UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

GABRIELA MONALDO CORRÁ BELLEGARD

**Aplicabilidade da ultrassonografia musculoesquelética na articulação do cotovelo de
cães hígidos**

Pirassununga

2016

GABRIELA MONALDO CORRÁ BELLEGARD

**Aplicabilidade da ultrassonografia musculoesquelética na articulação do cotovelo de
cães hípidos**

Versão corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como parte
dos requisitos para a obtenção do título de
Mestre em Ciências.

Área de concentração: Biociência Animal

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina
Ferrarini Nunes Soares Hage

Pirassununga

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B433a Bellegard, Gabriela Monaldo Corrã
Aplicabilidade da ultrassonografia
musculoesquelética na articulação do cotovelo de
cães hígidos / Gabriela Monaldo Corrã Bellegard ;
orientadora Maria Cristina Ferrarini Nunes Soares
Hage. -- Pirassununga, 2016.
63 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Biociência Animal) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Ultrassom. 2. Cães. I. Hage, Maria Cristina
Ferrarini Nunes Soares , orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai, que sempre acreditou em mim. Meu grande incentivador durante toda a minha formação, meu conselheiro, mentor, meu maior exemplo de profissionalismo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família pelo apoio. Ao meu marido Leonardo, pela paciência, cumplicidade e por me passar confiança em cada desafio. Aos meus pais, Luiz Mário e Márcia, pela a minha educação, por estarem ao meu lado a todo tempo, me dando força e segurança para seguir em frente. À minha irmã Juliana por estar sempre disponível para me ajudar em todas as horas. Aos meus avós pelo carinho e incentivo.

À minha orientadora Prof. Dra. Maria Cristina, pela oportunidade e confiança em realizar este trabalho.

À minha ex-orientadora Profa. Dra. Luciana Del Rio Pinoti por quem tenho grande consideração e me ensinou a trabalhar na área de Diagnóstico por Imagem.

À pós graduanda Érika pela parceria e companheirismo durante a execução deste projeto. Aos pós-graduandos Fábio e Shayne por sempre estarem disponíveis para nos auxiliarem durante o experimento.

À Juliana Casals, Fábria e Gustavo Morandini, que se envolveram no projeto disponibilizando seus animais para os exames.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos pela oportunidade de realizar meu trabalho na instituição, dando assistência na aprendizagem e no desenvolvimento da pesquisa durante a pós graduação.

Aos Prof. Dr, Luiz Carlos Vulcano (UNESP – Botucatu) e M.V. Felipe Suarez (PROVET) por disponibilizarem os equipamentos de Tomografia computadorizada e Ressonância magnética, respectivamente, para a realização do projeto.

“A verdadeira viagem do descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, e sim em ter novos olhos.”

Marcel Proust

RESUMO

BELLECARD, G. M. C. Aplicabilidade da ultrassonografia musculoesquelética na articulação do cotovelo de cães hípidos. 2016. 63 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

A articulação do cotovelo é complexa e tem grande relevância clínica nos atendimentos aos pequenos animais. Esta região já foi bem explorada em pesquisas anteriores pelos métodos radiográficos e tomográficos, porém, ainda há poucos estudos relacionados à ultrassonografia. O objetivo deste estudo foi descrever a anatomia ultrassonográfica da articulação do cotovelo de cães e comparar com os achados das demais modalidades de diagnóstico por imagem. Dessa forma, demonstrar a capacidade da técnica de identificar as principais estruturas desta articulação e seu potencial uso em regiões onde a tomografia computadorizada e ressonância magnética não estiverem disponíveis. Dez animais com peso entre 5 kg e 15 kg foram radiografados e selecionados para o estudo ultrassonográfico. O protocolo para a descrição ultrassonográfica foi estabelecido dividindo-se as áreas da articulação em porções proximal, média e distal; e faces lateral, cranial, medial e caudal. A avaliação foi realizada nos planos longitudinais, transversais e oblíquos e as estruturas musculoesqueléticas foram descritas conforme sua arquitetura, ecogenicidade e ecotextura. Como parte complementar deste estudo um dos animais foi submetido aos exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética. Em relação às estruturas visibilizadas, o exame ultrassonográfico foi eficiente para as análises muscular, tendínea e ligamentar. Os contornos ósseos e regiões sede de alterações de importância clínica, como processo coronóide medial da ulna e processo ancôneo também foram visibilizados, porém de forma limitada. O conhecimento prévio da anatomia ultrassonográfica normal da articulação do cotovelo, assim como das vantagens e limitações da técnica, permitem a realização de estudos subsequentes, relacionados às possíveis identificações de alterações musculoesqueléticas.

Palavras-chave: Ultrassom. Articular. Diagnóstico. Cão.

ABSTRACT

BELLEARD, G. M. C. Applicability of musculoskeletal ultrasound in the elbow joint of healthy dogs. 2016. 63 f. M.SC. Dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

The elbow is a complex joint and has a great clinical relevance at the small animal medicine care. Previous research of this region has been explored using radiographic and tomographic methods, however, there are few studies related to ultrasonography. The aim of this study was to describe the ultrasonographic anatomy of the elbow joint of dogs and compare it with the findings of other types of diagnostic imaging. Thus, demonstrate the ability of this technique to identify the main structures of this joint and its potential use in regions where computed tomography and magnetic resonance imaging are not available. Ten animals weighing between 5 kg and 15 kg were radiographed and selected to the ultrasonographic study. The protocol was established for the ultrasonographic description dividing the articular areas in proximal, middle and distal; and lateral cranial, medial, and caudal faces. The approach was made in longitudinal, transverse and oblique planes and the musculoskeletal structures were described according to the architecture, echogenicity and echotexture. Computed tomography and magnetic resonance scans were made in one animal as an additional part of this study. Regarding visualized structures, the ultrasonography was efficient for muscle, tendon and ligament analysis. Bone contours and regions that have clinical significance such as medial coronoid process and anconeus process were identified, but with limited access. Prior knowledge of the normal sonographic anatomy of the elbow joint as well as the technical advantages and limitations allow pursuing further studies related to the possible identification of musculoskeletal disorders.

Keywords: Ultrasound. Articular. Diagnosis. Dog.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral.....	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 Anatomia do cotovelo dos cães.....	11
3.1.1 Ossos.....	11
3.1.2 Articulação.....	13
3.1.3 Ligamentos.....	14
3.1.4 Músculos.....	14
3.2 Origem das claudicações dos membros torácicos.....	19
3.3 Aspectos gerais das principais alterações relacionadas à articulação do cotovelo em relação à faixa etária.....	21
3.3.1 Cães jovens.....	21
3.3.2 Cães adultos.....	22
3.4 Diagnóstico.....	23
3.4.1 Radiografia.....	24
3.4.2 Ultrassonografia.....	25
3.4.3 Tomografia computadorizada.....	27
3.4.4 Ressonância magnética.....	29
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Estudo anatômico.....	31
4.2 Animais participantes do experimento.....	32
4.3 Exame radiográfico.....	32
4.4 Exame ultrassonográfico.....	33
4.5. Exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética.....	35
4.6. Análise estatística.....	36
5 RESULTADOS.....	38
6 DISCUSSÃO.....	51
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
8 PERSPECTIVAS.....	58
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos das diferentes técnicas de diagnóstico por imagem disponíveis, possuem um elevado potencial em favorecer o entendimento dos distúrbios musculoesqueléticos, pois possibilitam a aquisição de melhores imagens, contribuindo para um diagnóstico precoce e preciso (COOK; COOK, 2009a).

Entre as causas mais comuns de claudicação de membros torácicos em cães estão as afecções envolvendo o cotovelo (COOK; COOK, 2009b). Esta região, com grande relevância clínica, é foco de pesquisas que abordam aspectos clínicos e biomecânicos de sua complexa estrutura (BOCKSTAHLER, 2011).

Modalidades de exames por imagem são estudadas para melhor caracterização e diagnóstico destas afecções (COOK; COOK, 2009a) entre elas a radiografia, ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética, cada método apresentando vantagens e desvantagens (KRAMER; D'ANJOU, 2011). A grande disponibilidade, baixo custo e ausência de radiação ionizante da técnica ultrassonográfica são vantagens descritas quando se compara às demais técnicas (NAZARIAN, 2008).

A radiografia ainda é o exame de escolha para avaliação inicial do sistema musculoesquelético (GRAYSON, 2005; SHAHABPOUR et al., 2008; COSTA et al., 2008; POTTER; SCHACHAR; JAWETZ, 2009). Porém, existem limitações quanto à visualização das cartilagens articulares, líquido sinovial, cápsula articular, avaliação da musculatura, tendões e ligamentos (DICKIE, 2006; KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2011), sendo incapaz de diferenciar os componentes dos tecidos moles (VIANNA; CARVALHO, 2004; DICKIE, 2006).

A ultrassonografia pode ser utilizada na avaliação do sistema musculoesquelético junto aos exames radiográficos como técnicas complementares. A eficácia desta técnica de exame é descrita na literatura (NAZARIAN, 2008), onde se relata um melhor acesso aos tecidos moles e à cápsula articular (BURK; ACKERMAN, 1996) e sua capacidade de fornecer dados na análise dos contornos ósseos (VIANNA; CARVALHO, 2004).

O uso de um equipamento de alta definição por um profissional capacitado permite, muitas vezes, fornecer informações equivalentes e inclusive adicionais às obtidas pela ressonância magnética (NAZARIAN, 2008). Portanto, cresce o interesse em tornar esta modalidade mais aplicável na avaliação ortopédica de pequenos animais. Alterações comumente observadas na articulação do cotovelo dos cães parecem ser passíveis de

reconhecimento ultrassonográfico. Porém, não há muitas descrições detalhadas sobre seu uso na literatura disponível (SAMII; LONG, 2002).

Em equinos, quando o exame radiográfico é insuficiente para determinar a causa da claudicação, a ultrassonografia constitui o método de escolha para inspeção da região do cotovelo. O exame é indicado também em casos de suspeita de osteocondrite dissecante, rupturas e presença de enteseófitos nos ligamentos colaterais, bursites, artrites e anormalidades em tecidos moles (TNIBAR; AUER; BAKKALI, 2001).

A técnica ultrassonográfica já é amplamente utilizada na medicina como procedimento de rotina para avaliação das lesões musculoesqueléticas e como guia para procedimentos intervencionistas terapêuticos (SAMII; LONG, 2002). O ultrassom contribui na avaliação de estruturas articulares e periarticulares do cotovelo, tendo um papel importante na investigação de traumas que envolvem tendões e ligamentos, sendo complementar em casos de fraturas sem desvios importantes, na detecção de alterações inflamatórias e ainda é utilizado na avaliação de neuropatias (DRAGHI et al., 2007; POMPE; BEEKMAN, 2013).

Apesar do desenvolvimento de aparelhos com aquisição de imagens de ótima qualidade e da sua crescente disponibilidade, o uso do ultrassom para avaliação ortopédica em cães ainda é pouco requisitada pelos médicos veterinários, pois ainda há pouco conhecimento em relação às informações que podem ser fornecidas através do exame ultrassonográfico.

Contudo, o intuito do presente estudo é a descrição da anatomia ultrassonográfica musculoesquelética da articulação do cotovelo, para familiarização e verificação da aplicação desta técnica na identificação das principais estruturas. A principal justificativa para a realização deste projeto é a busca por exames alternativos, que possam contribuir para o diagnóstico de doenças que envolvam a articulação do cotovelo, em regiões onde a tomografia computadorizada e a ressonância magnética ainda não estejam disponíveis.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a anatomia ultrassonográfica das principais estruturas musculoesqueléticas que constituem a articulação do cotovelo de cães.

2.2 Objetivos específicos

Propor um protocolo de avaliação da articulação do cotovelo de cães pelo método ultrassonográfico.

Comparar a anatomia ultrassonográfica musculoesquelética com o estudo anatômico.

Correlacionar os achados ultrassonográficos com os dados obtidos por meio de outras técnicas de diagnóstico por imagem (radiografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética).

Demonstrar a capacidade da técnica em identificar as principais estruturas musculoesqueléticas da região estudada e verificar sua aplicação prática *in vivo*.

3 REVISÃO DE LITERATURA

As afecções ortopédicas representam um percentual significativo nos atendimentos da rotina na clínica geral em medicina veterinária. Entre as principais queixas, as alterações que envolvem doenças articulares estão entre as mais comuns (FOSSUM, 2014). Na maioria dos casos, os pacientes apresentam claudicação e dor, porém a identificação da causa pode ser um desafio (FOSSUM, 2014).

A claudicação é uma condição importante em pequenos animais, principalmente na espécie canina em que os animais são, de modo geral, bastante ativos. Em um estudo retrospectivo que relacionou a ocorrência de claudicação em diferentes espécies de animais, os cães estavam entre as espécies mais comumente avaliadas (MOHSINA et al., 2014).

A articulação do cotovelo é estruturalmente complexa e possui grande relevância clínica por ser sede de grande parte das alterações que resultam em claudicação dos membros torácicos em cães (KIRBERGER, 2005; CANAPP et al., 2009; DONE et al., 2009; VAN DER MEULEN, 2013; FOSSUM, 2014).

3.1 Anatomia do cotovelo dos cães

3.1.1. Ossos

A região do cotovelo é composta pelos segmentos ósseos da extremidade distal do úmero e extremidades proximais de rádio e ulna, incluindo a região do olécrano (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009). As partes ósseas componentes da articulação do cotovelo estão ilustradas na figura 1.

Figura 1 - Foto de esqueleto canino representando as partes ósseas da face lateral (A), medial (B), cranial (C) e caudal (D) da articulação do cotovelo.

Legenda: Úmero (1), Epicôndilo lateral (2), Olécrano (3), Rádio (4), Ulna (5), Epicôndilo medial (6), Côndilo umeral medial (7) e Côndilo umeral lateral (8). Fonte: Própria autoria

No aspecto distal do úmero localizam-se os epicôndilos (medial e lateral) e o côndilo umeral. O côndilo umeral lateral articula com a cabeça radial e o côndilo umeral medial articula com a ulna, de acordo com a Nomina Anatômica Veterinário (INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL - ICVGAN, 2012). A região proximal da ulna abrange o olécrano, processo ancôneo, fossa troclear e processo coronóide medial (SLATTER, 2003).

3.1.2. Articulação

A articulação do cotovelo pode ser descrita como uma articulação sinovial composta que abrange três articulações diferentes: úmero-ulnar, umerorradial e rádio-ulnar proximal. Destas articulações, fazem parte as superfícies articulares do côndilo umeral medial e côndilo umeral lateral, cabeça radial e face cranial do sulco semilunar da ulna (SLATTER, 2003; VAN DER MEULEN, 2013).

A cápsula articular liga-se ao úmero, proximal à fossa radial, e forâmen supratroclear, abaixo da cabeça radial e termina lateralmente e medialmente nos ligamentos colaterais. A membrana sinovial recobre a cápsula articular fibrosa e também a fossa do olécrano (SLATTER, 2003; KIRBERGER, 2005; LIEBICH; MAIERL; KÖNIG, 2005; DONE et al., 2009; EVANS; LAHUNTA, 2010).

Durante os movimentos de flexão e extensão são formados recessos articulares, que possuem comunicação entre si. No aspecto cranial se forma um recesso sobre a fossa radial. Sob a inserção do músculo bíceps braquial e sob a inserção do músculo extensor radial do carpo e músculo extensor digital comum também existem pequenos recessos. A membrana sinovial se insinua distalmente sob o ligamento anular. Observa-se outro recesso no aspecto caudal na fossa do olécrano e um pequeno recesso sob o epicôndilo umeral medial. O recesso caudal é recoberto pelo ligamento do olécrano (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009).

Morfologicamente a articulação do cotovelo é classificada como do tipo em gínglimo (ou dobradiça), a qual possui movimentos angulares de flexão e extensão do úmero através do rádio e da ulna. A articulação também possui certo movimento de rotação, porém limitado. Em cães, a superfície do rádio (no aspecto caudal da cabeça do rádio) é capaz de rotacionar na fossa radial da ulna durante a pronação e a supinação. O côndilo umeral medial se ajusta próximo à incisura troclear da ulna, que é responsável pela movimentação de flexão e extensão.

Quando em extensão, a estabilidade da articulação é determinada pelo processo ancôneo do olécrano que, neste momento, se localiza na fossa do olécrano do úmero. Na flexão, o processo se recua e a estabilidade é reduzida. De modo geral, a articulação umerorradial é considerada um componente de transferência de peso entre o antebraço e braço e a articulação úmero-ulnar está mais relacionada à estabilidade (DONE et al., 2009).

3.1.3. Ligamentos

O cotovelo é mantido por uma série de ligamentos, entre eles, os colaterais são os mais importantes para estabilidade articular (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009). Os ligamentos colaterais se originam nos epicôndilos lateral e medial do úmero e se dividem em fascículos cranial e caudal (SLATTER, 2003). Estes ligamentos são considerados prolongamentos da cápsula articular fibrosa (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009). Entre os demais ligamentos estão o ligamento do olécrano, anular e oblíquo.

O ligamento do olécrano se insere na borda medial da fossa do olécrano até o seu aspecto medial, este ligamento é um dos responsáveis por impedir a hiperflexão. Na articulação rádio-ulnar proximal se localiza o ligamento anular que se liga às extremidades lateral e medial na fossa radial da ulna, coberto pelos ligamentos colaterais. O ligamento anular recobre o aspecto cranial da cabeça radial e permite o movimento de rotação durante a pronação e supinação. O ligamento oblíquo, apesar de não estar presente na Nomina Anatomica (ICVGAN, 2012), é frequentemente descrito na literatura. Origina-se a partir da cápsula articular no côndilo umeral lateral e atravessa de forma oblíqua a superfície cranial do cotovelo dividindo-se em porção cranial e caudal; Este ligamento impede a hiperextensão (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009; DONE et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2009).

3.1.4. Músculos

As estruturas musculares que envolvem o cotovelo pertencem ao grupo dos músculos braquiais e antebraquiais (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009) ilustrados na Figura 2, 3 e 4.

Os músculos braquiais do aspecto cranial do cotovelo tem função de flexão da articulação, são eles os músculos bíceps braquial e músculo braquial. Na face caudal do cotovelo estão os músculos: tríceps braquial, ancôneo e tensor da fáscia do antebraço (EVANS; LAHUNTA, 2010).

Na região do cotovelo, o tendão de inserção do músculo bíceps se divide em duas porções, o maior se insere na tuberosidade da ulna e o menor se insere na tuberosidade do rádio (EVANS; LAHUNTA, 2010).

O músculo braquial se localiza lateralmente ao músculo bíceps braquial, seu tendão terminal se localiza entre as duas porções do tendão do músculo bíceps braquial na

tuberosidade do rádio (EVANS; LAHUNTA, 2010; CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009).

O aspecto lateral é recoberto pela cabeça longa e lateral do músculo tríceps braquial e músculo ancôneo. A face medial do cotovelo é coberta pela cabeça medial do tríceps e músculo tensor da fáscia do antebraço. A bursa subtendinosa do músculo tríceps braquial é localizada entre o seu tendão e o olécrano. Entre o rádio e a inserção do bíceps braquial existe a bursa subtendinosa bicipitorradial (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009).

Dentre os músculos do grupo dos antebraquiais estão os músculos: extensor radial do carpo, extensor digital comum, extensor digital lateral, extensor ulnar do carpo, flexor digital profundo, flexor ulnar do carpo, flexor digital superficial, flexor digital profundo, flexor radial do carpo e pronador (CONSTANTINESCU; CONSTANTINESCU, 2009).

Figura 2 - Peça anatômica dissecada da região da articulação do cotovelo na face lateral (A) e ilustrações da região correspondente da (B) face lateral - músculos superficiais e (C) face lateral - músculos profundos.

Legenda: 1 - Músculo tríceps braquial - cabeça lateral, 2 - Músculo bíceps braquial, 3 - Músculo braquial, 4 - Grupo de músculos extensores, 4' - Músculo extensor radial do carpo, 5 - Músculo tríceps braquial - cabeça longa, 6 - Músculo tríceps braquial - cabeça acessória, 7 - Músculo ulnar lateral e 8 - Flexor ulnar do carpo.

Fonte: Própria autoria

Figura 3 - Peça anatômica dissecada da região da articulação do cotovelo na face medial (A) e ilustração da região correspondente (B).

Legenda: 1 - Músculo bíceps braquial, 2 - Músculo tríceps braquial - cabeça medial, 3 - Músculo tensor da fáscia do antebraço, 4 - Músculo extensor radial do carpo, 5 - Músculo pronador redondo, 6 - Músculo flexor radial do carpo, 7 - Músculo flexor digital superficial.

Fonte: Própria autoria

Figura 4 - Ilustração das estruturas musculares da face cranial – músculos superficiais (A) e músculos profundos (B); e face caudal (C) da região do cotovelo.

Legenda: 1 - Músculo bíceps braquial, 2 - Músculo braquial, 3 - Músculo tríceps braquial – cabeça lateral, 4 - Músculo pronador redondo, 5 - Músculo extensor radial do carpo, 6 - Músculo extensor digital comum, 7 - Músculo extensor digital lateral, 8 - Músculo supinador, 9 - Músculo tensor da fáscia do antebraço, 10 - Músculo tríceps braquial – cabeça medial, 11 - Músculo flexor digital superficial, 12 - Músculo flexor ulnar do carpo, 13 - Músculo ulnar lateral e 14 - Músculo flexor digital profundo.

Fonte: Própria autoria

3.2 Origem das claudicações nos membros torácicos

Grande parte das alterações que culminam em claudicação ocorrem devido às alterações esqueléticas, porém deve-se sempre considerar outras causas, como alterações neurológicas. A coleta de informações sobre o histórico do paciente, o exame físico e o ortopédico são de suma importância para descartar causas não ortopédicas (neurológicas) de claudicação (ETTINGER; FELDMAN, 1997).

A origem da claudicação varia de acordo com a raça, idade, sexo e aspectos nutricionais dos animais. As claudicações podem ser classificadas de acordo com a causa em: metabólicas, de desenvolvimento, degenerativas, mecânicas, infecciosas, inflamatórias e traumáticas. As duas primeiras causas são mais relacionadas aos animais jovens em processo de crescimento e as degenerativas com animais idosos. As raças pequenas e grandes também são afetadas de maneiras diferentes, como no caso das desordens de desenvolvimento, que são comuns em cães de raças grandes que apresentam crescimento rápido (MOHSINA et al., 2014).

O exame ortopédico tem como objetivo localizar a causa da claudicação através da observação da conformação e postura, sinais de atrofia ou inflamação, ambulação e exame local, direcionando o estabelecimento de diagnósticos diferenciais (ETTINGER; FELDMAN, 1997; COOK; COOK, 2009b).

A claudicação do membro torácico em cães muitas vezes está associada com alterações no ombro, no cotovelo ou em ambos (COOK; COOK, 2009b).

No quadro 1 serão apresentados os principais diagnósticos diferenciais das afecções em membros torácicos dos cães em relação ao histórico de claudicação, porte e faixa etária do paciente.

Quadro 1 - Apresentação dos diagnósticos diferenciais das alterações relacionadas aos membros torácicos em cães, relacionando o histórico (agudo/crônico), o porte (grande/pequeno) e faixa etária (jovens/adultos).

FAIXA ETÁRIA	HISTÓRICO	DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL
Cães jovens (Grande porte)	Agudo	
		Fratura fisária
		Fratura por avulsão
	Crônico	OCD ombro
		OCD cotovelo
		NUPA cotovelo
		FPC cotovelo
		Fechamento prematuro de fise
		Incongruência do cotovelo
		Retenção dos centros cartilagosos
		Enostose
		Osteodistrofia hipertrófica
Cães jovens (Pequeno porte)	Agudo	Fratura fisária
		Fratura óssea
	Crônico	Luxação congênita, ombro
		Luxação congênita, cotovelo
Cães adultos (Grande Porte)	Agudo	Fratura óssea
		Luxação do ombro
		Luxação do cotovelo
	Crônica	Doença articular degenerativa (causada por displasia do cotovelo)
		Enostose
		Tenossinovite bicipital
		Contratura do tendão infra-espinhoso
		Radius curvus e/ou incongruência do cotovelo
		Hiperextensão carpal
		Neoplasia óssea e/ou tecidos moles
		Lesão do plexo braquial
		Doença do disco cervical
		Doença articular inflamatória
Cães adultos (Pequeno porte)	Agudo	Fratura óssea
		Luxação do ombro
		Luxação do cotovelo
	Crônico	Doença articular degenerativa
		Radius curvus e/ou incongruência do cotovelo
		Doença do disco cervical

Legenda: OCD - Osteocondrose dissecante. NUPA - Não união do processo ancôneo. FPC - Fragmentação do processo coronóide da ulna.

Fonte: Adaptado de FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014. p. 1035- 1036.

3.3 Aspectos gerais das principais alterações relacionadas à articulação do cotovelo em relação à faixa etária

3.3.1. Cães jovens

Em cães jovens as anormalidades de origem congênita, de desenvolvimento e idiopáticas são causas frequentes de claudicação. Causas infecciosas, nutricionais, metabólicas e neoplásicas são menos comuns (COOK, 2001).

A luxação congênita é uma das possíveis causas de claudicação relacionada ao cotovelo. A deformidade em “varus” do antebraço do membro afetado é típica nos animais com luxação congênita (ETTINGER; FELDMAN, 1997) e pode ser unilateral ou bilateral. Esta condição pode ser classificada radiograficamente em três tipos: Tipo I (luxação umerorradial) quando há deslocamento caudolateral da região proximal do rádio e não há relação articular com o côndilo umeral lateral; Tipo II (luxação úmero-ulnar) onde a ulna está deslocada lateralmente de forma rotacionada e o rádio preservado; e Tipo III (luxação umerorradial e úmero-ulnar) o rádio e a ulna estão deslocados lateralmente (COOK, 2001). Ettinger e Feldman (1997) descrevem também o tipo IV, que é caracterizado pelo deslocamento cranial dos côndilos umerais em relação ao rádio e a ulna.

A displasia do cotovelo é um termo genérico utilizado para denominar um grupo de alterações de conformacionais complexas que afetam a articulação do cotovelo. Esta é a principal causa de claudicação dos membros torácicos em cães. As alterações podem ocorrer individualmente ou em conjunto, diferindo em relação a sua patofisiologia, porém todas culminando em osteoartrose (COOK; COOK, 2009a; CLEMENTS, 2006; FOSSUM, 2014).

A incongruência articular hoje é reconhecida como uma das maiores causas das várias manifestações da displasia do cotovelo. A incongruência ocorre pela presença de um desnível entre a margem cranial da ulna proximal e a porção caudal do rádio proximal, ocorrendo um encurtamento do rádio em relação à ulna. Consequentemente, há perda da curvatura normal e contínua produzida pela fossa troclear da ulna e a cartilagem articular do rádio (MAXIE, 2007).

A fragmentação do processo coronóide medial, que faz parte das alterações da displasia do cotovelo, é considerada o diagnóstico mais comum associado às claudicações dos membros torácicos (COOK; COOK, 2009b; SEYREK-INTAS et al., 2009). As lesões se iniciam como fissuras verticais na face proximal da cartilagem articular que chegam até o osso subcondral (MAXIE, 2007). Uma das hipóteses mais prováveis descritas para a

ocorrência das lesões no processo coronóide medial é a instabilidade de rotação primária do rádio e ulna relacionada com o aspecto distal do úmero. A angulação da superfície da articulação úmero-ulnar em relação ao eixo longo do osso pode converter a força de cisalhamento lateral em força de compressão, causando o esmagamento da porção medial do processo coronóide. Outra hipótese provável seria a incompatibilidade entre a incisura radial do processo coronóide medial e da cabeça do rádio. No entanto, mais estudos com modelos biomecânicos são necessários para validar as hipóteses descritas (FITZPATRICK; YEADON, 2009).

A não união do processo ancôneo também faz parte da displasia do cotovelo, quando ocorre esta alteração formam-se fissuras nas linhas de crescimento entre o processo ancôneo e a diáfise da ulna, impedindo o fechamento normal e resultando em uma união de fibrocartilagem e fibrose (MAXIE, 2007). O crescimento excessivo do rádio com uma ulna relativamente mais curta faz com que o rádio force o côndilo umeral medial na direção proximal, assim o assoalho da fossa do olécrano sofre maior pressão que o normal na região do processo ancôneo, prejudicando o processo de ossificação (KIRBERGER; FOURIE, 1998).

A osteocondrose do côndilo umeral medial é uma causa importante de claudicação de membros torácicos, e também faz parte do grupo de alterações da displasia do cotovelo (FITZPATRICK; YEADON, 2009). Por definição, é classificada como um distúrbio na ossificação endocondral (COOK, 2001; SLATTER, 2003). A etiopatogenia ainda não é bem definida, mas envolve processos multifatoriais. As alterações que ocorrem durante o desenvolvimento resultam em falha do processo de ossificação endocondral. O defeito de ossificação endocondral promove espessamento da cartilagem, resultando numa nutrição inadequada da cartilagem e consequentemente necrose dos condrócitos. Podem surgir fissuras verticais na cartilagem que eventualmente formam retalhos de cartilagem que não se ossificam, resultando em osteoartrite (SLATTER, 2003; FOSSUM, 2014).

3.3.2. Cães adultos

As osteoartrites são condições debilitantes comuns em cães adultos. Esta pode ser decorrente de quaisquer alterações da articulação do cotovelo que ocorreram na juventude, como a fragmentação do processo coronóide, não união do processo ancôneo, osteocondrose e incongruência articular associada ao fechamento precoce da linha de crescimento. Também

pode ocorrer em consequência de um trauma, artrite séptica ou alterações imunomediadas (SCHULZ, 2001).

As fraturas da porção lateral dos côndilos umerais são o tipo de fratura mais comum abrangendo a articulação do cotovelo. Alguns animais podem apresentar predisposição a esse tipo de fratura devido a fusão incompleta dos centros de ossificação dos côndilos umerais. Além disso, o rádio articula primeiramente com a porção lateral do côndilo umeral deslocando o eixo longitudinal do úmero e tornando-o suscetível à força de cisalhamento (SCHULZ, 2001; KIRBERGER; FOURIE, 1998).

As luxações e subluxações traumáticas são relativamente comuns em cães adultos (SCHULZ, 2001) apresentando normalmente um deslocamento lateral do rádio e da ulna em relação ao úmero (SCHULZ, 2001; KIRBERGER, 2005). Porém, são menos comuns quando comparadas as fraturas dos ossos adjacentes (KIRBERGER, 2005).

As neoplasias da articulação do cotovelo raramente são diagnosticadas, porém já foram descritos o sarcoma de células sinoviais, condrossarcoma e fibrossarcoma (SCHULZ, 2001).

As artrites também são diagnósticos comuns em cães adultos, as de origem séptica são comumente associadas aos traumas ou cirurgias. Tanto as artrites sépticas como as artrites decorrentes de processos imunomediados, ocorrem com maior frequência na articulação do cotovelo quando comparada às demais (SCHULZ, 2001).

As lesões dos ligamentos colaterais lateral e medial são normalmente associadas a traumatismos graves. O estiramento e as rupturas podem ocorrer nos locais de origem ou em qualquer ponto de sua extensão, sendo acompanhadas ou não da presença de fragmentos ósseos que sofreram avulsão (ETTINGER; FELDMAN, 1997).

3.4 Diagnóstico

Existe uma grande importância em relação à acurácia dos exames de diagnóstico, pois estes são determinantes para a instituição de um plano de tratamento (COOK, 2001). Assim, em relação aos membros torácicos, é necessária a realização de um exame ortopédico minucioso das articulações, para determinação da presença, natureza e gravidade das alterações. No entanto, muitas vezes é preciso lançar mão de exames específicos de diagnóstico por imagem para melhor elucidação diagnóstica (COOK; COOK, 2009b).

3.4.1 Radiografia

O exame radiográfico ainda é a técnica de escolha para avaliação de alterações nas estruturas ósseas (GRAYSON, 2005; SHAHABPOUR et al., 2008; COSTA et al., 2008; POTTER; SCHACHAR; JAWETZ., 2009; GIELEN; VAN-RYSEN; VAN BREE, 2012). Essa é uma técnica amplamente disponível, apresenta bom custo benefício e uma excelente resolução espacial (GIELEN; VAN-RYSEN; VAN BREE, 2012).

A avaliação óssea é realizada de forma eficiente pela radiografia simples (KEALY; McALLISTER; GRAHAM, 2011). Essa técnica é capaz de fornecer informações sobre a configuração das estruturas internas do esqueleto e componentes ósseos das articulações (BURK; ACKERMAN, 1996; FOSSUM, 2014). Entretanto, as cartilagens articulares, líquido sinovial, membrana sinovial e cápsula articular estão entre as estruturas musculoesqueléticas que não são visibilizadas nas radiografias, pois todos possuem radiopacidade de tecidos moles (THRALL, 2007; KEALY; McALLISTER; GRAHAM. 2011). O espaço articular e a cápsula articular podem ser identificados apenas pela artrografia (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003) porém apesar de ser uma técnica descrita na literatura, raramente é utilizada (KIRBERGER, 2005).

Para avaliação da articulação do cotovelo e graduação da displasia do cotovelo, são necessárias as projeções radiográficas: mediolateral estendida e flexionada e craniocaudal (ou caudocranial), conforme descrito pelo “International Elbow Working Group” (KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012). A região do processo coronóide medial pode ser difícil de ser avaliada pelas projeções convencionais (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003), podendo ser necessária a realização de projeções oblíquas craniomedial-caudolateral que são indicadas para avaliação do compartimento medial do cotovelo (GIELEN; VAN-RYSEN; VAN BREE, 2012).

As alterações articulares do cotovelo podem apresentar sinais muito sutis ao exame radiográfico, sendo difícil demonstrar determinadas alterações utilizando apenas a técnica radiográfica (COOK; COOK, 2009a). A incongruência articular e doenças que afetam o processo coronóide medial são difíceis de serem visibilizadas com os exames radiográficos de rotina (KIRBERGER, 2005).

3.4.2. Ultrassonografia

A ultrassonografia é uma técnica que se baseia na reflexão do som e sua interação com os diferentes tecidos. As ondas caminham pelo corpo sofrendo diferentes graus de atenuação pelas propriedades de reflexão, absorção e espalhamento. Ao atingir uma superfície refletora, parte da onda retorna ao transdutor e esse eco é transformado em um impulso elétrico que é representado na tela do equipamento como pontos de luz que formam a imagem ultrassonográfica (VIANA; CARVALHO, 2004).

A técnica ultrassonográfica tem como principais vantagens a ausência de radiação ionizante, avaliação em tempo real (VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015a), ser uma técnica dinâmica, não necessitar de sedação do paciente, maior acessibilidade, rapidez e relativo baixo custo em relação à tomografia computadorizada e ressonância magnética (DOMINGUES; DOMINGUES; BRANDÃO, 2001; SAMII; LONG, 2002, KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003).

O exame ultrassonográfico do sistema musculoesquelético pode complementar o estudo radiográfico, fornecendo dados adicionais para a avaliação (NAZARIAN, 2008), pois permite melhor acesso aos tecidos moles e à cápsula articular (BURK; ACKERMAN, 1996) e ainda permite avaliação dos contornos ósseos (VIANNA; CARVALHO, 2004).

Em equinos, a ultrassonografia possui um importante papel devido a dificuldade em radiografar as regiões proximais dos membros, principalmente pelo grande volume de tecidos moles nestas regiões e a necessidade do animal permanecer em estação. Assim como na espécie canina, também existe acesso limitado aos exames de ressonância magnética e tomografia computadorizada (McCONNELL, 2008).

Em relação às alterações musculoesqueléticas avaliadas pelo ultrassom, Lourenço (2008a) descreve a detecção e caracterização das lesões traumáticas de partes moles em humanos, principalmente aquelas relacionadas às estruturas musculotendíneas e ligamentares, incluindo identificação de edema, hematomas, laceração, descolamento tecidual e pesquisa de corpos estranhos em partes moles. Nas lesões não traumáticas com indicação para avaliação ultrassonográfica estão as afecções infecciosas articulares ou extra-articulares e as não infecciosas como bursopatias e tendinopatias. As fraturas não identificadas por meio do exame radiográfico e as possíveis lesões com envolvimento de tecidos moles podem ser examinadas pela técnica ultrassonográfica, inclusive para o acompanhamento da evolução e consolidação óssea, dados relatados por Lourenço (2008b).

Cho et al. (2004) relatam que a ultrassonografia de alta frequência pode demonstrar anormalidades sutis relacionadas às doenças ósseas nas regiões cortical e justacortical em humanos. Afirma também que a técnica é empregada como a principal modalidade de diagnóstico por imagem nos casos de doenças envolvendo alterações ósseas, onde apenas a técnica radiográfica não é suficiente.

Kramer et al. (2004) destacam a possibilidade de realizar o exame ultrassonográfico nos cães também para casos de osteomielites e tumores ósseos que se estendem para os tecidos moles.

Segundo Kramer et al. (1997) lesões de origem tendíneas e musculares dos cães são diagnosticadas de forma eficientes por meio da ultrassonografia, sendo este um método que pode fornecer informações adicionais ao diagnóstico radiológico e demais exames de diagnóstico por imagem. Destaca-se a identificação de rupturas parciais ou completas, hematomas, abscessos, flegmão, fístulas, corpos estranhos, contraturas, atrofias e tumores. Porém, McConnell (2008) em estudo relata que as lesões tendíneas são menos comuns nos cães quando comparadas com a incidência encontrada em equinos.

Segundo Van Ryssen et al. (2012) equipamentos de alta resolução demonstraram excelente visibilização dos músculos flexores e suas inserções nos cães, demonstrando alterações ultrassonográficas como edema e rupturas localizadas que foram semelhantes aos achados detectados pela ressonância magnética.

Em relação aos nervos periféricos, Lourenço (2008a) descreve a dificuldade de sua avaliação ao exame ultrassonográfico em humanos, por outro lado, tumores na topografia dos nervos são bem visibilizados.

Nazarian (2008) ressalta que as diferenças de impedância acústica dos tecidos também dão à técnica ultrassonográfica uma melhor capacidade de detectar pequenas calcificações e corpos estranhos, aspectos que também são importantes na avaliação musculoesquelética.

Segundo Kromhout e Dingemanse (2012) que fazem parte do “International Elbow Working Group”, o ultrassom é uma técnica em potencial para avaliação musculoesquelética e diagnóstica da displasia do cotovelo, sendo possível até a identificação da fragmentação do processo coronóide medial da ulna, nos casos em que os fragmentos destacados possuam tamanhos significativos.

Nazarian (2008) afirma em estudo que a utilização de transdutores de alta frequência pode fornecer imagens de alta resolução, permitindo detectar alterações muito pequenas que podem ser mais bem evidenciadas que nos exames de ressonância magnética padrão. A função *Doppler* também é descrita como um elemento importante que pode fornecer

informações valiosas sobre o fluxo sanguíneo, diferenciação de vasos sanguíneos e detecção de processos inflamatórios. Nazarian (2008) ressalta que a possibilidade de realizar uma avaliação dinâmica apresenta-se como uma grande vantagem, pois permite identificar anormalidades, não detectáveis em exames estáticos, que somente ocorrem quando o paciente é submetido a movimentos específicos característicos.

McConnell (2008) considerou a ultrassonografia como uma técnica que apresenta potencial para a avaliação do sistema musculoesquelético dos cães. Ele afirma em estudo, que apesar da técnica ultrassonográfica fazer parte da rotina da medicina veterinária de pequenos animais, sua utilização para investigação das doenças com envolvimento musculoesquelético ainda é relativamente incomum na espécie canina. A pouca disponibilidade das técnicas de imagem como tomografia computadorizada e ressonância magnética na medicina veterinária, somada ao fato destes animais serem de pequeno porte, torna a aplicação do método ultrassonográfico mais útil nos pequenos animais quando comparado aos humanos.

3.4.3. Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada é uma técnica que permite a aquisição de imagens seccionais formadas através de raios X e computadores podendo ser realizada nos planos transversal, dorsal, sagital e oblíquo (THRALL, 2007; WISNER; ZWINGENBERGER, 2015). Assim como na técnica radiográfica, o contraste entre os tecidos é fornecido pelas diferentes atenuações dos raios X. Os dados são interpretados pelos computadores, que fazem uma reconstrução da imagem pelos perfis de atenuação (THRALL, 2007).

A capacidade de aquisição de imagens em vários planos é uma característica bastante interessante, pois elimina o problema da sobreposição das estruturas e a perda de percepção de profundidade associada às radiografias, melhorando a avaliação da anatomia e arquitetura das estruturas (THRALL, 2007; COOK; COOK, 2009b). Assim como no método radiográfico, o posicionamento do paciente é importante para a aquisição de imagens (SLATTER, 2003; GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012). Para o estudo da articulação do cotovelo, devem ser adquiridas imagens de ambos os cotovelos. O animal pode ser colocado em decúbito dorsal (HOUSE, 2009; WISNER; ZWINGENBERGER, 2015), lateral (VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015b) ou ventral (SCHWARZ; SAUNDERS, 2011) com a cabeça para fora do *gantry*, com os membros moderadamente estendidos, posicionados em relação ao corpo de maneira que haja minimização da formação de artefatos de outras partes do corpo, fora da área a ser estudada. Os cortes de menor espessura são os

mais indicados para a avaliação desta região. Uma colimação restrita na área de estudo melhora a resolução da imagem anatômica e é necessária para reconstruções multiplanares (WISNER; ZWINGENBERGER, 2015).

Os planos dorsal, sagital e transversal são os mais indicados e que apresentam maior utilidade para o diagnóstico de alterações da articulação do cotovelo (GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012).

As estruturas ósseas são particularmente bem demonstradas com um excelente detalhamento da anatomia óssea e articular e do osso subcondral (SLATTER, 2003).

Os tomógrafos modernos apresentam uma melhor diferenciação dos tecidos moles quando comparados à técnica radiográfica (KIRBERGER; FOURIE, 1998; SLATTER, 2003), porém a tomografia ainda apresenta pouca resolução para estudos de partes moles (DOMINGUES; DOMINGUES; BRANDÃO, 2001).

O ajuste de janelamento permite evidenciação dos tecidos de interesse, tanto para tecidos moles quanto os ossos. A tomografia apresenta também a possibilidade de reconstrução tridimensional da imagem, trazendo maiores informações da região em estudo (THRALL, 2007; COOK; COOK, 2009a).

Pela complexidade da articulação do cotovelo dos cães, em especial nos casos de suspeita de displasia do cotovelo, a tomografia computadorizada é de grande valia, pois permite avaliação sem a presença de sobreposição de estruturas. Além disso, têm como vantagem permitir a avaliação de toda a região com cortes multiplanares, possibilitando uma observação completa e em diferentes planos da superfície articular (GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012), cabeça radial, processo coronóide medial e é especialmente importante para constatar congruência articular (DE RYCKIE et al., 2002; COOK; COOK, 2009a).

Os achados da tomografia computadorizada podem ser úteis para o direcionamento da conduta clínica, em optar ou não, por um tratamento por artroscopia (KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012). A artroscopia é a técnica padrão ouro para avaliação do processo coronóide medial e cartilagem articular, porém por ser uma modalidade invasiva, sua utilização como técnica de investigação diagnóstica acaba se tornando mais restrita (HOUSE et al., 2009; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015b). Assim, a tomografia computadorizada, em muitos casos, pode apresentar dados similares aos encontrados na artroscopia (VERMOTE et al., 2010) e até adicionais, pois a artroscopia pode não identificar fragmentos que não sofreram deslocamento (VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015b).

A tomografia computadorizada é a técnica de diagnóstico por imagem mais indicada para estabelecer um diagnóstico mais consistente quando as imagens radiográficas não são

suficientes (KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012). Apresenta acurácia elevada na identificação de incongruência nas articulações umerorradial, úmero-ulnar ou rádio-ulnar (DE RYCKIE et al., 2002; THRALL, 2007; KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012) e é uma técnica que permite a avaliação precoce de sinais de desenvolvimento de doenças do processo coronóide medial, apresentando alta especificidade e sensibilidade (VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015b).

Como desvantagens estão: a necessidade de anestesia geral do paciente, alto custo do equipamento e sua manutenção (encarecimento do exame) e alta carga de exposição à radiação ionizante (DE RYCKIE et al., 2002; COOK; COOK, 2009a).

3.4.4. Ressonância Magnética

A ressonância magnética é uma técnica de diagnóstico por imagem que apresenta crescente desenvolvimento, principalmente pela sua capacidade de diferenciar tecidos, mostrando ser um método eficiente para avaliações anatômicas e funcionais (MAZZOLA, 2009).

A imagem por ressonância magnética se baseia na interação do campo magnético forte, produzido pelo equipamento, com os prótons de hidrogênio do organismo do paciente. A partir desta interação, são enviados e captados pulsos de radiofrequência pelas bobinas receptoras e o sinal é convertido numa imagem computadorizada (MAZZOLA, 2009).

Esta modalidade apresenta alto poder de contraste dos tecidos moles e, assim como a tomografia computadorizada, possibilita a realização de múltiplos cortes, impedindo a sobreposição das estruturas (HAGE; IWASAKI, 2009; BELOTTA; MACHADO; VULCANO, 2013).

A ressonância magnética é considerada uma das modalidades de diagnóstico mais eficaz para avaliação de distúrbios articulares, porém é uma técnica menos realizada quando comparada às demais, pois é aplicada somente em casos específicos (BRIENZA; LACRETA JÚNIOR, 2013).

Em relação à avaliação da articulação do cotovelo, a técnica apresenta vantagens semelhantes à tomografia computadorizada e ainda permite identificação da cartilagem articular, interface do osso subcondral e lesões medulares (COOK; COOK, 2009a). Sua capacidade de diferenciação dos tecidos moles em torno da articulação do cotovelo auxilia nos casos de lesões relacionadas aos tendões, osso subcondral e se faz útil na identificação de edema de tecidos moles (GIELEN; VAN-RYSEN; VAN BREE, 2012). Já foi relatada

também sua utilização na identificação de alterações que envolvam os tendões flexores e para fornecer informações em casos de displasia do cotovelo pela sua capacidade de avaliação em múltiplos planos (BAKKER, et al., 2014).

Como limitações desta técnica, ressaltam-se seu alto custo e menor disponibilidade em relação os principais métodos de diagnóstico por imagem. Especificamente, em relação à articulação do cotovelo, a limitação da técnica se dá pelo tamanho reduzido desta articulação que, além disso, apresenta uma alta complexidade por ser uma articulação composta (GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012; KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012). As superfícies da cartilagem articular do úmero e do rádio e ulna são relativamente pequenas, portanto pode haver ausência de distinção entre elas (COOK; COOK, 2009a). A intensidade do campo magnético produzido pelo equipamento também interfere nos fatores limitantes citados (GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto em questão foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da FZEA-USP com número de protocolo 14.1.1490.74.0.

4.1 Estudo anatômico

Com intuito de fazer um reconhecimento anatômico e identificação macroscópica das estruturas componentes da região da articulação do cotovelo, foram realizados estudos em três peças anatômicas fornecidas pelo laboratório de anatomia e/ou animais que vieram a óbito na Unidade Didático Clínico-Hospitalar da FZEA/USP e em clínicas veterinárias da cidade de Pirassununga-SP. Foram realizadas dissecações de cadáveres e a realização de cortes anatômicos no Laboratório Didático de Anatomia dos Animais Domésticos (FZEA- USP Pirassununga) demonstrados na figura 5 e 6.

Figura 5 - Cortes anatômicos da região distal do úmero de cão com visualização do olécrano e côndilo umeral.

Legenda: Corte anatômico transversal proximal (1), médio (2) e distal (3) da região distal do úmero. Visualização do olécrano (A), côndilo umeral medial (B), côndilo umeral lateral (C) e colo da ulna (D).

Fonte: Própria autoria.

Figura 6 - Corte anatômico longitudinal da região da articulação do cotovelo de cão.

Legenda: Corte anatômico longitudinal sagital da articulação do cotovelo. Visualização do úmero (A), côndilo umeral (B), espaço articular (C), ulna (D), rádio (E), olécrano (F), tendão do músculo tríceps braquial (G), músculo tríceps braquial (H) e músculo bíceps braquial (I).

Fonte: Própria autoria.

4.2 Animais participantes do experimento

Foram selecionados 10 animais hígidos para a participação do estudo, com peso entre 5 Kg e 15 Kg, sem sinais de claudicação do membro a ser estudado. Entre os animais selecionados havia 5 fêmeas e 5 machos, sem raça definida, em fase adulta.

Exames radiográficos e ultrassonográficos foram realizados em ambos os membros torácicos. No total, foram avaliadas dezesseis articulações, porque quatro articulações foram excluídas do projeto por apresentarem alterações ao exame radiográfico, como a presença de osteófitos e fraturas antigas.

4.3 Exame radiográfico

Os animais foram radiografados para uma avaliação preliminar da articulação em questão, para identificação e verificação da normalidade radiográfica das estruturas osteoarticulares. Quando necessário, os animais foram tranquilizados e/ou anestesiados. A

medicação pré-anestésica para neuroleptoanalgesia utilizada foi Acepromazina 0,05 mg/Kg e Morfina 0,5 mg/Kg IM. Nos casos onde foi necessária anestesia os animais foram induzidos com Propofol 5 mg/Kg IV e manutenção com Isoflurano.

O gerador de Raios X utilizado foi o Altus ST da SAWAE de 630 mA e 125 kV com ampola de Raios X de anodo giratório equipado com mesa radiológica e grade fixa. Os filmes radiográficos utilizados foram colocados em *chassis* metálicos, portando telas intensificadoras em tamanhos adequados ao porte de cada animal. A revelação e fixação foram realizadas por processadora automática da marca Lotus[®] modelo LX-2.

Os animais foram contidos seguindo as normas de proteção radiológica vigente. Os médicos veterinários envolvidos na realização do exame usaram aventais com 0,5 mm de espessura de chumbo na parte anterior e 0,25 mm na parte posterior, protetor de tireoide com 0,50 mm de espessura de chumbo e luvas com 0,5 mm de espessura.

A técnica foi baseada correlacionando quilovoltagem (kV) e miliamperagem (mA), segundo a espessura da região do cotovelo.

Ambos os membros torácicos dos animais em estudo foram radiografados nas projeções mediolateral, mediolateral flexionada, craniocaudal e craniolateral-caudomedial oblíqua 15° (CrL-CdMO), projeções descritas em estudo de padronização de avaliação do cotovelo proposto por Flückiger (2012), membro do “International Elbow Working Group”.

4.4 Exame ultrassonográfico

Para o exame ultrassonográfico foi utilizado o equipamento de ultrassom de modelo My Lab Class C Vet da Esaote[®], com o transdutor linear eletrônico (LA 533) de 8 a 13 MHz.

A tricotomia da região da articulação do cotovelo foi realizada com máquina de tosa a partir do terço médio do úmero até o terço médio do rádio e ulna, também foi feita a limpeza do local e aplicação de gel acústico.

Os exames foram realizados com os animais em contenção em decúbito lateral. A aquisição das imagens foi realizada em modo B nos planos transversais, oblíquos e longitudinais. As regiões da articulação do cotovelo foram divididas em aspecto medial, lateral, cranial e caudal, podendo estar em flexão ou extensão durante a avaliação. Nas avaliações realizadas não foi necessária a utilização de almofada de recuo.

O protocolo elaborado para este experimento se baseou em trabalhos anteriores que descrevem a avaliação desta articulação (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003; CARVALHO, 2004; LAMB; WONG, 2005; KRAMER; D’ANJOU, 2011; VILLAMONTE-CHEVALIER et

al., 2015a). A descrição da varredura foi realizada de maneira minuciosa com o intuito de permitir a reprodução em etapas do protocolo elaborado. Além das divisões em faces, já descritas anteriormente por Knox, Seghal e Wood (2003); e Villamonte-Chevalier, neste experimento foram adicionadas subdivisões de uma abordagem proximal, média e distal em relação ao espaço articular do cotovelo.

A seguir, estão relacionadas as divisões em “faces” e descrição do protocolo desenvolvido:

- Face lateral: Com o membro estendido realizou-se a avaliação da região proximal (referente a porção distal do úmero), média (referente a articulação) e distal (referente a porção proximal do antebraço) do cotovelo. A avaliação ultrassonográfica iniciou-se na região média e a varredura foi executada nos sentidos cranial e caudal, abordando as regiões craniolateral, média e caudolateral da face lateral do cotovelo. Com o transdutor localizado proximal à articulação observou-se o músculo tríceps braquial e o contorno distal da diáfise umeral em planos longitudinais e transversais. Na posição média da articulação, observou-se a superfície do epicôndilo umeral lateral, ligamento colateral lateral e sua origem, espaço articular e contorno da cabeça radial. Distalmente observou-se a superfície da diáfise do rádio proximal, o grupo de músculos extensores (porção craniolateral) e o músculo flexor ulnar do carpo (porção caudolateral), nos planos longitudinais e transversais.
- Face cranial: Com o membro estendido realizou-se a avaliação da região média (referente a articulação) do cotovelo. A varredura ultrassonográfica foi executada no sentido lateral e medial. Com o transdutor localizado na região média identificou-se o espaço articular, músculo bíceps braquial e músculo braquial (em região proximal) e músculo extensor radial do carpo (região do antebraço).
- Face medial: Com o membro estendido realizou-se a avaliação da região proximal (referente a porção distal do úmero), média (referente a articulação) e distal (referente a porção proximal do antebraço) do cotovelo. Foram realizados cortes em planos longitudinais e transversais nas porções proximais, médias e distais. A avaliação ultrassonográfica iniciou-se a partir da região média e a varredura foi executada no sentido cranial e caudal, abordando as regiões craniomedial, média e caudomedial da face medial do cotovelo. Com o transdutor localizado proximal à

articulação pôde-se avaliar o músculo bíceps braquial, braquial e contorno distal da diáfise umeral em cortes longitudinais e transversais. Na posição média da articulação, avaliou-se a superfície do epicôndilo umeral medial, ligamento colateral medial e suas inserções, espaço articular e contorno da ulna em corte longitudinal. Para a identificação do processo coronóide medial da ulna, o transdutor foi angulado no sentido cranial, obtendo-se um corte oblíquo. Distalmente observou-se a superfície da diáfise da ulna proximal e o grupo de músculo extensores (porção craniomedial) e os músculos flexores (porção caudomedial).

- Face caudal: Com o membro estendido realizou-se a avaliação da região média (referente à articulação) da face caudal. A varredura foi executada no sentido lateral para medial em cortes no plano longitudinal. Com o transdutor localizado na porção média da articulação, foram avaliados os músculos tríceps braquial, tendão do músculo tríceps braquial, superfície do olécrano, processo ancôneo e úmero. Posteriormente, foi realizada a avaliação das mesmas estruturas descritas anteriormente com o membro em flexão. Uma nova avaliação foi realizada com o transdutor posicionado proximal à articulação, agora em corte transversal. A varredura foi executada no sentido proximal para distal com o membro estendido. Neste plano avaliou-se o tendão do músculo tríceps braquial (estrutura mais superficial), bursa subtendinosa do tendão do músculo tríceps braquial (estrutura intermediária) e superfície do olécrano (estrutura mais profunda).

Para todas as regiões examinadas, foi realizada a descrição da anatomia ultrassonográfica das seguintes estruturas musculoesqueléticas: ossos, tendões, músculos e ligamentos. Em todos os animais avaliados foi utilizado o mesmo protocolo criado para esta pesquisa.

4.5 Exame de tomografia computadorizada e ressonância magnética

Como parte complementar do projeto, foi realizado um exame de tomografia computadorizada e um exame de ressonância magnética do grupo analisado. As imagens foram comparadas posteriormente aos achados ultrassonográficos.

As imagens de tomografia computadorizada da região da articulação do cotovelo foram obtidas no Laboratório de tomografia computadorizada da Faculdade de Medicina

Veterinária e Zootecnia (UNESP *campus* de Botucatu), com colaboração do Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano. O exame tomográfico foi realizado com o equipamento da marca Shimadzu®, helicoidal, modelo SCT-7800.

Para a realização do exame tomográfico o cão selecionado foi devidamente anestesiado com o seguinte protocolo:

- Medicação pré-anestésica: acepromazina 0,02 mg/Kg (IM) e morfina 0,5 mg/Kg (IM).
- Indução: propofol 3,5 mg/Kg (IV).
- Manutenção: isoflurano.

O animal foi monitorado durante todo o processo até a completa estabilização. O paciente foi colocado em decúbito dorsal com a posição do cotovelo de aproximadamente 90° para aquisição das imagens em plano transversal. A técnica utilizada foi de 120 kV e 170 mA, com dois segundos de tempo de aquisição, espessura de corte de um milímetro e intervalo entre cortes de um milímetro. Para as imagens tomográficas foram utilizadas as janelas de tecido mole e ósseo de acordo com Tidwell (2007).

As imagens de ressonância magnética da região da articulação do cotovelo foram obtidas no PROVET Medicina Diagnóstica, unidade de Moema em São Paulo-SP, com colaboração do Médico Veterinário Felipe Suarez. A aquisição das imagens foi realizada com equipamento da marca Esaote® modelo Vet MR Grande de 0,25 tesla.

Para a realização do exame de ressonância magnética o cão selecionado foi devidamente anestesiado com o seguinte protocolo:

- Medicação pré-anestésica: acepromazina 0,03 mg/kg (IM) e petidina 3 mg/kg (IM).
- Indução: propofol 3 mg/Kg (IV) e midazolan 0,2 mg/Kg (IV).
- Manutenção: isoflurano.

O animal foi monitorado durante todo o processo até a completa estabilização. As imagens foram adquiridas em plano longitudinal e transversal nas sequências *Fast Spin Echo* (FSE) TR 2390 ms TE 120 ms (T2) e *3D Hyce* TR 10 ms e TE 5 ms.

4.6 Análise estatística

Como parte da avaliação ultrassonográfica foram realizadas mensurações da espessura dos ligamentos colaterais laterais e colaterais mediais em pontos semelhantes, na altura dos

côndilos, próximo a sua origem proximal. Esses dados foram coletados para a análise estatística onde foram feitas comparações de médias das mensurações do ligamento colateral medial (LCM) em relação às do ligamento colateral lateral (LCL).

A análise estatística dos resultados obtidos pelas mensurações dos LCM e LCL foi realizada no software GraphPad Prism®, nele primeiramente, foram realizados os testes de normalidade *Shapiro-Wilk*, para verificação se os dados seguem distribuição normal. Para comparação entre médias dos ligamentos colateral lateral com o colateral medial foi utilizado o teste *t student* para amostras independentes para verificar se existe diferença estatística em seus valores.

5 RESULTADOS

Os animais avaliados, de modo geral, foram colaborativos durante a contenção e execução do exame ultrassonográfico. Em apenas um animal foi necessário o aproveitamento da tranquilização utilizada no exame radiográfico para a execução da ultrassonografia. Neste estudo, optou-se pela execução dos exames ultrassonográficos em animais *in vivo*, pois o projeto também visa a avaliação da aplicabilidade na prática dos exames, observando qual a reação dos animais ao serem mantidos em contenção durante o procedimento.

O exame radiográfico realizado para a seleção dos animais aptos para a etapa seguinte do experimento foi utilizado como critério de exclusão sendo eficiente para avaliação preliminar das estruturas ósseas. Quatro animais tiveram um dos membros excluídos do estudo, pois ao exame radiográfico prévio apresentaram alterações ósseas do tipo: osteófito periarticular na face caudal da epífise distal do úmero, osteófito periarticular na superfície lateral da cabeça do rádio, fratura antiga de rádio e ulna e não união de rádio e ulna.

O exame de ultrassom foi realizado em conformidade ao protocolo estabelecido descrito anteriormente.

O exame foi iniciado pela avaliação ultrassonográfica do aspecto lateral da articulação do cotovelo, onde foi possível caracterizar as estruturas musculares, em planos longitudinais, que se apresentaram como áreas hipocogênicas com linhas hiperecogênicas paralelas em permeio. O músculo braquial foi localizado na região craniolateral adjacente à superfície umeral. Na região caudolateral foi possível observar a porção distal do músculo tríceps braquial e na região craniolateral do segmento do antebraço o grupo de músculos extensores.

As superfícies ósseas do úmero e da cabeça do rádio foram identificadas ao ultrassom como linhas hiperecogênicas formadoras de sombra acústica. O ligamento colateral lateral apresentou aparência ultrassonográfica de múltiplas linhas finas hiperecogênicas que se originam no epicôndilo umeral lateral, justapostas às faces laterais das superfícies ósseas (Figura 7).

Figura 7 - Ilustração esquemática da região anatômica da face lateral da articulação do cotovelo em plano longitudinal e imagem ultrassonográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do posicionamento do transdutor mostrando a região topográfica das estruturas da face lateral do cotovelo. (B) Imagem ultrassonográfica correspondente à região avaliada. 1 - Epicôndilo lateral do úmero. 2 - Ligamento colateral lateral. 3 - Cabeça do rádio. (C) Imagem ultrassonográfica da região destacando o Ligamento colateral lateral (seta vermelha).

Fonte: Própria autoria

No plano longitudinal do aspecto cranial foi possível a identificação do espaço articular como uma fenda entre os contornos hiperecogênicos da região distal do côndilo umeral e superfície proximal do rádio. Observam-se também na região proximal à articulação a região topográfica do músculo braquial e músculo bíceps braquial, porém, neste estudo, não foi possível realizar a sua distinção. Distalmente, na região do antebraço, observa-se o músculo extensor radial do carpo (Figura 8).

Figura 8 - Ilustração esquemática da região anatômica da face cranial da articulação do cotovelo em plano longitudinal e imagem ultrassonográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do posicionamento do transdutor mostrando a região topográfica das estruturas da face cranial do cotovelo. (B) Imagem ultrassonográfica correspondente à região avaliada. (C) Imagem ultrassonográfica correspondente à região distal avaliada. 1 - Espaço articular 2 - Músculo bíceps braquial/braquial. 3 - Músculo extensor radial do carpo.

Fonte: Própria autoria

Ao plano longitudinal da região proximal medial da articulação do cotovelo foi possível identificar o músculo tríceps braquial na sua porção caudomedial. Na região proximal e craniomedial foi possível observar o músculo bíceps braquial e na região do antebraço, porção caudomedial, foi possível identificar o grupo de músculos flexores, demonstrados na figura 9.

Figura 9 - Imagem ultrassonográfica correspondente à avaliação da face medial proximal e face medial distal da articulação do cotovelo.

Legenda: Imagem ultrassonográfica do músculo bíceps braquial – seta vermelha (A) e grupo de músculos flexores – seta vermelha (B) identificados na face medial proximal e distal da articulação do cotovelo respectivamente.

Fonte: Própria autoria

Ainda no plano longitudinal da face medial do cotovelo, o epicôndilo medial do úmero foi caracterizado como uma superfície hiperecogênica curva na extremidade distal do úmero. O ligamento colateral medial originado no epicôndilo umeral medial foi identificado com as mesmas características ultrassonográficas descritas anteriormente para o ligamento colateral lateral. Também foi possível a caracterização do processo coronóide medial da ulna identificado na face medial da ulna. Em apenas um dos animais avaliados não foi possível sua caracterização. Para a observação desta região foram realizados cortes oblíquos no sentido cranial, pois muitas vezes não se conseguiu obter a imagem do processo coronóide medial no mesmo plano de observação do ligamento colateral medial (Figura 10).

Figura 10 - Ilustração esquemática da região anatômica da face medial da articulação do cotovelo em plano longitudinal e imagem ultrassonográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do posicionamento do transdutor mostrando a região topográfica das estruturas da face medial do cotovelo. (B e C) Imagens ultrassonográficas correspondentes à região avaliada, com o membro em extensão. 1 - Superfície óssea do úmero distal. 2 - Processo coronóide medial da ulna. 3 - Epicôndilo umeral medial. 4 - Ligamento colateral medial.

Fonte: Própria autoria

O aspecto caudal da articulação do cotovelo foi avaliado com o membro torácico em extensão (Figura 11) e flexão (Figura 12), e em cortes nos planos longitudinais e transversais. No plano longitudinal, pode-se identificar o músculo tríceps braquial e seu tendão, que se apresentam como inúmeras linhas paralelas hiperecogênicas com inserção no olécrano. O processo ancôneo pôde ser observado como uma interface hiperecogênica curva formadora de sombra acústica, esta região é evidenciada com a realização da varredura com o membro flexionado (Figura 12).

Figura 11 - Ilustração esquemática da região anatômica da face caudal da articulação do cotovelo em plano longitudinal, imagem ultrassonográfica e radiográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do membro torácico mostrando a região topográfica das estruturas do aspecto caudal do cotovelo a serem avaliadas. (B) Imagem ultrassonográfica correspondente à região avaliada, com os membros em extensão. 1 – Músculo tríceps braquial. 2 - Tendão do músculo tríceps braquial. 3 - Olécrano. (C) Imagem radiográfica em projeção mediolateral da articulação do cotovelo em posição neutra para fins de comparação.

Fonte: Própria autoria

Figura 12 - Ilustração esquemática da região anatômica da face caudal da articulação do cotovelo flexionada em plano longitudinal, imagem ultrassonográfica e radiográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do membro torácico mostrando a região topográfica das estruturas do aspecto caudal do cotovelo a serem avaliadas. (B) Imagem ultrassonográfica correspondente à região avaliada com o membro em flexão. 1 - Músculo tríceps braquial. 2 - Tendão do músculo tríceps braquial. 3 - Olécrano. 4 - Processo ancôneo. 5 - Côndilo umeral. (C) Imagem radiográfica em projeção mediolateral da articulação do cotovelo em flexão para fins de comparação.

Fonte: Própria autoria

No corte transversal proximal foi possível identificar o tendão do músculo tríceps braquial que possui aspecto arredondado e hiperecogênico, cranialmente a este foi possível observar uma estrutura isoecogênica em relação à musculatura, pouco delimitada, correspondendo à região da bursa subtendinosa do tendão do músculo tríceps braquial e cranialmente a esta observa-se a superfície hiperecogênica do olécrano (Figura 13).

Figura 13 - Ilustração esquemática da região anatômica da face caudal da articulação do cotovelo em extensão em plano transversal e imagem ultrassonográfica correspondente.

Legenda: (A) Foto do membro torácico mostrando a região topográfica das estruturas do aspecto caudal do cotovelo a serem avaliadas. (B) Imagem ultrassonográfica correspondente à região avaliada em plano transversal. 1 - Olécrano. 2 - Bursa subtendinosa do tendão do músculo tríceps braquial. 3 - Tendão do músculo tríceps braquial.

Fonte: Própria autoria

Durante a avaliação ultrassonográfica dos ligamentos colaterais laterais e colaterais mediais foram realizadas mensurações da espessura ligamentar em pontos semelhantes, na altura dos côndilos, próxima a sua origem. Esses dados foram coletados para avaliação estatística (Quadro 2).

Para a análise estatística foram feitas as comparações de médias das mensurações do ligamento colateral medial (LCM) em relação às do ligamento colateral lateral (LCL).

Quadro 2 - Cães participantes do experimento numerados de 1 a 10 com seus pesos (Kg) correspondentes e dados das espessuras em centímetros dos LCM e LCL dos membros torácicos direitos e esquerdos.

ANIMAIS		LIG. COLATERAL MEDIAL		LIG. COLATERAL LATERAL	
		D	E	D	E
1	12 Kg	-	0,18	-	0,18
2	7,3 Kg	0,18	0,15	0,17	0,14
3	13,5 Kg	0,18	-	0,24	-
4	13 Kg	0,19	0,19	0,15	0,18
5	12,3 Kg	0,18	0,17	0,19	0,19
6	6,7 Kg	0,17	0,16	0,16	0,17
7	9,5 Kg	0,20	-	0,17	-
8	15 Kg	0,22	0,20	0,19	0,19
9	11,8 Kg	0,17	-	0,16	-
10	10,3 Kg	0,16	0,19	0,17	0,19
Média		0,1806		0,1775	
Desvio padrão		0,0177		0,0227	

Legenda: (D) membro torácico direito
(E) membro torácico esquerdo

Fonte: Própria autoria

Antes da realização do teste *t student*, foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk* verificando a normalidade dos dados.

O teste *t student* verificou um p valor = 0,668 não apresentando diferença estatística entre as médias de mensuração dos ligamentos LCM e LCL. A média de mensuração do LCM foi de $0,1806 \pm 0,004422$ e para o LCL $0,1775 \pm 0,005664$.

Como parte complementar do experimento foi selecionado um dos animais participantes para a realização dos exames de tomografia computadorizada e ressonância magnética. O cão foi escolhido conforme seu temperamento durante os procedimentos.

O exame de tomografia computadorizada proporcionou uma excelente avaliação das estruturas ósseas no corte transversal, permitindo a avaliação completa, anulando a sobreposição óssea e permitindo a visualização dos côndilos umerais e processo coronóide medial da ulna (Figura 14 - C). Ainda, foi possível realizar a reconstrução da articulação em 3D, que permite uma avaliação complementar das partes ósseas.

As imagens obtidas pelo exame de ressonância magnética permitiram a avaliação dos tecidos moles, com visualização das estruturas musculares e tendíneas e visualização dos ligamentos colaterais laterais, porém sem grandes detalhamentos. Pôde-se observar com

maior riqueza de detalhes a região medular óssea, espaço articular e osso subcondral. Também foi possível, por esta técnica anular a sobreposição óssea, permitindo uma avaliação multiplanar.

Os diferentes exames de diagnóstico por imagem realizados neste estudo foram comparados (Figuras 14 e 15) quanto a qualidade de visualização das estruturas descritas anteriormente identificadas pelo método ultrassonográfico. Esta análise foi realizada através da verificação das imagens do experimento em conjunto pelos avaliadores e com a literatura, dividindo-se em estrutura não identificada, pouco visualizada, moderada visualização e ótima visualização (Quadro 3).

Figura 14 - Corte anatômico transversal da região dos côndilos umerais e imagens tomográficas, ultrassonográfica e radiográfica correspondentes.

Legenda: (A) Corte transversal de peça anatômica na região dos côndilos umerais (B) Imagem por tomografia computadorizada da região dos côndilos umerais em plano transversal. (C) Imagem tomográfica em plano transversal da região do processo coronóide medial da ulna – seta vermelha. (D) Imagem ultrassonográfica em corte longitudinal oblíquo com visibilização do processo coronóide medial da ulna – seta vermelha. (E) e (F) Imagem radiográfica da articulação do cotovelo nas projeções mediolateral e craniocaudal oblíqua mostrando a região referente ao processo coronóide medial da ulna – seta vermelha. 1- Colo da ulna, 2- Côndilo umeral medial, 3- Côndilo umeral lateral, 4- Rádio, 5- Ulna. Fonte: Própria autoria

Figura 15 - Corte anatômico longitudinal da região da articulação do cotovelo e imagens por ressonância magnética (planos longitudinais e transversais) e ultrassonográficas correspondentes.

Legenda: (A) Corte longitudinal de peça anatômica da região da articulação do cotovelo. (B) Imagem por ressonância magnética da região da articulação do cotovelo em plano longitudinal na sequência *Fast Spin Echo* (FSE) ponderado em T2. Imagens por ressonância magnética da região proximal (C), região dos côndilos umerais (D) e região distal (E) em relação à articulação do cotovelo em plano transversal na sequência em *3D Hyce*. Imagem ultrassonográfica da face caudal da região do cotovelo (F) e face lateral (G) em plano longitudinal. 1 - Úmero, 2 - Músculo tríceps braquial, 3 - Tendão do músculo tríceps braquial, 4 - Côndilo umeral, 5 - Espaço articular, 6 - Processo ancôneo, 7 - Rádio, 8 - Ulna, 9- Olécrano, 10 - Músculo bíceps braquial, 11 - Músculo extensor radial do carpo, 12 - Músculo braquial, 13 - Músculo tensor da fáscia do antebraço, 14 - Músculos flexores, 15 - Músculo ulnar lateral, 16- Músculo extensor digital comum.

Fonte: Própria autoria

Quadro 3 - Impressões da qualidade de visualização das estruturas identificadas ao exame ultrassonográfico em comparação as outras técnicas de diagnóstico por imagem.

ESTRUTURAS	RADIOGRAFIA	ULTRASSONOGRAFIA	TOMOGRAFIA	RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
Superfície da diáfise umeral	+++	++	+++	++
Côndilo umeral lateral	++	+	+++	++
Ligamento colateral lateral	-	+++	-	+
Espaço articular	+	++	+++	+++
Superfície do rádio	+++	++	+++	++
Superfície ulnar	++	++	+++	++
Côndilo umeral medial	++	+	+++	++
Ligamento colateral medial	-	+++	-	+
Processo coronóide medial da ulna	+	+	+++	++
M. flexores	-	+++	+	++
M. tríceps braquial	-	+++	+	++
Tendão do m. tríceps braquial	-	+++	-	+++
Olécrano	++	+	+++	++
Processo ancôneo	++	+	+++	++
Bursa subtendinosa	-	++	-	-
M. extensores	-	+++	+	++
M. braquial/bíceps braquial	-	+++	+	++

Legenda: - (estrutura não identificada), + (estrutura pouco visualizada), ++ (moderada visualização da estrutura) e +++ (ótima visualização da estrutura).

Fonte: Própria autoria

6 DISCUSSÃO

Neste estudo, relata-se, no geral, a boa colaboração dos animais para a execução do exame ultrassonográfico. Apenas um animal se apresentou pouco colaborativo durante todo o processo, desde a execução do exame radiográfico até o exame ultrassonográfico. Deve-se levar em consideração que o experimento foi realizado com animais hígidos que não apresentavam manifestação clínica de dor. Dependendo do grau de dor e do temperamento do paciente a tranquilização pode ser necessária. Não foram encontrados relatos na literatura sobre possíveis dificuldades em realizar o exame ultrassonográfico da articulação do cotovelo em cães *in vivo*.

Para este experimento se optou pela utilização de cães *in vivo*, levando em consideração a avaliação prática do procedimento na rotina. Estudos anteriores foram realizados em cadáveres (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003) e em ambos (LAMB; WONG, 2005; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015a). Segundo Villamonte-Chevalier et al. (2015a) não houve diferença em relação à ecogenicidade e ecotextura entre as avaliações *in vivo* e *in vitro*.

O protocolo de avaliação utilizado foi elaborado levando em consideração outros protocolos, onde foi feita a descrição das faces lateral, medial, cranial e caudal (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003; LAMB; WONG, 2005; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015a), adicionalmente, neste método, as faces foram subdivididas em região proximal, média e distal.

Neste estudo, foram testados os transdutores lineares com frequência de 8 a 13 MHz e de 6 a 18 MHz. A primeira opção possibilitou acesso às regiões em maior profundidade, já a segunda opção permitiu uma avaliação das estruturas mais superficiais. Portanto, optou-se pela primeira opção, que permitiu abordagem de um maior número de estruturas com qualidade elevada, de acordo com os relatos da literatura, onde foi citado o uso de transdutores lineares com variação da frequência entre 5-18 MHz para a região do cotovelo (KRAMER et al., 2001; KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003; KRAMER et al., 2004; VIANNA; CARVALHO, 2004; LAMB; WONG, 2005; KRAMER; D'ANJOU, 2011; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015a).

Com os resultados obtidos, foi possível constatar que houve relativa facilidade em identificar grande parte das estruturas pelo examinador. Acredita-se que a prática do exame ultrassonográfico musculoesquelético é essencial para identificação das estruturas e a padronização do procedimento ultrassonográfico é um dos pré-requisitos para uma avaliação

correta, como foi descrito por Kramer et al. (2001). O conhecimento prévio das estruturas anatômicas e o estudo anatômico em peças foram essenciais para identificação das estruturas descritas.

Nos animais que apresentavam menor peso (6,7Kg e 7,3Kg), foi constatada a necessidade de maior empenho para a aquisição de imagens ultrassonográficas de qualidade. Supõe-se, que a menor quantidade de tecidos moles contribua para menor diferenciação entre eles.

As regiões ósseas avaliadas foram caracterizadas como superfícies intensamente hiperecogênicas, formadoras de sombreamento acústico posterior, o que corrobora com a descrição presente na literatura. Uma vez que foi possível apenas a avaliação das superfícies ósseas, constatou-se que a técnica ultrassonográfica fornece informações complementares ao exame radiográfico. Porém, acredita-se que a técnica seja capaz de identificar alterações corticais, fraturas e pequenos fragmentos ósseos como já foi descrito anteriormente (KRAMER et al., 1997).

Neste estudo foi possível caracterizar a superfície do olécrano, processo ancôneo e o processo coronóide medial da ulna. O processo ancôneo foi mais bem visibilizado no aspecto caudal da articulação, com o membro flexionado, em plano longitudinal, assim como descrito por Kramer e D'Anjou (2011) e Villamonte-Chevalier et al. (2015a), porém não foi identificado em todos os animais avaliados. Diante destes achados, espera-se que o ultrassom possa contribuir apenas para avaliação morfológica desta região, em casos de não união do processo ancôneo, com a presença de irregularidade ou interrupção da superfície óssea como citado em literatura (KRAMER et al., 1997; KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003).

O processo coronóide medial da ulna foi caracterizado tomando como referência sua topografia. O espaço articular e a superfície da ulna foram localizados. Em seguida, foi realizada uma varredura em planos oblíquos onde foi encontrada uma projeção curva, hiperecogênica, formadora de sombra acústica, distal ao espaço articular, concordando com o que foi relatado por Knox, Shgal e Wood (2003).

Neste estudo, o processo coronóide medial da ulna foi melhor identificado em plano longitudinal oblíquo, com o membro em extensão, assim como descrito por Villamonte-Chevalier et al. (2015a). Diferentemente do que foi encontrado neste estudo, Lamb e Wong (2005) relatam a identificação do processo coronóide medial da ulna com o membro do animal flexionado (90°) e em planos longitudinal, oblíquo e transversal, este último também descrito por Seyrek-Intas et al. (2009). Porém, esta região não foi bem visibilizada em plano transversal durante este experimento.

O processo coronóide medial da ulna apresentou excelente visibilização ao exame tomográfico no presente experimento, concordando com De Ryckie et al. (2002) e Villamonte-Chevalier et al. (2015b). Nesta pesquisa, a ultrassonografia foi pouco eficiente para esta avaliação específica, porém espera-se que o método possa contribuir para identificação de alterações morfológicas nesta região, mesmo que estas não possam ser diferenciadas, como também foi descrito por Seyrek-Intas et al. (2009).

O exame ultrassonográfico permitiu ótima caracterização de estruturas ligamentares superficiais, assim como referido por Lourenço (2008b). Os ligamentos foram caracterizados como estruturas hipocogênicas, com múltiplas linhas hiperecogênicas semelhante à descrição de Villamonte-Chevalier et al. (2015a). Os ligamentos colaterais foram identificados com maior facilidade após treinamento e familiarização da anatomia ultrassonográfica.

Nesta análise, as mensurações dos ligamentos colaterais foram realizadas próximas a sua origem, com média de aproximadamente 0,18 cm para o ligamento colateral medial e 0,17 cm para o ligamento colateral lateral. As medidas do ligamento colateral medial apresentaram maior dificuldade de mensuração, também descrito no estudo de Knox et al. (2003). No entanto, foram possíveis as mensurações de todos os ligamentos identificados. Knox et al. (2003) relataram medidas médias dos ligamentos colateral lateral e medial, sendo 3.4 ± 0.1 mm e 2mm respectivamente. Lamb e Wong (2005) relataram medidas na região proximal e distal em relação à articulação umerorradial, onde se verificou 3,4 mm e 1,3 mm na porção proximal dos ligamentos colateral lateral e medial respectivamente. Acredita-se que a diferença entre os valores das mensurações deste estudo, em relação à média das mensurações dos ligamentos colateral lateral dos outros dois estudos citados, possa ser decorrente da qualidade do transdutor utilizado, sendo que neste estudo foi utilizado transdutor de última geração de alta frequência que permitiu ótima diferenciação das estruturas. Outro fator a ser considerado é a avaliação de animais de pesos diferentes, sendo que no estudo de Knox et al. (2003) foram avaliados membros de animais mais pesados (12 Kg a 17 Kg) e no estudo de Lamb e Wong (2005) não foi descrito o peso dos animais. Uma terceira consideração, é a diferença do local de mensuração dos ligamentos representado em cada estudo, Lamb e Wong (2005) realizaram mensurações proximais e distais e no estudo de Knox et al. (2003) não foi descrita a altura da mensuração realizada. Ainda, deve-se considerar a variação anatômica dos indivíduos de acordo com a atividade física e conformação de cada animal.

Apesar da dificuldade da realização das mensurações em planos e regiões idênticas a cada exame, não foi encontrada diferença estatística entre as médias das medidas dos ligamentos colateral lateral e colateral medial. Não foram encontrados dados na literatura

atual em relação as variáveis analisadas, portanto, são necessários estudos posteriores com um grande número de dados, para a melhor confirmação destas análises.

A imagem ultrassonográfica do tendão do músculo tríceps braquial foi facilmente identificada na sua origem e inserção em planos longitudinal e transversal em conformidade ao descrito por Knox, Sehgal e Wood (2003), Lamb e Wong (2005) e Villamonte-Chevalier et al. (2015a). Os tendões apresentaram aspecto ultrassonográfico de uma faixa hiperecogênica composta de linhas paralelas, correspondendo ao descrito por Lourenço (2008a).

Neste experimento a musculatura apresentou característica hipoecogênica, com finas linhas hiperecogênicas, e a fásia muscular hiperecogênica representando uma linha ao ultrassom como descrito em literatura anterior (KRAMER et al., 1997). Neste estudo, foi possível a identificação dos músculos tríceps braquial, músculo bíceps braquial e braquial, grupo de músculos flexores e extensores. O ultrassom permitiu a avaliação da musculatura, caracterizando a morfologia das fibras musculares, bem como sua ecotextura e ecogenicidade. Porém, os grupos musculares não foram bem diferenciados entre si, por este motivo descreveu-se como flexores e extensores, assim como descrito por Villamonte-Chevalier et al. (2015a).

O espaço articular foi caracterizado como uma fenda anecogênica/hipoecogênica entre as superfícies ósseas do úmero, rádio e ulna em conformidade com o descrito em literatura anterior (KNOX; SEHGAL; WOOD, 2003; LAMB; WONG, 2005; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015a). A região intra-articular foi parcialmente visibilizada pelo exame ultrassonográfico e acredita-se que seu acesso é restrito principalmente devido ao seu tamanho reduzido, concordando com a literatura (KRAMER et al., 1997). Apesar de o espaço articular ter acesso restrito, o ultrassom pode ser útil como guia de procedimentos intervencionistas.

Entre as estruturas avaliadas, a que apresentou maior dificuldade de identificação foi a bursa subtendinosa do tendão do músculo tríceps braquial. Sua identificação foi possível neste estudo, caracterizada como uma área hipoecogênica entre o tendão do músculo tríceps braquial e o olécrano. Esta estrutura havia sido descrita apenas no estudo de Villamonte-Chevalier et al. (2015a). Neste estudo, não foi possível sua identificação em todos os animais participantes do experimento (10/16). Acredita-se que a medida que ganha-se experiência, o acesso à estrutura torna-se mais efetivo.

As imagens de tomográfica computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM) foram obtidas neste experimento como título de comparação entre as diferentes técnicas de diagnóstico por imagem. Teve-se como intuito identificar as estruturas passíveis de avaliação

ao exame ultrassonográfico em outras modalidades e verificar sua caracterização nos diferentes exames. As técnicas de TC e RM apresentaram como grande vantagem a possibilidade de avaliação em cortes multiplanares, excluindo a possibilidade de sobreposição das estruturas, dados já descritos em literatura (COOK; COOK, 2009a).

No caso da TC, foi possível acessar de forma excelente os aspectos ósseos, destacando-se a avaliação do processo coronóide medial da ulna e côndilos umerais. A reconstrução em 3D também demonstrou muito bem as partes ósseas e permitiu visualização completa das estruturas avaliadas. Portanto, esta é a técnica de escolha para o acesso ao compartimento medial da articulação do cotovelo e avaliação de incongruência articular como descreve a literatura (DE RYCKIE et al., 2002; THRALL, 2007; KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012; VILLAMONTE-CHEVALIER et al., 2015b). Porém, neste estudo, a técnica não foi tão eficiente para avaliação dos tecidos moles quanto o exame ultrassonográfico. Na TC os tecidos moles não foram bem diferenciados, pois o contraste entre os tecidos foi menor mesmo com o ajuste do janelamento para tecidos moles, concordando com a descrição da literatura (BAEUMLIN et al., 2010).

As imagens de ressonância magnética permitiram a visualização da medula óssea e osso subcondral. Permitiu melhor visualização dos tecidos moles em relação à TC, porém não foi possível observar maiores detalhamento destas estruturas. Os músculos, tendões e ligamentos foram caracterizados de maneira superficial, sem apresentar grandes informações estruturais. O tamanho do cão selecionado e o tamanho reduzido da articulação estudada contribuíram para a falta de detalhamento, pois uma pequena articulação produz baixo sinal, devido a baixa densidade de prótons de hidrogênio, o que colabora com a aquisição de imagens de menor definição dependendo do campo magnético do equipamento, como já descrito anteriormente (GIELEN; VAN-RYSSEN; VAN BREE, 2012; KROMHOUT; DINGEMANSE, 2012).

Equipamentos de ressonância magnética de alto campo permitem extenso acesso à grande parte dos componentes articulares em especial a junção óssea com a cartilagem (JANACH; BREIT; KÜNZEL, 2006). Ainda sim, no estudo de Janach, Breit e Künzel (2006), a cartilagem articular foi diferenciada para mensuração em apenas algumas regiões, devido a conformação da superfície óssea das faces articulares. Wucherer et al. (2012) apresentou estudo com uso de meio de contraste na articulação do cotovelo com avaliação por equipamento de ressonância magnética de alto campo magnético, relatando que a técnica convencional do exame ainda é limitada para a avaliação da cartilagem articular.

Assim, a ultrassonografia é uma técnica interessante a ser explorada para a avaliação dos tecidos moles, em especial, em regiões onde a TC e RM ainda sejam pouco acessíveis. Além disso, no Brasil ainda não estão disponíveis equipamentos de RM de alto campo que permitam avaliação excelente de uma articulação de dimensões reduzidas. Acredita-se que um dos fatores que levam ao pouco reconhecimento da técnica para avaliação musculoesquelética seja pelo baixo número de profissionais radiologistas que realizam o exame ultrassonográfico para este tipo de avaliação. A ultrassonografia musculoesquelética é uma modalidade difícil, operador-dependente e possui uma curva de aprendizagem longa (NAZARIAN, 2008), portanto depende do treinamento dos próprios profissionais da área para disseminação do uso desta técnica.

Após a realização deste estudo, considera-se que o ultrassom seja útil para avaliação complementar dos ligamentos e tendões principalmente, podendo também fornecer dados em relação às estruturas musculares. Porém, necessita-se de estudos posteriores para avaliar a capacidade de identificação de lesões musculoesqueléticas. Como McConell (2008) acredita-se que muitas lesões de tecidos moles são, provavelmente, subdiagnosticadas, e o ultrassom poderia auxiliar neste sentido.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O exame ultrassonográfico foi capaz de demonstrar detalhamento das estruturas musculares, tendíneas e ligamentares da região do cotovelo, permitindo suas avaliações de maneira eficaz.

Para as estruturas ósseas, a avaliação ultrassonográfica foi limitada. As regiões ósseas de interesse clínico como o processo ancôneo e o processo coronóide medial da ulna foram identificados, porém o ultrassom não foi considerado o melhor método para avaliação destas estruturas.

8 PERSPECTIVAS

O estudo da anatomia ultrassonográfica da articulação do cotovelo possui relevância, pois impulsiona estudos complementares que envolvam alterações do cotovelo estimulando seu uso na prática veterinária como um método alternativo e/ou complementar de avaliação musculoesquelética.

REFERÊNCIAS

- BAEUMLIN, Y. et al. Magnetic resonance imaging of the canine elbow: an anatomic study. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 39, p. 566-573, 2010.
- BAKKER, E. et al. Magnetic resonance imaging of primary and concomitant flexor enthesopathy in the canine elbow. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, Hoboken, v. 55, n. 1, p. 56-62, 2014.
- BELOTTA, A. F.; MACHADO, V. M. V.; VULCANO, L. C. Diagnóstico da hidrocefalia em animais através da ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 33-41, 2013.
- BOCKSTAHLER, B. The canine elbow: a joint in the focus of research. **The Veterinary Journal**, London, n. 190, p. 189-190, 2011.
- BRIENZA, P. D.; LACRETA JÚNIOR, A. C. C. Ressonância magnética na avaliação da articulação do joelho em cães. In: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 22., Lavras, 2013. **Resumos...** Lavras, 2013. 1 CD-ROM.
- BURK, R. L.; ACKERMAN, N. **Small animal radiology and ultrasonography: a diagnostic atlas and text**. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1996. 644 p.
- CANAPP, S. et al. Rehabilitation therapy for elbow disorders in dogs. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 301-307, 2009.
- CHO, K. H. et al. Sonography of bone and bone-related diseases of the extremities. **Journal of Clinical Ultrasound**, Hoboken, v. 32, n. 9, p. 511-521, 2004.
- CLEMENTS, D. N. Gene expression in normal and diseased elbows. In: BRITISH VETERINARY ORTHOPAEDIC ASSOCIATION - BVOA, Chester, 2006. **Proceedings...** Chester, 2006. p. 6-7.
- CONSTANTINESCU, G. M.; CONSTANTINESCU, I. A. A clinically oriented comprehensive pictorial review of canine elbow anatomy. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 135-143, 2009.
- COOK, J. L. Forelimb lameness in the young patient. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Maryland Heights, v. 31, p. 55-83, 2001.
- COOK, C. R.; COOK, J. L. Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 144-153, 2009a.
- COOK, J. L.; COOK, C. R. Bilateral shoulder and elbow arthroscopy in dogs with forelimb lameness: diagnostic findings and treatment outcomes. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 224-232, 2009b.
- COSTA, T. A. et al. Incongruência do cotovelo: revisão. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 413-423, 2008.

- DE RYCKIE, L. M. et al. Computed tomography of the elbow joint in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 63, n. 10, p. 1400-1407, 2002.
- DICKIE, A. Imaging of the musculoskeletal system. In: MANNION, P. **Diagnostic ultrasound in small animal practice**. Oxford: Blackwell Science, 2006. p. 251-277.
- DONE, S. H. et al. **Color atlas of veterinary anatomy of the dog and cat**. 2. ed. London: Mosby, 2009. 540 p. v. 3.
- DOMINGUES, R. C.; DOMINGUES, R. C.; BRANDÃO, L. A. Imagenologia do quadril. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 34, n. 6, p. 347-367, 2001.
- DRAGHI, F. et al. Ultrasound of the elbow: examination techniques and US appearance of the normal and pathologic joint. **Journal of Ultrasound**, Heidelberg, n. 10, p. 76-84, 2007.
- ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C. **Tratado de medicina interna veterinária: doenças do cão e do gato**. 4. ed. São Paulo: Manole, 1997. 3020 p. v. 2.
- EVANS, H. E.; LAHUNTA, A. The skeletal and muscular systems, In: _____. **Guide to the dissection of the dog**. 7th ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2010. cap 2, p. 7-92.
- FITZPATRICK, N.; YEADON, R. Working algorithm for treatment decision making for developmental disease of the medial compartment of the elbow in dogs. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 285-300, 2009.
- FLÜCKIGER, M. Radiographic procedure and scoring of elbow dysplasia (ed) in the dog. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP, 27., 2012, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 2012. p. 21.
- FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2014. 1640 p.
- GIELEN, I.; VAN-RYSSEN, B.; VAN BREE, H. Update on diagnostic imaging in elbow disease. In: ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP, 27., 2012, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 2012. p. 13-14.
- GRAYSON, D. E. The elbow: radiographic imaging pearls and pitfalls. **Seminars in Roentgenology**, Maryland Heights, v. 40, p. 223-247, 2005.
- HAGE, M. C. F. N. S.; IWASAKI, M. Imagem por ressonância magnética: princípios básicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1287-1295, 2009.
- HOUSE, M. R. et al. Effect of limb position on elbow congruity with CT evaluation **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 38, p. 154-160, 2009.
- INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE - ICVGAN. **Nomina anatomica veterinária**. 5. ed. rev. Knoxville: World Association on Veterinary Anatomist, 2012. 160 p.

JANACH, K. J.; BREIT, S. M.; KÜNZEL, W. W. F. Assessment of the geometry of the cubital (elbow) joint of dogs by use of magnetic resonance imaging. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg v. 67, n. 2, p. 211-218, 2006.

KEALY, J. K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J. P. Bones and joints. In: KEALY, J. K.; McALLISTER, H.; GRAHAM, J. P. **Diagnostic radiology and ultrasonography of the dog and cat**. 5th ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, 2011. p. 351-445.

KIRBERGER, R. M. The elbow joint In: BARR, F. J.; KIRBERGER, R. M. **BSAVA manual of canine and feline musculoskeletal imaging**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, 2005. p. 103-118.

KIRBERG, R. M.; FOURIE, S. L. Elbow dysplasia in the dog: pathophysiology, diagnosis and control. **Journal of the South African Veterinary Association**, Pretoria, v. 69, n. 2, p. 43-54, 1998.

KNOX, V. W.; SEHGAL, C. M.; WOOD, A. K. W. Correlation of ultrasonographic observations with anatomic features and radiography of the elbow joint in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 6, p. 721-726, 2003.

KRAMER, M. et al. Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Hoboken, v. 38, n. 2, p. 139-149, 1997.

KRAMER, M. et al. Ultrasonography for the diagnosis of diseases of the tendon and tendon sheath of the biceps Brachii muscle. **Veterinary Surgery**, Hoboken, n. 30, p. 64-71, 2001.

KRAMER, M. et al. What does ultrasound tell us about orthopaedic problems. In: ESVOT CONGRESS, 12., 2004, Munich. **Proceedings...** Munich, 2004. 1 CD-ROM.

KRAMER, M.; D'ANJOU D. Sistema musculoesquelético. In: PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. A. **Atlas de ultrassonografia de pequenos animais**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. p. 461-505.

KROMHOUT, G. K.; DINGEMANSE, H. B. Update on diagnostic imaging in elbow disease. In: ANNUAL MEETING INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP, 27., 2012, Birmingham. **Proceedings...** Birmingham, 2012. p. 13-14.

LAMB, C. R.; WONG, K. Ultrasonographic anatomy of the canine elbow. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Hoboken, v. 46, n. 4, p. 319-325, 2005.

LIEBICH, H. G.; MAIERL, J.; KÖNIG, H. E. Miembros torácicos. In: KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomía de los animales domésticos: aparato locomotor**. 2. ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 2005. p. 133-189.

LOURENÇO, R. B. et al. Ultra-sonografia na avaliação das afecções agudas do sistema músculo-esquelético. Parte I: afecções não-traumáticas. **Revista Imagem**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 37-42, 2008a.

LOURENÇO, R. B. et al. Ultrassonografia na avaliação das afecções agudas do sistema músculo-esquelético. Parte II: afecções traumáticas e procedimentos guiados por ultrassom. **Revista Imagem**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 95-101, 2008b.

MAXIE, M. G. **Jubb, Kennedy, and Palmer's pathology of domestic animals**. Chicago: Elsevier Saunders, 2007. 899 p. v. 1.

MAZZOLA, A. A. Ressonância magnética: princípios de formação da imagem e aplicações sem imagem funcional. **Revista Brasileira de Física Médica**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 117-129, 2009.

McCONNELL, F. The use of ultrasonography in small animal veterinary practice. **Ultrasound**, London, v. 16, n. 3, p. 146-154, 2008.

MOHSINA, M. M. et al. A retrospective study on incidence of lameness in domestic animals. **Veterinary World**, Gujarat, v. 7, n. 8, p. 601-604, 2014.

NAZARIAN, L. N. The Top 10 reasons musculoskeletal sonography is an important complementary or alternative technique to MRI. **American Journal of Roentgenology**, Leesburg, n. 190, p. 1621-1626, 2008.

OLIVEIRA, R. R. et al. Radiografia e ultrassonografia no diagnóstico da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, p. 661-665, 2009.

POMPE, S. M.; BEEKMAN, R. Which ultrasonographic measure has the upper hand in ulnar neuropathy at the elbow? **Clinical Neurophysiology**, Shannon, n. 124, p. 190-196, 2013.

POTTER, H. G.; SCHACHAR, J.; JAWETZ, S. Imaging of the Elbow. **Operative Techniques in Orthopaedics**, Maryland Heights, n. 19, p. 199-208, 2009.

SAMII, V. F.; LONG, C. D. Musculoskeletal system. In: MATTOON, J. S.; NYLAND, T. G. **Small animal diagnostic ultrasound**. 2nd ed. Pennsylvania: W.B Saunders Company, 2002. p. 267-291.

SCHULZ, K. S. Forelimb lameness in the Adult patient. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, Maryland Heights, v. 31, n. 1, p. 85-99, 2001.

SCHWARZ, T.; SAUNDERS, J. **Veterinary computed tomography**. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2011. 576 p.

SEYREK-INTAS, D. et al. Accuracy of ultrasonography in detecting fragmentation of the medial coronoid process in dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Ithaca, v. 234, n. 4, p. 480-485, 2009.

SHAHABPOUR, M. et al. The effectiveness of diagnostic imaging methods for the assessment of soft tissue and articular disorders of the shoulder and elbow. **European Journal of Radiology**, Shannon, v. 65, p. 194-200, 2008.

SLATTER, D. H. **Textbook of small animal surgery**. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2003. 1285 p. v. 1.

THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 5th ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, 2007. 832 p.

TIDWELL, A. S. Principles of computed tomography and magnetic resonance imaging. In: THRALL, D. E. **Textbook of veterinary diagnostic radiology**. 5th ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, 2007. p. 50-77.

TNIBAR, M. A.; AUER, J. A.; BAKKALI, S. Ultrasonography of the equine elbow technique and normal appearance. **Journal of Equine Veterinary Science**, Maryland Heights, v. 21, n. 4, p. 177-187, 2001.

VAN DER MEULEN, G. Biomechanical considerations in total elbow replacement. In: ACVS VETERINARY SYMPOSIUM, 2013, San Antonio. **Proceedings...** San Antonio, 2013. 1 CD-ROM.

VAN RYSEN, B. et al. Primary flexor enthesopathy of the canine elbow: imaging and arthroscopic findings in eight dogs with discrete radiographic changes. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, Stuttgart, v. 25, n. 3, p. 239-245, 2012.

VERMOTE, K. A. et al. Elbow lameness in dogs of six years and older-Arthroscopic and imaging findings of medial coronoid disease in 51 dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, Stuttgart, v. 23, n. 1, p. 43-50, 2010.

VIANNA, R. S.; CARVALHO, C. F. Ultra-sonografia ortopédica. In: CARVALHO, C. F. **Ultra-sonografia em pequenos animais**. São Paulo: Roca, 2004. p. 85-93.

VILLAMONTE-CHEVALIER, A. A. et al. Ultrasonographic and anatomic study of the canine elbow joint. **Veterinary Surgery**, Hoboken, v. 44, n. 4, p. 485-493, 2015a.

VILLAMONTE-CHEVALIER, A. A. et al. Assessment of medial coronoid disease in 180 canine lame elbow joints: a sensitivity and specificity comparison of radiographic, computed tomographic and arthroscopic findings. **BMC Veterinary Research**, London, v. 11, art. 243, 2015b.

WISNER, E.; ZWINGENBERGER, A. **Atlas of small animal CT and MRI**. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2015. 704 p.

WUCHERER, K. L.; OBER, M. G.; CONZEMIUS, M. G. The use of delayed Gadolinium enhanced magnetic resonance imaging of cartilage and T2 mapping to evaluate articular cartilage in the normal canine elbow. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Hoboken, v. 53, n. 1, p. 57-63, 2012.