

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

Rainer da Silva Reinstein

**ESTABILIZAÇÃO DE JOELHO DE CÃES COM FIO DE POLIÉSTER
INTRA-ARTICULAR, APÓS DESMOTOMIA DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL – AVALIAÇÃO *EX VIVO***

Santa Maria, RS
2022

Rainer da Silva Reinstein

**ESTABILIZAÇÃO DE JOELHO DE CÃES COM FIO DE POLIÉSTER INTRA-
ARTICULAR, APÓS DESMOTOMIA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL –
AVALIAÇÃO *EX VIVO***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Medicina Veterinária**.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Curvello de Mendonça Müller

Santa Maria, RS
2022

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001

Reinstein, Rainer da Silva
Estabilização de Joelho de Cães com Fio de Poliéster
Intra-articular, Após Desmotomia do Ligamento Cruzado
Cranial - Avaliação Ex Vivo / Rainer da Silva Reinstein.-
2022.
44 p.; 30 cm

Orientador: Daniel Curvello de Mendonça Müller
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Medicina Veterinária, RS, 2022

1. Artropatia 2. Lesão Ligamentar 3. Terapêutica 4.
Canino I. Müller, Daniel Curvello de Mendonça II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

Declaro, RAINER DA SILVA REINSTEIN, para os devidos fins e sob a pena da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Rainer da Silva Reinstein

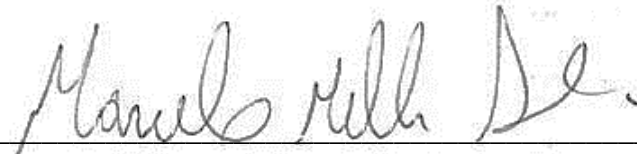
**ESTABILIZAÇÃO DE JOELHO DE CÃES COM FIO DE POLIÉSTER INTRA-
ARTICULAR, APÓS DESMOTOMIA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL –
AVALIAÇÃO *EX VIVO***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Cirurgia Veterinária, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Medicina Veterinária**.

Aprovado em 21 de fevereiro de 2022:

Daniel Curvello de Mendonça Müller, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Maurício Veloso Brun, Dr. (UFSM)



Marcelo Meller Alievi, Dr. (UFRGS)
(Videoconferência)

Santa Maria, RS
2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a minha família, minha mãe Maria, meu pai Jorge e minha irmã Raíra. Sei o quanto batalharam para que tivéssemos a melhor educação possível. Hoje, tenho certeza que nada foi em vão. Mesmo com a distância que a vida nos impõe, carregue vocês no coração!

A Franciéli, amiga, colega, companheira de vida, que sempre esteve ao meu lado, não importando a situação. Agradeço a Deus por tudo, mas principalmente por colocar você na minha vida. Hoje, paro e penso: quem diria? Devo esse trabalho a você! Te amo!

Ao meu orientador Prof. Daniel Müller, mais que um mestre, um exemplo de profissional! Agradeço por confiar no meu trabalho, pela constante orientação e por dividir todo conhecimento, mas principalmente por compreender minha louca rotina de trabalho. Encerro esse ciclo com a certeza de que ganhei um grande amigo. Obrigado a você e sua família! Vocês são pessoas especiais!

A todas as pessoas do GCOR e SOMIV, especialmente aos colegas de pós-graduação, pois sempre que precisei vocês estavam lá!

Aos demais professores, colegas, servidores e amigos, sem dúvida aprendi muito com cada um de vocês!

Ao PPGMV-UFSM, ao HVU-UFSM e a CAPES por me possibilitar realizar mais esse sonho! Ainda que a ciência e educação sejam atacadas constantemente em nosso país, são o alicerce de uma sociedade desenvolvida em todos os sentidos. Vida longa à universidade pública, gratuita e de qualidade!

E não menos importante: aos animais, seres iluminados que nos fazem aprender a todo instante. A ciência deve muito a vocês! Que tenhamos mais respeito a todos!

Meu muito obrigado!

O Único Dia Fácil Foi Ontem.

(Filosofia dos SEAL, Marinha dos EUA)

RESUMO

ESTABILIZAÇÃO DE JOELHO DE CÃES COM FIO DE POLIÉSTER INTRA-ARTICULAR, APÓS DESMOTOMIA DO LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL – AVALIAÇÃO *EX VIVO*

AUTOR: Rainer da Silva Reinstein

ORIENTADOR: Daniel Curvello de Mendonça Müller

A incidência de ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) em cães é alta, sendo considerada a principal artropatia na espécie. Uma vez diagnosticada, a estabilização cirúrgica é recomendada e diversos autores indicam diferentes tratamentos, sendo divididos em intracapsulares, extracapsulares e osteotomias. Ainda não há consenso sobre a melhor forma de estabilização e estudos tem sido desenvolvidos buscando criar ou aprimorar técnicas existentes, tornando-as mais eficazes. O objetivo deste trabalho é apresentar técnica de estabilização intra-articular de joelho, utilizando implante sintético de poliéster. Para isso, 32 peças anatômicas oriundas de cadáveres caninos foram separadas em dois grupos, conforme o peso do animal. Analisamos o movimento de gaveta, em três momentos: ligamento cruzado cranial íntegro, ligamento desmotomizado e pós estabilização cirúrgica pela técnica proposta. Os resultados demonstram deslocamento cranial médio da tíbia em relação ao fêmur antes da desmotomia de 0.61 ± 0.08 milímetros (mm), $2,61 \pm 0.08$ mm após a desmotomia e 0.68 ± 0.08 mm após estabilização cirúrgica ($P < 0.01$). Concluimos que a técnica proposta é eficaz em estabilizar a articulação de modelo *ex vivo* de cães após desmotomia do LCCr.

Palavras-chave: Artropatia. Lesão ligamentar. Terapêutica. Canino.

ABSTRACT

KNEE STABILIZATION IN DOGS WITH INTRA-ARTICULAR POLYESTER IMPLANT AFTER DESMOTOMY OF THE CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT - AN *EX VIVO* EVALUATION

AUTHOR: Rainer da Silva Reinstein
ADVISOR: Daniel Curvello de Mendonça Müller

The incidence of the cranial cruciate ligament rupture (CCLR) in dogs is high, being considered the main arthropathy of the species. Once diagnosed, surgical stabilization is recommended and several authors indicate different treatments, being divided into intracapsular, extracapsular and osteotomies. There is still no consensus on the best form of stabilization and new studies are being developed seeking to create or improve existing techniques, making them more effective. The objective of this work is to present a technique for intra-articular stabilization of the knee, using a synthetic polyester implant. For this, thirty-two anatomical pieces from canine cadavers were separated into two groups, according to the animal's weight. We analyzed the drawer movement in three moments: intact cranial cruciate ligament (CCL), desmotomized ligament and post-surgical stabilization by the proposed technique. The results demonstrate a mean cranial displacement of the tibia in relation to the femur before desmotomy of 0.61 ± 0.08 millimeters (mm), 2.61 ± 0.08 mm after desmotomy and 0.68 ± 0.08 mm after surgical stabilization ($P<0.01$). We conclude that the proposed technique is effective in stabilizing the joint in an *ex vivo* model of dogs after CCL desmotomy.

Keywords: Arthropathy. Ligament injury. Therapeutics. Canine.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

MANUSCRITO

- Figura 1 - Localização do LCL (A). Inserção de pino de Kirschner em cada inserção do LCL (um no fêmur e outro na tíbia) (B). Posicionamento da peça anatômica na angulação de 135° com auxílio de goniômetro (C). Teste do movimento de gaveta cranial da tíbia em relação ao fêmur, para verificar o grau de deslocamento (em mm) com auxílio de paquímetro fechado em ângulo reto com o LCL (guiado pelos pinos de Kirschner 1,0mm previamente inseridos) (D).....30
- Figura 2 - Instrumental desenvolvido para facilitar a execução cirúrgica, detalhe da ponta romba com orifício para passagem do fio cirúrgico (A). Emprego do instrumental para promover a passagem do fio de poliéster por entre os côndilos lateral e medial do fêmur, até a emersão intra-articular (B).....31
- Figura 3 - Técnica executada em modelo ósseo articular impresso em polímero (Nacional Ossos®, Cód. AV252D). Imagem lateral da articulação (A). Imagem caudal da articulação (B). Imagem cranial obliquada da articulação (C).....32
- Figura 4 - Movimento de gaveta nos diferentes procedimentos para cada grupo (A) e entre os grupos (animais leves e pesados) para cada procedimento (B).....33
- Figura 5 - Movimento de gaveta de acordo com o grupo (animais leves e pesados) e a localização do membro avaliado (direito ou esquerdo).....34

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO

Tabela 1 - Movimento de gaveta de cadáveres caninos de acordo com o grupo, localização do membro e momento do procedimento.....	29
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DAD	doença articular degenerativa
HVU	Hospital Veterinário Universitário
LCCa	ligamento cruzado caudal
LCCr	ligamento cruzado cranial
LCL	ligamento colateral lateral
mm	milímetros
PPGMV	Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária
RLCCr	ruptura do ligamento cruzado cranial
TPLO	osteotomia de nivelamento do platô tibial
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	MANUSCRITO.....	16
3	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A articulação femorotibiopatelar, coloquialmente chamada de joelho, é classificada como sinovial composta, envolvendo duas articulações distintas que compartilham estruturas em comum: femorotibial, entre fêmur e tíbia, e femoropatelar, entre fêmur e patela (GETTY, 1986; DYCE; SACK; WENSING, 2004; KÖNIG; LIEBICH, 2016). A articulação feromotibial é formada pelos côndilos lateral e medial do fêmur, separados pela fossa intercondilar e as superfícies articulares dos côndilos lateral e medial da tíbia. Já a articulação femoropatelar, é formada pela tróclea do fêmur e pela superfície articular da patela (DYCE; SACK; WENSING, 2004; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Várias outras estruturas compõem a articulação, entre elas os meniscos (lateral e medial) (VASSEUR, 2002). Estes, são estruturas fibrocartilaginosas semilunares, ambos ancorados ao platô tibial e possuem como função principal absorção da energia e transferência do estresse exercido na articulação (CARTER; KOCHER, 2012). A cápsula articular (VASSEUR, 2002), considerada a maior do corpo canino, é composta de duas camadas, além de formar três sacos intercomunicantes: o saco patelar, o femorotibial lateral e o femorotibial medial. A camada externa é composta de tecido conjuntivo denso, inelástico e fibroso e é denominada de camada fibrosa. A camada interna ou membrana sinovial é tecido conjuntivo especializado, vascular, que produz o líquido sinovial (LEESON, LEESON, PAPARO, 1988).

A literatura cita ao menos 15 ligamentos encontrados na articulação femorotibiopatelar (CARPENTER; COOPER, 2000), contudo quatro são considerados de suma importância: os ligamentos colaterais (lateral e medial) e os ligamentos cruzados (cranial e caudal) (VASSEUR, 2002; DECAMP et al., 2015; SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019). Conforme Vasseur (2002), os ligamentos colaterais são os principais responsáveis por limitar o movimento de *varus* (colateral lateral) e *valgus* (colateral medial) por parte da tíbia. Já o ligamento cruzado cranial (LCCr), tem a função de evitar o deslizamento cranial da tíbia em relação ao fêmur, atuando na restrição da rotação tibial e, em menor grau, na angulação varo-valgo quando a articulação está em extensão, o que não ocorre em flexão. Insere-se desde a superfície interna do côndilo lateral do fêmur até à área intercondilar central da tíbia. O ligamento cruzado caudal (LCCa) evita o deslizamento caudal da tíbia em relação ao fêmur e suas inserções encontram-se na superfície interna do côndilo medial do fêmur e na área intercondilar caudal da tíbia. Ambos os ligamentos têm também a função conjunta de limitar a hiperextensão da articulação femorotibial (DYCE; SACK; WENSING, 2004; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

Ainda que a articulação femorotibiopatelar tenha como principais movimentos a flexão e a extensão, pode-se identificar, em grau muito restrito, ligeiro movimento de rotação tibial e de translação cranial-caudal da tibia em relação ao fêmur (DYCE; SACK; WENSING, 2004; KÖNIG; LIEBICH, 2016). Essa restrição de movimentos resulta em excelente estabilidade articular proporcionada pelo conjunto ligamentos-meniscos-cápsula articular (SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019). Logo, por atuar inibindo uma série de movimentos, como hiperextensão do joelho, rotação interna da tibia e translação cranial da tibia em relação ao fêmur (também chamado de movimento de gaveta tibial), o LCCr é considerado o principal estabilizador da articulação femorotibiopatelar canina (DECAMP et al., 2015; NANDA; HANS, 2019).

Devido sua importância, a ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) e, por conseguinte, desenvolvimento concomitante de osteoartrite são as doenças ortopédicas mais prevalentes em cães (HAYASHI et al., 2003). A literatura dispõe de diversos trabalhos sobre o diagnóstico, patogenia, tratamentos conservativos ou cirúrgicos para a RLCCr, havendo consenso sobre alguns temas e divergências sobre outros, inclusive relacionando os fatores de risco que possam predispor essa afecção, como raça, idade, sexo e peso corpóreo inadequado (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; MÜLLER et al., 2010; DUERR et al., 2014; DECAMP et al., 2015; SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019; BOGE et al., 2020; TINGA et al., 2021).

O diagnóstico de RLCCr baseia-se em três pilares: o histórico de trauma seguido de dor e claudicação do membro acometido (FRANKLIN; GILLEY; PALMER, 2010), a instabilidade articular comprovada através da realização do exame ortopédico (DECAMP et al., 2015; SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019) e exames complementares de imagem como radiografia, ultrassonografia, tomografia computadorizada (ALMEIDA et al., 2011) e ressonância magnética (BLOND et al., 2008). Atualmente, o exame ortopédico realizado com o paciente sob sedação ou anestesia, em conjunto com exame radiográfico, são os mais utilizados na rotina veterinária e possibilitam diagnóstico preciso de RLCCr (CAROBBI; NESS, 2009).

Conforme Jerram e Walker (2003), o principal sinal clínico após a RLCCr é a claudicação, podendo variar com o tempo de evolução, com a extensão da lesão e com o grau de dano ao ligamento e meniscos. Imediatamente após a ruptura completa do LCCr, há inflamação aguda e hemartrose, que normalmente é apresentada como claudicação sem suporte de peso. Após duas ou três semanas, a inflamação diminui e alguns cães afetados melhoram, ocorrendo períodos intermitentes de claudicação devido à inflamação contínua e instabilidade da articulação. Com o tempo, há aumento gradual na gravidade da claudicação e progressão da

doença articular degenerativa (DAD), resultando no agravamento da lesão meniscal, degeneração da cartilagem articular, sinovite e desenvolvimento de osteófito periarticular (SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019).

A instabilidade articular e agravamento da DAD decorrem diretamente da RLCCr. Uma vez ocorrida, as forças de apoio do peso transmitidas pelos côndilos femorais para o platô tibial, produzem o movimento de translação cranial da tibia (MUIR, 2018), podendo levar à lesão meniscal pelas forças de cisalhamento (JOHNSON, JOHNSON, 1993). A prevalência relatada de lesão meniscal, identificada no momento da estabilização do joelho por RLCCr, varia entre 38 e 83% (RALPHS; WHITNEY, 2002; DAL-BÓ et al., 2014).

Uma vez diagnosticada RLCCr, o tratamento torna-se imperativo, principalmente no que tange a progressão da DAD. A literatura cita a possibilidade de tratamento clínico-conservador, contudo o tratamento cirúrgico é altamente recomendado (DECAMP et al., 2016; SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019). Atualmente, as técnicas cirúrgicas se dividem em três grupos: extracapsulares, intracapsulares e osteotomias. Independente da técnica escolhida para tratamento, desde que se enquadre ao fenótipo do paciente, as chances de sucesso variam entre 80 e 90% (SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019).

As técnicas extracapsulares requerem menos instrumentos especializados. São geralmente mais simples e rápidas, apresentam bom custo-benefício e não invadem a bainha sinovial (JERRAM; WALKER, 2003). Esses métodos envolvem grande variedade de técnicas de estabilização para a articulação do joelho deficiente do LCCr. A maioria delas utilizam sutura de grosso calibre para diminuir a instabilidade articular (DECAMP et al., 2016).

A reconstrução intracapsular consiste em substituir anatomicamente o ligamento cruzado cranial, passando tecido autógeno ou material sintético através de orifícios feitos previamente no fêmur e/ou na tibia (SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019). Exame *in vitro* de vários métodos de reparação indicou que os reparos intracapsulares resultam em movimentação articular mais próxima a fisiológica do que os extracapsulares (DECAMP et al., 2016), resultando em implante que simula com mais precisão a posição isométrica e a biologia do LCCr (SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019).

As técnicas de osteotomias foram criadas baseadas em conceitos de biomecânica articular. Diferente dos procedimentos intra ou extracapsulares, que tem por objetivo estabilizar o joelho por restringir o movimento da tibia, as técnicas de osteotomia da tibia proximal são projetadas para neutralizar a força tibial cranial. Para tal, diversas técnicas cirúrgicas foram descritas (DECAMP et al., 2016; SCHULZ; HAYASHI; FOSSUM, 2019), sendo que a técnica de osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) descrita por Slocum e Slocum (1993) é

uma das mais empregadas, emergindo como a opção de tratamento preferida pelos cirurgiões atuais (VON PFEIL et al., 2018). Contudo, técnicas de osteotomia como a TPLO, necessitam de bons estudos radiológicos da articulação, além de equipamentos e materiais especiais para sua realização (TATARUNAS; MARTINEZ; MATERA, 2008), o que pode torná-las de difícil execução.

Segundo Müller et al. (2010) e DeCamp et al. (2016), não há técnica cirúrgica que estacione o desenvolvimento ou a progressão da DAD, sendo esperado que ocorra menor acometimento com a estabilização cirúrgica do que sem a intervenção. Dessa forma, a elaboração e estudo de novas técnicas cirúrgicas de estabilização do joelho por RLCCr objetivam principalmente atingir um nível de estabilização tal que possibilite frear o avanço da DAD.

A técnica de estabilização intracapsular proposta por Müller et al. (2010) oferece boa resistência e estabiliza parcialmente a articulação do joelho com ambos os ligamentos cruzados rompidos, utilizando para isso túneis ósseos e malha de polipropileno. Ainda assim, pode ser observado a presença de um leve movimento de gaveta, o que permite a evolução da degeneração da articulação. Atualmente, sabe-se que a razão pela qual as técnicas intra-articulares em cães, especialmente aquelas que fazem uso de túneis ósseos, falham em restaurar a cinemática normal do joelho, podem estar relacionadas com a escolha imprópria do enxerto e confecção incorreta da posição dos túneis (BISKUP; CONZEMIUS, 2018). Esta dissertação tem como objetivo propor técnica de estabilização femorotibiopatelar intra-articular, utilizando fio de sintético de poliéster, tendo como base a modificação da técnica descrita por Müller et al. (2010), seguindo os avanços científicos e emprego de materiais atuais, culminando com sua avaliação *ex vivo*.

2 MANUSCRITO

Os resultados deste trabalho encontram-se na forma de manuscrito, estruturado e submetido à Revista Research in Veterinary Science – ISSN: 0034-5288. Os itens Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão e Referências, encontram-se no próprio artigo. As normas da revista podem ser conferidas no site: <https://www.elsevier.com/journals/research-in-veterinary-science/0034-5288/guide-for-authors>.

Estabilização de joelho de cães com fio de poliéster intra-articular, após desmotomia do ligamento cruzado cranial – avaliação *ex vivo*

Rainer da Silva Reinstein^{a*}; Franciéli Mallmann Pozzobon^b; Daniel Curvello de Mendonça Müller^a

^a Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Hospital Veterinário Universitário, CEP: 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil. Bairro Camobi Av. Roraima – 1000, prédio 97, sala 126.

^b Curso de Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, CEP: 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil. Bairro Camobi Av. Roraima – 1000, prédio 42, sala 3116.

* Autor para correspondência: Rainer Da Silva Reinstein, rainerreinstein@gmail.com

Resumo

A incidência de ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) em cães é alta, sendo considerada a principal artropatia na espécie. Uma vez diagnosticada, a estabilização cirúrgica é recomendada e diversos autores indicam diferentes tratamentos, sendo divididos em intracapsulares, extracapsulares e osteotomias. Ainda não há consenso sobre a melhor forma de estabilização e estudos tem sido desenvolvidos buscando criar ou aprimorar técnicas existentes, tornando-as mais eficazes. O objetivo deste trabalho é apresentar técnica de estabilização intra-articular de joelho, utilizando implante sintético de poliéster. Para isso, 32 peças anatômicas oriundas de cadáveres caninos foram separadas em dois grupos, conforme o peso do animal. Analisamos o movimento de gaveta, em três momentos: ligamento cruzado cranial íntegro, ligamento desmotomizado e pós estabilização cirúrgica pela técnica proposta. Os resultados demonstram deslocamento cranial médio da tíbia em relação ao fêmur antes da desmotomia de 0.61 ± 0.08 milímetros (mm), $2,61 \pm 0.08$ mm após a desmotomia e 0.68 ± 0.08 mm após estabilização cirúrgica, não havendo diferença estatística ($P < 0.01$). Concluimos que a técnica proposta é eficaz em estabilizar a articulação de modelo *ex vivo* de cães após desmotomia do LCCr.

Palavras-chave: Artropatia, Lesão ligamentar, Terapêutica, Canino.

Abreviações: LCCr (ligamento cruzado cranial), RLCCr (Ruptura do ligamento cruzado cranial), DAD (Doença articular degenerativa), TPLO (Osteotomia de nivelamento do platô tibial), LCL (ligamento colateral lateral), mm (milímetros).

Introdução

O papel do LCCr é prevenir o movimento cranial da tíbia em relação ao fêmur, a rotação interna da tíbia e a hiperextensão do joelho (DeCamp et al., 2016). É considerado o principal estabilizador dessa articulação (Nanda e Hans, 2019) e sua perda funcional resulta em inevitável desestabilização articular, com conseqüente translação tibial cranial em relação aos côndilos femorais e subseqüente formação de osteoartrite (Witsberger et al., 2008).

No passado, apesar dos diversos estudos sobre a RLCCr, sua patogênese ainda não era totalmente entendida (Hayashi et al., 2003). Segundo Vasseur (2003), a ruptura ocorria quando forças articulares excediam a capacidade de tensão do ligamento íntegro ou enfraquecido por degeneração crônica. Atualmente, autores, como Schulz et al. (2019), citam que as causas estão interligadas, pois o ligamento enfraquecido por degeneração é mais suscetível a lesão. Destacam que a alta incidência de falha do LCCr é precedida por causas subjacentes de degeneração prematura do ligamento cruzado na maioria dos casos.

A lesão pode ser ruptura completa, com instabilidade nítida, ou parcial com instabilidade em menor grau. Em ambos os casos, os animais não tratados exibem alterações articulares dentro de poucas semanas e alterações graves dentro de poucos meses (DeCamp et al., 2016).

Várias técnicas têm sido relatadas para a correção cirúrgica em cães, incluindo procedimentos intracapsulares, extracapsulares e outros baseados em osteotomias (DeCamp et al., 2016; Nelson et al., 2013; Schulz et al., 2019). Entretanto, atualmente, não há técnica cirúrgica que estacione o desenvolvimento ou a progressão da DAD, sendo esperado que a DAD se desenvolva menos ou em menor velocidade com a estabilização cirúrgica do que sem nenhum tratamento (DeCamp et al., 2016).

As técnicas de osteotomias foram criadas baseadas em conceitos de biomecânica articular, diferente dos procedimentos intra ou extracapsulares, que têm por objetivo estabilizar

o joelho por restringir o movimento da tíbia. Para tal, diversos procedimentos cirúrgicos foram descritos (DeCamp et al., 2016; Schulz et al., 2019), sendo que a técnica de TPLO, descrita por Slocum e Slocum (1993), é uma das mais empregadas, emergindo como a opção de tratamento preferida pelos cirurgiões atuais (Von Pfeil, 2018). Contudo, necessitam de bons estudos radiológicos da articulação, além de equipamentos e materiais especiais para sua realização (Tatarunas et al., 2008), o que pode tornar as técnicas onerosas e com poucas margens para erros.

A reconstrução intracapsular consiste em substituir anatomicamente o LCCr, passando tecido autógeno ou material sintético através de orifícios feitos previamente no fêmur e/ou na tíbia (Schulz et al., 2019). Um exame *in vitro* de vários métodos de reparação indicou que os métodos de reparo intracapsulares resultam em movimentação articular mais próxima da normal do que nas técnicas extracapsulares (DeCamp et al., 2016), resultando em implante que simula com mais precisão a posição e a biologia do LCCr (Schulz et al., 2019).

A técnica de estabilização intracapsular proposta por Müller et al. (2010) oferece boa resistência e estabiliza parcialmente a articulação do joelho com ambos os ligamentos cruzados rompidos, utilizando para isso túneis ósseos e malha de polipropileno. Ainda assim, pode ser observada a presença de leve movimento de gaveta, o que permite a evolução da degeneração da articulação. Logo, sabe-se que a razão pela qual as técnicas intra-articulares em cães, especialmente aquelas que fazem uso de túneis ósseos, falham em restaurar a cinemática normal do joelho, pode estar relacionada com a escolha imprópria do enxerto e confecção incorreta da posição dos túneis (Manley, 2010).

Por meio de nova abordagem, o presente estudo propôs uma técnica de estabilização femorotibiopatelar intra-articular, utilizando implante sintético de poliéster, tendo como base a modificação da técnica descrita por Müller et al. (2010). Utilizou-se para isso a redução do

tamanho e diâmetro do implante, a redução das perfurações articulares e a busca pelos pontos isométricos para o substituto do LCCr.

Material e Métodos

Para análise foram utilizados membros pélvicos (esquerdo e direito) de cadáveres de cães (*Canis familiaris* - Linnaeus, 1758), provenientes do Hospital Veterinário Universitário da Universidade Federal de Santa Maria, todos adultos (≥ 12 meses de idade) cuja causa do óbito não estivesse relacionada com alterações ortopédicas. Os membros foram seccionados na articulação coxofemoral, não continham alterações anatômicas macroscópicas e quando identificada presença de DAD na articulação femorotibiopatelar, durante a realização dos procedimentos ou constatado prévia RLCCr, os dois membros pélvicos (duplicata do mesmo cadáver) eram excluídos do trabalho. Selecionou-se dessa forma 32 membros pélvicos de 16 cadáveres de cães.

As peças anatômicas foram distribuídas em dois grupos experimentais (G1 e G2), cada grupo contendo 16 patas. O G1 foi composto por peças oriundas de animais com ≤ 15 kg de peso corporal ($5,73 \pm 1,09$ Kg) e G2 por peças oriundas de animais com > 15 kg de peso ($22,43 \pm 4,42$ Kg). Foi utilizada a mesma quantidade de membros pélvicos esquerdos e direitos (16 cada), mas não houve distinção entre machos e fêmeas ou raça dos cadáveres, buscando mimetizar a realidade dos atendimentos de pacientes diagnosticados com RLCCr.

Após a seleção das peças anatômicas, as mesmas foram congeladas em freezer horizontal sob temperatura de -20° celsius e descongeladas em temperatura ambiente, 24 horas antes dos procedimentos. Quando descongeladas, as peças foram lavadas em água corrente e solução de digliconato de clorexidine 4% (Riohex 4%®, Rioquímica, São José do Rio Preto, SP. Brasil), visando a retirada de sujidades e redução da microbiota presente. Foi realizada tricotomia ampla, abrangendo a totalidade da articulação femorotibiopatelar.

Medição Padronizada do Movimento de Gaveta

O procedimento para medição padronizada do movimento de gaveta foi elaborado com base no trabalho descrito por Kemper et al. (2013) e consistiu na incisão parapatelar lateral conforme descrito por Latorre et al. (2012) e localização do LCL (Figura 1a). Após sua identificação, dois pinos de Kirschner de 1,0 mm (Pino Kirschner, Cão Médica[®], Campinas, SP, Brasil) foram inseridos, um na região proximal (no fêmur) e outro na região distal (na tíbia) da inserção do LCL (Figura 1b). Estes serviram de referência para a medição do deslocamento da tíbia em relação ao fêmur durante o movimento de gaveta.

Para fins de padronização do estudo, todas as peças cirúrgicas foram posicionadas com a face medial sobre a mesa cirúrgica e com a articulação angulada em 135° (fêmur em relação a tíbia), utilizando-se de goniômetro (Goniômetro 20 cm, Fibra Cirúrgica[®], Joinville, SC, Brasil) (Figura 1c). Com um paquímetro fechado (MTX[®], ToolsWorld, Guarulhos, SP, Brasil) em ângulo reto com o LCL (guiado pelos pinos de Kirschner 1,0 mm previamente inseridos), foi realizado o teste do movimento de gaveta cranial da tíbia em relação ao fêmur, permitindo a leitura do distanciamento entre os pinos (Figura 1d). Esse deslocamento foi o arrasto do paquímetro promovido pelo pino (em milímetros) após a realização do teste. A medição foi realizada três vezes em todos os tempos (LCCr íntegro, LCCr rompido (desmotomizado) e LCCr reconstruído) e considerada a média aritmética das três leituras. Todas as medições foram realizadas pelo mesmo avaliador e filmadas pelo mesmo equipamento, em distância padronizada, para conferência de resultados.

Após a preparação das peças anatômicas e leitura do teste de movimento de gaveta com o LCCr íntegro, foi realizada artrotomia da articulação femorotibiopatelar, seguida de luxação medial da patela e identificação do LCCr. A banda crânio-medial e a banda caudo-lateral do LCCr foram excisadas com auxílio de bisturi com lâmina n°11. A patela foi reposicionada

anatomicamente, a cápsula articular foi suturada com fio de nylon (Atramat[®] Nylon, Atramat, Cidade do México, México) em padrão simples contínuo e o teste de movimento de gaveta novamente realizado, no mesmo formato da medição do movimento de gaveta anteriormente descrito.

Estabilização Articular

Procedeu-se a estabilização articular com base na modificação da técnica descrita por Müller et al. (2010). O procedimento proposto consistiu na abertura da cápsula articular, luxação medial da patela, inspeção articular e retirada dos fragmentos do LCCr excisado. Para a fixação do implante, realizou-se a perfuração transversal da diáfise femoral distal no sentido látero-medial (distante aproximadamente 10 mm da tróclea femoral) com broca 1,5 mm (Broca Ortopédica, Cão Médica[®], Campinas, SP, Brasil), pelo qual fez-se a passagem de um fio de cerclagem n^o 2 dobrado (Atramat[®] Stainless Steel, Atramat, Cidade do México, México). Pela alça formada na face lateral, ancorou-se um fio de poliéster, enquanto as extremidades do fio de cerclagem retornaram, uma dorsal e outra ventral ao fêmur, sendo fechada sobre o implante. Com auxílio de instrumental desenvolvido para facilitar a execução cirúrgica (Figura 2a), promoveu-se a passagem do fio de poliéster por entre os côndilos lateral e medial do fêmur, até a emersão intra-articular (Figura 2b).

Realizou-se perfuração da tíbia proximal no sentido centro-medial (entre a inserção do LCCr e crista da tíbia) com broca dois mm (Broca Ortopédica, Cão Médica[®], Campinas, SP, Brasil), evitando os meniscos e posteriormente a passagem do fio de poliéster dobrado pelo túnel ósseo. Após o retorno da patela para o sulco troclear e sutura da cápsula articular com fio de nylon em padrão simples contínuo, perfurou-se duas vezes a metáfise proximal da tíbia com broca 1,5 mm, no sentido látero-medial, com distância de cinco mm entre as perfurações. Fez-se a passagem de um dos fios de poliéster pela perfuração proximal, no sentido médio-lateral,

seguida de seu retorno pela outra perfuração (lâtero-medial). A articulação femorotibiopatelar foi disposta em ângulo de 135°, seguida de leve rotação lateral. Nessa posição, a oclusão do fio de poliéster com suas próprias extremidades foi executada. Para melhor compreensão, a técnica está apresentada em modelo ósseo articular impresso em polímero (Figura 3).

Nos membros provenientes do G1, foi utilizado o fio cirúrgico multifilamentar inabsorvível de poliéster n° 2 (Sertix® Poliéster, Shalon, Goiânia, GO, Brasil) e para as peças do G2, o mesmo fio, porém em tamanho n° 5 (mesmo fabricante). Após a realização do procedimento, foi novamente realizada mensurações pelo teste de movimento de gaveta padronizado.

Análise Estatística dos Resultados

Em posse dos resultados, realizou-se teste de normalidade (*Shapiro-wilk*) e a análise de variância considerou o grupo (leves (≤ 15 kg) e pesados (> 15 kg)), a localização do membro (direito e esquerdo), o momento do procedimento (anterior ao rompimento, após rompimento e após reconstrução cirúrgica) e as suas interações como efeitos fixos e, os animais (cadáveres caninos) e o resíduo como efeitos aleatórios, utilizando o procedimento MIXED. Um teste de seleção de estruturas de covariância foi realizado utilizando o critério de informação bayesiano (BIC). Quando observadas diferenças, as médias foram comparadas utilizando o recurso *lsmeans* ajustado para o teste de *Tukey*. A variável movimento de gaveta, por obedecer a distribuição normal, foi transformada para logaritmo. A análise de poder foi realizada pelo procedimento *POWER*. Todas as análises estatísticas foram realizadas com apoio do programa estatístico SAS®, versão Studio (SAS Institute Inc., São Paulo, SP, Brasil). Diferenças significativas foram declaradas quando $P < 0.05$. A suficiência amostral foi comprovada pela análise de poder, que foi observado valores de probabilidade acima de 0,99 para a variável resposta movimento de gaveta.

Resultados e Discussão

Embora as técnicas de estabilização articular por osteotomias e suturas extracapsulares sejam as mais empregadas para a correção da RLCCr (Duerr et al., 2014), a técnica descrita por Müller et al. (2010) é opção de tratamento. Técnica similar, utilizando como implante intracapsular o fio cirúrgico de poliéster, já foi citada na literatura, sendo empregada para ruptura de ligamento cruzado cranial e caudal em um felino, neutralizando o movimento de gaveta tibial (Vogel et al., 2020). Comparativamente, a técnica proposta possui como vantagem substituir a malha de polipropileno de 0,5 centímetros de espessura e a perfuração de túneis ósseos de grande calibre, ambas descritas na técnica original (Müller et al., 2010), pela utilização de fio de poliéster, o que diminui a espessura do implante, suprime uma perfuração e reduz do calibre do túnel ósseo da tibia.

Ainda que materiais inovadores com biocompatibilidade aprimorada e excelente resistência estejam disponíveis no mercado (Gomide et al., 2019), a utilização de implantes sintéticos de poliéster em sítio cirúrgico intra-articular apresenta larga citação na literatura (Prada et al., 2018; Prządka et al., 2017; Rooster et al., 2001; Selmi et al., 2002), com incidência superior de complicações relacionadas à técnica cirúrgica ineficaz quando comparada com sua biocompatibilidade (Prada et al., 2018).

O presente trabalho em cadáveres, propôs técnica intracapsular que anula completamente o movimento de gaveta, substituindo o ligamento rompido, por fio de poliéster com dois calibres diferentes, de acordo com peso corporal dos cães. Essa diferença seguiu indicação da resistência de carga para ruptura do fio, conforme preveem Gomide et al. (2019). Os resultados demonstraram que, independente do animal ser leve ou pesado, a estabilidade articular após o procedimento cirúrgico proposto é igual a estabilidade antes da ruptura do ligamento (Figura 4a) (Tabela 1).

Ao exame ortopédico de cães suspeitos de RLCCr, o movimento de gaveta deve ser testado, seja ele pelo “teste de gaveta” direto ou “teste de compressão tibial” indireto. Ambos os testes se baseiam em detectar o deslizamento da tibia em relação ao fêmur (DeCamp et al., 2016). A sensibilidade do teste aumenta consideravelmente quando realizado sob anestesia, reduzindo o risco de resultados falso-negativos (Carobbi e Ness, 2009). A escolha pelo teste de gaveta na análise biomecânica se deu em razão de possibilitar melhor aferição do deslocamento da tibia pela realização do movimento passivo. Ainda que o teste de compressão tibial simule o movimento ativo de sustentação do peso pelo membro, sofrendo influência do conjunto ósseo-muscular (DeCamp et al., 2016), anulando-se o movimento de gaveta, anula-se também o movimento desencadeado pela compressão tibial. Contudo, o inverso não é evidenciado.

Nesse trabalho, utilizou-se membro de cadáveres previamente descongelados e preparados para as avaliações, o que padronizou o teste de gaveta após a ruptura iatrogênica do ligamento. A padronização ocorreu tanto pela equipe executora quanto pelas condições das peças anatômicas. Todos os membros foram testados em ângulo de 135°, embasado em Dennler et al. (2006) e Kim et al. (2008), que relatam esse ângulo como padrão da articulação do joelho canino durante a fase de apoio em marcha. Obtivemos que o deslocamento da tibia em relação ao fêmur é 32,2% maior para os cadáveres com mais de 15 kg de peso corporal em relação aos mais leves, após a desmotomia do LCCr ($P < 0,05$; Tabela 1) (Figura 4b).

O lado afetado, esquerdo ou direito, não teve efeito sobre o movimento de gaveta, sendo esse em média de $1,30 \pm 0,07$ mm ($P > 0,05$; Tabela 1). A interação entre localização do membro (direito ou esquerdo) e momento do procedimento não foi significativa ($P = 0,39$), mostrando que a localização do membro não tem influência sobre a resposta de movimento de gaveta nos diferentes momentos do procedimento.

Contudo, observou-se interação significativa entre o membro afetado e o grupo ($P = 0,03$). O movimento de gaveta do membro direito foi 0,66 mm maior no grupo de animais

mais pesados em relação aos mais leves, enquanto, no membro esquerdo não se observou diferenças entre os grupos para o movimento de gaveta (Figura 5). A literatura não relata essa diferença, sendo necessário maiores estudos sobre o fato.

A condição patológica normalmente está presente em ambos os joelhos e 30% a 40% dos cães que apresentam RLCCr, rompem o ligamento contralateral entre um e dois anos após (DeCamp et al., 2016; Schulz et al., 2019). Essa condição é baseada na DAD secundária à instabilidade articular e na transferência de peso para o membro contralateral, que combinados aos fatores genéticos, ambientais e mecânicos, levam à RLCCr da articulação oposta (Schulz et al., 2019).

Observamos interação significativa entre o grupo e a amplitude do movimento de gaveta ($P < 0,01$). Após a RLCCr, o grupo de animais mais pesados apresentou maior movimento de gaveta quando comparado ao grupo de animais mais leves (Figura 4b). Esses resultados corroboram com a literatura (Schulz et al., 2019), contudo há carência de dados científicos sobre a amplitude desse movimento, com poucos relatos indicando deslocamentos superiores a dois mm após RLCCr (Moore e Read, 1996).

Em geral, enquanto a instabilidade estiver presente, a DAD irá progredir, resultando em lesão meniscal, sinovite, degeneração da cartilagem articular, desenvolvimento de osteófito periarticular e fibrose capsular (Schulz et al., 2019). Quando avaliada a estabilização articular após a correção proposta, não observou diferenças quando comparados o movimento antes da desmotomia, com o movimento após a restauração cirúrgica ($P > 0,05$; Tabela 1). Isso demonstrou que após o procedimento cirúrgico o membro volta a ter movimento estável e semelhante àquele fisiológico.

Aliando os bons resultados obtidos por Müller et al (2010) e Vogel et al. (2020), este trabalho demonstra a troca do implante de malha de polipropileno por um fio cirúrgico de poliéster, o qual possui excelente resistência (ABNT, 2003), com pequeno diâmetro de

implante. Nessa proposta, suprime-se a perfuração de túneis ósseos de grande calibre no fêmur e na tíbia, passando o fio por entre os côndilos femorais, mimetizando a anatomia do LCCr e obtendo a localização próxima ao ponto isométrico para fixação do implante.

Segundo Marques et al. (2015), ainda que a TPLO seja uma das técnicas cirúrgicas mais empregadas e possibilite bons resultados em até 86% dos casos, uma gama elevada de complicações relacionadas ao procedimento são relatadas, como fratura da tuberosidade tibial, fratura da fíbula, falha do implante, lesão de menisco medial e tendinite patelar. Outro importante complicador no pós-operatório de TPLO, é a possibilidade do fenômeno denominado “*pivot shift*”, que é definido como a rotação interna da tíbia, resultando em subluxação cranial do platô tibial em associação com súbita movimentação lateral do joelho durante a sustentação de peso (Boudrieau, 2009). Para correção da rotação interna da tíbia, técnicas de suturas extracapsulares, utilizando implantes, devem ser empregadas, neutralizando a rotação (Knight et al., 2017).

As técnicas intracapsulares, utilizando ligamento protéticos, são descritas como forma de substituição primária do ligamento rompido e/ou como forma de expandir um enxerto biológico implantado (Mascarenhas e MacDonald, 2008). De acordo com Murray et al. (2007), é esperada a substituição das diversas técnicas por implantes intracapsulares contendo células tronco. Esses atuam como andaimes biológicos para a reconstrução ligamentar, protegendo mecanicamente o tecido enquanto o LCCr atinge sua integridade estrutural. A técnica aqui proposta pode ser o primeiro passo para essa futura substituição biológica, por mimetizar de forma eficiente e anatômica o LCCr e por não conter perfuração óssea intra-articular para agir induzindo formação de osso após utilização de células tronco.

Destaca-se que o trabalho aqui apresentado sugere técnica de estabilização, não atribuindo o sucesso da estabilidade à composição do implante utilizado. Para tal, serão

necessários ensaios de biocompatibilidade articular e de resistência de materiais, com a finalidade de obter o melhor dos implantes para substituição do ligamento lesionado.

De posse dos resultados aqui apresentados e futura realização de estudos *in vivo*, será possível delinear as limitações e restrições relacionadas a técnica proposta, assim como avaliar a evolução clínica dos pacientes, associando exames de imagem a médio e longo prazo, escore de claudicação e avaliação de amplitude articular. Imagens radiográficas não foram incluídas nesse estudo, por não interferirem nos objetivos específicos dessa pesquisa.

Conclusão

A técnica proposta é eficaz em estabilizar a articulação após desmotomia do LCCr, tanto em animais leves quanto em animais pesados, conforme testes *ex vivo*, neutralizando o movimento de gaveta tibial, a níveis fisiológicos, com apenas um fio de poliéster.

Fontes de Financiamento

Este trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil, e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Brasil.

Agradecimentos

À CAPES e ao CNPq, pela concessão das bolsas de estudo e auxílio ao longo da pesquisa.

Conflitos de Interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Tabelas

Tabela 1 - Movimento de gaveta de cadáveres caninos de acordo com o grupo, localização do membro e momento do procedimento.

Respostas	Movimento de Gaveta (mm)	EPM*	Probabilidade
Grupos			
Leves (≤ 15 kg)	1.05b	0.09	<0.01
Pesados (>15 kg)	1.55a		
Localização			
Membro esquerdo	1.29	0.07	0.73
Membro direito	1.31		
Momento			
Antes ruptura	0.61b	0.08	<0.01
Após ruptura	2.61a		
Após estabilização	0.68b		

*EPM = Erro Padrão da Média.

Figuras

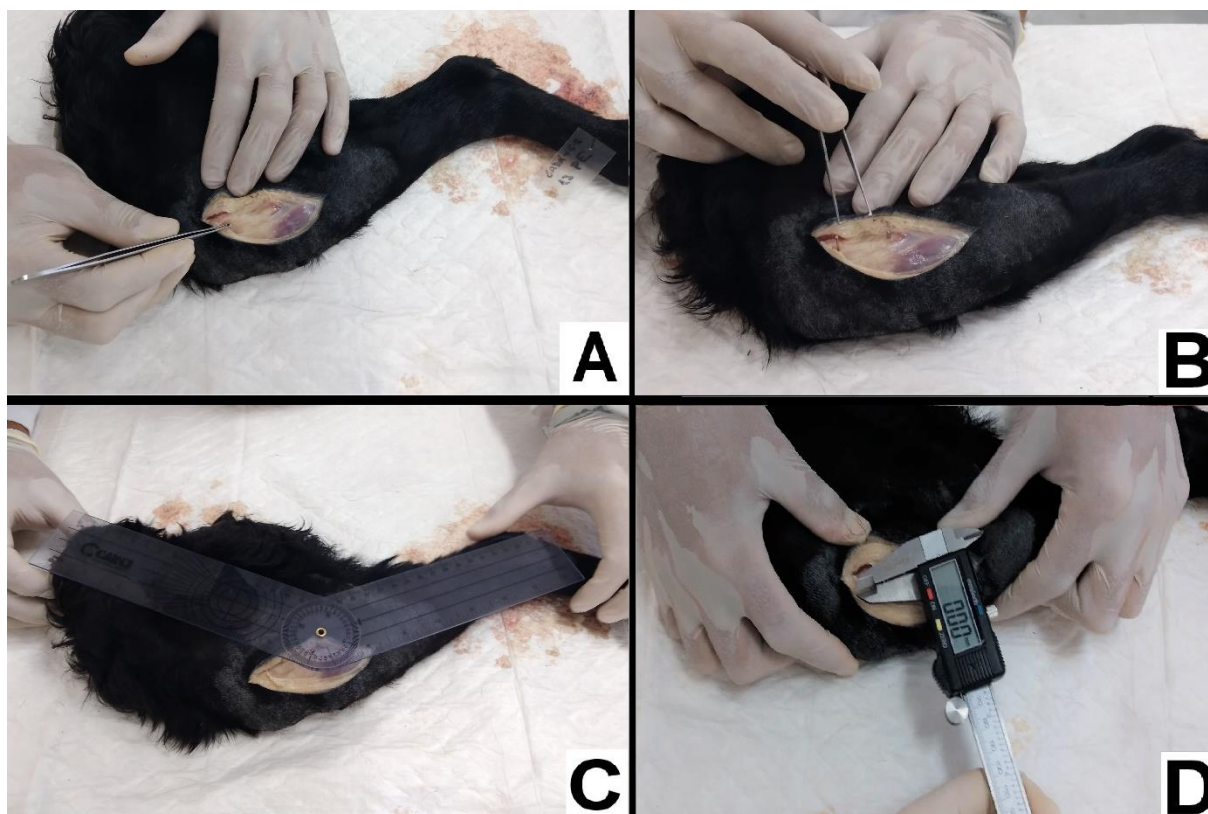


Figura 1 – Localização do LCL (A). Inserção de pino de Kirschner em cada inserção do LCL (um no fêmur e outro na tíbia) (B). Posicionamento da peça anatômica na angulação de 135° com auxílio de goniômetro (C). Teste do movimento de gaveta cranial da tíbia em relação ao fêmur, para verificar o grau de deslocamento (em mm) com auxílio de paquímetro fechado em ângulo reto com o LCL (guiado pelos pinos de Kirschner 1,0mm previamente inseridos) (D).

Fonte: Arquivo pessoal.

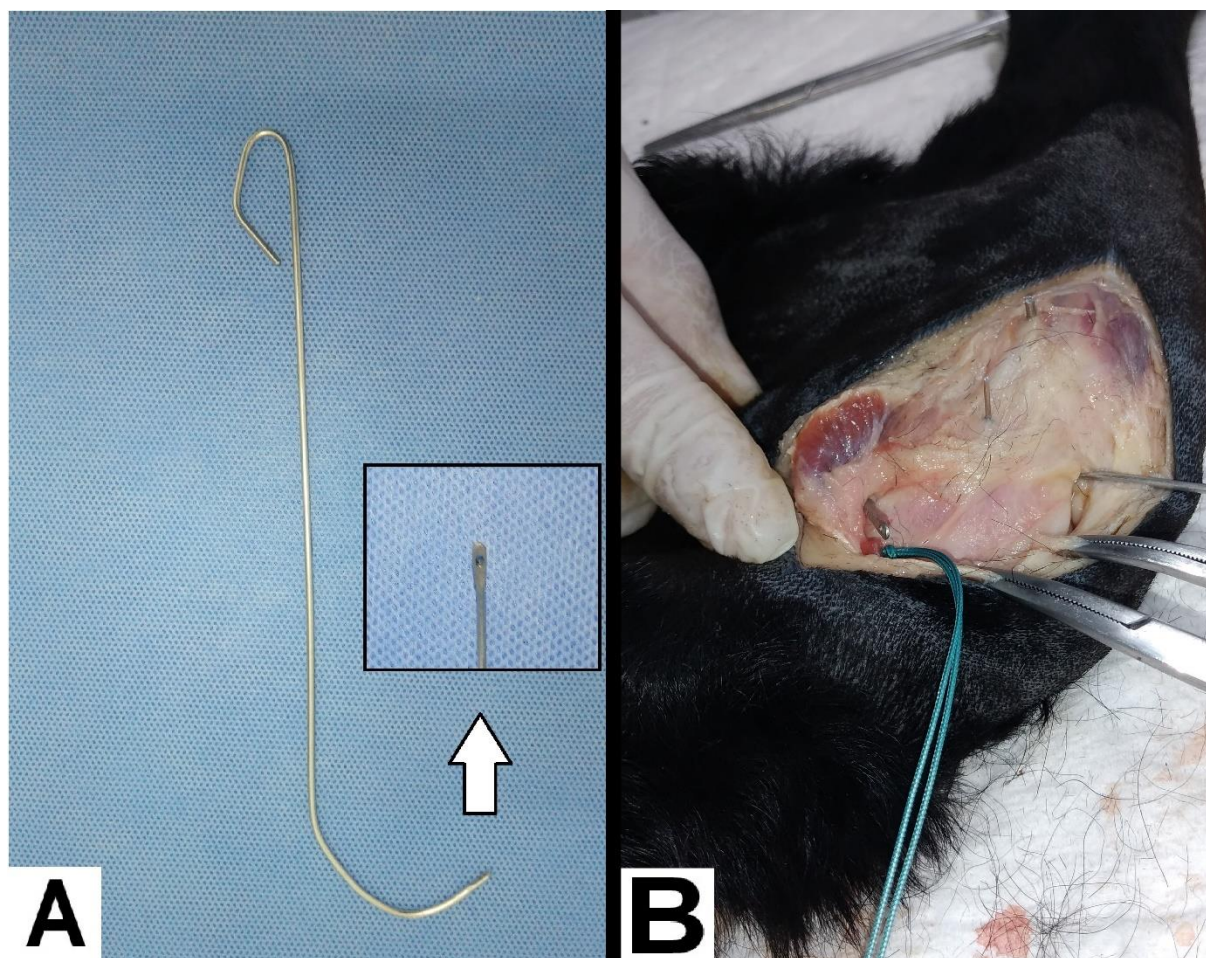


Figura 2 – Instrumental desenvolvido para facilitar a execução cirúrgica, detalhe da ponta romba com orifício para passagem do fio cirúrgico (A). Emprego do instrumental para promover a passagem do fio de poliéster por entre os côndilos lateral e medial do fêmur, até a emersão intra-articular (B). Fonte: Arquivo pessoal.

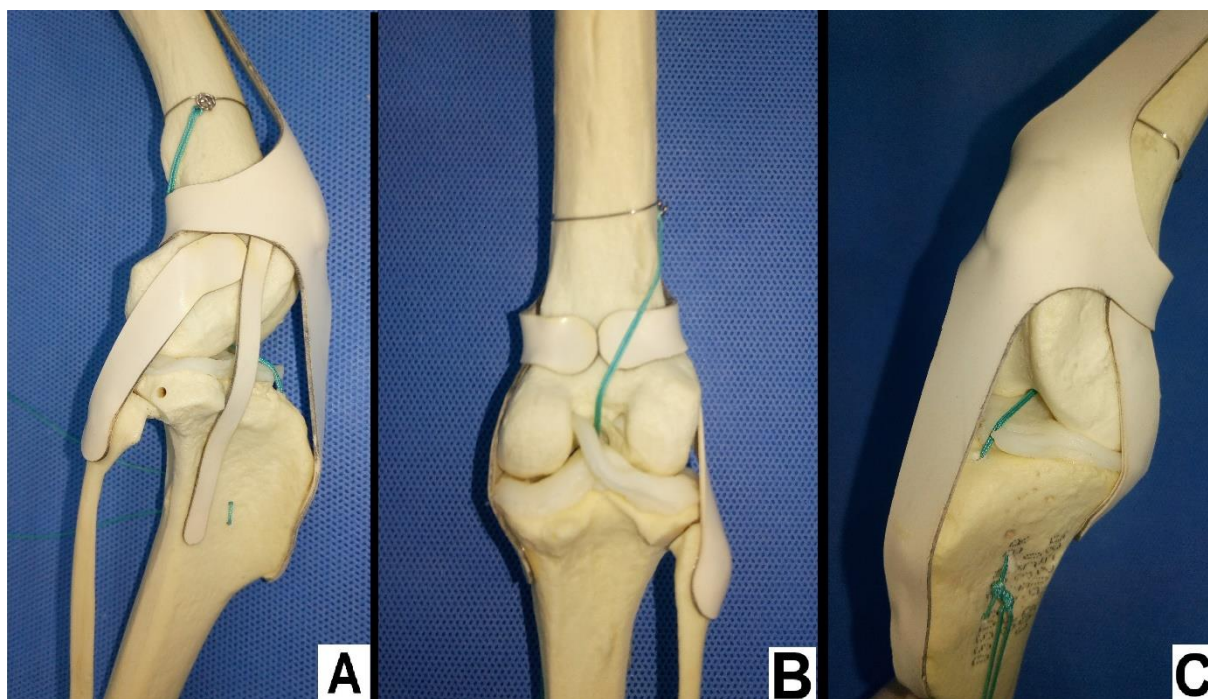


Figura 3 – Técnica executada em modelo ósseo articular impresso em polímero (Nacional Ossos®, Cód. AV252D). Imagem lateral da articulação (A). Imagem caudal da articulação (B). Imagem cranial oblíquada da articulação (C). Fonte: Arquivo pessoal.

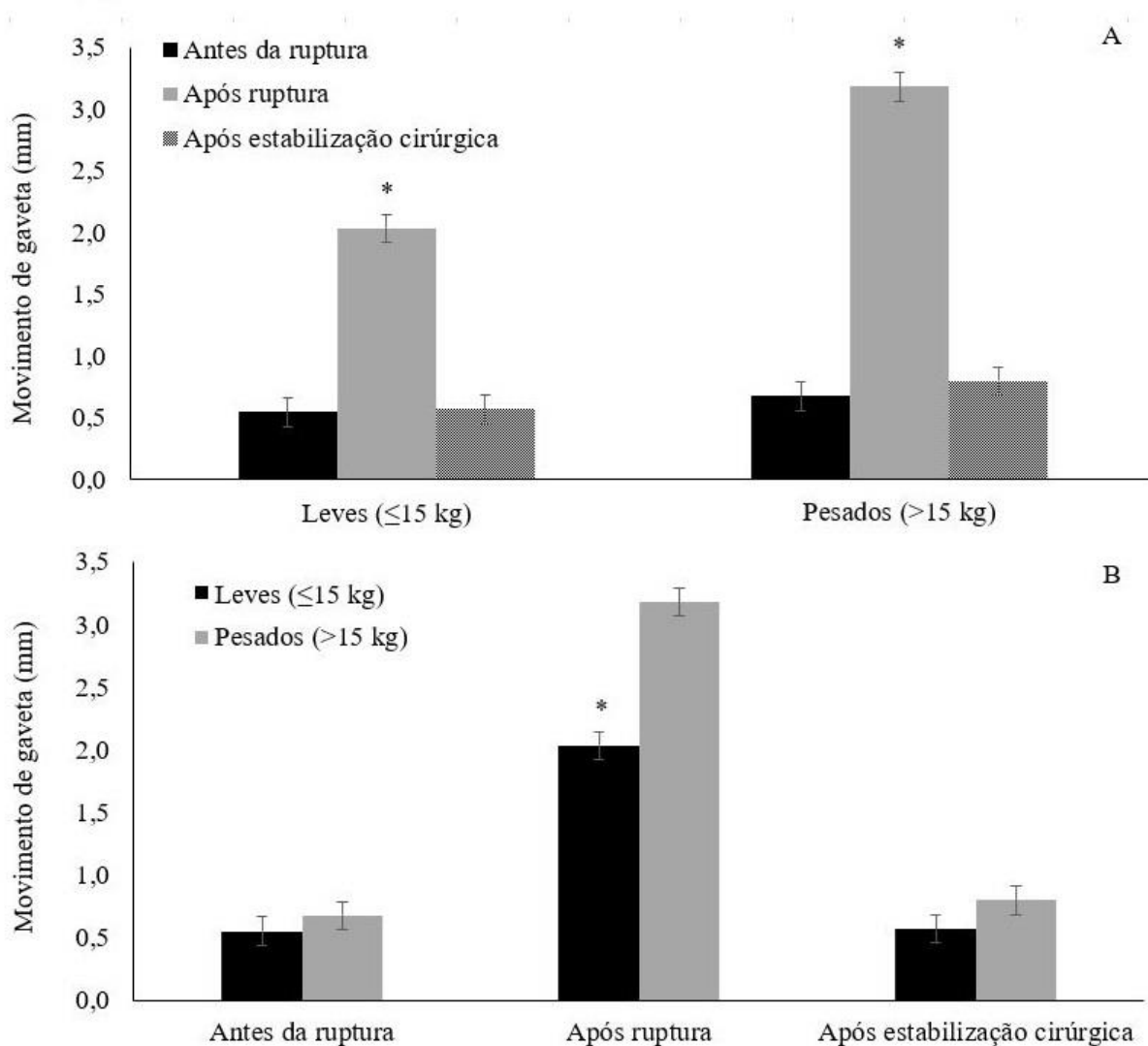


Figura 4 – Movimento de gaveta nos diferentes procedimentos para cada grupo (A) e entre os grupos (animais leves e pesados) para cada procedimento (B). * indica diferença significativa entre os grupos.

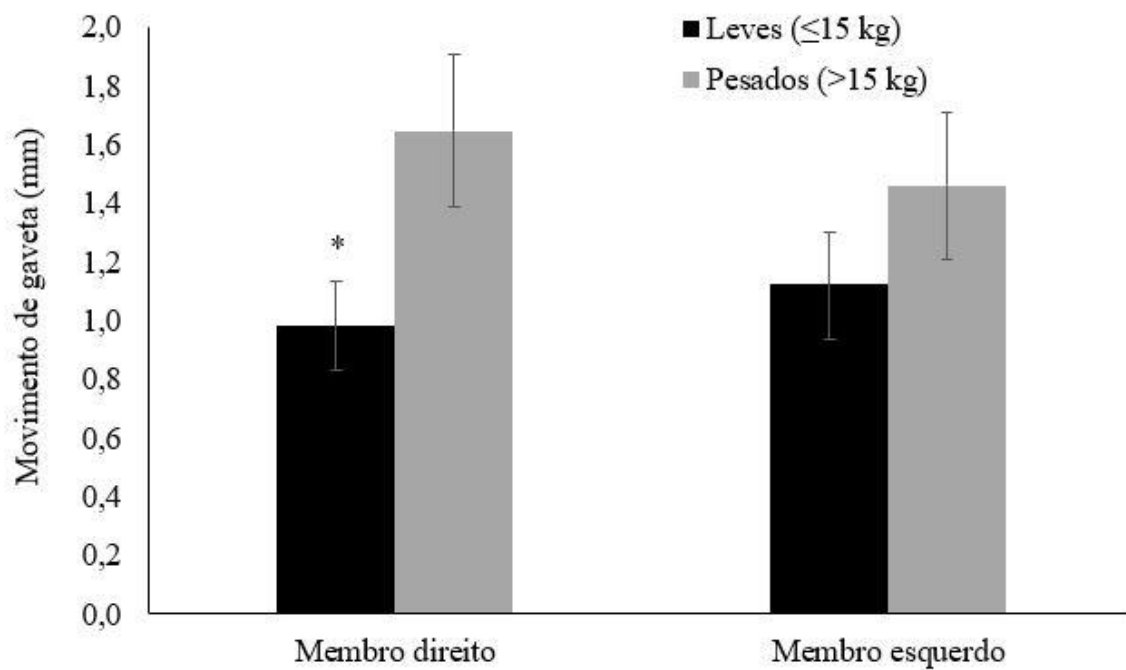


Figura 5 – Movimento de gaveta de acordo com o grupo (animais leves e pesados) e a localização do membro avaliado (direito ou esquerdo). * indica diferença significativa entre os grupos.

Referências

ABNT – Brazilian Association of Technical Standards., 2003. NBR 13904: Fios para sutura cirúrgica. <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=2297>.

Boudrieau, R.J., 2009. Tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement? *Vet Surg.* 38, 1–22. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2008.00439.x>.

Carobbi, B., Ness, M.G., 2009. Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure. *J Small Anim Pract.* 50, 224–226. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2008.00723.x>.

DeCamp, C.E., Johnston, S.A., Déjardin, L.M., Schaefer, S.L., 2016. Brinker, Piermattei and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair, fifth edition, Saunders, St. Louis. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-64185-4>.

Dennler, R., Kipfer, N.M., Tepic, S., Hassig, M., Montavon, P.M., 2006. Inclination of the patellar ligament in relation to flexion angle in stifle joints of dogs without degenerative joint disease. *Am J Vet Res.* 67, 1849–1854. <https://doi.org/10.2460/ajvr.67.11.1849>.

Duerr, F.M., Martin, K.W., Rishniw, M., Palmer, R.H., Selmic, L.E., 2014. Treatment of canine cranial cruciate ligament disease. A survey of ACVS Diplomates and primary care veterinarians. *VCOT.* 27, 478–483. <https://doi.org/10.3415/VCOT-14-03-0047>.

Gomide, L.C., Campos, D.O., Araújo, C.A., Menegaz, G.L., Cardoso, R.S., Júnior, S.C.S., 2019. Estudo mecânico das propriedades dos fios de sutura usados em cirurgias ortopédicas. *Rev Bras Ort.* 54, 247–252. <https://doi.org/10.1055/j.rbo.2018.02.001>.

Hayashi, K., Frank, J.D., Dubinsky, C., Zhengling, H., Markel, M.D., Manley, P.A., Muir, P., 2003. Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. *Vet Surg.* 32, 269–277.

<https://doi.org/10.1053/jvet.2003.50023>.

Kemper, B., Trapp, S.M., Porto, T.F., Barca, F.A., 2013. Movimento de gaveta em joelhos de cães submetidos à estabilização extracapsular após secção do ligamento cruzado cranial in vitro. *Ciênc R.* 43, 1096-1101. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000063>.

Kim, S.E., Pozzi, A., Kowaleski, M.P., Lewis, D.D., 2008. Tibial osteotomies for cranial cruciate ligament insufficiency in dogs. *Vet Surg.* 37, 111–125. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2007.00361.x>.

Knight, R.C., Thomson, D.G., Danielski, A., 2017. Surgical management of pivot-shift phenomenon in a dog. *J Am Vet Med Assoc.* 250, 676–680. <https://doi.org/10.2460/javma.250.6.676>.

Latorre, R., Gil, F., Climent, S., López, O., Henry, R., Ayala, M., Ramírez, G., Martínez, F., Vázquez, J., 2012. Atlas de ortopedia em cães e gatos, MedVet, São Paulo.,

Manley, P.A., 2010. Intra-articular stabilization, in: Muir, P., *Advances in the canine cranial cruciate ligament*. Wiley-Blackwell, Iowa, pp.189-194.

Marques, D.R.C., Ibañez, J.F., Nomura, R., 2015. Principais osteotomias para o tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães – revisão de literatura. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR.* 17, 253–260. <https://doi.org/10.25110/arqvet.v17i4.5026>.

Mascarenhas, R., MacDonald, P.B., 2008. Anterior cruciate ligament reconstruction: a look at prosthetics--past, present and possible future. *Mcgill J Med.* 11, 29–37. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2322926/>.

Moore, K.W., Read, R.A., 1996. *Rupture of the cranial cruciate ligament in dogs. Part II. Diagnosis and management.* *Comp Cont Educ Prac Vet.* 18, 381-391.

<https://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/19960/>.

Müller, D.C.M., Pippi, N.L., Basso, P.C., Schossler, J.E.W., Rosa, M.B., Serafini, G.M.C., 2010. Implante sintético como estabilizador articular, após desmotomia dos ligamentos cruzados de cães: proposição de técnica. *Ciênc R.* 40, 1327–1334. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000600014>.

Murray, M.M., Spindler, K.P., Ballard, P., Welch, T.P., Zurakowski, D., Nanney, L.B., 2007. Enhanced histologic repair in a central wound in the anterior cruciate ligament with a collagen-platelet-rich plasma scaffold. *J Orthop Res.* 25, 1007–1017. <https://doi.org/10.1002/jor.20367>.

Nanda, A., Hans, E.C., 2019. Tibial plateau leveling osteotomy for cranial cruciate ligament rupture in canines: patient selection and reported outcomes. *Vet Med (Auckl).* 10, 249–255. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S204321>.

Nelson, S.A., Krotscheck, U., Rawlinson, J., Todhunter, R.J., Zhang, Z., Mohammed, H., 2013. Long-term functional outcome of tibial plateau leveling osteotomy versus extracapsular repair in a heterogeneous population of dogs, *Vet Surg.* 42, 38–50. <https://doi.org/10.1111/j.1532-950X.2012.01052.x>.

Prada, T.C., Silva, A.C., Minto, B.W., 2018. Short-term evaluation of an intra-articular technique for cranial cruciate ligament rupture in dogs using nylon or polyester. *Sem: Ciênc Agr.* 39, 593-604. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p593>.

Prządka, P., Kielbowicz, Z., Osiński, B., Dzimira, S., Madej, J.A., Nowacki, W., Kubiak, K., Reichert, P., Cegielski, M., 2017. Reconstruction of cranial cruciate ligament in rabbits using polyester implants saturated with PRP, antlerogenic stem cells MIC-1 and their homogenate. *Connect Tissue Res.* 58, 464–478. <https://doi.org/10.1080/03008207.2016.1251911>.

Rooster, H., Vangheluwe, L., Van Bree, H., Ledoux, M., Van Langenhove, L., 2001. Biomechanical properties of braided polyester tapes intended for use as intra-articular cranial cruciate ligament prostheses in dogs. *Am J Vet Res.* 62, 48–53. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2001.62.48>.

Schulz, K.S., Hayashi, K., Fossum, T.W., 2019. Diseases of the joints, in: Fossum, T.W., (5^a ed.), *Small animal surgery*. Elsevier, Philadelphia, pp. 1134 – 1280.

Selmi, A.L., Filho, J.G.P., Barbudo, G.R., Buquera, L.E.C., Canola, J.C., 2002. Clinical and radiographic evaluation of a polyester prosthesis in dogs with cranial cruciate ligament rupture. *Ciênc R.* 32, 793-798. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000500009>.

Slocum, B., Slocum, T.D., 1993. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 23, 777–795. [https://doi.org/10.1016/s0195-5616\(93\)50082-7](https://doi.org/10.1016/s0195-5616(93)50082-7).

Tatarunas, A.C., Martinez, S.A., Matera, J.M., 2008. Osteotomia de nivelamento do plato da tíbia, *Sem: Ciênc Agr.* 29, 685-692. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744089024>.

Vasseur, P.B., 2003. Stifle joint, in: D. Slatter, D., (3^a ed.), *Textbook of small animal surgery*. Elsevier Science, Philadelphia, pp. 2090-2133.

Vogel, L.W., Rech, G.C., Ferreira, P.I., Müller, D.C.M., 2020. Fio de poliéster para reconstrução intracapsular do ligamento cruzado cranial e caudal em um gato. Pubvet. 14, 1–6. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n7a619.1-6>.

Von Pfeil, D.J.F., Kowaleski, M.P., Glassman, M., DeJárdin, L.M., 2018. Results of a survey of Veterinary Orthopedic Society members on the preferred method for treating cranial cruciate ligament rupture in dogs weighing more than 15 kilograms (33 pounds). *J Am Vet Med Assoc.*

253, 586–597. <https://doi.org/10.2460/javma.253.5.586>.

Witsberger, T.H., Villamil, J.A., Schultz, L.G., Hahn, A.W., Cook, L.J., 2008. Prevalence of and risk factors for hip dysplasia and cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 232, 1818–1824. <https://doi.org/10.2460/javma.232.12.1818>.

3 CONCLUSÃO

Em conclusão, a técnica proposta é eficaz em estabilizar a articulação após desmotomia do LCCr, tanto em animais leves quanto em animais pesados, conforme testes *ex vivo*, neutralizando o movimento de gaveta tibial, a níveis fisiológicos, com apenas um fio de poliéster.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. F. et al. Contribuição do contraste negativo na artrografia tomográfica do joelho normal de cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 362-366, 2011. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pvb/a/nbKDNmLPwPz9fTjDLwfDfpb/?lang=pt#>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.1590/S0100-736X2011000400015.
- BISKUP, J. J.; CONZEMIUS, M. G. Intra-Articular Repair for Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Dog. In: MUIR, P. **Advances in the canine cranial cruciate ligament**. 2. ed. Hoboken: Wiley: American College of Veterinary Surgeons Foundation, 2018. DOI: 10.1002/9781119261728.ch26.
- 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, p. 425-431, 2008. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1111%2Fj.1740-8261.2008.00401.x>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.1111/j.1740-8261.2008.00401.x.
- BOGE, G. S. et al. Disease-related and overall survival in dogs with cranial cruciate ligament disease, a historical cohort study. **Preventive veterinary medicine**, v. 181, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32569882/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.1016/j.prevetmed.2020.105057.
- CAROBBI, B.; NESS, M. G. (2009), Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure. **Journal of Small Animal Practice**, v. 50, p. 224-226, 2009. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1748-5827.2008.00723.x>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:0.1111/j.1748-5827.2008.00723.x.
- CARPENTER, D. H. J.; COOPER, R. C. Mini review of canine stifle anatomy. **Anatomia, histologia, embryologia**. v. 29, n. 6, p. 321-329, 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11199475/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI: 10.1046/j.1439-0264.2000.00289.x.
- CARTER, C. W.; KOCHER, M. S. Meniscus Repair in Children, **Clinics in Sports Medicine**. v. 31, n. 1, p. 135-154, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278591911000809>>. Acesso em: 20 nov. 2021. DOI: 10.1016/j.csm.2011.09.002.
- DAL-BÓ, I. S. et al. Correlação entre ruptura de ligamento cruzado cranial e lesão de menisco medial em cães. **Ciência Rural**, v. 44, n. 8, p. 1426-1430, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/NphBHR3dGkJJYCZQpcDYYPDP/?lang=pt#ModalArticles>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI: 10.1590/0103-8478cr20130670.
- DECAMP et al. **Brinker, Piermattei, and Flo's: Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair**. 5. ed. Missouri: Elsevier, 2015.
- 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.C.O.T**, v. 27, n. 6. p. 478-483, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25328024/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.3415/VCOT-14-03-0047.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

FRANKLIN, S. P.; GILLEY, R. S., PALMER, R. H. Meniscal injury in dogs with cranial cruciate ligament rupture. **Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian**, v. 32, n. 10, p. E1-E11, 2010.

GETTY, R. **Sisson/Grossman: Anatomia dos Animais Domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

HAYASHI, K. et al. Histologic changes in ruptured canine cranial cruciate ligament. **Veterinary Surgery**, v. 32, n. 3, p. 269–277, 2003. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12784204/>>. Acessado: 20 nov. 2021. DOI: 10.1053/jvet.2003.50023.

HAYASHI, K., MANLEY, P. A., MUIR, P. (2004). Cranial cruciate ligament pathophysiology in dogs with cruciate disease: a review. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 40, n. 5, p. 385–390, 2004. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15347618/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:doi.org/10.5326/0400385

JERRAM, R. M.; WALKER, A. M. Cranial cruciate ligament injury in the dog: pathophysiology, diagnosis and treatment. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 51, n. 4, p. 149–158, 2003. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16032317/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.1080/00480169.2003.36357.

JOHNSON, J. M.; JOHNSON, A. L. (1993). Cranial cruciate ligament rupture. Pathogenesis, diagnosis, and postoperative rehabilitation. **The Veterinary clinics of North America. Small animal practice**, v. 23, n. 4, p. 717–733, 2003. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8337786/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI: 10.1016/s0195-5616(93)50078-5.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos animais domésticos: Texto e atlas colorido**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LEESON, T. S.; LEESON C. R.; PAPARO, A. A. Specialized Connective tissue: cartilage and bone. In:_____. **Text/Atlas of Histology**. Philadelphia: Saunders Company, 1988.

MUIR, P. History and clinical signs of cruciate ligament rupture. In:_____. **Advances in the Canine Cranial Cruciate Ligament**. 2. ed. Hoboken: Wiley: American College of Veterinary Surgeons Foundation, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119261728.fmatter>.

MÜLLER, D. C. M. et al. Implante sintético como estabilizador articular, após desmotomia dos ligamentos cruzados de cães: proposição de técnica. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6 p. 1327-1334, 2010. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cr/a/fLQqRSrm6rFpMkQ77WM4rpS/?lang=pt#>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI: 10.1590/S0103-84782010000600014.

NANDA, A.; HANS, E, C. Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Cranial Cruciate Ligament Rupture in Canines: Patient Selection and Reported Outcomes. **Veterinary medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 10, p. 249-255, 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6938195/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI: 10.2147/VMRR.S204321.

RALPHS, S. C.; WHITNEY, W. O. Arthroscopic evaluation of menisci in dogs with cranial cruciate ligament injuries: 100 cases (1999-2000). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 221, n. 11, p. 1601-1604, 2002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12479333/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.2460/javma.2002.221.1601.

SCHULZ, K. S.; HAYASHI, K.; FOSSUM, T. W. Diseases of the joints. In: FOSSUM, T. W. **Small Animal Surgery**. 5 ed. Philadelphia: Elsevier, 2019.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T. D. Tibial Plateau Leveling Osteotomy for Repair of Cranial Cruciate Ligament Rupture in the Canine. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 23, n. 4, p. 777-795, 1993. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8337790/>>. Acessado em 20 nov. 2021. DOI: 10.1016/s0195-5616(93)50082-7.

TATARUNAS, A. C.; MARTINEZ, S. A.; MATERA, J. M. Osteotomia de nivelamento do plato da tíbia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 685, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744089024.pdf>>. Acessado em 20 nov. 2021.

TINGA, S. et al. Femorotibial joint kinematics in nine dogs treated with lateral suture stabilization for complete cranial cruciate ligament rupture. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 258, n. 5, p. 493-501, 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33620247/>>. Acessado em: 20 nov. 2021. DOI:10.2460/javma.258.5.493.

VASSEUR, P. Stifle Joint. In: SLATTER D. **Textbook of Small Animal Surgery**, vol 2, 3. ed. Philadelphia: Saunders, 2002.

VON PFEIL, D. J. F. et al. Results of a survey of Veterinary Orthopedic Society members on the preferred method for treating cranial cruciate ligament rupture in dogs weighing more than 15 kilograms (33 pounds). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 253, n. 5, p. 586-597, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30110219/>>. Acessado em 20 nov. 2021. DOI: 10.2460/javma.253.5.586.