



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Epifisiodesse Bilateral dos Membros Pélvicos para Correção de Desvios Angulares em
Pastor Alemão: Estudo de Caso Clínico**

Raquel Maia
Coimbra, junho de 2023



ESCOLA UNIVERSITÁRIA VASCO DA GAMA

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**Epifisiodesse Bilateral dos Membros Pélvicos para Correção de Desvios Angulares em
Pastor Alemão: Estudo de Caso Clínico**

Coimbra, junho de 2023

Raquel Maia

Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

Constituição do Júri

Presidente do Júri:

Professora Doutora Sofia Ferreira Anastácio

Orientadora Interna

Professora Doutora Sofia Alexandra Giestas

Cancela Duarte

Arguente:

Professor Doutor Luís Miguel Viana Maltez
da Costa

Coordenador Interno

Professor Pedro Olivério Monteiro Sanches
Pinto

Orientador:

Professora Doutora Sofia Alexandra Giestas
Cancela Duarte

Orientadores Externos

Dr. Joaquim Jorge Morais Pereira Leite
Dra. Sheila Pereira

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Sofia Duarte, por todo o tempo despendido comigo, por todo o apoio prestado na realização desta dissertação e por todas as palavras de força que foram incentivando o caminho.

Ao Professor Pedro Olivério, que desde o primeiro contacto me fez apaixonar pela ortopedia, por todos os ensinamentos, por ser um dos meus modelos a seguir e por ter ajudado na realização desta dissertação.

Ao Dr. Jorge Leite e toda a equipa da Bonematrix, pela dedicação e ajuda desde o primeiro dia, pela paciência nas minhas dificuldades, pela simpatia e partilha de conhecimentos que levarei comigo para a minha carreira profissional.

Ao Hospital Veterinário de Santa Marinha, por me terem inserido na equipa quase como deles, por terem transmitido toneladas de conhecimentos, por toda a disponibilidade para ensinarem, pelo apoio, pela confiança e pela boa disposição.

Aos meus pais, que colocaram o mundo aos meus pés, pelo apoio incondicional em todos os momentos, por tudo que ainda me continuam a ensinar e por todo o amor que carrego. Não há palavras para vos descrever, são a minha maior inspiração.

À Brownie, minha companheira, pela companhia em todas as viagens, sem ti Medicina Veterinária não tinha sido igual. A saudade e o amor são inexplicáveis.

À Maria por ter feito toda esta viagem comigo, pareceu uma montanha-russa, mas nós conseguimos. Nunca vou esquecer os dias passados contigo.

À Bia e Carolina, por serem sempre morada do meu coração em Gaia e no mundo, por me elevarem nos bons e maus momentos, por me darem força e me acompanharem durante este caminho. Estarei eternamente grata.

A toda a equipa da Escola Universitária Vasco da Gama, em especial à Sara, Paula e Sandra, por terem um abraço que sabe sempre a casa, por cuidarem de mim e por todos os ensinamentos de vida transmitidos.

Índice Geral

Agradecimentos	iv
Índice Geral	v
Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	vii
Lista de Siglas e Abreviaturas	viii
Página de Título	1
Resumo	2
Palavras-chave	2
Abstract	3
Key-words	3
1.Introdução	4
2.Apresentação do caso	9
2.1.Exames imagiológicos de Diagnóstico	9
2.2.Tratamento Cirúrgico	13
2.2.1.Técnica Cirúrgica de Epifisiodesse	14
2.3.Controlos pós cirúrgico	16
3.Discussão	19
Conclusões	20
Referências	22

Índice de Figuras

Figura 1 - Desenvolvimento ósseo dos membros em mamíferos (Adaptado de Rolian, 2020).	4
Figura 2 - Estrutura histológica da placa de crescimento epifisária (Adaptado de Hallgrímsson <i>et al.</i> , 2009).	5
Figura 3 – Nomenclatura utilizada para descrever os ângulos femorais com base no eixo anatômico e mecânico, no plano frontal, definidos por Dror Paley (Adaptado de Paley, 2002).	7
Figura 4 – Nomenclatura utilizada para descrever os ângulos tibiais com base no eixo mecânico, no plano frontal (A) e sagital (B), definidos por Dror Paley (Adaptado de Paley, 2002).	8
Figura 5 – Ângulos femorais do eixo mecânico em plano frontal do Kyon (Tomlinson <i>et al.</i> , 2007; Vezzoni <i>et al.</i> , 2022).	10
Figura 6 – Ângulos femorais do eixo anatômico em plano frontal do Kyon (Tomlinson <i>et al.</i> , 2007; Vezzoni <i>et al.</i> , 2022).	10
Figura 7 – Ângulos tibiais em plano sagital do membro pélvico direito do Kyon (Dismukes <i>et al.</i> , 2008; Olsen <i>et al.</i> , 2016).	11
Figura 8 – Ângulos tibiais em plano frontal do membro pélvico direito do Kyon (Dismukes <i>et al.</i> , 2007; Olsen <i>et al.</i> , 2016).	11
Figura 9 – Ângulos tibiais em plano frontal do membro pélvico esquerdo do Kyon (Dismukes <i>et al.</i> , 2007; Olsen <i>et al.</i> , 2016).	12
Figura 10 – Radiografias do pós-operatório imediato do Kyon.	15
Figura 11 – Sequência radiográfica temporal do fêmur para avaliação de aLDFA, no MPD do Kyon.	17
Figura 12 – Sequência radiográfica temporal do fêmur para avaliação de aLDFA, no MPE do Kyon.	17
Figura 13 – Sequência radiográfica temporal da tíbia para avaliação de mMPTA, no MPD do Kyon.	18
Figura 14 – Sequência radiográfica temporal da tíbia para avaliação de mMPTA, no MPE do Kyon.	18
Figura 15 – Ângulo do Platô Tibial (TPLA, do Inglês <i>Tibial Plateau Angle</i>), em plano sagital do membro pélvico direito do Kyon.	20

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Valores de referência (Aghapour *et al.*, 2021; Dismukes *et al.*, 2007, 2008; Tomlinson *et al.*, 2007) e valores obtidos dos ângulos articulares do Kyon. _____ 13

Tabela 2 – Valores obtidos dos ângulos articulares essenciais, durante as semanas de controle radiográfico. _____ 16

Lista de Siglas e Abreviaturas

3D – Três Dimensões

AINE – Anti-inflamatório Não Esteróide

aLDFA – Ângulo anatômico femoral lateral distal, do Inglês *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*

aLPFA – Ângulo anatômico femoral lateral proximal, do Inglês *anatomic Latero-Proximal Femoral Angle*

aMDFA – Ângulo anatômico femoral medial distal, do Inglês *anatomic Medio-Distal Femoral Angle*

aMPFA – Ângulo anatômico femoral medial proximal, do Inglês *anatomic Medio-Proximal Femoral Angle*

An – Primórdio, do Inglês *Anlage*

BID – Duas vezes por dia, do Latim *Bis In Die*

CO – Colar Ósseo

COP – Centro de Ossificação Primário

COS – Centro de Ossificação Secundário

DMO – Densidade Mineral Óssea

e.g. – por exemplo

Epi – Epífise

FU – Seguimento Cirúrgico, do Inglês *Follow Up*

HZ – Zona Hipertrófica, do Inglês *Hypertrophic Zone*

IM – Intramuscular

IV – Intravenoso

kg – quilograma

mCdPTA – Ângulo mecânico tibial caudal proximal, do Inglês *mechanical Caudo-Proximal Tibial Angle*

mCdDTA – Ângulo mecânico tibial caudal distal, do Inglês *mechanical Caudo-Distal Tibial Angle*

mCrPTA – Ângulo mecânico tibial cranial proximal, do Inglês *mechanical Cranio-Proximal Tibial Angle*

mCrDTA – Ângulo mecânico tibial cranial distal, do Inglês *mechanical Cranio-Distal Tibial Angle*

MEC – Matriz Extracelular

Meta – Metáfise

mg – miligrama

mL – mililitro

mLDFA – Ângulo mecânico femoral lateral distal, do Inglês *mechanical Latero-Distal Femoral Angle*

mLDTA – Ângulo mecânico tibial lateral distal, do Inglês *mechanical Latero-Distal Tibial Angle*

mLPFA – Ângulo mecânico femoral lateral proximal, do Inglês *mechanical Latero-Proximal Femoral Angle*

mLPTA – Ângulo mecânico tibial lateral proximal, do Inglês *mechanical Latero-Proximal Tibial Angle*

mm – milímetro

mMDFA – Ângulo mecânico femoral medial distal, do Inglês *mechanical Medio-Distal Femoral Angle*

mMDTA – Ângulo mecânico tibial medial distal, do Inglês *mechanical Medio-Distal Tibial Angle*

mMPFA – Ângulo mecânico femoral medial proximal, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Femoral Angle*

mMPTA – Ângulo mecânico tibial medial proximal, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*
MPD – Membro Pélvico Direito
MPE – Membro Pélvico Esquerdo
PA – Pastor Alemão
PC – Pericôndrio
PE – Placa Epifisária
PO – Oral, do Latim *Per Os*
PZ – Zona de Proliferação, do Inglês *Proliferating Zone*
RZ – Zona de Repouso, do Inglês *Resting Zone*
SC – Subcutâneo
SID – Uma vez por dia, do Latim *Semel In Die*
TC – Tomografia Computorizada
TPA – Ângulo do Platô Tibial, do Inglês *Tibial Plateau Angle*
V – Vascular
µg – micrograma

Epifisiodesse Bilateral dos Membros Pélvicos para Correção de Desvios Angulares em Pastor Alemão: Estudo de Caso Clínico

Raquel Maia^a, Jorge Leite^b, Sheila Pereira^c, Pedro Olivério^a, Sofia Duarte^a

^a Departamento de Ciências Veterinárias, Escola Universitária Vasco da Gama, Av. José R. Sousa Fernandes 197, Campus Universitário, Lordemão, 3020-210, Coimbra, Portugal

raqmaiaa29@gmail.com, pedro.pinto@euvq.pt, sofia.duarte@euvq.pt

^b Bonematrix - Centro de Cirurgia Veterinária Avançada, Rua Padre António Rocha Reis, 594, Sta. Cruz do Bispo, 4455-794, Matosinhos, Porto, Portugal, geral@bonematrix.pt

^c Hospital Veterinário Santa Marinha, Rua Dom Henrique de Cernache, 183, 4400-625, Vila Nova de Gaia, Porto, Portugal, geral@hospvetsantamarinha.com

Resumo

O valgo é um dos termos que define o mau alinhamento frontal do osso. Quando presente em animais em crescimento ósseo, pode ser considerada uma alteração derivada de defeitos nas placas epifisárias. Este estudo de caso clínico, pretende descrever a técnica de epifisiodesse como tratamento precoce de valgo femoral distal e tibial proximal, num cachorro de 5 meses (em desenvolvimento ósseo) de raça Pastor Alemão. Foram avaliados os ângulos das imagens radiológicas, para obtenção em especial do ângulo anatómico femoral lateral distal (aLDFA, do Inglês *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*) e do ângulo mecânico tibial medial proximal (mMPTA, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*). A cirurgia realizada permitiu um aumento de aLDFA, de 89,7 ° para 94,4 ° no membro pélvico direito (MPD) e de 91,6 ° para 97,5 ° no membro pélvico esquerdo (MPE), e diminuição de mMPTA, de 101,0 ° para 85,9 ° no MPD e de 101,3 ° para 83,3 ° no MPE. Este tratamento pode estar condicionado pelo fator da idade do animal. A intervenção realizou-se o mais precoce possível, para se obter os resultados desejados durante o crescimento. Os controlos radiográficos foram cumpridos com rigor, para a monitorização de falta ou excesso de correção ou de *rebound*. A remoção dos implantes femorais foi feita assim que aLDFA apresentou valores próximos dos valores de referência. O mesmo não se aplicou na tibia, uma vez que deve ser considerada a regressão óssea após a remoção dos implantes, por isso o mMDFa atingiu valores mais baixos, cinco a dez graus, que os valores de referência.

Palavras-chave

Fémur, Tibia, Placas de Crescimento, Deformações angulares, Valgus, Epifisiodesse, Radiografia

Abstract

Valgus is one of the terms that defines the frontal misalignment of the bone. When present in animals with growing bones it can be considered an alteration derived from defects in the epiphyseal plates. This clinical case study aims to describe the epiphysiodesis technique as an early treatment of distal femoral valgus and proximal tibial valgus, in a 5-month German Shepherd dog (in bone development). The angles of the radiological images are evaluated, especially to obtain aLDFA (anatomic Latero-Distal Femoral Angle) and mMPTA (mechanical Medio-Proximal Tibial Angle). The surgery performed allowed an increase of aLDFA from 89.7 ° to 94.4 ° in the right hind limb (MPD, for Portuguese Membro Pélvico Direito) and from 91.6 ° to 97.5 ° in the left hind limb (MPE, form Portuguese Membro Pélvico Esquerdo), and decrease of mMPTA, from 101.0 ° to 85.9 ° in MPD and from 101.3 ° to 83.3 ° in MPE. This treatment may be conditioned by the age factor of the animal. The intervention was carried out as early as possible to obtain the desired results during growth. The radiographic controls were strictly complied with for the monitoring lack or excess of correction or rebound. The removal of femoral implants was performed as soon as the aLDFA presented values close to the reference values. The same was not applied in the tibia, since bone regression should be considered after removal of the implants, so the mMDFA reached lower values, five to ten degrees, than the reference values.

Key-words

Femur, Tibia, Growth Plates, Angular Deformations, Valgus, Epiphysiodesis, Radiography

1.Introdução

As condições patológicas que afetam as placas de crescimento, ou placas epifisárias, em animais jovens, ainda num período de imaturidade óssea, podem resultar em problemas ortopédicos graves. Por exemplo, o encurtamento dos membros, deformidades angulares dos membros ou lesões articulares (Olsen *et al.*, 2016; Pfeil & DeCamp, 2009).

A osteogénese e o alongamento dos ossos longos (Figura 1), como o fémur e a tíbia, começam durante a ossificação endocondral e continuam durante os períodos fetal e pós-natal, até maturidade do esqueleto (Rolian, 2020).

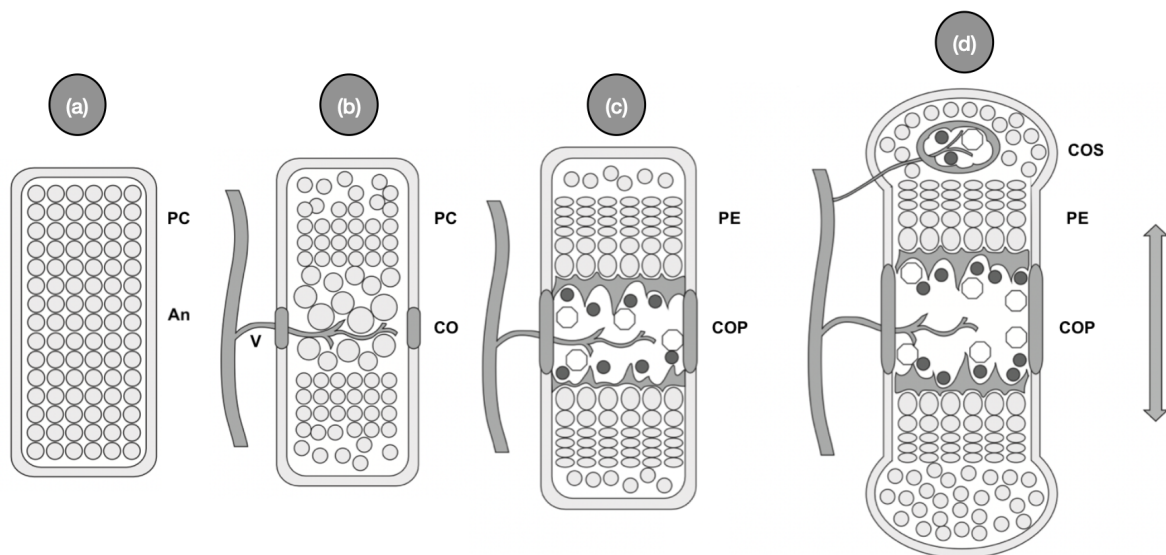


Figura 1 - Desenvolvimento ósseo dos membros em mamíferos. (a) As células mesenquimais diferenciam-se em condrócitos (círculos cinzento-claro) e formam o pericôndrio (PC) e Anlage (Primórdios, An). (b) Os condrócitos na zona de An hipertrofiam, o que induz a invasão vascular (V), e ocorre diferenciação das células do pericôndrio interno para osteoblastos, responsáveis pela formação do colar ósseo (CO) e do centro de ossificação primária (COP). (c) Os condrócitos organizam-se em placas epifisárias (PE). No COP, os osteoblastos (círculos cinzento escuro) depositam o osso esponjoso primário como suporte da MEC produzida pelos condrócitos hipertróficos que contribuem para o alongamento do CO. Os osteoclastos (hexágonos brancos) atuam em conjunto com os osteoblastos na regulação da quantidade de deposição e reabsorção óssea. (d) Os centros de ossificação secundária (COS) estabelecem-se nas epífises, delimitando as PE, seguindo o mesmo desenvolvimento que os COP (Adaptado de Rolian, 2020).

As placas de crescimento estão organizadas histologicamente em três zonas distintas, repouso, proliferação e hipertrófica, que refletem o ciclo de vida dos condrócitos (Figura 2). São constituídas essencialmente por cartilagem hialina, que se traduz numa linha radiolúcida visível nas radiografias de animais jovens, entre a epífise e a metáfise. Na maioria dos mamíferos, o processo proliferativo de formação de novo osso continua até que as placas de crescimento cessem e as diáfises e epífises se unam, marcando o fim do crescimento e maturidade óssea (Pfeil & DeCamp, 2009; Rolian, 2020).

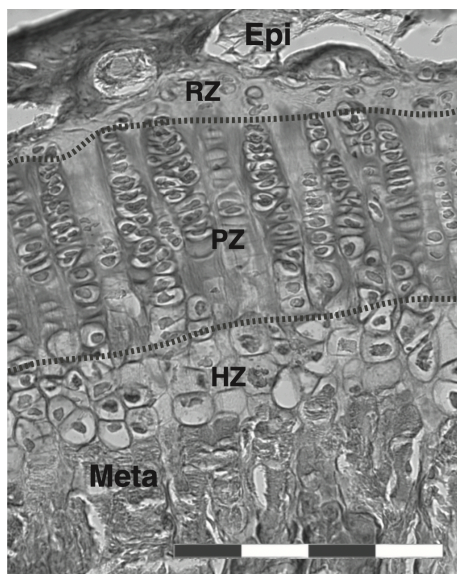


Figura 2 - Estrutura histológica da placa de crescimento epifisária. Corte longitudinal da placa de crescimento da tíbia proximal de um esquilo da Mongólia (*Meriones unguiculatus*) com nove semanas de vida, ilustrando a conversão do processo de ossificação endocondral. Na placa de crescimento, os condrócitos estão organizados em colunas paralelas longitudinais, no sentido do alongamento ósseo. Os condrócitos primários da zona de repouso (**RZ**, do Inglês *Resting Zone*) próximos da epífise (**Epi**), passam por um ciclo de vida estereotipado de proliferação (**PZ**, do Inglês *Proliferating Zone*), de hipertrofia (**HZ**, do Inglês *hypertrophic zone*) e de maturação próximo da metáfise (**Meta**). Escala da barra = 200 µm (Adaptado de Hallgrímsson et al. (2009)).

As deformidades angulares dos membros resultam de alterações no desenvolvimento epifisário, ou seja, durante a ossificação endocondral, que advêm de condições hereditárias, traumas ou doenças. O crescimento anormal da placa manifesta-se através de deformidades no plano frontal, em valgo ou varo, no plano sagital, em recurvato ou procurvato, e no plano transversal, em torção ou rotação interna ou externa do osso (Olsen *et al.*, 2016; Pfeil & DeCamp, 2009; Vezzoni *et al.*, 2022).

Estas deformidades, quando presentes no fêmur, tíbia ou fíbula, colocam em risco o joelho, em especial das articulações femorotibial e patelofemoral, devido ao mau alinhamento dos ossos. Tal facto provoca *stress* patológico no espaço articular, o que poderá levar ao aumento do risco de alterações degenerativas. O valgo tibial proximal, apresenta sequelas de doença do ligamento cruzado cranial, luxação da patela e de osteocondrite dissecante do côndilo lateral do fêmur, que se associa também à presença de valgo femoral distal (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

A abordagem clínica precoce, por meio de imagiologia radiográfica ou tomografia computadorizada, para avaliação do eixo mecânico e anatómico, permite detetar alterações no alinhamento dos ossos e implementar medidas de correção. O tratamento permite evitar consequências como a alteração de marcha, degeneração precoce da cartilagem articular e alterações nos tecidos moles envolventes (Lee *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2019).

O osso tem um crescimento dinâmico regulado por múltiplos fatores homeostáticos, em especial a estimulação mecânica. Segundo a teoria de Wolff, a aplicação de cargas externas relaciona-

se com a capacidade de formação óssea e adaptabilidade da sua arquitetura, estando dependendo da direção, intensidade e repetibilidade das forças (Huiskes, 2000; Pearson & Lieberman, 2004; Teichtahl *et al.*, 2015).

Estas alterações relacionam-se ainda com as forças aplicadas no osso em crescimento, seguindo a Lei de Hueter-Volkmann. Segundo esta regra ortopédica do crescimento ósseo, proposta por Carl Hueter e Richard von Volkmann, as forças de compressão retardam o crescimento ósseo longitudinal a partir das placas de crescimento, devido à vasoconstrição local. O insuficiente aporte sanguíneo na zona de proliferação dos condrócitos, diminui o número de mitoses sucessivas e a deposição de condrócitos maduros. Por outro lado, as forças de tração ou a diminuição da força de carga, estimulam o crescimento ósseo nesse mesmo local. Esta lei pode ainda ser apoiada pela teoria de modelagem condral de Frost, que afirma que o crescimento epifisário diminui com altas forças de compressão, mas aumenta quando a esta é moderada (Hamrick, 1999; Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Considerando as duas leis descritas, conclui-se, em termos biomecânicos, que, quando há uma maior aplicação de cargas na placa de crescimento o desenvolvimento ósseo está diminuído. Contudo, como existe uma aplicação elevada de forças, a zona cortical encontra-se mais espessada, estando assim mais preparada para continuar a receber a estimulação mecânica. Tal acontecimento deve-se à remodelação óssea. Inversamente, quando há aumento da força de tração, o desenvolvimento ósseo vai estar acelerado, mas a zona cortical diminuída. Isto acontece porque os mecanismos homeostáticos entram em estado catabólico e a remodelação óssea é quase nula, o que faz com que o osso esteja apenas preparado para receber as poucas cargas a que é sujeito (Huiskes, 2000; Olsen *et al.*, 2016; Pearson & Lieberman, 2004; Teichtahl *et al.*, 2015; Vezzoni *et al.*, 2022)

O alinhamento ósseo é um fator importante para a densidade mineral óssea (DMO), próxima das articulações. Por exemplo, quando existe varo tibial há maior DMO na cortical medial e quando existe valgo há maior DMO na cortical lateral (Teichtahl *et al.*, 2015).

Existem variações na conformação óssea nas diversas raças de cães, mas as alterações nos cães puros de Pastor Alemão (PA), são notáveis e frequentemente observam-se variações na inclinação e curvatura do dorso e na angulação dos membros pélvicos. Os efeitos colaterais na saúde musculoesquelética nos animais em desenvolvimento ósseo, conduzem a uma mecânica de marcha dos membros pélvicos, considerada não saudável, e a uma má distribuição das forças articulares, o que pode resultar em claudicação, dor e osteoartrite (Humphries *et al.*, 2020; Vezzoni *et al.*, 2022).

O diagnóstico passa por uma criteriosa avaliação de imagens radiológicas, em plano sagital e frontal, e por imagens de tomografia computadorizada (TC), na qual se consegue avaliar a estrutura óssea em três dimensões (3D). Posteriormente, com a ajuda de aplicações de planeamento veterinárias especializadas, determinam-se os ângulos dos membros para comparação com os valores descritos. Importa realçar que a nomenclatura utilizada atualmente na Medicina Veterinária deriva da literatura da Medicina Humana (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Para determinação das deformidades relacionadas com o fêmur, deve-se ter em especial atenção ao ângulo anatómico femoral lateral distal (aLDFA, do Inglês *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*, Figura 3), no plano frontal, seguindo os valores de referência de $94,0 \pm 3,3$ o, para PA. A presença de valgo femoral distal é validada a partir de valores menores que $94,0$ o e com a presença de marcha alterada. Para a medição dos ângulos tibiais, o que se encontra descrito, é o ângulo mecânico tibial medial proximal (mMPTA, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*, Figura 4), com os valores de referência de $93,3 \pm 1,78$ o, para cães de grande porte. Quando verificados valores acima do referido, é indicativo a existência de patologia valgo tibial proximal (Aghapour *et al.*, 2021; Dismukes *et al.*, 2007, 2008; Olsen *et al.*, 2016; Tomlinson *et al.*, 2007; Vezzoni *et al.*, 2022).

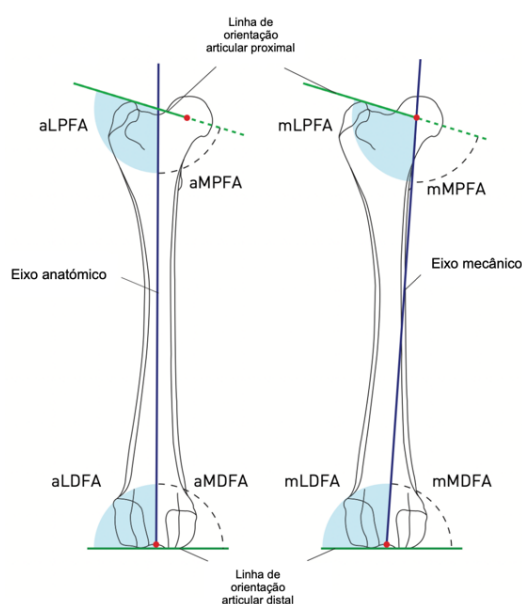


Figura 3 – Nomenclatura utilizada para descrever os ângulos femorais com base no eixo anatômico e mecânico, no plano frontal, definidos por Dror Paley. Ângulo anatómico femoral lateral proximal (**aLPFA**, do Inglês *anatomic Latero-Proximal Femoral Angle*); ângulo anatómico femoral lateral distal (**aLDFA**, do Inglês *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*); ângulo anatómico femoral medial proximal (**aMPFA**, do Inglês *anatomic Medio-Proximal Femoral Angle*); ângulo anatómico femoral medial distal (**aMDFA**, do Inglês *anatomic Medio-Distal Femoral Angle*); ângulo mecânico femoral lateral proximal (**mLPFA**, do Inglês *mechanical Latero-Proximal Femoral Angle*); ângulo mecânico femoral lateral distal (**mLDFA**, do Inglês *mechanical Latero-Distal Femoral Angle*); ângulo mecânico femoral medial proximal (**mMPFA**, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Femoral Angle*); ângulo mecânico femoral medial distal (**mMDFA**, do Inglês *mechanical Medio-Distal Femoral Angle*) (Adaptado de Paley, 2002).

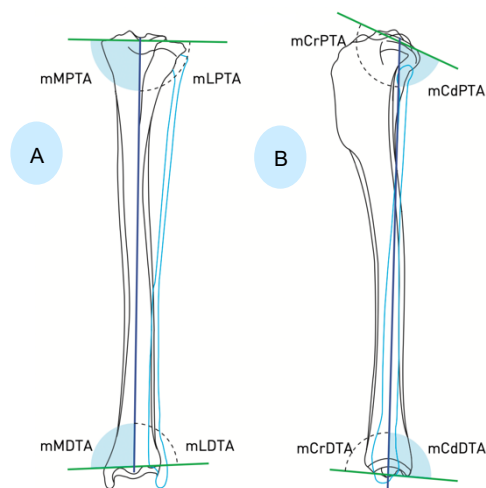


Figura 4 – Nomenclatura utilizada para descrever os ângulos tibiais com base no eixo mecânico, no plano frontal (A) e sagital (B), definidos por Dror Paley. Ângulo mecânico tibial lateral proximal (**mLPTA**, do Inglês *mechanical Latero-Proximal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial lateral distal (**mLDTA**, do Inglês *mechanical Latero-Distal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial medial proximal (**mMPTA**, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial medial distal (**mMDTA**, do Inglês *mechanical Medio-Distal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial cranial proximal (**mCrPTA**, do Inglês *mechanical Cranio-Proximal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial cranial distal (**mCrDTA**, do Inglês *mechanical Cranio-Distal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial caudal proximal (**mCdPTA**, do Inglês *mechanical Caudo-Proximal Tibial Angle*); ângulo mecânico tibial caudal distal (**mCdDTA**, do Inglês *mechanical Caudo-Distal Tibial Angle*) (Adaptado de Paley, 2002).

Partindo do mesmo princípio das leis anteriormente descritas, a técnica cirúrgica de tratamento indicada nos animais em crescimento, isto é, com idades compreendidas entre os três e os seis meses, é a epifisiodese. Utilizada em crianças, desde 1949, como correção progressiva das deformidades de *genu varum* e *genu valgum*. Baseia-se no encerramento, temporário ou permanente, do lado da placa epifisária no qual existem forças de tração. Estimulando o aumento do crescimento ósseo na zona da placa contralateral, por diminuição das forças compressão (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Estudos realizados em 2016 por Olsen *et al.*, no tratamento de 19 cães em crescimento, com valgo tibial proximal, revelam a importância da idade no momento da cirurgia e as reavaliações pós-cirúrgicas, como fatores fulcrais para o sucesso desta técnica, em animais com idades entre os três e os seis meses (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

As osteotomias corretivas, como tratamento cirúrgico para as deformidades angulares, estão mais desenvolvidas atualmente, mas exigem uma formação avançada por parte do cirurgião e são técnicas mais invasivas. Estas poderão ser aplicadas em animais cuja maturidade óssea foi atingida, aos quais a epifisiodese não está indicada, ou quando o encerramento das placas epifisárias não teve sucesso (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Neste estudo de caso clínico será descrita a epifisiodese bilateral dos membros pélvicos para correção de desvios angulares, em específico do valgo femoral e tibial, em PA.

2. Apresentação do caso

Este estudo obteve o parecer favorável da Comissão de Ética da Escola Universitária Vasco da Gama (parecer nº 16/2023).

No dia três de Outubro de 2023, o Kyon apresentou-se à consulta com cinco meses, de raça PA com 20,5 quilogramas (kg), referenciado do Centro Veterinário de Famalicão, com protocolo vacinal e de desparasitação regularizados.

A tutora, profissional da área de veterinária, referiu um histórico de dificuldade na marcha, relutância ao exercício com sucessivas paragens durante a corrida e sem claudicação.

Ao exame físico, o Kyon apresentava os parâmetros dentro dos valores normais. No entanto, no exame ortopédico, o animal demonstrava uma marcha e postura alteradas dos membros pélvicos. Verificou-se a lateralização dos metatarsos, com os dedos mais abertos, próximos de uma posição plantígrada. Além disso, demonstrava junção medial dos tornozelos, que com o movimento embatiam constantemente um no outro, comprometendo a mecânica da locomoção. Não sendo ergonómico para o animal, tal condição justificava a corrida intercalada com o sentar. Estes sinais eram compatíveis com valgo tibial proximal e torção tibial, com alguma rotação metatarsal secundária.

2.1. Exames imagiológicos de Diagnóstico

Para a avaliação das radiografias foi necessária a obtenção de imagens num plano sagital e frontal, de ambos os membros, com um bom posicionamento. A medição dos ângulos de alinhamento do fémur e da tíbia deve ser metódica e padronizada, de forma a facilitar a comparação com os ângulos descritos atualmente. Para determinar a presença de deformidades angulares, considera-se o valor do grau e o plano ortogonal (Dismukes *et al.*, 2007, 2008; Swanson *et al.*, 2012; Tomlinson *et al.*, 2007).

Assim, no dia três de outubro de 2022, através da aplicação vPop^{PRO}® (*Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning*), foram calculados os seguintes ângulos das radiografias:

- **mLPFA** – 102,1 ° no membro pélvico direito (MPD) e 107,7 ° no membro pélvico esquerdo (MPE) (Figura 5);
- **mLDFA** – 94,2 ° no MPD e 93,0 ° no MPE (Figura 5);
- **aLPFA** – 108,0 ° no MPD e 110,7 ° no MPE (Figura 6);
- **aLDFA** – 89,7 ° no MPD e 91,6 ° no MPE (Figura 6);
- **mCdPTA** – 68,0 ° no MPD (Figura 7);
- **mCdDTA** – 107,0 ° no MPD (Figura 7);
- **mMPTA** – 101,0 ° no MPD e 101,3 ° no MPE (Figura 8);
- **mMDTA** – 98,8 ° no MPD e 98,5 ° no MPE (Figura 8).

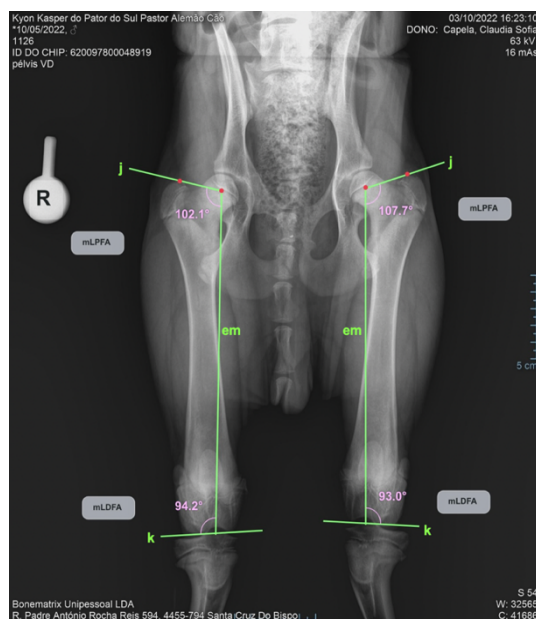


Figura 5 - Ângulos femorais do eixo mecânico em plano frontal do Kyon (original). O eixo mecânico (**em**), é traçado entre o centro da cabeça femoral (centro da articulação femoral proximal) e a fossa intercondilar femoral (centro da articulação femoral distal). A linha de orientação da articulação proximal (**j**), é traçada entre o centro da cabeça femoral e a ponta proximal do grande trocânter. A linha de orientação da articulação distal (**k**), é traçada entre as duas concavidades distais dos côndilos femorais. Após a obtenção de todos os traçados, consegue-se obter dois ângulos essenciais para a determinação das deformidades, o ângulo mecânico femoral lateral proximal (**mLPFA**, do Inglês *mechanical Latero-Proximal Femoral Angle*) e o ângulo mecânico femoral lateral distal (**mLDFA**, do Inglês *mechanical Latero-Distal Femoral Angle*) (Tomlinson *et al.*, 2007; Vezzoni *et al.*, 2022).

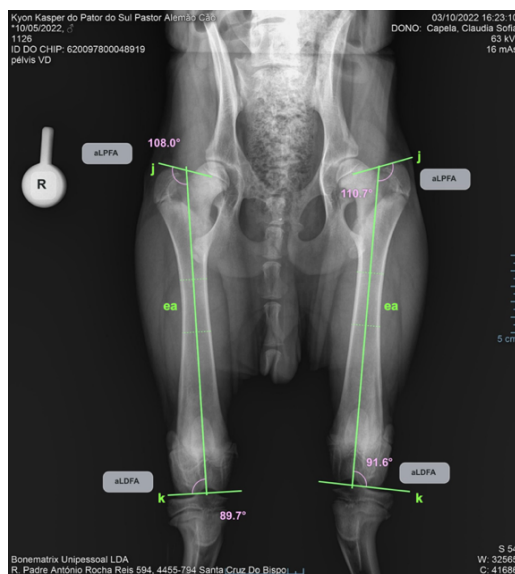


Figura 6 - Ângulos femorais do eixo anatómico em plano frontal do Kyon (original). O eixo anatómico (**ea**), é traçado após a fixação dos pontos médios entre as corticais medial e lateral do fêmur a metade (50%) e a um terço (33%) do seu comprimento. A linha de orientação da articulação proximal (**j**), é traçada entre o centro da cabeça femoral e a ponta proximal do grande trocânter. A linha de orientação da articulação distal (**k**), é traçada entre as duas concavidades distais dos côndilos femorais. Após a obtenção de todos os traçados, consegue-se obter dois ângulos essenciais para a determinação das deformidades, o ângulo anatómico femoral lateral proximal (**aLPFA**, do Inglês *anatomic Latero-Proximal Femoral Angle*) e o ângulo anatómico femoral lateral distal (**aLDFA**, do Inglês *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*) (Tomlinson *et al.*, 2007; Vezzoni *et al.*, 2022).

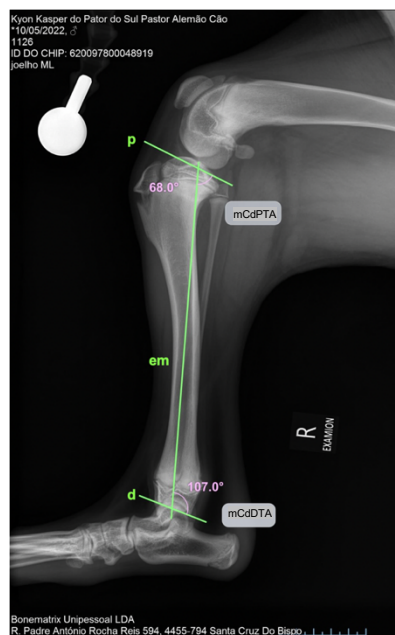


Figura 7 - Ângulos tibiais em plano sagital do membro pélvico direito do Kyon (original). O eixo mecânico (**em**), é traçado entre o centro do platô tibial (centro da superfície articular tibial proximal) e o centro da tróclea (centro da superfície articular tibial distal). A linha de orientação articular da tibia proximal (**p**), é traçada entre os bordos cranial e caudal do platô tibial. A linha de orientação articular da tibia distal (**d**), é traçada entre as corticais cranial e caudal da tibia mais distais. Após a obtenção de todos os traçados, consegue-se obter dois ângulos essenciais para a determinação das deformidades, o ângulo mecânico caudo-proximal da tibia (**mCdPTA**, do Inglês *mechanical Caudo-Proximal Tibial Angle*) e o ângulo mecânico caudo-distal da tibia (**mCdDTA**, do Inglês *mechanical Caudo-Distal Tibial Angle*) (Dismukes *et al.*, 2008; Olsen *et al.*, 2016).



Figura 8 - Ângulos tibiais em plano frontal do membro pélvico direito do Kyon (original). O eixo mecânico (**em**), é traçado entre o ponto médio das duas tuberosidades intercondilares (centro da superfície articular tibial proximal) e a borda caudal convexa da cóclea da tibia, no ponto médio entre os maléolos medial e lateral (centro da superfície articular tibial distal). A linha de orientação articular da tibia proximal (**p**), é traçada entre as concavidades distais medial e lateral dos côndilos tibiais. A linha de orientação articular da tibia distal (**d**), é traçada entre as concavidades proximais medial e lateral da cóclea tibial. Após a obtenção de todos os traçados, consegue-se obter dois ângulos essenciais para a determinação das deformidades, o ângulo mecânico médio-proximal da tibia (**mMPTA**, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*) e o ângulo mecânico médio-distal da tibia (**mMDTA**, do Inglês *mechanical Medio-Distal Tibial Angle*) (Dismukes *et al.*, 2007; Olsen *et al.*, 2016).

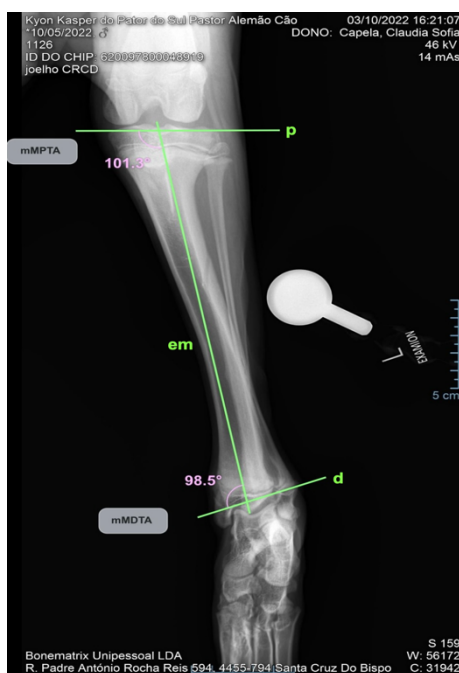


Figura 9 - Ângulos tibiais em plano frontal do membro pélvico esquerdo do Kyon (original). O eixo mecânico (**em**), é traçado entre o ponto médio das duas tuberosidades intercondilares (centro da superfície articular tibial proximal) e a borda caudal convexa da cóclea da tibia, no ponto médio entre os maléolos medial e lateral (centro da superfície articular tibial distal). A linha de orientação articular da tibia proximal (**p**), é traçada entre as concavidades distais medial e lateral dos côndilos tibiais. A linha de orientação articular da tibia distal (**d**), é traçada entre as concavidades proximais medial e lateral da cóclea tibial. Após a obtenção de todos os traçados, consegue-se obter dois ângulos essenciais para a determinação das deformidades, o ângulo mecânico médio-proximal da tibia (**mMPTA**, do Inglês *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*) e o ângulo mecânico médio-distal da tibia (**mMDTA**, do Inglês *mechanical Medio-Distal Tibial Angle*) (Dismukes *et al.*, 2007; Olsen *et al.*, 2016).

Os ângulos calculados são apresentados na Tabela 1, na qual são ainda indicados os valores de referência. Desta forma, as radiografias e os sinais clínicos apresentados foram suficientes para estabelecer o diagnóstico de:

- Valgo femoral distal = (aLDFA < 94,0 °) foram obtidos valores de 89,7° no MPD e de 91,6° no MPE;
- Valgo tibial proximal = (mMPTA > 93,0 °) foram obtidos valores de 101,0 ° no MPD e 101,3° no MPE.

Importa sublinhar que os restantes ângulos se encontram alterados como resposta compensatória às deformidades mais proeminentes. Com o tratamento é esperado que os mesmos estejam dentro dos valores de referência, $94,0 \pm 3,3^\circ$ de aLDFA, $101,0 \pm 5,0^\circ$ de aLPFA, $97,0 \pm 3,1^\circ$ de mLDFA, $97,0 \pm 4,5^\circ$ de mLPFA, $93,0^\circ$ de mMPTA e $96,0^\circ$ de mMDTA.

No estudo radiográfico obteve-se a confirmação das alterações ósseas referidas com um ligeiro varo tibial distal compensatório e a presença de ligeiro valgo femoral distal. A anca não apresentava alterações.

Estudos apontam que animais com aLDFA (Figura 6) menor que $94,0^\circ$ e mMPTA (Figura 9) excessivo (Tabela 1), juntamente com sinais clínicos compatíveis com valgo femoral e tibial, são candidatos a epifisiodesse medial do fémur distal e da tibia proximal (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*,

2022). Os valores de aLDFA inferiores a 90,0 °, com ou sem sinais clínicos, são indicativos de valgo femoral (Petazzoni & Jaeger, 2008).

Tabela 1 – Valores de referência (Aghapour *et al.*, 2021; Dismukes *et al.*, 2007, 2008; Tomlinson *et al.*, 2007) e valores obtidos dos ângulos articulares do Kyon, em graus (°).

Ângulos	Valores de Referência (°)	Valores do Caso Clínico – Kyon (°)	
		MPD	MPE
aLDFA	94,0 ± 3,3	89,7	91,6
aLPFA	101,0 ± 5,0	108,0	110,7
mLDFA	97,0 ± 3,1	94,2	93,0
mLPFA	97,0 ± 4,5	102,1	107,7
mMPTA	93,0*	101,0	101,3
mMDTA	96,0*	98,8	98,5

*valores de referência obtidos em animais de médio a grande porte, sem rutura de ligamento cruzado cranial.
MPD = Membro Pélvico Direito. MPE = Membro Pélvico Esquerdo.

2.2.Tratamento Cirúrgico

Considerando o diagnóstico, era necessário efetuar o alinhamento ósseo e articular precoce para que não existam lesões secundárias às deformidades ao longo do crescimento do animal (Lee *et al.*, 2020; Liu *et al.*, 2019).

Com a técnica escolhida consegue-se resolver as deformidades existentes no plano frontal (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022), mas abdica-se da correção da torção tibial. Para haver correção total dos defeitos, ter-se-ia de optar por osteotomias, tanto do fémur distal como da tíbia proximal. Estas não estão completamente fora do plano de tratamento, uma vez que o animal poderá necessitar de outras intervenções com o avançar da idade.

A cirurgia ocorreu no dia 20 de Outubro de 2022. O animal, com cinco meses e dez dias, pesava 24 kg. Como pré-medicação foi administrada metadona (0,1 - 0,5 miligramas (mg)/kg, intramuscular [IM]), com uma dose de 0,9 mililitros (mL), e medetomidina (5 – 20 microgramas (µg)/kg, IM), com uma dose de 0,1 mL (Allerton, 2020).

Procedeu-se à colocação de cateter, com todos os cuidados de assepsia, e à indução com diazepam (0,2 – 0,5 mg/kg, intravenoso [IV]), com uma dose de 0,9 mL, e propofol (com pré-medicação, 2 - 4 mg/kg, IV) (Allerton, 2020). Após a intubação endotraqueal, a anestesia foi mantida com anestesia volátil de Isoflurano a 1% em oxigénio e ar com uma fração inspirada de O₂ de 60%.

Trinta minutos antes do início da cirurgia, foi administrado antibiótico pré-operatório, cefazolina (22 mg/kg, IV), com uma dose de 5,2 mL. A mesma dose foi repetida duas vezes no decorrer da cirurgia, com um intervalo de tempo de 90 minutos (Cagnardi *et al.*, 2018).

2.2.1. Técnica Cirúrgica de Epifisiodese

A técnica descrita foi executada em ambos os membros pélvicos.

Após a tricotomia ampla do membro, lavagem com clorexidina e assepsia, o animal foi colocado em decúbito dorsal na mesa cirúrgica. O acesso cirúrgico medial do fêmur distal e da tíbia proximal, foi realizado segundo descrito no Atlas de Acessos Cirúrgicos de Piermattei (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Uma vez efetuada a incisão cutânea, desbridou-se o tecido subcutâneo e identificaram-se os músculos a retrair para exposição ao osso. Com a ajuda de afastadores de Gelpi, rebateu-se o músculo sartório, as fáscias musculares caudais no sentido caudal e as fáscias musculares craniais no sentido cranial, para visualização do fêmur distal. Na tíbia proximal, o acesso foi efetuado através da retração da inserção dos músculos sartório, *gracilis* e semitendinoso, comumente denominado de *pes anserinus*, sob os quais se identifica o ligamento colateral medial (Karami *et al.*, 2021; Olsen *et al.*, 2016; Picavet *et al.*, 2019; Vezzoni *et al.*, 2022).

Com a ajuda de três agulhas hipodérmicas finas (25 Gauge [G]), identificou-se a placa de crescimento femoral distal medial, a articulação femorotibial e a placa de crescimento tibial proximal medial. Estas serviram para orientar a posição do implante. Pode-se confirmar a correta localização com ajuda da fluoroscopia ou de radiografias intra-cirúrgicas (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Utilizou-se uma placa em T com seis orifícios, do Sistema Carmelo®, cortada e moldada à superfície óssea, posicionada com um fio de Kirschner. No fêmur distal, foi fixada com dois parafusos bloqueados monocorticais (um na epífise e outro na metáfise femoral) ficando a placa de crescimento entre ambos. Na tíbia proximal, a fixação foi efetuada com três parafusos bloqueados monocorticais (dois na epífise e um na metáfise tibial). No final o fio de Kirschner foi removido (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Foi realizado o encerramento de rotina das fáscias musculares, tecido subcutâneo e pele, com monofilamento sintético absorvível (Monosyn®).

Após o final da cirurgia foram realizadas radiografias para confirmar do posicionamento dos implantes (Figura 10).

Durante o recobro, administrou-se o anti-inflamatório não esteroide (AINE), meloxicam (dose inicial 0,2 mg/kg, subcutâneo [SC]).

Como recomendações de alta médica, foi indicada a administração de antibiótico cefalexina (22 mg/kg, Oral [PO, do Latim *Per Os*]), de 12 em 12 horas (BID, do Latim *Bis In Die*, duas vezes por dia), durante 12 dias. Como anti-inflamatório, robenacoxib (0,1 mg/kg, PO), de 24 em 24 horas (SID, do Latim *Semel In Die*, uma vez por dia), durante sete dias. Em caso de emergência, foi prescrito paracetamol (10 – 20 mg/kg, PO), BID (Allerton, 2020). A redução da atividade física durante quatro semanas, com passeios à trela ou numa área restrita.

A morbidade desta técnica cirúrgica é extremamente baixa e por isso, o animal consegue retornar à sua atividade normal quase imediatamente após a cirurgia. O repouso, nestes casos, não pode ser absoluto, é necessário existir forças de tração, exercidas durante o movimento, para a estimulação do crescimento ósseo lateral (Hamrick, 1999; Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

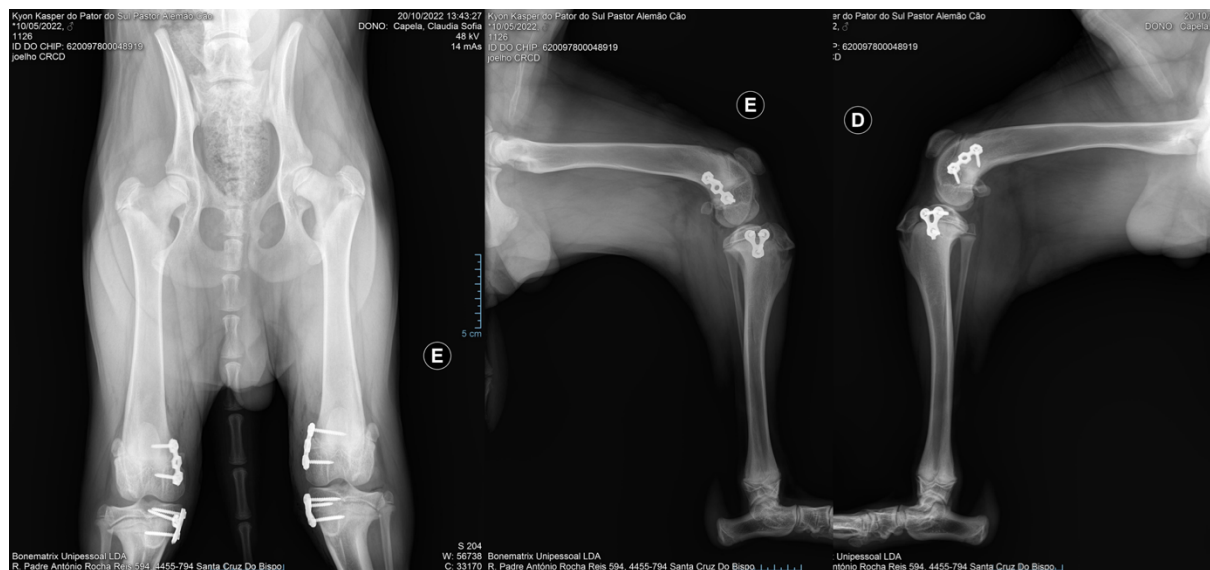


Figura 10 – Radiografias do pós-operatório imediato (original), após aplicação de placa de Sistema Carmelo© cortada, para epifisiodese femoral distal medial e tibial proximal medial, no Kyon.

2.3. Controlos pós cirúrgico

Foi pedido à tutora o acompanhamento imagiológico semanal para avaliação e medição dos ângulos, assim como o exame visual da marcha e da postura dos membros. Nas imagens radiográficas obtidas durante os dois meses de controlo, é notória a progressão gradual positiva, em especial aLDFA e mMPTA (Tabela 2) (Dismukes *et al.*, 2007; Olsen *et al.*, 2016; Tomlinson *et al.*, 2007; Vezzoni *et al.*, 2022). Todos os exames clínicos de controlo foram avaliados pelo cirurgião, seguindo como base as mesmas regras de medição utilizada na medicina humana.

Para o bom posicionamento e relaxamento muscular do animal durante os exames imagiológicos, foi realizada sedação com medetomidina (5 – 20 µg/kg, IM) e butorfanol (0,2 – 0,5 mg/kg, IM) (Allerton, 2020).

Tabela 2 – Valores obtidos dos ângulos articulares essenciais, durante as semanas de controlo radiográfico do Kyon, em graus (°).

Ângulos	aLDFA (°)		mMPTA (°)	
	MPD	MPE	MPD	MPE
7 dias FU	91,7	92,9	96,6	99,7
14 dias FU	92,8	94,2	95,3	97,6
21 dias FU	93,8	94,3	94,6	94,1
28 dias FU	94,4	97,5	91,5	93,4
34 dias FU	-	-	89,8	88,4
54 dias FU	-	-	85,9	83,3

aLDFA = *anatomic Latero-Distal Femoral Angle*. mMPTA = *mechanical Medio-Proximal Tibial Angle*. MPD = Membro Pélvico Direito. MPE = Membro Pélvico Esquerdo. FU = Follow Up.

Com a evolução de aLDFA (Figuras 11 e 12), próximo dos valores de referência (Tabela 1), 93,8 ° no MPD e 94,3 ° no MPE, foi tomada a decisão da remoção das placas femorais, no dia dez de Novembro de 2022. Verificou-se, uma semana após a inexistência de *rebound* femoral, uma vez que aLDFA aumentou e não regrediu (Tabela 2) (Corominas-Frances *et al.*, 2015; Tomlinson *et al.*, 2007).

A remoção total dos implantes, realizada no dia 13 de Dezembro de 2022, seguiu os mesmos acessos que a técnica cirúrgica.

Apesar de terem sido obtidos valores de mMPTA próximos dos de referência (Figuras 13 e 14), no dia 17 de Novembro de 2022, a tíbia apresentou maior probabilidade de *rebound*, ou seja, de regressão. Por esse mesmo motivo, mMPTA deve atingir um valor menor que o de referência, entre cinco a dez graus (Corominas-Frances *et al.*, 2015).

Devido à falta de radiografias femorais para avaliação final do caso, foi aconselhado à tutora a realização de novos exames aquando da maturidade óssea do animal, perto de um ano de idade.

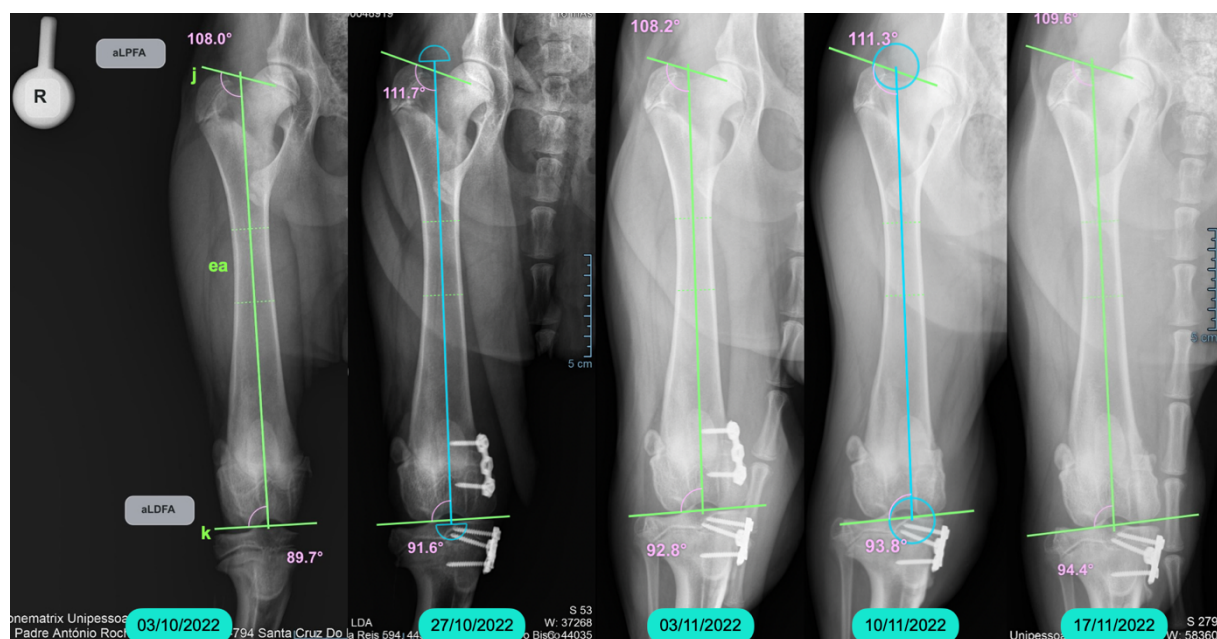


Figura 11 – Sequência radiográfica temporal do fêmur para avaliação de aLDFA, no MPD do Kyon.

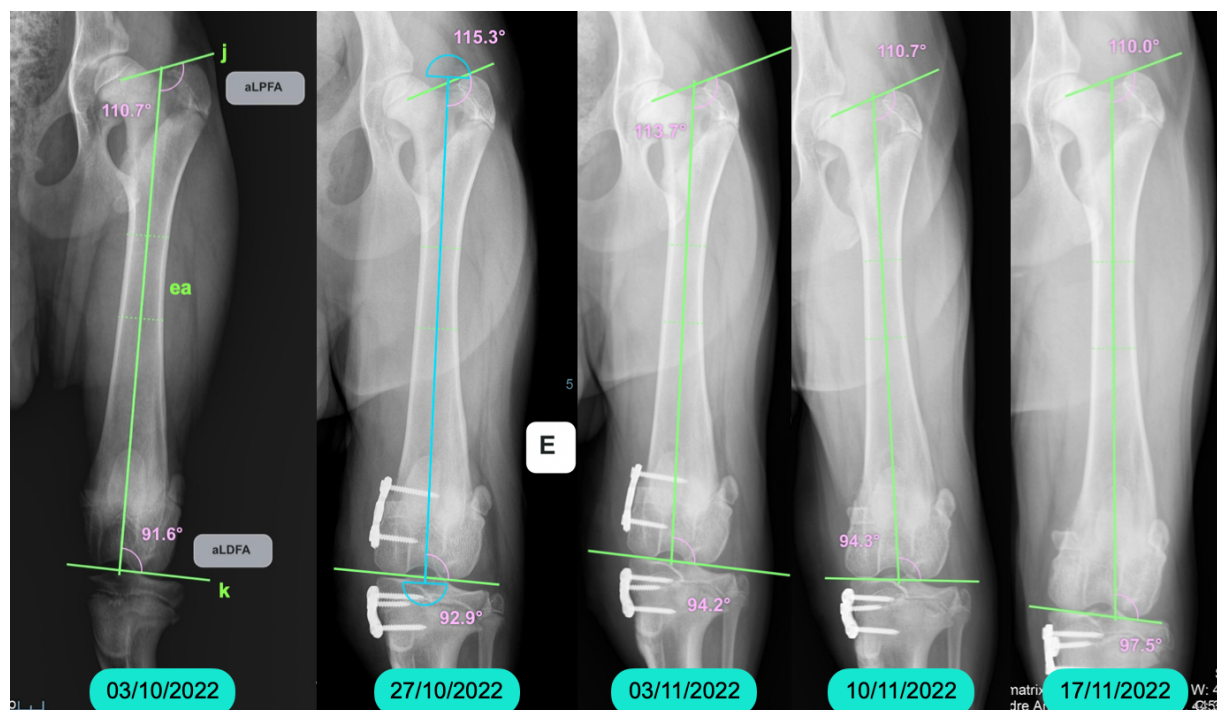


Figura 12 – Sequência radiográfica temporal do fêmur para avaliação de aLDFA, no MPE do Kyon.

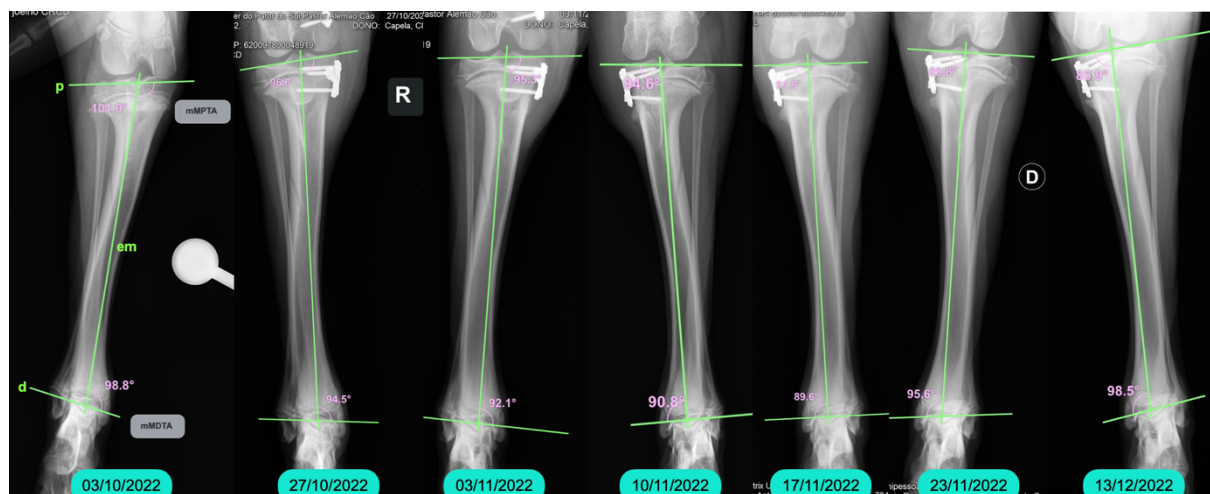


Figura 13 – Sequência radiográfica temporal da tíbia para avaliação de mMPTA, no MPD do Kyon.

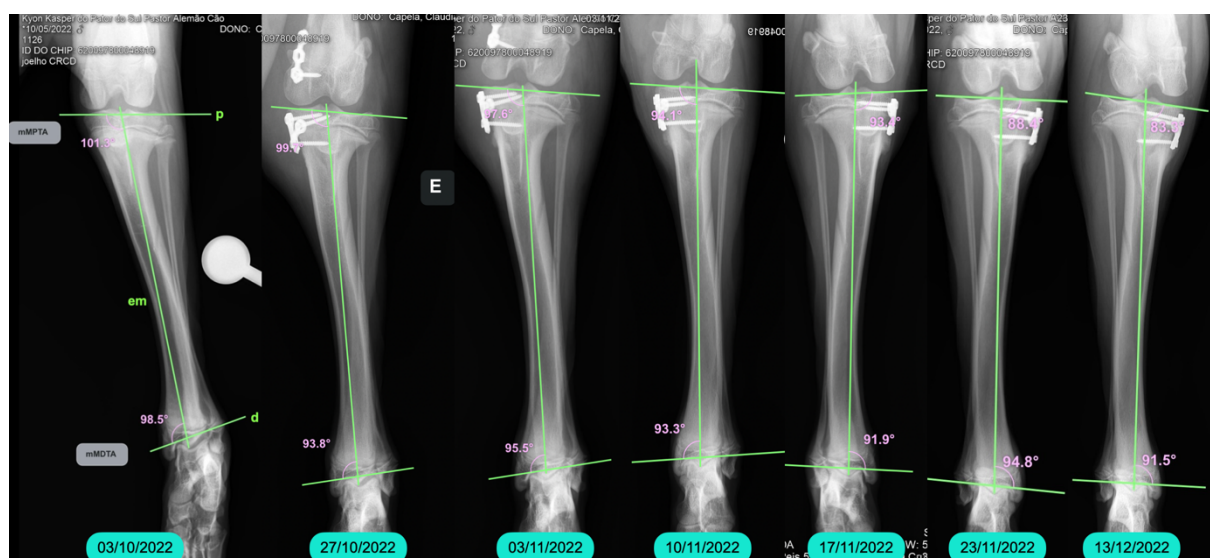


Figura 14 – Sequência radiográfica temporal da tíbia para avaliação de mMPTA, no MPE do Kyon.

3. Discussão

A epifisiodesse é considerada uma técnica mínima invasiva, que prioriza ao máximo a manutenção da vascularização local com o menor dano possível durante todo o procedimento. Comparativamente com outras técnicas utilizadas para o tratamento de deformidades, é de fácil execução e tem uma ação preventiva de cirurgias mais invasivas, como as osteotomias, em animais adultos. Ao longo dos tempos tem demonstrado ser uma técnica de tratamento efetiva para correção de valgo femoral distal e tibial proximal (Dos *et al.*, 2016; Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Tendo como base os pilares que definem a Lei de Hueter-Volkmann, a epifisiodesse, neste caso, aumenta a compressão medial, onde existe maior tração, o que leva à inibição do crescimento longitudinal. Partindo do princípio que é temporária, após a remoção dos implantes é esperado que o crescimento linear normal continue (Olsen *et al.*, 2016; Pfeil & DeCamp, 2009; Vezzoni *et al.*, 2022).

A idade de intervenção cirúrgica é determinante para o sucesso do procedimento. A fusão das placas de crescimento acontece, para a tibia e o fêmur, entre os seis ou oito meses, respetivamente, até aos 11 meses. Os animais próximos de atingir a maturidade óssea não beneficiam desta técnica, uma vez que o crescimento ósseo é residual e insuficiente, não permitindo a correção das deformidades (Dos *et al.*, 2016; Olsen *et al.*, 2016; Picavet *et al.*, 2019; Vezzoni *et al.*, 2022).

Mesmo perante animais que estejam dentro do intervalo de idade favorável para a utilização do procedimento, este não deve ser adiado pelo risco de progressão da doença e de problemas articulares consequentes (Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

As vantagens da epifisiodesse como tratamento cirúrgico de correção do valgo femoral distal e tibial proximal, em animais em desenvolvimento ósseo, incluem: (1) técnica menos invasiva; (2) baixa morbilidade; (3) poucos cuidados pós-cirúrgicos; e (4) rápido retorno à atividade física normal. Neste caso, a técnica mostrou ser segura, efetiva e sem complicações intra e pós-cirúrgicas (Dos *et al.*, 2016; Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

Apesar de simples, o tratamento exige controlos periódicos rigorosos devido a problemas como a ausência/falha na correção, do excesso de correção ou do *rebound* do crescimento.

O *rebound* consiste na regressão da deformidade após a remoção dos implantes, o que pode implicar futuras intervenções cirúrgicas. Este fenómeno não está muito descrito na medicina veterinária, mas considera-se que os animais com maiores deformidades estejam mais predispostos. Como prevenção é aconselhado um excesso na correção, no mínimo de cinco a dez graus, tendo em consideração o risco de deformidade iatrogénica caso não exista *rebound*. Os estudos consultados apontam para uma maior predisposição tibial do que femoral (Corominas-Frances *et al.*, 2015; Olsen *et al.*, 2016; Vezzoni *et al.*, 2022).

O valor de aLDFA, no momento de remoção dos implantes, de 93,8 ° no MPD e 94,3 ° no MPE, cumprem os estabelecidos no planeamento cirúrgico e estão dentro dos valores de referência para PA, de $94 \pm 3,3$ °. Com estes dados pode-se considerar que a correção do valgo femoral distal foi corrigido, e não foi evidenciado *rebound*, ao fim de sete dias após a remoção. É notório um sobrecrecimento e um aumento dos ângulos no último controlo femoral, o que pode ser indicativo de atraso no momento da remoção (Kara *et al.*, 2018; Tomlinson *et al.*, 2007; Vezzoni *et al.*, 2022).

O alinhamento em plano sagital do fêmur não foi estudado, deu-se prioridade à correção no plano frontal, ou seja, do valgo. Assim sendo, não foi possível estabelecer correlação entre esta técnica e outras alterações femorais que possam existir (Vezzoni *et al.*, 2022).

Em relação ao valor de mMPTA, optou-se pela prevenção de *rebound*. Dessa forma removeram-se os implantes mais tarde, após a obtenção de valores de 85,9 ° no MPD e de 83,3 ° no MPE, que cumprem o parâmetro do excesso de correção. Uma das vantagens desta técnica foi a diminuição do ângulo do platô tibial (TPA, do Inglês *Tibial Plateau Angle*), e.g. de 22,0 ° para 13,4 ° no MPD (Figura 15), o que é um fator favorável na prevenção de doenças no ligamento cruzado cranial (Dismukes *et al.*, 2007, 2008; Olsen *et al.*, 2016).

A tutora foi aconselhada a realizar exames radiográficos após o animal completar um ano de vida, mas os mesmo não foram realizados. Desta forma, não é possível ter a certeza que o excesso de correção tibial foi benéfico ou não, e como progrediu o crescimento femoral.

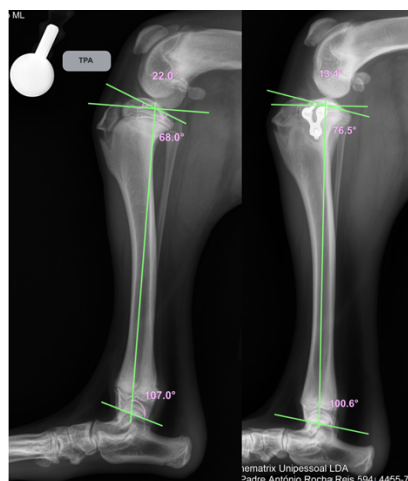


Figura 15 – Ângulo do Platô Tibial (TPA, do Inglês *Tibial Plateau Angle*), em plano sagital do membro pélvico direito, do Kyon.

Conclusões

No caso clínico apresentado, verifica-se que a idade de intervenção ditou o sucesso da técnica de epifisiodesse aplicada em ambos os membros pélvicos. O exame físico e as imagens radiográficas forneceram informação suficiente para a avaliação dos ângulos femorais e tibiais.

Tendo em conta as últimas radiografias, pode-se afirmar que, até ao momento, a técnica revelou ser bem-sucedida pela correção de aLDFA e mMPTA, dentro dos valores de referência. Após atingir a maturidade óssea ainda não foram realizados controlos para conclusão do caso, apesar de aconselhado à tutora.

O caso apresentado é interessante, na medida em que esta técnica é poucas vezes aplicada. Não só pelo fator da idade do animal, mas também pelo rigor exigido aos tutores durante o intervalo de tempo de controlo radiográfico. O prognóstico reservado da técnica leva, na maioria das vezes, à escolha de osteotomias, por parte do tutor, apesar de serem técnicas mais invasivas.

Com o aumento significativo de aLDFA e a redução de mMPTA, conclui-se que esta técnica deverá ser considerada como tratamento precoce de eleição das deformidades de valgo em animais em crescimento. Não foi possível determinar se no final do crescimento as correções efetuadas ainda se mantinham, nem se era necessário corrigir a torção tibial ou a rotação dos tarsos. Deverão ser efetuados mais estudos sobre esta técnica para a avaliação de mMPTA, considerando o *rebound* tibial, e avaliação de outros membros e patologias.

Referências

- Aghapour, M., Bockstahler, B., & Vidoni, B. (2021). Evaluation of the femoral and tibial alignments in dogs: A systematic review. In *Animals* (Vol. 11, Issue 6). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani11061804>
- Allerton, F. (2020). *BSAVA Small Animal Formulary. Part A: Canine and feline* (10th ed.). British Small Animal Veterinary Association.
- Cagnardi, P., DI Cesare, F., Toutain, P. L., Bousquet-Mélou, A., Ravasio, G., & Villa, R. (2018). Population pharmacokinetic study of cefazolin used prophylactically in canine surgery for susceptibility testing breakpoint determination. *Frontiers in Pharmacology*, 9(OCT). <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01137>
- Corominas-Frances, L., Sanpera, I., Saus-Sarrias, C., Tejada-Gavela, S., Sanpera-Iglesias, J., Frontera-Juan, G., & Tejada-Gavela, v S. (2015). Rebound growth after hemiepiphysiodesis. *Bone Joint J*, 97, 862–870. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B6>
- Dismukes, D. I., Tomlinson, J. L., Fox, D. B., Cook, J. L., & Song, K. J. E. (2007). Radiographic measurement of the proximal and distal mechanical joint angles in the canine tibia. *Veterinary Surgery*, 36(7), 699–704. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00323.x>
- Dismukes, D. I., Tomlinson, J. L., Fox, D. B., Cook, J. L., & Witsberger, T. H. (2008). Radiographic measurement of canine tibial angles in the sagittal plane. *Veterinary Surgery*, 37(3), 300–305. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00381.x>
- Dos, L., Mesquita, R., Lopes Muzzi, L. A., Giannico, A. T., Aparecida, R., Muzzi, L., Fonseca Monteiro, J., & Desjardins Brienza, P. (2016). *Proximal Tibial Epiphysiodesis in a Growing Dog*. 44(1), 113.
- Hamrick, M. W. (1999). A Chondral Modeling Theory Revisited. In *J. theor. Biol* (Vol. 201). <http://www.idealibrary.comon>
- Huiskes, R. (2000). If bone is the answer, then what is the question ? In *J. Anat* (Vol. 197).
- Humphries, A., Shaheen, A. F., & Gómez Álvarez, C. B. (2020). Different conformations of the German shepherd dog breed affect its posture and movement. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-73550-x>
- Kara, M. E., Sevil-Kilimci, F., Dilek, Ö. G., & Onar, V. (2018). Proximal and distal alignment of normal canine femurs: A morphometric analysis. *Annals of Anatomy*, 217, 125–128. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2018.02.006>

- Karami, M., Ebrahimpour, A., Keihani, S., Kafiabadi, M. J., & Etemadi, R. (2021). Outcomes of Temporary Hemi-Epiphysiodesis Using a New Device for The Treatment of Pediatric Valgus Knee Deformity: A Preliminary Report. *Archives of Bone and Joint Surgery*, 9(5), 536–542. <https://doi.org/10.22038/abjs.2020.49544.2460>
- Lee, S. W., Lee, K. J., Cho, C. H., Ye, H. U., Yon, C. J., Choi, H. U., Kim, Y. H., & Song, K. S. (2020). Affecting factors and correction ratio in genu valgum or varum treated with percutaneous epiphysiodesis using transphyseal screws. *Journal of Clinical Medicine*, 9(12), 1–12. <https://doi.org/10.3390/jcm9124093>
- Liu, X., Chen, Z., Gao, Y., Zhang, J., & Jin, Z. (2019). High Tibial Osteotomy: Review of Techniques and Biomechanics. In *Journal of Healthcare Engineering* (Vol. 2019). Hindawi Limited. <https://doi.org/10.1155/2019/8363128>
- Olsen, A. M., Vezzoni, L., Ferretti, A., Palmer, R. H., Vezzoni, A., & Duerr, F. (2016). Hemiepiphysiodesis for the correction of proximal tibial valgus in growing dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 29(4), 330–337. <https://doi.org/10.3415/VCOT-15-12-0204>
- Paley, D. (2002). *Principles of Deformity Correction* (1st ed.). Springer Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-59373-4>
- Pearson, O. M., & Lieberman, D. E. (2004). The aging of Wolff's "law": Ontogeny and responses to mechanical loading in cortical bone. In *Yearbook of Physical Anthropology* (Vol. 47, pp. 63–99). <https://doi.org/10.1002/ajpa.20155>
- Petazzoni, M., & Jaeger, G. (2008). *Atlas of Clinical Goniometry and Radiographic Measurements of the Canine Pelvic Limb* (2nd ed.). Merial Italia S.p.A.
- Pfeil, D., & DeCamp, C. (2009). *The Epiphyseal Plate: Physiology, Anatomy, and Trauma. Compendium* (Yardley, PA), 31(8), E1–E12.
- Picavet, P. P., Bouvy, B., Hamon, M., Lefebvre, M., & Balligand, M. (2019). Use of Epiphysiodesis as Treatment for a Proximal Physeal Tibial Fracture in a Dog. *VCOT Open*, 02(01), e55–e59. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1692170>
- Rolian, C. (2020a). Endochondral ossification and the evolution of limb proportions. In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology* (Vol. 9, Issue 4). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/wdev.373>

- Rolian, C. (2020b). Endochondral ossification and the evolution of limb proportions. In *Wiley Interdisciplinary Reviews: Developmental Biology* (Vol. 9, Issue 4). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/wdev.373>
- Swanson, E. A., Tomlinson, J. L., Dismukes, D. I., & Fox, D. B. (2012). Measurement of Femoral and Tibial Joint Reference Angles and Pelvic Limb Alignment in Cats. *Veterinary Surgery*, 41(6), 696–704. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.00996.x>
- Teichtahl, A. J., Wluka, A. E., Wijethilake, P., Wang, Y., Ghasem-Zadeh, A., & Cicuttini, F. M. (2015). Wolff's law in action: A mechanism for early knee osteoarthritis. In *Arthritis Research and Therapy* (Vol. 17, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13075-015-0738-7>
- Tomlinson, J., Fox, D., Cook, J. L., & Keller, G. G. (2007). Measurement of femoral angles in four dog breeds. *Veterinary Surgery*, 36(6), 593–598. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00309.x>
- Vezzoni, L., Forzisi, I., Ferretti, A., & Vezzoni, A. (2022). Hemiepiphysiodesis for the Correction of Distal Femoral Valgus in Growing Dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 35(2), 112–118. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1736381>