

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

TAINARA MICAELE BEZERRA PEIXOTO

**ESTUDO DE CONTROLE SOBRE A EFICÁCIA E SEGURANÇA DO
SISTEMA EVOLIG NO TRATAMENTO DA RUPTURA DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL EM CÃES**

CAMPOS DOS GOYTACAZES
Março - 2024

TAINARA MICAELE BEZERRA PEIXOTO

**ESTUDO DE CONTROLE SOBRE A EFICÁCIA E SEGURANÇA DO
SISTEMA EVOLIG NO TRATAMENTO DA RUPTURA DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL EM CÃES**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito
para obtenção do título de Doutora em
Ciência Animal, na área de Concentração
de Sanidade Animal.

ORIENTADOR: Prof. Dr. André Lacerda de Abreu Oliveira

Campos dos Goytacazes
Março - 2024

TAINARA MICAEL BEZERRA PEIXOTO

**ESTUDO DE CONTROLE SOBRE A EFICÁCIA E SEGURANÇA DO
SISTEMA EVOLIG NO TRATAMENTO DA RUPTURA DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL EM CÃES**

Tese apresentado ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como requisito
para obtenção do título de Doutora em
Ciência Animal, na área de Concentração
de Sanidade Animal.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Paula Gebe de Abreu Cabral

Profa. Dra. Paula Alessandra Di Filippo

Dr. Renato Moran Ramos

Prof. Dr. André Lacerda de Abreu Oliveira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me permitir concluir este grande desafio. Por vezes, rezei pedindo para que ele guiasse o meu caminho e o ensino surgiu como um dos meus propósitos de vida.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. André Lacerda, por todo o incentivo durante esta caminhada e pelas palavras sempre gentis nas inúmeras adversidades. Agradeço, também, à banca avaliadora, pela disponibilidade em contribuir de forma assertiva na melhoria desta tese.

Agradeço a todos os colegas que contribuíram e estiveram presentes durante esta jornada, dividindo cafés, risadas, momentos turbulentos, mas, acima de tudo, estiveram unidos e servindo como uma mão amiga para que tudo ocorresse de forma mais leve.

Agradeço ao meu cônjuge pelo apoio e paciência em toda minha jornada acadêmica, parte desta vitória também é mérito seu. Agradeço à minha família que mesmo distante me apoiou e se orgulhou dos caminhos que trilhei.

Por fim, agradeço à UENF por ter me acolhido durante o mestrado e o doutorado e por ter se tornado minha segunda casa. Boa parte da minha formação cirúrgica e como professora devo a esta universidade. Agradeço, também, a todos os professores que contribuíram para o meu crescimento e a todos os servidores que, dia a dia, estão promovendo ciência.

RESUMO

A doença do ligamento cruzado cranial (DLCCr) é a causa mais comum de claudicação dos membros pélvicos e osteoartrite (OA) da articulação do joelho em cães. É uma afecção incapacitante e geralmente leva à ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr). Ao longo dos anos, várias técnicas cirúrgicas para estabilização do joelho canino foram descritas, dentre elas técnicas intra-articulares, extra-articulares e osteotomias tibiais. Contudo, o tratamento cirúrgico ideal para o paciente canino permanece desconhecido. Esforços constantes de pesquisa possibilitaram o desenvolvimento de um ligamento sintético de tereftalato de polietileno tipo 155, denominado Evolig®, que possui conformação mista, com extremidades trançadas e fibras livres ao centro, que mimetizam a conformação do ligamento cruzado original. O objetivo consiste em determinar o resultado em seis meses, em seis cães com ruptura espontânea de ligamento cruzado cranial, após estabilização intra-articular com Evolig®. O ligamento foi implantado por técnica intra-articular e fixado por quatro parafusos de interferência em túneis diagonais e transversos, no fêmur e na tíbia. Os cães foram avaliados com questionários de avaliação clínica, radiografias, análise de marcha, amplitude de movimento e circunferência da coxa, às 24 horas, 10 dias, 45 dias e 180 dias após a cirurgia. Foi observada melhora significativa no grau de claudicação aos 6 meses após a cirurgia, não foi observada translação cranial da tíbia nos testes específicos e as pontuações para osteoartrite se mantiveram semelhantes em todas as avaliações. Não foram encontradas diferenças significativas quanto à amplitude de movimento e circunferência da coxa no período avaliado. O reparo intra-articular utilizando o Evolig® pode fornecer resultados clínicos funcionais em cães com DLCCr. É necessária uma melhor compreensão do enxerto a longo prazo após este procedimento.

Palavras-chave: intra-articular, joelho, ortopedia, polietileno

ABSTRACT

Cranial cruciate ligament disease (CRCLD) is the most common cause of pelvic limb lameness and stifle joint osteoarthritis (OA) in dogs. It is a disabling condition and usually leads to rupture of the cranial cruciate ligament (RLCCr). Over the years, several surgical techniques for stabilizing the canine stifle have been described, including intra-articular and extra-articular techniques and tibial osteotomies. However, the ideal surgical treatment for canine patients remains unknown. Constant research efforts have enabled the development of a synthetic polyethylene terephthalate ligament type 155, called Evolig®, which has a mixed conformation, with braided ends and free fibers in the center, which mimic the conformation of the original cruciate ligament. The objective is to determine the outcome at 6 months in 6 dogs with spontaneous rupture of the cranial cruciate ligament after intra-articular stabilization with Evolig®. The ligament was implanted using an intra-articular technique and fixed by 4 interference screws in diagonal and transverse tunnels, in the femur and tibia. Dogs were evaluated with clinical assessment questionnaires, radiographs, gait analysis, range of motion and thigh circumference at 24 hours, 10 days, 45 days and 180 days after surgery. A significant improvement in the degree of lameness was observed 6 months after surgery, no cranial translation of the tibia was observed in specific tests and the scores for osteoarthritis remained similar in all assessments. No significant differences were found regarding range of movement and thigh circumference during the evaluated period. Intra-articular repair using Evolig® can provide functional clinical results in dogs with rCLCD. A better understanding of long-term engraftment is needed after this procedure.

Keywords: intra-articular, knee, orthopedics, polyethylene

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1** REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA EXTREMIDADE PROXIMAL DA TÍBIA ESQUERDA DE UM CÃO. EVIDENCIA-SE A LOCALIZAÇÃO ANATÔMICA DOS LIGAMENTOS MENISCAIS (KÖNIG; LIEBICH, 2016) 3
- FIGURA 2** VISÃO CRANIAL DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO DE UM CÃO EVIDENCIANDO OS DOIS FEIXES DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL (CCL), EM QUE: CM - FEIXE CRANIOMEDIAL; CAL - FEIXE CAUDOLATERAL DO CCL; CACL - LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL; TT - TUBÉRCULO TIBIAL (DE ROOSTER; DE BRUIN E VAN BREE, 2006).. 4
- FIGURA 3** ACESSO CIRÚRGICO PARA A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EVOLIG®: A - INCISÃO DE PELE PARAPATELAR MEDIAL; B - ARTROTOMIA MEDIANA DO JOELHO CANINO. FONTE: PEIXOTO, 2024. 22
- FIGURA 4** PERFURAÇÃO FEMORAL: A - PERFURAÇÃO COM FIO DE KIRSCHNER DA REGIÃO MEDIAL DO CÔNDILO LATERAL FEMORAL; B - FINALIZAÇÃO DO TÚNEL COM BROCA CANULADA. FONTE: PEIXOTO, 2024. 23
- FIGURA 5** A - PERFURAÇÃO DIAGONAL DA TÍBIA COM FIO DE KIRSCHNER TOMANDO COMO PONTO DE REFERÊNCIA A INSERÇÃO DO LCCR; B - FINALIZAÇÃO DO TÚNEL TIBIAL DIAGONAL COM A BROCA CANULADA. FONTE: PEIXOTO, 2024. 24
- FIGURA 6** PASSAGEM DO LIGAMENTO EVOLIG® PELOS TÚNEIS DIAGONAIS DO FÊMUR E DA TÍBIA. FONTE: PEIXOTO, 2024. 25
- FIGURA 7** PASSAGEM DOS PARAFUSOS ROSQUEADOS PARA FIXAÇÃO DO LIGAMENTO: A - FÊMUR; B - TÍBIA. FONTE: PEIXOTO, 2024. 25
- FIGURA 8** RADIOGRAFIA PÓS-OPERATÓRIA PARA CONTROLE E ACOMPANHAMENTO DA EVOLUÇÃO DA OA: A - PROJEÇÃO CRÂNIO-CAUDAL; B - PROJEÇÃO MEDIO-LATERAL. FONTE: PEIXOTO, 2024. 27
- FIGURA 9** DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO O PESO MÉDIO. FONTE: PEIXOTO (2023). 31
- FIGURA 10** : DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO A FLEXÃO MÉDIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NAS FASES PRÉ-

OPERATÓRIO E PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATA, 10 DIAS, 45 DIAS E 6 MESES. FONTE: PEIXOTO (2024)	34
FIGURA 11 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO A EXTENSÃO MÉDIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NAS FASES PRÉ-OPERATÓRIO E PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATA, 10 DIAS, 45 DIAS E 6 MESES. FONTE: PEIXOTO (2024)	35
FIGURA 12 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO A AMPLITUDE DE MOVIMENTO MÉDIA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO NAS FASES PRÉ-OPERATÓRIO E PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATA, 10 DIAS, 45 DIAS E 6 MESES. FONTE: PEIXOTO (2024).	35
FIGURA 13 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO O RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA CIRCUNFERÊNCIA DE COXA. FONTE: PEIXOTO (2024).....	37
FIGURA 14 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO O RESULTADO DA AVALIAÇÃO DO ESCORE DE CLAUDICAÇÃO. FONTE: PEIXOTO (2024).....	38
FIGURA 15 MÉDIAS E INTERVALOS DE 95% DE CONFIANÇA BONFERRONI PARA OS DESVIOS PADRÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS AVALIAÇÕES CLÍNICAS DO SISTEMA EVOLIG. FONTE: PEIXOTO (2024).....	39
FIGURA 16 MÉDIAS E INTERVALOS DE 95% DE CONFIANÇA BONFERRONI PARA OS DESVIOS PADRÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS AVALIAÇÕES RADIOGRÁFICAS DO SISTEMA EVOLIG. FONTE: PEIXOTO (2024).....	40
FIGURA 17 DADOS CLÍNICOS DE ACOMPANHAMENTO PÓS-OPERATÓRIO. FONTE: PEIXOTO (2024).....	41
FIGURA 18 INFLAMAÇÃO DO SÍTIO CIRÚRGICO NAS QUATRO AVALIAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS. FONTE: PEIXOTO (2024).....	41
FIGURA 19 CONDIÇÃO DA FERIDA CIRÚRGICA NAS DUAS PRIMEIRAS AVALIAÇÕES PÓS-OPERATÓRIAS. FONTE: PEIXOTO (2024).....	42

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 ESCORES DE AVALIAÇÃO DA MARCHA.	19
QUADRO 2 PLANEJAMENTO CIRÚRGICO EVOLIG® DE ACORDO COM O PESO DO PACIENTE	20
QUADRO 3 GUIA DE BROCAS E FIOS PARA REALIZAÇÃO DO PROCEDIMENTO CIRÚRGICO	21
QUADRO 4 PONTOS DE AVALIAÇÃO DA OSTEOARTRITE NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO.....	28
QUADRO 5: SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO E ALTERAÇÕES RADIOGRÁFICAS CORRESPONDENTES.....	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO AS CARACTERÍSTICAS EPIDEMIOLÓGICAS.	30
TABELA 2 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS SEGUNDO O RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA FLEXÃO, EXTENSÃO E AMPLITUDE DE MOVIMENTO DO MEMBRO ACOMETIDO NOS PERÍODOS PRÉ-OPERATÓRIO E PÓS-OPERATÓRIO IMEDIATO, 10 DIAS, 45 DIAS E 6 MESES.....	33
TABELA 3 DISTRIBUIÇÃO DOS ANIMAIS AVALIADOS QUANTO À EVOLUÇÃO DA ORTOARTRITE E FUNÇÃO DOS MEMBROS, SEGUNDO O RESULTADO DA AVALIAÇÃO DA CIRCUNFERÊNCIA DE COXA E O ESCORE DE CLAUDICAÇÃO.	36
TABELA 4 MÉDIAS E INTERVALOS DE 95% DE CONFIANÇA BONFERRONI PARA OS DESVIOS PADRÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NAS AVALIAÇÕES CLÍNICAS DO SISTEMA EVOLIG.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ADM – Amplitude de movimento
AINE – Anti-inflamatório não esteroidal
ALT – Alanina Aminotransferase
Cm - Centímetros
DLCCr – Doença do ligamento cruzado cranial
ECG - Eletrocardiograma
ECO – Ecocardiograma
FA – Fosfatase alcalina
LCCd – Ligamento cruzado caudal
LCCr – Ligamento cruzado cranial
Mm - Milímetros
OA - Osteoartrite
RLCCr – Ruptura do ligamento cruzado cranial
RM – Ressonância magnética
TM – Tomografia computadorizada
USG – ultrassonografia

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. ANATOMIA DO JOELHO DE CÃES	2
2.2. BIOMECÂNICA DO JOELHO	4
2.3. FISIOPATOLOGIA DA DOENÇA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL	5
2.4. EPIDEMIOLOGIA.....	7
2.5. LESÕES MENISCAIS	8
2.6. SINAIS CLÍNICOS.....	10
2.7. DIAGNÓSTICO	11
2.8 TRATAMENTO.....	13
2.8.1 TRATAMENTO CLÍNICO	13
2.8.2 TRATAMENTO CIRÚRGICO.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	19
4 RESULTADOS	30
5 DISCUSSÃO.....	43
6 CONCLUSÃO	50
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

A doença do ligamento cruzado cranial (DLCCr) é a causa mais comum de claudicação dos membros pélvicos e osteoartrite (OA) da articulação do joelho em cães. É uma afecção incapacitante, que geralmente leva à ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) e possui um impacto socioeconômico significativo (BRIOSCHI; ARTHURS, 2021; DUERR et al., 2014).

Os sinais de ruptura do ligamento podem se apresentar de forma aguda e crônica e a claudicação está presente em todo o curso da doença (BISKUP et al., 2017). O diagnóstico é realizado por meio do exame físico ortopédico, embora exames de imagem complementares possam ser úteis para investigar lesões adicionais.

Ao longo dos anos, várias técnicas cirúrgicas de reparo intra-articulares, extra-articulares e osteotomias tibiais foram descritas para a estabilização do joelho. Contudo, o tratamento cirúrgico ideal para o paciente canino permanece desconhecido (DUERR et al., 2014). Assim, pesquisas contínuas permitiram que, em 2012, fosse desenvolvido um implante de tereftalato de polietileno tipo 155, de ultra resistência e alta densidade, denominado Evolig®, que tem demonstrado resultados encorajadores na estabilização do joelho canino. O implante possui uma conformação mista que compreende extremidades trançadas, e fibras livres no centro, que permitem o suporte de todo o movimento realizado pela articulação e realizam a função do ligamento original (WAHED et al., 2022).

Com este estudo, busca-se comprovar a eficácia do sistema Evolig® para a estabilização de joelhos caninos com RLCCr, como um implante efetivo, seguro e com baixas complicações pós-operatórias. A relevância é representada em se estabelecer uma técnica de reparo intra-articular efetiva, dentre as diversas descritas, para o tratamento de uma das principais afecções ortopédicas do membro pélvico de cães, e seus respectivos resultados.

A hipótese é de que as estabilizações de joelhos caninos com RLCCr, utilizando o implante sintético intra-articular Evolig® propiciam bons resultados pós-operatórios, com retorno total da função do membro, resistência do implante a longo prazo e retardo na evolução da OA.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANATOMIA DO JOELHO DE CÃES

A articulação do joelho é considerada uma das mais complexas e é do tipo composta, incongruente e em dobradiça, constituída pelas articulações femorotibial e femoropatelar. Diversas estruturas são essenciais para a promoção da estabilidade e bom funcionamento articular, dentre elas podem ser citadas a cápsula articular, os ligamentos, os meniscos e os ossos sesamoides (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A articulação femorotibial é formada entre os côndilos femorais e a extremidade proximal da tíbia. Ambas as faces articulares são côncavas, portanto, incongruentes, e para compensar esta particularidade anatômica, um menisco se interpõe entre cada côndilo femoral e a tíbia (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Os meniscos são fibrocartilagens semilunares com uma margem periférica espessa e convexa, e uma margem central delgada e côncava. Cada menisco se fixa à tíbia proximal por meio de ligamentos craniais e caudais e o menisco lateral conta com um ligamento extra ao fêmur distal (Figura 1). Os meniscos contribuem para a congruência das articulações femorotibiais e ajudam a distribuir a carga. Eles também contribuem para a estabilidade do impacto do joelho e amortecimento durante a atividade. Além disso, os meniscos fornecem funções mecanorreceptoras e proprioceptivas e participam da lubrificação articular (RITZO et al., 2014).

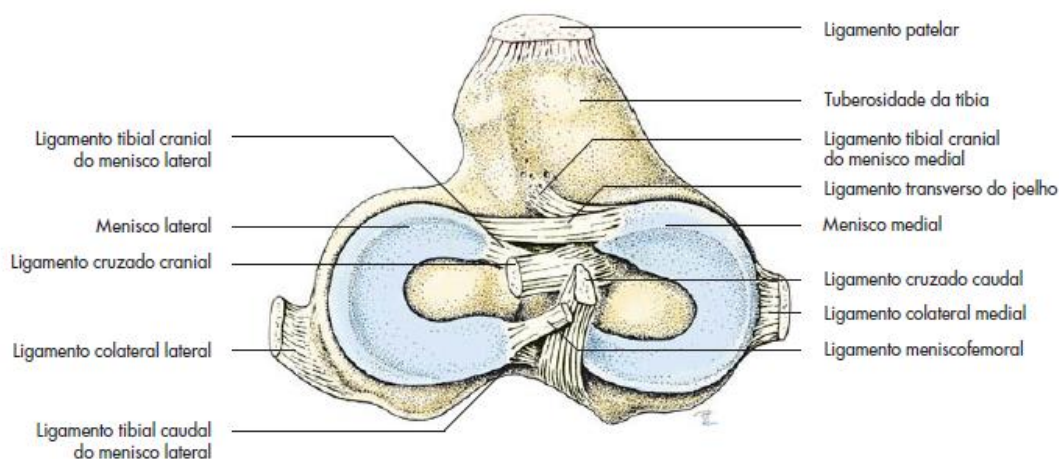


Figura 1: Representação esquemática da extremidade proximal da tíbia esquerda de um cão. Evidencia-se a localização anatômica dos ligamentos meniscais
Fonte: König; Liebich (2016)

Os demais ligamentos do joelho, juntamente com os meniscos, são responsáveis pela estabilidade primária desta articulação. Dentre eles, os ligamentos colaterais lateral e medial se originam do epicôndilo femoral correspondente e se inserem, respectivamente, na fíbula e em uma área rugosa distal à margem do côndilo medial da tíbia (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Já os ligamentos cruzados cranial e caudal são morfologicamente complexos e situam-se principalmente na fossa intercondilar do fêmur. O LCCr origina-se da área intercondilar do côndilo femoral lateral, prolonga-se craniodistalmente e se insere na iminência intercondilar central da tíbia. O ligamento cruzado caudal (LCCd) se fixa à área intercondilar do côndilo femoral medial, orienta-se caudodistalmente e se insere na incisura poplíteia da tíbia (DE ROOSTER; DE BRUIN; VAN BREE, 2006).

Em cães, assim como em humanos, os ligamentos cruzados não são apenas uma configuração de filamento único de fibras de colágeno orientadas longitudinalmente. Eles contêm fascículos colagenosos torcidos e feixes de fibras que são subdivididos em fascículos, unidades subfasciculares, fibras e fibrilas (DE ROOSTER; DE BRUIN; VAN BREE, 2006).

O LCCr em cães é bem dividido em dois feixes, denominados de craniomedial e caudolateral com base nos pontos distintos de inserção no platô tibial. A banda craniomedial é mais espiralado e longa, porém menor. Surge mais proximalmente do fêmur e se insere mais cranialmente na área de inserção tibial, em comparação com a subdivisão caudolateral. Já as fibras do componente caudolateral se originam da parte mais lateral e distal da área de inserção do côndilo femoral lateral, têm um trajeto mais reto e se inserem na região mais caudal da área de inserção da tíbia (Figura 2) (DE ROOSTER; DE BRUIN; VAN BREE, 2006).

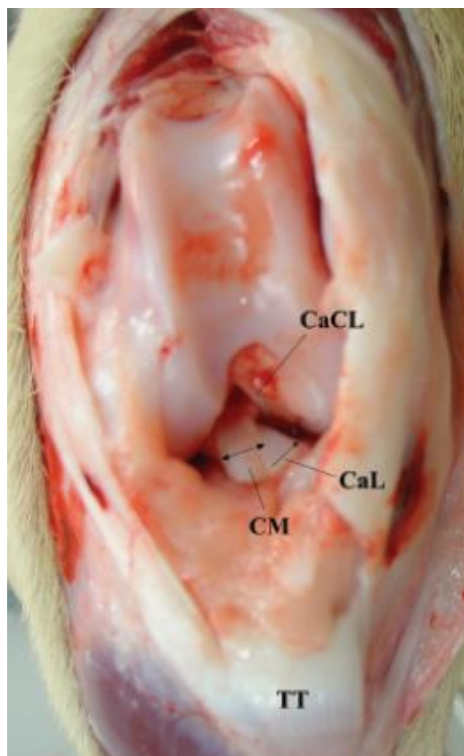


Figura 2: Visão cranial da articulação do joelho de um cão evidenciando os dois feixes do ligamento cruzado cranial (CCL), em que: CM - feixe craniomedial; CaL - feixe caudolateral do CCL; CaCL - ligamento cruzado cranial; TT - tubérculo tibial
 Fonte: Rooster; DE Bruin e Van Bree (2006)

A cápsula articular é ampla e possui uma camada fibrosa que se fixa à margem das faces articulares e aos meniscos e, desse modo, envolve completamente os côndilos femorais (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A articulação femoropatelar é formada pela face articular da patela e do fêmur. Os ligamentos pertencentes a esta articulação são os retináculos patelares, os ligamentos femoropatelares e o ligamento patelar. Este último é responsável pela união da patela à tuberosidade da tíbia e é separado da cápsula articular por uma abundante quantidade de tecido adiposo, denominado corpo adiposo infrapatelar. A patela é um osso sesamoide que desliza sobre a tróclea do fêmur (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Em carnívoros, as fabelas estão presentes nas cavidades das articulações femorotibiais e são conhecidas como ossos sesamoides inseridos no tendão de origem do músculo gastrocnêmio (KÖNIG; LIEBICH, 2016).

2.2. BIOMECÂNICA DO JOELHO

Embora seja uma estrutura complexa, o joelho funciona basicamente como uma dobradiça, cujo movimento principal é a flexão e a extensão no plano sagital mediano. A estabilidade desta articulação é muito dependente dos ligamentos cruzados que, em conjunto com os ligamentos colaterais, também são responsáveis por evitar rotações e desvios lateral e medial da perna. A ruptura de um dos ligamentos proporciona uma grande mobilidade da tíbia (COOK, 2010).

A angulação entre o ligamento patelar e a tangente comum da articulação femorotibial durante a sustentação do peso cria uma força de cisalhamento tibiofemoral, conhecida como “força de avanço cranial da tíbia” ou “Impulso cranial da tíbia”, que é acomodada pelo LCCr no animal normal. Caso a inclinação do ligamento esteja perpendicular com o platô tibial, temos uma eliminação da força do impulso cranial da tíbia. Portanto, nas rupturas do LCCr, há um deslocamento cranial anormal da tíbia em relação ao fêmur, denominado “movimento de gaveta” (KIM et al., 2008).

O LCCr consiste em um *continuum* de fascículos de colágeno que é funcionalmente complexo, com múltiplas porções que experimentam diferentes tensões e distribuição de carga durante a locomoção. A faixa cranial medial menor do LCCr é tensa em flexão e extensão e a banda lateral caudal maior é tensa apenas em extensão (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004).

2.3. FISIOPATOLOGIA DA DOENÇA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL

Durante a ruptura progressiva do LCCr, respostas distintas de reparo tecidual surgem nas regiões epiligamentares e centrais do ligamento. Uma cicatriz em ponte não se forma no local da ruptura. Eventualmente, o tecido sinovial cobre as extremidades rompidas do LCCr (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004).

No LCCr rompido, o número de fibroblastos típicos (ou seja, células fusiformes e ovoides) é reduzido, e o número de células exibindo transformação condroide (ou seja, células esferoides) estão aumentadas. Essas alterações celulares estão associadas à extensa ruptura da matriz ligamentar. Ocorre diminuição da birrefringência e alongamento do friso nas fibrilas de colágeno

remanescentes, sugestivas de sobrecarga mecânica progressiva (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004).

A degeneração histológica no LCCr foi relacionada a uma diminuição na vascularização na região central do ligamento. Sugere-se que o estresse biomecânico produzido pela torção dos dois componentes funcionais (bandas) do LCCr reduz o fluxo sanguíneo para a região central, local onde ocorre a maioria das rupturas. Assim, o suprimento sanguíneo inadequado tem sido implicado como uma causa potencial para a degeneração e ruptura do LCC em cães (KUROKI et al., 2019).

A ruptura do LCCr associada à lesão traumática geralmente envolve uma lesão ligamentar múltipla e leva à luxação da articulação. Portanto, rupturas traumáticas isoladas do LCCr são mais comuns em humanos e filhotes, em que, nestes últimos, estão associadas à avulsão do ligamento no local de fixação tibial distalmente (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; KUROKI et al., 2019).

Nas rupturas patológicas, a maioria dos animais é adulta e existe uma alta observação da doença de forma bilateral. Apesar de fatores como idade, peso, sexo ou ângulo do platô tibial (TPA) na ruptura inicial não afetarem a probabilidade ou taxa de ruptura do LCCr contralateral ou apresentação de rupturas bilaterais, aproximadamente 50% dos animais podem romper o LCCr contralateral dentro de cinco meses após a ruptura inicial, como observado em um estudo realizado em 94 labradores (BUOTE; FUSCO; RADASCH, 2009).

O enfraquecimento do LCCr com a idade está associado a alterações adaptativas ou degenerativas nos tecidos do ligamento e inclui perda de fibroblastos, metaplasia de fibroblastos sobreviventes em condrócitos e interrupção da arquitetura das fibrilas de colágeno. Tais alterações tornam os ligamentos mecanicamente fracos, o que sugere que a ruptura ocorre na maioria dos cães durante condições normais de carga sem trauma suprafisiológico (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; KUROKI et al., 2019).

As alterações histopatológicas da degeneração do LCCr são mais proeminentes em cães maiores com peso superior a 15 quilos (kg), e o início das alterações degenerativas ocorre mais cedo nesses cães grandes. As alterações degenerativas nos ligamentos de cães de raças maiores de 5 e 7 anos são semelhantes às observadas em cães de raças menores de 7 e 12 anos (BUOTE; FUSCO; RADASCH, 2009; HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004).

Estudos relatam que a média da inclinação do platô tibial de cães afetados pela ruptura do LCCr varia de 22° a 28°, em raças grandes, e 28,8° a 36,3° (AERTSENS et al., 2015). Embora a inclinação do platô tibial esteja provavelmente relacionada com a ruptura do LCCr, estudos identificaram platôs tibiais igualmente íngremes (30°±4° e 32°±5,8°) em cães de raças pequenas que não foram afetados por essa afecção, sugerindo que é improvável que essa angulação acentuada seja o único fator para o desencadeamento da doença (BRIOSCHI; ARTHURS, 2021; COOK, 2010).

A doença cruzada em cães é frequentemente associada à infiltração de leucócitos na membrana sinovial da articulação do joelho e ao desenvolvimento de alterações inflamatórias no líquido sinovial (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004). Contudo, um estudo recente em que foram avaliadas histologicamente fragmentos de LCCr e sinóvia de 40 articulações caninas sugere que a sinovite parece ter um papel menor no início da degeneração do LCCr em cães. Embora seja possível que a sinovite crônica possa desempenhar um papel inicial na DLCCr em um subconjunto de pacientes caninos, as alterações inflamatórias sinoviais detectadas nas articulações do joelho com DLCCr podem ser uma manifestação dos processos da doença, e não um fator contribuinte, como tem sido sugerido ao longo dos anos. (KUROKI et al., 2019).

2.4. EPIDEMIOLOGIA

Vários fatores, incluindo genética, envelhecimento, peso corporal e composição corporal, influências no desenvolvimento, anatomia da articulação do joelho e inflamação da articulação, foram implicados como contribuintes para a degeneração do LCCr (ADAMS et al., 2011; KUROKI et al., 2019; TAYLOR-BROWN et al., 2015).

O fenótipo do cão também pode ter efeitos significativos nas propriedades estruturais do LCCr, pois, em algumas raças como Rottweilers, Yorkshires Terries e West Highland White, o ligamento parece mais vulnerável à sobrecarga mecânica (ADAMS et al., 2011; HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; TAYLOR-BROWN et al., 2015).

Os animais castrados possuem um risco aumentado de serem diagnosticados com a doença LCCr. As cadelas castradas tinham 2,1 vezes mais

chances de diagnóstico em comparação com as fêmeas inteiras. A razão subjacente para esse achado permanece obscura, mas pode estar associada ao aumento da obesidade entre fêmeas castradas (TAYLOR-BROWN et al., 2015).

Cães maiores, com peso superior a 15 kg, têm maior risco de doença cruzada e tendem a desenvolver RLCCr em idades mais jovens. A prevalência de RLCCr aumenta com a idade e atinge um pico de incidência entre 7 e 10 anos. As propriedades estruturais do ligamento cruzado cranial são afetadas pela idade. A rigidez tênsil diminui com a idade, particularmente em cães com peso superior a 15 kg (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; TAYLOR-BROWN et al., 2015).

2.5. LESÕES MENISCAIS

Danos meniscais simultâneos são comuns em cães com a DLCCr de ocorrência espontânea, com uma incidência relatada de até 60%. Estas lesões podem ocorrer em ambos os meniscos, contudo, são mais frequentemente observadas no medial porque ele está firmemente ancorado na tíbia e muitas vezes desliza cranialmente aos côndilos femorais durante a translação tibial cranial, enquanto o menisco lateral é mais livre para se mover e, portanto, mantém uma posição mais neutra durante os episódios de subluxação femorotibial (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010; LAUBE; KERSTETTER, 2021; RITZO et al., 2014).

A lesão é provavelmente devida a traumas repetidos no polo caudal pelo côndilo femoral. Esse trauma ocorre quando a tíbia se desloca cranialmente e o menisco medial é “arrastado” para frente e para trás sob o côndilo femoral. A compressão repetida durante a rotação interna descontrolada da tíbia com deficiência do LCCr também é um mecanismo proposto de lesão e pode contribuir para a patologia meniscal (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010).

Os tipos de ruptura do menisco medial podem ser longitudinais (incluindo a clássica “alça de balde”), transversais ou radiais; maceração/fibrilação do polo caudal, descolamento da margem abaxial da cápsula articular e dobramento do polo caudal cranialmente. Podem ainda ser classificadas em lesões de espessura parcial ou total. Estas classificações são definidas de acordo com a

morfologia da lesão encontrada no momento da artrotomia ou artroscopia (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010; RITZO et al., 2014).

Lesões meniscais não diagnosticadas no momento da cirurgia inicial podem causar claudicação persistente e exigir cirurgia adicional. Portanto, diagnosticar e tratar a patologia meniscal é imperativo para otimizar os resultados pós-cirúrgicos em cães tratados para a doença do cruzado (RITZO et al., 2014).

Ao mesmo tempo em que é essencial remover o tecido meniscal desvitalizado, é necessário que o cirurgião tenha ciência da importância da preservação da porção saudável, visto a grande importância desta estrutura na estabilização e manutenção da articulação do joelho. Desta forma, o cirurgião deve considerar esta dicotomia na hora da tomada de decisão cirúrgica (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010; KALFF; MEACHEM; PRESTON, 2011; RITZO et al., 2014).

Deve-se suspeitar do comprometimento meniscal se um “clique” é identificado durante o exame físico. Isto ocorre devido ao atrito entre o fêmur e o menisco durante a subluxação tibial, gerada quando o menisco se move para frente e para trás sob o côndilo femoral. Contudo, a ausência de “clique” meniscal não exclui a possibilidade de lesão, visto que meniscos gravemente danificados podem permanecer silenciosos mesmo quando são repetidamente esmagados sob o côndilo femoral (CASE et al., 2008).

O diagnóstico da patologia meniscal pode ser observada no transcirúrgico por artrotomia medial ou lateral, por miniartrotomia ou, ainda, por artroscopia. A artroscopia, há muito utilizada na ortopedia humana, está ganhando popularidade para avaliação articular em cães. Seu uso tem maximizado a identificação de lesões meniscais em comparação com a artrotomia, possivelmente porque a articulação é distendida com fluido e a visualização é ampliada. US, TC e RM também foram usadas para avaliar o menisco em pacientes veterinários (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010; MAHN MM; COOK JL; BALKE MT, 2005).

O tratamento consiste na meniscectomia parcial ou hemimiscectomia para remover o tecido danificado. Contudo, a meniscectomia ocasiona o aparecimento de OA, conforme evidenciado em estudos experimentais controlados em cães sem nenhuma outra patologia. A meniscectomia completa

precipita OA mais grave do que a menisctomia parcial. Do mesmo modo, a gravidade da OA demonstrou estar diretamente correlacionada com a quantidade de tecido meniscal removido na cirurgia (COX JS et al., 1975; FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010).

Foi relatado que rupturas meniscais subsequentes ocorrem em até 50% dos cães tratados cirurgicamente para a doença LCCr, e a liberação meniscal está associada a uma redução significativa na incidência de rupturas subsequentes sem prejuízo clinicamente aparente para os resultados funcionais. No entanto, a liberação meniscal não elimina as rupturas meniscais subsequentes e tem sido associada à progressão da osteoartrite, claudicação e patologia meniscal em joelhos saudáveis (RITZO et al., 2014).

2.6. SINAIS CLÍNICOS

A RLCCr pode se apresentar de forma aguda, crônica e parcial, cada uma com um tempo de evolução diferente, além de mudanças nos sinais clínicos. Na forma aguda, os pacientes apresentam início súbito da claudicação, com sustentação parcial ou ausente do peso no membro da lesão, que tendem a diminuir entre três a seis semanas após o evento, mesmo sem tratamento, principalmente em cães com menos de 10 kg (COOK, 2010).

Os pacientes com lesões crônicas apresentam uma claudicação com a sustentação do peso, que pode ou não ter sido precedido de uma claudicação aguda sem a sustentação de peso, que seria uma melhora gradual da lesão aguda. A claudicação crônica geralmente está associada com o desenvolvimento de uma doença articular degenerativa (MOORE; READ, 1995).

Ainda nos pacientes com quadro crônico, os animais podem apresentar histórico de dificuldade para se levantar e se sentar, por vezes, sentando-se com o membro acometido virado para o lado de fora do corpo. O tutor pode relatar que o cão não consegue se sentar normalmente, mas senta-se em superfícies elevadas, como um banco ou degrau. A claudicação tende a piorar após os exercícios ou após um período de sono. Os pacientes com rupturas crônicas podem apresentar atrofia dos músculos da coxa e uma crepitação pode ser evidenciada durante a flexão e a extensão do joelho (MOORE; READ, 1995).

As rupturas parciais do LCCr são de difícil diagnóstico no início da lesão. Os animais afetados apresentam uma claudicação leve, em que há sustentação de peso, e ocorre após a realização de exercícios, desaparecendo após descanso. Esta apresentação pode durar vários meses. Com a progressão da lesão e aumento da instabilidade articular, as alterações degenerativas aumentam e a claudicação torna-se mais evidente, não desaparecendo após o repouso (ROOSTER; BREE, 1999).

2.7. DIAGNÓSTICO

Muitas das vezes, o veterinário irá suspeitar de RLCCr com base no histórico relatado pelo tutor. O diagnóstico deve ser realizado de forma sistemática e deve iniciar pela inspeção do animal, em que o cão deve ser visto por trás e de lado, em repouso, na posição de pé, para avaliar a posição e o ângulo da articulação do joelho. Também deverá ser avaliado o grau de suporte de peso. A postura do paciente deve ser cuidadosamente avaliada quanto às anormalidades esqueléticas que podem predispor à ruptura do LCCr. Alguns cães afetados não conseguem se sentar em um agachamento completo. Eles seguram o membro afetado de maneira não fisiológica ao lado do corpo porque a dor ou a fibrose impedem a flexão total do joelho (JERRAM; WALKER, 2003; MOORE; READ, 1995).

A palpação do joelho afetado geralmente provoca uma resposta dolorosa. A articulação normalmente está edemaciada e um inchaço medial firme devido à fibrose capsular ou mesmo à formação de osteófitos pode ser sentida em casos crônicos. Classicamente, o aumento da rotação medial da tíbia em combinação com um sinal de gaveta cranial é característica patognomônica para ruptura do LCCr. O joelho deve ser testado em uma condição sem carga para que apenas a contribuição ligamentar para a estabilidade articular seja detectada (DE ROOSTER H; VANRYSSSEN B; BREE VAN H, 1995).

O teste de gaveta pode ser realizado em um joelho semi-flexionado, exercendo pressão cranial na cabeça da fíbula com uma das mãos. Deve-se evitar a rotação interna no nível do tarso e, com a outra mão, o fêmur deve ser imobilizado. O objetivo do teste da gaveta é avaliar a integridade do LCCr por determinação da translação cranial da tíbia ('sinal da gaveta') (MUIR P, 1997).

O mesmo teste deve ser repetido com a articulação do joelho sob maior ângulo de flexão. Nos casos em que há ruptura apenas parcial do LCCr, somente o feixe craniomedial está lesionado. Em uma perna bastante reta, a tensão nas fibras intactas da banda caudolateral pode fornecer estabilidade craniocaudal suficiente para dar resultados de teste negativos (DE ROOSTER H; VANRYSSSEN B; BREE VAN H, 1995; MUIR P, 1997).

Como o teste costuma ser doloroso, a resistência do cão à manipulação e o aumento do tônus muscular podem mascarar o deslocamento cranial da tíbia proximal. Em casos inconclusivos, será necessário sedação ou mesmo anestesia geral para fazer um diagnóstico correto de instabilidade sutil. A comparação com os achados clínicos na pata traseira oposta geralmente é útil (DE ROOSTER H; VANRYSSSEN B; BREE VAN H, 1995).

Além do teste de gaveta cranial, o teste de compressão tibial é uma ferramenta diagnóstica alternativa confiável sempre que a instabilidade craniocaudal for difícil de diagnosticar. É testado na articulação do joelho em posição de sustentação de peso, colocando o dedo indicador na crista tibial enquanto a palma da mão contorna os côndilos femorais. A outra mão estende e flexiona alternadamente a articulação tibiotársica. Este movimento imita as contrações dos músculos gastrocnêmios. Nos casos de ruptura do LCCr, a tíbia desloca-se cranialmente em relação ao fêmur, o que pode ser visto ou palpado (DE ROOSTER H; VANRYSSSEN B; BREE VAN H, 1995).

As radiografias funcionam como um complemento útil para dar suporte a um diagnóstico obtido por um bom exame físico. Uma projeção lateral padrão do joelho afetado é indicada no diagnóstico de ruptura do LCCr e em muitos poucos casos, uma visão craniodorsal é obrigatória (DE ROOSTER; VAN RYSSSEN; VAN BREE, 1998).

Como sinal direto, pode ser visto um certo grau de deslocamento da tíbia em relação aos côndilos femorais na projeção lateral. Como sinais indiretos, são observados principalmente em tecidos moles, em que o coxim adiposo infrapatelar não é mais visível, a cápsula articular caudal está distendida e as alterações osteoartróticas tornam-se visíveis (CHUANG et al., 2014; DE ROOSTER; VAN RYSSSEN; VAN BREE, 1998).

Se o diagnóstico com base nos achados clínicos e radiológicos permanecer duvidoso, a artroscopia é uma opção útil para auxiliar no

diagnóstico. É relativamente atraumático em comparação com a artrotomia exploratória e os cães recuperam uma marcha normal muito mais rapidamente após uma cirurgia artroscópica do que após uma artrotomia (DE ROOSTER H; VANRYSEN B; BREE VAN H, 1995; HOELZLER et al., 2004b).

Outras técnicas diagnósticas também podem ser utilizadas para complementar o diagnóstico. A ultrassonografia do joelho pode ser utilizada como complemento da radiografia. A TC é superior à radiografia padrão na detecção de fragmentos de avulsão muito pequenos. A RM está se tornando cada vez mais popular no diagnóstico de RLCCr e lesões meniscais. É um exame totalmente não invasivo e a técnica também não expõe o paciente à radiação ionizante. Possui uma precisão superior à da artrografia e demonstra ser tão sensível e específica quanto a artroscopia sempre que o LCCR puder ser claramente visualizado (ARNAULT et al., 2009; BLOND et al., 2008; DE ROOSTER H; VANRYSEN B; BREE VAN H, 1995).

2.8 TRATAMENTO

2.8.1 TRATAMENTO CLÍNICO

Os componentes individuais que compreendem o tratamento não cirúrgico da DLCCr são variáveis, mas quase sempre incluem terapia de reabilitação. Desenvolvimentos recentes na reabilitação veterinária mudaram o manejo clínico da doença (DUERR et al., 2014).

Outras propostas como órteses de joelho, tratamento por ondas de choque, acupuntura, terapia com células-tronco e terapia com laser de baixa intensidade tem sido recomendadas, contudo têm poucos dados científicos para apoiar seu uso com ou sem cirurgia (BRIOSCHI; ARTHURS, 2021; DUERR et al., 2014).

As opções de tratamento não cirúrgico mais comumente selecionadas incluem uso de anti-inflamatórios não esteroides (AINEs), repouso em gaiola, glucosamina e sulfato de condroitina, perda de peso, hidroterapia, fisioterapia (BRIOSCHI; ARTHURS, 2021; DUERR et al., 2014). No entanto, a literatura sugere que os ácidos graxos ômega-3 têm a maior força de evidência entre os

nutracêuticos para o controle sintomático da osteoartrite (ARAGON CL; HOFMEISTER EH; BUDSBERG SC, 2007; VANDEWEERD JM et al., 2012).

A decisão pelo tratamento médico em detrimento do cirúrgico para pacientes com DLCCr é baseada em muitos fatores, incluindo a avaliação dos recursos disponíveis, literatura, experiência anterior, opiniões de especialistas, fatores do paciente, comorbidades, restrições financeiras e preferência pessoal (DUERR et al., 2014).

O tamanho do cão é um dos fatores de tratamento mais importantes usados pelos veterinários para fazer recomendações, pois o tratamento não cirúrgico tem sido relatado como a primeira etapa do tratamento em cães com peso inferior a 15 kg (BRIOSCHI; ARTHURS, 2021; DUERR et al., 2014).

2.8.2 TRATAMENTO CIRÚRGICO

Enquanto várias técnicas cirúrgicas aumentam e diminuem em popularidade, o tratamento cirúrgico ideal, ou padrão ouro, para o paciente canino com doença cruzada permanece desconhecido e pode variar de acordo com variáveis específicas do paciente (DUERR et al., 2014).

As inúmeras técnicas utilizadas são divididas basicamente entre dois princípios de estabilização, sendo estes a estabilização direta e a estabilização biomecânica ou indireta. A estabilização direta tem o objetivo de fixar o fêmur e a tíbia e impedir o movimento de translação cranial, podendo ser dividida em técnicas intra e extracapsulares. As técnicas indiretas modificam alguma característica anatômica da superfície articular para promover a estabilização de forma biomecânica, por meio de osteotomias tibiais, principalmente (KIM et al., 2008).

2.8.2.1 TÉCNICAS INTRACAPSULARES

As técnicas intracapsulares visam conferir estabilidade através da substituição do ligamento por enxerto autógeno, alogênico, xenógeno ou sintético, exatamente nos pontos de inserção anatômica no joelho. No primeiro reparo intra-articular veterinário, realizado em 1952, Paatsama descreveu a

passagem da fáscia lata lateral através de túneis ósseos no fêmur e na tíbia e sua sutura em tecidos moles conforme o enxerto saía do túnel (PINNA et al., 2020).

As técnicas de posicionamento dos enxertos ou ligamentos sintéticos são similares. Após uma artrotomia, os fragmentos do ligamento cruzado são removidos e a integridade dos meniscos é avaliada. Em seguida são realizados túneis no côndilo lateral femoral e na tíbia para a passagem do enxerto escolhido. Após o posicionamento, o enxerto é fixado por suturas, parafuso e arruela ou parafusos de interferência (BISKUP et al., 2017; BISKUP; CONZEMIUS, 2020).

Uma técnica popular utilizava o terço central do ligamento patelar como autoenxerto, tecido posteriormente considerado inadequado devido às suas propriedades mecânicas e à morbidade do membro doador. A técnica “over the top” utilizava uma tira da fáscia lata, mas sua colocação não seguiu o caminho nativo do LCCr e sua fixação ao fêmur dependia de sutura. Além dessas preocupações, o conceito de reparo do LCCr com enxerto intra-articular foi geralmente considerado falho, pois seria esperado que a natureza degenerativa subjacente à DLCCr comprometesse a sobrevivência do enxerto. Como a patogênese da ruptura do LCCr não foi estabelecida, o destino biológico de um enxerto implantado permanece questionável (BISKUP et al., 2017).

É relatada uma vantagem mecânica às técnicas intracapsulares quando fixadas ao osso com um implante. Contudo, quando são usadas suturas para anexar o enxerto a estruturas periarticulares, sejam técnicas intra ou extra-articulares, o ponto de falha é mensuravelmente menor do que as técnicas de fixação rígida, mas semelhante para todas as técnicas que usam fixação por sutura (GEELS et al., 2000).

Assim, a principal vantagem apontada da utilização de técnicas intracapsulares é a neutralização de todas as forças encontradas pelo LCCr nativo. Elas foram historicamente realizadas com frequência em cães, mas depois perderam popularidade, pois estudos relataram resultados inferiores em comparação com reparos extra-articulares. As razões propostas para esse resultado ruim incluem seleção inadequada de enxerto, fixação fraca, pontos de fixação de enxerto não anatômicos, e/ou rejeição biológica (CONZEMIUS et al., 2005; GEELS et al., 2000; INNES et al., 2000).

2.8.2.2 EVOLIG®

Portanto, ao longo dos anos, as técnicas intracapsulares foram caindo em desuso com o surgimento das técnicas extracapsulares e das osteotomias tibiais. Porém, esforços de pesquisa recentes têm se concentrado no desenvolvimento de novas técnicas de reconstrução intra-articular que superem as limitações anteriores.

Uma das técnicas cirúrgicas mais recentes para a resolver as rupturas do LCCr, que se tornou conhecida, é a técnica de substituição do ligamento intracapsular por uma prótese ligamentar sintética. Essa técnica foi criada pelo Dr. J. P. Laboureau, que desenvolveu uma prótese ligamentar de tereftalato de polietileno tipo 155 (Evolig®), que foi inicialmente apresentada em 2009 e patenteada em 2012. O implante sintético possui ultra resistência e alta densidade (Evolig®), e têm demonstrado resultados encorajadores na estabilização do joelho de cães (JUNCOSA; POVEDA; FRAGA, 2020).

O ligamento é constituído de um material apolar, que o torna menos reativo a ação de micro-organismos. É composto pelas extremidades trançadas, que conferem maior resistência, e por fibras livres ao centro do implante, permitindo que suporte todo o movimento realizado pela articulação e realize a função do ligamento original (WAHED et al., 2022). Além disso, as fibras livres melhoram a resistência à fadiga, ponto que a torna o primeiro implante que reproduz com melhor performance a função de um ligamento original, apresentando alto grau de biocompatibilidade.

O polietileno de ultra-alto peso molecular se destaca dos demais implantes, por sua alta resistência à corrosão, à tração e à abrasão, pouca absorção de água, por sua biocompatibilidade e menor coeficiente de atrito, tornando-o um material promissor para bons resultados na mimetização do ligamento cruzado (JUNCOSA; POVEDA; FRAGA, 2020; WAHED et al., 2022).

2.8.2.3 TÉCNICAS EXTRACAPSULARES

Técnicas extracapsulares visam conferir estabilidade usando uma estrutura colocada sobre o joelho, por fora da articulação, que imita a função do LCCr normal. Podem ser usados fios de sutura periarticular de calibre grosso, ou

ainda a transposição de tecidos moles para reduzir a frouxidão do joelho (KIM et al., 2008).

Das técnicas atualmente em uso, a técnica de sutura fabelotibial é a mais comumente utilizada. Ela utiliza uma sutura em colchoeiro desde a fabela lateral até a tuberosidade da tibia. Outras modificações, como o uso de âncoras ósseas para fixar o aspecto proximal da sutura ao fêmur ou a utilização de diferentes configurações de loop de sutura, tipos de sutura e técnicas para garantir a sutura, continuam a ser investigadas em um esforço para restaurar a função normal da articulação (D'AMICO et al., 2013).

As complicações biomecânicas das técnicas de sutura extracapsular incluem rotação externa da tibia em relação ao fêmur, diminuição da amplitude de movimento do joelho, abdução da tibia e aumento da pressão no compartimento lateral do joelho. A progressão da osteoartrite e o potencial para biomecânica articular anormal, observados com este procedimento, exigem pesquisas contínuas no desenvolvimento do procedimento ideal (D'AMICO et al., 2013; GEELS et al., 2000).

2.8.2.4 OSTEOTOMIAS CORRETIVAS

As osteotomias tibiais alteram a cinemática da articulação do joelho ao modificar a geometria óssea. Em 1984, Slocum e Devine descreveram a osteotomia tibial cranial (CTWO), como um procedimento cirúrgico que tenta eliminar a subluxação cranial da tibia durante a sustentação do peso, reduzindo a inclinação caudal do platô tibial. Estabelecendo a estabilidade dinâmica do joelho com deficiência de LCCr, a contenção passiva contra a frouxidão não é necessária (SLOCUM; DEVINE, 1984).

O reconhecimento de que a estabilização poderia ser alcançada dessa maneira levou ao desenvolvimento de vários procedimentos de osteotomia tibial proximal, como a osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) (SLOCUM; SLOCUM, 1993); TPLO/CTWO combinado (TALAAT; KOWALESKI. MP; BOUDRIEAU, 2006); osteotomia intra-articular da tibia proximal (PTIO) (DAMUR; TEPIC; MONTAVON, 2003); osteotomia tibial tripla (OTT) (BRUCE et al., 2007); e osteotomia em cunha chevron (CVWO) (HILDRETH et al., 2006).

O procedimento de avanço da tuberosidade tibial (TTA) descrito mais recentemente tenta neutralizar dinamicamente a instabilidade craniocaudal alterando o alinhamento relativo do tendão patelar ao planalto tibial (DAMUR; TEPIC; MONTAVON, 2003).

Um estudo de revisão realizado por Kim e colaboradores (2008) comparou os resultados a longo prazo das principais osteotomias tibiais e a evidência aponta a boa capacidade da TPLO promover o retorno precoce à função normal do membro no pós-operatório dos cães, mesmo quando comparadas às técnicas extra e intracapsulares. A evidência do estudo também forneceu forte suporte probatório de que a recuperação funcional no período pós-operatório intermediário foi superior após TPLO em comparação com sutura extracapsular.

Preocupações comuns a todas as osteotomias tibiais para o tratamento da insuficiência do LCCr incluem o efeito poupador no menisco, a progressão da OA após a cirurgia e a correlação entre o resultado clínico e o TPA pós-operatório ou ângulo do tendão patelar ao platô tibial (KIM et al., 2008). As taxas de complicações relatadas para TPLO, especificamente, variam de 10 a 34%, e as complicações variam em gravidade, desde inchaço e hematomas até fratura e osteomielite. Tais complicações intraoperatórias ou pós-operatórias podem envolver tecidos moles, ossos, implantes ou uma combinação desses fatores (BERGH; PEIRONE, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram incluídos no estudo seis cães (*Canis familiaris*), de diferentes raças, idades e pesos, com ruptura de ligamento cruzado cranial espontânea. A presença de afecções ortopédicas concomitantes (luxação de patela, displasia coxofemoral) não foram consideradas critério de exclusão. Os animais foram encaminhados da rotina de atendimentos do Hospital Veterinário da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF).

Toda a metodologia empregada obedeceu aos preceitos do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi submetida a prévia apreciação e aprovação pela Comissão de Ética de Uso Animal (CEUA) da UENF, sob protocolo número 638025.

Os animais foram examinados pelos mesmos dois avaliadores e foram submetidos a um exame ortopédico com avaliação da marcha, teste de gaveta e teste de compressão tibial para confirmação do diagnóstico. O grau de claudicação observado na deambulação foi classificado conforme uma tabela de escores de 0 a 4 como descrito por Hudson e colaboradores (2004) (quadro 1).

Quadro 1: Escores de avaliação da marcha.

Classificação	Claudicação na marcha
0	Ausente
1	Intermitente
2	Contínua e discreta
3	Contínua e moderada
4	Intensa

Fonte: Adaptado de Hudson e colaboradores (2004)

Após a constatação positiva da ruptura por meio dos testes específicos anteriormente citados, foram solicitados os exames pré-operatórios dos pacientes, que incluíram a radiografia do joelho acometido, nas projeções médio-lateral e craniocaudal, o hemograma completo, a ureia, a creatinina, a Alanina Aminotransferase (ALT), a fosfatase alcalina (FA), as proteínas totais e frações, o eletrocardiograma (ECG) e o ecocardiograma (ECO).

Ainda, na primeira avaliação, foi cedido ao proprietário um termo de consentimento que expõe o objetivo do estudo, as outras técnicas cirúrgicas existentes para estabilização do joelho, os benefícios e possíveis complicações, dentre outros aspectos. Neste termo também foi exposto o consentimento para o uso de dados pessoais e resultados obtidos.

Os resultados dos exames foram observados pelos avaliadores e os animais aptos ao procedimento cirúrgico foram encaminhados para a correção da RLCCr com a utilização do implante de polietileno Evolig®.

O planejamento cirúrgico para utilização do Evolig® foi definido por uma tabela cedida pelo fabricante em que o tamanho do ligamento e dos parafusos a serem utilizados variou de acordo com o peso do animal (Quadros 2 e 3).

Quadro 2: Planejamento cirúrgico Evolig® de acordo com o peso do paciente

Referência	Indicação	Número de Fibras	Comprimento das fibras	Parafuso principal	Parafuso transversal
Evolig XS	3 a 7 kg	16	10	∅ 3,5mm	∅ 3,0mm
Evolig S	7 a 12 kg	24	15	∅ 4,0mm	∅3,5mm
Evolig M	12 a 25 kg	32	17	∅ 4,5mm	∅ 4,0mm
Evolig L1	> 25kg	48	19	∅ 5,0mm	∅ 4,5mm
Evolig L2	> 25kg	48	22	∅ 5,0mm	∅ 4,5mm
Evolig L3	> 25kg	48	25	∅ 5,0mm	∅ 4,5mm

Fonte: Evolig® (2024)

Quadro 3: Guia de brocas e fios para realização do procedimento cirúrgico

Parafuso(mm)	Broca (mm)	Fio guia broca (mm)	Fio guia parafuso ponta romba (mm)
∅ 3,0mm	∅ 2,5 (sólida)	∅ 1,5	∅ 1,2
∅ 3,5mm	∅ 2,5 (sólida)	∅ 1,5	∅ 1,2
∅ 4,0mm	∅ 3,2	∅ 1,5	∅ 1,2
∅ 4,5mm	∅ 3,6	∅ 1,5	∅ 1,5
∅ 5,0mm	∅ 4,2	∅ 1,5	∅ 1,5
∅ 6,0mm	∅ 4,2	∅ 1,5	∅ 1,5

Fonte: Evolig® (2024)

No dia em que o procedimento fora realizado, os pacientes foram submetidos a um exame físico para avaliação dos parâmetros fisiológicos (Frequência cardíaca, frequência respiratória, ausculta cardiopulmonar, avaliação de tempo de preenchimento capilar, coloração de mucosa e temperatura). Após constatação de bom estado geral, foi administrada medicação pré-anestésica para sedação e analgesia preemptiva. A medicação pré-anestésica foi ajustada de acordo com a particularidade clínica de cada paciente.

Foi garantido o acesso venoso pela veia cefálica e foram administrados anti-inflamatório (meloxicam na dose de 0,1 mg/kg, IV) e antibiótico profilático (Cefalotina 30 mg/kg, IV). A indução anestésica foi realizada com propofol (5 mg/kg, IV) ao efeito. Após induzido, os animais foram intubados com traqueotubo ajustado ao porte individual de cada paciente e a manutenção foi feita com anestesia inalatória com utilização de isoflurano. O paciente foi monitorado quanto a frequência cardíaca, frequência respiratória não invasiva, saturação de oxigênio, capinografia, temperatura e plano anestésico. A anestesia local foi realizada por meio de epidural com o uso de bupivacaína sem vasoconstritor (0,27 mL/kg) associada a morfina (0,1 mg/kg). Após o término da cirurgia, a anestesia inalatória foi encerrada e os pacientes foram acompanhados até plena recuperação.

Para realização da cirurgia, os animais foram submetidos a tricotomia ampla do membro pélvico acometido, estendendo-se da região proximal do

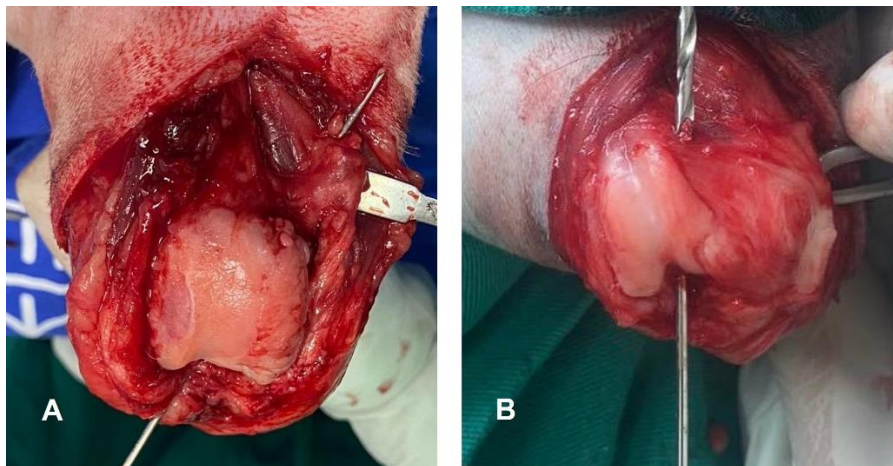
fêmur até a articulação tíbiotársica, trinta minutos antes do início do procedimento.

Após a indução anestésica, os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e submetidos a antissepsia rigorosa do membro acometido. O acesso cirúrgico foi realizado por meio de uma incisão parapatelar e artrotomia medial, desde o terço distal do fêmur até a tuberosidade da tíbia (Figuras 3A e 3B). A patela foi luxada lateralmente, e o membro foi flexionado para a inspeção meniscal.



Figuras 3A e 3B: Acesso cirúrgico para a implantação do sistema Evolig®: A - Incisão de pele parapatelar medial; B - Artrotomia mediana do joelho canino.
Fonte: Peixoto (2024)

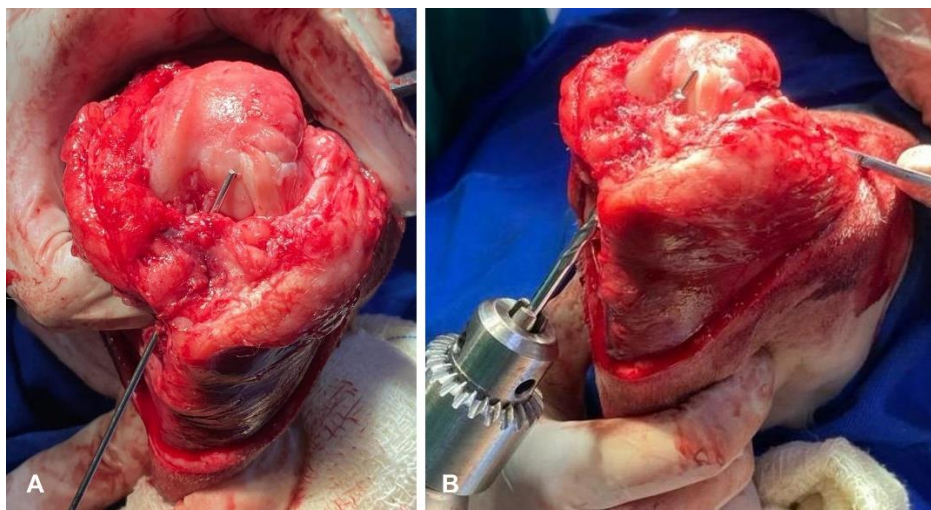
Em seguida, um túnel femoral foi realizado com um fio guia 1,5 milímetros (mm) (fio de Kirschner), em que o ponto anatômico utilizado como referência para a perfuração foi a inserção do LCCr, ou seja, a porção caudo-medial do côndilo lateral do fêmur, em direção a face externa central do côndilo lateral. Ato contínuo, com a broca canulada foi realizada a perfuração no sentido contrário (da face externa do côndilo lateral para a face interna), com o fio guia passando por dentro da broca (Figura 4A e 4B).



Figuras 4A e 4B: Perfuração femoral: A - Perfuração com fio de Kirschner da região medial do côndilo lateral femoral; B - Finalização do túnel com broca canulada. Fonte: Peixoto (2024)

Em seguida, o túnel transversal do fêmur foi realizado na região metafisária, aproximadamente 1,5 centímetros (cm) acima da saída do túnel anterior, foi perfurado com fio guia de 1,5 mm, em sentido latero-medial. Com a broca canulada, foi finalizada a confecção do túnel, com a perfuração em sentido contrário.

Logo após, foi realizado o túnel diagonal da tibia, com o fio 1,5 mm, na inserção do LCCr na porção cranial da eminência intercondilar, em direção à face medial no centro da tibia. Com a broca canulada foi finalizada a perfuração do túnel tibial, com a perfuração em sentido contrário. Em seguida, foi confeccionado o túnel transversal da tibia, na região metafisária, aproximadamente 1,5 cm abaixo do túnel anterior, perfurado com o mesmo fio guia, em sentido médio-lateral. Posteriormente, com a broca canulada, foi finalizada a perfuração do túnel em sentido contrário (Figura 5).



Figuras 5A e 5B: A - Perfuração diagonal da tíbia com fio de Kirschner tomando como ponto de referência a inserção do LCCr; B - Finalização do túnel tibial diagonal com a broca canulada.

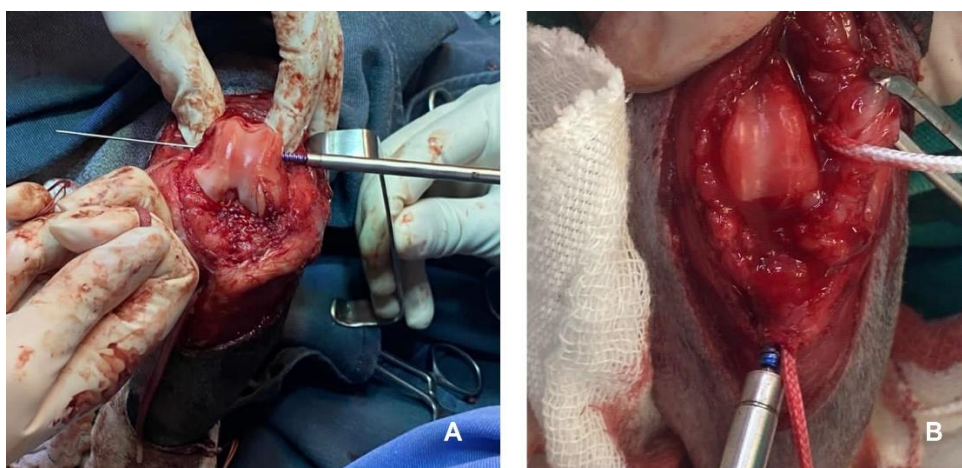
Fonte: Peixoto, (2024)

Após a confecção dos túneis, os panos de campo e luvas foram trocados, para minimizar a possibilidade de contaminação. Com um tubo guia acoplado à face externa do túnel femoral, foi passado um fio de nitinol dobrado, de maneira a possibilitar a captação da alça do ligamento Evolig®, que foi tracionado por dentro do túnel, posicionando-o para o interior da articulação. Do mesmo modo, o ligamento sintético foi passado pelo túnel da tíbia, do interior da articulação para a área externa, cuidadosamente, de maneira que o ligamento não fosse torcido e as fibras livres permanecessem posicionadas no centro da articulação (Figura 6).



Figura 6: Passagem do Ligamento Evolig® pelos túneis diagonais do fêmur e da tíbia. Fonte: Peixoto (2024)

Imediatamente, um parafuso de interferência foi rosqueado parcialmente no túnel diagonal do fêmur, e, com o joelho em flexão em torno de 40°, o ligamento sintético permaneceu tracionado, seguido do rosqueamento parcial do parafuso de interferência no túnel tibial diagonal. Logo depois, a patela foi reposicionada sobre a tróclea e foi verificada a estabilidade articular, em que se observou a presença de deslocamento cranial da tíbia, por meio do teste de gaveta, ou a rotação medial.



Figuras 7A e 7B: Passagem dos parafusos rosqueados para fixação do ligamento: A - Fêmur; B - Tíbia. Fonte: Peixoto (2024)

Após constatação negativa, a patela foi luxada novamente, e o rosqueamento dos parafusos de interferência dos túneis diagonais foi finalizado. Sem que houvesse frouxidão ou torção do Evolig[®], com o auxílio do fio de nitinol dobrado, da mesma forma, foram passadas as pontas do ligamento pelos túneis transversais do fêmur e da tíbia e rosqueados os parafusos de interferência de calibre menor.

Finalmente, a patela foi reposicionada na tróclea e foram realizadas as suturas da cápsula articular com fio de náilon 2-0 em padrão Sultan; subcutâneo com fio de poliglactina 910 3-0 em padrão zigue-zague; e pele com fio de náilon 3-0 em padrão simples interrompido.

No pós-operatório foram prescritos antibioticoterapia (Cefalexina 30 mg/kg/VO durante sete dias), anti-inflamatório (meloxicam 0,1 mg/kg, VO durante três dias) e analgesia (Dipirona, 25 mg/kg, VO, durante cinco dias e tramadol, 5 mg/kg, VO, durante sete dias).

Não foram utilizadas bandagens no pós-operatório e os curativos eram higienizados pelos proprietários, uma vez ao dia, apenas com solução fisiológica e recobertos com micropore, até a retirada de pontos, após 10 dias. Instruiu-se aos proprietários que os cães fossem mantidos em repouso nos primeiros 30 dias, permitindo-se somente pequenas caminhadas utilizando guia. Em seguida, indicou-se aumento gradual de atividade física e encaminhamento para fisioterapia.

Para monitorar os resultados clínicos após a utilização do ligamento, foram realizadas quatro avaliações controle obrigatórias decorridas 24 horas, 10 dias, 45 dias e seis meses após a cirurgia, respectivamente. Cada avaliação contou com uma ficha para preenchimento individual, em que foram abordadas questões relativas ao pós-operatório como posologia do antibiótico e AINE utilizado, inflamação pós-cirúrgica, estado da ferida, teste de gaveta, teste de compressão tibial, possíveis complicações ou falhas do implante.

Nestas avaliações clínicas também foram obtidas a amplitude de movimento do joelho por meio da medição dos ângulos de extensão e flexão da articulação, utilizando-se um goniômetro universal. Além de medidas da circunferência da coxa em centímetros, logo acima do nível do joelho, utilizando-se uma fita métrica. Os pacientes também foram avaliados quanto ao grau de

claudicação durante a marcha no pós-cirúrgico, de acordo com a classificação proposta por Hudson e colaboradores (2004).

As imagens radiográficas de pós-operatório foram obtidas nas projeções craniocaudal e médio-lateral, nas primeiras 24 horas e seis meses após o procedimento (Figura 8A e 8B). Os exames foram analisados acerca da evolução da osteoartrite em comparação com a radiografia pré-operatória. As análises foram feitas pelo mesmo avaliador, em dois momentos distintos, com intervalo de duas semanas entre as observações. Para comparação, foram observados 15 pontos bem definidos da articulação do joelho, como proposto por Mager (2000) e Matis e colaboradores (2005) (quadro 2). Cada ponto foi classificado de acordo com a gravidade das alterações osteoartrosicas em uma escala de um a quatro (quadro 3), em concordância com Schnell (1986). Ao final, os escores dos 15 pontos anatômicos foram somados e o grau de osteoartrite variou de 15 a 60, de acordo com a gravidade. Os dados das duas avaliações do mesmo observador foram comparados entre si.

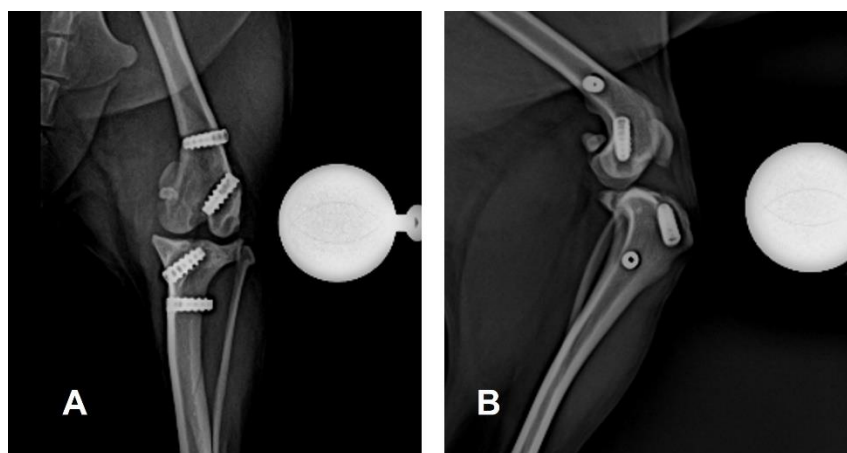


Figura 8: Radiografia pós-operatória para controle e acompanhamento da evolução da osteoartrite - OA: A - Projeção craniocaudal; B - Projeção médio-lateral.
Fonte: Peixoto (2024)

Quadro 4: Pontos de avaliação da osteoartrite na articulação do joelho.

Incidência médio-lateral	Ápice patelar
	Base patelar
	Crista troclear proximal
	Crista troclear distal
	Côndilo femoral
	Tuberosidade da tibia
	Platô tibial aspecto cranial
	Platô tibial aspecto caudal
	Platô tibial aspecto central
	Superfície poplíteia do fêmur
	Ossos sesamoides
Incidência craniocaudal	Côndilo tibial e femoral lateral
	Côndilo tibial e femoral medial
	Incisura intercondilar
	Patela

Fonte: Adaptado de Mager (2000) e Matis e colaboradores (2005).

Quadro 5: Sistema de classificação e alterações radiográficas correspondentes.

1	Não	Radiograficamente normal/ sem evidência de esclerose ou osteófitos
2	Leve	Osteófitos leves e/ou esclerose leve (artrose leve)
3	Moderado	Osteófitos moderados e esclerose moderada (artrose moderada)
4	Forte	Osteófitos marcados e esclerose grave (artrose grave)

Fonte: Adaptado de Schnell (1986)

O tipo de pesquisa é descritivo, com abordagem quantitativa. Na mensuração das frequências absolutas e relativas, a investigação quantitativa adotada neste trabalho objetiva dar tratamento estatístico aos dados, com o propósito de identificar tendências, aderências e associações entre as variáveis em estudo.

O tratamento estatístico empreendido busca identificar, por meio das frequências absolutas, se os dados convergem para algum diferencial em especial ou se há tendência ou não. É foco do presente estudo, usando-a para tal, a estatística descritiva dos dados com base em frequências absolutas e relativas para, em seguida, promover a aplicação de testes estatísticos.

Neste estudo foram utilizadas as variáveis flexão do membro, extensão e amplitude de movimento, circunferência de coxa e o escore de claudicação, analisados utilizando Análise de Variância comparando as diferentes fases de pré-operatório ao pós-operatório. Para realização do teste, foi adotado um nível de significância de $p\text{-valor} < 0,05$, ou seja, se $p\text{-valor} < 0,05$ aceita-se H_1 = as frequências observadas diferem significativamente para os diferentes grupos.

Desta forma, os dados coletados foram tabulados interpretados, processados e analisados por meio da estatística descritiva e inferencial. Para a análise dos dados foram utilizados recursos de computação, por meio do processamento no sistema Microsoft Excel, Statistic Package for Social Sciencies (SPSS) versão 24.0, todos em ambiente Windows 7.

4 RESULTADOS

A tabela 1 mostra a distribuição dos animais avaliados segundo as características epidemiológicas. Todas são fêmeas (6; 100%), a maioria possui quatro anos de idade (3;50%), sem raça definida (3; 50%), castradas (6; 100%) e todas tiveram o membro pélvico esquerdo afetado (6; 100%).

Tabela 1: Distribuição dos animais avaliados segundo as características epidemiológicas.

Caracterização	Qtd	%
Gênero		
Fêmea	6	100%
Macho	0	0%
Idade		
2 anos	1	17%
4 anos	3	50%
10 anos	1	17%
11 anos	1	17%
Raça		
<i>American Sttafordshire</i>	1	17%
<i>Buldogue americano</i>	1	17%
<i>Spitz alemão</i>	1	17%
SRD	3	50%
Membro Afetado		
Esquerdo	6	100%
Direita	0	0%
Status Reprodutivo		
Castrados	6	100%
Inteiros	0	0%

Fonte: elaboração da autora (2014)

A figura 9 representa a distribuição dos animais avaliados segundo o peso médio. A média encontrada foi de 17,008 quilos e o desvio padrão foi de 10,891.

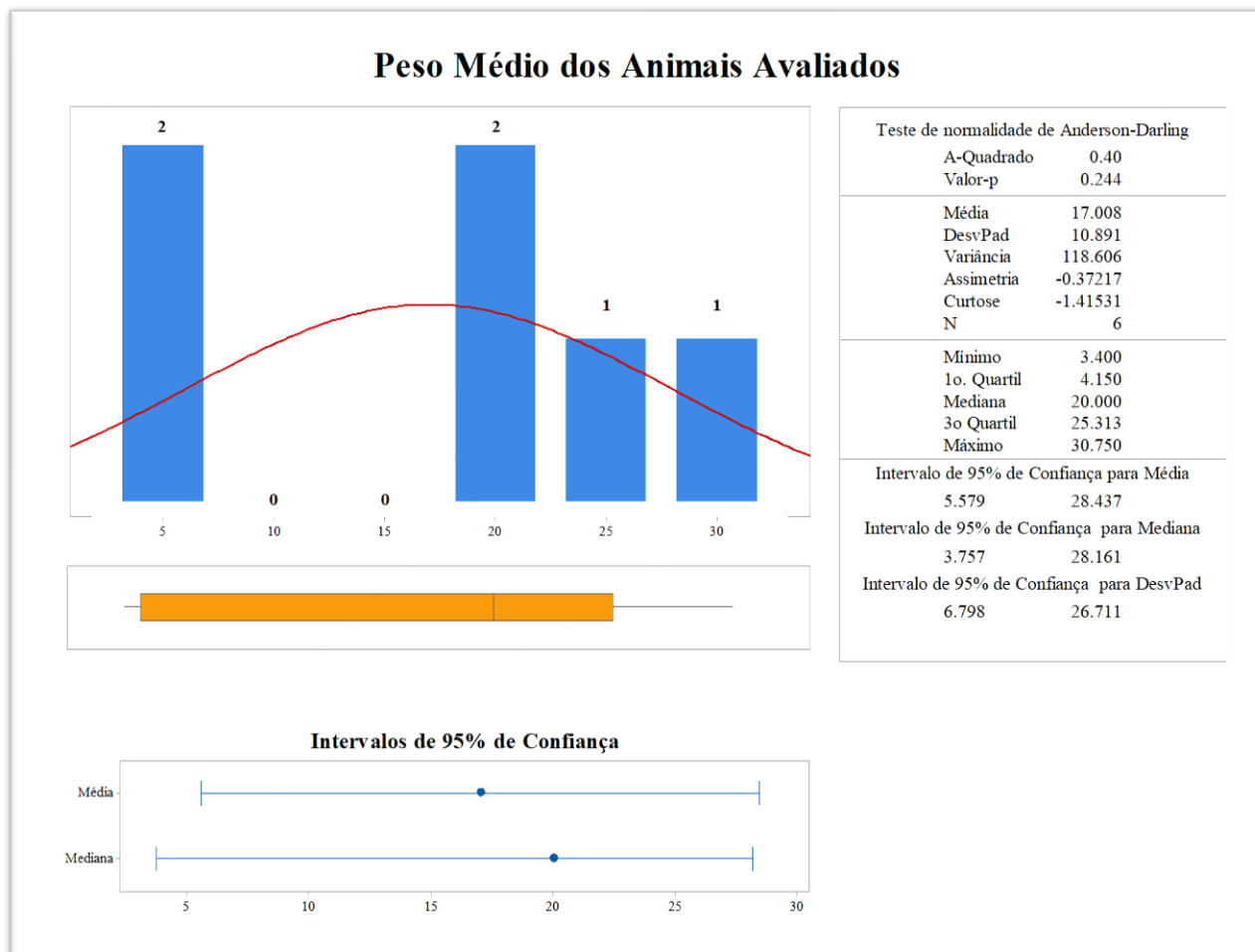


Figura 9: Distribuição dos animais avaliados segundo o peso médio. Fonte: Peixoto (2023).

A tabela 2 mostra a distribuição dos animais avaliados segundo o resultado da avaliação da flexão, extensão e amplitude de movimento do membro acometido. Não foi detectada diferença significativa ($p > 0.05$) em nenhuma das avaliações. Contudo, na avaliação da flexão do membro, observa-se que a média foi maior na fase de pós-operatório imediato ($\mu = 43.33 \pm 13.05$) e menor no pós-operatório de seis meses ($\mu = 42.17 \pm 11.60$).

No caso da extensão, verifica-se que a menor média é na fase do pós-operatório imediato com 131,33, variando com desvio padrão de $\pm 19,76$, e a

maior média foi observada no pós-operatório de seis meses, equivalendo a 135,00, variando com desvio padrão de $\pm 21,41$.

Quanto à amplitude de movimento, a maior média apresentada foi no pós-operatório de seis meses ($\mu = 92,8 \pm 28,2$) e a menor média foi observada no pós-operatório imediato ($\mu = 88,0 \pm 28,7$).

Tabela 2: Distribuição dos animais avaliados segundo o resultado da avaliação da flexão, extensão e amplitude de movimento do membro acometido nos períodos pré-operatório e pós-operatório imediato, 10 dias, 45 dias e 6 meses.

Variável	Fase	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo	P-Valor ⁽¹⁾
Flexão	1 – Pré Op.	43.17	12.97	28.00	67.00	1.000n s
	2 - Pós Op. Im.	43.33	13.05	28.00	67.00	
	3 - Pós Op. 10 dias	42.83	12.09	29.00	65.00	
	4 - Pós Op. 45 dias	42.50	12.23	29.00	65.00	
	5 - Pós Op. 6 m	42.17	11.60	31.00	64.00	
Extensão	1 – Pré Op.	131.83	19.47	111.00	160.00	0.998n s
	2 - Pós Op. Im.	131.33	19.76	111.00	160.00	
	3 - Pós Op. 10 dias	132.17	20.05	111.00	162.00	
	4 - Pós Op. 45 dias	133.17	20.05	112.00	163.00	
	5 - Pós Op. 6 m	135.00	21.41	112.00	168.00	
Amplitude de movimento	1 – Pré Op.	88.7	27.9	61.0	132.0	0.998n s
	2 - Pós Op. Im.	88.0	28.7	59.0	132.0	
	3 - Pós Op. 10 dias	89.3	28.0	63.0	133.0	
	4 - Pós Op. 45 dias	90.7	28.0	64.0	134.0	
	5 - Pós Op. 6 m	92.8	28.2	68.0	137.0	

DesvPad Combinado = 0.673656.

Fonte: Protocolo de pesquisa (2023).

Nota: Os resultados são baseados em linhas e colunas não vazias em cada subtabela mais interna.

⁽¹⁾ Teste ANOVA (p-valor < 0.05).

*Valores Significativos; NS - Valores Não Significativos.

Interpretação do teste:

H₀: Não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

H_a: Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Decisão: Como o valor de *p* computado é menor que o nível de significância alfa = 0,05, deve-se rejeitar a hipótese nula H₀ e aceitar a hipótese alternativa H_a.

Nas figuras 10, 11 e 12 é possível observar a distribuição dos dados relativos à flexão, extensão e amplitude de movimento do membro acometido, respectivamente.

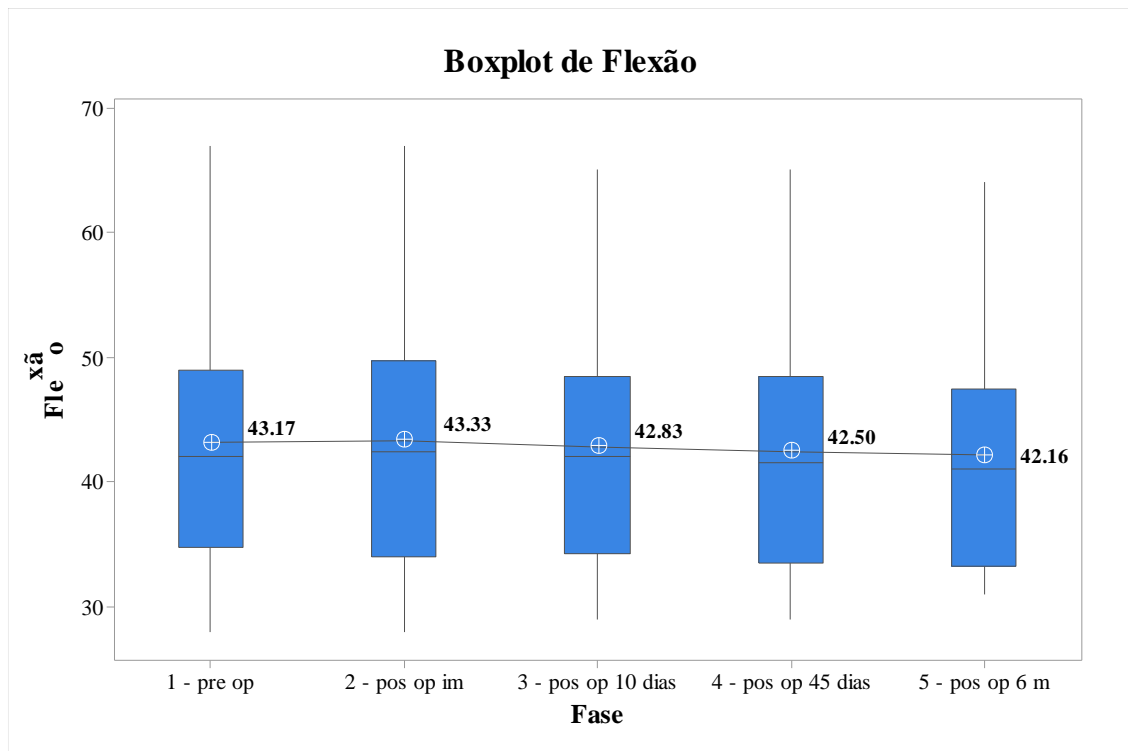


Figura 10: Distribuição dos animais avaliados segundo a flexão média da articulação do joelho nas fases pré-operatório e pós-operatório imediata, 10 dias, 45 dias e 6 meses. Fonte: Peixoto (2024)

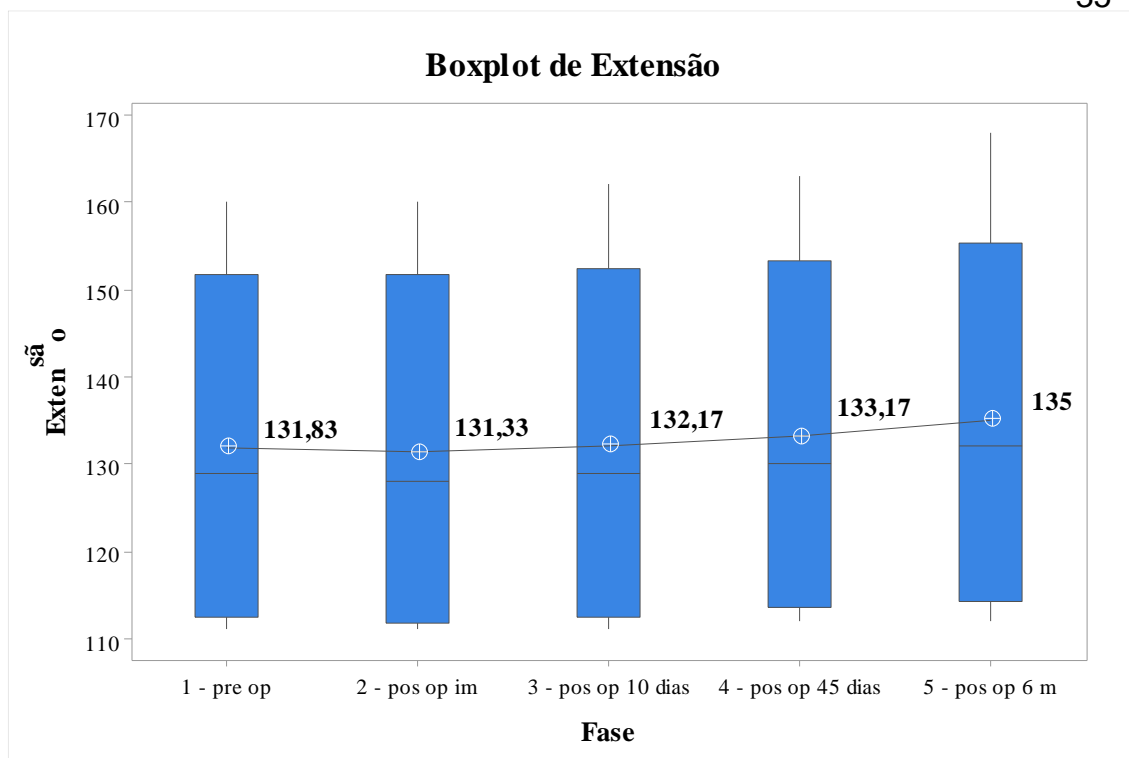


Figura 11: Distribuição dos animais avaliados segundo a extensão média da articulação do joelho nas fases pré-operatório e pós-operatório imediata, 10 dias, 45 dias e 6 meses. Fonte: Peixoto (2024)

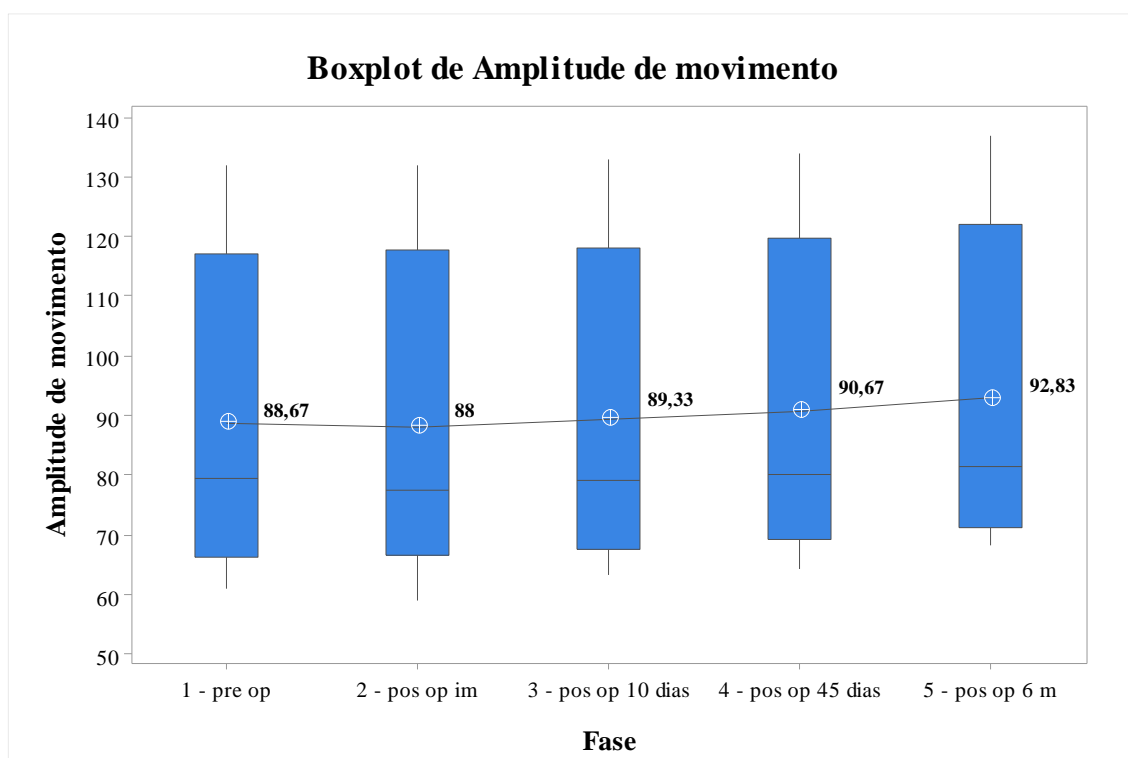


Figura 12: Distribuição dos animais avaliados segundo a amplitude de movimento média da articulação do joelho nas fases pré-operatório e pós-operatório imediata, 10 dias, 45 dias e 6 meses. Fonte: Peixoto (2024).

A tabela 3 mostra a distribuição dos animais avaliados segundo o resultado da avaliação da circunferência de coxa e o escore de claudicação. Não foi detectada diferença significativa ($p > 0.05$) entre as fases de avaliações da circunferência de coxa. Contudo, observa-se que a média de circunferência foi maior na fase do pós-operatório com seis meses ($\mu = 20,70 \pm 5,05$).

No caso do escore de claudicação, técnica que permite quantificar a qualidade da marcha dos animais, baseado em uma escala dividida em cinco níveis. O escore 1 corresponde a um animal que caminha normalmente, sem desconforto e o escore 5 corresponde a um animal com intensa claudicação, incapaz de apoiar sobre um dos membros. Verifica-se que a maior média é na fase do pós-operatório imediato com 3,5, variando com desvio padrão de $\pm 0,837$. Na fase do pós-operatório com seis meses, a média é significativamente ($p < 0.05$) mais baixa ($\mu = 0,33 \pm 0,51$).

Tabela 3: Distribuição dos animais avaliados quanto a evolução da Ortoartrite e função dos membros, segundo o resultado da avaliação da circunferência de coxa e o escore de claudicação.

Variável	Fase	Média	DesvPad	Mínimo	Máximo	P-Valor ⁽¹⁾
Circunferência de coxa	1 – Pré Op.	20.02	4.92	13.50	25.30	0.999ns
	2 - Pós Op. Im.	20.05	4.95	13.50	25.30	
	3 - Pós Op. 10 dias	20.12	4.96	13.50	25.30	
	4 - Pós Op. 45 dias	20.25	4.95	13.70	25.50	
	5 - Pós Op. 6 m	20.70	5.05	14.00	26.00	
Escore de Claudicação	1 – Pré Op.	3.333	0.816	2.000	4.000	0.000*
	2 - Pós Op. Im.	3.500	0.837	2.000	4.000	
	3 - Pós Op. 10 dias	2.500	0.837	1.000	3.000	
	4 - Pós Op. 45 dias	1.667	1.211	0.000	3.000	
	5 - Pós Op. 6 m	0.333	0.516	0.000	1.000	

DesvPad Combinado = 4.96623.

Fonte: Protocolo de pesquisa (2023).

Nota: Os resultados são baseados em linhas e colunas não vazias em cada subtabela mais interna.

⁽¹⁾ Teste ANOVA (p -valor < 0.05).

*Valores Significativos; NS - Valores Não Significativos.

Interpretação do teste:

H₀: Não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

H_a: Há diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Decisão: Como o valor de p computado é menor que o nível de significância $\alpha = 0,05$, deve-se rejeitar a hipótese nula H_0 e aceitar a hipótese alternativa H_a .

As figuras 13 e 14 representam a distribuição dos dados relativos à avaliação da circunferência da coxa e avaliação do escore de claudicação, respectivamente.

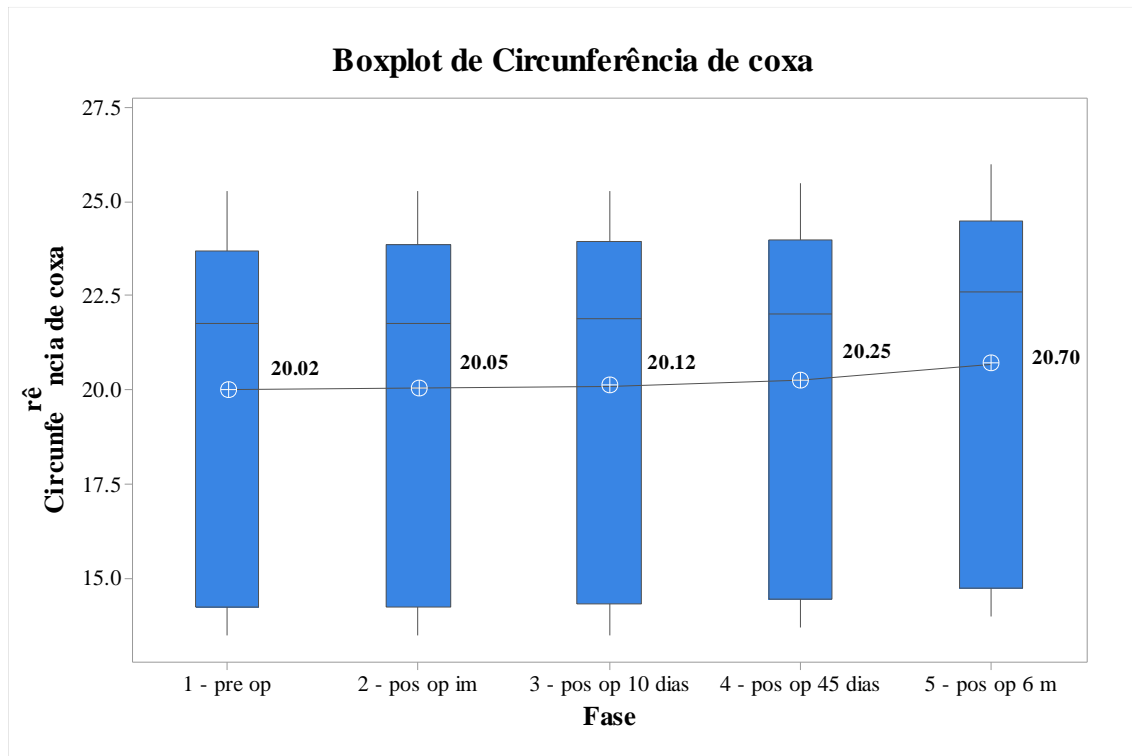


Figura 13: Distribuição dos animais avaliados segundo o resultado da avaliação da circunferência de coxa.

Fonte: Peixoto (2024).

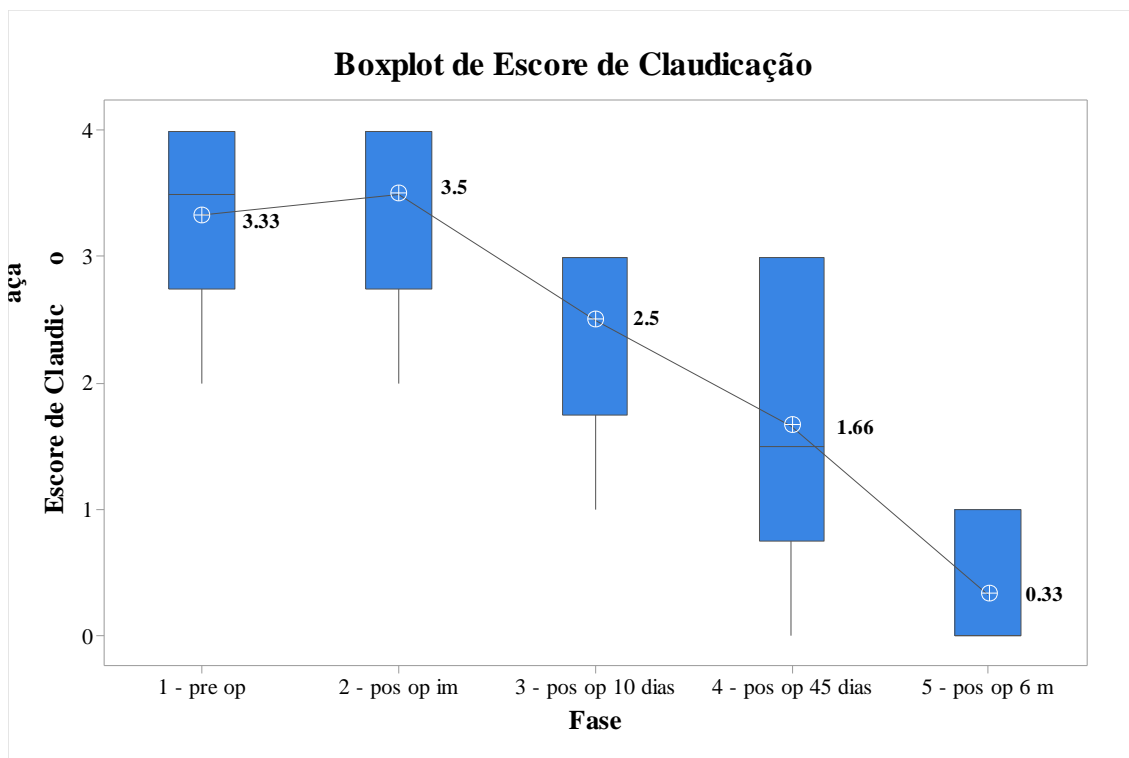


Figura 14: Distribuição dos animais avaliados segundo o resultado da avaliação do escore de claudicação.

Fonte: Peixoto (2024)

A tabela 4 mostra a distribuição dos animais avaliados quanto à evolução da Osteoartrite, segundo as médias e intervalos de 95% de Confiança Bonferroni para os desvios padrão dos resultados obtidos nas avaliações radiográficas do sistema EVOLIG, nos períodos pré e pós-operatório, de acordo com os pontos anatômicos pré-estabelecidos. As duas avaliações foram realizadas para observar a variação intraobservador. Não foi detectada diferença significativa ($p > 0.05$) entre as fases de avaliações da primeira e segunda avaliações. Contudo, observa-se que na primeira avaliação, a média obtida foi maior na fase do pré-operatório ($\mu = 20,33 \pm 3,72$) e na segunda avaliação, a média na fase pré-operatória é 20,00, variando com desvio padrão de $\pm 3,22$.

Tabela 4: Médias e intervalos de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão dos resultados obtidos nas avaliações clínicas do sistema EVOLIG.

Avaliação	Fase	N	Média	DesvPad	IC	P-Valor ⁽¹⁾
Evolig (av. 1)	1 - Pré Op.	6	20.33	3.72380	(0.50295; 49.2083)	0.768ns
	2 - Pós Imed.	6	18.83	3.65605	(0.33165; 71.9341)	
	3 - Pós 6 m.	6	19.50	3.27109	(1.26674; 15.0759)	
Evolig (av. 2)	1 - Pré Op.	6	20.00	3.22490	(0.87929; 21.1099)	0.814ns
	2 - Pós Imed.	6	18.83	3.06050	(0.78896; 21.1893)	
	3 - Pós 6 m.	6	19.17	3.37145	(0.87714; 23.1287)	

Nível de confiança individual = 99.1667%

Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

As figuras 15 e 16 esquematizam as médias e desvio padrão com intervalos de confiança Bonferroni para os resultados obtidos nas duas avaliações radiográficas do sistema EVOLIG.

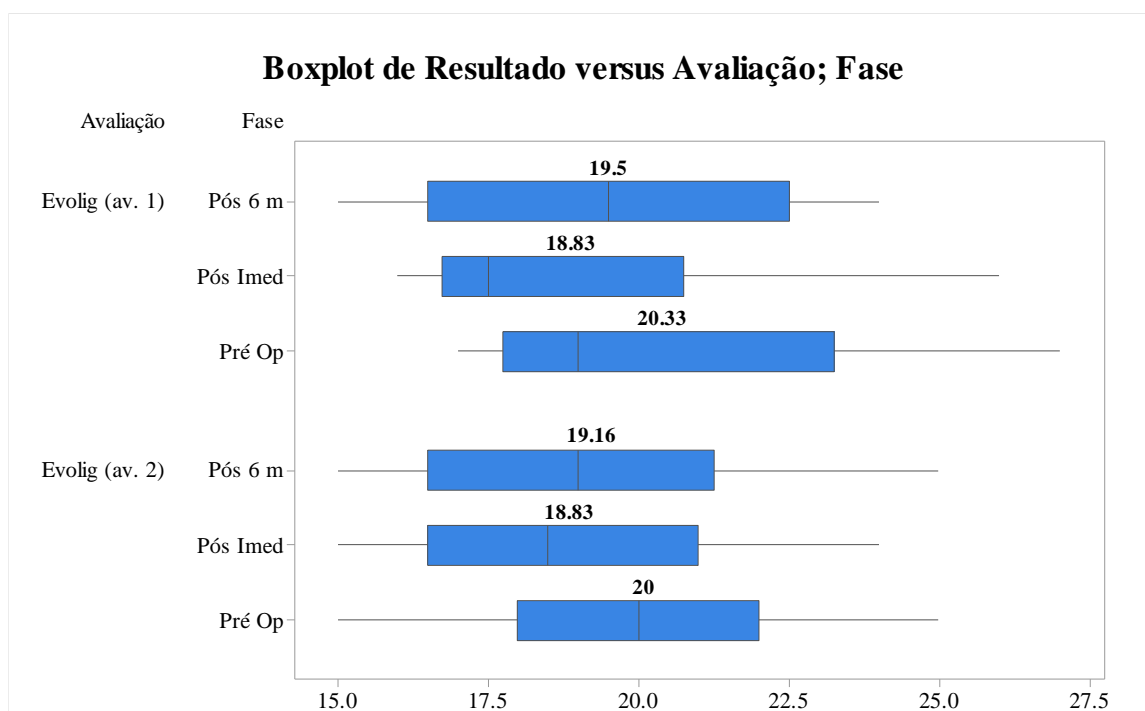


Figura 15: Médias e intervalos de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão dos resultados obtidos nas avaliações clínicas do sistema EVOLIG.

Fonte: Peixoto (2024)

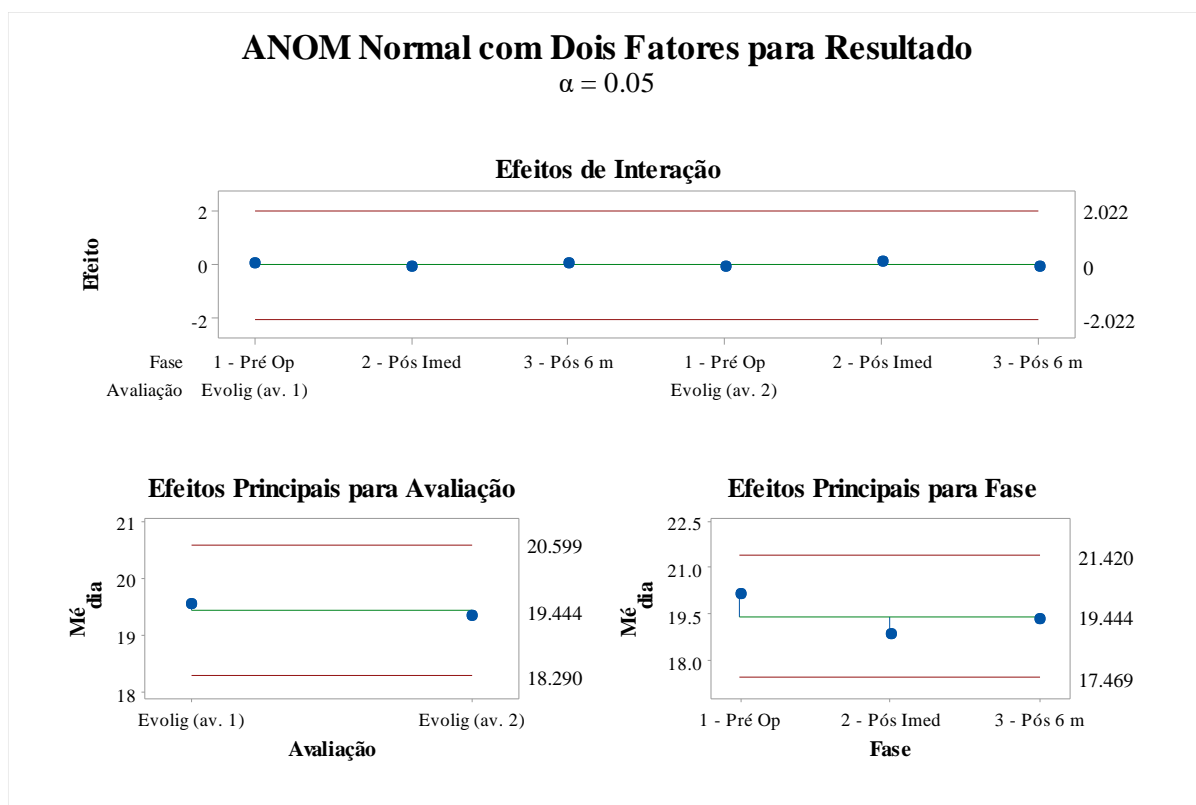


Figura 16: Médias e intervalos de 95% de Confiança Bonferroni para os Desvios Padrão dos resultados obtidos nas avaliações radiográficas do sistema EVOLIG.
Fonte: Peixoto (2024).

A dosagem de antibióticos e AINEs no pós-operatório foi administrada de forma satisfatória em todos os pacientes operados. A antibioticoterapia foi mantida durante 10 dias, enquanto os AINEs foram mantidos por apenas três dias. Não houve necessidade de retomar a administração de AINEs após o período perioperatório imediato até a conclusão das avaliações (figura 17).

Os testes de gaveta e compressão tibial se mantiveram negativos durante todas as avaliações, em todos os animais operados (figura 17). A evolução da cirurgia se deu de forma satisfatória em todas as avaliações clínicas realizadas (figura 17).

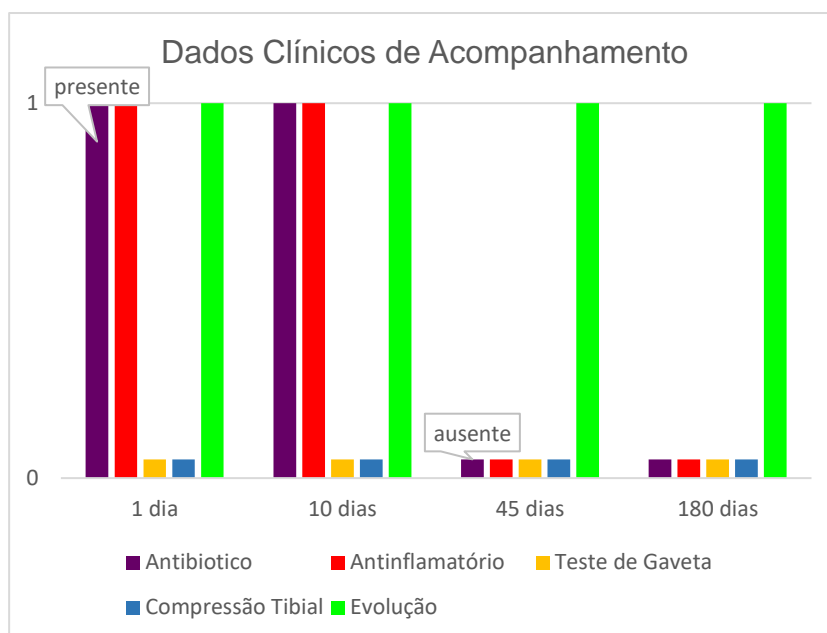


Figura 17: Dados clínicos de acompanhamento pós-operatório. Fonte: Peixoto (2024)

A inflamação do sítio cirúrgico foi excessiva em apenas um dos seis pacientes operados, no restante foi considerada normal (figura 18). Já a condição da ferida cirúrgica foi considerada normal em três dos seis pacientes na primeira avaliação pós-operatória, enquanto aos de 10 dias, foi considerada boa em todos os animais (figura 19).

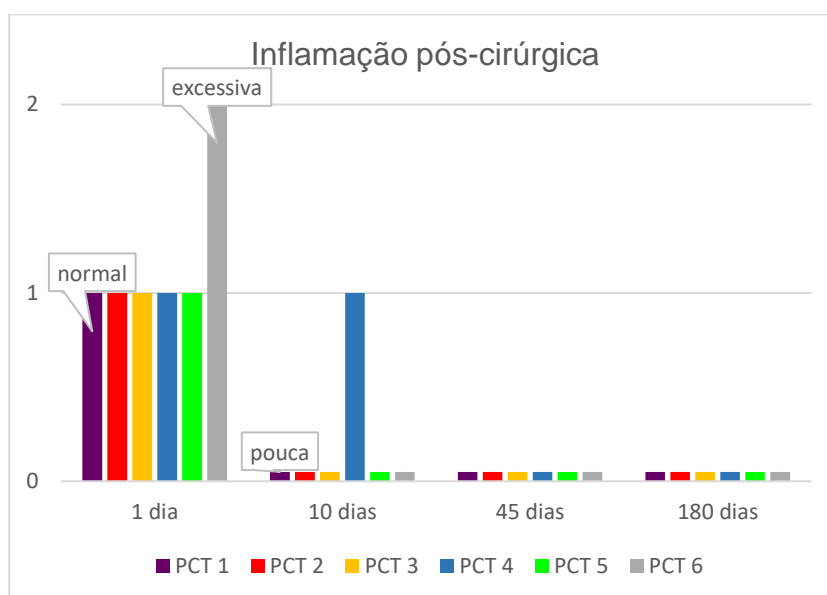


Figura 18: Inflamação do sítio cirúrgico nas quatro avaliações pós-operatórias. Fonte: Peixoto (2024)

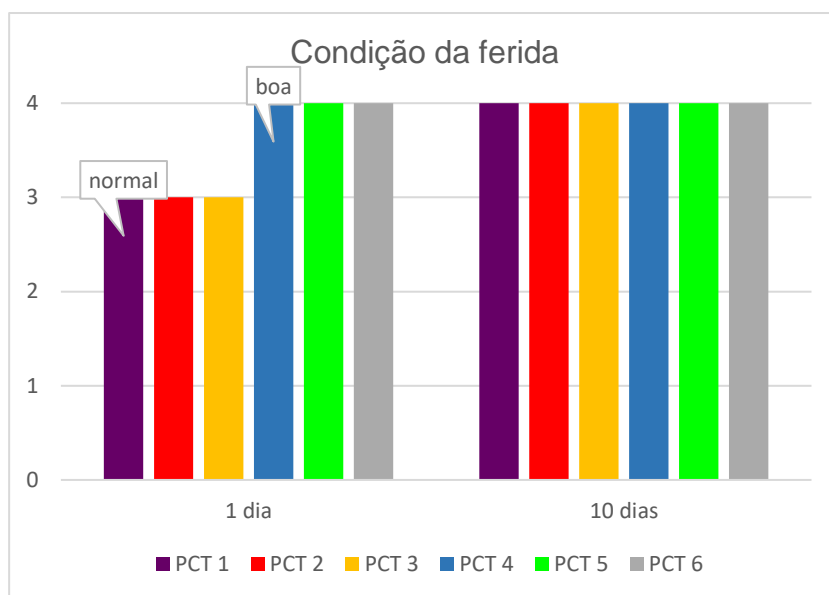


Figura 19: Condição da ferida cirúrgica nas duas primeiras avaliações pós-operatórias. Fonte: Peixoto (2024)

Não foram observados eventos adversos relacionados aos implantes ortopédicos radiopacos. Foi notada uma pequena área de osteólise ao redor dos parafusos de interferência, mas sem evidência de migração. Também não foram observadas infecção ou rejeição do implante durante o período avaliado.

5 DISCUSSÃO

No que se refere aos dados epidemiológicos, sabe-se que há diversos fatores que podem influenciar no desenvolvimento da doença do ligamento cruzado cranial, mas estes não estão totalmente elucidados. Nesta amostra, a prevalência de fêmeas castradas reforça uma influência direta ou indireta dos hormônios nos mecanismos da doença. Estudos de prevalência para DLCCr examinaram as diferenças de gênero e status reprodutivo dos animais com e sem a doença e, como descrito por Witsberger e colaboradores (2008) e Engdahl e colaboradores (2021), machos e fêmeas castradas têm chances significativamente maiores de ruptura quando comparados a animais inteiros.

A incidência de RLCCr é mais comumente relatada na faixa etária de dois a 10 anos de idade, como observado neste estudo (POWERS et al., 2005). Apesar disto, 84% dos animais avaliados possuíam quatro anos ou mais. Witsberger e colaboradores (2008) relataram, em um estudo que examinou dados de registros médicos de mais de um milhão de casos, que cães com mais de quatro anos de idade possuem significativamente maior probabilidade de serem diagnosticados com a ruptura quando comparados a cães com menos de quatro anos.

Como já descrito anteriormente por Taylor-brown e colaboradores (2015), animais com peso superior a 15 quilos possuem maior risco de desenvolver a doença do ligamento cruzado. Como observado na amostra, apesar da metade dos animais não pertencer a raças de grande porte e um deles pertencer a uma raça *toy*, ao se analisar o peso médio, observa-se um resultado superior ao estabelecido pelos autores anteriormente citados. Este fato corrobora as premissas de que a sobrecarga mecânica acelera o processo de degeneração do ligamento.

A utilização do Evolig tem como um dos principais objetivos manter a biomecânica e cinemática normais da articulação do joelho. Por conseguinte, a análise e comparação da amplitude de movimento do joelho antes e após o procedimento refletem a saúde articular e configuram uma avaliação funcional prática, de fácil reprodutibilidade e que proporciona resultados objetivos e confiáveis (SABANCI; OCAL, 2016). A confiabilidade da goniometria em cães foi documentada por Jaegger (2002), comparando as medidas feitas com

radiografia com as medidas feitas por um goniômetro de plástico transparente em 16 Labradores Retrievers saudáveis (JAEGER; MARCELLIN-LITTL; LEVINE, 2002).

Causas fisiológicas e/ou patológicas podem modificar a ADM. As variações podem ser baseadas na atividade e na raça do cão; a condição corporal e a saúde articular podem afetar a ADM como resultado de alterações nas formas das articulações, cápsulas, tendões periarticulares, músculos e ligamentos (PINNA; LANZI; TASSANI, 2021). Assim, ao observar os valores médios de extensão e flexão dos animais avaliados em todas as fases de observação, notam-se valores reduzidos para extensão e aumentados para flexão, quando comparados aos de cães com articulações saudáveis, em que as médias anteriormente estabelecidas foram de 162° para extensão e 41° para flexão (JAEGER; MARCELLIN-LITTL; LEVINE, 2002). Estas modificações decorrem da instabilidade causada pela força de cisalhamento cranial tibial, que resulta da força compressiva articular dirigida axialmente e da inclinação do platô tibial na articulação do joelho, pela ausência da estabilidade proporcionada pelo ligamento cruzado cranial rompido (PINNA; LANZI; TASSANI, 2021).

Um estudo realizado por Pinna, Lanzi e Tassani, (2021) corrobora o resultado acima, em que ao analisar os joelhos com RLCCr de 234 cães, foi observado redução da amplitude de movimento, provavelmente pela modificação da biomecânica ou modificação das estruturas periarticulares. Estes autores também observaram uma maior perda no ângulo de extensão, quando comparada a perda na flexão e este padrão também pode ser observado ao analisar os valores médios desta amostra.

Também foi sugerido que uma ADM entre 80° e 100° é aceitável para a função do joelho, após a artroplastia total em cães machos, com abordagem semelhante em humanos (ALLEN et al., 2009). Este mesmo intervalo foi visto em todas as avaliações pós-operatórias, após utilização do EVOLIG e, apesar de não apresentar diferença significativa, é possível observar uma melhora de até 4° na amplitude de movimento entre o pré-operatório e o pós-operatório de seis meses.

Além disso, ao se comparar a maior média de ADM ($92,8 \pm 28,2$) com as de animais normais relatadas anteriormente (SABANCI; OCAL, 2016), nota-se que os animais observados possuíam ADM reduzidas já no pré-operatório, o que

também corrobora o fato de que a RLCCr e a consequente instabilidade no joelho causam alterações na cinemática.

A utilização do implante EVOLIG® não interferiu de forma significativa nas medidas de flexão, extensão e amplitude de movimento dos joelhos operados nos diferentes tempos de comparação. Resultados semelhantes foram relatados em 412 pacientes submetidos a TPLO, em que a realização do procedimento cirúrgico não interferiu de forma significativa nas medidas de flexão e extensão pós-operatórias (JANDI; SCHULMAN, 2007). Contudo, é possível notar que há uma evolução positiva nas medidas, principalmente relacionada à amplitude de movimento. A redução dos graus de flexão, bem como o aumento nos graus de extensão, permitiu um avanço na cinemática dos joelhos operados, com destaque para o período pós-operatório de seis meses, que apresentou a maior amplitude.

A menor média de ADM associada à maior média no escore de claudicação no período pós-operatório imediato pode estar associada à inflamação tecidual decorrente do procedimento operatório, visto que as medições foram realizadas logo nas primeiras 24 horas. A falta de movimento articular pode ocorrer após lesão ou tratamento cirúrgico pois estes iniciam uma cascata de eventos que resultam na migração de células inflamatórias e depois de fibroblastos para o local da lesão ou cirurgia. A localização da formação de tecido fibroso tem implicações na subsequente perda de movimento (JANDI; SCHULMAN, 2007).

Medições goniométricas foram realizadas em estudos anteriores em cães acordados, sedados e anestesiados (JAEGGER; MARCELLIN-LITTL; LEVINE, 2002; JANDI; SCHULMAN, 2007; MOELLER et al., 2010; SABANCI; OCAL, 2016). Neste estudo, todas as medidas foram realizadas juntamente com as avaliações de escore de claudicação e outros aspectos relacionados à cirurgia, o que seria impossibilitado caso o animal estivesse sedado. Além disso, um estudo anterior descobriu que os sedativos não influenciaram as medidas goniométricas em cães (JAEGGER; MARCELLIN-LITTL; LEVINE, 2002).

O desuso do membro afetado pela ruptura ligamentar resulta em atrofia muscular. Além disso, os músculos da coxa podem sofrer rápida atrofia muscular neurogênica em poucos dias no período perioperatório. A atrofia muscular pode ser acompanhada ao longo do tempo e pode ser usada como um indicador

clínico do uso do membro (MOELLER et al., 2010). Por isso, a circunferência da coxa tem sido usada tanto em humanos quanto em cães como uma medida das alterações da massa muscular da coxa, após a cirurgia do joelho, por ser uma medida objetiva, barata e de fácil execução. Nesta avaliação, não houve diferença significativa nas medidas de circunferência da coxa nos diferentes períodos, mas houve uma pequena evolução positiva nas médias dos animais avaliados, especialmente ao se comparar o pré-operatório com pós-operatório de seis meses. Este resultado pode ser explicado pelo curto prazo de acompanhamento pós-operatório (semanas a meses), visto que é esperada uma fase de defasagem entre o momento da melhora no uso do membro e as mudanças musculares grosseiras detectáveis na massa muscular. Em longo prazo (anos), o tempo de defasagem deve ser insignificante.

Além disso, um estudo em atletas humanos testou a função do quadríceps antes e depois da cirurgia do joelho. Este estudo demonstrou que o membro operado era apenas 80%-90% tão forte quanto o membro não operado 18 meses após a cirurgia, indicando que a função do quadríceps não retorna rapidamente após a cirurgia (GRIMBY et al., 1980). Um estudo avaliou 58 cães com deficiência de ligamento cruzado que foram tratados cirurgicamente com um procedimento intra-articular "Over-the-top" modificado (INNES; BARR, 1998). A atrofia do quadríceps ainda era observada 13 meses após a cirurgia no membro operado. No entanto, o grau de atrofia havia melhorado em comparação com as medidas pré-operatórias. Em outro estudo com 29 cães submetidos a TPLO, 5 anos após o procedimento, os membros operados ainda não haviam atingido a mesma circunferência de coxa e ADM dos membros saudáveis. Estas informações explicam os resultados encontrados neste estudo e seria necessário um maior tempo de acompanhamento para observar alterações expressivas.

O uso do membro pode ser avaliado por meio do exame físico, análise da marcha, análise da placa de força ou circunferência da coxa (MOELLER et al., 2010). Por isso, a análise da marcha por meio da graduação da claudicação nos diferentes tempos foi importante para acompanhar a evolução clínica do paciente e analisar os resultados da implantação do EVOLIG®. Os pacientes apresentaram melhora significativa no escore de claudicação, especialmente no pós-operatório de seis meses em que, de acordo com a pontuação média, foi

classificada como ausente. Esta evolução positiva pode ser explicada pela estabilização proporcionada pelo sistema EVOLIG®, que ao proporcionar uma estabilização mais fisiológica do joelho, suporta todas as forças às quais o ligamento é submetido e, conseqüentemente, reduz a claudicação. Desta forma, o melhor indicador de um resultado bem-sucedido da cirurgia é o retorno à função (HOELZLER et al., 2004a).

Por ser uma técnica inovadora, é desconhecido outro estudo que tenha investigado os resultados clínicos a curto prazo após a utilização do implante EVOLIG, por isto a relevância dos dados acima descritos. Um estudo anterior observou o grau de claudicação em 29 cães após realização de TPLO e 25 deles ainda apresentavam algum grau de claudicação clínica entre um e cinco anos de pós-operatório (MOELLER et al., 2010). Ao observar o desempenho pós-cirúrgico a longo prazo (12 meses) de cães submetidos a reparo ligamentar com aloenxerto descelularizado intra-celular, (Biskup e colaboradores (2017) viram melhora das medidas subjetivas e objetivas no período avaliado. Contudo, estes resultados não podem ser diretamente comparados ao deste estudo porque a avaliação do uso do membro foi realizada por meio das placas de força.

Apesar de a análise com placa de força em pacientes trotando se correlacionar melhor que a avaliação visual de cães com claudicação de baixo grau (MOELLER et al., 2010), a análise com placa de força não estava disponível em nosso hospital e, portanto, não pôde ser usada para verificar quantitativamente o uso do membro.

Desde a década de 1950, a radiologia tem sido de uso comum por veterinários para diagnosticar e realizar o acompanhamento clínico da evolução da OA. Para quantificar as alterações observadas nas radiografias, foram desenvolvidos sistemas de classificação para a osteoartrite do joelho humano e do joelho canino. Estes sistemas tentam atribuir uma pontuação agregada com base na aparência e na gravidade das características reconhecidas da doença (INNES et al., 2004). Os escores de OA obtidos nas avaliações deste estudo não diferiram significativamente nos períodos de avaliação de seis meses. Este resultado pode ser relacionado à estabilidade articular conferida pela utilização do implante EVOLIG® neste período, visto que, aos seis meses, todos os animais ainda se apresentavam com teste de compressão tibial e teste de gaveta negativos. Assim, a promoção da estabilidade articular proporcionou uma

desaceleração da OA, visto que estes animais já possuíam uma pontuação no pré-operatório e mantiveram níveis semelhantes seis meses depois.

Ao se comparar os resultados acima com outras técnicas, como a TPLO, um estudo radiográfico prospectivo de 40 cães mostrou um aumento global significativo nas pontuações médias de osteófitos seis meses após a cirurgia (LINEBERGER J A et al., 2005). Já em um outro estudo em que foi realizada estabilização intra-articular com aloenxerto descelularizado, não foi observada modificação nas pontuações de OA 6 e 12 meses após a cirurgia. Tais resultados corroboram a ideia de que a estabilização intra-articular proporciona uma estabilização mais fisiológica da articulação do joelho, ao bloquear todas as forças as quais a articulação é submetida e, conseqüentemente, desacelera a progressão da OA (BISKUP et al., 2017).

Os 15 pontos anatômicos avaliados nas radiografias dos seis animais foram de alta reprodutibilidade e baixa variabilidade intraobservador, pois não se observou diferença significativa entre as duas avaliações. Desta forma, a baixa variabilidade intraobservador apoia a viabilidade do método para aplicação na prática clínica como uma ferramenta objetiva para pontuação radiográfica de OA de joelho (WESSELY; BRÜHSCHWEIN; SCHNABL-FEICHTER, 2017).

A técnica cirúrgica para implantação do sistema EVOLIG é de fácil reprodução e apresenta bons resultados pós-operatórios, principalmente relacionados ao retorno da utilização do membro e redução da claudicação pós-operatória ao longo de seis meses. Não são de conhecimento da autora outros estudos que tenham utilizado o implante Evolig e realizado o acompanhamento dos pacientes a curto prazo. No entanto, outros estudos utilizaram ligamentos sintéticos diferentes para a correção da instabilidade do joelho, dentre eles um implante de tereftalato de polietileno (JOHNSON; CONZEMIUS, 2022) e um ligamento sintético composto por um núcleo de polietileno tereftalato de peso molecular ultra-alto e uma bainha de politetrafluoretileno poroso não expandido (NE-PTFE) (BARNHART et al., 2016). Ambas as investigações obtiveram bom retorno da função do membro no pós-operatório, contudo, resultados inconsistentes quanto a integridade do implante aos seis meses após a cirurgia. Neste ponto, não foram realizadas avaliações artroscópicas para averiguar a integridade do EVOLIG aos seis meses, mas, nas radiografias de acompanhamento, os

pacientes não apresentavam translação cranial da tíbia e no exame físico não apresentavam movimento de gaveta cranial.

Em todos os pacientes foram utilizados quatro parafusos de interferência para fixação do ligamento e estes mantiveram bom funcionamento no período avaliado. Um estudo *ex-vivo* mostra que a fixação de um ligamento sintético com quatro parafusos é mais forte que com três ou dois parafusos e que as fixações transversais são mais fortes que as fixações diagonais (BLANC et al., 2019).

Embora o impacto desta série de casos seja limitado, consideramos que este desenho de estudo configurava um passo razoável para gerar resultados *in vivo*. Modelos experimentais com transecção do LCCr não foram considerados.

A principal limitação deste estudo é a falta de avaliação da integridade da prótese a longo prazo (a partir de 12 meses). Além disso, não foi possível obter avaliação radiográfica em todos os tempos de acompanhamento clínico, principalmente por limitações financeiras dos tutores.

Outra possível limitação deste estudo foi não comparar as medidas de extensão, flexão, ADM e circunferência de coxa do membro acometido com o contralateral, pois nenhum destes pacientes apresentou ruptura bilateral durante o tempo de avaliação e este serviria como controle. Contudo, existem mecanismos compensatórios dos membros pélvicos nos casos de ruptura e, mesmo em animais saudáveis, há um membro posterior dominante. Além disso, outras investigações não encontraram diferença significativa pré-operatória quando comparadas as medidas dos joelhos doentes com os contralaterais saudáveis (JANDI; SCHULMAN, 2007; MOSTAFA et al., 2010).

Mais estudos necessitam ser realizados para acompanhar a longo prazo a continuidade da utilização do membro, o bom funcionamento do implante, a evolução da OA e progressão da circunferência de coxa e amplitude de movimento. Em um ou mais anos de pós-operatório, certamente seria de se esperar que a musculatura da coxa do membro operado tivesse evoluído com a utilização contínua do membro.

6 CONCLUSÃO

Portanto, presumimos que a utilização do implante EVOLIG para correção de RLCCr em cães é uma técnica exequível, que propicia bom retorno à função do membro aos seis meses de pós-operatório e com redução significativa da claudicação após o procedimento cirúrgico. Em consequência da estabilização proporcionada pelo ligamento sintético, há uma desaceleração na progressão da OA em joelhos caninos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, P. et al. Influence of signalment on developing cranial cruciate rupture in dogs in the UK. **Journal of Small Animal Practice**, v. 52, n. 7, p. 347–352, jul. 2011.

AERTSENS, A. et al. Comparison of the tibia plateau angle between small and large dogs with cranial cruciate ligament disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 28, n. 6, p. 385–390, 2015.

ALLEN, M. J. et al. Cemented total knee replacement in 24 dogs: Surgical technique, clinical results, and complications. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 5, p. 555–567, jul. 2009.

ARAGON CL; HOFMEISTER EH; BUDSBERG SC. Systematic review of clinical trials of treatments for osteoarthritis in dogs. **Journal of Veterinary Medical Association**, v. 230, p. 514–521, 2007.

ARNAULT, F. et al. Diagnostic value of ultrasonography to assess stifle lesions in dogs after cranial cruciate ligament rupture : 13 cases. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 22, n. 06, p. 479–485, 17 dez. 2009.

BARNHART, M. D. et al. Evaluation of an intra-articular synthetic ligament for treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs: A six-month prospective clinical trial. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 29, n. 6, p. 491–498, 2016.

BERGH, M. S.; PEIRONE, B. Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 25, n. 05, p. 349–358, 18 dez. 2012.

BISKUP, J. J. et al. Long-term outcome of an intra-articular allograft technique for treatment of spontaneous cranial cruciate ligament rupture in the dog. **Veterinary Surgery**, v. 46, n. 5, p. 691–699, 1 jul. 2017.

BISKUP, J. J.; CONZEMIUS, M. G. Long-term arthroscopic assessment of intra-articular allografts for treatment of spontaneous cranial cruciate ligament rupture in the dog. **Veterinary Surgery**, v. 49, n. 4, p. 764–771, 1 maio 2020.

BLANC, Q. et al. Effect of the number of interference screws for the fixation of an intra-articular cranial cruciate ligament prosthesis in dogs: Biomechanical study. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v. 22, n. sup1, p. S102–S104, 1 maio 2019.

BLOND, L. et al. DIAGNOSTIC ACCURACY OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING FOR MENISCAL TEARS IN DOGS AFFECTED WITH NATURALLY OCCURRING CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT RUPTURE. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 49, n. 5, p. 425–431, set. 2008.

BRIOSCHI, V.; ARTHURS, G. I. **Cranial cruciate ligament rupture in small dogs (<15 kg): a narrative literature review.** **Journal of Small Animal Practice** John Wiley and Sons Inc, , 1 dez. 2021.

BRUCE, W. et al. Evaluation of the Triple Tibial Osteotomy (TTO). A new technique for the management of the canine cruciate-deficient stifle. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 20, n. 3, 2007.

BUOTE, N.; FUSCO, J.; RADASCH, R. Age, tibial plateau angle, sex, and weight as risk factors for contralateral rupture of the cranial cruciate ligament in labradors. **Veterinary Surgery**, v. 38, n. 4, p. 481–489, jun. 2009.

CASE, J. B. et al. Meniscal injury following initial cranial cruciate ligament stabilization surgery in 26 dogs (29 stifles). **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 21, n. 4, p. 365–367, 2008.

CHUANG, C. et al. Radiographic Risk Factors for Contralateral Rupture in Dogs with Unilateral Cranial Cruciate Ligament Rupture. **PLoS ONE**, v. 9, n. 9, p. e106389, 25 set. 2014.

CONZEMIUS, M. G. et al. Effect of surgical technique on limb function after surgery for rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. **Am Vet Med Assoc**, v. 226, p. 232–236, 2005.

COOK, J. L. **Cranial cruciate ligament disease in dogs: Biology versus biomechanics. Veterinary Surgery**, abr. 2010.

COX JS et al. Degenerative effects of partial and total resection of medial meniscus in dogs knees. **Clinical Orthopedics**, v. 109, p. 178–183, 1975.

D'AMICO, L. L. et al. The effects of a novel lateral extracapsular suture system on the kinematics of the cranial cruciate deficient canine stifle. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 26, n. 4, p. 271–279, 2013.

DAMUR, D.; TEPIC, S.; MONTAVON, P. Proximal tibial osteotomy for the repair of cranial cruciate-deficient stifle joints in dogs. **Vet Comp Orthop Traumatol**, v. 16, p. 211–216, 2003.

DE ROOSTER, H.; DE BRUIN, T.; VAN BREE, H. **Morphologic and functional features of the canine cruciate ligaments. Veterinary Surgery**, dez. 2006.

DE ROOSTER, H.; VAN RYSSSEN, B.; VAN BREE, H. Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography. **Veterinary Record**, v. 142, n. 14, p. 366–368, abr. 1998.

DE ROOSTER H; VANRYSSSEN B; BREE VAN H. Ruptuur van de craniale gekruiste band bij de hond : deel I diagnostiek = Rupture of the cranial cruciate ligament in the dog : part I diagnosis. **VLAAMS DIERGENEESKUNDIG TIJDSCHRIFT**, v. 64, n. 2, p. 42–46, 1995.

DUERR, F. M. et al. Treatment of canine cranial cruciate ligament disease: A survey of ACVS Diplomates and primary care veterinarians. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 27, n. 6, p. 478–483, 2014.

ENGDAHL, K. et al. The epidemiology of cruciate ligament rupture in an insured Swedish dog population. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 1 dez. 2021.

FRANKLIN, S. P.; GILLEY, R. S.; PALMER, R. H. **Compendium: Continuing Education for Veterinarians** ® E1. [s.l: s.n.].

GEELS, J. J. et al. Evaluation of an intracapsular technique for the treatment of cranial cruciate ligament rupture: Clinical, radiographic, scintigraphic and force

plate analysis findings in 20 dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 13, p. 197–203, 2000.

GRIMBY, G. et al. Quadriceps function and training after knee ligament surgery. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 12, p. 70–75, 1980.

HAYASHI, K.; MANLEY, P. A.; MUIR, P. Cranial Cruciate Ligament Pathophysiology in Dogs With Cruciate Disease: A Review. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 40, p. 385–390, set. 2004.

HILDRETH, B. E. et al. In vitro evaluation of five canine tibial plateau leveling methods. **American Journal of Veterinary Research**, v. 67, n. 4, p. 693–700, abr. 2006.

HOELZLER, M. et al. Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 33, n. 2, p. 143–153, 2004a.

HOELZLER, M. G. et al. Results of Arthroscopic Versus Open Arthrotomy for Surgical Management of Cranial Cruciate Ligament Deficiency in Dogs. **Veterinary Surgery**, v. 33, n. 2, p. 146–153, mar. 2004b.

HUDSON, J. et al. Assessing repeatability and validity of a visual analogue scale questionnaire for use in assessing pain and lameness in dogs. **American Journal Veterinary Research**, v. 65, n. 2, p. 1634–1643, 2004.

INNES, J. et al. Long-term outcome of surgery for dogs with cranial cruciate ligament deficiency. **Vet Rec**, v. 147, p. 325–328, 2000.

INNES, J.; BARR, A. Clinical natural history of the postsurgical cruciate deficient canine stifle joint: year 1. **Journal of Small Animal Practice**, v. 39, p. 325–332, 1998.

INNES, J. F. et al. Radiographic progression of osteoarthritis of the canine stifle joint: A prospective study. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 45, n. 2, p. 143–148, mar. 2004.

JAEGGER, G.; MARCELLIN-LITTL, D. J.; LEVINE, D. Reliability of goniometry in Labrador Retrievers. **American Journal Veterinary Research**, v. 63, n. 7, p. 979–986, 2002.

JANDI, A. S.; SCHULMAN, A. J. Incidence of motion loss of the stifle joint in dogs with naturally occurring cranial cruciate ligament rupture surgically treated with tibial plateau leveling osteotomy: Longitudinal clinical study of 412 cases. **Veterinary Surgery**, v. 36, n. 2, p. 114–121, fev. 2007.

JERRAM, R.; WALKER, A. Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 51, n. 4, p. 149–158, ago. 2003.

JOHNSON, T. A.; CONZEMIUS, M. G. Outcome of cranial cruciate ligament replacement with an enhanced polyethylene terephthalate implant in the dog: A pilot clinical trial. **Veterinary Surgery**, v. 51, n. 8, p. 1215–1222, 1 nov. 2022.

JUNCOSA, J. J. S.; POVEDA, J. M. C.; FRAGA, V. A. Nuevas técnicas de reparación de la rotura del ligamento cruzado craneal en el perro. **Selecciones Veterinarias**, 2020.

- KALFF, S.; MEACHEM, S.; PRESTON, C. Incidence of Medial Meniscal Tears after Arthroscopic Assisted Tibial Plateau Leveling Osteotomy. **Veterinary Surgery**, v. 40, n. 8, p. 952–956, dez. 2011.
- KIM, S. E. et al. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 37, n. 2, p. 111–125, fev. 2008.
- KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H.-G. **Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e Atlas Colorido**. [s.l: s.n.]. v. 6th edition
- KUROKI, K. et al. Histologic assessment of ligament vascularity and synovitis in dogs with cranial cruciate ligament disease. **American Journal Veterinary Research**, v. 80, p. 152–158, 2019.
- LAUBE, R. L.; KERSTETTER, K. K. Prevalence and Risk Factors for Bilateral Meniscal Tears Identified during Treatment for Cranial Cruciate Ligament Disease Via Tibial Plateau Levelling Osteotomy in Dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 34, n. 1, p. 37–42, 1 jan. 2021.
- LINEBERGER J A et al. Comparison of radiographic arthritic changes associated with two variations of tibial plateau leveling osteotomy. **Veterinary Company Orthopedic Traumatology**, v. 18, n. 1, p. 13–17, 2005.
- MAGER, FW. **Zur Kniegelenksarthrose des Hundes nach vorderer Kreuzbandruptur – ein retrospektiver Vergleich dreier Operationsmethoden**. Munich: Ludwig-Maximilians University, 2000.
- MAHN MM; COOK JL; BALKE MT. Arthroscopic verification of ultrasonographic diagnosis of meniscal pathology in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 34, n. 4, p. 318–323, 2005.
- MATIS, U. et al. Radiographic evaluation of the progression of osteoarthritis after tibial plateau levelling osteotomy in 93 dogs. **Veterinary Companion Orthopaedics Traumatology**, v. 18 A, n. 32, 2005.
- MOELLER, E. M. et al. Long-term outcomes of thigh circumference, stifle range-of-motion, and lameness after unilateral tibial plateau levelling osteotomy. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 23, n. 1, p. 37–42, 2010.
- MOORE, K.; READ, R. Cranial cruciate ligament rupture in the dog—a retrospective study comparing surgical techniques. **Australian Veterinary Journal**, v. 72, n. 8, p. 281–285, ago. 1995.
- MOSTAFA, A. A. et al. Morphometric characteristics of the pelvic limb musculature of labrador retrievers with and without cranial cruciate ligament deficiency. **Veterinary Surgery**, v. 39, n. 3, p. 380–389, abr. 2010.
- MUIR P. Physical examination of lame dogs. **Comp Contin Educ**, v. 19, p. 1149–1160, 1997.
- PINNA, S. et al. Intra-articular replacement of a ruptured cranial cruciate ligament using the Mini-TightRope in the dog: A preliminary study. **Journal of Veterinary Science**, v. 21, n. 5, 2020.
- PINNA, S.; LANZI, F.; TASSANI, C. The effect of cranial cruciate ligament rupture on range of motion in dogs. **Veterinary Sciences**, v. 8, n. 7, 1 jul. 2021.

POWERS, M. Y. et al. Prevalence of cranial cruciate ligament rupture in a population of dogs with lameness previously attributed to hip dysplasia: 369 cases (1994–2003). **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 227, n. 7, p. 1109–1111, 2005.

RITZO, M. E. et al. Incidence and Type of Meniscal Injury and Associated Long-Term Clinical Outcomes in Dogs Treated Surgically for Cranial Cruciate Ligament Disease. **Veterinary Surgery**, v. 43, n. 8, p. 952–958, 1 nov. 2014.

ROOSTER, H. DE; BREE, H. VAN. Use of compression stress radiography for the detection of partial tears of the canine cranial cruciate ligament. **Journal of Small Animal Practice**, v. 40, n. 12, p. 573–576, dez. 1999.

SABANCI, S. S.; OCAL, M. K. Comparison of goniometric measurements of the stifle joint in seven breeds of normal dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 29, n. 3, p. 214–219, 2016.

SCHNELL, EM. **Drei Jahre Erfahrung mit einer modifizierten Kreuzbandplastik beim Hund**. Dissertation—Munich: Ludwig-Maximilians University, 1986.

SLOCUM, B.; DEVINE, T. Cranial tibial wedge osteotomy: a technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair. **J Am Vet Med Assoc**, v. 184, p. 564–569, 1984.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**, v. 23, p. 777–795, 1993.

TALAAT, M.; KOWALESKI, MP; BOUDRIEU, R. Combination tibial plateau leveling osteotomy and cranial closing wedge osteotomy of the tibia for the treatment of cranial cruciate ligament-deficient stifles with excessive tibial plateau angle. **Veterinary Surgery**, v. 35, p. 729–739, 2006.

TAYLOR-BROWN, F. E. et al. Epidemiology of Cranial Cruciate Ligament Disease Diagnosis in Dogs Attending Primary-Care Veterinary Practices in England. **Veterinary Surgery**, v. 44, n. 6, p. 777–783, 1 ago. 2015.

VANDEWEERD JM et al. Systematic Review of Efficacy of Nutraceuticals to Alleviate Clinical Signs of Osteoarthritis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 26, p. 448–456, 2012.

WAHED, S. B. ; et al. Functional Ultra-High Molecular Weight Polyethylene Composites for Ligament Reconstructions and their Targeted Applications in the Restoration of the Anterior Cruciate Ligament. **Polymers**, v. 14, n. 11, p. 1–36, 2022.

WESSELY, M.; BRÜHSCHWEIN, A.; SCHNABL-FEICHTER, E. Evaluation of Intra-and Inter-observer Measurement Variability of a Radiographic Stifle Osteoarthritis Scoring System in Dogs. **Comp Orthop Traumatol**, v. 30, p. 377–384, 2017.

WITSBERGER, T. H. et al. Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 232, n. 12, p. 1818–1824, 2008.