

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

Francine Hergemöller

**ESTUDO PRELIMINAR IN VIVO DA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA
TRANSLAÇÃO CRANIAL DA TÍBIA EM CÃES EM ESTAÇÃO COM DIFERENTES
TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO**

Porto Alegre

2021

Francine Hergemöller

**ESTUDO PRELIMINAR IN VIVO DA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA
TRANSLAÇÃO CRANIAL DA TÍBIA EM CÃES EM ESTAÇÃO COM DIFERENTES
TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira

Porto Alegre

2021

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

CIP - Catalogação na Publicação

Hergemöller, Francine
ESTUDO PRELIMINAR IN VIVO DA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA
DA TRANSLAÇÃO CRANIAL DA TÍBIA EM CÃES EM ESTAÇÃO COM
DIFERENTES TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO / Francine
Hergemöller. -- 2021.
65 f.
Orientador: Márcio Poletto Ferreira.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto
Alegre, BR-RS, 2021.

1. Ruptura do ligamento cruzado cranial. 2. Ângulo
do Platô Tibial. I. Ferreira, Márcio Poletto, orient.
II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

Francine Hergemöller

Francine Hergemöller

**ESTUDO PRELIMINAR IN VIVO DA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA
TRANSLAÇÃO CRANIAL DA TÍBIA EM CÃES EM ESTAÇÃO COM DIFERENTES
TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO**

Aprovado em

APROVADO POR:

Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira
Orientador e Presidente da Comissão

Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi
Membro da Comissão

Dr. Luciano Cavalheiro Melo
Membro da Comissão

Prof. Dr. Marcus Antônio Rossi Feliciano
Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido Fabiano Dornelles Ramos pelo companheirismo, estando sempre ao meu lado, motivando e apoiando.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira pela orientação, paciência e incentivo.

À colega e amiga Grasielle Sebastião Amorim pela amizade e ajuda na execução do projeto.

Aos colegas da pós graduação e residentes que auxiliaram com o projeto.

Ao Setor de Diagnóstico por Imagem do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realização do projeto.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul por todas as oportunidades de aprendizagem e crescimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, ao Bruno Bueno e ao Fabiano Dornelles Ramos pela confecção do suporte para chassi radiográfico.

Aos cães e tutores que participaram deste trabalho.

RESUMO

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) é problema comum em cães, resultando em acentuada instabilidade craniocaudal da articulação do joelho. Dois testes físicos para diagnóstico da instabilidade do joelho em casos de ruptura do ligamento cruzado cranial foram descritos e são amplamente utilizados: o teste de compressão tibial (TCT) e teste de gaveta cranial (TGC). No entanto a sensibilidade e especificidade destes testes são questionadas, pela falha em diagnosticar consistentemente a RLCCr. Dentre as técnicas para corrigir a RLCCr, destaca-se a osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO), como uma das mais utilizadas e para a realização da TPLO deve-se determinar o ângulo do platô tibial (APT). O presente estudo teve como objetivos investigar o uso de duas técnicas de mensuração do deslocamento cranial da tíbia em cães na projeção lateromedial (estação) comparando com a projeção mediolateral (decúbito lateral) e comparar a mensuração do ângulo do platô tibial na projeção lateromedial (estação) e na projeção mediolateral (decúbito lateral). Para quantificar a magnitude do deslocamento tibial cranial foram utilizadas duas técnicas de mensuração: a distância entre o eixo mecânico tibial (EMT) e o eixo condilar femoral (ECF) e a distância entre a origem e a inserção do ligamento cruzado cranial. Os valores médios normalizados encontrados para distância entre a origem e a inserção do ligamento cruzado cranial foram $1,14 \pm 0,07$ e $1,13 \pm 0,04$ para as projeções em estação e em decúbito lateral, respectivamente. E para a distância entre o EMT e o ECF foram, os valores médios normalizados foram $0,04 \pm 0,03$ e $0,16 \pm 0,04$ para projeções em estação e em decúbito lateral, respectivamente. Os ângulos obtidos em projeção lateromedial (estação) e na mediolateral (decúbito lateral) pelo avaliador mais experiente (Avaliador A) não apresentaram diferença significativa, entretanto para avaliador menos experiente (Avaliador B) foi observado diferença significativa. Na comparação entre avaliadores, foi encontrado diferença significativa no APT mensurado com paciente em estação e ausência de diferença significativa no posicionamento em decúbito lateral. Conclui-se que a avaliação em estação do deslocamento tibial cranial, com ambas as técnicas utilizadas, é passível de execução. A variação encontrada entre ângulos na projeção convencional e em estação neste trabalho pode ser considerada excessiva, tornando a projeção em estação inadequada para a mensuração do ângulo com finalidade de planejamento cirúrgico.

Palavras chave: ruptura, radiografia, ligamento, estação

ABSTRACT

Cranial cruciate ligament rupture (CrCLR) is a common problem in dogs, resulting in marked craniocaudal instability of the stifle joint. Two tests for diagnosing stifle instability in cases of cranial cruciate ligament rupture have been described and are widely used: the tibial compression test (TCT) and the cranial drawer test (CDT). However, the sensitivity and specificity of these tests are questioned, due to the failure to consistently diagnose CrCLR. Among the techniques to correct CrCLR, the tibial plateau leveling osteotomy (TPLO) stands out as one of the most used and to perform the TPLO, the tibial plateau angle (TPA) must be determined. The aim of this study was to investigate the use of two techniques for measuring tibial cranial displacement in dogs in the lateromedial projection (standing position) compared to the mediolateral projection (lateral decubitus) and to compare the measurement of the tibial plateau angle in the lateromedial projection (standing position) and in the mediolateral projection (lateral decubitus). To quantify the magnitude of the cranial tibial displacement, two measurement techniques were used: the distance between the tibial mechanical axis (TMA) and the femoral condylar axis (FCA) and the distance between the origin and insertion of the cranial cruciate ligament. The normalized mean values found for the distance between the origin and insertion of the cranial cruciate ligament were 1.14 ± 0.07 and 1.13 ± 0.04 for the standing position and lateral decubitus projections, respectively. And for the distance between the TMA and the FCA, the normalized mean values were 0.04 ± 0.03 and 0.16 ± 0.04 for standing position and lateral decubitus projections, respectively. The angles obtained in lateralomedial and mediolateral projections by the more experienced evaluator did not present significant difference, however, for the less experienced evaluator a significant difference was observed. In the comparison between evaluators, a significant difference was found in the PTA measured with the patient in a standing position and no significant difference in the position in the lateral decubitus position. It is concluded that the in standing position evaluation of the cranial tibial displacement, with both techniques used, is feasible. The variation found between conventional and stationary projection angles in this work can be considered excessive, making stationary projection inadequate for measuring the angle for surgical planning purposes.

Keywords: rupture, radiography, ligament, standing position

LISTA DE ABEVIATURAS

LCCr	Ligamento Cruzado Cranial
LCCd	Ligamento Cruzado Caudal
RLCCr	Ruptura do Ligamento Cruzado Cranial
TCT	Teste de Compressão Tibial
TG	Teste de Gaveta
TPLO	Osteotomia de Nivelamento do Platô Tibial
APT	Ângulo do Platô Tibial
EMT	Eixo Mecânico Tibial
ECF	Eixo Condilar Femoral
DIC	Distância Intercondilar
LCCrd	Distância entre origem e inserção do ligamento cruzado cranial
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
LGPL	Lesser General Public License

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Anatomia do Joelho Canino	18
Figura 2 Suporte para Chassi Radiográfico	22
Figura 3 Posicionamento radiográfico e imagem radiográfica em projeção mediolateral (decúbito lateral).....	24
Figura 4 Posicionamento radiográfico e imagem radiográfica em projeção lateromedial (estação).....	25
Figura 5 Mensuração da distância intercondilar (DIC), da distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial (LCCrd) e comprimento do côndilo medial tibial nas projeções mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação).....	26
Figura 6 Eixo mecânico da tibia e círculo de melhor ajuste do côndilo femoral nas projeções mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação).....	27
Figura 7 Mensuração do Ângulo do Platô Tibial nas projeções lateromedial (estação) e mediolateral (decúbito lateral).....	28

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo das mensurações LCCrd e DIC e para projeção em estação e decúbito lateral..... 30
- Tabela 2 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e esquerdo para projeção em estação e decúbito lateral na mensuração LCCrd. 30
- Tabela 3 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e esquerdo para projeção em estação e decúbito lateral na mensuração DIC 31
- Tabela 4 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre projeção em estação e em decúbito lateral e entre Avaliador A e Avaliador B..... 32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	16
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3.1 Anatomia do joelho canino	17
3.2 Ruptura do Ligamento Cruzado Cranial	19
3.2.1 Diagnóstico.....	20
3.3 Ângulo do Platô Tibial	21
4. MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Animais.....	23
4.2 Confecção de suporte para chassi radiográfico	23
4.3 Exames Radiográficos	24
4.3.1 Exame radiográfico mediolateral (decúbito lateral).....	24
4.3.2 Exame radiográfico lateromedial (estação).....	25
4.4 Mensurações.....	26
4.4.1 Distância entre eixo condilar e eixo mecânico da tibia.....	27
4.4.2 Distância entre ponto de origem e ponto de inserção do ligamento cruzado cranial	28
4.5 Qualidade do posicionamento radiográfico em estação	29
4.6 Análise Estatística.....	29
5. RESULTADOS	31
6. DISCUSSÃO	35
6.1 Limitações do estudo	40
6.2 Estudos futuros	40
7. RELEVÂNCIA CLÍNICA	41
8. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS	43
ANEXO 1.....	48
ANEXO 2.....	49

ARTIGO	50
---------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

O ligamento cruzado cranial (LCCr) é a principal estrutura estabilizadora da articulação do joelho canino. Tem como função limitar a translação cranial da tíbia em relação ao fêmur durante a fase de apoio, evitar a rotação interna da tíbia e a hiperextensão do joelho (SLOCUM; SLOCUM, 1993; KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994).

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) é problema comum em cães (ROOSTER; RYSSSEN; BREE, 1998), resultando em acentuada instabilidade craniocaudal da articulação do joelho (KIM *et al.*, 2011), e é causa comum da doença articular degenerativa desta articulação em cães adultos. A ruptura foi relatada como associada a trauma, mecanismos imunomediados, degeneração relacionada à idade, obesidade e anormalidades conformacionais (GUÉNÉGO *et al.*, 2017).

O diagnóstico da RLCCr é baseado na combinação de sinais clínicos, exame ortopédico e imagens radiográficas (BOGAERTS *et al.*, 2018). Dois testes físicos para diagnóstico da instabilidade do joelho em casos de ruptura do ligamento cruzado cranial foram descritos e são amplamente utilizados: o teste de compressão tibial (TCT) e teste de gaveta cranial (TGC), sendo sugerido que o teste de gaveta, sem sedação, é o mais utilizado (CAROBBI; NESS, 2009) e, quando positivo, confirmam a RLCCr (BOGAERTS *et al.*, 2018). No entanto a sensibilidade e especificidade destes testes são questionadas, pela falha em diagnosticar consistentemente a RLCCr, tanto em pacientes conscientes como em sedados (CAROBBI; NESS, 2009). De acordo com Bogaerts *et al.* (2018), a quantidade de compressão pode variar dependendo do avaliador que realiza o teste, podendo influenciar a magnitude do deslocamento cranial da tíbia.

O exame radiográfico do joelho pode ser útil para avaliação e estadiamento da osteoartrite, atrofia muscular, efusão articular, edema periarticular, e formação de osteófito periarticular (JERRAM; WALKER, 2011). Quando realizado sob estresse, ou seja, com compressão tibial (TCT), estas radiografias são utilizadas para visualizar a instabilidade da articulação do joelho por translação tibial (BOGAERTS *et al.*, 2018). Nessa técnica o paciente fica em decúbito lateral, o joelho de interesse fica em contato com a mesa e é fixado em ângulo de 90° de flexão, enquanto o esforço manual de flexão é exercido sobre os ossos metatarsos para flexionar a articulação do tarso quando então a radiografia é realizada. O ligamento cruzado cranial rompido permitirá que a tíbia se

desloque cranialmente em relação ao fêmur (ROOSTER; RYSSEN; BREE, 1998). Este teste revelou uma precisão de 98% no diagnóstico da RLCCr.

Diversos trabalhos foram descritos com o objetivo de eliminar a subjetividade do exame e, de forma ideal o teste deve refletir o apoio fisiológico do membro, ou seja, em estação ou em movimento, pois este será o deslocamento (translação cranial da tíbia) que ocorre de forma real. Trabalhos utilizando dispositivos para fixação do fêmur e controle de força aplicada sobre a tíbia foram desenvolvidos, ambos mantendo o joelho flexionado a 135° (TAMBELLA *et al.*, 2020; LOPEZ *et al.*, 2004). Outros trabalhos utilizaram a radiografia e mensuraram o deslocamento cranial da tíbia em estação (KIM; LEWIS; POZZI, 2012) e em movimento, avaliando o deslocamento dinamicamente (KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994). Alguns estudos também tiveram como finalidade quantificar a translação cranial da tíbia em relação ao fêmur, porém utilizando o exame radiográfico sob estresse e em peças de cadáver (WARZEE 2001 *et al.*; KIM *et al.*, 2011; CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018; OBER *et al.*, 2019).

Dentre as técnicas para corrigir a RLCCr, destaca-se a osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO), como uma das mais utilizadas (BERGH; PEIRONE, 2012). Essa técnica tem como objetivo a restauração da função do joelho com RLCCr neutralizando o efeito de translação tibial cranial, sem reconstruir as forças passivas que restringem o impulso tibial cranial (LCCr e corno caudal do menisco medial). O deslocamento cranial da tíbia é controlado nivelando o platô tibial, o que aumenta a eficácia das forças ativas dos flexores de joelho e da coxa (SLOCUM; SLOCUM, 1993). Para a realização da TPLO deve-se determinar o ângulo do platô tibial (APT), sendo necessária mensuração acurada para a rotação precisa do componente proximal da tíbia. O ângulo do platô tibial médio em raças pequenas foi relatado como 26° (Kim *et al.*, 2015) e $29,2 \pm 0,8^\circ$ (SU *et al.*, 2015), e em raças grandes como $26,1 \pm 0,8^\circ$ (SU *et al.*, 2015). Além da importância para o planejamento cirúrgico, o ângulo do platô foi sugerido como um dos fatores conformacionais que podem predispor a RLCCr (MORRIS, LIPOWITZ, 2001).

Tendo em vista que os testes clínicos podem resultar em falsos negativos, que a força aplicada pode variar de acordo com o avaliador, que o maior deslocamento é gerado na fase de apoio e que a mensuração do ângulo do platô tibial é etapa essencial para a realização de osteotomias, o presente estudo teve como objetivos: (1) investigar o

uso de duas técnicas de mensuração do deslocamento cranial da tibia em cães na projeção lateromedial (estação), comparando com a projeção mediolateral (decúbito lateral); e (2) comparar a mensuração do ângulo do platô tibial na projeção lateromedial (estação) e na projeção mediolateral (decúbito lateral).

2. OBJETIVOS

O presente estudo teve como objetivos (1) investigar o uso de duas técnicas de mensuração do deslocamento cranial da tíbia em cães na projeção lateromedial (estação) comparando com a projeção mediolateral (decúbito lateral) e (2) comparar a mensuração do ângulo do platô tibial na projeção lateromedial (estação) e na projeção mediolateral (decúbito lateral).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Anatomia do joelho canino

O joelho é uma articulação sinovial condilar complexa (CARPENTER; COOPER, 2000), do tipo composta, incongruente e em dobradiça e compreende: a articulação femorotibial - entre o fêmur e a tíbia - e a articulação femoropatelar - entre o fêmur e a patela (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL, 2016). A principal movimentação articular é flexão e extensão, no entanto, há deslocamento cranial, caudal, compressão, distração, rotação interna, externa e translação lateral e medial (KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994). A articulação femoropatelar permite o movimento de deslize. Na articulação femorotibial, um menisco se interpõe entre cada côndilo femoral e a tíbia para compensar a incongruência das faces articulares, ela realiza os movimentos de flexão e extensão, porém a presença dos meniscos permite grau limitado de rotação (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL; 2016) e ainda tem função de absorver as forças de compressão pela articulação (PAYNE; CONSTANTINESCU, 1993).

A cápsula da articulação do joelho é composta por duas camadas que formam três sacos intercomunicantes. A camada externa é composta de tecido conjuntivo denso, inelástico e fibroso e é chamada de camada fibrosa. A interna ou membrana sinovial é um tecido conjuntivo vascular especializado que produz líquido sinovial, contém a inervação e produz sinoviócitos fagocíticos. As camadas sinovial e fibrosa são formadas como extensões do perióstio do fêmur e da tíbia e estão em contato próximo, exceto distalmente no ápice da patela, onde são separadas pelo corpo gorduroso infrapatelar (CARPENTER; COOPER, 2000).

O joelho é circundado por quatro ligamentos que fornecem estabilidade e permitem flexão, extensão, movimento craniocaudal limitado e rotação axial. Cada ligamento tem funções específicas e neutraliza forças específicas que atuam no joelho (PAYNE; CONSTANTINESCU, 1993). Esses ligamentos são o cruzado cranial e o cruzado caudal, classificados como centrais, e o ligamento colateral medial e lateral, que encontram-se dentre os principais periféricos (VÉREZ-FRAGUELA *et al.*, 2017).

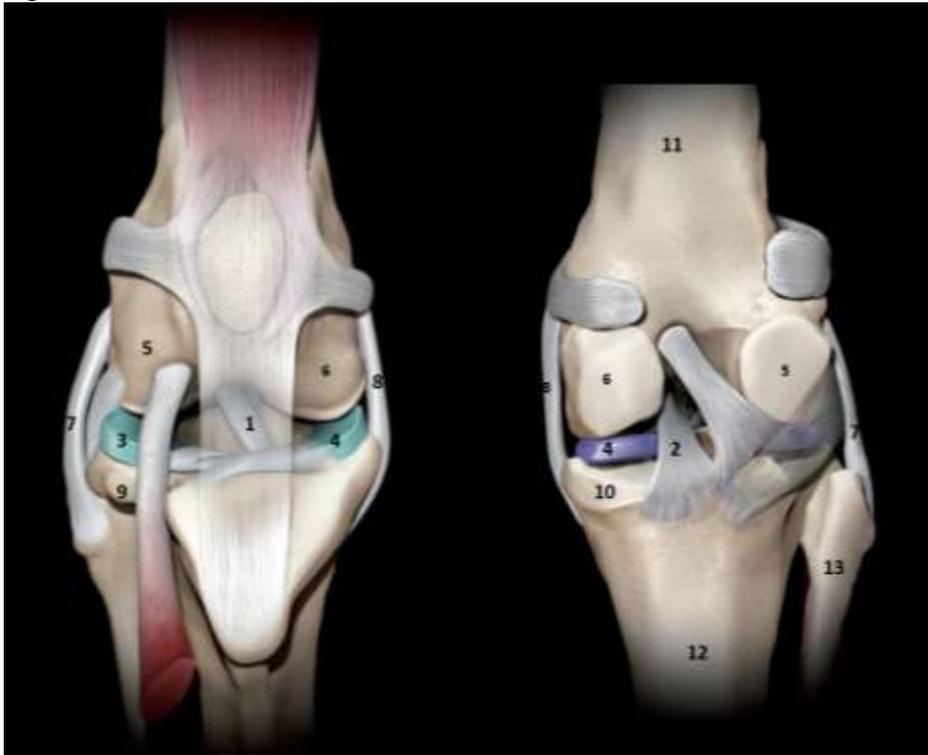
O ligamento colateral lateral origina-se do epicôndilo lateral do fêmur e está inserido no côndilo lateral da tíbia e, com um ramo mais forte, na cabeça da fíbula. O ligamento colateral medial se prolonga entre o epicôndilo medial do fêmur e uma área

rugosa distal à margem do côndilo medial da tíbia (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL; 2016).

O ligamento cruzado caudal (LCCd) se fixa à área intercondilar do côndilo femoral medial, se orienta caudodistalmente e termina na incisura poplítea da tíbia (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL; 2016). Serve principalmente para estabilizar o movimento craniocaudal, fornece estabilidade rotacional e é um restritor secundário contra a hiperextensão da articulação do joelho, sendo composto por duas partes: uma cranial e uma pequena faixa caudal. A banda cranial é tensa em flexão e frouxa em extensão, enquanto a banda caudal é tensa em extensão e frouxa em flexão (PAYNE; CONSTANTINESCU, 1993).

O ligamento cruzado cranial origina-se da área intercondilar, junto ao côndilo femoral lateral e se prolonga craniodistalmente, e sua inserção é na área intercondilar central da tíbia. (LIEBICH; KÖNIG; MAIERL; 2016). Serve principalmente para prevenir o movimento craniocaudal anormal, mas também fornece estabilidade rotacional, evitando a rotação interna excessiva do joelho, e previne a hiperextensão da articulação, sendo composto por duas porções principais: a banda craniomedial e a banda caudolateral. A banda craniomedial está sob tensão durante a flexão e extensão, enquanto a banda caudolateral fica sob tensão apenas durante a extensão (PAYNE; CONSTANTINESCU, 1993) (Figura 1).

Figura 1. Anatomia do Joelho Canino



Vista à esquerda. 1. Ligamento cruzado cranial; 2. Ligamento cruzado caudal; 3. Menisco lateral; 4. Menisco cranial à direita e vista caudal medial; 5. Côndilo femoral lateral; 6. Côndilo femoral medial; 7. Ligamento colateral lateral; 8. Ligamento colateral medial; 9. Côndilo tibial lateral; 10. Côndilo tibial medial; 11. Fêmur; 12. Tíbia; 13. Fíbula Fonte: adaptado de VÉREZ-FRAGUELA *et al.*, (2017).

A alteração em um dos componentes frequentemente leva à perda de função, parcial ou total, bem como a maior risco de danos a outras estruturas da articulação. Dos ligamentos que compõe o joelho canino, o cruzado cranial é o mais sujeito à lesões, sendo portanto o mais estudado (CARPENTER; COOPER, 2000).

3.2 Ruptura do Ligamento Cruzado Cranial

O ligamento cruzado cranial é a principal estrutura estabilizadora da articulação do joelho canino. Tem como função limitar a translação cranial da tíbia em relação ao fêmur durante a fase de apoio, evitar a rotação interna da tíbia e a hiperextensão (SLOCUM; SLOCUM, 1993; KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994).

Lesões do ligamento cruzado cranial podem ser rupturas completas, parciais ou avulsões de sua origem ou inserção (FOSSUM, 2008). A RLCCr é a afecção ortopédica mais comum em cães (CANAPP, 2007) e resulta em acentuada instabilidade craniocaudal da articulação do joelho (KIM *et al.*, 2011), causando a claudicação e atrofia muscular do membro afetado (MUIR, 2018), sendo uma causa comum da doença

articular degenerativa nas articulações do joelho de cães adultos (GUÉNÉGO *et al.*, 2017). Embora a patogenia exata da RLCCr canino permaneça desconhecida, ela é reconhecida como, principalmente, resultado de doença degenerativa do LCCr que eventualmente leva à ruptura ligamentar secundária a uma lesão sem trauma (COMERFORD; SMITH; HAYASHI, 2011) ou como resultado de lesão traumática (HAYASHI; MANLEY; MUIR, 2004; GUÉNÉGO *et al.*, 2017). Pode estar associada a mecanismos imunomediados, degeneração relacionada à idade, obesidade e anormalidades conformacionais (GUÉNÉGO *et al.*, 2017). Raças de grande porte são mais acometidas que as de menor porte, sendo as mais afetadas Rottweiler, Chow Chow, Boxer, Bulldog e Mastiff Napolitano (VÉREZ-FRAGUELA *et al.*, 2017).

3.2.1 Diagnóstico

O diagnóstico da RLCCr é baseado na combinação de sinais clínicos, exame ortopédico e imagens radiográficas (BOGAERTS *et al.*, 2018). Ao exame físico pode ser percebida efusão articular, com as margens lateral e medial do tendão da patela indistintas à palpação, lado medial do joelho apresentando espessamento firme, indicativo de fibrose periarticular, crepitação e resistência na manipulação da amplitude de movimento na flexão e extensão do joelho (MUIR, 2018).

Dois testes físicos para diagnóstico da instabilidade do joelho em casos de ruptura do ligamento cranial foram descritos e são amplamente utilizados: o teste de compressão tibial (TCT) e o de gaveta cranial (TGC), sendo sugerido que o teste de gaveta cranial, sem sedação, é o mais utilizado (CAROBBI; NESS, 2009) e quando positivos confirmam a RLCCr (BOGAERTS *et al.*, 2018). No entanto, a sensibilidade e especificidade destes testes foram questionadas pela falha em diagnosticar consistentemente a RLCCr, tanto em pacientes conscientes como em paciente sedados. O TGC resultou em sensibilidade de 60% e especificidade de 92% (conscientes) e sensibilidade de 82% e especificidade de 88% (sedados) e o TCT demonstrou sensibilidade de 64% e especificidade de 92% (conscientes) e sensibilidade de 82% e especificidade de 82% (sedados) (CAROBBI; NESS, 2009). Resultados semelhantes foram encontrados por Might. *et al* (2013), onde a TGC resultou em sensibilidade de 69% em diagnosticar a RLCCr. Ambos os trabalhos encontraram alta sensibilidade para diagnóstico do paciente sem ruptura. Ashour; Hoffman e Muir (2019) compararam o exame físico e radiológico com os danos as fibras causados por ruptura visibilizados na artroscopia e relatam que a frouxidão na compressão tibial não foi detectada em alguns

joelhos com ruptura completa do LCCr. A sensibilidade e especificidade não parecem aumentar quando os dois testes (TCT e TGC) são aplicados no mesmo paciente, assim como o nível de treinamento não aumenta a precisão do diagnóstico (CAROBBI; NESS, 2009).

O exame radiográfico do joelho pode ser útil para avaliação e estadiamento da osteoartrite, atrofia muscular, efusão articular, edema periarticular e formação de osteófito periarticular (JERRAM; WALKER, 2011). Quando realizada sob estresse, ou seja, com compressão tibial, é utilizado para visualizar a instabilidade da articulação do joelho, por translação tibial (BOGAERTS *et al.*, 2018). Nessa técnica, o paciente fica em decúbito lateral, o membro de interesse é colocado em contato com a mesa, o joelho é fixado em ângulo de 90° de flexão, enquanto o esforço manual de flexão é exercido sobre os ossos metatarsos para flexionar a articulação do tarso. O ligamento cruzado cranial rompido permitirá que a tibia se desloque cranialmente em relação ao fêmur. Em casos positivos, a linha vertical tangente à margem caudal dos côndilos femorais fica atrás da projeção caudal do platô tibial (ROOSTER; RYSSSEN; BREE, 1998). Este teste revelou uma precisão de 98% no diagnóstico da RLCCr (ROOSTER; RYSSSEN; BREE, 1998).

3.3 Ângulo do Platô Tibial

O ângulo do platô tibial é aquele entre uma linha perpendicular ao eixo longo da tibia (eixo mecânico da tibia) e uma linha paralela ao platô tibial (FOSSUM, 2008). O ângulo do platô tibial médio em raças pequenas foi relatado como 26° (KIM *et al.*, 2015), $29,2 \pm 0,8^\circ$ (SU *et al.*, 2015) e em raças grandes como $26,1 \pm 0,8^\circ$ (SU *et al.*, 2015). Alguns estudos relacionaram o ângulo do platô e a RLCCr, sugerindo que um maior ângulo poderia predispor à RLCCr (Morris; Lipowitz, 2001; SU *et al.*, 2015; SEO *et al.*, 2020). Slocum e Devine (1983) ao estudar o mecanismo do teste de compressão tibial, reconheceram que, durante a sustentação de peso, uma força gerada no joelho age para deslocar a tibia cranialmente. Essa força foi denominada impulso cranial da tibia e é resultado da compressão tibial e da inclinação do platô tibial. A magnitude do impulso tibial cranial depende então não apenas da quantidade de compressão, mas também do ângulo do platô tibial, sendo assim o impulso aumenta conforme aumenta o APT (SLOCUM; SLOCUM, 1993).

Dentre as técnicas para tratamento da RLCCr, a mais utilizada atualmente é a TPLO (BERGH; PEIRONE, 2012). Essa técnica tem como objetivo a restauração da

função do joelho com RLCCr neutralizando o efeito de translação tibial cranial, sem reconstruir as forças passivas que contêm o impulso tibial cranial (LCCr e corno caudal do menisco medial) (SLOCUM; SLOCUM, 1993). Foi sugerido que a redução do ângulo eliminaria o impulso cranial da tibia, promovendo estabilidade mecânica no joelho com RLCCr durante a sustentação do peso, aumentando a eficácia das forças ativas dos flexores de joelho e da coxa, na complementação desta estabilidade (SLOCUM; SLOCUM, 1993). Para o nivelamento do platô tibial deve-se determinar o APT, sendo necessária mensuração acurada para a rotação precisa do componente proximal da tibia (MORRIS; LIPOWITZ, 2001). A redução do ângulo do platô tibial, gera translação tibial caudal, uma redução excessiva pode causar estresse excessivo sobre o ligamento cruzado caudal, levando a ruptura deste ligamento (WARZEE *et al.*, 2001). Por outro lado, a rotação insuficiente pode não fornecer estabilidade adequada ao joelho, não resultando em joelho funcionalmente estável devido à redução insuficiente do impulso tibial cranial (KIM, 2009). Warzee *et al.* (2001) demonstraram que o ângulo médio para promoção da estabilidade do joelho foi de 6,5°.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Animais

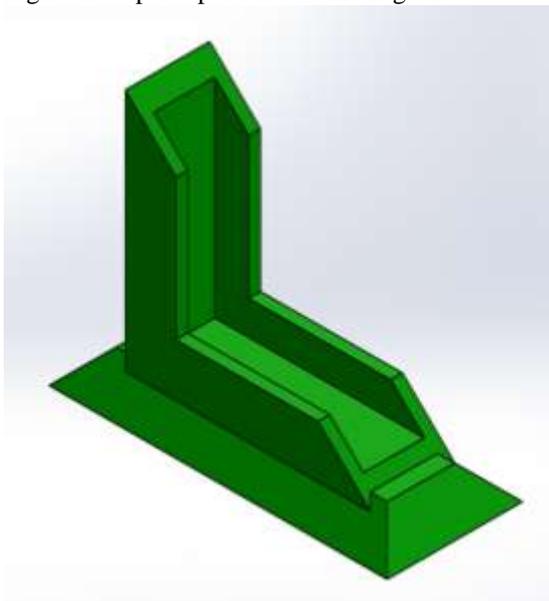
Previamente ao início da coleta de dados, o projeto foi submetido à aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob o número 37796 (Anexo 1).

Foram utilizados neste experimento 35 cães, de raças diversas, com idade igual ou maior que um ano, machos ou fêmeas, sem sinais clínicos e físicos de ruptura do ligamento cruzado cranial, com altura mínima para colocação do chassi radiográfico entre os membros pélvicos, provenientes do atendimento clínico ou cirúrgico do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (HCV-UFRGS) depois da devida autorização do tutor do animal, por meio da assinatura do formulário de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2).

4.2 Confeção de suporte para chassi radiográfico

Para realização das radiografias lateromedial (estação) foi confeccionado um suporte para a fixação do chassi radiográfico. O suporte foi confeccionado utilizando-se da manufatura aditiva com projeto inicial da peça pelo software solid works. A impressora 3D utilizada foi uma GTMax 3D Core A1 Dual. Foi utilizado um fio ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) de 1,75 mm. O preenchimento da peça ficou em 25%, o que proporcionou boa resistência mecânica e maior rapidez de produção (Figura 2).

Figura 2. Suporte para Chassi Radiográfico



Fonte: Bruno Bueno - IFRS

4.3 Exames Radiográficos

Os exames radiográficos mediolateral (decúbito lateral) foram realizados em aparelho de raio-x fixo (Siemens Multix B - 500mA) e as radiografias em estação foram adquiridas com gerador de radiografia portátil (R 72 S DHHS - Ralco/Sedecal). As imagens foram obtidas a partir de chassis para leitura computadorizada (imaging plate) da marca AGFA e scanner digitalizador da marca AGFA, modelo CR-30. Os fatores de exposição para todas as projeções foram baseados na espessura da musculatura ao redor do joelho para cada paciente, individualmente.

Foram utilizadas três tamanhos de chassi para leitura computadorizada (imaging plate): 18 cm por 24 cm, 24 cm por 30 cm, 34 cm por 43 cm.

Todas as imagens foram obtidas com uma distância fonte-imagem de 100 cm com base em dispositivos de medição associados a cada unidade de imagem.

4.3.1 Exame radiográfico mediolateral (decúbito lateral)

Foram realizadas radiografias em projeção mediolateral dos dois membros pélvicos, esquerdo e direito, de cada animal. Para esse exame os cães foram posicionados em decúbito lateral, sem sedação, com o membro de interesse flexionado a 90° e sobre o cassete radiográfico, mantendo o ângulo de 90° e um estresse manual foi exercido sobre os metatarsos para flexionar a articulação tibiotársica ao máximo, com o cuidado de que os côndilos femorais ficassem sobrepostos (ROOSTER; RYSSSEN; BREE, 1998). O feixe de radiação (colimação) foi centralizado na articulação do joelho perpendicular ao cassete radiográfico e colimado para incluir a tíbia inteira, a articulação tibiotársica e um marcador radiográfico medindo 2,54 cm (Figura 3).

Figura 3. Fotografia do posicionamento radiográfico em decúbito lateral do membro pélvico de um cão e imagem radiográfica em projeção mediolateral (decúbito lateral) dessa mesma região.



A: Posicionamento em decúbito lateral do membro pélvico de cão. B: Imagem radiográfica em projeção mediolateral (decúbito lateral) do membro pélvico de cão. Fonte: próprio autor

4.3.2 Exame radiográfico lateromedial (estação)

Foram realizadas radiografias em projeção lateromedial dos dois membros pélvicos, esquerdo e direito, de cada animal. Para esse exame foi permitido que os cães assumissem uma posição confortável em estação no chão, sem sedação e o cassete radiográfico (image plate) foi posicionado entre e paralelamente aos membros pélvicos e perpendicular ao chão, com auxílio do suporte confeccionado para este objetivo. O feixe radiográfico foi centralizado na articulação do joelho, perpendicular ao cassete radiográfico, e colimado para incluir a tíbia inteira, a articulação tibiotársica e marcador radiográfico esférico com diâmetro de 2,54 cm (Figura 4).

Figura 4. Fotografia do posicionamento radiográfico em estação do membro pélvico de um cão e imagem radiográfica em projeção lateromedial (estação) dessa mesma região.



A: Posicionamento radiográfico em estação do membro pélvico de cão. B: Imagem radiográfica em projeção lateromedial (estação) do membro pélvico de cão. Fonte: próprio autor.

4.4 Mensurações

As imagens obtidas foram armazenadas em formato padrão de imagem (DICOM) e analisadas no programa Horos (LGPL - 3.0).

Para quantificar a magnitude do deslocamento tibial cranial foram utilizadas duas técnicas de mensuração: (1) a distância entre o eixo mecânico tibial (EMT) e o eixo condilar femoral (ECF), conforme descrito anteriormente (CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018), e registrada como a distância intercondilar (DIC); e (2) a distância entre a origem e a inserção do LCCr foi medida e registrada como (LCCrd) (KIM *et al.*, 2011).

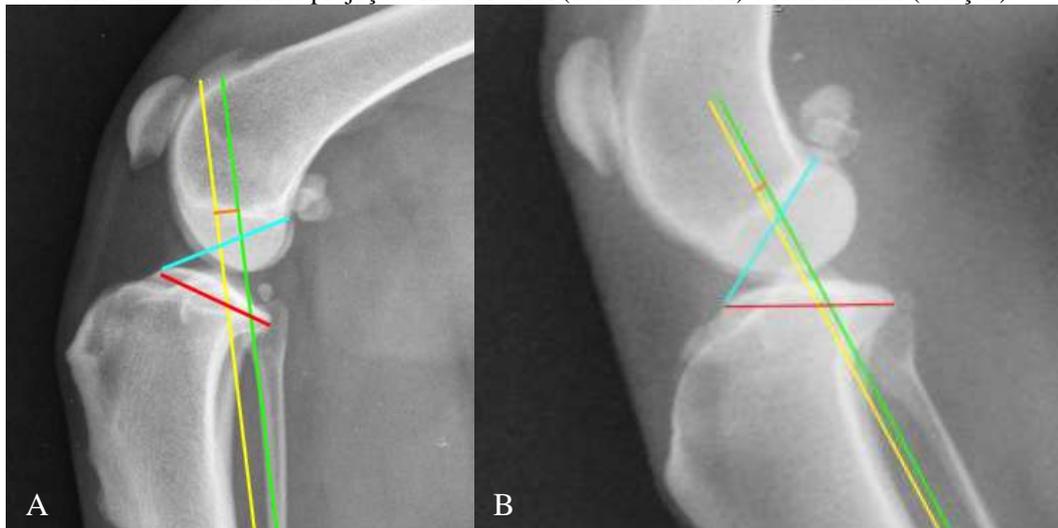
O comprimento do côndilo tibial medial (linha vermelha - Figura 5) foi mensurado em todas as imagens em ambas as projeções, conforme descrito (CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018), com a finalidade de obter um fator de correção, a fim de eliminar as diferenças entre os tamanhos dos animais. Para isso, os valores encontrados em cada projeção (ECF e DIC) foram divididos pelo comprimento do côndilo e essa medida foi denominada LCCrd normalizado e DIC normalizado.

As mensurações foram realizadas em todas as radiografias, tanto na projeção mediolateral (decúbito lateral) como na lateromedial (em estação).

4.4.1 Distância entre eixo condilar e eixo mecânico da tíbia

A DIC foi definida como a distância entre o eixo mecânico da tíbia (EMT) e o eixo condilar femoral (ECF). O EMT no plano sagital foi identificado como uma linha que intersecta o centro de um círculo de melhor ajuste aplicado ao talus e ao ponto médio das eminências intercondilares (DISMUKES *et al*, 2008; CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018). Se as eminências intercondilares não estavam exatamente sobrepostas, o ponto médio de cada eminência foi identificado e o EMT foi desenhado por meio de um ponto a meio caminho entre os dois pontos médios. Um círculo de melhor ajuste foi aplicado aos côndilos femorais (Figura 6) e uma linha paralela ao EMT intersectando o centro do círculo foi definido como o ECF. Se os côndilos femorais não estivessem exatamente sobrepostos, um círculo de melhor ajuste foi desenhado ao redor de cada côndilo femoral e o centro de cada côndilo foi identificado. A interseção da ECF foi então definida como o ponto médio entre os centros dos dois círculos de melhor ajuste (CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018).

Figura 5. Imagens radiográficas do joelho canino para mensuração da distância intercondilar (DIC), da distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial (LCCrd) e comprimento do côndilo medial tibial nas projeções mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação).



A: projeção mediolateral (decúbito lateral). B: projeção lateromedial (estação). Linha amarela: eixo mecânico tibial (EMT). Linha verde: eixo condilar femoral (ECF). Linha laranja: Distância intercondilar (DIC). Linha azul: distância entre origem e inserção do ligamento cruzado cranial (LCCrd). Linha vermelha: comprimento do côndilo medial da tíbia. Fonte: próprio autor

Figura 6. Imagens radiográficas do joelho canino demonstrando o eixo mecânico da tíbia e círculo de melhor ajuste do côndilo femoral nas projeções mediolateral e lateromedial do membro pélvico de cão.



A: Projeção mediolateral. B: Projeção lateromedial. Círculo verde: círculo de melhor ajuste ao talus. Linha Amarela: eixo mecânico da tíbia. Círculo roxo: círculo de melhor ajuste ao côndilo femoral.

4.4.2 Distância entre ponto de origem e ponto de inserção do ligamento cruzado cranial

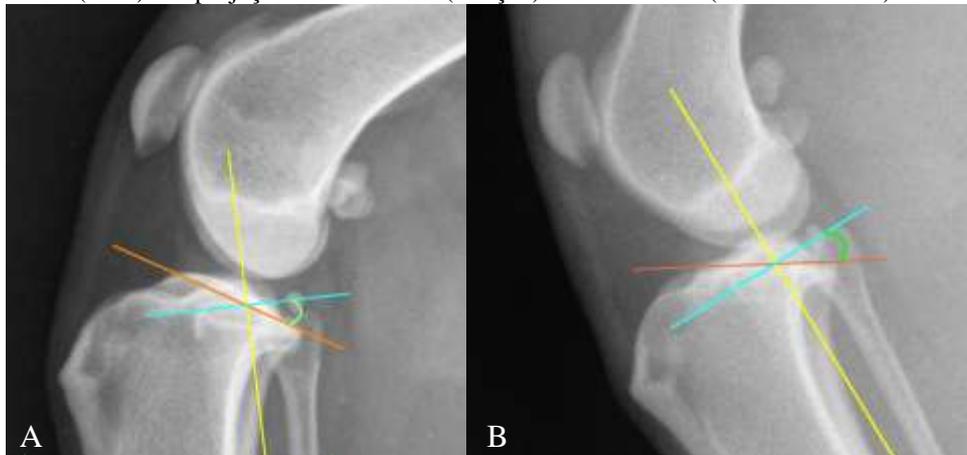
Para avaliar a subluxação femorotibial no plano sagital, mensurou-se a distância entre a origem e a inserção do LCCr. A origem do LCCr foi identificada como o ponto adjacente para a face distal da fabela lateral, na margem caudal dos côndilos femorais proximais (ponto proximal da linha de Blumensaat). Se os côndilos não estivessem bem sobrepostos, um ponto médio entre os pontos de origem de cada côndilo foi determinado. A origem foi então definida como o ponto médio entre esse dois pontos. A inserção do LCCr foi identificada como a margem cranial do côndilo tibial medial (Figura 5).

4.4.2 Ângulo do platô tibial

Dois examinadores, um experiente e outro ainda em treinamento, que desconheciam a identificação dos cães, mediram o APT para cada membro e projeção. Os APTs foram medidos conforme descrito por SEO *et al*, (2020). O ponto de referência

do platô tibial cranial foi o aspecto proximal da extensão cranial do platô tibial medial e o marco caudal a extensão caudal do platô tibial medial. Para determinar a inclinação do platô tibial, primeiramente foi traçada uma linha que partia do centro do talus até o centro das eminências intercondilares (linha amarela - eixo mecânico da tibia). Em seguida uma segunda linha foi traçada entre os dois pontos de referência do platô (linha laranja). E então uma terceira linha (linha azul) foi traçada a 90° da linha amarela. Por fim, o APT foi calculado como o ângulo entre a linha laranja e a linha azul. (Figura 7).

Figura 7 Imagens radiográficas do joelho canino para mensuração do Ângulo do Platô Tibial (APT) nas projeções lateromedial (estação) e mediolateral (decúbito lateral)



A: APT em radiografia convencional. B: APT em radiografia em estação. Linha amarela: eixo mecânico tibial. Linha laranja: platô tibial. Linha azul: linha perpendicular ao eixo mecânico da tibia. APT em verde. Fonte: próprio autor.

4.5 Qualidade do posicionamento radiográfico em estação

O posicionamento radiográfico em estação foi, subjetivamente, avaliado pelo avaliador com mais experiência em: ótimo (perfeita sobreposição entre os côndilos da tibia e suficiente sobreposição entre as corticais caudais da tibia); bom (leve falta de sobreposição entre os côndilos da tibia e suficiente sobreposição entre as corticais caudais da tibia); regular (moderada falta de sobreposição entre os côndilos da tibia e entre as corticais caudais da tibia); ruim (sem sobreposição entre os côndilos da tibia e entre as corticais caudais da tibia). Esta avaliação foi determinada somente para a avaliação do APT, não sendo definida quando o objetivo foi avaliar a translação cranial tibial.

4.6 Análise Estatística

As variáveis foram avaliadas usando o software comercial IBM SPSS Statistics software, versão 22.0 (IBM Corp. Armonk, 2013). LCCrd e DIC foram considerados

como variáveis dependentes. Os membros (direito ou esquerdo) e projeção (estação ou decúbito lateral) foram considerados como variáveis independentes. As variáveis dependentes foram avaliadas quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados sem distribuição normal foram submetidos à transformação de potência BOX COX, e aqueles que ainda não atingiram a normalidade por este método foram avaliados por estatística não paramétrica. As variáveis paramétricas foram analisadas por ANOVA one-way e descritas como médias e desvios-padrão, com teste post-hoc de Bonferroni. Os não paramétricos foram analisados com o teste U de Mann Whitney e descritos como mediana, intervalo mínimo e máximo. $P \leq 0,05$ foram considerados significativos para todos os testes de hipótese.

5. RESULTADOS

Animais - 70 membros pélvicos (35 esquerdos e 35 direitos) de 35 animais foram incluídos. Onze machos e 24 fêmeas com peso médio de $17 \pm 9,16$ Kg e com idade média de $3 \pm 2,82$ anos. As raças representadas foram SRD (24), Ovelheiro Gaúcho (4), Pastor de Mollinois (2), Australian (1), Rottweiler (1), Labrador (1), Border Collie (1) e Dálmata (1).

Posicionamento em estação - de maneira geral os pacientes ficaram confortáveis durante o posicionamento em estação, aceitando a colocação do chassi radiográfico entre os membros. Alguns animais demonstravam leve desconforto caso o chassi encostasse no abdome. Uma pessoa deve ficar posicionada na frente do paciente para contenção do mesmo. Uma segunda pessoa deve posicionar o chassi acoplado ao suporte entre os membros pélvicos, não sendo necessário, para a maioria dos pacientes, auxílio para contenção em região caudal do animal ou para estabilização da placa. Dos pacientes selecionados para participar do projeto apenas um animal não aceitou a manipulação para o posicionamento em estação, não sendo incluído no projeto. De maneira geral foram necessárias duas pessoas na sala de exame para realização deste estudo, uma contendo o paciente e outra posicionando e disparando o emissor.

Posicionamento em decúbito lateral - para o posicionamento em decúbito lateral foi observado maior desconforto e relutância dos animais. A compressão tibial gerou bastante desconforto e foram necessárias 3 pessoas para a realização do exame. Uma pessoa contendo o animal junto a cabeça, uma segunda pessoa para segurar o paciente em decúbito lateral e abduzir o membro contralateral ao decúbito e uma terceira pessoa para realizar o posicionamento do membro avaliado (flexão a 90° e compressão tibial/flexão do tarso).

Deslocamento cranial da tibia - Não houve diferença significativa entre as projeções em estação e em decúbito lateral para o LCCrd ($p = 0,887$) com valor médio de $1,14 \pm 0,07$ e $1,13 \pm 0,04$, respectivamente. A DIC apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as projeções em estação e convencional, apresentando valor médio de $0,04 \pm 0,03$ e $0,16 \pm 0,04$, respectivamente. Valores médios, mediana, mínimo e máximo para o LCCrd e DIC estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo das mensurações LCCrd e DIC e para projeção em estação e em decúbito lateral do joelho de cão.

	LCCrd		DIC	
	MEDIA ± DP	MEDIANA (MAX-MIN)	MEDIA ± DP	MEDIANA (MAX-MIN)
ESTAÇÃO	1,14 ±0,07	1,13 (1,33-0,99)	0,04 ±0,03	0,03 (0,16-0)
DECÚBITO LATERAL	1,13 ±0,04	1,13 (1,34-1,04)	0,16±0,04	0,16 (0,26 -0,05)

LCCrd: distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial. DIC: distância intercondilar

Na mensuração LCCrd não houve diferença significativa entre os membros direito e esquerdo para a projeção em estação ($p=0,330$) e para a projeção em decúbito lateral ($p=0,215$). Os valores médios, mediana, mínimo e máximo para membro esquerdo e direito estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e esquerdo para projeção em estação e convencional na mensuração LCCrd do joelho de cães.

LCCrd	ESTAÇÃO		DECÚBITO LATERAL	
	DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO
MEDIA ± DP	1,13 ± 0,06	1,15 ± 0,09	1,14 ± 0,05	1,13 ± 0,03
MEDIANA (MAX-MIN)	1,12 (1,28-1,01)	1,14 (1,33-0,99)	1,12 (1,34-1,04)	1,13 (1,21-1,06)

LCCrd: distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial.

Na mensuração DIC não houve diferença significativa entre os membros direito e esquerdo para a projeção em estação ($p=0,765$) e em decúbito lateral ($p=0,480$). Os valores médios, mediana, mínimo e máximo para membro esquerdo e direito estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3. Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e esquerdo para projeção em estação e convencional na mensuração DIC

DIC	ESTAÇÃO		DECÚBITO LATERAL	
	DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO
MEDIA ± DP	0,04±0,03	0,04±0,03	0,16±0,04	0,17±0,04
MEDIANA (MAX-MIN)	0,04 (0,10-0)	0,03(0,16-0)	0,15 (0,24-0,05)	0,17(0,26-0,06)

DIC: distância intercondilar

Ângulo do platô tibial - os ângulos obtidos em projeção lateromedial (estação) e na mediolateral (decúbito lateral) pelo avaliador mais experiente (Avaliador A) não apresentaram diferença significativa ($p=0,211$), entretanto para avaliador menos experiente (Avaliador B) foi observado diferença significativa ($p=0,019$). Na comparação entre avaliadores, foi encontrado diferença significativa ($p=0,001$) no APT mensurado com paciente em estação e ausência de diferença significativa no posicionamento em decúbito lateral ($p=0,730$). Os valores médios, mediana, mínimo e máximo dos APTs estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre projeção em estação e em decúbito lateral e entre Avaliador A e Avaliador B

	Avaliador A	Avaliador B
APT (estação) (média ± DP)	24,42 ± 4,7°	26,8 ± 4,9°
APT (decúbito lateral) (média ± DP)	25 ± 3,9°	25 ± 4,5°
Diferenças do APT entre projeção em estação e de cúbito lateral (média ± DP)	3,26 ± 2,9°	3,83 ± 3,9°
Diferenças do APT entre projeção em estação e em decúbito lateral mediana (mínimo - máximo)	2,45 (0 - 17,5)	3,04 (0,08 - 22,01)

A qualidade do posicionamento em estação teve influência (0,084) na diferença entre ângulos entre estação e decúbito lateral para o avaliador menos experiente (Avaliador B).

Não houve diferença significativa entre os membros direito e esquerdo em estação - Avaliador A ($p=0,529$), em decúbito lateral-Avaliador A ($p=0,996$), estação - Avaliador B ($p=0,122$) e em decúbito lateral-Avaliador B ($p=0,248$).

6. DISCUSSÃO

Neste trabalho foram avaliadas duas técnicas de mensuração para acessar o deslocamento cranial da tíbia comparando a projeção lateromedial (em estação) e a mediolateral (decúbito lateral) em cães sem sinais de ruptura de ligamento cruzado cranial. As técnicas de mensuração avaliadas foram: a distância entre os pontos de inserção e de origem do ligamento cruzado cranial (LCCrd) e a distância entre o eixo mecânico da tíbia e o eixo definido como eixo condilar (DIC). Foi possível mensurar o deslocamento com ambas as técnicas e nas duas projeções.

Foram escolhidas para este trabalho as projeções mediolateral (decúbito lateral), com o joelho e tarso flexionados a 90°, e lateromedial (estação). A projeção mediolateral com joelho flexionado a 90° é o posicionamento utilizado para a radiografia com compressão tibial (ROOSTER; RYSSSEN; BREE, 1998) e com o joelho e tarso flexionados a 90° é o mais aplicado para planejamento de osteotomias, como a TPLO, pois o plano sagital permite melhor visibilidade dos pontos de referência (BUIRKLE *et al.*, 2019). Já a projeção lateromedial (estação) representa o posicionamento natural do animal e do membro. O ângulo médio da articulação do joelho de cães em estação é, em média, 135° (OCAL; SEVIL-KILIMCI; YILDIRIM, 2012), porém pode variar entre 124° e 155° (ROCHAT, PAYTON; WATSON, 2003).

O LCCrd foi significativamente maior que o DIC, essa diferença se deve ao fato das duas técnicas de mensuração serem baseadas em pontos anatômicos diferentes. A medição do DIC é baseada em um ponto femoral que está localizado cranial à fixação femoral do LCCr e um ponto tibial que está localizado caudal à fixação tibial do LCCr (CASTANEDA; HUDSON E BEALE, 2018).

O comprimento do ligamento não teve diferença significativa nas projeções mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação). Esse achado se deve ao fato de os pontos de inserção e origem do ligamento são isométricos, não havendo mudança significativa na distância em diferentes ângulos de flexão do joelho (KIM *et al.*, 2009; KUE, GEMMA; ROE, 2008).

Por outro lado o eixo femoral e o eixo mecânico da tíbia não se encontram em pontos isométricos, resultando em diferença entre as duas projeções, apresentando maior distância entre os pontos na projeção mediolateral (decúbito lateral) quando comparada com a projeção lateromedial (estação). Ambas as projeções apresentaram desvio padrão alto, o que significa que há bastante variação entre os valores obtidos tanto para a projeção lateromedial (estação) como para a mediolateral (decúbito lateral).

Essa variação pode estar associada a diferenças encontradas na conformação dos côndilos femorais, que podem ser mais arredondados ou com formato projetado mais caudalmente (GUERRERO *et al.*, 2007), podendo causar diferença no ponto central do côndilo e conseqüentemente no eixo femoral. A geometria do côndilo femoral possibilita deslocamento de 180° ao longo da tíbia (OCAL; SEVIL-KILIMCI; YILDIRIM, 2012) e durante a flexão e extensão da articulação do joelho, os côndilos femorais se movem cranialmente quando estendido e caudalmente quando flexionado, em relação ao platô tibial (SELMÍ; PADILHA FILHO, 2001) e essa mudança de posicionamento também pode causar diferenças no eixo femoral.

No presente trabalho as angulações das projeções em estação não foram mensuradas e foi permitido ao paciente encontrar a angulação de maior conforto. De acordo com RoCHAT, Payton e Watson (2003), o ângulo em estação pode variar de 124° a 155°, essa variação também pode ter influenciado na amplitude maior de valores encontrados para a medida DIC, já que a mudança na angulação do joelho pode gerar diferença na distância entre pontos não isométricos (KUE; GEMMA; ROE, 2008). Da mesma maneira a angulação da projeção mediolateral também não foi mensurada, sendo realizada de forma subjetiva e podendo gerar maior variação entre os animais.

As técnicas foram estudadas em animais sem sinais de lesão no LCCr, neste estudo não foi mensurado o deslocamento sem aplicação de estresse em projeção mediolateral e sem apoio em estação, no entanto Korvick; Pijanowski e Schaeffer (1994) encontraram em cães sem RLCCr translação máxima de 1 mm em testes passivos e translação de até 2 mm na avaliação dinâmica, sendo assim pode ser esperado uma translação mínima fisiológica em pacientes hígdos.

Nas duas técnicas de avaliação de deslocamento cranial da tíbia (DIC e LCCrd), os valores mensurados não evidenciaram diferença significativa entre os membros direito e esquerdo, tanto na projeção mediolateral (decúbito lateral) quanto lateromedial (estação). Sendo assim, em casos de ruptura unilateral, seria possível determinar o deslocamento cranial da tíbia sem RLCCr no membro sadio e obter a magnitude do deslocamento cranial da tíbia do membro afetado e, conseqüentemente, confirmar o diagnóstico de RLCCr.

Estudos prévios conseguiram avaliar o deslocamento cranial com ambas as técnicas. Kim, Lewis e Pozzi (2012) não encontraram diferença para o LCCrd entre o membro não afetado em estação (com apoio) e o membro afetado sobre a mesa (joelho a 135°) sem compressão tibial. Quando compararam o membro com ruptura na mesa

(joelho a 135°) sem compressão tibial e com o mesmo membro com apoio (em estação) consideraram diferença de 2 mm como indicativo de RLCCr. Castaneda; Hudson e Beale (2018) encontraram para o LCCrd normalizado diferença entre o LCCr intacto e rompido parcialmente de $0,030 \pm 0,044$ e entre parcialmente rompido e completamente rompido de $0,140 \pm 0,104$. No DIC obtiveram uma diferença de $0,035 \pm 0,054$ entre o ligamento intacto e parcialmente rompido e $0,116 \pm 0,114$ entre o ligamento parcialmente rompido e totalmente rompido.

Cães com RLCCr tendem a não apoiar todo o peso no membro acometido, o que poderia afetar a angulação do joelho e o deslocamento da tibia, tanto no membro afetado como no membro contralateral. O membro lesionado tende a ficar mais flexionado e o membro contralateral sofre maior variação na angulação quando comparado com todos os membros apoiados (ROCHAT; PAYTON; WATSON, 2003). Portanto a aplicação do DIC contralateral em estação deve ser avaliada com cautela, visto que a mudança na angulação pode gerar mudança na DIC. Uma alternativa caso o animal não apoie o membro lesionado, seria, durante o exame, tirar o apoio do membro não acometido, forçando o apoio no membro com RLCCr, porém isto não foi avaliado neste estudo.

Diversos trabalhos foram descritos com o objetivo de quantificar o deslocamento cranial da tibia e realizar o diagnóstico da RLCCr. Trabalhos utilizando dispositivos para fixação do fêmur e controle de força aplicada sobre a tibia foram desenvolvidos, ambos mantendo o joelho flexionado a 135° (TAMBELLA *et al.*, 2020; LOPEZ *et al.*, 2004). Alguns trabalhos utilizaram a radiografia e mensuraram o deslocamento cranial da tibia em estação (KIM; LEWIS; POZZI, 2012) e em movimento, avaliando o deslocamento dinamicamente (KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994). Outros trabalhos também tiveram como finalidade quantificar a translação cranial da tibia em relação ao fêmur, porém utilizando o exame radiográfico sob estresse e em peças de cadáver (WARZEE *et al.*, 2001; KIM *et al.*, 2011; CASTANEDA; HUDSON; BEALE, 2018; OBER *et al.*, 2019). Entretanto, o teste em cadáveres pode não incluir a tensão muscular normal e não representar o cão vivo no ambiente. Já para o diagnóstico com o uso de dispositivos para realizar a translação cranial, é necessário, além da aquisição do dispositivo, a sedação do paciente. A avaliação em estação permite posição e carga próximo do fisiológico, onde o deslocamento cranial da tibia em cães com ruptura será mais fidedigno ao que ocorre quando o paciente está na fase de apoio do passo, eliminando possíveis diferenças na força aplicada pelo avaliador e sem a

necessidade de sedação. É durante o final do passo e no apoio que o desvio cranial da tibia em cães é maior (KORVICK; PIJANOWSKI; SCHAEFFER, 1994).

O posicionamento em estação não permite contenção precisa do paciente, sendo importante que o animal aceite ficar em estação com mínima manipulação, portanto deve ser colaborativo e ficar em estação e imóvel tempo suficiente para realização do exame. A contenção para o exame em estação, caso o animal seja colaborativo e com auxílio do suporte para o chassi radiográfico pode ser realizada apenas por uma pessoa, consequentemente expondo menor número de pessoas à radiação e a pessoa que está contendo o animal se mantém mais afastada do feixe. Diferentemente do exame radiográfico mediolateral, onde será necessário maior número de pessoas expostas e mais próximas do feixe radiográfico.

Determinar o ângulo do platô tibial (APT) é parte essencial para o procedimento de TPLO. Exame radiográfico mediolateral do joelho/tíbia é necessário para medir o APT. Para realizar mensuração precisa foi sugerido a obtenção de radiografia de quase todo o membro pélvico, na projeção mediolateral com o joelho e com o tarso a 90° de flexão e sobreposição dos côndilos femorais e côndilos tibiais (SLOCUM; DEVINE, 1983). A projeção mediolateral permite a mensuração mais precisa do APT com melhor visibilidade dos pontos de referência e representa com precisão o platô tibial anatômico no joelho normal (BUIRKLE *et al.*, 2019).

No presente trabalho foi comparado o APT na projeção lateromedial (estação) com o APT mensurado na projeção mediolateral (decúbito lateral), realizado como padrão.

Alguns trabalhos foram realizados com a finalidade de medir o APT em estação, porém com metodologia diferente (WILKE *et al.*, 2002). Já o presente estudo teve como objetivo avaliar o APT utilizando os mesmos pontos de referência e metodologia utilizados na mensuração tradicional, porém na projeção com o animal em estação.

Não foi encontrada diferença significativa entre avaliadores para o posicionamento mediolateral (decúbito lateral), projeção sugerida para melhor avaliação do APT (SLOCUM; DEVINE, 1983). Também não foi encontrada diferença significativa entre os membros direito e esquerdo para os ângulos na mensuração na projeção mediolateral (decúbito lateral), semelhante ao encontrado em outros estudos (RITTER *et al.*, 2007; OCAL; SABANCI, 2014). Demonstrando que há maior confiança e repetibilidade nesse posicionamento.

Para o avaliador mais experiente não houve diferença significativa entre o ângulo em estação e em decúbito lateral, porém para o avaliador menos experiente houve diferença na determinação do APT entre os posicionamentos mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação). Caylor e colaboradores (2001) encontraram diferença entre avaliação do ATP entre o observador com menos experiência e com mais experiência, essa diferença podendo ser associada a erros introduzidos com variações no posicionamento do membro posterior, sutilezas na variação anatômica individual, dificuldade em obter um posicionamento perfeito em alguns casos. Ainda podendo estar relacionada a pontos de referência distintos para a linha do platô tibial um tanto anômalos, flexão sutil, rotação ou variações sagitais no posicionamento do joelho que podem alterar a aparência radiográfica dos pontos de referência.

Para a radiografia em estação foi permitido que o animal assumisse posição confortável e o fato de os animais estarem em posição natural não permite controlar a sobreposição dos cêndilos femorais e tibiais, fazendo com que em algumas radiografias o platô tibial aparecesse pouco conspícuo para análise e localização dos pontos de referência. Houve uma maior diferença entre APT na projeção mediolateral e projeção lateromedial quando o posicionamento foi avaliado como ruim ou regular, podendo estar relacionado ao fato de o mal posicionamento radiográfico levar a variação relativa na mensuração do APT (REIF *et al.*, 2004; SEO *et al.*, 2020), assim como encontrado por Capelasso *et al.* (2017), revelando diferença entre avaliadores na mensuração do APT posicionando o membro obliquado e quando o posicionamento foi realizado com os cêndilos tibiais exatamente sobrepostos não houve diferença entre avaliadores. Portanto, um posicionamento com os cêndilos não exatamente sobrepostos pode levar a uma mensuração equivocada do APT.

Apesar de não haver diferença estatística entre as mensurações entre mesa e estação para o avaliador mais experiente, a diferença de ângulos teve média $3,26 \pm 2,9^\circ$ e com valores mínimo e máximos variando entre 0° e $17,4^\circ$. Na técnica de TPLO a magnitude de rotação do platô tibial é determinada a partir do APT medido (REIF *et al.*, 2004). O resultado desejado é que o novo APT fique em média com $6,5^\circ$, para que o impulso tibial cranial seja convertido em impulso tibial caudal (WARZEE *et al.*, 2001). Rotação adicional além desse ângulo foi associada com o aumento da pressão tibial caudal e aumento da tensão do ligamento cruzado caudal no pós operatório (WARZEE *et al.*, 2001). Já uma rotação insuficiente pode não fornecer ao cão articulação do joelho

funcionalmente estável devido à redução insuficiente do impulso tibial cranial (KIM, 2009). Podemos determinar nesse estudo que a mensuração do APT em exame radiográfico lateromedial (estação) é possível, porém a imagem deve ser criteriosamente avaliada quanto a qualidade de posicionamento, principalmente sobreposição dos côndilos tibiais e cortical tibial caudal, principais aspectos definidores do bom posicionamento (SLOCUM; DEVINE, 1983; BUIRKLE *et al.*, 2019) e por um avaliador mais experiente, já que a seleção subjetiva de marcos específicos pode variar um pouco de acordo com a experiência (CAYLOR *et al.*, 2001). Uma vez que foi observado, neste estudo, alguns casos com variação grande entre o APT da projeção mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação), não é possível afirmar que esta mensuração será fidedigna em todos os casos.

Este é o primeiro estudo comparando o deslocamento cranial da tibia em projeção mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação) utilizando a distância entre inserção e origem do ligamento (LCCrd) e distância entre o eixo mecânico da tibia e o eixo condilar femoral (DIC). Também é o primeiro estudo que compara mensuração do APT em decúbito lateral (mediolateral) e em estação (lateromedial).

6.1 Limitações do estudo

O ângulo dos posicionamentos não foram mensurados, já que o posicionamento do cassete radiográfico na face medial da coxa impede a visualização da articulação coxofemoral, essencial para a mensuração do ângulo de flexão do joelho. Com a ausência deste dado não foi possível avaliar a influência da angulação sobre as mensurações.

6.2 Estudos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros sugere-se:

- Avaliação em estação das técnicas de mensuração em cães com ruptura do ligamento cruzado cranial.
- Validação do uso do membro contralateral como referência.
- Definir valor normalizado para LCCrd como ponto de corte para diagnóstico da RLCCr.

7. RELEVÂNCIA CLÍNICA

A avaliação em estação permite mensurar o deslocamento mais próximo ao fisiológico no momento em que há maior deslocamento cranial, sem necessidade de sedação, resultando em menor risco para o paciente e maior rapidez na realização do exame.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a avaliação em estação do deslocamento tibial cranial, com ambas as técnicas utilizadas, é passível de execução. O uso do suporte para o chassi radiográfico na projeção lateromedial (estação) elimina a necessidade de uma pessoa segurando o chassi radiográfico.

A mensuração do APT é etapa essencial para o planejamento da TPLO para evitar rotação insuficiente ou excessiva do platô tibial, portanto a variação encontrada entre ângulos na projeção convencional e em estação neste trabalho pode ser considerada excessiva, tornando a projeção em estação inadequada para a mensuração do ângulo com finalidade de planejamento cirúrgico.

REFERÊNCIAS

- ASHOUR, A. E.; HOFFMAN, C. L.; MUIR, P. Correlation Between Orthopaedic and Radiographic Examination Findings and Arthroscopic Ligament Fibre Damage in Dogs with Cruciate Ligament Rupture. **Australian Veterinary Journal**. v. 97, p. 490-498, 2019.
- BERGH, M. S.; PEIRONE, B. Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 25 p. 349–358, 2012.
- BOGAERTS, E. *et al.* Intraobserver and interobserver agreement on the radiographical diagnosis of canine cranial cruciate ligament rupture. **Veterinary Record**, v. 182, p. 484-490, 2018.
- BUIRKLE, C. L., *et al.* Effect of tibial rotation on the tibial plateau angle measurement in dogs: An ex vivo study. **Veterinary Surgery**. v. 48, p. 1-9, 2019.
- CABRERA, S. Y., *et al.* Comparison of tibial plateau angles in dogs with unilateral versus bilateral cranial cruciate ligament rupture: 150 cases (2000–2006). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 232(6), p. 889–892, 2008.
- CANAPP Jr, S. O. The Canine Stifle. **Clinica Technique Small Animal Practice**. v. 22, p. 195-205, 2007.
- CAPELASSO S. M. *et al.* Influência do Posicionamento Radiográfico no Cálculo Interobservador do Ângulo do Platô Tibial em Cães. **Arquivo Brasileiro de Medicina veterinária e Zootecnia**. v. 69, p. 1456-1460, 2017.
- CAROBBI, B.; NESS, G. Preliminary Study Evaluating Tests used to Diagnose Canine Cranial Cruciate Ligament Failure. **Journal of Small Animal Practice**. v. 50, p. 224-226, 2009.
- CARPENTER Jr, D. H.; COOPER R. C. Mini Review of Canine Stifle Joint Anatomy. **Anatomia Histologia Embryologia**. v. 29, p. 321-329, 2000.

CASTANEDA, K. A.; HUDSON, C. C.; BEALE, B. S. Ex vivo preliminary investigation of radiographic quantitative assessment of cranial tibial displacement at varying degrees of canine stifle flexion with or without an intact cranial cruciate ligament. **BMC Veterinary Research**. v. 14:270, p. 1–9, 2018.

CAYLOR *et al.* Intra- and Interobserver Measurement Variability of Tibial Plateau Slope From Lateral Radiographs in Dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**. v. 37, p. 263–268, 2001.

COMERFORD, E. J.; SMITH, K.; HAYASHI, K. Update on the aetiopathogenesis of canine cranial cruciate ligament disease. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 24(2), 91–98, 2011.

DISMUSKES *et al.* Radiographic Measurement of Canine Tibial Angles in the Sagittal Plane. **Veterinary Surgery**. v. 37, p. 300–305, 2008.

FOSSUM, T. W. **Cirurgia de pequenos animais**, 4th ed. Elsevier 2008. p. 1640.

GUERRERO T. G.; GEYER, H.; HÄSSIG, M.; MONTAVON P. M. Effect of conformation of the distal portion of the femur and proximal portion of the tibia on the pathogenesis of cranial cruciate ligament disease in dogs. **American Journal of Veterinary Journal**. v. 68, p. 1332 -1337, 2007.

GUÉNÉGO, L. *et al.* Comparison of tibial anatomical-mechanical axis angle between predisposed dogs and dogs at low risk for cranial cruciate ligament rupture. **Veterinary Journal**, v. 225, p. 35–41, 2017.

HAYASHI, K., MANLEY, P. A., & MUIR, P. Cranial Cruciate Ligament Pathophysiology in Dogs With Cruciate Disease: A Review. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 40(5), p. 385–390, 2004.

JERRAM R.M.; WALKER, A.M. Cranial Cruciate Ligament Injury in the Dog: Pathophysiology, Diagnosis and Treatment. **New Zealand Veterinary Journal**, v. 51:4, p. 149 - 158, 2011.

KIM, S. E. *et al.* Radiographic quantitative assessment of cranial Tibial Subluxation Before and After Tibial Plateau Leveling Osteotomy in Dogs. **American Journal of Veterinary Research**, v. 72, n. 3, p. 410–416, 2011.

KIM, S.E.; LEWIS, D.D.; POZZI, A. Effect of Tibial Plateau Leveling Osteotomy on Femorotibial Subluxation: *In Vivo* Analysis during Standing. **Veterinary Surgery**. v. 41, p. 465-470, 2012.

KORVICK, D.L.; PIJANOWSKI, G.J.; SCHAEFFER, D.J. Three-dimensional Kinematics of the Intact and Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifle of Dogs. **Journal of Biomechanics**. v. 27, No. 1, p. 77-97, 1994.

KUE, J., GEMMA, J., & ROE, S. Isometry of potential suture attachment sites for the cranial cruciate ligament deficient canine stifle. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**. v. 21(03), p. 215–220, 2008.

LIEBICH, H. G.; KÖNIG, H. E.; MAIERL, J. Membros pélvicos ou posteriores. *In*: KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. cap. 4. p 223-288.

LOPEZ, J. M. Instrumental Measurement of *in Vivo* Anterior-Posterior Translation in the Canine Knee to Assess Anterior Cruciate Integrity. **Journal of Orthopaedic**. v. 22, p. 949-954, 2004.

MIGHT, K. R. *et al.* Evaluation of the Drawer Test and the Tibial Compression Test for Differentiating Between Cranial and Caudal Stifle Subluxation Associated with Cruciate Ligament Instability. **Veterinary Surgery**. v 42, p. 392-397, 2013.

MORRIS, E; LIPOWITZ; A.J. Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries. **Journal of the American Veterinary**

Medical Association. v. 218, p. 363 - 366, 2001.

OBER, C. A. *et al.* Influence of tibial plateau leveling osteotomy and tibial tuberosity advancement on passive laxity of the cranial cruciate deficient stifle in dogs. **Veterinary Surgery.** v. 48 p. 401–407, 2019.

OCAL M. K.; SEVIL-KILIMCI F.; YILDIRIM I. G. Geometry of the femoral condyles in dogs **Veterinary Research Communications.** v. 36, p. 1–6, 2012.

OCAL, M. K.; SABANCI, S. S. Lateral and medial tibial plateau angles in normal dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.** v. 27(02), p. 135–140, 2014.

REIF, U, *et al.* Influence of Limb Positioning and Measurement Method on the Magnitude of the Tibial Plateau Angle. **Veterinary Surgery.** v. 33, p. 368-375, 2004.

RITTER, M. J, *et al.* Tibial Plateau Symmetry and the Effect of Osteophytosis on Tibial Plateau Angle Measurements. **Journal of the American Animal Hospital Association,** v. 43(2), p. 93–98, 2007.

ROCHAT, M.; PAYTON, M.; WATSON, C..Effect of weight bearing on the joint angles of the fore- and hind limb of the dog . **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology,** v. 16(04), p. 250–254, 2003.

ROOSTER, H. DE; RYSSSEN, B. VAN; BREE, H. VAN. Diagnosis of cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography. **The Veterinary Record.** v. 142, p. 366–369, 1998.

SELMI A. L; PADILHA FILHO J. G. Rupture of the cranial cruciate ligament associated with deformity of the proximal tibia in five dogs. **Journal of Small Animal Practice.** v. 42, p. 390-393, 2001.

SEO B. S. *et al.* Measurement Of The Tibial Plateau Angle Of Normal Small-Breed Dogs And The Application Of The Tibial Plateau Angle In Cranial Cruciate Ligament

Rupture. **Journal Of Advanced Veterinary And Animal Research.** v. 7, p. 220–228, 2020.

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, p. 777–795, 1993.

SLOCUM, B and DEVINE, T. Cranial Tibial Trust: A Primary Force in the Canine Stifle. **Journal of the American Veterinary Medical Association.** v. 183, p 456 - 459, 1983.

SU, L. TOWNSEND K. L., AU, J., WITTUM T. E Comparison of tibial plateau angles in small and large breed dogs. **Canadian Veterinary Journal.** v. 56, p. 610–614, 2015.

TAMBELLA, *et al.*, 2020. Evaluation of Cranial Tibial Translation in Dogs: Diagnostic accuracy of radiographic method using simple device. **PLoS ONE.** v. 15(2), p. 1-12, 2020.

VÉREZ-FRAGUELA, J. L, *et al.* **Orthopaedic pathologies of the stifle joint**, 1. ed. Saragoça, Espanha: Servet, 2017.

WARZEE; C: C *et al.* Effect of Tibial Plateau Leveling on Cranial and Caudal Tibial Thrusts in Canine Cranial Cruciate–Deficient Stifles: An In Vitro Experimental Study. **Veterinary Surgery.** v. 30 p. 278–286, 2001.

ANEXO 1



U F R G S
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comissão De Ética No Uso De Animais



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 37796

Título: Avaliação radiográfica da translação cranial da tibia de cães em estação

Vigência: 01/10/2019 à 31/12/2022

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

MÁRCIO POLETTTO FERREIRA - coordenador desde 01/10/2019
THAYSE MEYER - zzz Outra Função zzz desde 01/10/2019
AMANDA MOREIRA CEZAR JUNQUEIRA - Aluno de Mestrado desde 01/10/2019
FRANCINE HERGEMOLLER - Aluno de Mestrado desde 01/10/2019
MARIANA DE MATTOS BROSE - Aluno de Doutorado desde 01/10/2019
Rafael Kretzer Carneiro - Aluno de Mestrado desde 01/10/2019
Augusto Amadori - Aluno de Mestrado desde 01/10/2019

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 116 cães, machos ou fêmeas, com idade igual ou maior que um ano e provenientes do atendimento clínico/cirúrgico do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.

Porto Alegre, Quarta-Feira, 23 de Outubro de 2019

ALEXANDRE TAVARES DUARTE DE OLIVEIRA
Coordenador da comissão de ética

ANEXO 2**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
HOSPITAL DE CLÍNICAS VETERINÁRIAS****Ficha De Consentimento**

Eu, _____, RG ou CPF

_____, tutor do canino _____,

Ficha _____, autorizo sua inclusão no Projeto de Mestrado nº _____.

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

(Assinatura do Tutor)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

ARTIGO

ESTUDO PRELIMINAR IN VIVO DA AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA TRANSLAÇÃO CRANIAL DA TÍBIA EM CÃES EM ESTAÇÃO COM DIFERENTES TÉCNICAS DE MENSURAÇÃO

Fracine Hergemöller¹; Márcio Poletto Ferreira², Grasielle Amorim¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil. ²Departamento de Medicina Animal, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

RESUMO

A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) é problema comum em cães, resultando em acentuada instabilidade craniocaudal da articulação do joelho. Dois testes físicos para diagnóstico da instabilidade do joelho em casos de ruptura do ligamento cruzado cranial foram descritos e são amplamente utilizados: o teste de compressão tibial (TCT) e teste de gaveta cranial (TGC). No entanto a sensibilidade e especificidade destes testes são questionadas, pela falha em diagnosticar consistentemente a RLCCr. Dentre as técnicas para corrigir a RLCCr, destaca-se a osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO), como uma das mais utilizadas e para a realização da TPLO deve-se determinar o ângulo do platô tibial (APT). O presente estudo teve como objetivos investigar o uso de duas técnicas de mensuração do deslocamento cranial da tibia em cães na projeção lateromedial (estação) comparando com a projeção mediolateral (decúbito lateral) e comparar a mensuração do ângulo do platô tibial na projeção lateromedial (estação) e na projeção mediolateral (decúbito lateral). Para quantificar a magnitude do deslocamento tibial cranial foram utilizadas duas técnicas de mensuração: a distância entre o eixo mecânico tibial (EMT) e o eixo condilar femoral (ECF) e a distância entre a origem e a inserção do ligamento cruzado cranial. Os valores médios normalizados encontrados para distância entre a origem e a inserção do ligamento cruzado cranial foram $1,14 \pm 0,07$ e $1,13 \pm 0,04$ para as projeções em estação e em decúbito lateral, respectivamente. E para a distância entre o EMT e o ECF foram, os

34 valores médios normalizados foram $0,04 \pm 0,03$ e $0,16 \pm 0,04$ para projeções em estação
35 e em decúbito lateral, respectivamente. Os ângulos obtidos em projeção lateromedial
36 (estação) e na mediolateral (decúbito lateral) pelo avaliador mais experiente (Avaliador
37 A) não apresentaram diferença significativa, entretanto para avaliador menos experiente
38 (Avaliador B) foi observado diferença significativa. Na comparação entre avaliadores,
39 foi encontrado diferença significativa no APT mensurado com paciente em estação e
40 ausência de diferença significativa no posicionamento em decúbito lateral. Conclui-se
41 que a avaliação em estação do deslocamento tibial cranial, com ambas as técnicas
42 utilizadas, é passível de execução. A variação encontrada entre ângulos na projeção
43 convencional e em estação neste trabalho pode ser considerada excessiva, tornando a
44 projeção em estação inadequada para a mensuração do ângulo com finalidade de
45 planejamento cirúrgico.

46 Palavras chave: ruptura, radiografia, ligamento, estação

47

48 **INTRODUÇÃO**

49 A ruptura do ligamento cruzado cranial (RLCCr) é problema comum em cães [22] e
50 causa acentuada instabilidade craniocaudal da articulação do joelho [10]. Dois testes
51 físicos para diagnóstico da instabilidade do joelho em casos de ruptura do ligamento
52 cruzado cranial foram descritos e são amplamente utilizados: o teste de compressão
53 tibial (TCT) e teste de gaveta cranial (TGC), sendo sugerido que o teste de gaveta, sem
54 sedação, é o mais utilizado [5]. No entanto a sensibilidade e especificidade destes testes
55 são questionadas, pela falha em diagnosticar consistentemente a RLCCr, tanto em
56 pacientes conscientes como em sedados [5]. De acordo com Bogaerts *et al* [2], a
57 quantidade de compressão pode variar dependendo do avaliador que realiza o teste,
58 podendo influenciar a magnitude do deslocamento cranial da tíbia. O exame
59 radiográfico do joelho sob estresse, ou seja

60 , com compressão tibial (TCT), é utilizado para visualizar a instabilidade da articulação
61 do joelho por translação tibial [2]. Este teste revelou uma precisão de 98% no
62 diagnóstico da RLCCr [22]. A osteotomia de nivelamento do platô tibial (TPLO) é uma
63 das mais utilizadas para correção da RLCCr e para sua realização deve-se determinar o
64 ângulo do platô tibial (APT) [1]. O objetivo deste estudo foi investigar o uso de duas
65 técnicas de mensuração do deslocamento cranial da tíbia em cães na projeção
66 lateromedial (estação), comparando com a projeção mediolateral (decúbito lateral) e

67 comparar a mensuração do ângulo do platô tibial na projeção lateromedial e na projeção
68 mediolateral.

69 MATERIAL E MÉTODOS

70 *Animais*

71 Foram utilizados neste experimento 35 cães, com prévia aprovação da Comissão
72 de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, de
73 raças diversas, com idade igual ou maior que um ano, machos ou fêmeas, sem sinais
74 clínicos e físicos de ruptura do ligamento cruzado cranial, com altura mínima para
75 colocação do chassi radiográfico entre os membros pélvicos, provenientes do
76 atendimento clínico ou cirúrgico do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade
77 Federal do Rio Grande do Sul (HCV-UFRGS) depois da devida autorização do tutor do
78 animal, por meio da assinatura do formulário de consentimento livre e esclarecido.

79

80 *Confecção de suporte para chassi radiográfico*

81 Para realização das radiografias lateromedial (estação) foi confeccionado um
82 suporte para a fixação do chassi radiográfico. O suporte foi confeccionado utilizando-se
83 da manufatura aditiva com projeto inicial da peça pelo software solid works. A
84 impressora 3D utilizada foi uma GTMax 3D Core A1 Dual. Foi utilizado um fio ABS
85 (Acrilonitrila Butadieno Estireno) de 1,75 mm. O preenchimento da peça ficou em 25%,
86 o que proporcionou boa resistência mecânica e maior rapidez de produção (Figura 1).

87

88 *Exames Radiográficos*

89 Os exames radiográficos mediolateral (decúbito lateral) foram realizados em
90 aparelho de raio-x fixo (Siemens Multix B - 500mA) e as radiografias em estação foram
91 adquiridas com gerador de radiografia portátil (R 72 S DHHS - Ralco/Sedecal). As
92 imagens foram obtidas a partir de chassis para leitura computadorizada (imaging plate).
93 Os fatores de exposição para todas as projeções foram baseados na espessura da
94 musculatura ao redor do joelho para cada paciente, individualmente. Foram utilizadas
95 três tamanhos de chassi para leitura computadorizada (imaging plate): 18 cm por 24 cm,
96 24 cm por 30 cm e 34 cm por 43 cm. Todas as imagens foram obtidas com uma
97 distância fonte-imagem de 100 cm com base em dispositivos de medição associados a
98 cada unidade de imagem. Foram realizadas radiografias em projeção lateromedial e
99 mediolateral dos dois membros pélvicos, esquerdo e direito, de cada animal.

100 O exame radiográfico mediolateral foi realizado como descrito anteriormente
101 [24]. O feixe de radiação (colimação) foi centralizado na articulação do joelho
102 perpendicular ao cassete radiográfico e colimado para incluir a tíbia inteira, a
103 articulação tibiotársica e um marcador radiográfico medindo 2,54 cm (Figura 2). E para
104 o exame radiográfico lateromedial (estação) foi permitido que os cães assumissem uma
105 posição confortável em estação no chão, sem sedação e o cassete radiográfico (image
106 plate) foi posicionado entre e paralelamente aos membros pélvicos e perpendicular ao
107 chão, com auxílio do suporte confeccionado para este objetivo. O feixe radiográfico foi
108 centralizado na articulação do joelho, perpendicular ao cassete radiográfico, e colimado
109 para incluir a tíbia inteira, a articulação tibiotársica e marcador radiográfico esférico
110 com diâmetro de 2,54 cm (Figura 3).

111

112 *Mensurações*

113 O comprimento do côndilo tibial medial (linha vermelha - Figura 4) foi
114 mensurado em todas as imagens em ambas as projeções, conforme descrito
115 anteriormente [6], com a finalidade de obter um fator de correção, a fim de eliminar as
116 diferenças entre os tamanhos dos animais. Para isso, os valores encontrados em cada
117 projeção e mensuração foram divididos pelo comprimento do côndilo e essa medida foi
118 denominada LCCrd normalizado e DIC normalizado.

119 A distância interconfilar (DIC) foi definida como a distância entre o eixo
120 mecânico da tíbia (EMT) e o eixo condilar femoral (ECF) conforme descrito
121 anteriormente [6] (Figura 5).

122 Para a distância entre ponto de origem e ponto de inserção do ligamento cruzado
123 cranial foram utilizados os pontos de origem e inserção do LCCr descritos anteriormente
124 [10]. Se os côndilos não estivessem bem sobrepostos, um ponto médio entre os pontos
125 de origem de cada côndilo foi determinado. A origem era então definida como o ponto
126 médio entre esse dois pontos (Figura 5).

127 *Análise Estatística*

128 As variáveis foram avaliadas usando o software comercial IBM SPSS Statistics
129 software, versão 22.0 (IBM Corp. Armonk, 2013). LCCrd e DIC foram considerados
130 como variáveis dependentes. Os membros (direito ou esquerdo) e projeção (estação ou
131 decúbito lateral) foram considerados como variáveis independentes. As variáveis
132 dependentes foram avaliadas quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Os
133 dados sem distribuição normal foram submetidos à transformação de potência BOX

134 COX, e aqueles que ainda não atingiram a normalidade por este método foram
135 avaliados por estatística não paramétrica. As variáveis paramétricas foram analisadas
136 por ANOVA one-way e descritas como médias e desvios-padrão, com teste post-hoc de
137 Bonferroni. Os não paramétricos foram analisados com o teste U de Mann Whitney e
138 descritos como mediana, intervalo mínimo e máximo. $P \leq 0,05$ foram considerados
139 significativos para todos os testes de hipótese.

140

141

RESULTADOS

142

143 **Animais** - 70 membros pélvicos (35 esquerdos e 35 direitos) de 35 animais
144 foram incluídos. Onze machos e 24 fêmeas com peso médio de $17 \pm 9,16$ Kg e com
145 idade média de $3 \pm 2,82$ anos. As raças representadas foram SRD (24), Ovelheiro
146 Gaúcho (4), Pastor de Mollinois (2), Australian (1), Rottweiler (1), Labrador (1), Border
147 Collie (1) e Dálmata (1).

148

149 **Posicionamento em estação** - de maneira geral os pacientes ficaram
150 confortáveis durante o posicionamento em estação, aceitando a colocação do chassi
151 radiográfico entre os membros. Alguns animais demonstravam leve desconforto caso o
152 chassi encostasse no abdome. Uma pessoa deve ficar posicionada na frente do paciente
153 para contenção do mesmo. Uma segunda pessoa deve posicionar o chassi acoplado ao
154 suporte entre os membros pélvicos, não sendo necessário, para a maioria dos pacientes,
155 auxílio para contenção em região caudal do animal ou para estabilização da placa. Dos
156 pacientes selecionados para participar do projeto apenas um animal não aceitou a
157 manipulação para o posicionamento em estação, não sendo incluído no projeto. De
158 maneira geral foram necessárias duas pessoas na sala de exame para realização deste
estudo, uma contendo o paciente e outra posicionando e disparando o emissor.

159

160 **Posicionamento em decúbito lateral** - para o posicionamento em decúbito
161 lateral foi observado maior desconforto e relutância dos animais. A compressão tibial
162 gerou bastante desconforto e foram necessárias 3 pessoas para a realização do exame.
163 Uma pessoa contendo o animal junto a cabeça, uma segunda pessoa para segurar o
164 paciente em decúbito lateral e abduzir o membro contralateral ao decúbito e uma
165 terceira pessoa para realizar o posicionamento do membro avaliado (flexão a 90° e
compressão tibial/flexão do tarso).

166

167 **Deslocamento cranial da tibia** - Não houve diferença significativa entre as
projeções em estação e em decúbito lateral para o LCCrd ($P = 0,887$) com valor médio

168 de $1,14 \pm 0,07$ e $1,13 \pm 0,04$, respectivamente. A DIC apresentou diferença significativa
169 ($P < 0,05$) entre as projeções em estação e convencional, apresentando valor médio de
170 $0,04 \pm 0,03$ e $0,16 \pm 0,04$, respectivamente. Valores médios, mediana, mínimo e
171 máximo para o LCCrd e DIC estão representados na Tabela 1.

172 Na mensuração LCCrd não houve diferença significativa entre os membros
173 direito e esquerdo para a projeção em estação ($P = 0,330$) e para a projeção em decúbito
174 lateral ($P = 0,215$). Os valores médios, mediana, mínimo e máximo para membro
175 esquerdo e direito estão demonstrados na Tabela 2.

176 Na mensuração DIC não houve diferença significativa entre os membros direito
177 e esquerdo para a projeção em estação ($P = 0,765$) e em decúbito lateral ($P = 0,480$). Os
178 valores médios, mediana, mínimo e máximo para membro esquerdo e direito estão
179 demonstrados na Tabela 3.

180

DISCUSSÃO

181

182 Neste trabalho foram avaliadas duas técnicas de mensuração para acessar o
183 deslocamento cranial da tíbia comparando a projeção lateromedial (em estação) e a
184 mediolateral (decúbito lateral) em cães sem sinais de ruptura de ligamento cruzado
185 cranial. As técnicas de mensuração avaliadas foram: a distância entre os pontos de
186 inserção e de origem do ligamento cruzado cranial (LCCrd) e a distância entre o eixo
187 mecânico da tíbia e o eixo definido como eixo condilar (DIC). Foi possível mensurar o
188 deslocamento com ambas as técnicas e nas duas projeções.

189

Foram escolhidas para este trabalho as projeções mediolateral (decúbito
190 lateral), com o joelho e tarso flexionados a 90° , e lateromedial (estação). A projeção
191 mediolateral com joelho flexionado a 90° é o posicionamento utilizado para a
192 radiografia com compressão tibial [22] e com o joelho e tarso flexionados a 90° é o
193 mais aplicado para planejamento de osteotomias, como a TPLO, pois o plano sagital
194 permite melhor visibilidade dos pontos de referência [3]. Já a projeção lateromedial
195 (estação) representa o posicionamento natural do animal e do membro. O ângulo médio
196 da articulação do joelho de cães em estação é, em média, 135° [17], porém pode variar
197 entre 124° e 155° [21].

198

O LCCrd foi significativamente maior que o DIC, essa diferença se deve ao fato
199 das duas técnicas de mensuração serem baseadas em pontos anatômicos diferentes. A
200 medição do DIC é baseada em um ponto femoral que está localizado cranial à fixação

201 femoral do LCCr e um ponto tibial que está localizado caudal à fixação tibial do LCCr
202 [6].

203 O comprimento do ligamento não teve diferença significativa nas projeções
204 mediolateral (decúbito lateral) e lateromedial (estação). Esse achado se deve ao fato de
205 os pontos de inserção e origem do ligamento são isométricos, não havendo mudança
206 significativa na distância em diferentes ângulos de flexão do joelho [12,14].

207 Por outro lado o eixo femoral e o eixo mecânico da tibia não se encontram em
208 pontos isométricos, resultando em diferença entre as duas projeções, apresentando
209 maior distância entre os pontos na projeção mediolateral (decúbito lateral) quando
210 comparada com a projeção lateromedial (estação). Ambas as projeções apresentaram
211 desvio padrão alto, o que significa que há bastante variação entre os valores obtidos
212 tanto para a projeção lateromedial (estação) como para a mediolateral (decúbito lateral).
213 Essa variação pode estar associada a diferenças encontradas na conformação dos
214 côndilos femorais, que podem ser mais arredondados ou com formato projetado mais
215 caudalmente [9], podendo causar diferença no ponto central do côndilo e
216 conseqüentemente no eixo femoral. A geometria do côndilo femoral possibilita
217 deslocamento de 180° ao longo da tibia [13] e durante a flexão e extensão da articulação
218 do joelho, os côndilos femorais se movem cranialmente quando estendido e
219 caudalmente quando flexionado, em relação ao platô tibial [23] e essa mudança de
220 posicionamento também pode causar diferenças no eixo femoral.

221 No presente trabalho as angulações das projeções em estação não foram
222 mensuradas e foi permitido ao paciente encontrar a angulação de maior conforto. De
223 acordo com Rochat, Payton e Watson [21], o ângulo em estação pode variar de 124° a
224 155°, essa variação também pode ter influenciado na amplitude maior de valores
225 encontrados para a medida DIC, já que a mudança na angulação do joelho pode gerar
226 diferença na distância entre pontos não isométricos [14]. Da mesma maneira a
227 angulação da projeção mediolateral também não foi mensurada, sendo realizada de
228 forma subjetiva e podendo gerar maior variação entre os animais.

229 As técnicas foram estudadas em animais sem sinais de lesão no LCCr, neste
230 estudo não foi mensurado o deslocamento sem aplicação de estresse em projeção
231 mediolateral e sem apoio em estação, no entanto Korvick; Pijanowski e Schaeffer [13]
232 encontraram em cães sem RLCCr translação máxima de 1 mm em testes passivos e
233 translação de até 2 mm na avaliação dinâmica, sendo assim pode ser esperado uma
234 translação mínima fisiológica em pacientes hígidos.

235 Nas duas técnicas de avaliação de deslocamento cranial da tíbia (DIC e LCCrd),
236 os valores mensurados não evidenciaram diferença significativa entre os membros
237 direito e esquerdo, tanto na projeção mediolateral (decúbito lateral) quanto lateromedial
238 (estação). Sendo assim, em casos de ruptura unilateral, seria possível determinar o
239 deslocamento cranial da tíbia sem RLCCr no membro sadio e obter a magnitude do
240 deslocamento cranial da tíbia do membro afetado e, conseqüentemente, confirmar o
241 diagnóstico de RLCCr.

242 Estudos prévios conseguiram avaliar o deslocamento cranial com ambas as
243 técnicas. Kim, Lewis e Pozzi [11] não encontraram diferença para o LCCrd entre o
244 membro não afetado em estação (com apoio) e o membro afetado sobre a mesa (joelho a
245 135°) sem compressão tibial. Quando compararam o membro com ruptura na mesa
246 (joelho a 135°) sem compressão tibial e com o mesmo membro com apoio (em estação)
247 consideraram diferença de 2 mm como indicativo de RLCCr. Castaneda; Hudson e
248 Beale [6] encontraram para o LCCrd normalizado diferença entre o LCCr intacto e
249 rompido parcialmente de $0,030 \pm 0,044$ e entre parcialmente rompido e completamente
250 rompido de $0,140 \pm 0,104$. No DIC obtiveram uma diferença de $0,035 \pm 0,054$ entre o
251 ligamento intacto e parcialmente rompido e $0,116 \pm 0,114$ entre o ligamento
252 parcialmente rompido e totalmente rompido.

253 Cães com RLCCr tendem a não apoiar todo o peso no membro acometido, o que
254 poderia afetar a angulação do joelho e o deslocamento da tibia, tanto no membro
255 afetado como no membro contralateral. O membro lesionado tende a ficar mais
256 flexionado e o membro contralateral sofre maior variação na angulação quando
257 comparado com todos os membros apoiados [21]. Portanto a aplicação do DIC
258 contralateral em estação deve ser avaliada com cautela, visto que a mudança na
259 angulação pode gerar mudança na DIC. Uma alternativa caso o animal não apoie o
260 membro lesionado, seria, durante o exame, tirar o apoio do membro não acometido,
261 forçando o apoio no membro com RLCCr, porém isto não foi avaliado neste estudo.

262 Diversos trabalhos foram descritos com o objetivo de quantificar o deslocamento
263 cranial da tíbia e realizar o diagnóstico da RLCCr. Trabalhos utilizando dispositivos
264 para fixação do fêmur e controle de força aplicada sobre a tíbia foram desenvolvidos,
265 ambos mantendo o joelho flexionado a 135° [15, 24]. Alguns trabalhos utilizaram a
266 radiografia e mensuraram o deslocamento cranial da tíbia em estação [11] e em
267 movimento, avaliando o deslocamento dinamicamente [13]. Outros trabalhos também
268 tiveram como finalidade quantificar a translação cranial da tíbia em relação ao fêmur,

269 porém utilizando o exame radiográfico sob estresse e em peças de cadáver [6, 10, 16,
270 25]. Entretanto, o teste em cadáveres pode não incluir a tensão muscular normal e não
271 representar o cão vivo no ambiente. Já para o diagnóstico com o uso de dispositivos
272 para realizar a translação cranial, é necessário, além da aquisição do dispositivo, a
273 sedação do paciente. A avaliação em estação permite posição e carga próximo do
274 fisiológico, onde o deslocamento cranial da tíbia em cães com ruptura será mais
275 fidedigno ao que ocorre quando o paciente está na fase de apoio do passo, eliminando
276 possíveis diferenças na força aplicada pelo avaliador e sem a necessidade de sedação. É
277 durante o final do passo e no apoio que o desvio cranial da tíbia em cães é maior [13].

278 O posicionamento em estação não permite contenção precisa do paciente, sendo
279 importante que o animal aceite ficar em estação com mínima manipulação, portanto
280 deve ser colaborativo e ficar em estação e imóvel tempo suficiente para realização do
281 exame. A contenção para o exame em estação, caso o animal seja colaborativo e com
282 auxílio do suporte para o chassi radiográfico pode ser realizada apenas por uma pessoa,
283 consequentemente expondo menor número de pessoas à radiação e a pessoa que está
284 contendo o animal se mantém mais afastada do feixe. Diferentemente do exame
285 radiográfico mediolateral, onde será necessário maior número de pessoas expostas e
286 mais próximas do feixe radiográfico.

287 Uma limitação deste estudo foi a não mensuração do ângulo dos
288 posicionamentos, já que o posicionamento do cassete radiográfico na face medial da
289 coxa no posicionamento em estação impede a visualização da articulação coxofemoral,
290 essencial para a mensuração do ângulo de flexão do joelho. Com a ausência deste dado
291 não foi possível avaliar a influência da ângulação sobre as mensurações. Como
292 sugestões para trabalhos futuros sugere-se: a avaliação em estação das técnicas de
293 mensuração em cães com ruptura do ligamento cruzado cranial, validação do uso do
294 membro contralateral como referência e definir o valor normalizado para LCCrd como
295 ponto de corte para diagnóstico da RLCCr.

296

297 **CONCLUSÃO**

298 Conclui-se que a avaliação em estação do deslocamento tibial cranial, com
299 ambas as técnicas utilizadas, é passível de execução. O uso do suporte para o chassi
300 radiográfico na projeção lateromedial (estação) elimina a necessidade de uma pessoa
301 segurando o chassi radiográfico.

302

REFERÊNCIAS

303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336

- 1 **BERGH, M. S. & PEIRONE, B. 2012.** Complications of tibial plateau levelling osteotomy in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. (25): 349–358.
- 2 **BOGAERTS, E., VAN DER VEKENS, E., VERHOEVEN, G., DE ROOSTER, H., VAN RYSEN, B., SAMOY, Y., PUTCUYPS, I., VAN TILBURG, J., DEVRIENDT, N., WEEKERS, F. BERTAL, M., HOUELLIER, B., SCHEEMAER, S., VERSTEKEN, J., LAMERAND, M., FEENSTRA, L., PEELMAN, L., VAN NIEUWERBURGH, F., SAUNDERS, J. H., BROECKX, B. J. G. & BROECKX, B. J. G. 2018.** Intraobserver and interobserver agreement on the radiographical diagnosis of canine cranial cruciate ligament rupture. *Veterinary Record*. 182(17): 484–484.
- 3 **BUIRKLE, C. L., AULAKH, K. S., GINES, J. A., RADEMACHER, N., LIU, C.C. & BARNES, K. 2019.** Effect of tibial rotation on the tibial plateau angle measurement in dogs: An ex vivo study. *Veterinary Surgery*. (48): 1-9.
- 4 **CAPELASSO, S. M., ZANATTA, R., LEMOS, R. S., SANTOS, M. D., SILVA, F. M., FREITAS, S. H., AMUDEI A.M., FERRIGNO C.R.A., DOWER N.M.B. & YAMAUCHI, K. C. I. 2017.** Influência do posicionamento radiográfico no cálculo interobservador do ângulo do platô tibial em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 69(6): 1456–1460.
- 5 **CAROBBI, B. & NESS, M. G. 2009.** Preliminary study evaluating tests used to diagnose canine cranial cruciate ligament failure. *Journal of Small Animal Practice*, 50(5): 224–226.
- 6 **CASTANEDA, K. A.; HUDSON, C. C.; BEALE, B. S. 2018.** Ex vivo preliminary investigation of radiographic quantitative assessment of cranial tibial displacement at varying degrees of canine stifle flexion with or without an intact cranial cruciate ligament. *BMC Veterinary Research*. 14 (270): 1–9.

- 337 **7 CAYLOR, K., ZUMPANO, C., EVANS, L., & MOORE, R. 2001.** Intra- and
338 interobserver measurement variability of tibial plateau slope from lateral radiographs
339 in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*. 37(3): 263–268.
340
- 341 **8 DISMUKES, D. I., TOMLINSON, J. L., FOX, D. B., COOK, J. L., &**
342 **WITSBERGER, T. H. 2008.** Radiographic Measurement of Canine Tibial Angles
343 in the Sagittal Plane. *Veterinary Surgery*. 37(3): 300–305.
344
- 345 **9 Guerrero, T. G., Geyer, H., Hässig, M., & Montavon, P. M. 2007.** Effect of
346 conformation of the distal portion of the femur and proximal portion of the tibia on
347 the pathogenesis of cranial cruciate ligament disease in dogs. *American Journal of*
348 *Veterinary Research*. 68(12): 1332–1337.
- 349 **10 Kim, S. E., Lewis, D. D., Pozzi, A., Seibert, R. L., & Winter, M. D.**
350 **2011.** Radiographic quantitative assessment of cranial tibial subluxation before and
351 after tibial plateau leveling osteotomy in dogs. *American Journal of Veterinary*
352 *Research*. 72(3): 410–416.
353
- 354 **11 KIM, S. E., LEWIS, D. D., & POZZI, A. 2012.** Effect of Tibial Plateau Leveling
355 Osteotomy on Femorotibial Subluxation: In Vivo Analysis during Standing.
356 *Veterinary Surgery*. 41(4): 465–470.
357
- 358 **12 KIM, S. E., POZZI, A., BANKS, S. A., CONRAD, B. P., & LEWIS, D. D. 2009.**
359 Effect of Tibial Plateau Leveling Osteotomy on Femorotibial Contact Mechanics and
360 Stifle Kinematics. *Veterinary Surgery*. 38(1): 23–32.
361
- 362 **13 KORVICK, D.L.; PIJANOWSKI, G.J.; SCHAEFFER, D.J. 1994.** Three-
363 dimensional Kinematics of the Intact and Cranial Cruciate Ligament-Deficient Stifle
364 of Dogs. *Journal of Biomechanics*. 27(1): 77-97.
365
- 366 **14 KUE, J., GEMMA, J., & ROE, S. 2008.** Isometry of potential suture attachment
367 sites for the cranial cruciate ligament deficient canine stifle. *Veterinary and*
368 *Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 21(03): 215–220.
369

- 370 **15 LOPEZ, M. J., HAGQUIST, W., JEFFREY, S. L., GILBERSTON, S. &**
371 **MARKEL; M. D. 2004.** Instrumental Measurement of in Vivo Anterior-Posterior
372 Translation in the Canine Knee to Assess Anterior Cruciate Integrity. *Journal of*
373 *Orthopaedic.* (22):949-954.
374
- 375 **16 OBER, C. A., FACTOR, G., MEINER, Y., SEGEV, G., SHIPOV A., &**
376 **MILGRAM, J. 2019.** Influence of tibial plateau leveling osteotomy and tibial
377 tuberosity advancement on passive laxity of the cranial cruciate deficient stifle in
378 dogs. *Veterinary Surgery.* (48): 401–407.
379
- 380 **17 OCAL, M. K.; SEVIL-KILIMCI, F. & YILDIRIM, I. G. 2012.** Geometry of the
381 femoral condyles in dogs. *Veterinary Research Communications.* 36 (1): 1–6.
382
- 383 **18 OCAL, M. K., & SABANCI, S. S. 2014.** Lateral and medial tibial plateau angles in
384 normal dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology.* 27(02):
385 135–140.
386
- 387 **19 REIF, U., DEJARDIN, L. M., PROBST, C. W., DECAMP, C. E., FLO, G. L., &**
388 **JOHNSON, A. L. 2004.** Influence of Limb Positioning and Measurement Method
389 on the Magnitude of the Tibial Plateau Angle. *Veterinary Surger.* 33(4): 368–375.
390
- 391 **20 RITTER, M. J., PERRY, R. L., OLIVIER, N. B., KIM, S. Y., & DEJARDIN, L.**
392 **M. 2007.** Tibial Plateau Symmetry and the Effect of Osteophytosis on Tibial Plateau
393 Angle Measurements. *Journal of the American Animal Hospital Association.* 43(2),
394 93–98.
395
- 396 **21 ROCHAT, M., PAYTON, M., & WATSON, C. 2003.** Effect of weight bearing on
397 the joint angles of the fore- and hind limb of the dog . *Veterinary and Comparative*
398 *Orthopaedics and Traumatology.* 16(04): 250–254.
399
- 400 **22 DE ROOSTER, H., VAN RYSSEN, B., & VAN BREE, H. 1998.** Diagnosis of
401 cranial cruciate ligament injury in dogs by tibial compression radiography.
402 *Veterinary Record.* 142(14): 366–368.
403

404 **23 SELMI, A. L., & FILHO, J. G. P. 2001.** Rupture of the cranial cruciate ligament
 405 associated with deformity of the proximal tibia in five dogs. *Journal of Small Animal*
 406 *Practice*. 42(8): 390–393.

407

408 **24 TAMBELLA, A. M., OMINI, L., ATTILI, A. R., VULLO, C., & MARTIN, S.**
 409 **2020.** Evaluation of cranial tibial translation in dogs: Diagnostic accuracy of
 410 radiographic method using a simple device. *PLOS ONE*, 15(2).

411

412 **25 WARZEE, C. C., DEJARDIN, L. M., ARNOCZKY, S. P., & PERRY, R. L.**
 413 **2001.** Effect of Tibial Plateau Leveling on Cranial and Caudal Tibial Thrusts in
 414 Canine Cranial Cruciate–Deficient Stifles: An In Vitro Experimental Study.
 415 *Veterinary Surgery*. 30: 278–286.

416

417

418

419

TABELAS DO ARTIGO

420

421 Tabela 1 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo das mensurações LCCrd e DIC e
 422 para projeção em estação e em decúbito lateral do joelho de cão.

	LCCrd		DIC	
	MEDIA ± DP	MEDIANA (MAX-MIN)	MEDIA ± DP	MEDIANA (MAX-MIN)
ESTAÇÃO	1,14 ±0,07	1,13 (1,33-0,99)	0,04 ±0,03	0,03 (0,16-0)
DECÚBITO LATERAL	1,13 ±0,04	1,13 (1,34-1,04)	0,16±0,04	0,16 (0,26 -0,05)

423 LCCrd: distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial. DIC: distância intercondilar

424

425 Tabela 2 Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e
 426 esquerdo para projeção em estação e convencional na mensuração LCCrd do joelho de cães.

LCCrd	ESTAÇÃO		DECÚBITO LATERAL	
	DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO
MEDIA ± DP	1,13 ± 0,06	1,15 ± 0,09	1,14 ± 0,05	1,13 ± 0,03

MEDIANA (MAX-MIN)	1,12 (1,28-1,01)	1,14 (1,33-0,99)	1,12 (1,34-1,04)	1,13 (1,21-1,06)
------------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

427 LCCrd: distância entre inserção e origem do ligamento cruzado cranial.

428

429 Tabela 3. Comparação entre valores médios, mediana, mínimo e máximo entre membros direito e
430 esquerdo para projeção em estação e convencional na mensuração DIC

DIC	ESTAÇÃO		DECÚBITO LATERAL	
	DIREITO	ESQUERDO	DIREITO	ESQUERDO
MEDIA ± DP	0,04±0,03	0,04±0,03	0,16±0,04	0,17±0,04
MEDIANA (MAX-MIN)	0,04 (0,10-0)	0,03(0,16-0)	0,15 (0,24-0,05)	0,17(0,26-0,06)

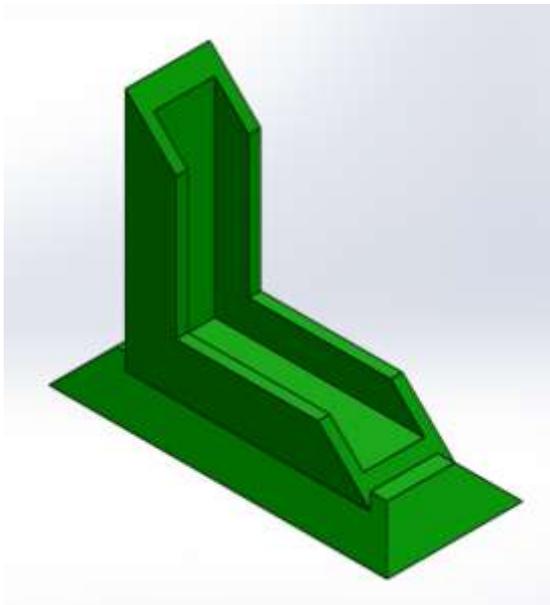
431 DIC: distância intercondilar

432

433

434

FIGURAS DO ARTIGO



435

436 Figura 1. Suporte para Chassi Radiográfico

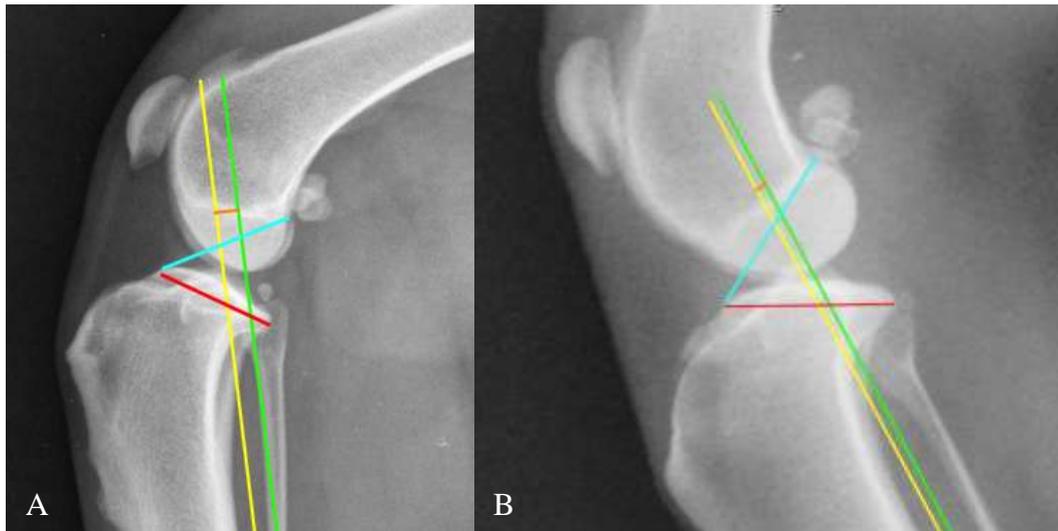
437



438
 439 | Figura 2 A: Posicionamento em decúbito lateral do membro
 440 | pélvico de cão. B: Imagem radiográfica em projeção
 441 | mediolateral (decúbito lateral) do membro pélvico de cão.
 442
 443 |



444
 445 | Figura 3. A: Posicionamento radiográfico em estação do membro pélvico de cão. B:
 446 | Imagem radiográfica em projeção lateromedial (estação) do membro pélvico de cão.



447
 448 Figura 4. A: projeção mediolateral (decúbito lateral). B: projeção lateromedial (estação). Linha
 449 amarela: eixo mecânico tibial (EMT). Linha verde: eixo condilar femoral (ECF). Linha laranja:
 450 Distância intercondilar (DIC). Linha azul: distância entre origem e inserção do ligamento cruzado
 451 cranial (LCCrd). Linha vermelha: comprimento do côndilo medial da tibia.
 452



453
 454 Figura5. A: Projeção mediolateral. B. Projeção lateromedial. Círculo
 455 verde: círculo de melhor ajuste ao talus. Linha Amarela: eixo mecânico da
 456 tibia. Círculo roxo: círculo de melhor ajuste ao côndilo femoral.