



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de Revisão

DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO EM CÃES

Ana Luísa Sousa Chaves

Coimbra, julho de 2025



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Artigo de Revisão

DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO EM CÃES

Coimbra, julho de 2025

Ana Luísa Sousa Chaves

Constituição do Júri

Presidente de júri: Professora Doutora Anabela
Almeida Francisco

Arguente: Professor Doutor Luís Maltez da
Costa

Orientador: Professora Doutora Liliana
Montezinho

Trabalho realizado sob a orientação do/a(s)
Professor/a(s)

Orientadora: Professora Doutora Liliana
Montezinho

Coorientador: Dr. Pedro Olivério Pinto

Dissertação do Estágio Curricular do Ciclo de Estudos Conducente ao Grau de Mestre em
Medicina Veterinária da EUVG

Dedicatória

Dedico esta tese ao meu pai, José Chaves, também médico veterinário,
que foi sempre o meu maior exemplo,
foi nele que sempre procurei a minha motivação e
resiliência necessária para chegar aqui.
Sem o seu amor incondicional e os seus conselhos sábios
este caminho não teria sido possível de percorrer.

Agradecimentos

Ao terminar deste longo e bonito caminho não podia deixar de agradecer aos de que dele fizeram parte.

À minha orientadora, a Professora Doutora Liliana Montezinho e ao meu coorientador, Dr. Pedro Olivério, por terem aceitado este projeto de braços abertos e por toda a ajuda, simpatia e disponibilidade.

Aos meus orientadores científicos, Professor Doutor José Miguel Campos e Dra. Juliana Moreira, por terem aceitado o estágio curricular e por estarem sempre prontos a passar o seu conhecimento. Foi um gosto aprender convosco.

Ao meu pai, por ser sempre quem esteve presente nas maiores dificuldades e nas maiores vitórias. O meu maior apoio e motivação nesta vida, sem ele nada disto seria possível. Espero que estejas orgulhoso de mim.

À minha irmã, que foi e sempre será a minha pessoa, por ser a minha companheira desta vida e por ser o melhor exemplo que uma irmã mais nova podia ter. Contigo sei que nunca estarei sozinha.

À minha mãe, pelo amor incondicional e por ter acreditado sempre em mim.

À avó Teresa, a minha segunda mãe, pelo carinho e por ver sempre o potencial em mim.

A Coimbra, por me ter acolhido e por me ter dado a conhecer pessoas que levarei comigo para a vida.

À minha amiga Allison, por me ter acompanhado ao longo deste curso e nas viagens pelo mundo.

Ao meu amigo Joel, por todos os conselhos de amigo e todas as risadas.

À minha amiga Mélanie, com quem vivi durante estes anos universitários, por teres sido família e casa.

Índice geral

Dedicatória	iii
Agradecimentos.....	iv
Índice geral	v
Índice de figuras	vi
Lista de siglas, símbolos e abreviaturas	vii
Doença do compartimento medial do cotovelo em cães	- 1 -
Resumo	- 2 -
Abstract.....	- 3 -
1. INTRODUÇÃO.....	- 4 -
2. ANATOMIA DO COTOVELO	- 5 -
3. DISPLASIA DO COTOVELO.....	- 9 -
3.1. ETIOPTOGENIA.....	- 9 -
3.2. NÃO UNIÃO DO PROCESSO ANCÓNEO.....	- 10 -
3.3. OSTEOCONDRITE DISSECANTE.....	- 11 -
3.4. INCONGRUÊNCIA DO COTOVELO.....	- 12 -
3.5. DOENÇA DO PROCESSO CORONOIDE MEDIAL.....	- 12 -
4. DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO	- 14 -
4.1 PAPEL DA INCONGRUÊNCIA ARTICULAR NA DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO	- 16 -
4.2. SINAIS CLÍNICOS	- 18 -
4.3. DIAGNÓSTICO	- 19 -
4.3.1. Exame clínico.....	- 19 -
4.3.2. Radiografia	- 20 -
4.3.3. Tomografia Computorizada	- 22 -
4.3.4. Artroscopia.....	- 24 -
4.4. TRATAMENTO	- 25 -
4.4.1 Tratamento conservador	- 25 -
4.4.2. Tratamento cirúrgico	- 26 -
5. DISCUSSÃO	- 29 -
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	- 31 -
7. BIBLIOGRAFIA	- 32 -

Índice de figuras

Figura 1- Extremidade distal do úmero. A- Epicôndilo medial; B- Epicôndilo lateral; C- Forâmén supratrocLEAR; D- Tróclea; E- <i>Capitulum</i> (adaptado de Slatter, 2003).....	7 -
Figura 2- Extremidade proximal da ulna. A- Olecrânio; B- Processo ancóneo; C- Incisura troclear; D- Processo coronoide medial; E- Processo coronoide lateral (adaptado de Slatter, 2003).	vii
Figura 3- Imagem ilustrativa dos ligamentos da articulação do cotovelo (adaptado de Johnston e Tobias, 2018).....	8 -
Figura 4- Sistema de classificação de Outerbridge Modificado. I-Cartilagem amolecida; II- Fissuras parciais e fendas da cartilagem com <1cm de diâmetro; III- Fissuras totais até ao osso subcondral com >1cm; IV- Erosão total da espessura da cartilagem com exposição do osso subcondral (adaptado de Bruecker et al., 2021).....	15 -
Figura 5- Ilustração esquemática dos diferentes tipos de incongruência articular do cotovelo. 1- Úmero. 2- Ulna. 3- Rádio. 4- Incisura troclear da ulna. A- Articulação congruente. B- Articulação incongruente com incisura troclear elíptica em vez de redonda. C- Articulação incongruente rádio-ulnar devido a rádio curto (adaptado de Samoy et al., 2006).....	18 -
Figura 6- Radiografias da articulação do cotovelo de um Labrador Retriever com doença do processo coronoide medial. A) Projeção mediolateral e B) craniocaudal. Fragmentação do processo coronoide medial (setas) e esclerose subtrocLEAR da ulna (triângulos) (adaptado de Mostafa, Nolte e Wefstaedt, 2018).	22 -
Figura 7- Imagens obtidas por Tomografia Computorizada da articulação do cotovelo em corte transversal: A- Cotovelo normal 1) cabeça do rádio 2) processo coronoide. B- Processo coronoide fragmentado. C- Fissura incompleta. D- Irregularidade da incisura radial da ulna, compatível com quistos subcondrais sinoviais (adaptado de Moores et al., 2008).	24 -

Lista de siglas, símbolos e abreviaturas

AINEs: Anti-inflamatórios não esteroides

AO: Osteoartrite

CM-AD-MSC: Meio condicionado proveniente de células estaminais mesenquimatosas alogénicas derivadas de tecido adiposo.

DAD: Doença degenerativa articular

DC: Displasia do Cotovelo

DCompM: Doença do compartimento medial

DPCM: Doença do processo coronoide medial

IC: Incongruência do cotovelo

IEWG: do inglês *International Elbow Working Group*

NUPA: Não união do processo ancóneo

OAT: Transferência osteocondral autóloga

OCD: osteocondrite dissecante

SHO: do inglês *Sliding Humeral Osteotomy*

TC: Tomografia computadorizada

Doença do compartimento medial do cotovelo em cães

Ana Chaves^a, Pedro Olivério Pinto^{ab}, Liliana Montezinho^{ab}

^aDepartamento Ciências Veterinárias, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal (alscivr@gmail.com, pedro.pinto@euvg.pt, liliana.montezinho@euvg.pt)

^bCentro de Investigação Vasco da Gama, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal.



Resumo

A doença do compartimento medial do cotovelo em cães corresponde a um conjunto de patologias que incluem esclerose subcondral, microfraturas ou fissuras do processo coronoide medial, fragmentação do processo coronoide medial e lesões da cartilagem ao nível do epicôndilo umeral medial e do processo coronoide, excluindo patologias do compartimento lateral do cotovelo. Esta patologia integra-se no âmbito da displasia do cotovelo, uma vez que esta compreende a doença do processo coronoide medial, osteocondrite dissecante, incongruência do cotovelo e a não união do processo ancóneo. A displasia do cotovelo é uma doença hereditária poligénica, mais comum em cães jovens de raça grande ou gigante. O diagnóstico da doença do compartimento medial baseia-se no exame físico e em técnicas de imagem como a radiografia, tomografia computadorizada e artroscopia. O cão afetado pode apresentar claudicação do membro torácico dor à palpação da articulação, transferência de peso para o membro contralateral não afetado, abdução do cotovelo e supinação do antebraço, entre outros sinais clínicos. Esta dissertação de mestrado tem como objetivo principal realizar uma revisão bibliográfica sobre a anatomia da articulação do cotovelo, as possíveis etiologias associadas à doença do compartimento medial do cotovelo, os métodos e técnicas de diagnóstico, bem como as estratégias terapêuticas conservadoras e cirúrgicas disponíveis para corrigir ou minimizar o impacto desta condição, que constitui a principal causa de claudicação dos membros torácicos em cães de raça grande, assumindo particular relevância na medicina de animais de companhia.

Palavras-chave: Articulação, Cão, Cotovelo, Displasia do cotovelo, Doença do compartimento medial.

Abstract

The medial compartment disease of the canine elbow encompasses a group of pathologies, including subchondral sclerosis, microfractures or fissures of the medial coronoid process, fragmentation of the medial coronoid process and cartilage lesions at the level of the medial humeral epicondyle and the medial coronoid process, excluding involving pathologies of the lateral compartment of the elbow. This condition falls within the scope of elbow dysplasia, which encompasses medial coronoid disease, osteochondritis dissecans, elbow incongruity and ununited anconeal process. Elbow dysplasia is a hereditary polygenic disease, most found in young dogs of large or giant breeds. The diagnosis of medial compartment disease is based on physical examination and imaging techniques such as radiography, computed tomography and arthroscopy. Affected dogs may present with forelimb lameness, pain on palpation of the joint, weight shifting to the contralateral limb, elbow abduction, and forearm supination, among other clinical signs. This master's dissertation aims to provide a bibliographic review of the elbow joint anatomy, the etiologies associated with medial compartment disease, the diagnostic methods and techniques, and the conservative and surgical therapeutic strategies available to manage or reduce the impact of this condition, as it represents the most common cause of thoracic limb lameness in large breed dogs, being particularly relevant in small animal clinical practice.

Key words: Dogs, Elbow, Elbow dysplasia, Joint, Medial compartment disease.

1. INTRODUÇÃO

A displasia do cotovelo (DC) é uma doença ortopédica comum na clínica de animais de companhia representando a principal causa de doença articular degenerativa (DAD) do cotovelo em cães, e tendo uma prevalência maior em machos de raças grandes a gigantes (Barthélémy *et al.*, 2014). É definida como um conjunto de patologias que acometem a articulação do cotovelo, incluindo a doença do processo coronoide medial (DPCM), osteocondrite dissecante (OCD), não união do processo ancóneo (NUPA) e incongruência do cotovelo (IC) (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016).

A doença do compartimento medial (DCompM) do cotovelo refere-se ao conjunto de patologias da displasia do cotovelo que afetam apenas o compartimento medial do cotovelo, sem acometer o compartimento lateral do cotovelo. Este termo é utilizado para descrever alterações como osteoartrite (OA) do côndilo umeral medial e alterações do processo coronoide medial como a perda de cartilagem, fragmentações, fissuras e esclerose (Franklin *et al.*, 2014). Estas alterações comprometem a qualidade de vida do animal displásico, provocando estados avançados de OA, diminuição da capacidade de amplitude de movimento, dor, desconforto, claudicação e relutância em iniciar o movimento (Serrani *et al.*, 2022).

As etiologias propostas para o desenvolvimento da DCompM são a incongruência articular úmero-radial e/ou úmero-ulnar, secundária ao crescimento assíncrono do rádio e da ulna, alterações das forças biomecânicas sobre a articulação do cotovelo, ossificação endocondral alterada e osteonecrose (Breur, Lambrechts and Millard, 2020; Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023).

Os sinais clínicos mais tipicamente observados incluem a claudicação persistente e intermitente do membro torácico afetado, dor e desconforto à palpação, alterações da postura em estação, abdução do cotovelo e supinação do antebraço, em cães entre os 6 e 12 meses de idade (Johnston and Tobias, 2018).

O tratamento mais adequado para a DcompM ainda é controverso, existindo discordância quanto à eficácia das diversas técnicas cirúrgicas, ou se alguma é a mais indicada e com melhores resultados que o tratamento conservador (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). Existem tratamentos em fase de investigação para reduzir os sinais clínicos da DCompM, como lavagem e desbridamento artroscópico, ostectomia subtotal ou total do coronoide, osteotomias para aliviar a carga sobre o compartimento medial e, por fim, substituição total da articulação do cotovelo (Franklin *et al.*, 2014). O prognóstico é mais favorável quanto mais precoce for o diagnóstico e o tratamento (Serrani *et al.*, 2022).

2. ANATOMIA DO COTOVELO

A articulação do cotovelo é uma articulação composta, constituída pelas articulações úmero-radial, úmero-ulnar e rádio-ulnar proximal (Constantinescu and Constantinescu, 2009). Envolve a cabeça do rádio, incisura troclear da ulna, processo ancóneo, processos coronoideis medial e lateral, tróclea umeral, *capitulum* e forâmen supratroclear (Johnston and Tobias, 2018), formando uma articulação em dobradiça ou gínglimo com movimentos de flexão e extensão no plano sagital (Johnston and Tobias, 2018; König and Liebich, 2020). A articulação úmero-radial transmite a maior parte das forças de sustentação de peso do antebraço, a articulação úmero-ulnar restringe o movimento da articulação ao plano sagital e a articulação rádio-ulnar permite o movimento rotacional (pronação e supinação) (Johnston and Tobias, 2018).

A extremidade distal do úmero contém o côndilo umeral, que está disposto em ângulo reto em relação ao eixo da diáfise umeral. O côndilo articula com o rádio e a ulna, formando a articulação do cotovelo (König and Liebich, 2020). O côndilo umeral divide-se medialmente na tróclea umeral que se articula com a ulna e, lateralmente, no *capitulum*, que se articula com o rádio (McCarthy *et al.*, 2007; König and Liebich, 2020). A porção caudal do sulco da tróclea alonga-se proximalmente, formando uma depressão correspondente à fossa do olecrânio onde se articula o processo ancóneo da ulna e se encontra o forâmen supratroclear que se comunica com a fossa radial, localizada na porção cranial da diáfise do úmero (Singh, 2018).

O côndilo umeral possui duas proeminências ósseas, o epicôndilo lateral, de menor dimensão, e o epicôndilo medial, de maior dimensão, onde se insere a musculatura da porção distal do membro torácico (König and Liebich, 2020). O epicôndilo medial, mais proeminente, serve de ponto de inserção para o ligamento colateral medial e, na sua porção caudal, de ponto de origem para os músculos flexores do carpo e dos dígitos. O epicôndilo lateral serve de ponto de inserção para o ligamento colateral lateral e, na sua porção cranial, de origem para os músculos extensores do carpo e dos dígitos (McCarthy *et al.*, 2007; Singh, 2018; König and Liebich, 2020).

O antebraço é formado por dois ossos, o rádio e a ulna. Na região proximal do antebraço, a ulna está posicionada caudal ou caudomedialmente em relação ao rádio, enquanto na região distal assume uma posição lateral. Nos carnívoros, a mobilidade rotacional do antebraço é limitada, devido a um ligamento interósseo existente entre a ulna e o rádio, que reduz a capacidade de movimentos como a supinação e a pronação (Singh, 2018).

Durante a rotação, a extremidade proximal do rádio encaixa-se na incisura radial da ulna, enquanto a extremidade distal roda em torno da circunferência articular da ulna. Nos cães, os ossos do antebraço permitem uma supinação de aproximadamente 45°, sendo esta capacidade significativamente aumentada pela rotação do carpo (König and Liebich, 2020).

A cabeça do rádio é envolvida pelos processos coronoideis medial e lateral e pelo ligamento anular. O processo coronoide medial, devido ao seu tamanho e posição, é mais suscetível a lesões do que o processo coronoide lateral (Samoy *et al.*, 2011).

A face articular do rádio e a incisura troclear da ulna articulam-se com o côndilo do úmero, formando a articulação do cotovelo (König and Liebich, 2020). A circunferência articular do rádio é mais longa do que a correspondente incisura troclear, permitindo a rotação da articulação (Johnston and Tobias, 2018). Na região caudal da extremidade proximal, existe uma face articular circunferencial que se articula com a ulna, mesmo em espécies onde a supinação não é possível (Singh, 2018).

Na região dorsomedial da cabeça do rádio, encontra-se a tuberosidade radial, onde se insere o tendão do músculo bíceps. Já na face caudal da porção proximal do rádio, encontra-se a circunferência articular, que se articula com a ulna, facilitando a supinação nos carnívoros (König and Liebich, 2020).

A porção proximal da ulna é constituída pelo olecrânio, processo ancóneo, incisura troclear e processo coronoide lateral e medial (Samoy *et al.*, 2011). O olecrânio e a tuberosidade do olecrânio projetam-se proximalmente para além da extremidade distal do úmero, formando a proeminência do cotovelo. Esta estrutura desempenha um papel fundamental na biomecânica do membro torácico, servindo como ponto de inserção para o músculo tríceps braquial, responsável pela extensão da articulação do cotovelo. Na base do olecrânio, encontra-se a incisura troclear ulnar, que estabelece contacto articular com o úmero, permitindo a mobilidade do cotovelo. Cranialmente, o processo ancóneo articula com a fossa do olecrânio do úmero, contribuindo para a estabilidade articular (König and Liebich, 2020).

Lateral e medialmente ao processo ancóneo, os processos coronoideis medial e lateral aumentam a superfície articular do cotovelo e restringem o grau de liberdade do movimento ao plano sagital (Johnston and Tobias, 2018), estes processos são separados pela incisura radial da ulna, que articula com a circunferência articular do rádio (Singh, 2018; König and Liebich, 2020). Nos cães, a diáfise da ulna, embora delgada, estende-se ao longo de todo o comprimento do rádio, do qual é separada por um espaço interósseo. Nos animais vivos, este espaço é preenchido por uma membrana interóssea, que contribui para a estabilidade estrutural do antebraço (Singh, 2018).

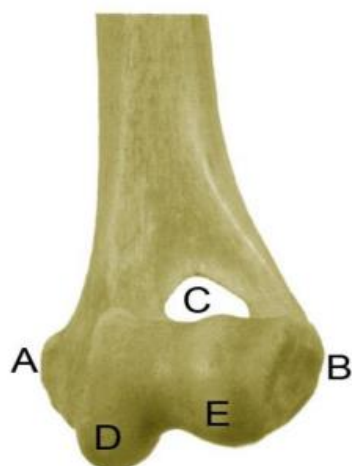


Figura 1- Extremidade distal do úmero. A- Epicôndilo medial; B- Epicôndilo lateral; C- Forâmen supratroclear; D- Tróclea; E- *Capitulum* (adaptado de Slatter, 2003).

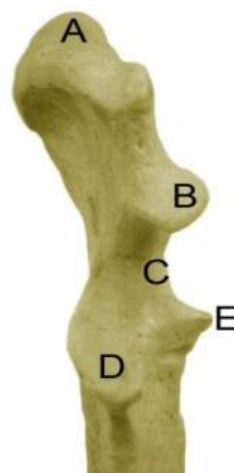


Figura 2- Extremidade proximal da ulna. A- Olecrânio; B- Processo ancóneo; C- Incisura troclear; D- Processo coronoide medial; E- Processo coronoide lateral (adaptado de Slatter, 2003).

Os nervos à volta do cotovelo são o nervo mediano, os ramos profundo e superficial do nervo radial, e o nervo ulnar (Constantinescu and Constantinescu, 2009).

As estruturas de tecidos moles mais importantes para a estabilidade da articulação do cotovelo são os ligamentos colaterais medial e lateral, o ligamento anular e o ligamento interósseo, todos localizados fora da membrana sinovial (Samoy *et al.*, 2011; Johnston and Tobias, 2018).

Os ligamentos colaterais, como ilustrado na figura 3, dividem-se em duas cruras na zona distal. A crura do ligamento colateral lateral liga-se ao ligamento anular e, normalmente, contém um osso sesamoide. A crura cranial de cada ligamento liga-se ao rádio, enquanto a crura caudal se liga à ulna (Constantinescu and Constantinescu, 2009). Para além disso, os ligamentos oblíquos ligam-se na face lateral da fossa radial, na parte proximal, e na parte distal, fixam-se no lado medial do colo do rádio. O ligamento olecraniano une o bordo medial da fossa do olecrânio à face medial do olecrânio, abaixo da tuberosidade olecraniana (Hermanson *et al.*, 2020). A articulação rádio-ulnar inclui também o ligamento anular, que se liga ao rádio e permite os movimentos de pronação e supinação. Estes movimentos são possíveis devido à rotação da face caudal da cabeça radial na incisura radial da ulna. As fibras destes ligamentos formam a cápsula fibrosa, que, juntamente com a fossa olecraniana, se liga à membrana sinovial. Assim, a articulação permite não só os movimentos de flexão e extensão, mas também algum movimento de pronação e supinação (Constantinescu and Constantinescu, 2009).

O cotovelo é também circundado por fâscias, a fâscia braquial, antebraquial e a fâscia antebraquial superficial (Constantinescu and Constantinescu, 2009).

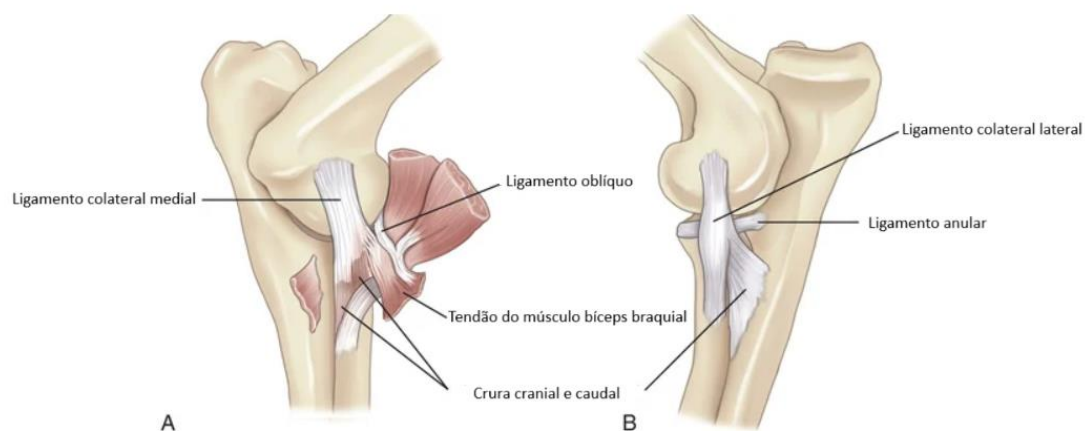


Figura 3- Imagem ilustrativa dos ligamentos da articulação do cotovelo (adaptado de Johnston e Tobias, 2018).

3. DISPLASIA DO COTOVELO

A DC é uma doença ortopédica hereditária, poligénica e multifatorial (Serrani *et al.*, 2022), frequente em cães jovens, caracterizada por um conjunto de alterações de desenvolvimento da articulação rádio-úmero-ulnar, que resultam, frequentemente, em OA, dor persistente e incapacidade funcional. Em 1993, o *International Elbow Working Group* (IEWG) definiu a DC como o conjunto de patologias que incluem a DPCM, OCD do côndilo umeral medial, NUPA e IC (Johnston and Tobias, 2018).

Este conjunto de patologias pode manifestar-se de forma isolada na articulação ou ocorrer em diferentes combinações no mesmo animal. A incongruência articular é, frequentemente, um fator contribuinte para o desenvolvimento de outras patologias, em particular, da DPCM da ulna e da NUPA (Vezzoni and Benjamino, 2021). A DC é uma das principais causas de claudicação dos membros torácicos em cães de raça média a gigante (Mostafa, Nolte and Wefstaedt, 2018). Cães afetados apresentam, geralmente, claudicação unilateral do membro torácico, podendo passar despercebida em caso de doença bilateral e em casos em que a marcha se apresenta simetricamente afetada (Breur, Lambrechts and Millard, 2020). Os sinais clínicos surgem entre os 6 e 8 meses de idade, no entanto podem surgir apenas aos 6 anos ou mais tarde, sem história clínica prévia de claudicação (Soo, Lopez-Villalobos and Worth, 2018). Nestas idades mais avançadas os sinais clínicos devem-se à OA secundária (Breur, Lambrechts and Millard, 2020). Entre as raças mais afetadas estão o Labrador Retriever, Golden Retriever, Rottweiler, Boiadeiro de Berna, Dogue Alemão, Dogue de Bordeaux, Chow-Chow e Terranova (Vezzoni and Benjamino, 2021).

3.1. ETIOPATOGENIA

A etiologia da DC é multifatorial, envolvendo uma combinação de fatores genéticos e fatores ambientais que interagem entre si de uma forma complexa, que resultam na predisposição para DC em cães (Ardicli *et al.*, 2024).

A DPCM, OCD e NUPA podem estar associadas a uma incongruência da articulação úmero-radial e/ou úmero-ulnar, secundária ao crescimento assíncrono do rádio e da ulna (Breur, Lambrechts and Millard, 2020). Esta incongruência resulta em alterações nas forças biomecânicas, alterando a distribuição das cargas na articulação do cotovelo (Michelsen, 2013; Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Ardicli *et al.*, 2024). Este fenómeno torna o processo coronoide medial, a placa metafisária do processo ancóneo e o côndilo umeral medial mais vulneráveis a microtraumatismos induzidos por atividade física, o que pode resultar na condronecrose destas regiões articulares. Em animais afetados por fragmentação do

processo coronoide medial, a condronecrose do processo coronoide pode estar associada a um atraso na ossificação endocondral (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Breur, Lambrechts and Millard, 2020).

As patologias associadas à DC podem resultar de uma predisposição genética associada a fatores ambientais, como lesão traumática (Soo et al., 2018), dietas de elevado teor energético, taxas de crescimento aceleradas, exercício físico excessivo, características endócrinas, estrutura musculoesquelética e peso corporal (Ardicli et al., 2024; Michelsen, 2013; Soo et al., 2018).

Num estudo realizado em 2024, foram identificados marcadores genéticos associados à DC, através da análise de polimorfismos de nucleotídeo único. Três polimorfismos de nucleótido único específicos, previamente associados ao risco de displasia coxofemoral em cães, demonstraram uma correlação ainda mais forte com a DC. Um desses polimorfismos de nucleotídeo único, localizado na posição nucleotídica 22691322, próximo ao gene CHST3, demonstrou uma possível associação com o desenvolvimento de DC em cães. Estes resultados reforçam a hipótese hereditária e poligénica da doença (Ardicli et al., 2024).

3.2. NÃO UNIÃO DO PROCESSO ANCÓNEO

A NUPA é uma doença comum em cães jovens, principalmente de raças grandes e gigantes, como Pastor Alemão, Dogue Alemão e Terranova (Vezzoni and Benjamino, 2021). Nos cães é bilateral em 20% a 35% dos casos e mais prevalente em machos, tendo o dobro da probabilidade de serem afetados relativamente às fêmeas (Sjostrom, 1998). A falha de ossificação do processo ancóneo na ulna proximal ocorre durante o crescimento, resultando em instabilidade articular e possível desenvolvimento de OA. Apesar de existir diferenças entre raças, de um modo geral, a fusão do processo ancóneo deve ocorrer até às 20 semanas de idade (Crovace *et al.*, 2021). A falta da união do processo ancóneo e a incongruência articular resultam em instabilidade articular, erosão da cartilagem e doença degenerativa articular (Vezzoni and Benjamino, 2021).

Existem várias hipóteses propostas sobre a sua patogenia, sendo a primeira devido à particularidade das raças grandes e gigantes possuírem um núcleo de ossificação no processo ancóneo independente da ulna (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Crovace *et al.*, 2021). Também o crescimento assíncrono do rádio em relação à ulna na fase inicial do crescimento, pode levar a uma ulna mais curta do que o rádio, resultando na progressão proximal da cabeça do rádio em relação à ulna e, consequentemente, uma pressão anormal exercida pela tróclea umeral sobre o processo ancóneo, impedindo a sua união óssea. Este crescimento assíncrono pode estar relacionado com fatores genéticos e com o rápido crescimento esquelético destas raças. As placas metafisárias são diferentes no rádio e na ulna, o rádio

tem duas placas, a proximal e a distal, no entanto, a ulna tem apenas uma placa distal, o que predispõe a desequilíbrios no crescimento assíncrono e à incongruência articular (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Vezzoni and Benjamino, 2021).

Os sinais clínicos mais comuns são a claudicação do membro afetado entre os 4 e os 10 meses de idade, mas pode ocorrer mais tarde, com início agudo, sem um histórico prévio de claudicação. É comum, em animais com esta patologia, ao exame físico, apresentarem claudicação grave, efusão e tumefação articular, deslocamento do centro de gravidade (em casos unilaterais), abdução do cotovelo e dor à palpação, especialmente na extensão da articulação (Singh, 2018; Vezzoni and Benjamino, 2021).

O diagnóstico é realizado através da visualização radiográfica de uma linha radiolucida persistente entre o processo acróneo e o olecrânio, depois das 22-24 semanas de idade (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016).

O tratamento visa promover a união do processo acróneo e corrigir a incongruência articular, através da fixação com parafuso do processo acróneo e osteotomia de alongamento da ulna proximal para aliviar a pressão exercida. É importante que o diagnóstico seja precoce, uma vez que o prognóstico é mais favorável quando o tratamento é realizado antes do estabelecimento de OA (Vezzoni and Benjamino, 2021).

3.3. OSTEOCONDRITE DISSECANTE

A OCD é uma doença da cartilagem articular e uma manifestação da osteocondrose (OC), caracterizada por uma falha focal na mineralização e vascularização da cartilagem epifisária. Esta falha resulta num espessamento cartilágneo, devido à ausência de substituição por osso, levando à necrose dos condrócitos por falta de suprimento vascular. A nível articular, esta condição evolui para a fissuração da cartilagem e destacamento focal osteocondral (Vezzoni and Benjamino, 2021). Este destacamento origina *flaps* cartilágneos soltos dentro da articulação, habitualmente localizados no côndilo umeral medial. A OCD é frequentemente concomitante com alterações do processo coronoide medial, agravando o quadro clínico. O diagnóstico é geralmente obtido através do exame imagiológico por radiografia. O tratamento pode ser cirúrgico, envolvendo a remoção dos *flaps* cartilágneos e a curetagem do osso subcondral, com o objetivo de promover a formação de tecido cicatricial fibrocartilaginoso (Coppieters, 2016).

A perda de cartilagem dentro da articulação é frequentemente causada pelo conflito entre as superfícies articulares em contacto, levando a erosões locais, resultando em “*kissing lesions*” (Michelsen, 2013).

3.4. INCONGRUÊNCIA DO COTOVELO

A IC é definida como uma alteração no alinhamento da articulação entre a incisura troclear da ulna, cabeça do rádio e o côndilo umeral (Cuddy *et al.*, 2012). Tem sido proposta como uma causa importante da DC, uma vez que altera a distribuição das cargas da articulação do cotovelo, contribuindo para lesões cartilagueas e ósseas. A IC é considerada um fator relevante no desenvolvimento da DC, no entanto, os mecanismos exatos da sua etiopatogenia ainda não estão completamente conhecidos (Samoy, Gielen and Caelenberg, 2012).

Alguns estudos sugerem que a incongruência pode ser transitória, variando nas diferentes fases do ciclo da marcha o que pode dificultar o seu diagnóstico. Além disso, uma incongruência articular ligeira pode ser considerada fisiológica (Cuddy *et al.*, 2012).

Existem vários tipos de incongruência articular do cotovelo, sendo a incongruência rádio-ulnar mais frequentemente reportada do que a incongruência úmero-ulnar (Ginja and Colaço, 2018).

3.5. DOENÇA DO PROCESSO CORONOIDE MEDIAL

O termo “doença do processo coronoide medial” substitui o antigo termo “fragmentação do processo coronoide medial” por ser mais abrangente e representativo, uma vez que, por artroscopia, não só é possível identificar fragmentos do processo coronoide medial, como também é possível identificar lesões como condromalácia, fissuras e erosões da cartilagem do processo coronoide medial (Vynckt *et al.*, 2012).

A DPCM representa a forma mais comum de DC em cães, constituindo uma causa frequente de claudicação do membro torácico em raças médias a gigantes (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Vezzoni and Benjamino, 2021; Id *et al.*, 2023). Esta patologia pode manifestar-se de uma forma isolada ou associada a outras patologias, como a OCD, ou menos frequentemente, à NUPA (Vezzoni and Benjamino, 2021). As raças mais afetadas incluem Labrador Retriever, Rottweilers, Boiadeiro de Berna e Boxer (Nemanic *et al.*, 2016).

Esta patologia engloba alterações estruturais do processo coronoide medial da ulna, como esclerose subcondral, microfraturas, fragmentação osteocartilagínea, fissuras ou abrasões, que afetam a

cartilagem e o osso subcondral, principalmente na região do ápice ou da incisura do processo coronoide medial (Vezzoni and Benjamino, 2021). A fragmentação do processo coronoide medial é a patologia mais comum, em doentes displásicos, representando mais de 95% dos casos de DPCM (Kähn, Zablotzki and Meyer-Lindenberg, 2023).

Ao contrário do processo ancóneo, que possui um centro de ossificação secundário, o processo coronoide medial desenvolve-se como parte contínua da ulna, o que exclui a falha de fusão óssea como causa primária. A separação ou fragmentação do processo deve-se a alterações biomecânicas, OC ou fraturas de sobrecarga (Singh, 2018). O processo coronoide medial da ulna atinge a ossificação completa por volta das 20 semanas de idade, sendo a manifestação clínica mais comum entre os 4 e 7 meses de vida. A DPCM é frequentemente bilateral, com graus variáveis de gravidade entre os cotovelos (Vezzoni and Benjamino, 2021).

A etiologia da DPCM ainda não está completamente esclarecida (Seidler *et al.*, 2023), no entanto, pensa-se que a formação de fissuras entre a cartilagem hialina retida e o osso subcondral, ou mesmo o descolamento total do processo coronoide, pode ocorrer devido a forças de cisalhamento anormais, incongruência da articulação do cotovelo, ossificação endocondral defeituosa ou ainda osteonecrose (Nemanic, Nixon and Baltzer, 2016; Mostafa, Nolte and Wefstaedt, 2018). Assim, considera-se que, a incongruência articular durante o crescimento parece desempenhar um papel importante na patogenia da DPCM. No entanto, existem divergências dos estudos quanto à relação entre a incongruência rádio-ulnar e o desenvolvimento da doença. Enquanto, alguns estudos não identificaram diferenças significativas entre cães com e sem DPCM, outros sugerem uma correlação entre o grau de incongruência rádio-ulnar e a gravidade da doença (Nemanic et al., 2016).

O diagnóstico de DPCM pode ser realizado através de técnicas de imagem como radiografia, tomografia computadorizada (TC) e artroscopia, sendo estes dois últimos os métodos *gold standard*, particularmente nas fases iniciais da doença. A radiografia apesar de não ser o meio de diagnóstico mais sensível, é bastante utilizada devido à sua maior disponibilidade. O diagnóstico radiográfico é feito através da visualização de alterações secundárias como OA do cotovelo, com ou sem IC ou alteração da morfologia do processo coronoide medial (Mostafa et al., 2018). No entanto, a visualização destas alterações pode ser difícil em cães com menos de 7 meses de idade. Em cães com mais de 7 meses de idade os principais achados radiográficos reportados incluem osteofitose articular, alteração morfológicas do processo coronoide medial e esclerose subtrocLEAR da ulna (Mostafa et al., 2018).

4. DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO

O compartimento medial do cotovelo refere-se à totalidade da região anatômica medial do cotovelo, composta pelo processo coronoide da ulna, o côndilo umeral medial e a porção medial da incisura semilunar da ulna (Coppieters *et al.*, 2015).

A DCompM é a patologia mais comum de DC (Serrani *et al.*, 2022), sendo uma das principais causas de dor articular e claudicação dos membros torácicos em cães jovens, de raças grandes e gigantes. A DCompM engloba um conjunto de diferentes patologias que culminam em lesões e perda de cartilagem extensa no compartimento medial do cotovelo, incluindo OA avançada associada à doença do processo coronoide medial e lesões do côndilo umeral medial (Coghill, Ho-Eckart and Baltzer, 2021). Com a progressão da doença, pode ocorrer perda completa da cartilagem articular no processo coronoide medial e na superfície medial do côndilo umeral, com subsequente eburnação do osso subcondral. Apesar da gravidade das lesões no compartimento medial, o compartimento lateral do cotovelo, incluindo o processo coronoide lateral da ulna, a cabeça do radio e o *capitulum*, pode permanecer relativamente preservado. Esta separação entre compartimentos pode ser observada por artroscopia, mostrando uma distinção nítida entre estas regiões (Franklin *et al.*, 2014).

Atualmente, o termo DCompM é utilizado de forma mais abrangente, para descrever qualquer grau ou extensão de alteração patológica que afete o compartimento medial do cotovelo (articulação úmero-ulnar) sem envolver o compartimento lateral (articulação úmero-radial) (Bruecker *et al.*, 2021). Deste modo, parece mais apropriado caracterizar esta condição como uma doença “avançada” ou “terminal”, na qual existe lesão extensa ou perda total da cartilagem articular no compartimento medial do cotovelo. Alguns autores referem-se a esta patologia como “erosão do compartimento medial”, especialmente nos casos em que há exposição do osso subcondral devido à perda total de cartilagem (Coppieters *et al.*, 2015).

Esta perda de cartilagem pode ocorrer devido ao conflito úmero-ulnar, provocando lesões da cartilagem no compartimento medial do cotovelo, designadas por *kissing lesions*, podendo causar alterações da cartilagem como a OC ou a OCD (Coppieters *et al.*, 2015).

O grau de perda de cartilagem é habitualmente quantificado com recurso à classificação Modificada de Outerbridge (Bruecker *et al.*, 2021). Outerbridge foi pioneiro na classificação das lesões cartilagueiras através da visualização do aspeto macroscópico da cartilagem articular por artroscopia. O sistema de classificação deste autor é simples e clinicamente útil na prática diária, mantendo-se ainda hoje como a classificação mais usada. Esta categoriza a gravidade das lesões cartilagueiras em graus de 0 a IV como indica na figura 4 (Caplan and Kader, 2014).

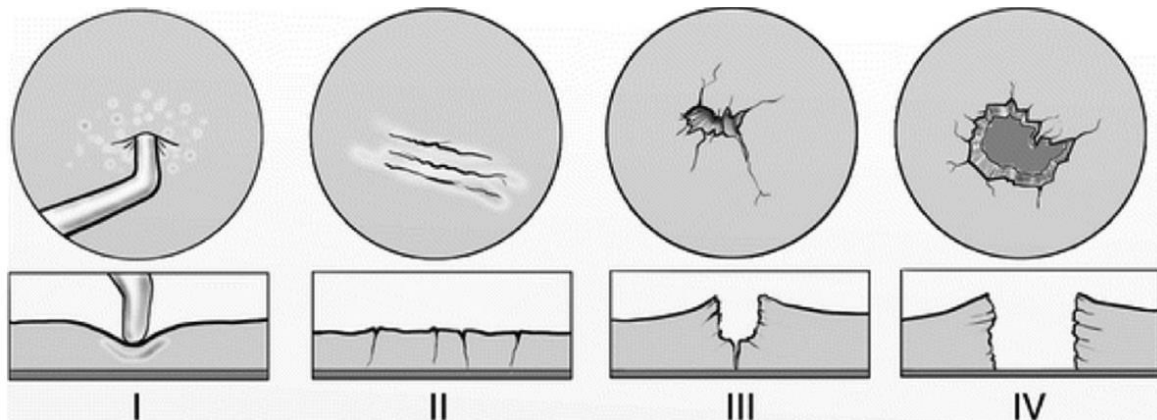


Figura 4- Sistema de classificação de Outerbridge Modificado. I- Cartilagem amolecida; II- Fissuras parciais e fendas da cartilagem com <1cm de diâmetro; III- Fissuras totais até ao osso subcondral com >1cm; IV- Erosão total da espessura da cartilagem com exposição do osso subcondral (adaptado de Bruecker *et al.*, 2021).

No entanto, o sistema de classificação de Outerbridge Modificado apresenta limitações, o que motivou o desenvolvimento de novos sistemas de classificação, entre eles o desenvolvido pela Sociedade Internacional de Reparação Cartilagueira (SIRC). Este sistema de classificação considera o aspeto macroscópico das lesões e a espessura da lesão cartilagueira, classificando as lesões da cartilagem do grau I a VI (Grau I: Fissura superficial; Grau II: Espessura < 50%; Grau III: Espessura > 50%, até perda total da espessura; Grau IV: Lesão osteocondral com extensão até ao osso; Grau V: Lesão de OCD; Grau VI: Exposição do osso subcondral) (Kleeman *et al.*, 2005). As lesões de grau I ou II podem ser reversíveis, no entanto, os graus III e IV, devido à perda de componentes celulares, são considerados irreversíveis e tendem a agravar-se com o tempo (Bruecker *et al.*, 2021).

Estudos sobre a avaliação artroscópica do cotovelo medial identificaram alterações como fissuras e erosões da cartilagem, condromalácia, fragmentos, fissuras, entre outras. Estas lesões podem ocorrer de forma isolada, no entanto, são frequentemente secundárias à fragmentação do processo coronoide (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023).

Esta patologia tem sido estudada e investigada há mais de 50 anos, contudo, continua a não existir consenso científico quanto ao mecanismo exato da sua etiopatogenia. Cães afetados podem nascer com cotovelos morfologicamente normais e desenvolver ossificação endocondral retardada do processo coronoide, que pode ser detetada até às 14 semanas. Devido a forças fisiológicas anormais, o osso trabecular desenvolve-se com uma orientação incorreta. Várias teorias foram propostas para explicar estas forças anormais exercidas sobre o compartimento medial do cotovelo. Entre elas incluem-se incongruência dinâmica entre o úmero e a ulna; instabilidade em varo úmero-rádio-ulnar; incongruência axial rádio-ulnar estática e dinâmica; e alteração do diâmetro da incisura troclear ulnar (Dvm *et al.*, 2019; Coghill, Ho-Eckart and Baltzer, 2021).

4.1 PAPEL DA INCONGRUÊNCIA ARTICULAR NA DOENÇA DO COMPARTIMENTO MEDIAL DO COTOVELO

Existem vários tipos de incongruência articular associados ao desenvolvimento da DCompM, o que apoia a teoria atual da sobrecarga mecânica como um dos fatores principais para o desenvolvimento de OA e degeneração do compartimento medial do cotovelo (Fitzpatrick, 2009). Em caso de incongruência rádio-ulnar positiva estática, ocorre um encurtamento do rádio em relação à ulna (síndrome do rádio curto) (Figura 5- C), que resulta num desnível articular na transição das superfícies proximais de ambos os ossos. Este tipo de incongruência leva a uma sobrecarga das forças exercidas sobre o compartimento medial do cotovelo, que pode resultar em DPCM (Fitzpatrick, 2009).

Na incongruência dinâmica longitudinal do rádio e da ulna, ocorre um movimento de deslizamento ao longo do eixo longitudinal da superfície articular proximal do rádio em comparação com a ulna, durante o apoio de peso, o que pode resultar em carga patológica sobre o processo coronoide medial. No entanto, estudos fluoroscópicos *in vivo* do movimento rádio-ulnar demonstraram que esta incongruência rádio-ulnar dinâmica pode estar presente tanto em articulações do cotovelo saudáveis como displásicas (Fitzpatrick, 2009; Ginja and Colaço, 2018).

Existe também a incongruência associada à conformação da incisura troclear da ulna (Figura 5- B), caracterizada por uma incompatibilidade articular entre esta incisura troclear, a cabeça do rádio e o côndilo umeral, ou por uma morfologia incorreta da incisura troclear (Fitzpatrick, 2009; Ginja and Colaço, 2018). Estas alterações resultam numa sobrecarga localizada, especialmente na ponta do aspeto medial do processo coronoide, resultando em erosão da cartilagem. A sobrecarga pode ocorrer apenas em ângulos específicos de flexão ou extensão da articulação. Esta condição é pouco descrita na literatura, existindo incerteza na terminologia utilizada entre os autores, o que reflete a ausência

de medições objetivas e as dificuldades em distinguir casos fisiológicos de patológicos. Já foi descrita alguma variação entre raças quanto à forma radiográfica da incisura troclear da ulna, embora a sua associação com doença clínica permaneça incerta (Alves-Pimenta *et al.*, 2017).

Além das incongruências rádio-ulnares e daquelas relacionadas com a conformação da incisura troclear ulnar, existem também as incongruências provocadas por instabilidade rotacional óssea primária ou a instabilidade rotacional musculotendinosa. A incongruência por instabilidade rotacional óssea primária do rádio e da ulna em relação ao segmento distal do úmero, pode resultar de alterações conformacionais ósseas ou de laxidão ligamentar, manifestando-se como uma angulação anómala da superfície articular úmero-ulnar, em relação aos eixos longitudinais dos ossos. Este desalinhamento pode transformar forças de cisalhamento lateral em forças compressivas, favorecendo a sobrecarga localizada do PCM e promovendo alterações degenerativas por esmagamento entre a cabeça do rádio e o côndilo umeral medial. Ainda, divergências morfológicas entre a curvatura da incisura radial da ulna e a cabeça do rádio podem originar alterações patológicas focais, particularmente na região da incisura. Estas variações anatómicas poderão justificar a heterogeneidade observada na distribuição das lesões clínicas associadas à DPCM. No entanto, estas hipóteses requerem validação através de estudos biomecânicos e de imagem adicionais (Fitzpatrick, 2009).

Modalidades de imagem tridimensional, como a TC e RM, são mais sensíveis à deteção de variações conformacionais da articulação do cotovelo. São necessárias mais investigações por imagem e estudos biomecânicos para esclarecer o papel potencial da variação da incisura troclear da ulna na patogénese da DPCM (Cuddy *et al.*, 2012).

Por fim, as incongruências devido a instabilidade rotacional musculotendinosa ocorrem quando existe um desajuste entre a estrutura musculotendinosa e a anatomia óssea, resultante de uma disparidade nas tensões musculares geradas durante os movimentos de supinação e pronação (Fitzpatrick, 2009). As forças rotacionais e compressivas exercidas pelos músculo bíceps braquial e braquial, através dos seus tendões de inserção na ulna, podem não ser corretamente distribuídas, provocando sobrecarga no processo coronoide medial e levando à sua fragmentação. A secção cirúrgica destes tendões pode aliviar as sobrecargas, tendo sido considerada uma técnica útil no tratamento da doença do processo coronoide. Forças exercidas pelo ligamento anular podem também causar fraturas por avulsão do processo coronoide medial, uma vez que as trabéculas ósseas do coronoide seguem o mesmo eixo do ligamento anular. No entanto, não existem estudos biomecânicos suficientes para confirmar esta teoria (Ginja and Colaço, 2018).

A radiografia e a TC são atualmente os métodos diagnósticos mais utilizados na prática clínica para quantificar a IC. Os achados mais comuns incluem o aumento dos espaços articulares (Ginja and Colaço, 2018). Existem alguns métodos descritos para padronizar a interpretação radiográfica da incongruência articular, tradicionalmente esta era realizada através da medição dos espaços articulares, no entanto, pode ser influenciada pelo grau de flexão do cotovelo, o que pode comprometer a sua precisão. Estudos mais recentes propõem a medição dos raios da curvatura da tróclea ulnar e umeral, como um método mais fiável, uma vez que é menos sensível a artefactos de posicionamento da articulação (Alves-Pimenta *et al.*, 2017).

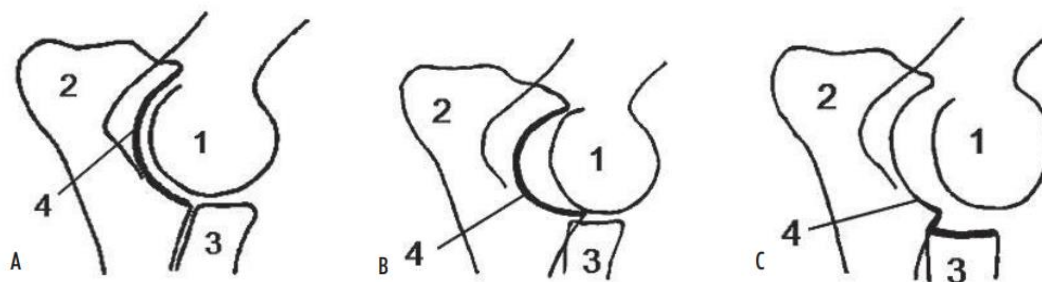


Figura 5- Ilustração esquemática dos diferentes tipos de incongruência articular do cotovelo. 1- Úmero. 2- Ulna. 3- Rádio. 4- Incisura troclear da ulna. A- Articulação congruente. B- Articulação incongruente com incisura troclear elíptica em vez de redonda. C- Articulação incongruente rádio-ulnar devido a rádio curto (adaptado de Samoy *et al.*, 2006).

4.2. SINAIS CLÍNICOS

Todas as patologias associadas à DCompM do cotovelo resultam em diferentes graus de claudicação, intermitente ou persistente, com início progressivo ou súbito, acompanhada de dor (Vezzoni and Benjamino, 2021; Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). Este é geralmente o primeiro sinal clínico a surgir em cães com idades compreendidas entre os 4 e os 6 meses. Com menor frequência, alguns cães podem apresentar sinais clínicos apenas após os 6 anos de idade, sem qualquer histórico de claudicação (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). No entanto, nem todos os cães afetados manifestam claudicação dos membros torácicos, devido à elevada prevalência de doença bilateral e à tendência de cães jovens manterem níveis elevados de atividade física apesar da presença de patologia articular (Fitzpatrick, 2009). Um estudo conduzido por Moores e colaboradores, com 50 cães, demonstrou que 50% dos animais não apresentavam claudicação, apesar de apresentarem alterações no processo coronoide medial (Moores, Agthe and Schaafsma, 2012).

Pode observar-se alteração da postura em estação, representada por comportamentos de compensação de dor, como deslocamento do centro de gravidade para o membro saudável em casos unilaterais, abdução ligeira do cotovelo e supinação do antebraço/carpo. Estas alterações traduzem-se em desvios do alinhamento do membro torácico e são adaptações compensatórias, não causas diretas de sobrecarga patológica da articulação do cotovelo (Johnston and Tobias, 2018; Vezzoni and Benjamino, 2021). Um estudo identificou que, em cães com cotovelos afetados, a supinação era significativamente mais evidente do que em cães com cotovelos saudáveis. A supinação permite o alívio da dor na porção cranial do processo coronoide medial, ao deslocar caudalmente o pico de pressão de contacto (Cuddy *et al.*, 2012).

Em casos de doença bilateral, os sinais clínicos mais evidentes incluem intolerância ao exercício, ataxia e tendência a sentar, pois a claudicação tende a ser mais subtil. Nestes casos, a dor articular agrava-se com o tempo, à medida que a inflamação se intensifica (Vezzoni and Benjamino, 2021).

4.3. DIAGNÓSTICO

4.3.1. Exame clínico

O exame clínico é tão importante como as técnicas de diagnóstico por imagem. No entanto, as patologias da DC podem ocorrer frequentemente em simultâneo e partilham sinais clínicos comuns, o que impede a sua diferenciação destas apenas com o exame físico. A claudicação e a dor à manipulação da articulação do cotovelo são sinais comuns a todas as alterações associadas à DCompM do cotovelo (Fitzpatrick, 2009).

Apesar da claudicação do membro torácico ser um sinal clínico comum, este pode, por vezes ser difícil de identificar, devido à elevada incidência de doença bilateral e ao facto de muitos cães jovens se manterem ativos apesar da presença da patologia articular. A alteração da postura, como já referido na secção 4.2., é comum em cães afetados, com a transferência de carga para o membro contralateral, em casos unilaterais, e a abdução do cotovelo (A. Johnston & M. Tobias, 2018; Fitzpatrick, 2009).

Verifica-se, também, com frequência, dor à manipulação e palpação do cotovelo, particularmente no aspeto medial, à pressão digital profunda na região do tendão de inserção do músculo bíceps braquial, à medida que este se estende sobre o processo coronoide. No exame físico, também é importante realizar a flexão e supinação do membro, uma vez que estes movimentos geram compressão do compartimento medial do cotovelo e, desta forma, provocam uma resposta dolorosa no animal (Fitzpatrick, 2009; Johnston and Tobias, 2018).

Uma resposta positiva a estes testes clínicos, na ausência de outras alterações no membro torácico, particularmente na articulação do ombro, é um forte indício da presença da doença de compartimento medial. Devem ser realizados outros exames complementares de diagnóstico consoante a suspeita (Fitzpatrick, 2009; Johnston and Tobias, 2018).

Pode observar-se tumefação da cápsula articular sob o músculo ancóneo, associada a efusão articular decorrente da sinovite provocada pela exposição do osso subcondral. Em casos crónicos, pode verificar-se, à observação e palpação, um aumento do tamanho da articulação, principalmente no aspeto caudolateral, devido à efusão articular, fibrose periarticular e formação de osteófitos (Johnston and Tobias, 2018; Vezzoni and Benjamino, 2021). Com a progressão da patologia pode ocorrer remodelação da proeminência óssea do epicôndilo umeral medial, que adquire um contorno arredondado, ao contrário do aspeto pontiagudo típico de cotovelos saudáveis (Vezzoni and Benjamino, 2021).

Além disso, é possível verificar a redução da amplitude de movimento, relutância ao andar e crepitação da articulação durante os movimentos de flexão e extensão (Johnston and Tobias, 2018; Vezzoni and Benjamino, 2021). Atrofia muscular do membro afetado, tumefação da articulação e exacerbação da claudicação com o exercício físico são achados comuns nestes casos (Johnston and Tobias, 2018).

Se não for possível identificar a região do membro torácico responsável pela claudicação ou se estiverem presentes outras patologias que afetem regiões anatómicas diferentes, como o ombro e carpo, a realização de bloqueio locoregional nociceptivo da articulação do cotovelo, através da administração de anestesia intra-articular, apresenta uma sensibilidade de 87% e uma especificidade de 87% na deteção de DCompM do cotovelo. Alguns anestésicos locais têm um potencial condrotóxico, como a lidocaína e bupivacaína, sendo, por isso, recomendada a utilização de mepivacaína a 2% (1,5mg/kg) (Vynckt *et al.*, 2012).

4.3.2. Radiografia

A realização de um exame radiográfico pormenorizado a ambos os cotovelos é muito importante antes de qualquer intervenção. A radiografia tem limitações e, por isso, não é o meio de diagnóstico mais específico para a DCompM, no entanto, é uma ferramenta útil para a tomada de decisões clínicas, uma vez que permite avaliar e classificar outros aspetos da patologia, como cronicidade, gravidade da doença subcondral e presença de lesões de OCD (Fitzpatrick, 2009). É comum que cotovelos afetados se apresentem normais ao exame radiográfico ou apenas com alterações subtis como esclerose subcondral da ulna na zona correspondente ao processo coronoide afetado. A esclerose subcondral é

uma resposta óssea à inflamação articular e/ou à sobrecarga biomecânica (Vezzoni and Benjamino, 2021).

Mesmo na suspeita clínica de DCompM do cotovelo, é importante a realização do exame radiográfico de todo o membro torácico, para excluir potenciais patologias primárias ou concomitantes, como lesões do ombro, lesões musculotendinosa ou claudicação de origem neoplásica ou neurológica. As patologias do ombro e estruturas anatómicas adjacentes merecem especial atenção como possíveis causas de claudicação do membro torácico (Fitzpatrick, 2009). Também é importante a avaliação radiográfica de ambos os cotovelos, devido à alta prevalência de doença bilateral (Vezzoni and Benjamino, 2021).

A suspeita de DPCM é feita através da visualização de alterações secundárias como osteófitos, perda de definição do processo coronoide medial, esclerose subcondral da ulna e incongruência articular (Id *et al.*, 2023), como ilustrado na figura 6, tendo sempre em consideração que alterações ligeiras em animais jovens em crescimento tendem a agravar com o tempo e evoluir para formas displásicas mais avançadas (Vezzoni and Benjamino, 2021).

As incidências radiográficas recomendadas são: projeção mediolateral neutra com o cotovelo a 120 graus; projeção mediolateral neutra com o cotovelo a 45 graus e projeção craniocaudal oblíqua com pronação de 15 graus (Vezzoni and Benjamino, 2021).

A projeção mediolateral é recomendada para avaliar alterações como esclerose da incisura troclear da ulna, perda de padrão trabecular, silhueta irregular do processo coronoide medial, osteófitos na porção cranial do processo ancóneo, no bordo cranial da cabeça do rádio e no côndilo umeral. Também permite identificar incongruência entre o rádio e a ulna (rádio curto) através da presença de um espaço articular entre o rádio e o côndilo umeral e um *step* articular entre a cabeça do rádio e processo coronoide lateral. A projeção mediolateral é a projeção que permite uma melhor avaliação da congruência do cotovelo. A projeção craniocaudal permite a visualização de perda de densidade e silhueta irregular do processo coronoide medial, osteófitos, incongruência rádio-ulnar, alterações associadas à OCD e, apesar de desafiante, pode identificar um processo coronoide medial fragmentado (Johnston and Tobias, 2018; Vezzoni and Benjamino, 2021).

Num cotovelo normal e saudável, é espectável encontrar um padrão trabecular regular, sem qualquer tipo de esclerose óssea na região subcondral da incisura troclear da ulna e o espaço articular entre o rádio e a ulna deve ser estreito e uniforme. O processo coronoide e côndilo umeral medial devem ter uma densidade radiográfica uniforme e bem definida (Vezzoni and Benjamino, 2021).

A radiografia apresenta uma baixa sensibilidade como meio de diagnóstico imagiológico para a DC, e mais especificamente, para a DCompM. Este facto foi comprovado através de um estudo realizado a 16 cães com manifestação clínica de DC e diagnóstico de DCompM confirmado por artroscopia que, à avaliação radiográfica, não apresentavam qualquer alteração (Punke *et al.*, 2009). Por esta razão, é recomendada a realização de artroscopia e/ou TC em cães com suspeita da doença, mesmo não apresentando alterações ao exame radiográfico (Villamonte-Chevalier *et al.*, 2015).

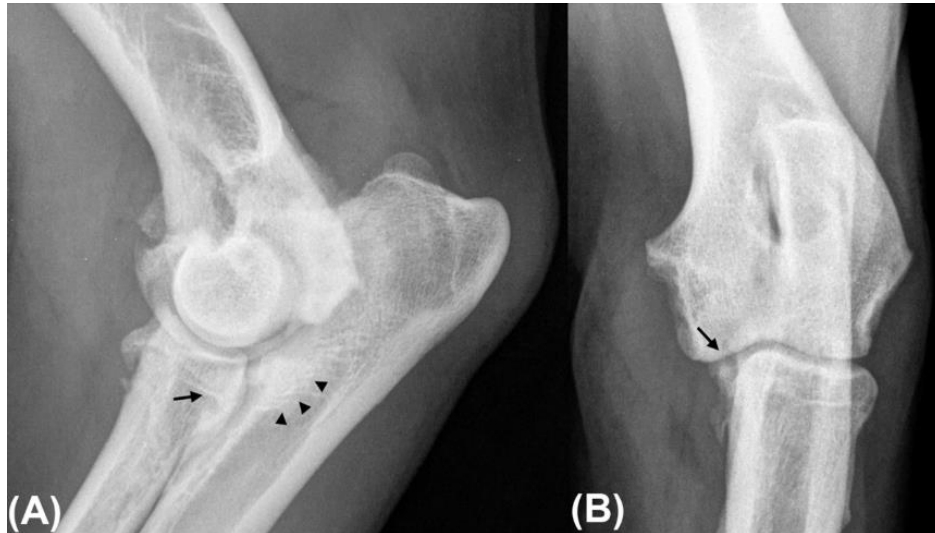


Figura 6- Radiografias da articulação do cotovelo de um Labrador Retriever com doença do processo coronoide medial. A) Projeção mediolateral e B) craniocaudal. Fragmentação do processo coronoide medial (setas) e esclerose subtroclear da ulna (triângulos) (adaptado de Mostafa, Nolte e Wefstaedt, 2018).

4.3.3. Tomografia Computorizada

A TC é um exame cada vez mais utilizado no diagnóstico de DCompM. É considerado o exame *gold standard* para o diagnóstico da DPCM (Moore *et al.*, 2008). Comparativamente à radiografia, oferece a vantagem de uma melhor definição de imagem uma vez que as imagens não se sobrepõem entre si, podendo ser avaliadas em diferentes planos reconstitutivos. Por isso, é uma boa escolha quando as alterações na radiografia são inconclusivas. No entanto, mesmo na combinação destes dois exames não se consegue obter informação totalmente fiável sobre todos os detalhes ósseos e sobre a integridade da cartilagem articular (Id *et al.*, 2023)

O diagnóstico de OC e OCD da articulação do cotovelo pode ser realizado através da radiografia, no entanto o diagnóstico da DPCM e da incongruência articular requer técnicas imagiológicas mais avançadas (Moore *et al.*, 2008).

A TC tem várias vantagens, entre elas, a rapidez com que o exame, atualmente, se pode realizar, o que permite com que este seja realizado sob sedação, não sendo necessária a anestesia geral. Além disso, também permite obter imagens simultaneamente de ambos os cotovelos. A TC, comparativamente à artroscopia e radiografia, também permite a avaliação do osso subcondral quanto à presença de microfissuras, esclerose, necrose quistos e fragmentação (Moore, Agthe and Schaafsma, 2012). Entre as desvantagens estão a falta de padronização dos protocolos utilizados para a avaliação do cotovelo, a extensa curva de aprendizagem para possibilitar a correta interpretação das imagens (Johnston and Tobias, 2018) e a impossibilidade de obter imagens diretas da cartilagem, uma vez que a TC não consegue distinguir a cartilagem de outros tecidos moles (Coppieters *et al.*, 2015). Apesar da TC não permitir a avaliação direta da cartilagem, possibilita a avaliação indireta, através da correlação entre algumas alterações visíveis na TC e a erosão da cartilagem identificada por artroscopia, entre elas, o tamanho dos osteófitos e a incisura irregular da ulna. No entanto, a ausência destas duas lesões na TC não exclui totalmente a possibilidade de existência de lesões na cartilagem do compartimento medial do cotovelo (Coppieters *et al.*, 2015).

A TC é muito útil para a visualização da incisura radial, defeitos da tróclea, qualidade do osso subcondral, presença de fragmentos e da IC. Num estudo retrospectivo de 101 articulações de cotovelo caninas avaliadas por TC, as lesões mais observadas foram a esclerose do processo coronoide medial e a formação de osteófitos, estando presentes em 85% e 84% dos cotovelos, respetivamente (Moore *et al.*, 2008).

As alterações visíveis em TC que sugerem a presença de DPCM são: a forma anómala e esclerose do processo coronoide medial, irregularidade da incisura radial (Figura 7-D), fissuração ou fragmentação do processo coronoide medial (Figura 7- B e D), regiões de hipotenuação da incisura radial e formação de osteófitos (Moore *et al.*, 2008).

A TC também é muito útil na avaliação da incongruência rádio-ulnar (Samoy, Gielen and Caenen, 2012). Num estudo, a TC revelou-se menos sensível do que a artroscopia para a avaliação da IC, no entanto, mais sensível do que a radiografia (Wagner, Griffon and Acvs, 2007).

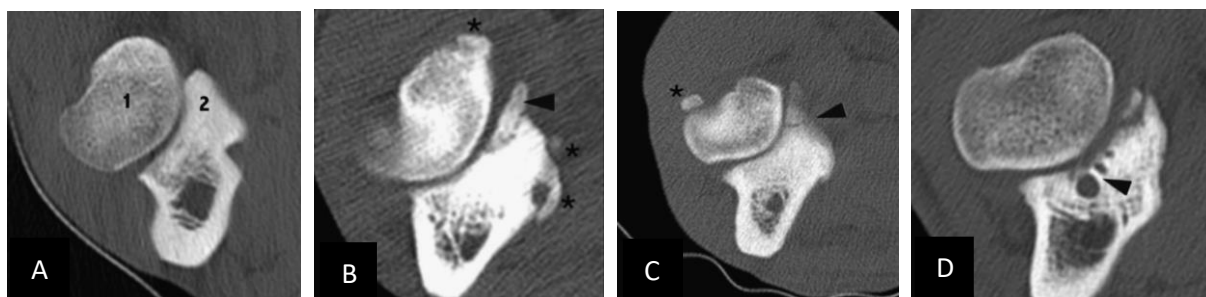


Figura 7- Imagens obtidas por Tomografia Computorizada da articulação do cotovelo em corte transversal: A- Cotovelo normal 1) cabeça do rádio 2) processo coronoide. B- Processo coronoide fragmentado. C- Fissura incompleta. D- Irregularidade da incisura radial da ulna, compatível com quistos subcondrais sinoviais (adaptado de Moores et al., 2008).

4.3.4. Artroscopia

Se os resultados de técnicas de imagem não invasivas, como radiografia e TC, forem inconclusivos, pode ser considerado a utilização da artroscopia ou artrotomia para observação direta da articulação (Fitzpatrick, 2009). A artroscopia é um instrumento ótico que permite a observação e avaliação direta das estruturas intra-articulares (Van Bree and Van Ryssen, 1998).

Ao longo do tempo, a artroscopia evoluiu de apenas um meio de diagnóstico para um meio de tratamento minimamente invasivo (Van Bree and Van Ryssen, 1998; Johnston and Tobias, 2018). As desvantagens são o custo elevado do equipamento, extensa formação necessária por parte do cirurgião e a necessidade de anestesia geral do paciente (Van Bree and Van Ryssen, 1998).

A artroscopia é o exame de diagnóstico *gold standard* para a avaliação da cartilagem articular, onde é possível visualizar diretamente o seu aspeto, e identificar possíveis lesões compatíveis com OCD, sendo estas classificadas de acordo com o seu grau de gravidade (Moores *et al.*, 2008).

Estudos recentes sobre os achados artroscópicos do compartimento medial do cotovelo incluíram erosões da cartilagem, condromalácia, fragmentos soltos, fissuras entre outros (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). A lesão mais frequentemente encontrada em animais com DCompM avançada é a erosão total da espessura da cartilagem até à exposição do osso subcondral. Na maioria dos casos, a cartilagem do compartimento lateral do cotovelo permanece intacta, saudável e visivelmente delimitada da área de cartilagem afetada (Coppieters *et al.*, 2015). Também é possível identificar patologias como a NUPA e fragmentação do processo coronoide medial. Estudos *in vitro* evidenciaram que a artroscopia é superior comparativamente a outras técnicas imagiológicas no

diagnóstico da incongruência rádio-ulnar, no entanto, *in vivo* esta teoria ainda não foi comprovada. Comparativamente às outras técnicas imagiológicas, o exame artroscópico é superior no diagnóstico de DCompM, permitindo uma melhor visualização das estruturas intra-articular, no entanto, ao contrário da TC, esta técnica não permite a observação de lesões a nível do osso subcondral, nomeadamente microfissuras (Wagner, Griffon and Acvs, 2007).

4.4. TRATAMENTO

A diferentes abordagens terapêuticas para a DCompM podem ser classificadas como conservadoras ou não conservadoras, podendo ser um tratamento paliativo ou modificador de doença, corrigindo diretamente a causa subjacente à patologia (Michelsen, 2013). A escolha de tratamento deve ser realizada tendo em conta vários fatores como a idade do doente, o grau de severidade da DAD e o nível de atividade física do animal. O prognóstico é mais favorável quando o tratamento cirúrgico é realizado numa fase mais precoce da doença, em cães jovens, e complementado com fisioterapia e reabilitação física pós-operatória. No entanto, atualmente existem poucos estudos que comparem de forma objetiva os resultados das diferentes modalidades terapêuticas, o que torna a decisão quanto ao tratamento controversa e, em grande parte, ainda dependente da experiência e opinião do clínico (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023).

4.4.1 Tratamento conservador

Existem várias estratégias terapêuticas não cirúrgicas para aliviar a dor articular associada à DAD, entre elas estão o controlo de peso; restrições no exercício físico, como o aumento da atividade de baixo impacto e redução da atividade de alto impacto; suplementação com glucosamina, condroitina, glicosaminoglicanos polissulfatados e ácidos gordos essenciais como ómega-3; administração de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs); administração de analgésicos não opioides, como gabapentina e amantadina; injeções intra-articulares de ácido hialurónico e corticosteroides; injeções articulares de células estaminais e plasma rico em plaquetas; acupuntura; eletroacupuntura; fisioterapia e reabilitação física (Bruecker *et al.*, 2021). O uso de anticorpos monoclonais como o bedinvetmab é uma opção para o controlo de dor associada à AO (Farrell *et al.*, 2025). As injeções intra-articulares com corticosteroides, ácido hialurónico, produtos derivados do sangue como plasma rico em plaquetas e plasma autólogo condicionado mostraram melhoria da função articular do membro afetado por cerca de 6 meses, no entanto, têm eficácia limitada e custos elevados (Wanstrath *et al.*, 2016).

A administração intra-articular de meio condicionado de células estaminais mesenquimatosas alogénicas derivadas de tecido adiposo (CM-AD-MS) mostrou ter um potencial benéfico como

tratamento conservador para a DAD (Hu *et al.*, 2020). Num estudo de Hu e colaboradores, foi preparado um CM-AD-MSC e administrado em ambas as articulações do cotovelo com osteoartrose em 6 cães da raça Labrador Retriever e, após 14 e 42 dias da administração, houve uma diminuição significativa na concentração de biomoléculas como a metaloproteinase da matriz 3 (MMP-3), o inibidor tecidual da metaloproteinase 1 (TIMP-1), e interleucina 6 (IL-6) presentes no líquido sinovial e uma melhoria na amplitude de movimento (Hu *et al.*, 2020). Este tratamento pode também ser utilizado como complementar ao cirúrgico (Johnston and Tobias, 2018).

A denervação articular pode ser utilizada em casos terminais, realizada cirurgicamente ou através de injeções intra-articulares de toxina botulínica A, capsaicina ou saporina. Injeções de polimetilmetacrilato sob o osso subcondral também induzem analgesia por denervação (Dellon, 2009). A radioterapia pode exercer efeitos anti-inflamatórios nos tecidos articulares (Kapatkin *et al.*, 2016).

Num estudo realizado por Burton e colaboradores, foi investigado o resultado a longo prazo de cães com DPCM tratados com tratamento conservador comparativamente com cães tratados por artroscopia. Após 52 semanas, ambos os grupos apresentaram simetria mecânica semelhante, mantendo, no entanto, a claudicação (Burton *et al.*, 2011). Num estudo semelhante, conduzido por Dempsey e colaboradores com 67 cães (44 submetidos a artroscopia, 23 a tratamento conservador), não se observaram diferenças significativas nos resultados a longo prazo. Estes estudos sugerem que o tratamento por artroscopia poderá não ser superior ao tratamento conservador no que diz respeito aos resultados funcionais a longo prazo (Michelsen, 2013).

4.4.2. Tratamento cirúrgico

O tratamento cirúrgico é indicado quando os sinais clínicos não melhoram com o tratamento médico (Breur, Lambrechts and Millard, 2020). No entanto, devido à falta de dados objetivos sobre a eficácia das diferentes técnicas cirúrgicas para o tratamento da DCompM, ainda não existe um consenso sobre a melhor abordagem terapêutica. Deste modo, vários algoritmos para o processo de tomada de decisão têm sido propostos (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023).

As técnicas cirúrgicas para a DCompM incluem: remoção de fragmentos articulares soltos, desbridamento do processo coronoide afetado até ao osso subcondral viável, estimulação da formação de fibrocartilagem nas zonas de eburnação, remoção de citocinas e detritos do líquido sinovial, e utilização de autoenxertos osteocondrais para a correção de lesões de OCD (Breur, Lambrechts and Millard, 2020).

A abordagem cirúrgica pode ser realizada por artroscopia ou por artrotomia. Osteotomias corretivas da ulna ou do úmero são indicadas em casos de incongruência articular. Em estágios avançados de DAD, a substituição total do cotovelo deve ser considerada (Breur, Lambrechts and Millard, 2020).

No caso de OCD da tróclea umeral, o tratamento envolve a remoção do retalho de cartilagem e técnicas como a curetagem e a microfissuração do osso subcondral, estimulando a irrigação sanguínea para promover o crescimento da fibrocartilagem. Em lesões extensas, a transferência osteocondral autóloga (OAT) permite o enxerto de osso e cartilagem hialina de áreas não articulares para o côndilo umeral medial. Estão também a ser estudados implantes sintéticos como alternativa ao OAT (Fitzpatrick, 2009; Johnston and Tobias, 2018). Artroscopias de cães submetidos a OAT mostraram degeneração do enxerto quando não foi realizada uma osteotomia proximal da ulna, sugerindo sobrecarga mecânica na região enxertada (Fitzpatrick, Yeadon and Smith, 2009). Quinn e colaboradores realizaram o tratamento artroscópico da OCD na tróclea do côndilo medial do úmero em seis cães jovens (nove cotovelos) sem sinais de DCompM, utilizando a osteotomia por deslizamento humeral (SHO) com o objetivo de reduzir a carga articular e, assim, tentar prevenir o seu desenvolvimento. No entanto, os resultados não foram promissores. Nos acompanhamentos e artroscopias de revisão realizados entre 18 e 28 meses, foi observado agravamento da OA no compartimento medial em sete dos nove cotovelos, com progressão para a fragmentação do processo coronoide medial em cinco casos. Apesar do tamanho reduzido da amostra os autores concluíram que o desvio da carga promovido pela SHO não foi eficaz na prevenção da DCompM (Quinn *et al.*, 2014).

As técnicas cirúrgicas descritas são coronoidectomia subtotal, substituição total da articulação e osteotomias para transferir a carga sobre o compartimento medial, como Osteotomia por Deslizamento Umeral (*Sliding Humeral Osteotomy* – SHO), Osteotomia Abdutora Proximal da Ulna (Proximal Abducting Ulnar Osteotomy – PAUL), Osteotomia da Ulna, Osteotomia Dinâmica Bi-Oblíqua Proximal da Ulna (Bi-Oblique Dynamic Proximal Ulnar Osteotomy – BODPUO), Artroplastia Total do Cotovelo (Total Elbow Arthroplasty – TEA), Artroplastia Unicompartimental do Cotovelo Canídeo (Canine Unicompartimental Elbow Arthroplasty – CUE e Artrodese do Cotovelo (Franklin *et al.*, 2014; Bruecker *et al.*, 2021).

Em cães jovens, com ausência ou sinais mínimos de DAD, é preferível uma abordagem precoce que corrija a causa subjacente, atrase a progressão da osteoartrose e melhore a qualidade de vida do animal (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). As técnicas cirúrgicas incluem a remoção de fragmentos, em caso de fragmentação do processo coronoide medial e OCD, coronoidectomia subtotal e substituição ou desbridamento da cartilagem degenerada. Estas são frequentemente combinadas

com osteotomias, como a ostectomia ulnar dinâmica distal e a osteotomia ulnar proximal dinâmica bi-oblíqua, para redistribuição da carga intra-articular, reduzindo o conflito úmero-ulnar (Serrani *et al.*, 2022).

5. DISCUSSÃO

A maioria dos estudos revistos indicam uma forte relação entre a IC e o desenvolvimento de DC, especialmente DPCM, uma vez que lesões na cartilagem com fissuração e fragmentação do processo coronoide resultam de uma sobrecarga mecânica suprafisiológica no compartimento medial do cotovelo. Assim, a avaliação da IC é um dos fatores mais relevantes para a compreensão da etiopatogenia da DC e para a escolha terapêutica (Alves-Pimenta *et al.*, 2017).

A radiografia permanece uma técnica de primeira linha devido à sua disponibilidade e baixo custo, embora apresente limitações como sobreposição de estruturas e maior suscetibilidade a artefactos de posicionamento. A TC e a artroscopia são reconhecidas como métodos *gold standard* na avaliação da DCompM (Van Bree and Van Ryssen, 1998; Moores *et al.*, 2008; Alves-Pimenta *et al.*, 2017). Ainda assim, a radiografia tem sido explorada como ferramenta de triagem genética, permitindo uma abordagem preventiva na seleção de reprodutores e na redução da prevalência da doença (Alves-Pimenta *et al.*, 2017).

Relativamente à terapêutica, uma meta-análise de Kähn e colaboradores em 2023 comparou o tratamento cirúrgico e o conservador, não identificando diferenças estatisticamente significativas entre ambos, sugerindo que o tratamento cirúrgico pode não apresentar superioridade (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). Dada a natureza invasiva das abordagens cirúrgicas, o tratamento conservador poderá ser preferível em determinados casos. Contudo, são necessários mais estudos comparativos que considerem variáveis como raça, idade, condição corporal e comorbilidades, para uma seleção terapêutica mais precisa (Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023).

Vários estudos, como o realizado por Barthélémy e colaboradores, demonstram uma melhoria significativa dos doentes com DPCM tratados por artroscopia (Barthélémy *et al.*, 2014; Coghill, Ho-Eckart and Baltzer, 2021; Kähn, Zablotski and Meyer-Lindenberg, 2023). Esta abordagem minimamente invasiva apresenta resultados superiores em doentes com DCompM, comparativamente à artrotomia e ao tratamento médico (Burton *et al.*, 2011; Barthélémy *et al.*, 2014).

Esta abordagem minimamente invasiva apresenta resultados superiores à artrotomia e ao tratamento médico (Burton *et al.*, 2011; Coghill, Ho-Eckart & Baltzer, 2021; Kähn *et al.*, 2023). Evans e Conzemius (2008) reportaram, numa meta-análise com 400 casos, uma taxa de sucesso 14% superior à artrotomia medial e 17% superior ao tratamento médico. Estes estudos sugerem a superioridade da artroscopia

na abordagem terapêutica. Apesar destes resultados promissores, a necessidade de novos estudos com maior dimensão amostral e critérios uniformes mantém-se (Kähn, Zablotzki and Meyer-Lindenberg, 2023).



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A DCompM é uma das patologias ortopédicas mais frequentes em cães, com impacto significativo na sua saúde e bem-estar. É multifatorial e poligénica, sendo a etiopatogenia ainda alvo de investigação. A predisposição genética, associada a crescimento músculo-esquelético acelerado, pode justificar o seu aparecimento, sendo agravada por fatores ambientais como dietas hipercalóricas, exercício excessivo e traumas.

A DAD associada à DCompM é progressiva e irreversível, o que reforça a importância do diagnóstico precoce. A TC e a artroscopia são métodos de eleição pela sua sensibilidade na deteção precoce de lesões no compartimento medial. Embora não exista um tratamento curativo, várias abordagens terapêuticas visam reduzir a dor e a inflamação, melhorar a função articular e atrasar a progressão das alterações degenerativas, contribuindo para a qualidade de vida dos animais afetados.

Apesar de algumas meta-análises sugerirem benefícios clínicos significativos da cirurgia, a escolha terapêutica continua a depender do grau de degeneração articular, tempo de evolução da patologia e avaliação clínica individual. O prognóstico tende a ser mais favorável com a implementação precoce de medidas preventivas e terapêuticas. A contínua evolução do conhecimento anatómico, biomecânico e tecnológico poderá permitir diagnósticos mais precoces e terapias mais eficazes, promovendo a preservação da função articular e o bem-estar animal.

7. BIBLIOGRAFIA

Alves-Pimenta, S. *et al.* (2017) 'Radiographic assessment of humeroulnar congruity in a medium and a large breed of dog', (May), pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.1111/vru.12521>.

Ardicli, S. *et al.* (2024) 'The markers of the predictive DNA test for canine hip dysplasia may have a stronger relationship with elbow dysplasia', *Heliyon*, 10(18). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37716>.

Barthélémy, N.P. *et al.* (2014) 'Short - and Long - Term Outcomes After Arthroscopic Treatment of Young Large Breed Dogs With Medial Compartment Disease of the Elbow', 43, pp. 935–943. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12255.x>.

Van Bree, H.J. and Van Ryssen, B. (1998) 'Diagnostic and surgical arthroscopy in osteochondrosis lesions.', *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 28(1), pp. 161–189. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(98\)50010-1](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(98)50010-1).

Breur, G.J., Lambrechts, N.E. and Millard, H.A.T. (2020) 'Developmental Orthopedic Diseases - evelopmental Orthopedic Diseases Affecting Joints', II, pp. 1537–1551. Available at: <https://doi.org/doi:10.1002/9781119501237.ch174>.

Bruecker, K.A. *et al.* (2021) 'Canine Elbow Dysplasia: Medial Compartment Disease and Osteoarthritis', *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*. W.B. Saunders, pp. 475–515. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.12.008>.

Burton, N.J. *et al.* (2011) 'Conservative Versus Arthroscopic Management for Medial Coronoid Process Disease in Dogs: A Prospective Gait Evaluation', *Veterinary Surgery*, 40(8), pp. 972–980. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00900.x>.

Caplan, N. and Kader, D.F. (2014) 'The etiology of chondromalacia patellae', *Classic Papers in Orthopaedics*, pp. 185–187. Available at: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5451-8_45.

Coghil, F.J., Ho-Eckart, L.K. and Baltzer, W.I. (2021) 'Mid-to Long-Term Outcome after Arthroscopy and Proximal Abducting Ulnar Osteotomy Versus Arthroscopy Alone in Dogs with Medial Compartment Disease: Thirty Cases', *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 34(2), pp. 85–90. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0040-1716843>.

Constantinescu, G.M. and Constantinescu, I.A. (2009) 'A Clinically oriented comprehensive pictorial

review of canine elbow anatomy', *Veterinary Surgery*, 38(2), pp. 135–143. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00480.x>.

Coppieters, E. *et al.* (2015) 'Erosion of the medial compartment of the canine elbow: Occurrence, Diagnosis and currently available treatment options', *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. Schattauer GmbH, pp. 9–18. Available at: <https://doi.org/10.3415/vcot-13-12-0147>.

Crovace, A.M. *et al.* (2021) 'veterinary sciences Autologous Bone Marrow Mononuclear Cells (BMMCs) for the Treatment of Uncomplicated Grade 2 Ununited Anconeal Process (UAP) in Six Dogs : Preliminary Results'. Available at: <https://doi.org/10.3390/vetsci8100214>.

Cuddy, L.C. *et al.* (2012) 'Contact Mechanics and Three-Dimensional Alignment of Normal Dog Elbows', 00, pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01036.x>.

Dellon, A.L. (2009) 'Partial Joint Denervation I: Wrist, Shoulder, and Elbow', pp. 197–207. Available at: <https://doi.org/10.1097/PRS.0b013e31818cc23f>.

Dvm, E.P.P. *et al.* (2019) 'Radial torsion in dogs with medial compartment disease', (July 2017), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1111/vsu.13180>.

Farrell, M. *et al.* (2025) 'Musculoskeletal adverse events in dogs receiving bedinvetmab (Librela)', (May), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1581490>.

Fitzpatrick, N. (2009) 'Working Algorithm for Treatment Decision Making for Developmental Disease of the Medial Compartment of the Elbow in Dogs', (April 2008), pp. 285–300. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00495.x>.

Fitzpatrick, N., Yeadon, R. and Smith, T.J. (2009) 'Early Clinical Experience with Osteochondral Autograft Transfer for Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Medial Humeral Condyle in Dogs', (March 2008), pp. 246–260. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00492.x>.

Franklin, S.P. *et al.* (2014) 'Theory and Development of a Unicompartmental Resurfacing System for Treatment of Medial Compartment Disease of the Canine Elbow', 43, pp. 765–773. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12154.x>.

Ginja, M.M. and Colaço, B. (2018) 'Role of Elbow Incongruity in Canine Elbow Dysplasia : Advances in Diagnostics and Biomechanics'. Available at: <https://doi.org/10.1055/s-0038-1677513>.

Hu, K. *et al.* (2020) 'Research in Veterinary Science Study of bilateral elbow joint osteoarthritis

treatment using conditioned medium from allogeneic adipose tissue-derived MSCs in Labrador retrievers', 132(August), pp. 513–520. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.08.004>.

Id, S.S. *et al.* (2023) 'Comparative evaluation of radiographic and computed tomographic findings in dogs with bilateral medial coronoid disease (MCD) presenting with unilateral forelimb lameness', (Mcd), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282656>.

Johnston, S.A. and Tobias, K.M. (2018) 'Veterinary Surgery Small Animal', in. St. Louis: Elsevier, pp. 848–885.

Kähn, H., Zablotzki, Y. and Meyer-Lindenberg, A. (2023) 'Therapeutic success in fragmented coronoid process disease and other canine medial elbow compartment pathology: a systematic review with meta-analyses', *Frontiers in Veterinary Science*. Frontiers Media SA. Available at: <https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1228497>.

Kapatkin, A.S. *et al.* (2016) 'Effect of single dose radiation therapy on weight-bearing lameness in dogs with elbow osteoarthritis', pp. 338–343. Available at: <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-11-0183>.

Kleeman, R.U. *et al.* (2005) 'Altered cartilage mechanics and histology in knee osteoarthritis: Relation to clinical assessment (ICRS Grade)', *Osteoarthritis and Cartilage*, 13(11), pp. 958–963. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.joca.2005.06.008>.

König, H.E. and Liebich, H.-G. (2020) *Veterinary anatomy of domestic animals: textbook and colour atlas*. 7th edn. Stuttgart: Thieme.

McCarthy, K.B.P.H. *et al.* (2007) 'Anatomy of the dog: Vet science illustrator', in. Hannover: Schlutersche.

Michelsen, J. (2013) 'Canine elbow dysplasia: Aetiopathogenesis and current treatment recommendations', *Veterinary Journal*, 196(1), pp. 12–19. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.11.009>.

Moores, A.P. *et al.* (2008) 'Computed Tomography Versus Arthroscopy for Detection of Canine Elbow Dysplasia Lesions', (August 2007), pp. 390–398. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00393.x>.

Moores, A.P., Agthe, P. and Schaafsma, I.A. (2012) 'Prevalence of incomplete ossification of the

humeral condyle and other abnormalities of the elbow in English Springer Spaniels', pp. 211–216.

Available at: <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-05-0066>.

Mostafa, A., Nolte, I. and Wefstaedt, P. (2018) 'The prevalence of medial coronoid process disease is high in lame large breed dogs and quantitative radiographic assessments contribute to the diagnosis', *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 59(5), pp. 516–528. Available at:

<https://doi.org/10.1111/vru.12632>.

Nemanic, S., Nixon, B.K. and Baltzer, W. (2016) 'Analysis of risk factors for elbow dysplasia in giant breed dogs', *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 29(5), pp. 369–377.

Available at: <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-05-0175>.

Punke, J.P. *et al.* (2009) 'Arthroscopic Documentation of Elbow Cartilage Pathology in Dogs with Clinical Lameness without Changes on Standard Radiographic', (June 2008), pp. 209–212. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00456.x>.

Quinn, R. *et al.* (2014) 'Arthroscopic Assessment of Osteochondrosis of the Medial Humeral Condyle Treated With Debridement and Sliding Humeral Osteotomy', 43, pp. 814–818. Available at:

<https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2014.12260.x>.

Samoy, Y. *et al.* (2011) 'Dysplastic elbow diseases in dogs Dysplastic elbow diseases in dogs Elleboogdysplasie bij honden', (September). Available at: <https://doi.org/10.21825/vdt.87285>.

Samoy, Y., Gielen, I. and Caelenberg, A. Van (2012) 'Computed Tomography Findings in 32 Joints Affected with Severe Elbow Incongruity and Fragmented Medial Coronoid', 41, pp. 486–494.

Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2011.00950.x>.

Seidler, S. *et al.* (2023) 'Dogs with Bilateral Medial Coronoid Disease Can Be Clinically Sound after Unilateral Arthroscopic Fragment Removal—Preliminary Study', *Animals*, 13(24). Available at:

<https://doi.org/10.3390/ani13243803>.

Serrani, D. *et al.* (2022) 'Clinical and Radiographic Evaluation of Short-and Long-Term Outcomes of Different Treatments Adopted for Elbow Medial Compartment Disease in Dogs', *Veterinary Sciences*, 9(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/vetsci9020070>.

Singh, B. (2018) 'Dyce, Sack and Wensing's Textbook of Veterinary Anatomy', in H.E. Evans and A. Lahunta (eds). St. Louis: Elsevier, pp. 467–480.

Sjostrom, L. (1998) 'UNUNITED ANCONEAL PROCESS', 28(1), pp. 75–86. Available at:
[https://doi.org/10.1016/S0195-5616\(98\)50005-8](https://doi.org/10.1016/S0195-5616(98)50005-8).

Soo, M., Lopez-Villalobos, N. and Worth, A.J. (2018) 'Heritabilities and genetic trends for elbow score as recorded by the New Zealand Veterinary Association Elbow Dysplasia Scheme (1992–2013) in four breeds of dog', *New Zealand Veterinary Journal*, 66(3), pp. 154–161. Available at:
<https://doi.org/10.1080/00480169.2018.1440652>.

Vezzoni, A. and Benjamino, K. (2021) 'Canine Elbow Dysplasia: Ununited Anconeal Process, Osteochondritis Dissecans, and Medial Coronoid Process Disease', *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*. W.B. Saunders, pp. 439–474. Available at:
<https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.12.007>.

Villamonte-Chevalier, A. *et al.* (2015) '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*, 11(1), pp. 1–8. Available at:
<https://doi.org/10.1186/s12917-015-0556-9>.

Vynckt, D. Van *et al.* (2012) 'Diagnostic intra-articular anaesthesia of the elbow in dogs with medial coronoid disease', pp. 307–313. Available at: <https://doi.org/10.3415/VCOT-11-11-0166>.

Wagner, K., Griffon, D.J. and Acvs, D. (2007) 'Radiographic, Computed Tomographic, and Arthroscopic Evaluation of Experimental Radio-Ulnar Incongruence in the Dog', (June), pp. 691–698. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00322.x>.

Wanstrath, A.W. *et al.* (2016) 'Evaluation of a Single Intra-Articular Injection of Autologous Protein Solution for Treatment of Osteoarthritis in a Canine Population', 00, pp. 1–11. Available at:
<https://doi.org/10.1111/vsu.12512>.