

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Escola de veterinária

Programa de pós-graduação em ciência animal

Santiago Jaramillo Colorado

**VALIDAÇÃO DO GUIA AJUSTÁVEL PARA PERFURAÇÃO TIBIO-FEMORAL
(TF) ÚNICA NA SUBSTITUIÇÃO INTRA-ARTICULAR DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL (LCCr) EM CÃO GUIADA POR VIDEO-ARTROSCOPIA**

Belo horizonte

2023

SANTIAGO JARAMILLO COLORADO

**VALIDAÇÃO DO GUIA AJUSTÁVEL PARA PERFURAÇÃO TIBIO-FEMORAL
(TF) ÚNICA NA SUBSTITUIÇÃO INTRA-ARTICULAR DO LIGAMENTO
CRUZADO CRANIAL (LCCr) EM CÃO GUIADA POR VIDEO-ARTROSCOPIA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de doutor em ciência animal.

Área de concentração: Ciência Animal

Orientadora: Prof^ª. Dra. Cleuza Maria de Faria Rezende

Co-orientadora: Prof^ª. Eliane Goncalves de Melo

Co-orientador: Prof. Juan Carlos Campos Rubio

Belo horizonte

2023

C719v

Colorado, Santiago Jaramillo, 1992 -

Validação do guia ajustável para perfuração tibio-femoral (tf) única na substituição intra-articular do ligamento cruzado cranial (lccr) em cão guiada por vídeo – artroscopia / Santiago Jaramillo Colorado. - 2023.

58 f.il

Orientadora: Cleuza Maria de Faria Rezende

Coorientadores: Eliane Gonçalves de Melo

Juan Carlos Campos Rubio

Tese (Doutorado) apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de

1. Cão - Teses - 2. Ortopedia Veterinária - Teses – 3. Ciência animal - Teses - I. Rezende, Cleuza Maria de Faria - II. Melo, Eliane Gonçalves de – III. Rubio, Juan Carlos Campos –

IV. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária – V. Título.

Bibliotecária responsável Cristiane Patrícia Gomes – CRB2569
Biblioteca da Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

SANTIAGO JARAMILLO COLORADO

Tese submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL, como requisito para obtenção do grau de DOUTOR em CIÊNCIA ANIMAL, área de concentração Medicina e Cirurgia Veterinárias.

Aprovado(a) em 27 de fevereiro de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Dr.(a). Cleuza Maria de Faria Rezende - Orientador(a)

Dr.(a). Anelise Carvalho Nepomuceno

Dr.(a). Carla Maria Osório Silva

Dr.(a). Andressa Batista da Silveira Xavier

Dr.(a). Andréa Pacheco Batista Borges



Documento assinado eletronicamente por **Andressa Batista da Silveira Xavier, Membro**, em 27/02/2023, às 16:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Anelise Carvalho Nepomuceno, Professora do Magistério Superior**, em 28/02/2023, às 08:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cleuza Maria de Faria Rezende, Professora do Magistério Superior**, em 01/03/2023, às 08:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andréa Pacheco Batista Borges, Usuária Externa**, em 01/03/2023, às 09:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carla Maria Osório Silva, Usuário Externo**, em 01/03/2023, às 16:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2065863** e o código CRC **46A96E5D**.

Dedico este trabalho especialmente a minha avó Consuelo e aos meus pais Maria Victoria e Carlos Mario, meus mestres da vida, por me ensinar que tudo o que é feito com amor sempre dá certo.

Agradecimentos

À **Professora Cleuza**, por ser um exemplo de profissional, pela disposição a ensinar, e pela incondicional orientação nesta pesquisa.

Aos **meus Pais**, por ser um exemplo para mim e me guiar pelo caminho correto, pelo amor incondicional e pelo apoio em todo momento. Eterna gratidão.

Ao meu irmão **Juan Diego**, meu anjo, por me cuidar e me acompanhar em cada etapa da minha vida.

Ao meu irmão **Julian** e sua namorada **Sara**, por cuidar dos meus pais enquanto eu estava longe.

Ao **Adriano Corteze**, por ser um amigo de verdade e me ajudar nesta pesquisa. A vida infelizmente tirou seu irmão, mas pode ter certeza que te deu outro, Eu. Muito obrigado.

Ao **Juan Felipe Colmenares Guzmán**, por ser amigo, colega e irmão. Você foi indispensável nesta pesquisa. Muito obrigado por me fazer sentir como em casa.

Aos meus irmãos de outras mães, **Andrés Múnera, Santiago Olano, Daniel Mejía, Mauricio Rios, Santiago Valencia, Wilmar Ossa**. Por estar tão perto mesmo estando longe, e ser um apoio emocional.

Às **minhas tias, tios, primos e primas** pela boa energia que me transmitiram desde a Colômbia em cada passo que dei no Brasil até hoje.

Ao **Professor Raphael Rocha**, pela grande colaboração com o processamento estatístico e gentil disposição.

À **Professora Eliane Gonçalves**, pela grande contribuição durante esta pesquisa.

Aos **Cães** utilizados nesta pesquisa, porque mesmo sem vida foram peças fundamentais para execução do projeto. Minha eterna gratidão.

Ao **Luiz de Assis**, pela ajuda, disponibilidade, e o apoio durante esta pesquisa.

Ao **Professor Juan Rubio**, seu orientado **Breno** e o laboratório **LEPAM**, por fazer realidade nossas ideias.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**) pela bolsa acadêmica durante o doutorado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (**FAPEMIG**) pelo auxílio financeiro para desenvolvimento do projeto.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente tornaram possível este trabalho.

“O homem é do tamanho do seu sonho”

Fernando Pessoa

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo validar o guia de perfuração, cujo protótipo foi desenvolvido para permitir a perfuração tíbio-femoral (TF) única nos pontos de inserção anatômica do ligamento cruzado cranial (LCCr). Foram utilizados 20 cadáveres independentes de sexo ou raça com articulações femoro-tíbio-patelares (FTP) sem alterações macroscópicas e artroscópicas, com massa corporal de ≥ 20 kg. Foram utilizadas as articulações FTP dos membros pélvicos direito (MPD) e esquerdo (MPE). Sob visão vídeo-artroscópica e empregando-se o guia de perfuração TF, mantendo a articulação em flexão de 60° com o auxílio do guia, foram feitos os túneis tíbiofemoral. O guia foi posicionado no fêmur, justo dorsal ao sesamóide lateral e na tíbia, no ponto médio entre a tuberosidade tibial e o ligamento colateral medial, a 15mm da superfície articular. Seguiu-se o exame radiográfico da articulação femoro-tíbio-patelar nas posições médio-lateral e crânio-caudal. Em seguida foi feita a dissecação do fêmur e da tíbia. Fez-se o corte sagital do fêmur e a fotografia da superfície medial do côndilo femoral lateral e da superfície articular da tíbia. Sobre as fotografias foi colocado o plano cartesiano no fêmur e na tíbia delimitado pelas bordas caudal (eixo y), distal e cranial da base do côndilo femoral e a região proximal da incisura intercondilar (linha de Blumensat) (eixo x), e pela tuberosidade tibial (eixo x) e regiões lateral (eixo y), medial e caudal dos epicôndilos da tíbia para delimitar as áreas de inserção do LCCr e as respectivas perfurações. Os dados foram analisados pelo teste de McNemar para avaliar a distribuição de sucesso cirúrgico entre os membros e pelo teste T para comparação da média do ângulo de perfuração e os centros do ligamento na tíbia e no fêmur entre as cirurgias com sucesso e sem sucesso de perfuração. Todas as análises foram realizadas por meio do software R 4.0.2 (R Core Team, 2020). Para todas as análises foi considerado o nível de significância de 5%. Houve 82,5% de acerto nas perfurações. Verificou-se associação entre o ângulo de perfuração em relação ao eixo do fêmur e da tíbia (AE) e o acerto das perfurações. Não houve diferença estatística entre AE de erro e acerto. Não houve associação entre o erro na perfuração e a visão artroscópica. Foram identificados os limites e o centro do LCCr no fêmur e na tíbia. Dos resultados obtidos pode-se concluir que o guia ajustável para perfuração única TF, posicionado nos pontos de referência extra-articulares da articulação FTP, em 60° de flexão, permite realizar uma perfuração única abrangendo a região de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia. Os resultados validam o aparelho.

Palavras-chave: Biomecânica; articulação; anatomia; túnel femoral; túnel tibial.

ABSTRACT

The present work aims to validate the drill guide, whose prototype was developed to allow tibio-femoral (TF) drilling at the anatomical insertion points of the cranial cruciate ligament (CCL). Twenty sex- or breed-independent cadavers with macroscopically and arthroscopically healthy femoro-tibio-patellar (FTP) joints with a body mass of ≥ 20 kg were used. The FTP joints of the right (RH) and left (LH) hindlimbs were used. Under video arthroscopic vision and employing the TF drilling guide, with the joint in 60° flexion, the tibiofemoral tunnels were made. The guide was positioned in the femur, just dorsal to the lateral sesamoid, and in the tibia, at the midpoint between the tibial tuberosity and the medial collateral ligament, 1.5 mm from the joint edge. The femorotibio-patellar joint was then radiographed in the mid-lateral and craniocaudal positions, and the femur and tibia were dissected. The femur was cut sagittally and the medial surface of the lateral femoral condyle and the articular surface of the tibia were photographed. A Cartesian plane was placed on the femur and tibia to delimit the areas of LCC insertion and the respective perforations. The data obtained were analyzed by McNemar's test, to evaluate the distribution of surgical success among the limbs, and by the T-test to compare the mean perforation angle and LCC center of the tibia and femur between the successful and unsuccessful perforation surgeries. All analyses were performed using R 4.0.2 software (R Core Team, 2020). A significance level of 5% was considered for all analyses. There was an 82.5% success rate for drilling. There was an association between the drilling angle in relation to the axis of the femur and tibia (AA) and the accuracy of the perforations. There was not statistical difference between the AA of drilling error and success. There was no association between drilling error and the arthroscopic view. The center of the LCC in the femur and tibia were identified. From the results obtained it can be concluded that the single adjustable guide for TF drilling, positioned at the extra-articular landmarks of the FTP joint and guided by video arthroscopy allows to perform a single drilling covering the insertion region of the LCC in the femur and the tibia. The results show the validation of the device.

Keywords: Biomechanics; joint; anatomy; femoral tunnel; tibial tunnel.

LISTA DE ABREVIATURAS

FTP	FEMOROTIBIOPATELAR
LCCR	LIGAMENTO CRUZADO CRANIAL
TC	TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
MPD	MEMBRO PELVICO DIREITO
MPE	MEMBRO PELVICO ESQUERO
TF	TIBIOFEMORAL
TT	TRANSTIBIAL
FT	FEMOROTIBIAL
UFMG	UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
EV	ESCOLA DE VETERINÁRIA
CEUA	COMITÉ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
DCCV	DEPARTAMENTO DE CLÍNICA E CIRURGIA
AE	ÂNGULO DE PERFURAÇÃO EM RELACAO AO EIXO TIBIAL E FEMORAL

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Frequência (%) da visualização artroscópica.	39
Tabela 2 -	Frequência (%) de perfurações corretas ou não no fêmur em cadáveres de cães por grupo.	41
Tabela 3 -	Frequência (%) de perfurações corretas ou não na tíbia em cadáveres de cães por grupo.	42
Tabela 4 -	Frequência (%) das perfurações com duplo acerto ou não, no fêmur e na tíbia.	43
Tabela 5 -	Frequência (%) das perfurações com duplo erro ou não, no fêmur e na tíbia.	43
Tabela 6 -	Relação do acerto da perfuração segundo o membro esquerdo ou direito.	44
Tabela 7 -	Relação de acerto e erro com do ângulo AE e as perfurações independente e concomitante no fêmur e na tíbia.	44
Tabela 8 -	Localização do centro do ligamento no fêmur e na tíbia de acordo a altura x largura.	49

QUADRO DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Imagem mostrando as perfurações ósseas no fêmur e na tíbia empregadas na técnica intra-articular descrita por Paatsama (1952), bem como a sutura do enxerto de fáscia lata na tíbia proximal. 21
- Figura 2 - Imagem mostrando a angulação de perfuração em relação ao eixo do fêmur e da tíbia (A e C) e de flexão FTP (B) na técnica Mini-ThighRope descrita por Pinna *et al.*, 2020. 23
- Figura 3 - Imagem mostrando teste de perfuração. O guia de perfuração (a) foi posicionado e fixado com pinos steinmann 2 mm (asteriscos) após artrotomia da articulação FTP (b). 27
- Figura 4 - a. Ilustração da referência anatômica extra-articular na tíbia para início de perfuração TF no ponto médio entre o ligamento colateral medial (1) e tuberosidade da tíbia (2), a 15 mm da superfície articular (seta vermelha). b. Referência anatômica extra-articular no fêmur (asterisco) para perfuração TF cranial ao sesamóide femoral lateral (canhão da agulha). c. Guia de perfuração TF posicionado nas referências anatômicas extra-articulares. 28
- Figura 5 - Guia de perfuração femoro-tibial desenvolvido por Colorado *et al.* (2020a) composto por duas hastes extra-articulares (a), sete hastes intra-articulares (b) de diferentes diâmetros e sete guias extra-articulares de diferentes diâmetros. 29
- Figura 6 - a. Ilustração da mensuração da distância entre o ligamento colateral medial e a tuberosidade da tíbia, com auxílio de paquímetro analógico e identificação do ponto médio entre estas estruturas a 15 mm da superfície articular (seta vermelha). b. Localização dos pontos extra-articulares com agulhas hipodérmicas (asteriscos). c. Posicionamento do guia a partir do ponto de perfuração na tíbia até a região imediatamente dorsal ao sesamóide femoral lateral. 31
- Figura 7 - Imagens mostrando a passagem do pino guia (a) e da fita de compressa (setas) (asteriscos) através da perfuração TF. 32

- Figura 8 - Fotografia de radiografia crânio – caudal e medio-lateral da articulação FTP de cadáver canino. As linhas verdes representam o eixo e a direção da perfuração e o ângulo formado (AE) (vermelho). Referências anatômicas intra e extra-articulares: 1. Sesamóide lateral do fêmur, 2. Superfície lateral da incisura intercondilar do fêmur, 3. Platô tibial, 4. Superfície medial da tíbia. b. Imagem mostrando radiografia médio-lateral da articulação FTP evidenciando a trajetória da perfuração com auxílio de um fio de aço (artefato metálico). 33
- Figura 9 - a. Foto da face medial do côndilo femoral com o quadro delimitando a borda caudal (eixo y), distal e cranial da base do côndilo femoral e a região proximal da incisura intercondilar (eixo x) (linha de Blumensaat). Identificação do centro do ligamento (linha pontilhada amarela) e do intervalo (%). Identificação da localização da perfuração (ponto vermelho). b. Fotografia da superfície articular da tíbia com o quadro delimitado pela tuberosidade da tíbia (cranial) (eixo x) e pelas regiões lateral (eixo y), medial e caudal dos epicôndilos da tíbia. Identificação do centro do ligamento (linha pontilhada amarela) e do intervalo (%). Identificação da localização da perfuração (ponto vermelho). 35
- Figura 10 - Imagem mostrando a região de erro de perfuração (círculo azul) e o ponto de inserção do LCCr (círculo vermelho) no fêmur. 40
- Figura 11 - Imagem mostrando a área de inserção do LCCr (círculo pontilhado vermelho), a localização das perfurações de acerto (asterisco) e a região de erro das perfurações no fêmur (círculo azul). 41
- Figura 12 - a. Ponto de saída errática da broca (asterisco) distal ao sesamóide femoral lateral (ponto vermelho), cranial à inserção ligamentar no fêmur (F). b. Lesão da superfície articular do côndilo lateral (seta) por erro na perfuração apesar do acerto na perfuração tibial (asterisco) que localizava se numa posição crânio lateral à inserção ligamentar tibial. 42
- Gráfico 1 - Relação do AE ao acerto e erro da perfuração. 45

Quadro 1 - Comparação do ângulo de perfuração em relação ao fêmur e à tíbia e ângulo de flexão de FTP segundo vários autores e o presente trabalho (**). *: Literatura de medicina humana.	46
Gráfico 2 - Associação do ângulo de perfuração no fêmur em relação ao acerto.	48
Figura 13 - Imagem mostrando o centro de inserção do ligamento na tíbia na interseção (linhas amarelas) de acordo com a distância (%) do eixo x e y (setas vermelhas).	50
Figura 14 - Imagem mostrando o centro de inserção do ligamento na tíbia na interseção (linhas amarelas) de acordo com a distância (%) do eixo x e y (setas vermelhas).	50

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. HIPOTESE	18
3. OBJETIVO GERAL	19
3.1 Objetivos específicos	19
4. LITERATURA CONSULTADA	20
5. MATERIAL E MÉTODOS	26
5.1 Guia único de perfuração tibiofemoral (TF)	26
5.2 Piloto	26
5.3 Videoartroscopia	29
5.4 Procedimento cirúrgico	30
5.5 Avaliação radiográfica (RX)	32
5.6 Avaliação da perfuração tíbio-femoral	33
5.7 Análise estatística	36
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
7. CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO 1	57
ANEXO 2	59

1. INTRODUÇÃO

As afecções ortopédicas em cães são frequentes na rotina clínico-cirúrgica de pequenos animais, demandando a necessidade de atualização, aperfeiçoamento e inovação das técnicas cirúrgicas. Dentre estas encontra-se o grupo das doenças articulares no qual destaca-se a ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr), uma lesão multifatorial, associada geralmente com a doença articular degenerativa e alteração da locomoção do animal (Slocum e Slocum, 1993; Winkels, *et al.* 2010; Tatarunas *et al.* 2019).

Existe na literatura mais de 50 técnicas descritas para o tratamento desta lesão divididas em três grupos principais: técnicas extra-articulares, intra-articulares e osteotomias com mudança da biomecânica. O objetivo principal destas técnicas cirúrgicas é corrigir a instabilidade articular e assim, diminuir a velocidade da evolução da doença articular degenerativa.

As técnicas intra-articulares apresentam algumas vantagens sobre as demais, pois além de promover a estabilização, preservam e restauram a anatomia articular FTP. Nestas técnicas o enxerto é passado através das perfurações ósseas pelas inserções do ligamento na tíbia e no fêmur, comumente por artrotomia. Poucos são os relatos sobre o uso da vídeo-cirurgia nestes casos como os realizados por Muzzi (2003) e Brendolan *et al.* (2008), utilizando a perfuração apenas na tíbia, intra para extra-articular.

A perfuração de túneis passando pelas inserções ligamentares constitui um desafio quando realizada sem um guia. É preciso experiência e habilidade. Existe a possibilidade de perfuração em ângulos diferentes entre fêmur e tíbia, o que não é adequado. O uso de um guia facilitaria o processo, além de permitir o acerto das perfurações e o sucesso da intervenção (Winkels, *et al.* 2010; Shin *et al.*, 2014; Bolia *et al.*, 2015a; Li *et al.*, 2019).

Existem duas variáveis que determinam a perfuração como ponto crítico da técnica (Steiner, 2009). A primeira é que as perfurações devem ser realizadas exatamente nas inserções do LCCr no fêmur e na tíbia, pois o erro da mesma pode acarretar mudanças na biomecânica articular. A segunda está relacionada com o ângulo das perfurações, pois determinadas angulações podem gerar tensão excessiva no enxerto, favorecendo a ruptura do mesmo. Portanto, é vantajosa uma técnica que permita a perfuração única do fêmur e da tíbia.

Este procedimento era executado inicialmente mediante artrotomia e visualização direta e as perfurações eram feitas sem auxílio de um instrumento que guiasse as mesmas. Com a evolução e aprimoramento dos procedimentos cirúrgicos e diagnósticos desenvolveu-se a artroscopia que permite a abordagem articular com incisões mínimas, magnificação da imagem e acesso a compartimentos não visíveis pela artrotomia.

A artroscopia é uma técnica minimamente invasiva que consiste na visualização direta da articulação através de uma ótica, permitindo uma avaliação detalhada e minuciosa do interior da mesma, propiciando informações que não podem ser obtidas por meio da artrotomia, nos exames radiográficos e de tomografia computadorizada (TC). No início, a artroscopia era realizada unicamente com fins diagnósticos, porém com o avanço da tecnologia e consequente desenvolvimento de instrumentais cirúrgicos de menor calibre, o procedimento tornou-se viável para realização de cirurgias em cães, como a substituição do LCCr (Rochat, 2001; Borges *et al.*, 2008; Rezende *et al.*, 2006). A substituição do LCCr guiada por vídeo-artroscopia já foi descrita na medicina veterinária (Brendolan *et al.*, 2000; Muzzi, 2003; Bolia *et al.*, 2015a; Tatarunas *et al.*, 2019), porém este procedimento é realizado com perfurações tibial e femoral isoladas ou somente perfuração tibial (Brendolan *et al.*, 2000; Muzzi, 2003).

O objetivo deste trabalho foi validar o guia ajustável para perfuração única tíbio-femoral (TF) na substituição intra-articular do ligamento cruzado cranial (LCCr) guiada por vídeo-artroscopia.

2. HIPÓTESE:

O guia de perfuração tíbio-femoral única permite a perfuração de túneis ósseos tibial e femoral nos pontos anatômicos de inserção do LCCr numa angulação de flexão de 60° da articulação FTP em intervenções artroscópicas, facilita a cirurgia e garante a execução correta das perfurações.

3. OBJETIVO GERAL

Validar o guia ajustável para perfuração FT única em cães, guiada por vídeo-artroscopia.

3.1. Objetivos específicos

- Identificar a relação entre os túneis ósseos e as estruturas intra-articulares;
- Validar os pontos anatômicos de referência extra-articulares para perfuração guiada por vídeo-artroscopia.
- Avaliar a angulação dos túneis ósseos e possíveis pontos de tensão no enxerto mediante exame radiográfico convencional.
- Avaliar os pontos de perfuração na região de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia.

4. LITERATURA CONSULTADA

A articulação FTP possui várias estruturas anatômicas que associadas com as forças musculares permitem o movimento da mesma. Uma das lesões mais frequentes que ocasiona claudicação em cães é a ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr), que acomete raças de pequeno, médio e grande portes (Kowaleski *et al.*, 2012; Bolia *et al.*, 2015a).

A causa primária da RLCCr ainda não é bem estabelecida, mas são consideradas duas possibilidades (Slocum e Slocum, 1993; Tatarunas *et al.*, 2019): a causa traumática como fator principal, especialmente em cães adultos jovens e a ruptura associada à degeneração natural do ligamento ou aos processos crônicos intra-articulares. Os processos crônicos alteram as forças que agem na articulação (biomecânica), além de induzirem mudanças no ambiente articular (osteoartrose). O tecido adiposo, especialmente as adipocinas, estão associadas às citocinas pro-inflamatórias como interleucina 1 e 6 (IL-1 e IL-6), fator de necrose tumoral (TNF- α), leptina, adiponectina, entre outras. Por causa da inflamação sistêmica estas substâncias podem alterar a composição do líquido sinovial e assim afetar a biologia do ligamento e favorecer a RLCCr (Fischer, 2014).

O surgimento e a evolução dos modelos biomecânicos da articulação FTP favoreceram o entendimento do mecanismo da RLCCr e pode sugerir o tratamento mais favorável com vistas à estabilização articular (Slocum e Slocum, 1993).

O LCCr tem origem no aspecto medial do côndilo femoral lateral e cruza diagonalmente para se inserir na região cranial da tíbia. Este possui duas bandas, a craniomedial e a caudolateral. A primeira encontra-se tensa durante a extensão e a flexão, enquanto a segunda encontra-se tensa apenas na extensão. As principais funções do LCCr são impedir a hiperextensão da articulação, o avanço cranial da tíbia e a rotação interna excessiva da mesma (Payne e Constantinescu, 1993; Kowaleski *et al.*, 2012).

O tratamento da RLCCr é unicamente cirúrgico e as várias técnicas já descritas, sejam intra ou extra-articulares, objetivam promover a estabilidade articular (Goin *et al.*, 2022).

As técnicas intra-articulares preservam a anatomia e a biomecânica articular. Podem ser empregados enxertos autólogos, heterólogos ou sintéticos em substituição ao LCCr (Paatsama, 1952; Iamaguti *et al.* 1998; Fischer, 2014; Pinna *et al.*, 2020; Goin *et al.*, 2022). Esta

modalidade de tratamento é aquela empregada e considerada padrão de tratamento na medicina humana (Siebold *et al.*, 2008; Bolia, 2015a; Ho-Eckart *et al.*, 2017).

Paatsama, em 1952, descreveu a primeira técnica intra-articular para tratamento da ruptura do ligamento cruzado cranial em cães, que consistia na realização de perfurações isoladas no fêmur e na tíbia pelas quais passava um enxerto de fásia lata (fig. 1). A partir desta técnica foram descritas variações da mesma com o emprego de xeno-enxertos e enxertos artificiais, como também o desenvolvimento de instrumentos específicos para realização desses túneis ósseos, além do desenvolvimento e emprego de abordagem minimamente invasiva como a artroscopia (Winkels, *et al.* 2010; Bolia *et al.*, 2015a).

Segundo Winkels *et al.* (2010) existem três pré-requisitos básicos que devem ser conhecidos pelo cirurgião antes da utilização das técnicas intra-articulares: 1- O enxerto, biológico ou sintético, deve ter resistência semelhante à do LCCr natural; 2.- A fixação do enxerto no fêmur e na tíbia deve ser segura, prevenindo deslizamento e concomitante instabilidade articular; 3- A passagem do enxerto é realizada pelas inserções anatômicas do LCCr no fêmur e na tíbia.

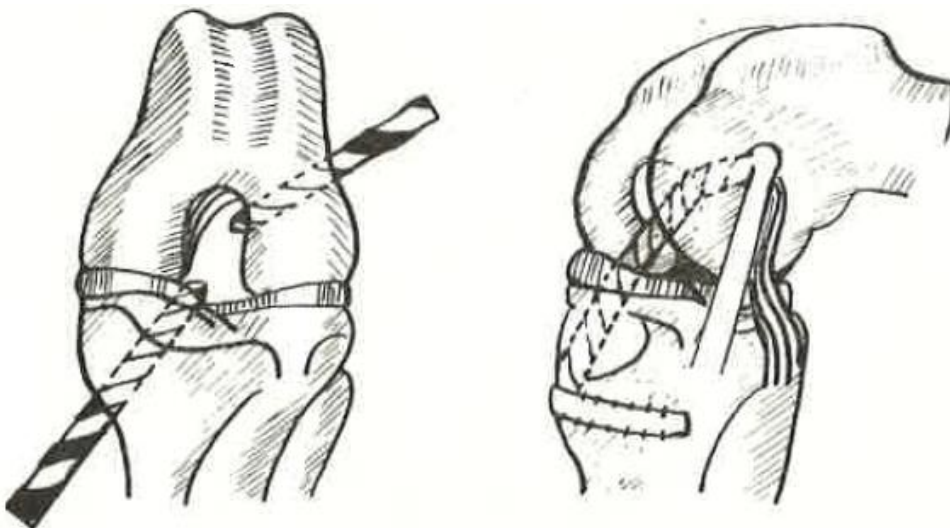


Figura 1. Imagem mostrando as perfurações ósseas no fêmur e na tíbia empregadas na técnica intra-articular descrita por Paatsama (1952), bem como a sutura do enxerto de fásia lata na tíbia proximal.

O sucesso da cirurgia, tanto na medicina humana como na medicina veterinária, pode ser comprometido pelo erro na perfuração, que pode desencadear complicações pós-operatórias graves (Winkels *et al.*, 2010; Hensler *et al.*, 2011; Ryan *et al.* 2015; Kim *et al.* 2018) e pelo

manejo pós-operatório inadequado, pois é difícil manter a contenção e a redução das atividades dos pacientes caninos (Winkels, *et al.* 2010; Bolia *et al.*, 2015a).

Tanto na medicina veterinária quanto na medicina humana, existem várias técnicas para tratamento cirúrgico da RLCCr (Goin *et al.*, 2022) e a maioria daquelas empregadas no homem são intra-articulares e guiadas por vídeo-artroscopia (Iriuchishima *et al.*, 2018). Dentre estas técnicas encontram-se aquelas de perfurações isoladas do fêmur e da tíbia e aquelas de perfuração única como a técnica transtibial (TT), descrita por Tatarunas *et al.* (2019), em cães.

Paatsama (1952) descreveu as referências anatômicas extra-articulares para a realização dos túneis ósseos, sendo no fêmur, imediatamente dorsal ao ligamento colateral lateral femoral e na tíbia, medial à tuberosidade tibial. Algumas variações em relação a estes pontos, são encontradas na literatura, especificando detalhadamente o ponto de início das perfurações no fêmur e na tíbia (Ho-Eckart *et al.*, 2017). O guia de perfuração empregado por Winkels, *et al.* (2010) e Bolia *et al.*, (2015a) tem como ponto de referência inicial as inserções do ligamento no fêmur e na tíbia.

A técnica TT na medicina humana consiste em perfuração única iniciando pela tíbia e finalizando no fêmur, seguida da passagem do enxerto através dos túneis ósseos. A perfuração se inicia a 14 mm da linha articular entre a tuberosidade da tíbia e o ligamento colateral medial, continuando com a perfuração do fêmur guiado por artroscopia. O túnel femoral deve ser feito na inserção da fibra anteromedial do LCCr, já que nesta região as fibras são mais resistentes à força de deslocamento cranial da tíbia (Iriuchishima *et al.*, 2018). O alinhamento das perfurações na técnica TT, favorece a redução de possíveis pontos de tensão no enxerto devido à angulação dos túneis em relação ao eixo do membro (Heming *et al.*, 2007; Tatarunas *et al.*, 2019).

Em um estudo *in vitro*, Ho-Eckart *et al.* (2017) realizaram perfurações em articulações FTP de cães com o objetivo de determinar as referências extra-articulares. Segundo os autores mencionados, a perfuração tibial deve ser realizada um centímetro caudal à tuberosidade da tíbia e um centímetro distal à borda articular, em um ângulo de 25° em relação ao eixo. No fêmur, a perfuração deve ser feita craniodistal ao sesamóide femoral lateral em um ângulo de 30° em relação ao eixo femoral. As perfurações devem ser realizadas com a articulação FTP em 90° de flexão.

Pinna *et al.*, (2020) relataram a técnica Mini-ThighRope em cães, descrevendo a realização das perfurações isoladamente com uma angulação da broca de 40° para perfuração do fêmur e de 30° para a tíbia, em relação ao eixo e com a articulação em 60° de flexão (fig. 2). Cook *et al.* (2015) mencionaram a perfuração em ângulo de 70° em relação ao platô tibial, também com perfurações isoladas. Colorado *et al.* (2020b) realizaram perfurações femorotibiais de cadáveres caninos e citaram que a técnica de perfuração única deve ser realizada em ângulo de 37,34 ° da broca em relação ao eixo ósseo do fêmur e da tíbia, mantendo a articulação FTP em flexão de cerca de 105°.

A realização correta dos túneis ósseos necessita do uso de guias específicos, inclusive para cirurgiões experientes, pois a realização da perfuração sem auxílio de um guia pode culminar em orifícios fora da inserção do LCCr (Amis *et al.*, 1998; Sudhahar *et al.*, 2004; Winkels *et al.*, 2010). Os túneis devem abranger as inserções anatômicas do LCCr no fêmur e na tíbia e manter uma angulação específica em relação ao eixo ósseo (Shin *et al.*, 2014), uma vez que este ângulo define a tensão sobre o implante, que quando excessiva pode propiciar o rompimento do enxerto ou comprometer o resultado funcional (Winkels *et al.*, 2010; Tatarunas *et al.*, 2019). Já foi mostrado que ângulos maiores de 70° podem gerar alargamento da perfuração e contato íntimo do enxerto com o a borda óssea cortante da perfuração, levando ao rompimento do mesmo (Shin *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2019).

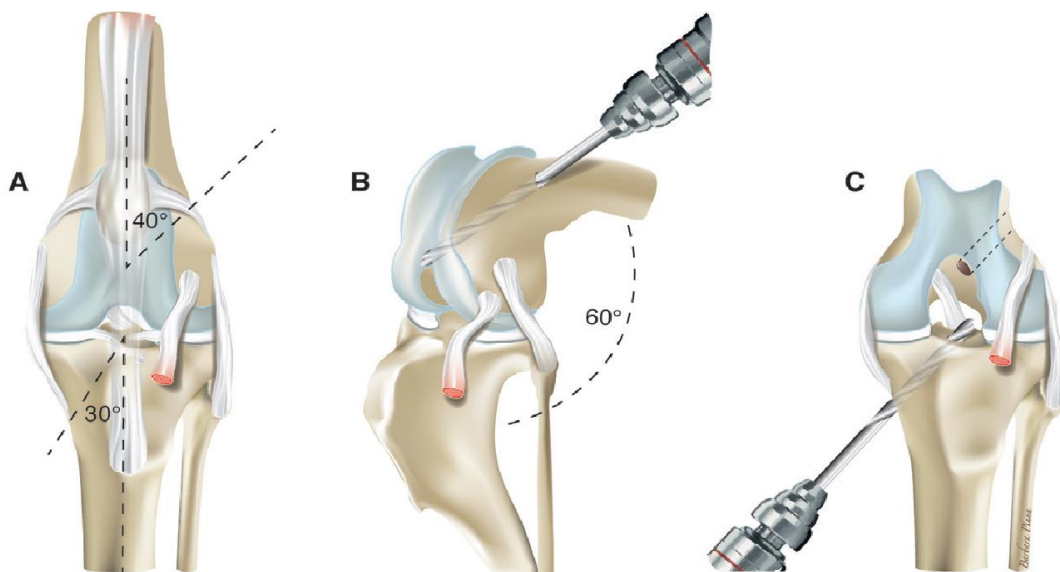


Figura 2. Imagem mostrando a angulação de perfuração em relação ao eixo do fêmur e da tíbia (A e C) e de flexão FTP (B) na técnica Mini-ThighRope descrita por Pinna *et al.*, 2020.

A angulação da perfuração pode ser avaliada mediante exames radiográficos (Bolia *et al.*, 2015b) ou TC que permitem determinar também, possíveis pontos de tensão sobre o implante decorrente da flexão do mesmo em relação ao eixo do membro. Estes pontos de tensão são definidos pela diferença entre a angulação da perfuração no fêmur e na tíbia, sendo a tensão proporcional à diferença entre as angulações. (Meuffels *et al.*, 2011 ; Shin *et al.*, 2014 ; De Mess *et al.*, 2022).

Geralmente a técnica intra-articular de substituição do LCCr em cães é realizada por artrotomia com abordagem parapatelar, sem o auxílio de um guia específico, em sentido intra para extra-articular (Winkels *et al.*, 2010). Todavia, com o aprimoramento e evolução da vídeo-cirurgia na medicina veterinária tornou-se possível este procedimento guiado por vídeo-artroscopia. Muzzi (2003) e Brendolan *et al.* (2007) empregaram a técnica intra-articular de substituição do LCCr segundo Schawalder (1979), com perfuração tibial sem guia, intra para extra-articular, guiada por vídeo-artroscopia.

A artroscopia é uma abordagem vantajosa pela menor morbidade, mínima invasão, menor trauma tecidual, menor inflamação pós-operatória, manutenção da integridade dos tecidos (Bubenik *et al.*, 2002; Borges *et al.*, 2008) e principalmente pela ampliação do campo de visão (Hoelzler, *et al.*, 2004; Rezende, *et al.*, 2006; Borges, *et al.*, 2008; Pozzi, *et al.*, 2008; Winkels *et al.*, 2010). Segundo Winkels *et al.* (2010), na reconstituição do LCCr mediante vídeo – artroscopia, o túnel ósseo deve ser realizado no sentido extra para intra-articular com auxílio de um guia específico, considerando ainda a heterogeneidade dos diferentes portes de cães, uma vez que as variações anatômicas influenciam a perfuração.

Os instrumentos usados na vídeo-artroscopia são específicos e de pequeno calibre. Winkels *et al.* (2010) desenvolveram um guia de perfuração específico para perfuração tibial a partir de mensurações em cadáveres e pela TC e, Bolia *et al.* (2015a) criaram um guia específico para perfuração femoral usando a metodologia de Winkels *et al.* (2010). Ambos os instrumentos foram desenhados e desenvolvidos para realizar a perfuração femoral e tibial de maneira isolada guiadas por artroscopia.

Diante dos desafios encontrados na execução da técnica intra-articular, Colorado *et al.* (2020a), buscando tornar sua execução mais precisa e menos trabalhosa, desenvolveram um guia de perfuração única femoro-tibial (FT) empregando a abordagem por artrotomia convencional. Este foi o trabalho inicial sobre a angulação FTP mais apropriada para execução de perfuração

TF única e o desenvolvimento de um guia que mantivesse fixo este ângulo e permitisse a perfuração única tíbio-femoral (TF) sem a necessidade de manutenção manual da flexão articular. Portanto, dando continuidade aos estudos, o objetivo deste trabalho foi validar o guia ajustável para perfuração única TF na substituição intra-articular do LCCr guiada por vídeo-artroscopia.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 20 cadáveres caninos sem raça definida, com massa corporal de ≥ 20 kg, adultos e com articulações FTP sem sinais de RLCCr e/ou de osteoartrose. Os cadáveres utilizados foram aqueles armazenados na câmara fria disponível para conservação de cadáveres no setor de patologia animal do Departamento de clínica e cirurgia veterinárias (DCCV) da Escola de Veterinária (EV) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Foram utilizados os membros direito e esquerdo. A avaliação clínica da articulação se fez por exame ortopédico, considerando a estabilidade articular e ausência de crepitação, seguindo-se o exame vídeo-artroscópico. Os cadáveres suspeitos de alguma anormalidade foram descartados.

Como nesta pesquisa foram usadas peças anatômicas, não foi necessária a submissão do projeto ao comitê de ética no uso de animais (CEUA) (ver anexo 1).

5.1. Guia único de perfuração tibiofemoral (TF)

Foi utilizado nesta pesquisa o guia de perfuração FT desenvolvido por Colorado *et al.*, (2020a) com registro de patente BR 102019010156-3 A2 (ver anexo 2).

O guia é composto por três hastes, sendo duas externas e uma interna e um cabo para manipulação. As hastes externas são fixadas ao fêmur e à tibia e a haste interna localiza as inserções do LCCr no espaço intra-articular. Estas hastes apresentam guias de diferentes diâmetros de acordo com o diâmetro da perfuração, proporcional ao tamanho do paciente como mostra a figura 3 (Colorado *et al.*, 2020a). Este instrumento foi confeccionado pela empresa ORTOP®.

5.2. Piloto

Com o objetivo de avaliar a relação do LCCr com as referências extra-articulares para perfuração óssea, fez-se um estudo piloto, utilizando-se a radiografia como método de análise. Empregou-se, para este fim, um cadáver canino, sem raça definida, fêmea, de massa corporal de 40 Kg. Procedeu-se à artrotomia bilateral das articulações FTP para avaliar a posição exata do LCCr e sua relação com a anatomia extra-articular, ao exame radiográfico. No MPD foi

passado no ligamento, um fio de aço 2-0 e foi injetado sulfato de bário no LCCr no membro contralateral. O posicionamento radiográfico foi médio-lateral e cranio-caudal em cinco diferentes angulações da articulação: 90, 95, 100, 105 e 110 graus. Diante dos resultados não conclusivos, seguiram-se então, via artrotomia, os testes de perfuração em 20 cadáveres para avaliar as referências anatômicas extra-articulares e o ângulo adequado de flexão articular para a perfuração única TF (fig. 3).



Figura 3. Imagem mostrando o guia de perfuração TF posicionado na articulação. O guia de perfuração (a) foi posicionado e fixado com pinos steinmann 2 mm (asteriscos) após artrotomia da articulação FTP (b). Fonte: Arquivo pessoal.

Foi estabelecido o ponto médio entre o ligamento colateral medial e a tuberosidade da tíbia a 15 mm da superfície articular, como ponto de início da perfuração (fig. 4a). Em seguida, o guia único de perfuração TF foi posicionado, sem a haste intra-articular, na tíbia no ponto anteriormente descrito; no fêmur, foi localizado o ponto imediatamente dorsal ao sesamóide femoral lateral como ilustra a figura 4b. Após a localização destes pontos, o guia foi fixado com pinos de Steinmann 2 mm como ilustra a figura 4c, seguindo-se a perfuração única dos túneis tíbio-femorais. Retirou-se o guia e confirmou-se a perfuração passando pelas inserções do LCCr.

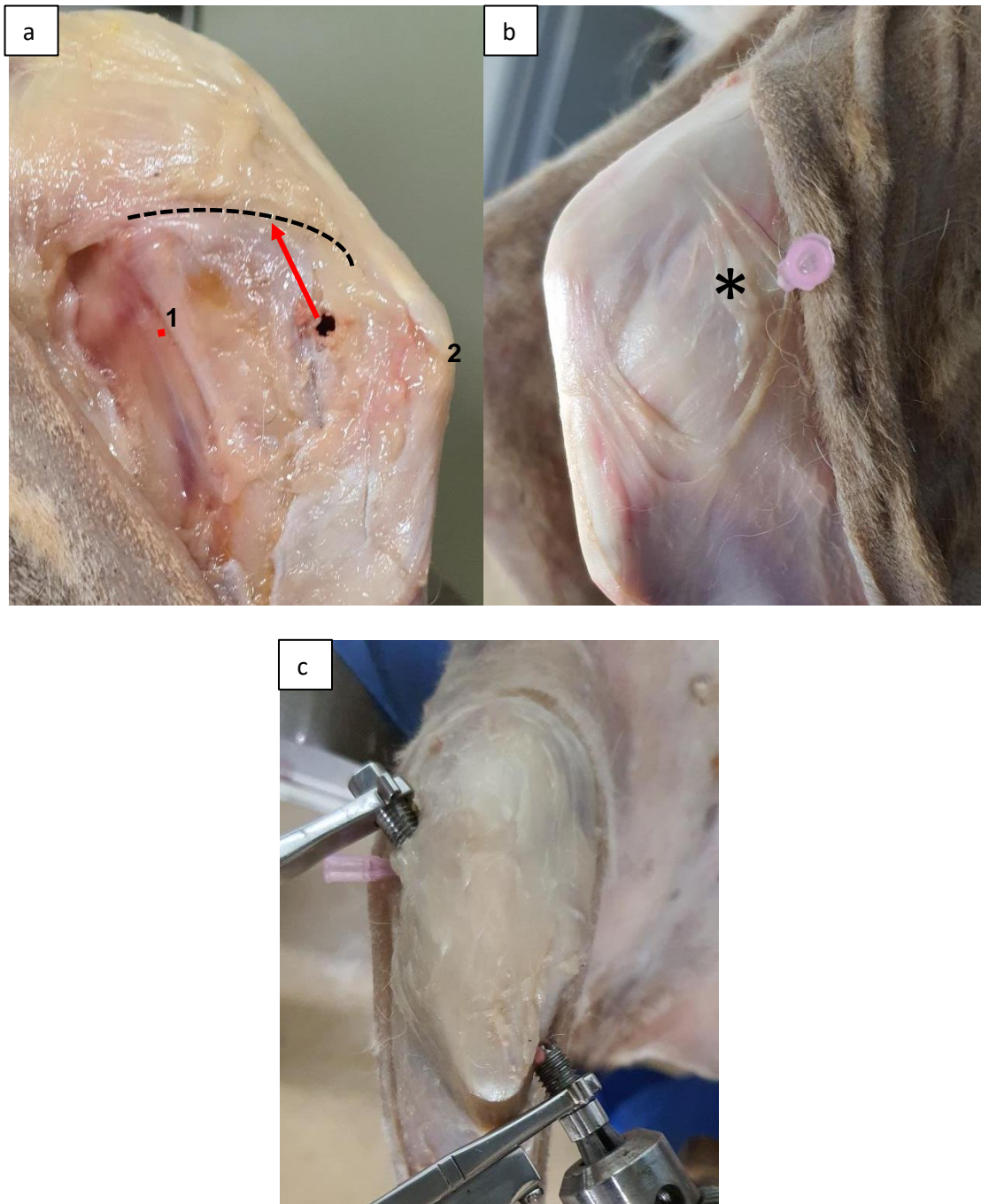


Figura 4. a. Ilustração da referência anatômica extra-articular na tíbia para início de perfuração TF no ponto médio entre o ligamento colateral medial (1) e tuberosidade da tíbia (2), a 15 mm da superfície articular (seta vermelha e linha pontilhada). b. Referência anatômica extra-articular no fêmur (asterisco) para perfuração TF cranial ao sesamóide femoral lateral (canhão da agulha). c. Guia de perfuração TF posicionado nas referências anatômicas extra-articulares. Fonte: Arquivo pessoal.

O guia, desenvolvido por Colorado *et al.*, (2020a) para perfuração femoro-tibial via artrotomia apresenta três hastes, sendo duas extra-articulares e uma intra-articular (fig.5).

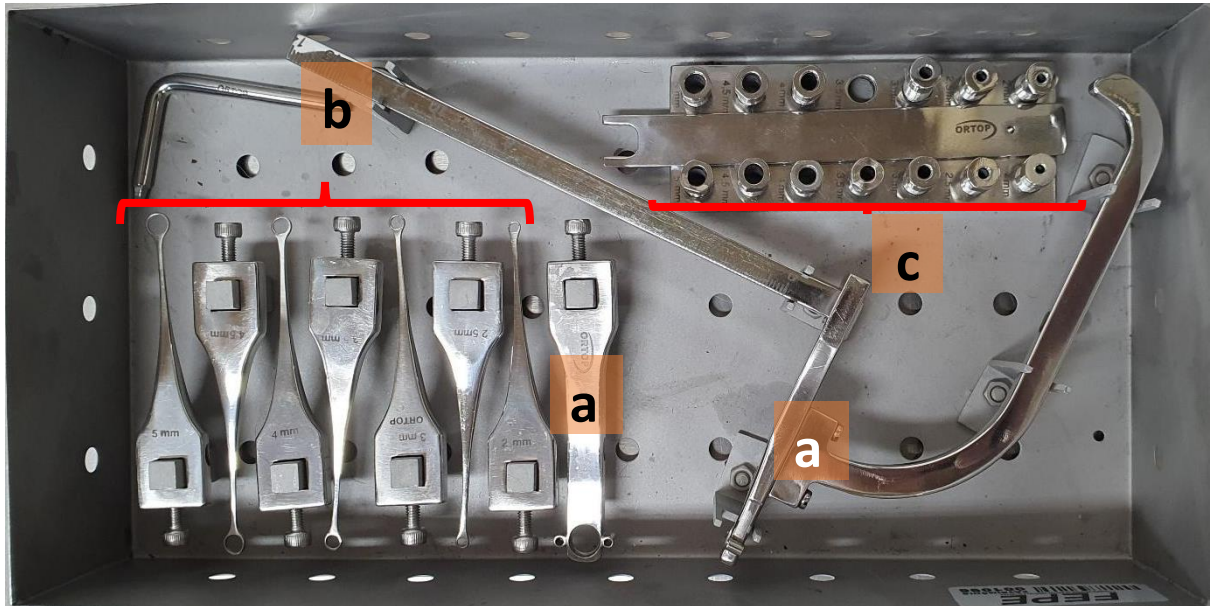


Figura 5. Guia de perfuração femoro-tibial desenvolvido por Colorado *et al.* (2020a) composto por duas hastes extra-articulares (a), sete hastes intra-articulares (b) de diferentes diâmetros e sete guias extra-articulares de diferentes diâmetros.

Neste estudo a intervenção ocorreu guiada por artroscopia e, para o emprego do guia desenvolvido por Colorado *et al.*, (2020a) na intervenção artroscópica, foram necessárias adaptações.

5.3.Video-artroscopia

Foi feita tricotomia completa de ambos os membros pélvicos, seguindo-se o posicionamento do cadáver em decúbito dorsal em uma calha e os membros foram isolados com campo cirúrgico SMS. A articulação FTP foi puncionada no recesso supra patelar com agulha 40 x 12 mm para colheita do líquido sinovial, seguindo-se imediatamente, a injeção de 10-15 ml de solução ringer lactato, com seringa hipodérmica de 20ml, para distensão da cápsula articular, verificada pelo aumento de volume e tensão capsular. Foi feita uma incisão cutânea de aproximadamente 5mm, lateral ao ligamento patelar, no ponto médio entre a patela e a tuberosidade da tíbia. Com bisturi e lâmina nº 11, a cápsula articular foi perfurada e a camisa

artroscópica foi introduzida com emprego de trocarte rombo que foi substituído pelo artroscópio 2,7 mm.

Para o exame artroscópico, a articulação foi dividida em quatro compartimentos anatômicos: recesso supra patelar, compartimento medial, fossa intercondilar e compartimento lateral (Rezende, *et al.*, 2006). Foram identificados os ligamentos cruzados e suas respectivas inserções no fêmur e na tíbia após remoção, quando possível, do coxim adiposo. O LCCr não foi seccionado. Feito o exame artroscópico, o guia foi fixado na articulação procedendo-se a perfuração TF.

5.4. Procedimento cirúrgico

Foi feita incisão cutânea crânio-lateral à articulação FTP desde o terço proximal do fêmur até o terço proximal da tíbia, seguindo-se a divulsão do tecido subcutâneo até a exposição da cápsula articular. Na face medial da tíbia foi divulsionado o tecido até a exposição do ligamento colateral medial. Foi medida a distância entre a tuberosidade da tíbia e o ligamento colateral medial com auxílio de um paquímetro analógico para se estabelecer o ponto médio entre as duas estruturas anatômicas (fig. 6a). O ponto de perfuração TF foi estabelecido considerando-se este ponto e a distância de 15mm da superfície articular. Mantendo o membro em um ângulo de flexão de 60°, estabelecido com auxílio de goniômetro analógico, foi posicionado o guia de perfuração desde o ponto anteriormente descrito até a região imediatamente dorsal ao sesamóide lateral femoral (fig. 6b). O guia foi fixado ao fêmur e à tíbia mediante seu sistema de fixação com quatro pinos Steinmann de 2 mm, mantendo a angulação de flexão durante a perfuração. Procedeu-se à perfuração tíbio femoral com auxílio de uma furadeira cirúrgica e broca de 3,5 mm (fig. 6c), sob irrigação com solução salina. A perfuração foi guiada por vídeo-artroscopia.

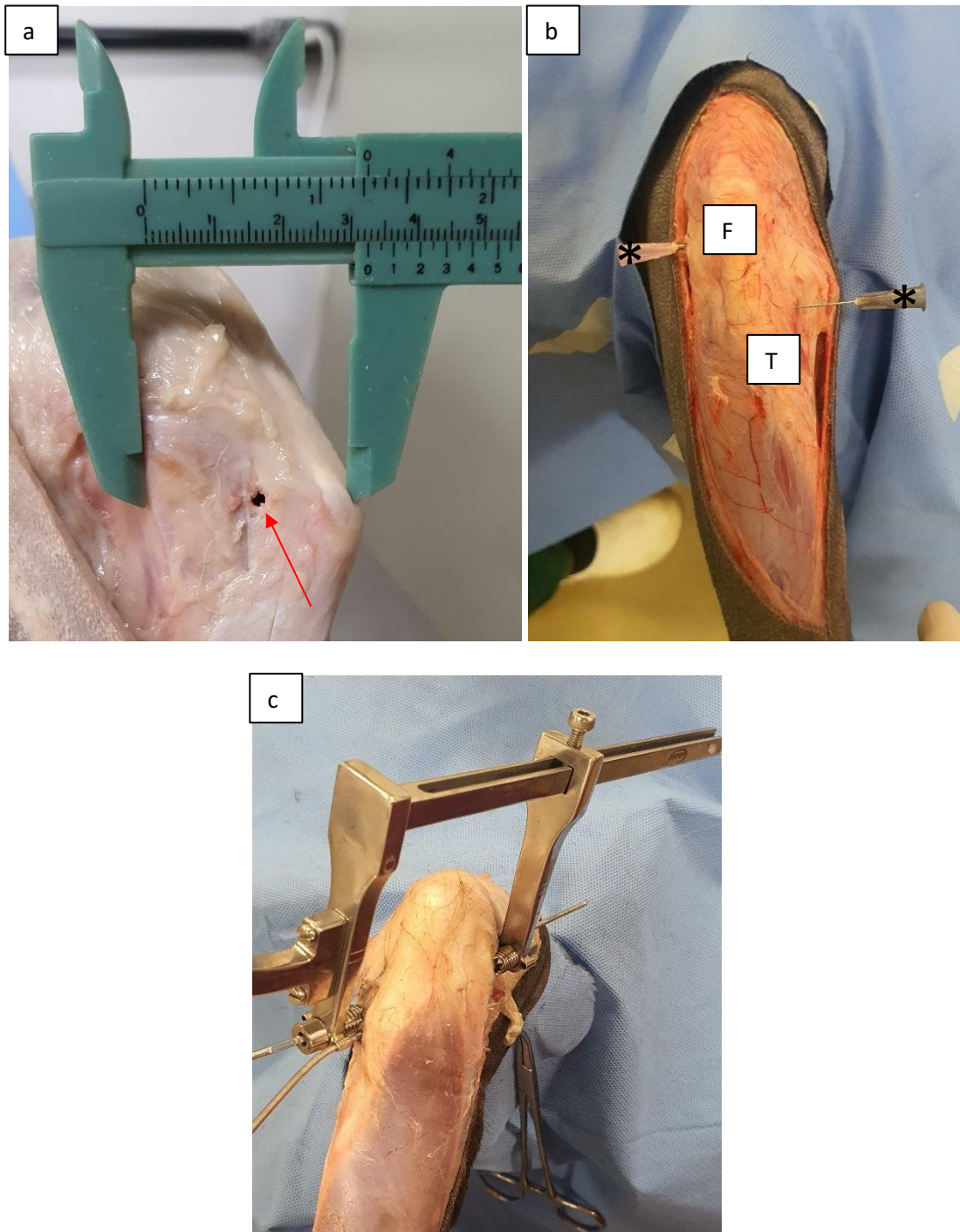


Figura 6. a. Ilustração da mensuração da distância entre o ligamento colateral medial e a tuberosidade da tíbia, com auxílio de paquímetro analógico e identificação do ponto médio entre estas estruturas a 15 mm da superfície articular (seta vermelha). b. Localização dos pontos extra-articulares com agulhas hipodérmicas (asteriscos) no fêmur (F) e na tíbia (T). c. Posicionamento do guia a partir do ponto de perfuração na tíbia até a região imediatamente dorsal ao sesamóide femoral lateral. Fonte: Arquivo pessoal.

Após a perfuração e ainda mantendo a articulação flexionada, foi introduzido um pino guia, perfurado na extremidade correspondente ao fêmur, com o qual foi então tracionado um fio de aço enrolado em uma fita de compressa cirúrgica, como ilustra a figura 7a e 7b, para identificar a direção da perfuração ao exame radiográfico.

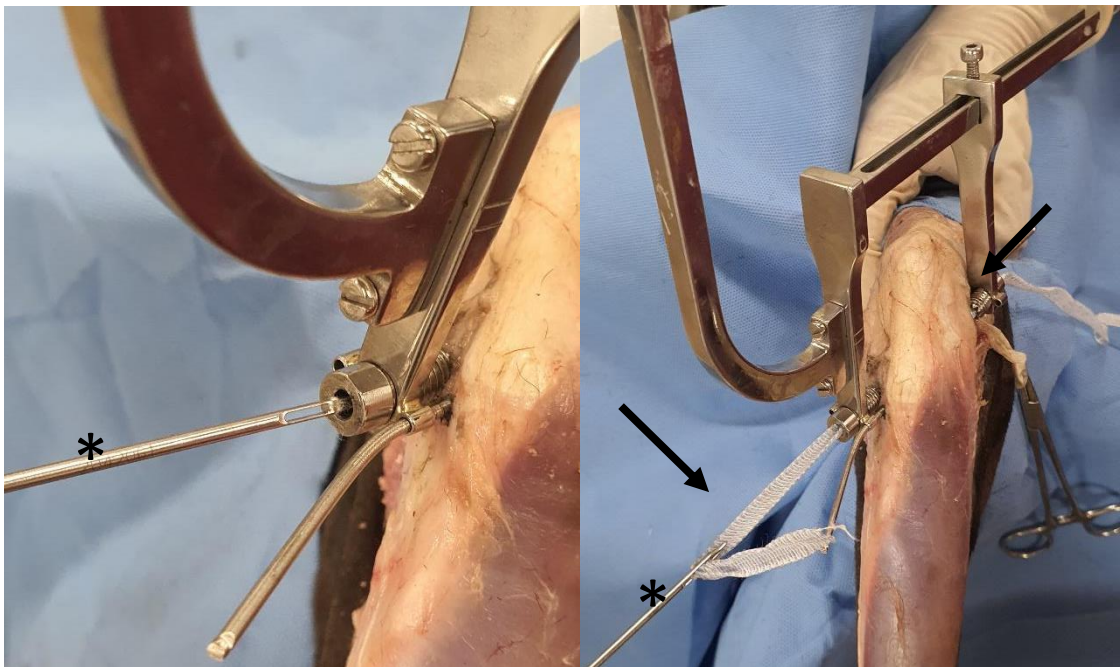


Figura 7. Imagens mostrando a passagem do pino guia (a) e da fita de compressa (setas) (asteriscos) através da perfuração TF. Fonte: Arquivo pessoal.

5.5. Avaliação radiográfica (RX)

Finalizado o procedimento cirúrgico, o guia foi retirado e ambos os membros pélvicos foram desarticulados e submetidos ao exame radiográfico. Foram utilizados dois posicionamentos radiográficos para cada membro, craniocaudal e mediolateral. As imagens radiográficas no formato DICOM foram indexadas no programa VPOP®.

Na radiografia foi traçada uma linha desde a tuberosidade da tíbia até a região proximal da patela, representando o eixo ósseo. A perfuração óssea foi identificada pela radiopacidade do fio de aço e foi traçada uma linha desde o início da perfuração na tíbia até a saída da mesma no fêmur, tomando como referência o sesamóide lateral do fêmur e a superfície lateral da incisura intercondilar do fêmur, o platô tibial e a superfície medial da tíbia. O ângulo formado entre as

duas linhas foi definido como o ângulo de perfuração em relação ao eixo tibial e femoral (AE) como ilustra a figura 8a.

No posicionamento mediolateral pode-se identificar a orientação da perfuração com auxílio do fio de aço, desde a origem na tíbia até o côndilo femoral lateral como mostra a figura 8b. Este posicionamento radiográfico possibilitou avaliar o ponto de perfuração tanto no fêmur quanto na tíbia, mas a mensuração de acerto ou erro foi feita detalhadamente na peça anatômica.

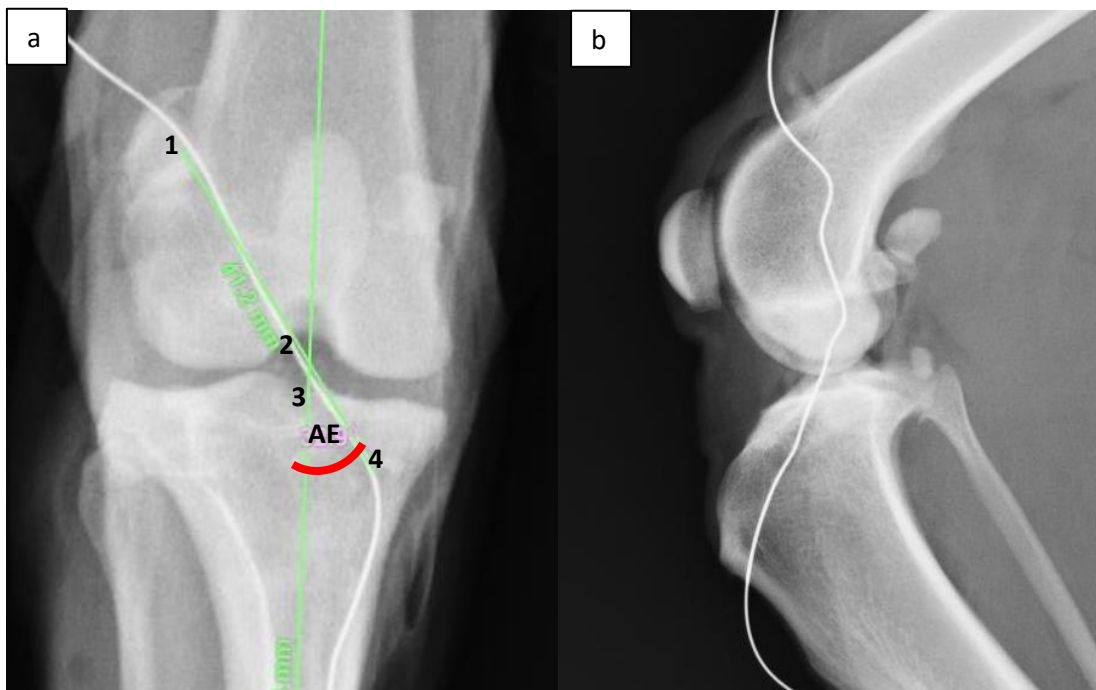


Figura 8. a. Fotografia de radiografia crânio – caudal e medio-lateral da articulação FTP de cadáver canino. As linhas verdes representam o eixo e a direção da perfuração e o ângulo formado (AE) (vermelho). Referências anatômicas intra e extra-articulares: 1. Sesamóide lateral do fêmur, 2. Superfície lateral da incisura intercondilar do fêmur, 3. Platô tibial, 4. Superfície medial da tíbia. b. Imagem mostrando radiografia médio-lateral da articulação FTP evidenciando a trajetória da perfuração com auxílio de um fio de aço (artefato metálico). Fonte: Arquivo pessoal.

5.6. Avaliação da perfuração tíbio-femoral

Após a avaliação radiográfica foram retirados todos os tecidos moles deixando unicamente o tecido ósseo do fêmur e da tíbia. No fêmur foi realizado um corte sagital separando os côndilos. No côndilo femoral lateral e no platô tibial foram identificadas as inserções do ligamento com sua respectiva perfuração.

Foram realizadas fotografias da superfície medial do côndilo lateral do fêmur (após corte sagital) e da superfície articular da tíbia a uma distância de 30 cm com uma câmera Sony®. Utilizando o programa VPOP® foi sobreposto nas fotos do côndilo femoral um quadro delimitado pelas bordas caudal (eixo y), distal e cranial da base do côndilo femoral e a região proximal da incisura intercondilar (linha de Blumensaat) (eixo x). Foi identificada a região de inserção femoral e o centro do LCCr, estabelecendo o intervalo em porcentagem, da localização das mesmas, como ilustra a figura 9a. Foram consideradas acertos de perfuração todas aquelas que atingissem os limites da inserção do LCCr no fêmur.

Da mesma forma como realizado no fêmur foi sobreposto um quadro na fotografia da superfície articular da tíbia no programa VPOP®. O quadro foi delimitado pela tuberosidade da tíbia (cranial) (eixo x) e pelas regiões lateral (eixo y), medial e caudal dos epicôndilos da tíbia. Foram identificadas a localização do centro do LCCr e descritos como intervalos em porcentagem de acordo com o eixo x e y . Também foi observada a localização da perfuração, considerando como acerto as perfurações que estivessem dentro dos limites de inserção do LCCr na tíbia (Fig. 9b).

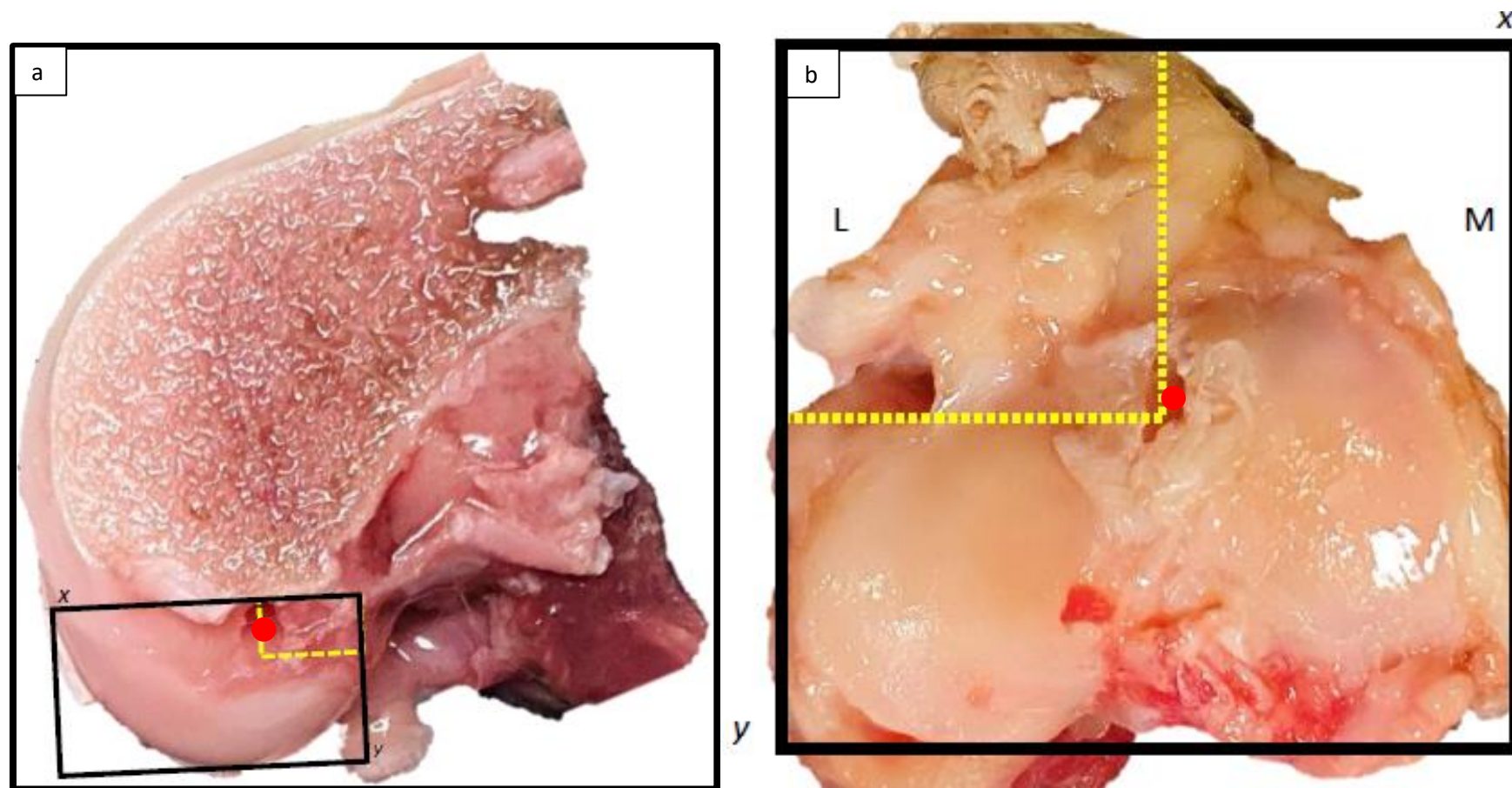


Figura 9. a. Foto da face medial do côndilo femoral com o quadro delimitando a borda caudal (eixo y), distal e cranial da base do côndilo femoral e a região proximal da incisura intercondilar (eixo x) (linha de Blumensaat). Identificao do centro do ligamento (linha pontilhada amarela) e do intervalo (%). Identificao da localizao da perfurao (ponto vermelho). b. Fotografia da superfície articular da tíbia com o quadro delimitado pela tuberosidade da tíbia (cranial) (eixo x) e pelas regiões lateral (eixo y), medial e caudal dos epicôndilos da tíbia. Identificao do centro do ligamento (linha pontilhada amarela) e do intervalo (%). Identificao da localizao da perfurao (ponto vermelho).
Fonte: Arquivo pessoal.

5.7. Análise estatística

O ângulo de perfuração, as proporções de altura e largura na tíbia e no fêmur foram descritas como média, valor máximo, mínimo e desvio-padrão entre os grupos com sucesso cirúrgico ou não. A proporção de sucesso cirúrgico foi estudada para comparação entre membro esquerdo e direito. O teste de McNemar foi utilizado para avaliar a distribuição de sucesso cirúrgico entre os membros direito e esquerdo. O teste T foi utilizado para comparação da média do ângulo de perfuração e os centros do ligamento na tíbia e no fêmur entre as cirurgias com sucesso e insucesso de perfuração. Todas as análises foram realizadas por meio do software R 4.0.2 (R Core Team, 2020).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa foi realizada a técnica intra-articular de substituição do LCCr por enxerto, considerada aquela que preserva a anatomia e a biomecânica da articulação FTP (Goin *et al.*, 2022), eleita como tratamento de escolha na medicina humana (Tatarunas *et al.*, 2019; Goin *et al.*, 2022), em contraposição a outras técnicas cirúrgicas como a descrita por Slocum e Slocum (1993), que promove estabilização dinâmica da articulação, reduzindo o ângulo de inclinação do platô tibial.

Neste estudo, todos os procedimentos foram realizados mantendo a flexão da articulação FTP em 60°, que possibilitou a perfuração única, diferente de Pinna *et al.* (2020), que usaram perfurações isoladas do fêmur e da tíbia, em ângulos de broca diferentes, em relação ao eixo, mas também em 60° de flexão FTP.

O guia de perfuração desenvolvido por Colorado *et al.*, (2020a), empregado nesta pesquisa, foi inicialmente idealizado para perfurações femorotibiais mediante artrotomia, diferente deste estudo no qual foram executadas perfurações tibiofemorais guiadas por videoartroscopia. Procurou-se fazer melhorias no aparelho para adaptação na intervenção guiada por artroscopia. No desenvolver desta pesquisa foi retirada a haste intra-articular, pois esta não apresentava um formato que se adaptasse ao portal artroscópico, impedindo assim, sua introdução correta. A ausência deste guia central deixou a broca livre no espaço intra-articular, podendo assim ser visibilizada.

Os pontos de referência anatômica extra-articulares usados neste trabalho foram, conforme a literatura (Ho-Eckart *et al.*, 2017; Iriuchishima *et al.*, 2018; Colorado *et al.*, 2020b) imediatamente cranial ao sesamóide femoral lateral, enquanto o ponto de referência extra-articular na tíbia, foi o ponto médio entre a tuberosidade tibial e o ligamento colateral medial distante 15 mm da borda articular. Esta distância deve ser proporcional ao porte dos animais. Esta medida se refere a cães na faixa de 20kg. A referência extra-articular femoral está de acordo com Paatsama (1952) e Ho-Eckart *et al.* (2017), mas a referência extra-articular na tíbia difere daquela citada por Ho-Eckart *et al.*, que a descreve como 10 mm caudal à tuberosidade da tíbia e 10 mm distal da borda articular para todo paciente, independente do porte.

A técnica de perfuração única tibiofemoral empregada neste estudo permitiu a perfuração com segurança em 82,5% dos casos, nas regiões de inserção do ligamento cruzado cranial no fêmur

e na tibia, como já mencionado por Heming *et al.* (2007). O emprego do guia de perfuração, a identificação dos pontos de referência extra-articulares, assim como a visão artroscópica, favoreceram o acerto e minimizaram os erros.

A artroscopia permitiu identificar sinais precoces de osteoartrose, não visíveis ainda ao exame radiográfico, cujos animais foram descartados. Neste estudo foi possível visibilizar o curso da broca e as perfurações mediante a vídeo artroscopia, em 35 (87,5%) das articulações estudadas (tabela 1), mesmo não tendo sido possível remover todo o tecido adiposo infrapatelar por falta de instrumental específico. O afastamento deste tecido com pinça hemostática de Halsted através de um portal auxiliar, possibilitou a visão na maioria dos casos (87,50 %). Isto mostra que mesmo sem o instrumental específico para remoção do coxim adiposo, pode se realizar o exame, apesar de dificultar a visão intra-articular.. Como descrito por Tatarunas *et al.* (2019) o procedimento requer instrumentos adequados que permitam realizar a limpeza do tecido adiposo principalmente para melhorar a visibilização no procedimento. A realização da videoartroscopia necessita de habilidades específicas e experiência.

Dos cinco cadáveres (12,5%) nos quais não foram vistas as inserções do LCCr, quatro foram perfurações corretas tanto no fêmur quanto na tibia, portanto foi evidenciado que as referências anatômicas foram fundamentais e são referências essenciais para realizar as perfurações com sucesso, mediante o guia apresentado.

As perfurações incorretas (17,5%), isto é, fora dos limites de inserção do LCCr, foram identificadas sob visão artroscópica, porém estas não foram repetidas, já que foi identificada a origem dos erros, como falha no início da perfuração na tibia. Isto mostra o aprimoramento e a segurança da técnica quando se associa a artroscopia com a técnica de perfuração única tíbio-femoral. A artroscopia propicia a oportunidade de visibilização e possível correção de eventuais desvios. Como descrito na literatura, o exame artroscópico permite uma visibilização mais ampla do interior da articulação quando comparado com artrotomia convencional e possibilita inclusive, como neste caso, identificar e corrigir os erros na perfuração (Bubenik *et al.*, 2002;

Hoelzler, *et al.*, 2004; Rezende, *et al.*, 2006; Borges, *et al.*, 2008; Pozzi, *et al.*, 2008; Winkels *et al.*, 2010; Kowaleski *et al.*, 2012).

A fluoroscopia é outra técnica que pode ser utilizada para guiar a perfuração óssea e visibilizar a angulação e a localização das mesmas, mas este tipo de procedimento emite radiação que coloca em risco a saúde dos profissionais (Sudhahar *et al.*, 2004).

Tabela 1. Frequência (%) da visualização artroscópica.

VISUALIZAÇÃO ARTROSCÓPICA	n (%)
Sim	35 (87,5%)
Não	5 (12,5%)

Diferentemente de Muzzi (2003) e Brendolan *et al.* (2007) que empregaram a técnica intra-articular de substituição do LCCr segundo Schawalder (1979), com perfuração tibial sem guia, intra para extra-articular, por videoartroscopia, neste trabalho foi feita a técnica de perfuração única tibiofemoral, com guia, que permite a perfuração nas regiões de inserção do ligamento cruzado cranial no fêmur e na tibia a partir da região medial da tibia, semelhante à relatada por Heming *et al.* (2007) na técnica empregada na medicina humana.

Os erros foram identificados como devidos ao mau posicionamento do guia na tibia e conseqüentemente, erro no início da perfuração, o que levou a perfuração errada no fêmur, atingindo principalmente a região craniodistal do côndilo femoral direito como mostra a figura 10 e 11. A perfuração é única dos dois ossos, portanto o posicionamento da broca na tibia é o ponto crítico, pois este é o ponto inicial da perfuração. É preciso estar atento à correta angulação da broca em relação ao eixo ósseo, à angulação FTP e garantir que o aparelho esteja firmemente adaptado para evitar pequenos movimentos que possam ocasionar falhas. Os erros de perfuração, assim como relatados na medicina humana (Siebold *et al.*, 2008; Iriuchishima *et al.*, 2018), podem provocar lesões articulares graves no côndilo femoral, como observado na técnica de perfuração única TF. A figura 12 mostra o desvio da perfuração no fêmur, apesar de emergir na tibia ainda nos limites da inserção ligamentar, porém deslocada cranialmente, o que justifica a perfuração cranial no côndilo femoral.



Figura 10. Imagem mostrando a região de erro de perfuração (círculo azul) e o ponto de inserção do LCCr (círculo vermelho) no fêmur. Fonte: Arquivo pessoal.

Verificou-se neste trabalho que o acerto do túnel femoral dependia totalmente da perfuração tibial tanto na angulação da broca em relação ao eixo ósseo quanto no ponto de referência extra-articular para início da perfuração. Estas duas variáveis determinam o curso da broca e portanto, a perfuração femoral. Isto foi evidenciado neste trabalho pela frequência de erros de perfuração no fêmur que foi maior em relação à tibia (Tabela 4 e 5). Neste estudo as perfurações corretas tibiais e femorais encontravam-se na região de inserção do ligamento cruzado cranial em cada osso. Cabe destacar que no fêmur, a maioria (82,5%) das perfurações encontrava-se na região cranial da inserção do LCCr, como mostra figura 11. Esta localização está de acordo com o relatado de Iriuchishima *et al.*, (2018) que prioriza as perfurações concomitantes na região cranial da inserção do LCCr no fêmur, pois nela se inserem as fibras crânio-mediais encarregadas da estabilização articular durante a flexão e extensão da articulação FTP. Difere, todavia de Tatarunas *et al.* (2019) que realizaram as perfurações priorizando a região caudal de inserção do LCCr no fêmur, afirmando que uma perfuração femoral muito cranial promoverá atrito do enxerto com o côndilo femoral durante a extensão, comprometendo o resultado final. Mas, segundo o próprio autor, a perfuração pode estar em qualquer ponto da inserção ligamentar sem necessidade de ser isométrica.

Os autores citam que as perfurações podem ser realizadas em qualquer ponto de inserção do LCCr. A medicina humana prioriza a perfuração na região caudal e dorsal, pois este é o ponto onde há redução de tensão do enxerto. Isto levou a perda da importância da isometria em relação a localização do enxerto na região de inserção do RLCCr (Ryan *et al.* 2015; Tatarunas *et al.*, 2019).

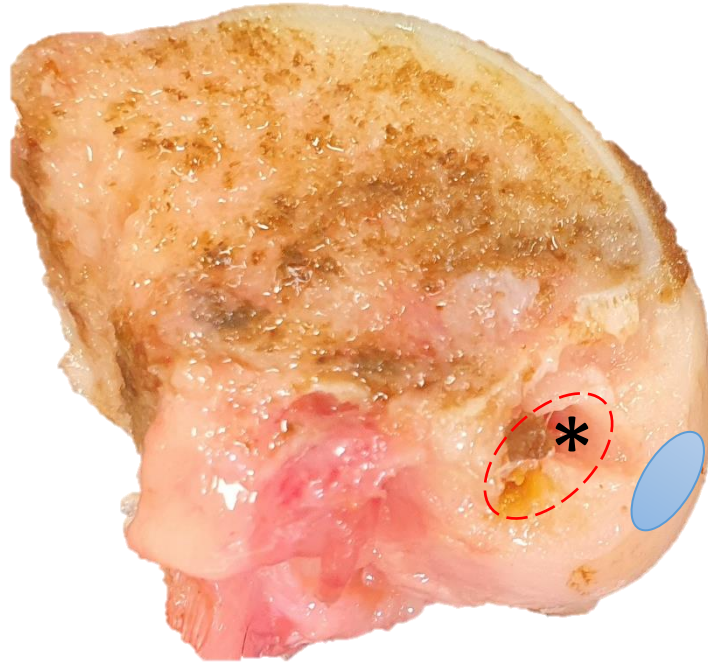


Figura 11. Imagem mostrando a área de inserção do LCCr (círculo pontilhado vermelho), a localização das perfurações de acerto (asterisco) e a região de erro das perfurações no fêmur (círculo azul).

Os erros de perfuração no fêmur e na tíbia foram relacionados a falhas de fixação do aparelho. Qualquer instabilidade pode mudar o ângulo de perfuração que desencadeará perfurações errôneas (fig. 12). Portanto, o momento decisivo é a correta fixação do aparelho guia de perfuração.

Tabela 2. Frequência (%) de perfurações corretas ou não no fêmur em cadáveres de cães por grupo

PERFURAÇÃO CORRETA FÊMUR	n (%)
Sim	34 (85)
Não	6 (15)
TOTAL	40 (100)

Tabela 3. Frequência (%) de perfurações corretas ou não na tíbia em cadáveres de cães por grupo

PERFURAÇÃO CORRETA TIBIA	n (%)
Sim	37 (92,5)
Não	3 (7,5)
TOTAL	40 (100)

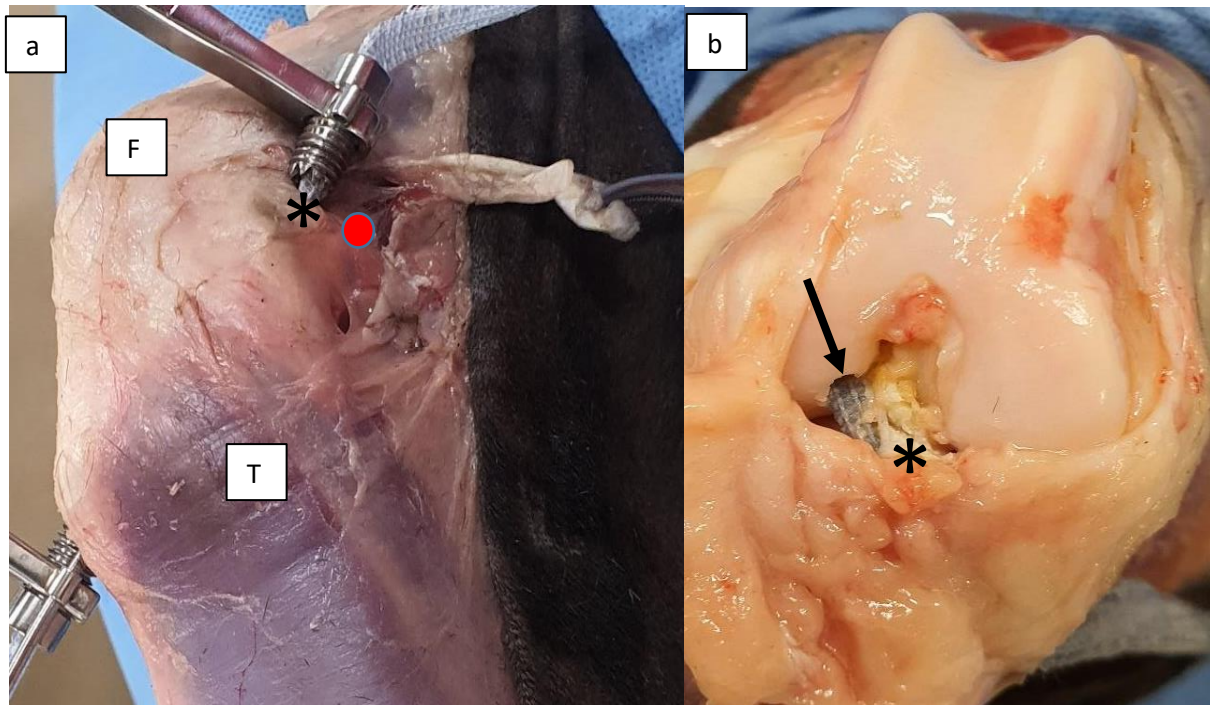


Figura 12. a. Ponto de saída errática da broca (asterisco) cranial ao sesamóide femoral lateral (ponto vermelho), cranial à inserção ligamentar no fêmur (F). b. Lesão da superfície articular do côndilo lateral (seta) por erro na perfuração apesar do acerto na perfuração tibial (asterisco) que localizava se numa posição crânio-lateral à inserção ligamentar tibial (Fonte: arquivo pessoal).

Em relação aos erros e acertos nas perfurações concomitantes foram 33 (82,5%) perfurações satisfatórias e sete (17,5%) erráticas (tabela 4). Em apenas dois membros (2%) houve erro concomitante (fêmur e tíbia) como mostra a tabela 5, devido possivelmente a erro no posicionamento do guia na tíbia. A maioria (82,5%) das perfurações foi correta, o acerto favorecido pelo emprego do instrumental específico para este procedimento, como relatado por Winkels *et al.* (2010), Bolia *et al.* (2015a), bem como por Colorado *et al.* (2020a) durante a

artrotomia convencional. Muito embora, nesta pesquisa tenha sido feito ajustes no instrumento para reduzir a porcentagem de erro ao nível zero, ainda há melhorias a serem realizadas no guia de perfuração, como por exemplo, a adaptação de um sistema que permita identificar as angulações da broca e da articulação com precisão.

Cabe destacar que foi essencial o auxílio da vídeo-artroscopia para identificar o curso da perfuração dentro da articulação, os potenciais erros e a possível correção da mesma.

Os erros nas perfurações mudam o ponto de fixação do enxerto, ocasionando tensão inadequada e posterior rompimento. A passagem do enxerto além da área de inserção do ligamento altera também a biomecânica da articulação FTP (Iamaguti *et al.*, 1998; Fischer, 2014; Goin *et al.*, 2022).

Tabela 4. Frequência (%) das perfurações com duplo acerto ou não, no fêmur e na tíbia

PERFURAÇÃO CORRETA TF	n (%)
Sim	33 (82,5)
Não	7 (17,5)
TOTAL	40 (100)

Tabela 5. Frequência (%) das perfurações com duplo erro ou não, no fêmur e na tíbia.

PERFURAÇÃO INCORRETA TF	n (%)
Sim	2 (5)
Não	38 (95)
TOTAL	40 (100)

Quanto aos erros e acertos de acordo com o membro operado, esquerdo ou direito, todos os erros foram cometidos no MPE (tabela 6), fato atribuído, provavelmente à maior habilidade do cirurgião com a mão direita e portanto, maior dificuldade de posicionamento do guia e perfuração no MPE, já que a maioria das manobras são realizadas na face medial da tíbia. Adicione-se também a pouca experiência na execução da tarefa. O treino pode minimizar ou

sanar esta dificuldade. O objetivo do guia é, todavia, direcionar a broca para o ponto certo de perfuração independente de quem vai utilizá-lo.

Tabela 6. Relação do acerto da perfuração segundo o membro esquerdo ou direito

MEMBRO PERFURADO	Acerto (%)	Erro (%)
Direito	20 (100%)	0 (0%)
Esquerdo	13 (65%)	7 (35%)

Apesar de ser possível identificar as perfurações ósseas na radiografia sem a presença do fio de aço, o emprego deste artifício não deixa dúvidas quanto a angulação, curso e localização da perfuração. Isto pode ser feito também por tomografia computadorizada como cita a literatura (Meuffels *et al.*, 2011; Shin *et al.*, 2014; Tatarunas *et al.*, 2019; De Mess *et al.*, 2022), mas é um exame mais oneroso e não disponível na maioria das instituições, o que justifica o emprego da radiografia, já que ela permite avaliar adequadamente o curso da perfuração, como visto neste trabalho e confirmado pela avaliação macroscópica.

A perfuração dos túneis ósseos apresentou o mesmo ângulo no fêmur e na tíbia, pois foi realizada num único momento. Houve diferença estatística entre os ângulos AE de erro e acerto, sendo 38,23° a média do ângulo AE de acerto e 42,06° a média do ângulo AE de erro como mostra a tabela 7. No trabalho de colorado (2020b), usando a abordagem convencional, o ângulo da broca foi de 37,34°, dentro da faixa encontrada neste estudo, numa flexão articular de 105.º Não há, entretanto, relatos sobre o ponto de perfuração na região da inserção ligamentar, mas conforme Tatarunas *et al.* (2019) é suficiente que a perfuração se encontre dentro dos limites da inserção do LCCR.

Tabela 7. Relação de acerto e erro com do ângulo AE e as perfurações independente e concomitante no fêmur e na tíbia.

			Intervalo	Media (Me)	DS	P-Valor
Perfuração concomitante	Ângulo AE*	Acerto	32,50 – 43,60 °	38,23° ^a	2,53	0,1059
		Erro	40,60 – 44,30°	42,06° ^b	1,38	

* Efeito não significativo de Ângulo AE sobre a variável acerto e erro por meio do teste F (P<0,05). Letras distintas diferem os grupos de peso por meio do teste T (P<0,05). Dados expressos como média ± erro padrão.

No gráfico 1 pode se evidenciar que o intervalo de acertos abrange valores dos ângulos AE onde o erro acontece também, o que pode ser devido a variações anatômicas individuais, uma vez que a maioria de acertos está na faixa de 36° a 38° aproximadamente e os erros a partir de 42°. Por outro lado, há indivíduos onde o acerto ficou próximo de 42°, levando a concluir que pode ser devido a diferenças anatômicas. Não houve, entretanto, diferença estatística entre eles, possivelmente, pela estatisticamente pequena porcentagem de erros (17,5%).

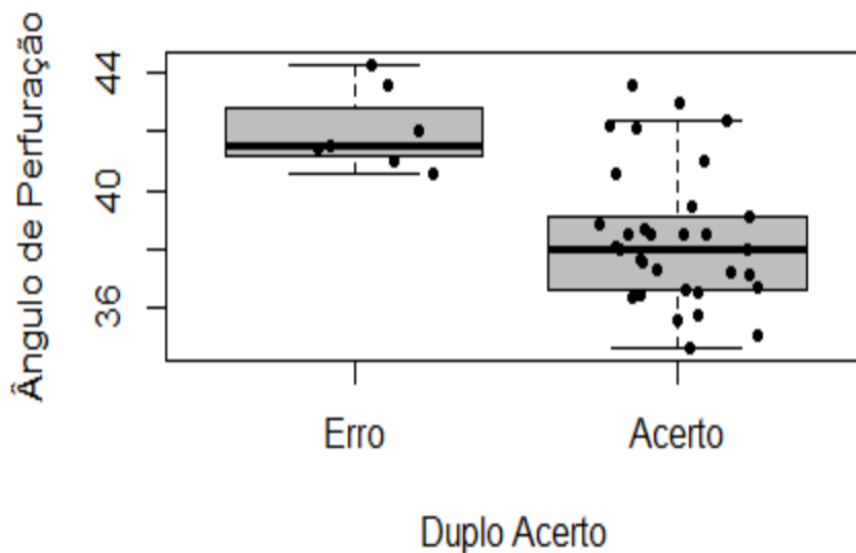


Gráfico 1. Relação do AE ao acerto e erro da perfuração.

Tanto na literatura veterinária (Winkels *et al.*, 2011; Bolia *et al.*, 2015a; Ho-Eckart *et al.*, 2017; Tatarunas *et al.*, 2019; Pinna *et al.*, 2020) quanto na humana (Heming *et al.*, 2007) há descrição de vários intervalos de ângulos de perfuração que variam com a técnica empregada. Estes ângulos apresentam variações de acordo com o tipo de perfuração óssea, se é femoral ou tibial, e de acordo com o ângulo de flexão da articulação FTP, como demonstrado no quadro 1, onde são comparadas diferentes angulações de perfuração e de flexão da FTP com o presente trabalho. Os ângulos apresentados neste trabalho foram semelhantes aos descritos por diferentes autores. Tanto Winkels, *et al.* (2011) como Bolia *et al.* (2015a) descreveram perfurações isoladas da tibia e do fêmur respectivamente. Já os demais autores (Heming *et al.*, 2007; Ho-Eckart *et al.*, 2017; Tatarunas *et al.*, 2019; Pinna *et al.*, 2020) descreveram as perfurações em

ambos os ossos, porém realizadas de forma isoladas e não concomitantes como no presente trabalho.

Foi determinado nesta pesquisa o ângulo AE tanto no fêmur quanto na tíbia de 38,23° por ser uma perfuração única como ilustra o quadro 1. Apesar da diferença na execução da perfuração, pode-se observar descrições na literatura (Heming *et al.*, 2007; Bolia *et al.*, 2015a; Ho-Eckart *et al.*, 2017; Tatarunas *et al.*, 2019; Pinna *et al.*, 2020) de valores próximos aos deste trabalho, na AE no fêmur (30° – 45°). Estes autores relataram que valores maiores aumentam a tensão no enxerto e, portanto, a falha do mesmo, e valores menores podem ocasionar erro na perfuração e lesão da cartilagem do côndilo lateral. Por outro lado, o ângulo AE na tíbia apresentou um intervalo maior (30° - 62.95°) quando comparado com o presente trabalho e com o intervalo do AE no fêmur. Já o ângulo de flexão da articulação FTP neste trabalho foi de 60° igual ao descrito por Pinna *et al.* (2020), porém diferente dos demais autores (Heming *et al.*, 2007; , *et al.*, 2011; Bolia *et al.*, 2015a; Ho-Eckart *et al.*, 2017) que relatam um intervalo de 70° a 90°. O ângulo de flexão de 60° da FTP neste trabalho, está relacionado com o uso da vídeo-artroscopia e com o emprego do guia de perfuração intra-articular. Nesta flexão, sob visão artroscópica, obteve-se a melhor identificação do LCCr e de suas inserções no fêmur e na tíbia.

Autor	AE fêmur	AE tíbia	Ângulo de flexão da FTP
Pinna <i>et al.</i> , 2020	40°	30°	60°
Tatarunas <i>et al.</i> , 2019	30°	62,95°	-
Ho-Eckart <i>et al.</i> , 2017	30°	25°	90°
Bolia <i>et al.</i> , 2015a	45°	-	90°
Winkels, <i>et al.</i> , 2011	-	60°	90°
Heming <i>et al.</i> , 2007*	38,5°- 42,1°	-	70° - 90°
Presente trabalho**	38,23°	38,23°	60°

Quadro 1. Comparação da angulação de perfuração do fêmur e da tíbia e ângulo de flexão de FTP segundo vários autores e o presente trabalho (**). *: Literatura humana.

Nas técnicas com perfurações isoladas como a descrita por Paatsama (1952), existe uma variação entre os ângulos das mesmas no fêmur e na tíbia, por serem independentes uma da outra. A angulação de uma ou da outra é determinada pelo guia de perfuração, cujos objetivos são: atingir a região de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia, que o túnel possua o comprimento ideal para o enxerto e reduzir ao máximo a tensão sobre o mesmo (Payne e Constantinescu, 1993; Hensler *et al.*, 2011; Cook *et al.*, 2015; Kim *et al.* 2018; Kowaleski *et al.*, 2012; Tatarunas *et al.*, 2019).

Ângulos AE acima de 42° , neste trabalho, resultaram em erro na perfuração femoral como mostra o gráfico 2, considerando que o erro na perfuração tibial desencadearia erro na perfuração femoral por ser uma única perfuração. Diante disto e pela diferença de localizações de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia, o ângulo de acerto apresenta um intervalo estreito, diferente de quando estas são feitas de maneira isolada como descrito na literatura (Tatarunas *et al.*, 2019). Em contrapartida, na medicina humana há relatos de que ângulos AE no fêmur maiores de 70° podem ocasionar perfurações erráticas, fora da inserção do LCCr e conseqüentemente tensão excessiva no enxerto (Amis *et al.*, 1998; Li *et al.*, 2019).

O ângulo médio de maior probabilidade de acerto no presente trabalho foi $38,23^\circ$, menor do que aquele descrito por autores como Cook *et al.* (2015) que citam o ângulo de 70° em relação ao eixo da tíbia. O ângulo encontrado neste trabalho é semelhante ao exposto pelo Ho-Eckart *et al.* (2017), segundo os quais, perfurações isoladas com ângulos de 30° em relação ao fêmur e 25° em relação à tíbia, em 90° de flexão articular, usando como referência os pontos anatômicos extra-articulares já mencionados, são aquelas que diminuem os pontos de tensão no enxerto, têm comprimento satisfatório do enxerto e abrangem as inserções do ligamento no fêmur e na tíbia.

Neste trabalho, o ângulo AE de $38,23^\circ$ foi semelhante aos apresentados por Heming *et al.* (2007). Estes autores relataram o intervalo de $38,5^\circ$ a $42,1^\circ$ de ângulo de perfuração em relação ao eixo do fêmur com referência extra-articular na tíbia para início da perfuração. Estas angulações são descritas como aquelas que diminuem a tensão no enxerto e favorece o sucesso da cirurgia.

Os dados diferem, todavia, do descrito por Hensler *et al.* (2011) e Kim *et al.* (2018). Estes autores afirmam que diante de graus menores como o apresentado nesta pesquisa, pode-se atingir a cartilagem do côndilo femoral lateral, mas os autores perfuraram apenas o fêmur. O

estudo de Tatarunas *et al.* (2019) com perfurações isoladas, usando um guia específico e assistido por vídeo-artroscopia, mostra variações mais altas dos ângulos de perfuração (quadro 1), mas mesmo assim, atingindo a região de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia, o que é aceito, segundo Ryan *et al.* (2015) e Tatarunas *et al.*, (2019) que afirmam que a perfuração pode estar em qualquer área de inserção do LCCr, isto é, dentro dos limites da inserção ligamentar.

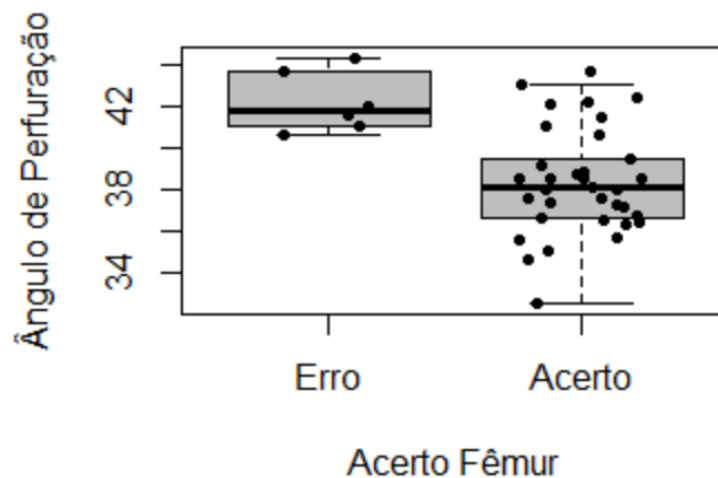


Gráfico 2. Associação do ângulo de perfuração no fêmur com o acerto.

A partir das mensurações descritas anteriormente foi identificado também, neste estudo, o centro da inserção do LCCr no fêmur e na tíbia em relação à intersecção do eixo x e y (fig. 13 e 14 e tab. 8). Os valores foram expressos em porcentagem para serem proporcionais aos diferentes tamanhos dos indivíduos e subsequentemente dos ossos. Em relação ao fêmur, o centro do ligamento variou entre 33,40% – 48,2% no eixo x e 26,8% – 41,3% no eixo y , sendo a média dos mesmos 40,8 % x 30,5% como mostra a tabela 8 e a figura 12. A localização do centro do ligamento em cães já foi realizada por Bolia *et al.* (2015b), porém com auxílio de radiografias e modelos tridimensionais. Neste estudo, a identificação do centro do ligamento foi feita macroscopicamente a partir das imagens realizadas. Devido a esta diferença de mensuração houve também diferença no ponto de inserção descrito, pois os autores mencionados relataram o ponto de intersecção entre 20,2% no eixo x e 33,8% no eixo y .

Na tíbia identificou-se um intervalo menos variável quando comparado com o fêmur, sendo 44,5% – 54,2 % no eixo x e 44,4% - 58,8% no eixo y . A média foi 56,61% para o eixo x e

50,38% no eixo y como mostra a tabela 8 e a figura 13. A inserção do ligamento ocorre aproximadamente no centro do platô tibial.

Conforme o elaborado por Bolia *et al.* (2015b) para identificação do centro do LCCr no fêmur, foi feito também neste trabalho, a identificação do mesmo na tíbia aprimorando o conhecimento da localização exata do centro do LCCr neste osso. Nesta pesquisa foram usados cadáveres de cães para localização do centro do ligamento. Sugere-se usar a ressonância magnética em pacientes na rotina clínica, para identificar a área de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia.

Tabela 8. Localização do centro do ligamento no fêmur e na tíbia de acordo a altura x largura.

CENTRO DO LIGAMENTO	Eixo x x eixo y (%)
Fêmur	40,88 x 30,52
Tíbia	50,61 x 50,38

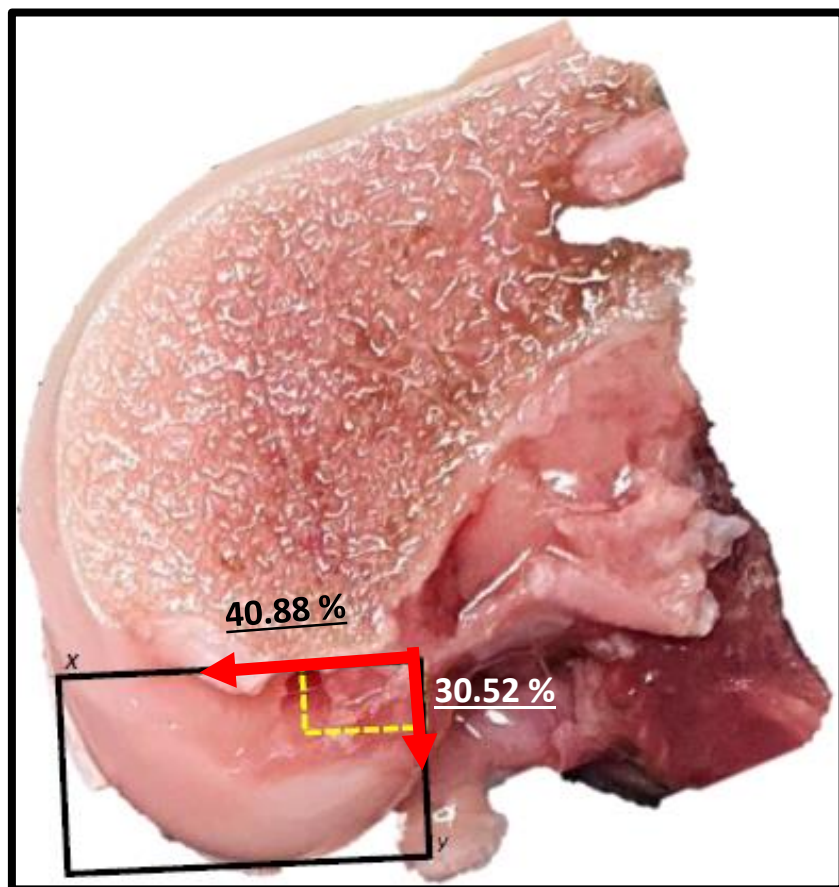


Figura 13. Imagem mostrando o centro de inserção do ligamento no fêmur na interseção (linhas amarelas) de acordo com a distância (%) do eixo x e y (setas vermelhas).

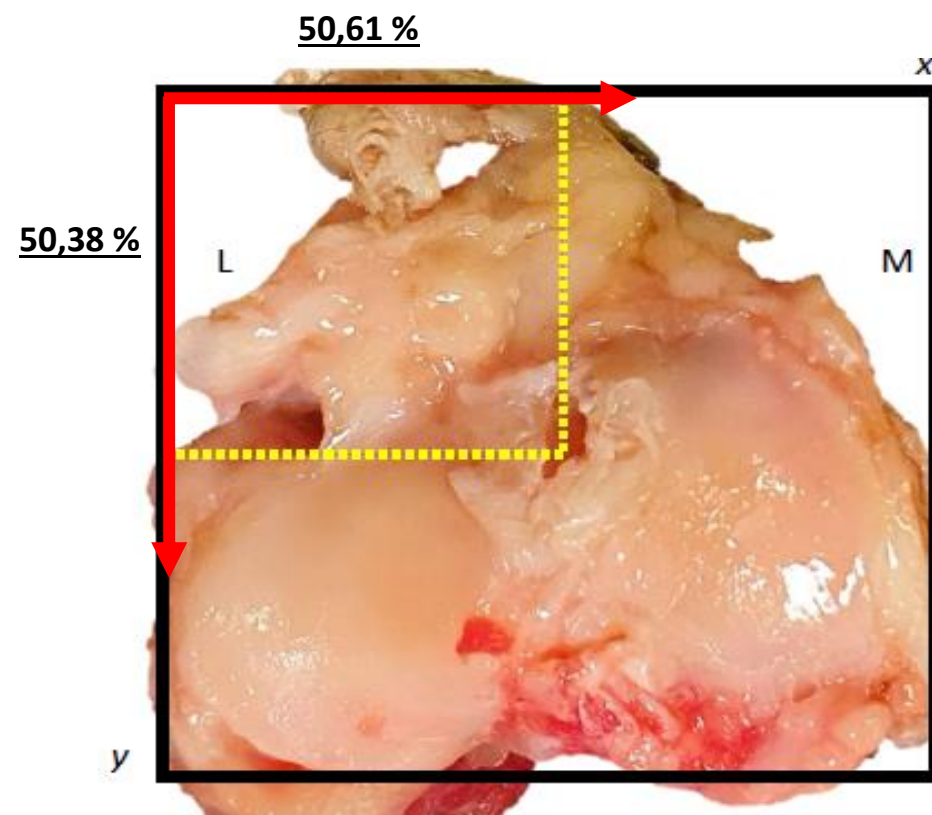


Figura 14. Imagem mostrando o centro de inserção do ligamento na tíbia na interseção (linhas amarelas) de acordo com a distância (%) do eixo x e y (setas vermelhas).

7. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos pode-se concluir que o guia único ajustável para perfuração TF posicionado nos pontos de referência extra-articulares da articulação FTP permite realizar uma única perfuração abrangendo a região de inserção do LCCr no fêmur e na tíbia. Este guia facilita a intervenção e, em associação com a vídeo-artroscopia aumenta a margem de segurança de acertos. Os resultados validam o aparelho para perfuração única da articulação FTP atingindo as inserções do LCCr no fêmur e na tíbia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIS, A.A.; JAKOB, R.P. Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* v. 6, pp. 2-12. 1998.
- BOLIA, A.; BÖTTCHER, P. Arthroscopic assisted femoral tunnel drilling for the intra-articular anatomic cranial cruciate ligament reconstruction in dogs. *Tierärztliche Praxis.* v. 43, n. 5, pp. 299-308, 2015a.
- BOLIA, A.; WINKELS, P.; BÖTTCHER, P. Radiographic location of the femoral footprint of the cranial cruciate ligament in dogs. *Tierärztliche Praxis.* v. 45, n. 1, pp. 23-30. 2015b.
- BORGES, N.F.; REZENDE, C.M.F.; MELO, E.G. *et al.* Vídeo-artroscopia da articulação fêmoro-tíbio-patelar em cães após secção do ligamento cruzado cranial guiada por artroscopia. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* v. 60, n. 5, pp. 1035-1044. 2008.
- BRENDOLAN, A.P.; REZENDE, C.M.F.; PEREIRA, M.M. Aspectos clínicos e radiográficos do pericárdio bovino como substituto do ligamento cruzado cranial de cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.* v. 59, n. 4, pp.920-931. 2008.
- BUBENIK, L. J.; JOHNSON, S. A.; SMITH, M. M.; *et al.* Evaluation of lameness associated with arthroscopy and arthrotomy of the normal canine cubital joint. *Veterinary Surgery.* v. 31, n. 1, pp. 23–31. 2002
- COLORADO, S.J.; CORTEZE, A.A.; CARMONA, F.E.; *et al.* Desenvolvimento de guia de perfuração femorotibial (FT). In: *Inovação Tecnológica e o Domínio das Técnicas de Investigação na Medicina 2.* 2º edição. Ponta Grossa: Antena Editora, 2020a. Capítulo 6, pp. 50 – 58.
- COLORADO, S.J.; CORTEZE, A.A.; CARMONA, F.E.; *et al.* Efeito do ângulo de flexão da articulação femorotibiopatelar (FTP) na perfuração femorotibial em cães. In: *Inovação Tecnológica e o Domínio das Técnicas de Investigação na Medicina 4.* 4º edição. Ponta Grossa: Antena Editora, 2020b. Capítulo 6, pp. 50 – 58.

- COOK, J. L.; SMITH, P. A.; STANNARD, J. P.; *et al.* A canine hybrid double-bundle model for study of arthroscopic ACL reconstruction. *Journal of Orthopaedic Research*. v.33, n. 8, pp. 1171–1179. 2015.
- DE MEES, T. T. C. R.; REIJMAN, M.; WAARSING, J. H.; MEUFFELS, D. E. Posteriorly positioned femoral grafts decrease long-term failure in anterior cruciate ligament reconstruction, femoral and tibial graft positions did not affect long-term reported outcome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2022.
- FISCHER, C.W. Ruptura del ligamento cruzado craneal en perros. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. v. 9, n. 2, pp. 324-337. 2014.
- GOIN, B.; BUTTIN, P.; LAFON, Y.; *et al.* Biomechanical cyclic loading test of a synthetic ligament fixation system used for intra-articular stabilization of deficient canine stifles. *Open Veterinary Journal*, v. 12, n. 3, pp. 341–350. 2022.
- HEMING, J. F.; RAND, J.; STEINER, M. E. Anatomical limitations of transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. v. 35, n. 10, pp. 1708–1715. 2007.
- HENSLER, D., WORKING, Z.M., ILLINGWORTH, K.D.; *et al.* Medial Portal Drilling: Effects on the Femoral Tunnel Aperture Morphology During Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The journal of bone and joint surgery*. v. 93-A, n. 22, pp. 2063-2071. 2011.
- HO-ECKART, L. K.; SEKI, M.; LUIZZA, L. M.; *et al.* Joint stability after canine cranial cruciate ligament graft reconstruction varies among femoral fixation sites. *Veterinary Surgery*. v. 46, n. 2, pp. 213–225. 2017.
- HOELZLER, M. G.; MILLIS, D. L.; FRANCIS, D. A.; WEIGEL, J. P. Results of arthroscopic versus open arthrotomy for surgical management of cranial cruciate ligament deficiency in dogs. *Veterinary Surgery*. v. 33, n. 2, pp. 146-153. 2004.
- IAMAGUTI, P.; TEIXEIRA, R. B.; PADOVANI, C. F. Ruptura do ligamento cruzado em cães. Estudo retrospectivo da reconstituição com fascia lata. *Ciência Rural*. v. 28, n. 4, pp. 609-615. 1998.

IRIUCHISHIMA, T.; FU, F. H.; RYU, K.; *et al.* Sagittal femoral condyle morphology correlates with femoral tunnel length in anatomical single bundle ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. v. 26, n. 4, pp. 1110–1116. 2018.

KIM, SH.; KIM, SJ.; CHOI, CH.; *et al.* Optimal condition to create femoral tunnel considering combined influence of knee flexion and transverse drill angle in anatomical single-bundle acl reconstruction using medial portal technique: 3D simulation study. *BioMed Research International*. v. 2018, pp. 1 – 10. 2018.

KOWALESKI, M.P.; BOUDRIEAU, R.J.; POZZI, A. Stifle joint: cranial cruciate ligament disease. In: *Veterinary surgery small animal*. 1º edição. Missouri: Elsevier, 2012. Volume 1, Capítulo 62, pp. 906-998.

LI, H.; LIU, S.; SUN, Y.; *et al.* Influence of Graft Bending Angle on Graft Maturation, the Femoral Tunnel, and Functional Outcomes by 12 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. v. 7, n. 11, pp. 1 - 7. 2019

MEUFFELS, D. E.; POTTERS, J. W.; KONING, A. H. J.; *et al.* Visualization of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction bone tunnels: Reliability of standard radiographs, CT scans, and 3D virtual reality images. *Acta Orthopaedica*. v. 82, n. 6, pp. 699-703. 2011.

MUZZI, L. Fisioterapia e imobilização temporária na substituição artroscópica do ligamento cruzado cranial em cães (estudo experimental). 2003. 79 f. Dissertação (Doutorando em Medicina Veterinária) – Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.

PAATSAMA, S. Ligament injuries in the canine stifle joint: A clinical and experimental study. 1952. 82 f. Dissertação (Med Vet). Universidade de Helsinki.

PAYNE, J. T.; CONSTANTINESCU, G. M. Stifle joint anatomy and surgical approaches in the dog. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*. v. 23, n. 4, pp. 691–701. 1993.

PINNA, S.; LANZI, F.; TASSANI, C.; *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, pp. 1 – 12. 2020.

POZZI, A.; HILDRETH, B. E.; RAJALA-SCHULTZ, P. J. Comparison of arthroscopy and arthrotomy for diagnosis of medial meniscal pathology: An ex vivo study. *Veterinary Surgery*. v. 37, n. 8, pp. 749-755. 2008.

R CORE TEAM (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

REZENDE, C.M.F.; MELO, E.G.; MADUREIRA, N.G.; *et al.* Artroscopia da articulação fêmoro-tíbio-patelar de cão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v. 58, n.5, pp.841-848. 2006.

ROCHAT, M. C. Arthroscopy. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, v. 31, n. 4, pp. 761–787. 2001.

RYAN, F.; NANJAYAN, S.K.; QUAH, C.; *et al.* Review of evolution of tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *World J Orthop.* v. 6, n. 2, pp. 252 – 262. 2015.

SCHAWALDER, P. Eigene methoden zur operativen rekonstruktion bei rupturen des voederen und hinteren krenzbandes. *Kleintierpraxis*, v. 7, pp. 323-330. 1989.

SHIN, Y.S.; RO, K.H.; JEON, J.H.; *et al.* Graft-bending angle and femoral tunnel length after single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Comparison of the transtibial, anteromedial portal and outside-in techniques. *The bone & joint journal.* v. 96-B, n. 6, pp. 743-51. 2014.

SIEBOLD, R.; ELLERT, T.; METZ, S.; *et al.* Tibial Insertions of the Anteromedial and Posterolateral Bundles of the Anterior Cruciate Ligament: Morphometry, Arthroscopic Landmarks, and Orientation Model for Bone Tunnel Placement. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery.* v. 24, n. 2, pp 154-16. 2008.

SLOCUM, B.; SLOCUM, T. D. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice.* v. 23, n. 4, pp. 777–795. 1993.

STEINER, M.E. Independent Drilling of Tibial and Femoral Tunnels in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Journal of Knee Surgery.* v. 22, n.2, pp. 171-176. 2009.

SUDHAHAR, T.A.; GLASGOW, M.M.; DONELL, S.T. Comparison of expected vs. actual tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction. *The Knee*. v.11, pp. 15-18. 2004.

TATARUNAS, A. C.; MATERA, J. M.; MIGLINO, M. A.; *et al.* Study in dog's cadavers of the assisted by arthroscopy intracapsular technique for the treatment of the cranial cruciate ligament rupture in the dog. *Ciencia Animal Brasileira*. v.20, pp. 1- 14. 2019.

WINKELS, P.; WERNER, H.; GREVEL, V.; *et al.* Development and In Situ Application of an Adjustable Aiming Device to Guide Extra- to Intraarticular Tibial Tunnel Drilling for the Insertion of the Cranial Cruciate Ligament in Dogs. *Veterinary Surgery*. n. 39, pp.324-333. 2010.

ANEXO 1



Universidade Federal de Minas Gerais
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA

OF. CIRC. CEUA-001/17

Belo Horizonte, 20 de setembro de 2017.

Sr (a)
Prof (a).
Chefe do
Diretor do(a)

Prezados Diretores e Chefes de Departamentos,

A Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFMG vem informar os pareceres do CONCEA sobre pesquisa sem manipulação de animais vivos.

Na 32ª reunião ordinária do CONCEA, parecer sobre:

A) A utilização de métodos alternativos em ensino e pesquisa é um esforço que vem sendo aplicado pela implantação da Lei Arouca (nº 11.794 de 8 de outubro de 2008), para se obter a redução, refinamento e substituição de animais vivos em diferentes situações e treinamentos. De acordo com essa Lei, em seu artigo 3º entende-se por experimentos – procedimentos efetuados em animais vivos, visando à elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas.

*Assim, para todos os questionamentos que envolvem cadáveres ou as suas partes, a resposta é: **Não há necessidade de obter a autorização da CEUA para os procedimentos listados.** No entanto, recomenda-se que o pesquisador tenha todos os documentos que indiquem e autenticam a origem e regularidade da coleta do material, quer seja os termos de consentimento ou de doação do proprietário do animal, ou aqueles que comprovem a sua aquisição dos cadáveres em Centros de Controle de Zoonoses ou aqueles derivados da coleta de animais silvestres (cópia da licença emitida pelo SISBIO) ou proveniente de abate humanitário ou outras situações aqui não descritas. Em todos os casos, o óbito deve ter ocorrido por causa natural ou eutanásia devido a outros propósitos que não o de pesquisa científica e ensino.*

Salienta-se a necessidade de uma prática ética com respeito, nas aulas com animais, tanto nos vivos, como em cadáveres, para estimular um aprendizado com competência técnica e humanística.

Na 36ª reunião ordinária do CONCEA, parecer sobre:

Todos os questionamentos que envolvem exemplares já depositados em coleções científicas, sem manipulação de animal vivo, a resposta é: Não há necessidade de obter a autorização da CEUA.

A) A utilização de métodos alternativos em ensino e pesquisa é um esforço que vem sendo aplicado pela implantação da Lei Arouca (nº 11.794 de 8 de outubro de 2008), para se obter a redução, refinamento e substituição de animais vivos em diferentes situações e treinamentos. De acordo com essa Lei, em seu artigo 3º entende-se por experimentos – procedimentos efetuados em animais vivos, visando à

A CEUA tem novo site: <http://www.ufmg.br/bioetica/cetea/ceua/>.

E-mail : cetea@prpq.ufmg.br

Endereço: Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005.

Tel. 3409-4516, Fax: 3409-4592



**Universidade Federal de Minas Gerais
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA**

elucidação de fenômenos fisiológicos ou patológicos, mediante técnicas específicas e preestabelecidas.

*Assim, para todos os questionamentos que envolvem peças de abatedouro, dentes, entre outros, sem manipulação de animal vivo, a resposta é: **Não há necessidade de obter a autorização da CEUA para os procedimentos listados.** No entanto, recomenda-se que o pesquisador tenha todos os documentos que indiquem e autenticam a origem e regularidade da coleta do material, quer seja os termos de consentimento ou de doação do proprietário do animal, ou aqueles que comprovem a sua aquisição.*

A CEUA esclarece que nesses casos **não** emitirá certificados ou declarações. Caso os pesquisadores desejem obter certificados **deverão** submeter seus protocolos para análise, antes de iniciar a pesquisa.

Sendo o que nos apresenta no momento, ficamos à sua inteira disposição para outros esclarecimentos que se fizerem necessários.

Atenciosamente


 Profa. Ciceza Maria de Faria Rezende
 Coordenadora da CEUA/UFMG

ANEXO 2



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102019010156-3 A2



(22) Data do Depósito: 17/05/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 24/11/2020

(54) Título: GUIA DE PERFURAÇÃO CONDILAR E USO

(51) Int. Cl.: A61B 17/17.

(52) CPC: A61B 17/1714; A61B 17/1739.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS.

(72) Inventor(es): CLEUZA MARIA DE FARIA REZENDE; SANTIAGO JARAMILLO COLORADO; JUAN CARLOS CAMPOS RUBIO; BRENO FERREIRA LIZARDO.

(57) Resumo: GUIA DE PERFURAÇÃO CONDILAR E USO A presente tecnologia trata de um guia de perfuração condilar, para cirurgia ortopédica e artroscopia de mamíferos de pequeno porte, preferencialmente cães e gatos. Trata também do processo de produção do guia e de seu uso. O guia é composto de hastes externas (1) móveis, ajustáveis de acordo com o tamanho articular do animal; uma haste interna (2) móvel, ajustável, que se posiciona dentro da articulação do animal; cabo (3) para manipulação do guia de perfuração; e a haste central (4), que sustenta as hastes externas e a haste interna, possibilitando seu deslize e ajuste. O guia permite, em uma única perfuração, atingir os pontos anatômicos de fixação do ligamento cruzado cranial no fêmur e na tíbia, promovendo o sucesso das técnicas intraarticulares de reconstrução do ligamento cruzado cranial.

