-		
Incongruência radioulnar dorsal ápice	média (DP)	-1,7 (0,8)	-1,3 (0,7)	-0,9 (0,8)		-	-	-		

Quadro 6. Avaliação da concordância entre os achados consensuais de cada projeção radiográfica e do total da projeções (RX) e achados tomográficos (TC)

Variável	Achado	PML		PCC		PCMCL		PCLCM		PML0		RX		TC	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Alteração morfológica de epicôndilos	Não	40	93,0	41	95,3	28	87,5	39	92,9	40	97,6	39	88,6	42	95,5
	Sim	3	7,0	2	4,7	4	12,5	3	7,1	1	2,4	5	11,4	2	4,5
	<i>Kappa</i>		0,788		-		0,636		-		0,655		0,542		
Fragmentos intrarticulares	Não	42	97,7	42	97,7	30	93,8	41	97,6	39	95,1	41	93,2	39	88,6
	Sim	1	2,3	1	2,3	2	6,3	1	2,4	2	4,9	3	6,8	5	11,4
	<i>Kappa</i>		-		-		0,784		-		0,788		0,727		

mensurações do ângulo da incisura troclear da ulna realizadas nos exames radiográfico e tomográfico.

Destaca-se no Quadro 5 boa concordância entre a mensuração da incongruência radioulnar no plano sagital entre observadores 1 e 3 ($k=0,707$). (Fig.5)

Destaca-se no Quadro 6 boa concordância para alteração morfológica de epicôndilos entre a projeção radiográfica mediolateral (ML) e o exame de TC ($k=0,788$), entre projeção CMCL e o exame de TC ($k=0,636$), entre PMLO e o exame de TC ($k=0,655$); para fragmentos intrarticulares entre PCMCL e TC ($k=0,784$), PMLO e TC ($0,788$) e RX e TC



Fig.4. Exame radiográfico na projeção distomedial-proximolateral evidenciando esclerose da chanfradura da ulna (seta preta).



Fig.5. Imagem tomográfica no plano sagital, evidenciando incongruência radioulnar (seta preta).

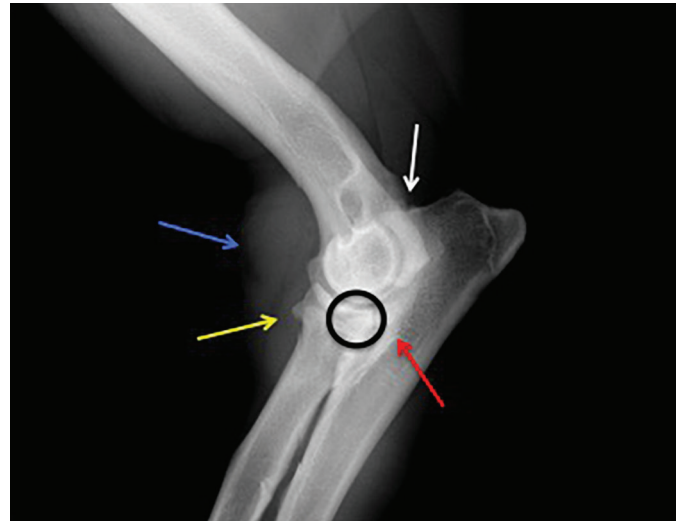


Fig.6. Alteração morfológica do PCM (círculo), esclerose da ulna adjacente ao processo PCM (seta vermelha), proliferação óssea indicativa de osteoartrose na cabeça do rádio - enteseófito (seta amarela) e no processo ancôneo (seta branca) e aumento de volume de partes moles intrarticulares (seta azul) no cotovelo de um cão da raça labrador retriever na projeção distomedial-proximolateral (Di35MPrLO).

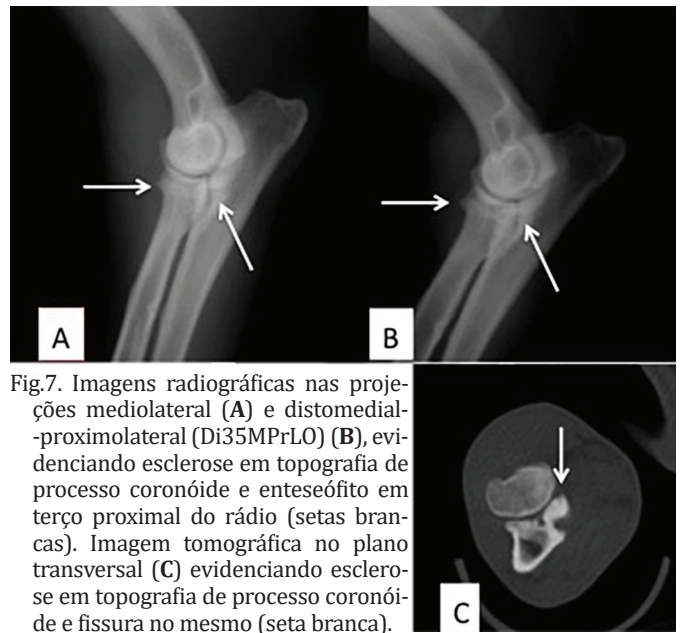


Fig.7. Imagens radiográficas nas projeções mediolateral (A) e distomedial-proximolateral (Di35MPrLO) (B), evidenciando esclerose em topografia de processo coronóide e enteseófito em terço proximal do rádio (setas brancas). Imagem tomográfica no plano transversal (C) evidenciando esclerose em topografia de processo coronóide e fissura no mesmo (seta branca).

Quadro 7. Avaliação qualitativa da incongruência radioulnar por meio dos exames radiográfico e tomográfico

	TC	Congruente	Incongruente	Total
RX				
Congruente		16	12	28
Incongruente		3	7	10
Total		19	19	

($k=0,727$). Observa-se que apenas os fragmentos intrarticulares apresentaram concordâncias altas das projeções radiográficas com a tomografia computadorizada ($kappa>0,7$), já os demais achados apresentaram pouca concordância entre as projeções radiográficas e tomografia computadorizada.

Os cães da raça labrador retriever apresentaram estatisticamente mais alterações morfológicas do PCM que o pastor australiano ($p=0,021$) (Fig.6).

Não houve associação estatisticamente significativa entre a esclerose do PCM ao exame radiográfico com a FPCM ou fissura adjacente ao PCM ao exame tomográfico ($p>0,05$). (Fig.7)

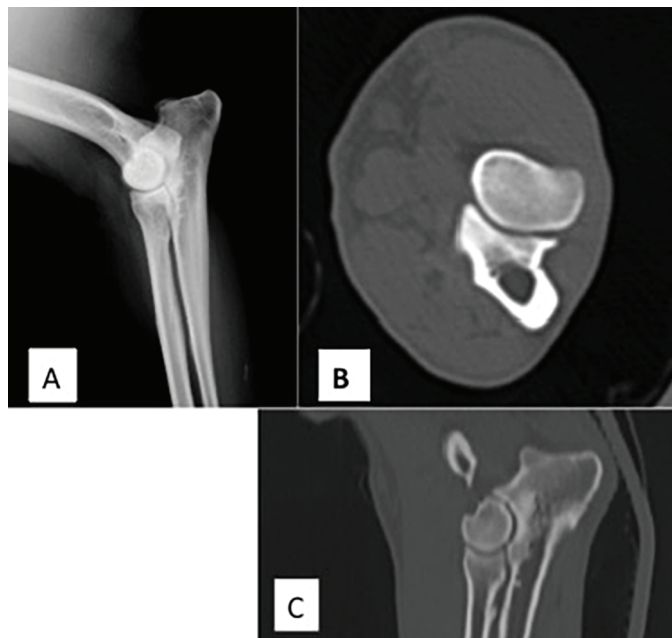


Fig.8. Imagem radiográfica na projeção mediolateral (A) e imagens tomográficas nos planos transversal (B) e sagital (C), evidenciando boa congruência articular radioulnar.

O Quadro 7 mostra a maioria dos cotovelos congruentes ao exame radiográfico eram congruentes ao exame tomográfico. (Fig.8)

DISCUSSÃO

Os cães da raça labrador retriever possuem maior probabilidade de apresentarem displasia do cotovelo e frequentemente são alvo de estudos para doença articular do cotovelo (Burton et al. 2008, House et al. 2009, Van Bruggen et al. 2010, Lappalainen et al. 2013). Raças grandes (Beuing et al. 2000, Malm et al. 2008, Moores et al. 2008, Lappalainen et al. 2013) e gigantes (Moores et al. 2008, Michelsen 2013) são as mais acometidas; sendo assim, o labrador retriever foi a raça de maior importância deste estudo. Para efeito comparativo entre raças, foi realizado o mesmo estudo com a raça pastor australiano, a qual não possui estudos em literatura até o presente momento e que tem rigoroso controle de reprodução. Concorda-se com os autores citados, uma vez que a raça labrador retriever apresentou, nesta pesquisa, maior número de positivos para quase todas as alterações ao exame tomográfico, exceto no quesito “osteófitos/enteseófitos na ulna”, quando comparado com os pastores australianos.

A NUPA que é melhor identificada na projeção mediolateral hiperflexionada, pode estar relacionada com doença do processo coronoide medial, IA, osteoartrose e esclerose no côndilo medial umeral (Gasch et al. 2012). Alguns cotovelos estudados nessa pesquisa apresentaram discretos sinais radiográficos e tomográficos de doença do processo coronoide medial, IA e osteoartrose, porém não apresentaram sinais radiográficos e tomográficos de NUPA. Uma

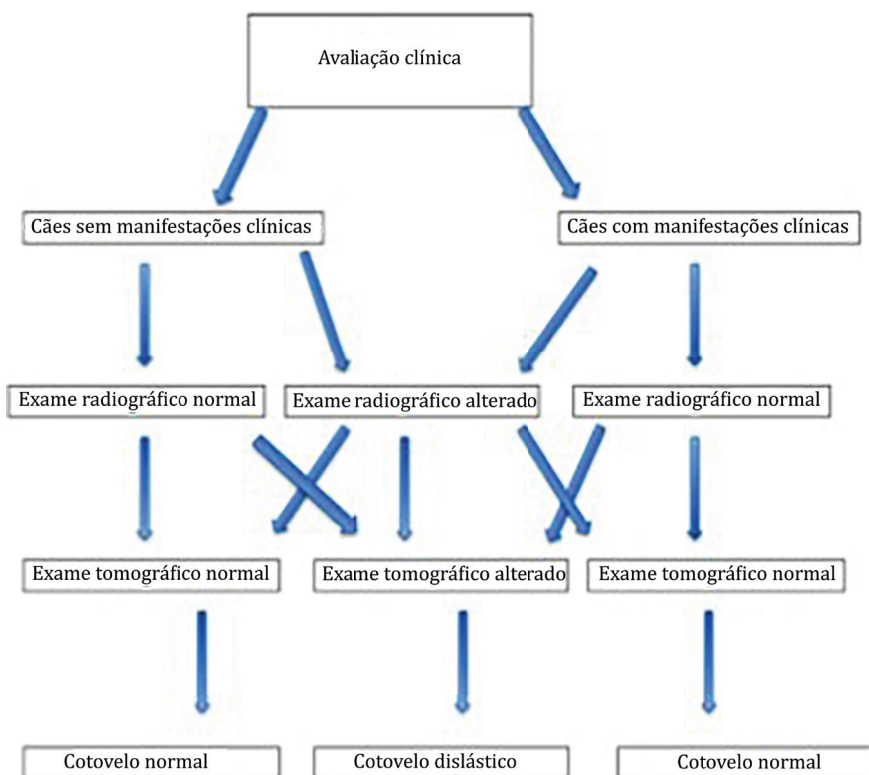


Fig.9. Fluxograma demonstrando relação entre aspecto clínico, radiográfico e tomográfico para lesões ósseas do cotovelo.

explicação plausível para a ausência de correlação esteja associada ao fato de que nesta pesquisa a raça reportada como a mais frequentemente acometida pela NUPA, que é o pastor alemão conforme sugerido por Ljunggren et al. (1966) e Fox et al. (1982), não ter sido contemplada no grupo de animais avaliados. Ainda neste estudo, somente dois cães apresentaram manifestações clínicas de claudicação, alteração no exame físico, na plataforma e exames de imagem.

A avaliação do cotovelo pode ser difícil quando baseada em exames físico e radiográfico exclusivamente (Rovesti et al. 2002, Puccio et al. 2003). Quando os achados radiográficos são sugestivos de lesão, geralmente a fase precoce da doença passou e ela se cronificou. Dos 22 cães avaliados clínica, radiograficamente e por meio do estudo tomográfico, 63,6% foram classificados clinicamente como saudáveis; destes 13,6% não tiveram alterações radiográficas, 50% apresentaram alterações radiográficas e 100% apresentaram alterações tomográficas. Dentre os 8 animais considerados clinicamente doentes, 4,5% foram considerados normais radiograficamente, 31,8% tiveram alterações radiográficas e 100% apresentaram alterações tomográficas. Considera-se, portanto, que as avaliações clínica e radiográfica sem alterações não são excludentes de lesão no cotovelo, conforme sugere o fluxograma (Fig.9).

A avaliação cinética da locomoção é o padrão ouro para avaliação da claudicação sendo possível até mesmo individualizar a distribuição da pressão exercida sobre cada coxim do animal (Souza et al. 2014). O PFV é um parâmetro mensurado na avaliação cinética de maior precisão para a detecção de claudicação (Fanchon & Grandjean 2007) e o índice de simetria do PFV é uma ferramenta útil, capaz de detectar claudicações discretas unilaterais ou irregularidades de apoio em afecções bilaterais ao exame radiográfico, mas assimétricas do ponto de vista clínico (Voss et al. 2007). Ambos parâmetros apresentaram-se alterados em alguns cães do presente estudo.

O SI encontrado de 9,6% foi em média bem próximo do reportado em literatura para cães com afecção unilateral de coronoide medial (12,9%) (Galindo-Zamora et al. 2014). De acordo com nossos resultados do PFV e do SI possibilitaram a detecção de claudicação de um número maior de animais do que a inspeção visual.

Sabe-se que esses métodos quantitativos de análise são mais acurados que a observação clínica (Quinn et al. 2007), mas de acordo com os resultados do presente trabalho nem todas as alterações detectadas pelo exame tomográfico e radiográfico demonstraram uma repercussão clínica para o animal mesmo considerando nossos métodos objetivos de análise.

Estudos cinemáticos demonstraram alterações evidentes na locomoção de cães com displasia do cotovelo e fragmentação do processo coronoide medial (Caron et al. 2014) mas estudos cinéticos que incluem a displasia do cotovelo e a osteoartrose ainda são escassos (Kapatkin et al. 2006). Nenhum achado específico foi encontrado no presente estudo que pudesse ser diretamente correlacionado a claudicação do animal detectada pela PSP.

O exame radiográfico é o método de imagem mais aces-

sível na Medicina Veterinária (Cook & Cook 2009), mas devido à sobreposição de estruturas ósseas e a dificuldade em avaliar anormalidades específicas, algumas incidências radiográficas são recomendadas (Fox et al. 1982, Berry 1992, Kirberger & Fourie 1998, Hornof et al. 2000, Haudiquet et al. 2002). Foram realizadas cinco projeções radiográficas de cada cotovelo para a adequada otimização da avaliação de particularidades da articulação. Concorda-se com os autores acima, que inúmeras projeções radiográficas devem ser realizadas a fim de obter o diagnóstico mais preciso, uma vez que algumas projeções radiográficas não isolam adequadamente determinadas regiões anatômicas. A projeção ML dificulta a avaliação da fissura do PCM e esclerose da tróclea umeral, a projeção CrCa impede avaliação de IA umeroulnar, radioulnar e esclerose da incisura troclear da ulna, a projeção craniomedial-caudolateral impede adequada avaliação de alterações relacionadas a doença do compartimento medial, assim como esclerose da tróclea umeral e a chanfradura da ulna, osteófitos/entesófitos na ulna, IA umeroradial, umeroulnar e radioulnar.

Nesta pesquisa, a projeção radiográfica mediolateral hiperflexionada, que otimiza avaliação radiográfica de osteófitos no processo ancôneo e diagnóstico de NUPA (Kirberger & Fourie 1998) não foi realizada, uma vez que, cinco outras projeções, que permitem em conjunto uma avaliação morfológica e morfométrica mais detalhada dos diferentes compartimentos da articulação, já estavam sendo realizadas. A projeção craniolateral-caudomedial não foi a projeção de eleição para avaliar osteófitos/entesófitos no rádio, IA umeroradial, umeroulnar e radioulnar e esclerose da incisura troclear da ulna e a projeção distomedial-proximolateral não foi possível avaliar fissura adjacente ao PCM, esclerose da tróclea umeral, IA umeroradial, umeroulnar e radioulnar.

Burton et al. (2008) realizaram radiografias em projeção mediolateral de cães jovens da raça labrador retriever e compararam as imagens radiográficas com diagnóstico de FPCM pela artroscopia com cães normais e concluíram que o aumento da radiopacidade no osso subcondral na incisura troclear da ulna é um achado radiográfico associado à fragmentação do processo coronoide. Frente aos resultados desta pesquisa, na tentativa de correlacionar a esclerose do PCM ao exame radiográfico com a FPCM ou fissura adjacente ao PCM ao exame tomográfico, sugere-se que essa associação seja apreciada e valorizada com cautela nos casos de fissura. Visto que não houve associação estatística entre a esclerose do PCM e fissura do PCM. Todavia, a relação entre a esclerose e a presença de fragmentação do PCM em um grupo com maior número de animais, poderia se mostrar significativa, uma vez que já nesta pesquisa a associação obtida foi próxima de 0,05. É possível justificar essa discordância pelo fato de que essa pesquisa avaliou animais saudáveis ou acometidos pela displasia do cotovelo ainda numa fase incipiente, sendo os achados radiográficos encontrados discretos o que pode aumentar a subjetividade da análise entre os observadores.

A mensuração da incongruência radioulnar pode ser melhor realizada usando imagens tomográficas reconstruídas na região central do processo coronoide no plano

oblíquo (Holsworth et al. 2005). No estudo de Kramer et al. (2006), as regiões central e ápice do coronoide não apresentaram diferenças significativas. Segundo o Quadro 1 as medidas propostas pelo estudo de Kramer et al. (2006) não apresentaram reprodutibilidade na reconstrução frontal para avaliação da incongruência radioulnar em região central e ápice do PCM, uma vez que o kappa entre os observadores apresentou concordância regular. A mensuração da incongruência radioulnar no corte sagital apresentou moderada e boa concordância entre observadores, tornando essa mensuração passível de repetição. As mensurações foram realizadas de modo cego para cada observador individualmente, sem padronização da magnificação e janelamento das imagens, e uma vez que, para esse estudo, as mensurações do degrau entre rádio e ulna foram muito pequenas, a mínima diferença em milímetros justificaria a discordância entre os observadores para a realização das medidas e posterior classificação da articulação radioulnar. A pesquisa concorda com Tromblee et al. (2007), que também concluíram que a incongruência articular foi melhor avaliada no plano sagital.

Blond et al. (2005) reportaram que o exame radiográfico é um teste sensível e específico para detectar moderada a grave incongruência radioulnar (2mm ou mais), caso o cotovelo esteja flexionado a 90°, independentemente da centralização do feixe primário de raios X. Proks et al. (2013) recomendaram angulação a 135° na projeção mediolateral para avaliar incongruência articular, considerando que a angulação a 120°, 135°, 145° e 155° não tem diferenças estatísticas para avaliação da incongruência articular umeroulnar. O presente estudo discorda de Blond et al. (2005), uma vez que o exame radiográfico foi sensível (84%) para incongruência articular radioulnar, porém não foi específico (36%) quando comparado ao exame tomográfico. Ao exame radiográfico, os cotovelos foram classificados como S ou N, considerando a presença ou ausência da incongruência e a incongruência radioulnar foi mensurada ao exame tomográfico em milímetros. O importante viés do nosso estudo é que os cães incongruentes para articulação radioulnar, ao exame tomográfico, não apresentaram degrau entre rádio e ulna maior que 2mm, exceto em um caso. Em sua maioria, os cotovelos considerados incongruentes tiveram degrau entre rádio e ulna menor que 1,9mm.

Em análise comparativa do consenso do exame radiográfico com o exame tomográfico para os quesitos analisados, nota-se que o exame radiográfico é pouco sensível e bastante específico para FPCM, esclerose do PCM, alteração morfológica do PCM, radiotransparência subcondrais, esclerose da tróclea, osteófitos/enteseófitos no úmero, rádio e ulna, incongruência articular umeroradial e umeroulnar. Para alteração morfológica de epicôndilos, fragmentos intra-articulares e incongruência radioulnar o exame radiográfico foi mais sensível. Esses dados podem ser resultado da amostra utilizada nesta pesquisa cujos cães apresentavam alterações mais discretas aos exames de imagem.

Em alguns casos, a artrose secundária a displasia do cotovelo impede a observação da lesão primária ao exame radiográfico (Van Ryssen & Van Bree 1997). A suspeita diagnóstica pode se estabelecer na presença de formação

osteofítica secundária, tornando-se nestes casos a osteoartrose importante para a suspeita da existência de lesão (Meyer-Lindenberg et al. 2006, Burton et al. 2008, Groth et al. 2009). Concorde-se com os autores, uma vez que 15,9% dos casos foram positivos para osteófitos/enteseófitos no úmero, 20,5% no rádio e 11,4% na ulna ao exame radiográfico e 27,3%, 15,9% e 84,1% respectivamente ao exame tomográfico. Nota-se que, ao exame tomográfico, a maioria das projeções osteofíticas ocorreu na ulna, e que as maiores porcentagens de alterações tomográficas foram em compartimento medial do cotovelo. A diferença do percentual de detecção de osteófitos/enteseófitos entre exames radiográfico e tomográfico justifica-se pela baixa sensibilidade do exame radiográfico.

Além da osteoartrose secundária à displasia do cotovelo, o tamanho do osteófito pode ser graduado (Moore et al. 2008, Lappalainen et al. 2009, Lappalainen et al. 2013). Acredita-se que a identificação e mensuração do tamanho do osteófito possam contribuir para o estabelecimento da gravidade da osteoartrose, porém, observou-se discrepância nas mensurações dos osteófitos/enteseófitos entre exame radiográfico e tomográfico, com uma pobre concordância estatística em todas as projeções. Justifica-se essa discrepância uma vez que as mensurações dos osteófitos/enteseófitos para classificação são muito pequenas, mensuradas em milímetros. Para adequada mensuração, sugere-se que a mesma seja realizada ao exame tomográfico, devido a ausência de sobreposição de estruturas ósseas nos diferentes planos de aquisição e reconstrução das imagens e pela possibilidade da imagem seccional permitir mensuração mais acurada quando comparado ao exame radiográfico.

Tendo em vista que as diferenças entre raças (Breit et al. 2010), pode ser mais significativa do que entre animais doentes e não doentes, recomenda-se a realização de novas pesquisas considerando-se raças condrodistróficas e outras raças de porte grande e gigante.

Considera-se, nesta pesquisa, que o exame radiográfico sem alterações possa ser considerado um falso negativo e que em exames radiográficos com grave osteoartrose, a lesão primária de displasia do cotovelo pode não ser definida. Para que a avaliação das estruturas ósseas da articulação do cotovelo seja fidedigna, o exame tomográfico é o padrão ouro, uma vez que não tem a complexa sobreposição, permitindo, assim, que a avaliação seja feita de modo acurado. Algumas medidas propostas em literatura foram replicadas nessa pesquisa com a intenção de quantificar a incongruência radioulnar ao exame tomográfico, na tentativa de tornar essa avaliação mais precisa, portanto, considerando uma pequena amostra de animais clinicamente normais ou que apresentem discreta incongruência articular, a mensuração tornou-se pouco confiável, uma vez que as distâncias entre esses dois ossos pode ser submilimétrica e um pequeno erro na mensuração pode mudar o escore de classificação da articulação. Essas medidas podem ser de extrema importância e relevantes para pacientes que apresentem casos mais graves de incongruência articular, nos quais o desnível entre rádio e ulna é significativamente maior. Ressalta-se, ainda, que a magnificação da imagem

deva ser padronizada com o objetivo de evitar a perda de detalhes nas imagens radiográficas e tomográficas e minimizar os erros de futura aferição.

Uma perspectiva é fazer o acompanhamento dos cães que apresentaram pequenos osteófitos/enteseófitos e discretos degraus entre rádio e ulna, efetuar uma análise comparativa em diferentes idades e analisar o real impacto da presença dessas alterações para articulação do cotovelo.

CONCLUSÕES

Baseado nos resultados desta pesquisa sugere-se realizar as cinco projeções radiográficas e não apenas duas incidências ortogonais entre si, buscando uma avaliação mais completa dos diferentes compartimentos da articulação, uma vez que nenhuma das cinco incidências radiográficas realizadas foi superior às outras para avaliação da articulação cotovelo.

As medidas realizadas ao exame de tomografia computadorizada para mensuração da incongruência radioulnar apresentaram reprodutibilidade no corte sagital, apresentando boa e moderada concordância entre os observadores.

REFERÊNCIAS

- Baeumlin Y, Rycke L.D., Caelenberg A.V., Bree H.V. & Gielen I. 2010. Magnetic resonance imaging of the canine elbow: an anatomic study. *Vet. Surg.* 39(5):566-573.
- Berry C.T. 1992. Evaluation of the canine elbow for fragmented medial coronoid process. *Vet. Radiol. Ultrasound* 33(5):273-276.
- Beuing R., Mues C., Telleheim B. & Erhardt G. 2000. Prevalence and inheritance of canine elbow dysplasia in German Rottweiler. *J. Anim. Breeding Genetics* 117(6):375-383.
- Blond L., Dupuis J., Beaugard G., Breton L. & Moreau M. 2005. Sensivity and specificity OD radiographic detection of canine elbow incongruence in an in vitro model. *Vet. Radiol. Ultrasound* 46(3):210-216.
- Breit S., Kunzel W. & Seiler S. 2010. Variation in the ossification process of the anconeal and medial coronoid process of the canine ulna. *Vet. Sci.* 77(1):9-16.
- Burton N.J., Dobney J.A., Owen M.R. & Colborne G.R. 2008. Joint angle, moment and power compensations in dogs with fragmented medial coronoid process. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 21(2):110-118.
- Burton N.J., Owen M.R., Kirk L.S., Toscano M.J. & Colborne G.R. 2011. Conservative versus arthroscopic management for medial coronoid process disease in dogs: a prospective gait evaluation. *Vet. Surg.* 40(8):972-980.
- Caron A., Caley A., Farrell M. & Fitzpatrick N. 2014. Kinematic gait analysis of the canine thoracic limb using a six degrees of freedom marker set: study in normal Labrador retrievers and Labrador retrievers with medial coronoid process disease. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 27(6):461-469.
- Carpenter L.G. & Schwarz P.D. 1993. Comparison of radiologic imaging techniques for diagnosis of fragmented medial coronoid process of the cubital joint in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203(1):78-83.
- Cook C.R. & Cook J.L. 2009. Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review. *Vet. Surg.* 38(2):144-153.
- Fanchon L. & Grandjean D. 2007. Accuracy of asymmetry indices of ground reaction forces for diagnosis of hind limb lameness in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 68(10):1089-1094.
- Fox S.M., Bloomberg M.S. & Bright R.M. 1982. Developmental anomalies of the canine elbow. *J. Am. Hosp. Assoc.* 19:605-615.
- Gabriel P., Pfeil A., Ludewig E., Bottcher P. & Oechtering G. 2009. Magnetic resonance imaging diagnosis: incomplete ossification of the humeral condyle in a German shepherd dog. *J. Small Anim. Pract.* 50(2):92-94.
- Galindo-Zamora V., Dziallas P., Wolf D.C., Kramer S., Abdelhadi J., Lucas K., Nolte I. & Wefstaedt P. 2014. Evaluation of thoracic limb loads, elbow movement, and morphology in dogs before and after arthroscopic management of unilateral medial coronoid process disease. *Vet. Surg.* 43(7):819-828.
- Gasch E.G., Labruyere J.J. & Bardet J.F. 2012. Computed tomography of ununited anconeal process in the dog. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 25(6):498-505.
- Gemmill T.J. & Clements D.N. 2007. Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency? *J. Small Anim. Pract.* 48(7):361-368.
- Gemmill T.J., Mellor D.J., Clements D.N., Clarke S.P., Farrel M., Bennett D. & Carmichael S. 2005. "Evaluation of elbow incongruency using reconstructed CT in dogs suffering fragmented coronoid process. *J. Small Anim. Pract.* 46(7):327-333.
- Groth A.M., Benigni L., Moores A.P. & Lamb C.R. 2009. Spectrum of computed tomographic findings in 58 canine elbows with fragmentation of the medial coronoid process. *J. Small Anim. Pract.* 50(1):15-22.
- Haudiquet P.R., Marcellin-Little D.J. & Stebbins M.E. 2002. Use of the distomedial-proximolateral oblique radiographic view of the elbow joint for examination of the medial coronoid process in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 63(7):1000-1005.
- Holsworth I.G., Wisner E.R., Scherrer W.E., Fiipowitz D., Kass P.H., Pooya H., Larson R.F. & Schulz K.S. 2005. Accuracy of computerized tomographic evaluation of canine radio-ulnar incongruence in vitro. *Vet. Surg.* 34(2):108-113.
- Hornof W.J., Wind A.P. & Wallack S.T. 2000. Canine elbow dysplasia: the early radiographic detection of fragmentation of the coronoid process. *Vet. Clin. North Am., Small Anim. Pract.* 30(2):257-266.
- House M.R., Marino D.J. & Lesser M.L. 2009. Effect of limb position on elbow congruity with CT evaluation. *Vet. Surg.* 38(2):154-160.
- Kapatkin A.S., Tomasic M., Beech J., Meadows C., Boston R.C., Mayhew P. D., Powers M.Y. & Smith G.K. 2006. Effects of electrostimulated acupuncture on ground reaction forces and pain scores in dogs with chronic elbow joint arthritis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 228(9):1350-1354.
- Kealy J.K. & McAllister H. 2005. Ossos e articulações. In: *Radiologia e Ultrassonografia do cão e do gato*. p.283-286.
- Kirberger R.M. & Fourie S.L. 1998. Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 69(2):43-54.
- Kramer A., Holsworth I.G., Wisner E.R., Kass P.H. & Schulz K.S. 2006. Computed tomographic evaluation of canine radioulnar incongruence in vivo. *Vet. Surg.* 35(1):24-29.
- Landis J.R. & Koch G.G. 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33:159-174.
- Lappalainen A.K., Molsa S., Liman A., Laitinen-Vapaavuori O. & Snellman M. 2009. Radiographic and computed tomography findings in Belgian shepherd dogs with mild elbow dysplasia. *Vet. Radiol. Ultrasound* 50(4):364-369.
- Lappalainen A.K., Molsa S., Liman A., Snellman M. & Laitinen-Vapaavuori O. 2013. Evaluation of accuracy of the Finnish elbow dysplasia screening protocol in Labrador retrievers. *J. Small Anim. Pract.* 54(4):195-200.
- Ljunggren G., Cawley A.J. & Archibald J. 1966. The elbow dysplasias in the dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 148(8):887-891.
- Malm S., Fikse W.F., Danell B. & Strandberg E. 2008. Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish Rottweiler and Bernese Mountain dog. *J. Anim. Breed Genet.* 125(6):403-412.
- Mason D.R., Schulz K.S., Sammi V.F., Fujita Y., Hornof W.J., Herrgesell E.J., Long C.D., Morgan J.P. & Kass P.H. 2008. Measurement of humeroradial and humeroulnar transarticular joint forces in the canine elbow joint after humeral wege and humera slide osteotomies. *Vet. Surg.* 37:63-70.
- Meyer-Lindenberg A., Fehr M. & Nolte I. 2006. Co-existence of ununited anconeal process and fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog. *J. Small Anim. Pract.* 47(2):61-65.
- Michelsen J. 2013. Canine elbow dysplasia: aetiopathogenesis and current treatment recommendations. *Vet. J.* 196(1):12-19.

- Moores A.P., Benigni L. & Lamb C.R. 2008. Computed tomography versus arthroscopy for detection of canine elbow dysplasia lesions. *Vet. Surg.* 37(4):390-398.
- Proks P., Stehlik L., Srnec R., Fedorva P. & Necas A. 2013. Effect of elbow flexion on humeroulnar incongruence. *Vet. Radiol. Ultrasound* 54(4):441.
- Puccio M., Marino D.J., Stefanacci J.D. & McKenna B. 2003. Clinical evaluation and long-term follow-up of dogs having coronoidectomy for elbow incongruity. *J. Am. Anim. Hosp. Assoc.* 39(5):473-478.
- Quinn M.M., Keuler N.S., Lu Y., Faria M.L., Muir P. & Markel M.D. 2007. Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. *Vet. Surg.* 36(4):360-367.
- Reichle J.K., Park R.D. & Bahr A.M. 2000. Computed tomographic findings of dogs with cubital joint lameness. *Vet. Radiol. Ultrasound* 41(2):125-130.
- Rovesti G.L., Biasibett M., Schumacher A. & Fabiani M. 2002. The use of the computed tomography in the diagnostic protocol of the elbow in the dog: 24 joints. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 15(1):35-43.
- Samoy Y., Van Ryssen B., Gielen I., Walschot N. & Van Bree H. 2006. Review of the literature: elbow incongruity in the dog. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 19(1):1-8.
- Samoy Y., Gielen I., Saunders J., Bree H.V. & Ryssen B.V. 2012. Computed tomography findings in 32 joints affected with severe elbow incongruity and fragmented medial coronoid process. *Vet. Surg.* 41(4):486-494.
- Schwarz T., Johnson V.S., Voute L. & Sullivan M. 2004. Bone scintigraphy in the investigation of occult lameness in the dog. *J. Small Anim. Pract.* 45(5):232-237.
- Snaps F.R., Saunders J.H., Park R.D., Daenen B., Balligand M.H. & Dondelinger R.F. 1998. Comparison of spin echo, gradient echo and fat saturation magnetic resonance imaging sequences for imaging the canine elbow. *Vet. Radiol. Ultrasound* 39(6):518-523.
- Souza A.N., Tatarunas A.C. & Matera J.M. 2014. Evaluation of vertical forces in the pads of Pitbulls with cranial cruciate ligament rupture. *BMC Vet. Res.* 10:51.
- Tromblee T.C., Jones J.C. & Bahr A.M. 2007. Effect of computed tomography display window and image plane on diagnostic certainty for characteristics of dysplastic elbow joints in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 68(8):858-871.
- Van Bruggen L.W., Hazewinkel H.A., Wolschrijn C.F., Voorhout G., Pollak Y.W.E.A. & Barthez P.Y. 2010. Bone scintigraphy for the diagnosis of an abnormal medial coronoid process in dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 51(3):344-348.
- Van Ryssen B. & Van Bree H. 1997. Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness. *Vet. Rec.* 140(14):360-362.
- Vieira S. 2010. Outras estatísticas, p.199-220. In: *Ibid.* (Ed.), *Bioestatística: tópicos avançados*. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Viehmänn B., Waibl H. & Brunnberg L. 1999. Computergestützte Auswertung von Röntgenbildern zur Erfassung von Parametern der Ellbogengelenkdysplasie. I. Incisura trochlearis ulnae. *Kleintierpraxis* 44(8):595-606.
- Voss K., Imhof J., Kaestner S. & Montavon P.M. 2007. Force plate gait analysis at the walk and trot in dogs with low-grade hind limb lameness. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 20(4):299-304.
- Walker T.M. 1998. A redefined type of elbow dysplasia in the dog: 2 cases. *Can. Vet. J.* 39(9):573-575.
- Wisner E.R. & Pollard R.E. 2007. Orthopedics diseases of young and growing dogs and cats, p.268-283, In: Thrall D.E. (Ed.), *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 5th ed. Saunders Elsevier, St Louis, MO.