

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ANÁLISE DE APLICABILIDADE DE NOVO DISPOSITIVO
ROSCADO PARA
TRANSPOSIÇÃO DE TUBEROSIDADE DA TÍBIA EM CÃES**

Hugo Augusto Mendonça Canelas

Médico Veterinário

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ANÁLISE DE APLICABILIDADE DE NOVO DISPOSITIVO
ROSCADO PARA
TRANSPOSIÇÃO DE TUBEROSIDADE DA TÍBIA EM CÃES.**

Discente: Hugo Augusto Mendonça Canelas

Orientador: Dr. Bruno Watanabe Minto

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias.

C221a

Canelas, Hugo Augusto Mendonça

Análise de aplicabilidade de novo dispositivo roscado para transposição de tuberosidade da tíbia em cães / Hugo Augusto Mendonça Canelas. -- Jaboticabal, 2026

38 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: Bruno Watanabe Minto

1. Cirurgia experimental. 2. Implantes ortopédicos. 3. Ortopedia veterinária. I. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

O estudo “Análise da Aplicabilidade de Novo Dispositivo Roscado para Transposição de Tuberosidade da Tíbia em cães” corrobora com a inovação tecnológica aplicada à saúde veterinária e ao bem-estar animal. A criação de um novo dispositivo cirúrgico pode proporcionar maior eficiência nos procedimentos ortopédicos em cães, contribuindo para a recuperação dos animais e melhorando sua qualidade de vida. Ademais, o estudo gera repercussões positivas para a sociedade ao tornar a Medicina Veterinária mais robusta, incentivar pesquisas, contribuindo para o avanço de tecnologias e insumos voltadas à saúde animal.

POTENCIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

The study entitled “Applicability analysis of a novel threaded device for tibial tuberosity transposition in dogs.” contributes to technological innovation in veterinary healthcare and animal welfare. The development of a novel surgical device may provide greater efficiency in canine orthopedic procedures, thereby promoting animal recovery and enhancing quality of life. Furthermore, this study yields positive societal impacts by strengthening veterinary medicine, encouraging future research, and fostering the advancement of technologies and supplies tailored to animal health.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ANÁLISE DE APLICABILIDADE DE NOVO DISPOSITIVO ROSCADO PARA TRANSPOSIÇÃO DE TUBEROSIDADE DA TÍBIA EM CÃES

AUTOR: HUGO AUGUSTO MENDONÇA CANELAS

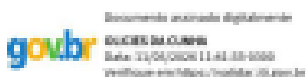
ORIENTADOR: BRUNO WATANABE MINTO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Veterinárias, área: Saúde Animal pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO (Participação Presencial)

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV



Prof. Dr. OLUCIES DA CUNHA (Participação Virtual)

Departamento de Ciência Animal / Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Setor Párola/PR



Prof. Dr. LUÍS GUSTAVO GOSSIEN GONÇALVES DIAS (Participação Presencial)

Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / UNESP / Câmpus de Jaboticabal - FCAV

Jaboticabal, 06 de maio de 2026.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Hugo Augusto Mendonça Canelas, natural de Belém, Pará, nascido em 25 de junho de 1998. Bacharel em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), situada em Belém, Pará, tendo iniciado o curso no ano de 2016 e finalizado no ano de 2021. Em 2022 iniciou o Programa de Residência Multiprofissional, com ênfase em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais, no Hospital Veterinário Mário Dias Teixeira (HOVET/UFRA). Além disso possui Pós-Graduação em Ortopedia e Neurocirurgia pela Associação ANCLIVEPA-SP. Atualmente, realiza mestrado acadêmico em Ciências Veterinárias com bolsa FAPESP, com ênfase em Ortopedia e Neurocirurgia Veterinária, sob orientação do Prof. Assoc. Bruno Watanabe Minto, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus Jaboticabal.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.” –
Madre Teresa de Calcutá

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de dedicar esse trabalho e agradecer a Deus, que sempre me acompanhou, nunca me deixou desamparado e acreditou em mim, mesmo quando eu não acreditava.

Acima de tudo, agradecer à minha mãe e ao meu pai por acreditarem em mim e me estimularem a sempre procurar conhecimento e ser o melhor na minha área.

À Amanda Barros Ribeiro, que sempre me apoia e cuida de mim. Sinto-me muito privilegiado em encontrar em você, a pessoa com quem quero compartilhar todos os dias da minha vida. Obrigado por ser meu porto seguro nos dias de tempestade.

Aos amigos que mesmo estando há mais de 2.000 km de distância sempre me apoiaram, e foram verdadeiros amigos tanto em momentos bons quanto ruins: Luan Dias (“Biesto”), Maria Eduarda (“DUDA”), Vanessa Nascimento, Eriko Soares (“Fresh Prince”), Pedro Victor (“PV”). Seria injusto não dedicar esse trabalho também, aos amigos que fiz em Jaboticabal durante minha jornada acadêmica aos quais tenho grande admiração: Gabriel Crippa, Diego, João Antônio, Kelly Gomes, Matheus, Victória, Juanitta, Elaine, Guilherme, Andressa e Murilo.

Aos funcionários da UNESP de Jaboticabal, da portaria ao Hospital Veterinário, vocês são a engrenagem principal e insubstituível para que a Universidade funcione.

Ao setor de Ortopedia e Neurocirurgia, em especial professor Bruno Watanabe Minto e professor Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, pelas oportunidades e ensinamentos diários.

Ao meu filho de 4 patas Duque, que virou estrelinha ano passado depois de 17 anos ao meu lado. E o principal motivo de eu ter escolhido a Medicina Veterinária, o pai te ama eternamente e jamais será esquecido.

Ao Prof. Dr. Leony Soares Marinho, meu “pai acadêmico”, foi quem em despertou minha afinidade pela cirurgia veterinária de pequenos animais.

Ao Prof. Dr. Hamilton da Silva Pinto Jr. (*in memorian*) que me introduziu na ortopedia veterinária, apesar de você não estar mais nesse plano, o seu legado permanece.

Aos Cadáveres que foram utilizados na execução deste estudo, os quais foram tratados com todo o cuidado e honra que eles merecem.

Aos vivos, os quais eu tive a honra e privilégio de atender e operar. Com vocês, aprendi a ser tanto um profissional melhor, quanto um ser humano mais empático.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa de estudo e reserva técnica, que foram indispensáveis para a condução deste estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo 2023/13530-0)

À empresa ALDRIVET Ortopedia Veterinária que possibilitou a confecção do dispositivo e foi um importante apoio durante o presente estudo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	02
3. OBJETIVOS.....	05
3.1 Objetivos gerais.....	05
3.2 Objetivos específicos.....	05
4. JUSTIFICATIVA.....	06
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	06
5.1 Aspectos gerais.....	06
5.2 Descrição do dispositivo.....	06
5.3 Descrição do procedimento.....	07
5.4 Radiografias e variáveis.....	11
5.5 Estatística.....	12
6. RESULTADOS.....	13
6.1 Variáveis categóricas.....	13
6.2 Variáveis contínuas.....	16
7. DISCUSSÃO.....	18
8. CONCLUSÃO.....	21
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

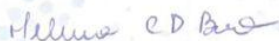
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “Análise de aplicabilidade de novo dispositivo roscado para transposição da tuberosidade da tíbia em cães”, protocolo nº 2311/2024, sob a responsabilidade do Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 15 de maio de 2024.

Vigência do Projeto	20/05/2024 a 07/03/2026
Espécie / Linhagem	<i>Canis familiares</i>
Nº de animais	20 animais
Peso / Idade	Não padronizado / entre 3 meses e 13 anos
Sexo	Não padronizado
Origem	Animais ex-vivo vindo ao óbito por causas não relacionadas ao projeto, originário do atendimento do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel” da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Jaboticabal

Jaboticabal, 15 de maio de 2024



Dra. Helena Cristina Delgado Brito
Coordenadora – CEUA

ANÁLISE DE APLICABILIDADE DE NOVO DISPOSITIVO ROSCADO PARA TRANSPOSIÇÃO DE TUBEROSIDADE DA TÍBIA EM CÃES

Resumo: A luxação patelar é uma das principais afecções da articulação fêmoro-tíbio-patelar canina. As causas da luxação patelar não foram totalmente esclarecidas, mas acredita-se que há envolvimento de fatores congênitos, genéticos e de desenvolvimento. A fisiopatologia é complexa e não completamente compreendida. Os procedimentos cirúrgicos mais comumente realizados são a trocleoplastia femoral, osteotomias corretivas femorais e a transposição da tuberosidade da tíbia, podendo esta ser realizada de duas maneiras: tibial tuberosity transposition (TTT), e tibial tuberosity transposition tool (TTTT®). O presente estudo teve como objetivo descrever a utilização de uma nova técnica, utilizando dispositivo dedicado para transpor a crista tibial, com facilidade de aplicação, permitindo mensurar com precisão a magnitude da translação. O trabalho foi executado utilizando um N de 20 cadáveres (40 joelhos) divididos em 3 grupos, sendo: grupo “A” realizada a técnica TTT; grupo “B” técnica TTTT® e o grupo “C” a nova técnica. Após isso, realizaram-se exames radiográficos utilizando as projeções craniocaudal e médio-lateral para avaliação do deslocamento da crista tibial por 3 avaliadores independentes. Ademais, uma avaliação entre os grupos foi realizada, levando em consideração fatores como: disposição dos implantes, tempo de execução, translação da crista tibial, dificuldades encontradas na aplicação das técnicas e complicações observadas em cada grupo. Os resultados refletiram que o novo dispositivo apresentou redução do tempo cirúrgico comparado a outras técnicas, precisão na transposição, menor uso de instrumentais, todavia, foram observadas intercorrências no grupo C, entre elas a fratura da tuberosidade da tíbia, atribuído ao porte do cadáver ou design desproporcional do implante. Apesar disso, conclui-se que a técnica de transposição da tuberosidade da tíbia utilizando o dispositivo dedicado pode indicar alternativa aplicável e exequível como técnica cirúrgica.

Palavras-Chave: Cirurgia experimental; Implantes ortopédicos; Ortopedia veterinária.

APPLICABILITY ANALYSIS OF A NOVEL THREADED DEVICE FOR TIBIAL TUBEROSITY TRANSPOSITION IN DOGS.

Abstract: Patellar luxation is one of the primary disorders affecting the canine femorotibial-patellar joint. While its etiology has not been fully elucidated, it is believed to involve congenital, genetic, and developmental factors. The pathophysiology is complex and not yet completely understood. The most commonly performed surgical procedures include femoral trochleoplasty, corrective femoral osteotomies, and tibial tuberosity transposition. The latter can be performed using different methodologies, such as the conventional Tibial Tuberosity Transposition (TTT) and the Tibial Tuberosity Transposition Tool (TTTT®). The present study aimed to describe a novel technique using a dedicated device designed to transpose the tibial crest with ease of application, allowing for precise measurement of the translation magnitude. The study was conducted using a sample of 20 cadavers (40 stifles) divided into three groups: Group A, submitted to the TTT technique; Group B, using the TTTT® technique; and Group C, utilizing the novel technique. Subsequently, radiographic examinations were performed using craniocaudal and mediolateral projections to evaluate the displacement of the tibial crest by three independent evaluators. Furthermore, an intergroup assessment was conducted, considering factors such as: implant placement, operative time, tibial crest translation, difficulties encountered during the application of the techniques and complications observed in each group. The results indicated that the novel device led to a reduction in surgical time compared to the other techniques, provided greater transposition precision, and required fewer instruments. However, complications were observed in Group C, including fractures of the tibial tuberosity, which were attributed to the size of the cadavers or disproportionate implant design. Nevertheless, it is concluded that the tibial tuberosity transposition technique using this dedicated device may represent a feasible and applicable alternative for surgical intervention.

Keywords: Experimental surgery; Orthopedic implantes; Veterinary orthopedics.

1. INTRODUÇÃO

A luxação da patela é uma das principais afecções da articulação fêmoro-tíbio-patelar canina, (Digeovani et.al, 2023). O mau posicionamento da patela, lateral ou medial, envolve um conjunto de mecanismos fisiopatológicos complexos, especialmente, desvios angulares da tíbia, fêmur, dos músculos do quadríceps e demais tecidos moles periarticulares (Shaikhzadeh e Sadegh, 2023).

Observa-se maior prevalência da luxação patelar medial em cães de porte pequeno ou *toy*, todavia, os diagnósticos em cães de raças maiores vêm aumentando progressivamente (Perry e Déjardin, 2021). As causas da luxação patelar não foram, até o presente momento, totalmente definidas, mas acredita-se que haja envolvimento de fatores congênitos, genéticos e do desenvolvimento (Hara et al., 2023).

O diagnóstico da luxação patelar é realizado durante o exame ortopédico, sendo a afecção classificada em graus de I a IV (Roush, 1993). Os exames de imagem, como radiografias e tomografia computadorizada, são utilizados para o planejamento pré-operatório, permitindo a identificação de deformidades esqueléticas localizadas no fêmur, na tíbia ou em ambos.

O impacto da luxação de patela na função do joelho pode variar de forma importante e depende, especialmente, da gravidade da afecção, cronicidade e tolerância individual. Em alguns pacientes, a alteração pode ser oculta, sem sinais clínicos óbvios, enquanto outros apresentam uma grande variedade de manifestações clínicas (Kim et al., 2024; Digeovani et al., 2023).

O objetivo principal do tratamento da luxação de patela é realinhar o mecanismo extensor do joelho, restaurando a biomecânica extensora da articulação. Para a definição do procedimento cirúrgico, devem ser considerados diversos fatores inerentes ao animal, como peso, idade e alterações musculoesqueléticas existentes (Perry e Déjardin, 2021).

Procedimentos como as osteotomias corretivas de fêmur e tíbia são amplamente empregados para o realinhamento do mecanismo extensor do membro pélvico (Roh et al., 2020). Entre as técnicas realizadas na tíbia, destaca-se a

transposição da tuberosidade tibial (TTT), a qual pode ser executada com auxílio de um dispositivo dedicado para esse procedimento (TTTT®)

Apesar de amplamente estabelecidas na literatura, as técnicas supracitadas apresentam complicações associadas aos procedimentos. Na TTT, destacam-se a migração de pinos, a falha do implante e a reluxação patelar. Já na TTTT®, podem ocorrer fraturas iatrogênicas da tuberosidade tibial, além da maior complexidade relacionada à confecção e aplicação do dispositivo (Arthurs e Hobbs, 2006; Cortina et al., 2023).

Diante das limitações observadas nas técnicas atualmente descritas (TTT e TTTT®), é importante o desenvolvimento de técnicas alternativas que possibilitem maior praticidade operatória e menor probabilidade de intercorrências. Nesse contexto, o presente estudo propõe um novo dispositivo roscado para transposição da tuberosidade da tíbia em cães.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A patela é um osso sesamoide que possui função de auxiliar na extensão da articulação do joelho por meio da reorientação da força exercida pelo grupamento do quadríceps femoral, composto pelos músculos reto femoral, vasto lateral, vasto intermédio e vasto medial (Holt, 2017). O quadríceps femoral envolve a patela, por meio do tendão patelar, o qual insere-se na tuberosidade da tíbia (Karatrantos et al., 2025). Durante a movimentação do membro, a patela fica inserida no sulco troclear, sendo impedida de movimentar-se para face medial ou lateral do membro (Di dona et al., 2018).

Na luxação patelar ocorre a instabilidade posicional na patela no sulco troclear, podendo ser de forma lateral ou medial, que costuma ocorrer com mais frequência (Digeovani et al., 2023). A prevalência da luxação patelar medial é predominante em animais de pequeno porte em raças como: Spitz Alemão, Yorkshire terrier, Chihuahuas. Enquanto em raças de grande porte predomina-se a luxação patelar lateral (Engdahl et al., 2023; Gibbons et al., 2006)

A fisiopatologia da luxação patelar é complexa e não completamente entendida, entretanto, acredita-se que o ponto central determinante para o deslocamento patelar

seja o mau alinhamento do mecanismo extensor do quadríceps. As alterações musculoesqueléticas do membro pélvico podem estar associadas ou isoladas, o que contribui para que o mecanismo extensor do quadríceps esteja mau alinhado e favorece o deslocamento da patela da sua posição anatômica (Perry e Déjardin, 2021).

Os sinais clínicos da luxação patelar são variáveis, podendo manifestar-se desde claudicação discreta até impotência funcional completa do membro acometido, frequentemente associada a deformidades angulares evidentes. O diagnóstico é estabelecido de forma essencialmente clínica, por meio do exame ortopédico e pressão digital da região patelar (Di dona et al., 2018).

Após a confirmação da afecção, a luxação é classificada em graus de acordo com o nível de instabilidade patelar e capacidade de redução, descrito por Roush (1993). Na luxação grau I, a patela luxa apenas mediante pressão digital, retornando espontaneamente ao sulco troclear após a interrupção da manipulação. No grau II, a patela pode ser luxada manualmente e tende a permanecer deslocada mesmo após a remoção da pressão digital. No grau III, a patela encontra-se permanentemente luxada antes da manipulação, podendo ser reduzida manualmente, porém ocorre a luxação imediatamente após a redução. Por fim, no grau IV, a patela permanece luxada de forma permanente, sendo impossível sua redução manual.

A utilização de exames de imagem, como radiografia e tomografia computadorizada, são amplamente recomendadas nos casos de luxação patelar, uma vez que esses métodos permitem não apenas a identificação de deformidades ósseas e alterações articulares associadas, mas também auxiliam de maneira significativa no planejamento pré-cirúrgico, especialmente no que se refere ao realinhamento do mecanismo extensor do membro (Digeovani et al., 2023).

Embora ambos os exames apresentem importância, a radiografia convencional possui algumas limitações. Para adequada avaliação, são necessárias ao menos duas projeções ortogonais obtidas com posicionamento criterioso, a fim de minimizar erros de mensuração e interpretação. Além disso, a sobreposição de estruturas anatômicas pode dificultar a análise, sobretudo em pacientes com deformidades angulares mais acentuadas (Mortari et al., 2019).

Por outro lado, a tomografia computadorizada possibilita avaliação mais detalhada das alterações esqueléticas, permitindo a reconstrução tridimensional das estruturas por meio de *softwares* específicos. Dessa forma, esse método proporciona melhor definição anatômica e maior precisão na avaliação de deformidades complexas, favorecendo tanto o diagnóstico quanto o planejamento cirúrgico em casos graves (Yasukawa et al., 2017).

No âmbito das deformidades angulares da porção proximal da tíbia, a principal alteração descrita é a torção tibial, que consiste em um desvio rotacional em torno do eixo longitudinal da tíbia (Isono et al., 2024). Essa alteração está fortemente relacionada à luxação de patela, uma vez que promove o deslocamento do ponto de inserção do ligamento patelar na tuberosidade tibial. Determinando, assim, o desalinhamento do mecanismo do quadríceps (Aghapour, et. al, 2021; Shaikhzadeh e Sadegh, 2023). Adicionalmente, pode-se observar o mau posicionamento da tuberosidade da tíbia além do desvio torcional da mesma (Jeong et.al, 2024).

O procedimento cirúrgico comumente realizado para a correção da má formação posicional da tuberosidade da tíbia é a transposição da tuberosidade da tíbia, podendo esta ser realizada de duas maneiras: *tibial tuberosity transposition* (TTT), ou com o auxílio de um equipamento, tornando-se *tibial tuberosity transposition tool* (TTTT®) (Petazzoni, 2015).

A técnica TTT foi relatada na década de 60 por Singleton, a cirurgia consiste em uma osteotomia total da tuberosidade da tíbia, seguida de deslocamento para a porção contrária da luxação. Posteriormente, a osteotomia é fixada por meio de implantes ortopédicos. Há vários métodos de fixação incluindo a utilização de banda de tensão; parafuso cortical; fio de *Kirschner* isolado ou de maneira múltipla entre outros. Ambos os métodos de fixação da TT mostram-se efetivos na melhora do grau de claudicação do membro, todavia, essa técnica não possui precisão quanto ao deslocamento e relatam-se maiores chances de falha de implante (Minari, 2021).

Na técnica TTTT®, criada por Petazzoni (2015), a transposição da crista da tíbia, após osteotomia parcial, ocorre de maneira lenta e controlada, por meio de um distrator ósseo dedicado, e a fixação é realizada por um pino de contenção. Os resultados do uso clínico da técnica TTTT® são positivos com baixas taxas de

intercorrências (Petazzoni et al., 2025; Sullivan et al., 2024). Curuci et al. (2023) relataram a utilização em conjunto da técnica associado à técnica *Distal Femoral Closing Wedge Osteotomy* (DFO) para correção do quadro de luxação patelar em 5 cães em que se observou sucesso no tratamento da luxação patelar, em que o grau de torção tibial foi menor que 20°.

As complicações inerentes à técnica TTT são bem descritas na literatura, sendo a permanência ou recidiva da luxação patelar pós-cirúrgica, falha do sistema de fixação e fratura iatrogênica da tuberosidade da tíbia são intercorrências possíveis da TTT (Cortina et al., 2023). Além de haver necessidade de reintervenção cirúrgica, a articulação do joelho fica seriamente prejudicada, atrapalhando dessa forma, a recuperação plena do mecanismo do joelho do animal. Em relação à técnica TTTT®, a principal intercorrência é a fratura iatrogênica da tuberosidade da tíbia durante a sua transposição (Petazzoni et al., 2025; Sullivan et al., 2024).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos gerais

Objetiva-se a criação de uma nova técnica cirúrgica com implante ortopédico dedicado para transposição da tuberosidade da tíbia, que ofereça melhores características de aplicabilidade e probabilidade de diminuir as intercorrências já existentes, em relação às técnicas já estabelecidas.

3.2 Objetivos específicos

- Descrever a técnica cirúrgica de transposição da tuberosidade da tíbia utilizando novo dispositivo e sua aplicação em *ex vivo*;
- Avaliar a dificuldade de execução da técnica, tempo do procedimento, necessidade de instrumentais, disposição de implantes e amplitude de deslocamento obtida, intercorrências técnicas observadas durante o procedimento;
- Realizar análise comparativa com as técnicas TTT e TTTT®.

4. JUSTIFICATIVA

As técnicas já descritas para a realização da transposição da tuberosidade da tíbia apresentam bons resultados, entretanto complicações maiores e menores ainda são reportadas com relativa frequência, com destaque para a fratura da tuberosidade da tíbia, pouca precisão na transposição, migração do implante e relaxação patelar.

Diante desta problemática, percebe-se a importância da criação de técnica para transpor a tuberosidade da tíbia, mais prática, mais precisa, de fácil execução e com baixas taxas de intercorrências, além de fácil acesso à comunidade de cirurgiões veterinários. O presente projeto teve o propósito de demonstrar a utilização de um novo implante dedicado para transpor a tuberosidade da tíbia, com facilidade de aplicação, possuindo maior precisão de planejamento e execução. Acredita-se, hipoteticamente, que a transposição da tuberosidade da tíbia possa ser realizada com mais precisão e controle, o que determinaria, potencialmente, uma recuperação pós-cirúrgica mais curta e com menores índices de complicações.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Aspectos gerais

O trabalho foi executado utilizando-se 20 cadáveres de cães (40 joelhos), os quais vieram a óbito por causas não relacionadas ao projeto (Protocolo CEUA/FCAV nº:2311/2024). Os cadáveres foram conservados por meio de congelamento, não havendo preferência pelo sexo. Os mesmos foram separados em 3 grupos, sendo: grupo “A” composto de 5 animais onde foi feita a técnica tradicional de transposição da tuberosidade tibial utilizando a banda de tensão como método de fixação, descrita por Singleton (1969); grupo “B” composto de 5 animais onde realizou-se a técnica de transposição da tuberosidade tibial com ferramenta própria (TTTT®) descrita por Petazzoni (2015) e o grupo “C” composto de 10 animais onde executou-se a nova técnica utilizando o parafuso dedicado de transposição da tuberosidade da tíbia.

5.2. Descrição do dispositivo

O novo implante, nomeado de 3TS (*Tibial Tuberosity Transposition Screw*) consiste em um parafuso canulado de formato cônico, feito de liga de titânio (6Al4V ELI), sendo auto-macheante, que é introduzido na tuberosidade da tíbia com o auxílio

de uma chave canulada quadrada. As dimensões correspondem a 6,5 mm de diâmetro da base e 15 mm de comprimento (Figura 1-A e B).

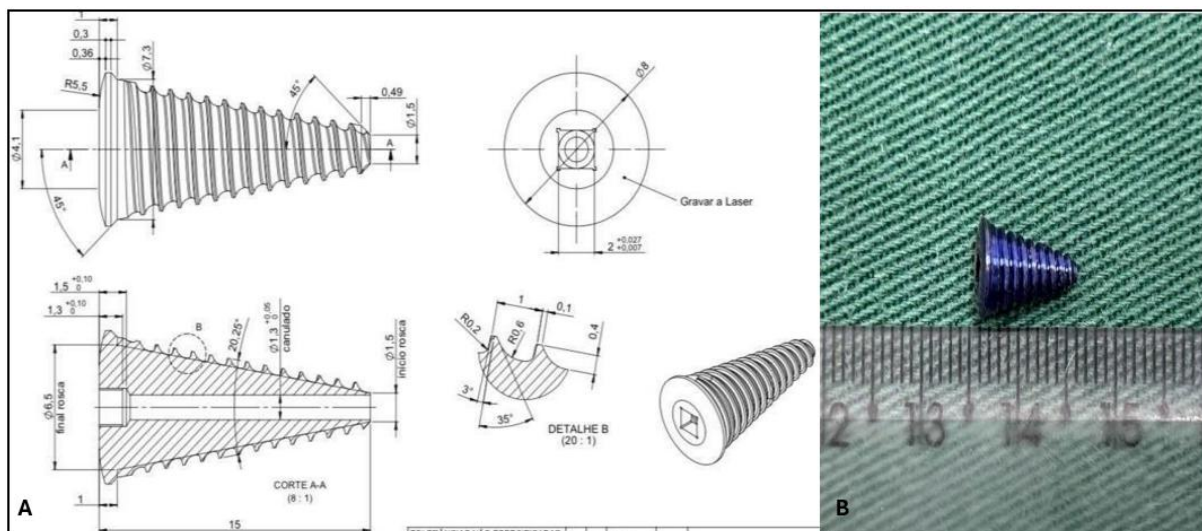


Figura 1: Imagem demonstrando a representação esquemática do novo dispositivo (A), juntamente com a sua confecção (B).

O mecanismo de transposição é viabilizado pela geometria cônica do implante. À medida que o dispositivo é inserido, o aumento progressivo da sua área de intersecção transversal promove a transposição mecânica da tuberosidade da tíbia, promovendo o deslocamento gradual da tuberosidade da tíbia durante sua inserção.

5.3 Descrição do procedimento

Com o cadáver posicionado em decúbito dorsal, com o membro a ser operado levemente abduzido (Figura 2-A), a técnica cirúrgica inicia-se com um acesso crânio medial da tíbia proximal, estendendo-se caudalmente, do epicôndilo medial do fêmur até a porção da tíbia proximal (Figura 2-B), incisando pele e subcutâneo, tendo acesso dessa forma à região do joelho, com isso, realizou-se a divulsão da região da crista tibial em seu aspecto medial, por meio da dissecação e rebatimento do *Pes anserinus* (Figura 2-C), tendo dessa forma, a visualização da área da tuberosidade tibial medial junto à sua área de inserção do tendão patelar.

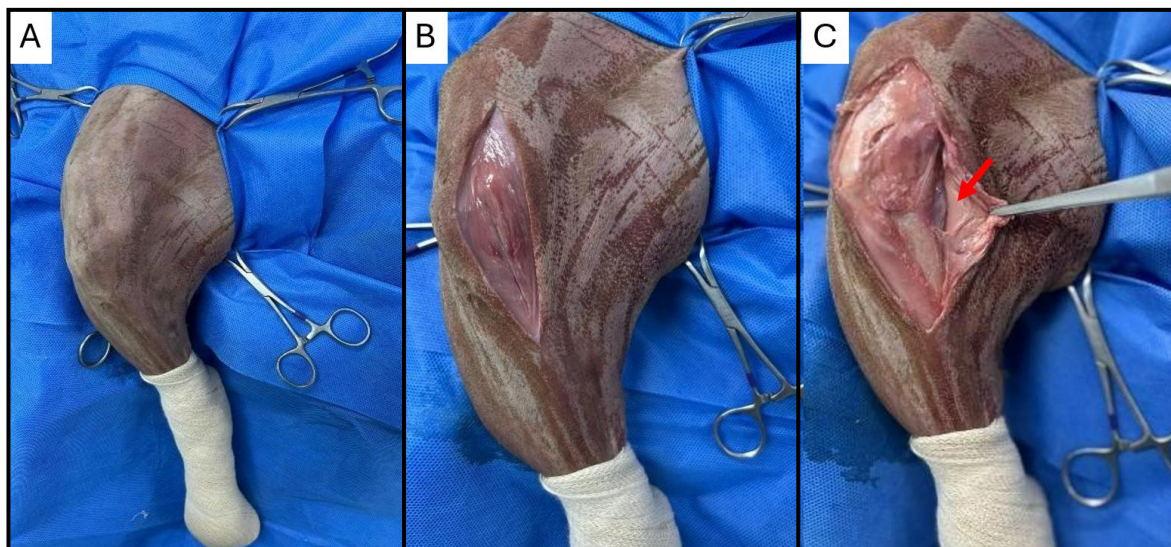


Figura 1. Imagem demonstrando o correto posicionamento do membro (A); incisão inicial na face medial desde a porção distal do fêmur até o final da porção da crista tibial (B); rebatimento do *pes anserinus* (seta vermelha) e exposição da porção proximal da tíbia (C).

Com isso, obedecendo o planejamento da radiografia pré-operatória feita por meio do *software* VPOP pro ® (Figura 3), realizou-se a mensuração da osteotomia com o auxílio de um especímetro cirúrgico (Figura 4-A) posteriormente, com o joelho posicionado a 90°, com a tíbia paralela à mesa, foi realizada a osteotomia parcial da crista tibial obedecendo a proporção de 80% em seu aspecto medial e 60% em seu aspecto lateral, com auxílio de serra sagital com lâmina de 0,5 mm de espessura (Figura 4-B).

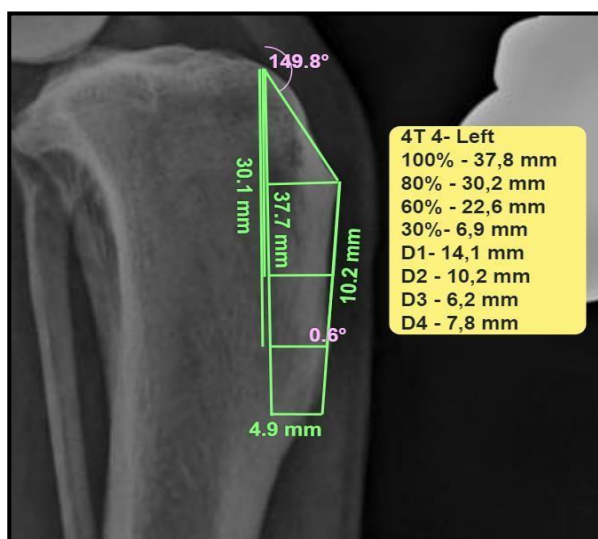


Figura 2. Planejamento pré-operatório dos cortes da osteotomia.



Figura 3. Imagem representando a mensuração dos pontos chaves para a osteotomia (A) e posicionamento do membro a 90° juntamente com a osteotomia (B).

Após a osteotomia (Figura 5-A), com o membro em extensão, realizou-se uma translocação da tuberosidade da tíbia com um elevador periosteal (Figura 5-B) (cerca de no mínimo 1 mm a partir do córtex *cis*), a fim de inserir um fio de *Kirschner* (Ø1 mm), a 90° com a superfície da osteotomia, referenciando a região da inserção do tendão patelar.

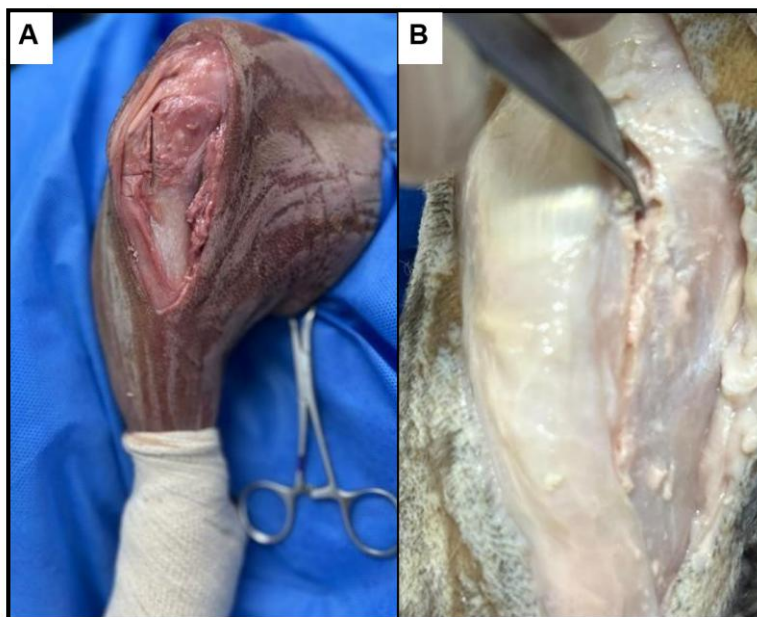


Figura 4. Imagem demonstrando aspecto final da osteotomia (A). Transposição inicial da tuberosidade da tíbia com auxílio de um osteótomo (B).

Em seguida, o dispositivo dedicado é introduzido no local da osteotomia, (Figura 6-A), efetua-se sua introdução por meio de uma chave canulada (Figura 6-B), obedecendo a proporção de um passo a cada 10 segundos, com finalidade de adaptação do pedículo ósseo às forças de deformação, permitindo a translação da crista tibial, sem que ocorra fratura do mesmo (Figura 6-C).

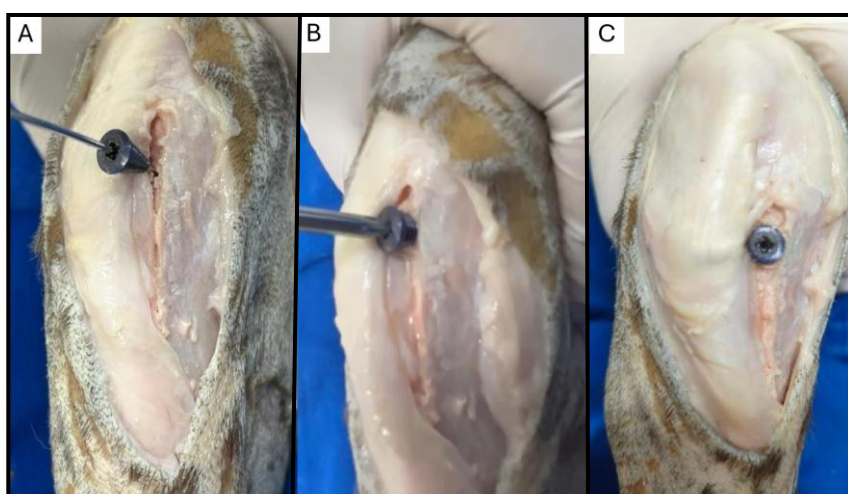


Figura 6. Imagem demonstrando inserção do dispositivo juntamente com fio de *Kirschner* (A). Inserção do dispositivo com chave canulada (B). Aspecto final (C).

5.4. Radiografias e variáveis

As radiografias foram realizadas por meio do emissor VET-20BT 90/20, na incidência de 60 KV e 4 mas, seguindo a técnica padronizada para região do joelho, utilizando as projeções craniocaudal, com a tibia corretamente posicionada, onde a face medial do calcâneo tangenciava com o centro da cóclea da tibia, e a projeção mediolateral, sem a formação de duplo côndilo femoral, articulação do joelho e tíbio-társica a 90°. Radiografias pré e pós-operatórias para avaliação e planejamento, foram realizadas em todos os membros de todos os grupos (Figura 7- A; B; C; D).

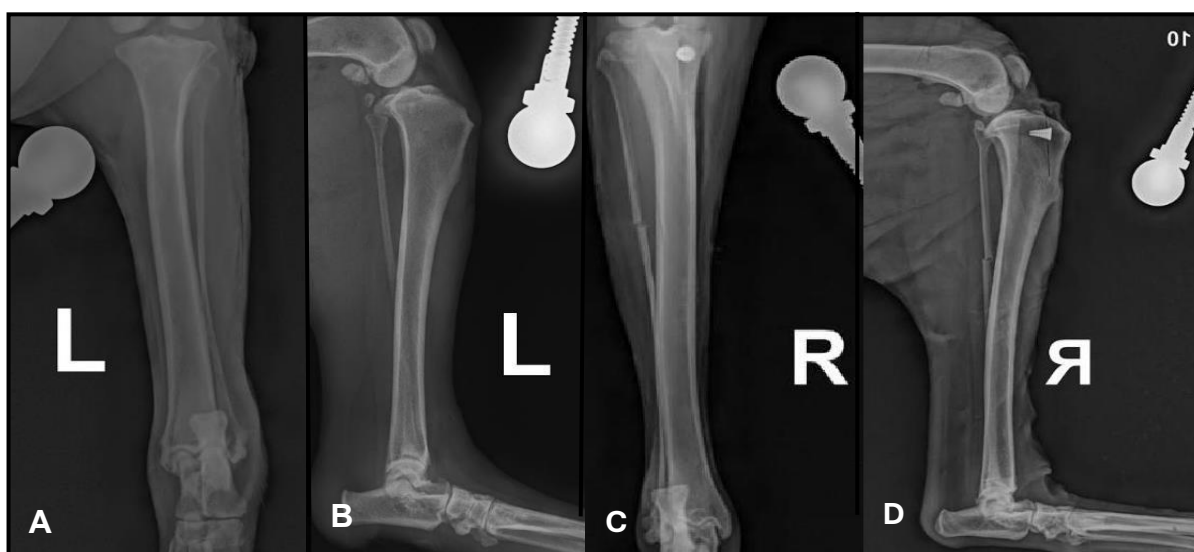


Figura 5. Radiografias pré-operatórias nas projeções Crânio-caudal (A) e Médio-lateral (B). Radiografias pós-operatórias, projeções Crânio-caudal (C) e Médio-lateral (D).

Foram consideradas a disposição dos implantes, avaliados qualitativamente em: excelente (implante corretamente inserido na região, osteotomia realizada de forma apropriada, reta e sem *gap* entre os fragmentos); bom (Leve angulação do implante, mas ainda inserido na região correta, fragmentos com discreto *gap*-1mm>x); regular (implantes mal posicionados com *gap* considerável-x>1mm- entre fragmentos da osteotomia, pode apresentar presença de fissuras ósseas no pedículo ósseo) e péssimo (falha total do implante com fissura do pedículo ósseo e *gap* aumentado - x>2mm). Tempo de execução de cada técnica, contabilizado com auxílio de um cronômetro inserido em aparelho telefônico portátil (modelo: *Iphone 14*), ininterruptamente, abrangendo as fases de: abordagem, aferição, osteotomia e

implantação. Quantidade de instrumentais utilizados classificados em: gerais; ortopédicos e específicos. Dificuldades encontradas durante a execução das técnicas. Translação da crista tibial com o planejamento pré-estabelecido de 2 mm, com finalidade de avaliar a precisão de transposição. Complicações observadas durante a execução das técnicas de cada grupo foram relatadas, com o intuito de avaliar aplicabilidade, e ao final, realizou-se uma análise comparativa entre os métodos existentes e o novo método proposto.

Os parâmetros supracitados foram aferidos por três avaliadores independentes, que não acompanharam o procedimento cirúrgico e não possuem conflitos de interesse com este estudo, com exceção do tempo cirúrgico e das intercorrências transoperatórias, os quais foram registrados durante a execução do experimento.

5.5. Estatística

Os dados foram expressos em valores de média $\pm$ desvio padrão, bem como mínimos, máximos, frequência simples e porcentagem obtidos através do programa estatístico STATA (StataCorp. 2023. Stata Statistical Software: Release 18. College Station, TX: StataCorp LLC) versão 18.0 e e Statistica (StatSoft, inc.) versão 12. Para variáveis categóricas, a associação entre as diferentes variáveis estudadas frente aos grupos experimentais foi utilizada o teste de exato de Fisher. No contexto multivariado, para averiguar o relacionamento entre os grupos (A, B e C) e tipos de intercorrências, foi empregada a análise de correspondência múltipla (ACM). Nessa análise, foram consideradas apenas as variáveis categóricas que apresentaram variabilidade, excluindo-se aquelas que se comportaram como constantes. Já para contínuas, após avaliação dos pressupostos paramétricos, diferentes estatísticas entre os grupos foram evidenciadas através do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido de Dunn's. Por fim, a relação entre variáveis fora aferida por meio do teste de correlação de Spearman. O nível de significância estabelecido foi de 5%.

6. RESULTADOS

6.1. Variáveis categóricas

Apesar da amostragem completa de 40 Joelhos, no grupo C, em virtude de intercorrências durante a aplicação do experimento, que causaram inviabilização da continuidade do procedimento, foram excluídos 4 Joelhos das análises finais, sendo relatadas somente as intercorrências propriamente ditas.

A análise dos dados coletados durante o experimento evidenciou que, entre as alterações observadas, houve predominância de parafuso oblíquo e fissura óssea. A classificação da disposição do implante como excelente ocorreu com maior frequência nos grupos B e C, com destaque para o grupo B (40%); entretanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa entre os grupos. Além disso, a presença de gaps superiores a 2 mm (Figura 8) apresentou maior frequência no grupo C (40%), com diferença estatisticamente significativa entre os grupos, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de frequência simples e porcentagem das variáveis nos diferentes grupos experimentais.

Variáveis	Grupos experimentais						p-valor
	Grupo A (n=10)		Grupo B (n=10)		Grupo C (n=16)		
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
Disposição do implante							
Péssimo	04	40,0	0	0,0	04	25,0	0,199
Regular	04	40,0	03	30,0	04	25,0	
Bom	02	20,0	03	30,0	04	25,0	
Excelente	0	0,0	04	40,0	04	25,0	
Alteração (parafuso oblíquo)							
Sim	0	0,0	0	0,0	04	25,0	0,079
Não	10	100,0	10	100,0	12	75,0	
Alteração (fissura óssea)							
Sim	0	0,0	0	0,0	01	6,2	1,000
Não	10	100,0	10	100,0	15	93,8	
Alteração (gap>2mm)							
Sim	0	0,0	0	0,0	07	43,8	0,005*
Não	10	100,0	10	100,0	09	56,2	

* Significância estatística ($p \leq 0,05$ – Exato de Fisher). Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Durante a execução do experimento, foi encontrado maior dificuldade principalmente nos grupos B e C. No grupo B, a principal limitação foi a confecção e inserção do dispositivo de transposição, enquanto, no grupo C, a etapa mais desafiadora do procedimento foi a transposição manual inicial da tuberosidade da tíbia.



Figura 6. Radiografia demonstrando presença de *gap* na região da osteotomia (linha branca) (A). Presença do dispositivo oblíquo e fissura no pedículo ósseo (circunferência) (B).

De acordo com a ACM foi possível verificar a associação entre as variáveis, como a presença de *gap* maiores que 2 mm tanto em membro pélvico esquerdo e direito. Além da alteração do parafuso oblíquo no grupo C e disposição de implantes boa/regular com o grupo A, não foi possível aferir a ACM no grupo B, pois as variáveis distanciaram-se do grupo apresentando fraca associação como demonstrado no gráfico 1.

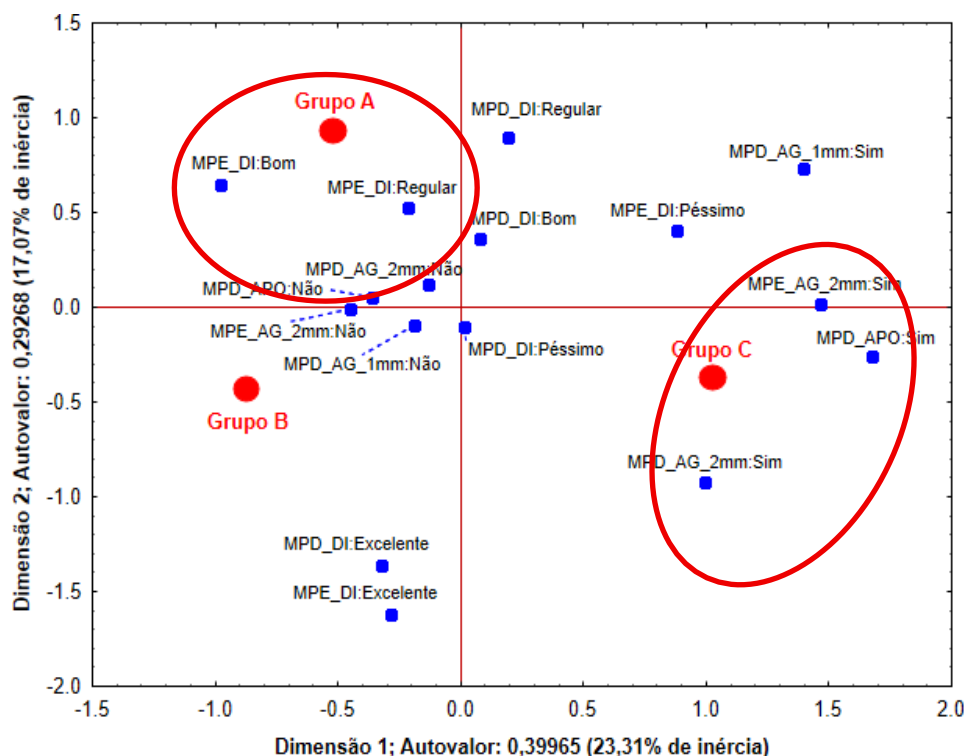


Gráfico 1. Análise de correspondência da relação entre as diferentes variáveis estudadas frente aos grupos experimentais (pontos vermelhos); Péssima disposição do implante no membro pélvico esquerdo = MPE_DI:Péssimo; Disposição regular do implante no membro pélvico esquerdo = MPE_DI:Regular; Disposição boa do implante no membro pélvico esquerdo = MPE_DI:Bom; Disposição excelente do implante no membro pélvico esquerdo = MPE_DI:Excelente; Alteração positiva para gap > 2mm no membro pélvico esquerdo = MPE_AG_2mm: Sim; Alteração negativa para gap > 2mm no membro pélvico esquerdo = MPE_AG_2mm; Péssima disposição do implante no membro pélvico direito = MPD_DI:Péssimo; Disposição regular do implante no membro pélvico direito = MPD_DI:Regular; Disposição boa do implante no membro pélvico direito = MPD_DI:Bom; Disposição excelente do implante no membro pélvico direito = MPD_DI:Excelente; Alteração positiva para gap > 2mm no membro pélvico direito = MPD_AG_2mm:Sim; Alteração negativa para gap > 2mm no membro pélvico direito = MPD_AG_2mm; Alteração positiva para gap > 1mm no membr pélvico esquerdo = MPD_AG_2mm:Sim; Alteração positiva para gap > 1mm no membro pélvico esquerdo = MPE_AG_1mm:Sim; Alteração negativa para gap > 1mm no membro pélvico esquerdo = MPE_AG_1mm:Não; Alteração negativa para gap > 1mm no membro pélvico direito = MPD_AG_1mm:Não.

As intercorrências transoperatórias foram registradas e analisadas. No grupo C, foi observado uma incidência de 10% de fraturas de crista tibial (figura 9). Enquanto no grupo B e no grupo A não houve quaisquer intercorrências relacionadas a fratura do pedículo da tuberosidade tibial (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de frequência simples e porcentagem de membros válidos (n=40) ao considerar a variável “Intercorrência (fratura da crista)” nos diferentes grupos experimentais.

Variável	Grupos experimentais						Total (n=40)		p-valor
	Grupo A (n=10)		Grupo B (n=10)		Grupo C (n=20)				
	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	Freq.	%	
Intercorrência (fratura da crista)									
Sim	0	0,0	0	0,0	04	20,0	04	10,0	0,159
Não	10	100,0	10	100,0	16	80,0	36	90,0	

* Significância estatística (p≤0,05 – Exato de Fisher).

Dados da pesquisa (2026).

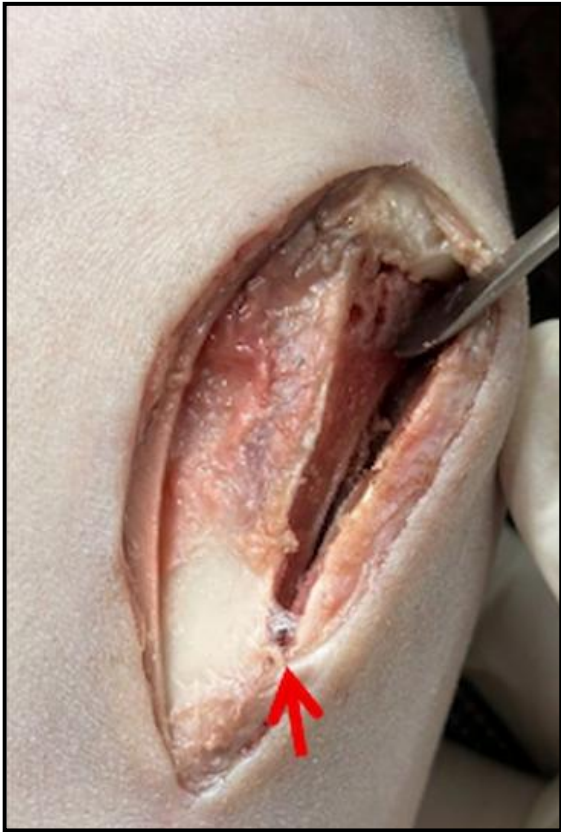


Figura 9. imagem demonstrando fratura completa em tuberosidade da tíbia (seta vermelha).

6.2 Variáveis contínuas

Na avaliação cronológica do procedimento, percebeu-se que a técnica do grupo C, foi a que apresentou o menor tempo cirúrgico em contraste às outras técnicas. O

experimento demonstrou, no que tange à taxa de transposição da tuberosidade da tíbia, que apesar de não haver diferença estatística, o Grupo B e C foram os que mais se aproximaram da distância pré-estabelecida de 2 mm, seguido do grupo A (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de tempos médios $\pm$ desvio padrão (mediana).

Variáveis	Grupo A (n=10) Média $\pm$ DP (mediana)	Grupo B (n=10) Média $\pm$ DP (mediana)	Grupo C (n=16) Média $\pm$ DP (mediana)	
Translocação tt mm	3,03 $\pm$ 0,96 (2,85) ^a	2,27 $\pm$ 0,37 (2,30) ^a	2,24 $\pm$ 0,62 (2,10) ^a	0,070
Etapa abordagem (min)	3,30 $\pm$ 0,45 (3,45) ^b	4,62 $\pm$ 1,11 (4,38) ^a	2,47 $\pm$ 0,87 (2,09) ^b	<0,001*
Etapa aferição (min)	1,27 $\pm$ 0,33 (1,16) ^b	2,86 $\pm$ 0,70 (2,68) ^a	3,32 $\pm$ 1,39 (2,67) ^a	<0,001*
Etapa osteotomia (min)	2,42 $\pm$ 1,13 (1,96) ^a	2,09 $\pm$ 0,57 (2,13) ^a	1,73 $\pm$ 0,42 (1,63) ^a	0,195
Etapa implantação (min)	11,14 $\pm$ 3,57 (10,37) ^b	23,58 $\pm$ 6,44 (21,89) ^a	7,28 $\pm$ 2,68 (6,78) ^b	<0,001*
Etapa total (min)	18,16 $\pm$ 3,31 (17,82) ^b	33,31 $\pm$ 6,36 (30,63) ^a	14,64 $\pm$ 3,68 (15,17) ^b	<0,001*

a,b Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha significa diferença estatística ($p < 0,05$ – Dunn's);

* Significância estatística ($p < 0,05$ – Kruskal-Wallis). Fonte: Dados da pesquisa (2026).

As etapas de abordagem e de implantação do dispositivo foram responsáveis pela diminuição do tempo cirúrgico. A etapa de abordagem apresentou relação positiva com a etapa de implantação e com o tempo total do procedimento, como explícito na tabela 4.

Tabela 4. Associação de variáveis contínuas, que são visualizadas pela intersecção da linha com a coluna

Variáveis	Translocação tt (mm)	Abordagem	Aferição	Osteotomia	Implantação
Abordagem (min)	0,2739	1			
Aferição (min)	-0,2156	-0,0505	1		
Osteotomia (min)	-0,0742	0,3018	-0,1306	1	
Implantação (min)	0,0644	0,6761*	0,0501	0,1408	1
Total (min)	0,0877	0,739*	0,2106	0,1761	0,9533*

* Significância estatística ($p \leq 0,05$ - Spearman).

Em relação a disposição de materiais no primeiro grupo (A), foram utilizados 4 (quatro) instrumentais gerais sendo: Cabo nº 4 e lâmina de bisturi nº 24; Pinça anatômica dente de rato; Tesoura Metzenbaum e 8 (oito) ortopédicos: Elevador de Freer; Serra sagital; Perfuradora ortopédica; Pinos de Steinmann 2 mm; fios de cerclagem; Alicate ortopédico; Porta-agulha para cerclagem e espcímetro , sendo que desses, 2 (dois) foram utilizados para implantação sendo dois pinos intramedular e fio de cerclagem, para configurar a banda de tensão. No segundo grupo (B), utilizou-se 4(quatro) instrumentais gerais sendo os mesmos do grupo A, e 6 (seis) ortopédicos: Elevador de Freer; Serra oscilatória; Perfurador ortopédico, Pinos de Steinmann 2 mm; espcímetro e o dispositivo dedicado (Figura 1) composto de: 2 pinos de Schanz, uma haste rosqueada, 2 clamps, 2 porcas, 2 arruelas, uma chave e um prolongamento, para a transposição. O último grupo (C) necessitou de 4 instrumentais gerais semelhantes ao grupo A e B e 7 ortopédicos: Elevador de Freer; Serra oscilatória; espcímetro; Osteótomo; fio de *Kirschner*; chave Canulada e o 3TS, sendo que para implantação necessitou somente de um fio de *Kirschner*, da chave canulada e do dispositivo (3TS) propriamente dito.

7. DISCUSSÃO

O tempo cirúrgico representa um fator importante na ocorrência de complicações transoperatórias e pós-operatórias, especialmente em procedimentos com duração superior a duas horas, nos quais há aumento da probabilidade de intercorrências (Cheng et al., 2018). Nesse contexto, o presente estudo avaliou diferentes variáveis com o objetivo de comparar a nova técnica proposta às técnicas já consolidadas na literatura. O grupo C apresentou o menor tempo cirúrgico, principalmente em razão do menor tempo operatório durante as etapas de abordagem e implantação. Em comparação aos demais grupos, a técnica empregada no grupo C pode estar associada a menor risco de complicações, conforme descrito por Cheng et al., (2018).

A taxa de transposição pré-estabelecida de 2 mm realizada no grupo C foi igualmente eficaz quando comparadas às técnicas do grupo A e B, já bem estabelecidas na literatura. Essa transposição gradual permite adaptação do pedículo ósseo à força exercida (Petazzoni, 2015; Sullivan et al.,2025), adicionalmente,

proporciona melhor acurácia na mensuração, pois a transposição é mantida pelo dispositivo.

No grupo A, onde não há a presença de um pedículo ósseo, nem um dispositivo dedicado para realizar a transposição lenta e gradual, variações de transposição podem ocorrer, acidentalmente, com mais facilidade durante a manipulação do sítio cirúrgico, acarretando uma transposição menos precisa, e com maiores chances de intercorrências, como relatado por Cortina et al., (2023).

Apesar da técnica descrita por Singleton (1969), relatar a osteotomia total da tuberosidade da tíbia, existem técnicas modificadas que realizam a osteotomia parcial, deixando um pedículo ósseo para maior estabilidade do constructo (Koba, et al., 2023), todavia, essas técnicas não pertencem ao escopo desse projeto.

As intercorrências durante a execução do trabalho foram restritas à fratura do pedículo ósseo da osteotomia parcial no grupo C, e ocorria durante a fase da execução da transposição inicial da tuberosidade da tíbia, um dos fatores que pode explicar essa ocorrência foi o excesso de força de alavanca exercida pelo aplicador, que excedeu a capacidade de deformidade elástica do pedículo ósseo. Apesar disso, esse fenômeno ocorreu durante o começo da aplicação do experimento do grupo C, podendo sugerir a existência de uma curva de aprendizado na aplicação do dispositivo como sugere Daely et al., (2015) e Vaishya et al., (2025).

O grupo B não apresentou relato de fratura da tuberosidade da tíbia durante a transposição. Apesar disso, essa intercorrência já é relatada em estudos, e a possível causa, deve-se à força de transposição exacerbada segundo Cortina et al., (2023) e Petazzoni et. al, (2025).

No grupo A uma das intercorrências mais relatadas na literatura segundo estudos de Rosane et al., (2019) e Eskelinen et al., (2023) é a falha do implante causada pela migração de pinos da banda de tensão. Quando observada a confecção do implante do grupo C, pela presença de roscas, a possibilidade de migração quando comparado com o grupo A diminui consideravelmente.

A formação do efeito *gap* no grupo C, pode ser atribuído à obliquidade excessiva do implante em relação ao plano de osteotomia, como já demonstrado a

existência de associação na ACM, além disso, a dificuldade da realização da transposição inicial pode estar correlacionada a taxa de intercorrências, pois a osteotomia do grupo C é baseada segundo a técnica descrita por Petazzoni (2015).

O *gap* ósseo possui forte associação com a consolidação óssea. Existem trabalhos clínicos e experimentais em cães e outros animais que demonstram essa correlação inversa (Zhou et al., 2022; Korchek et al., 2025). A presença de *gap* na porção osteotomizada no grupo C, segundo os autores supracitados, pode culminar em atraso na consolidação óssea e posterior falha do implante. Alternativamente, uma redução manual do *gap* por meio de uma pinça de redução Ponta-ponta e a inserção de um fio de *Kirschner* para conter a recidiva do *gap* existente pode ser feita, contudo, estudos ainda devem ser realizados para confirmar a efetividade dessa técnica auxiliar.

As fissuras no pedículo ósseo presentes em algumas osteotomias do grupo C podem ser explicadas levando em consideração o design do 3TS, pois além da angulação da base do cone, o implante demonstrou-se muito robusto na hora da implantação podendo causar dessa forma a fissura no pedículo ósseo. Alternativamente, alterações biológicas *post mortem* como a perda de água e degradação de colágeno, culminam na perda da elasticidade óssea fisiológica, tornando o osso mais susceptível a fissuras/fraturas, que entra em consonância com o estudo realizado por Wescott, (2019).

A literatura demonstra que a diminuição da utilização de instrumentais cirúrgicos diminui os custos e gera aceitação pelos cirurgiões (Nast e Swords, 2019; Belhouari et al., 2023; Santo, et al., 2025). O grupo B, por necessitar de mais materiais para sua aplicação devido ao aparato do *tool* e a curva de aprendizado necessária, este procedimento acaba possuindo pouca capilaridade na classe de cirurgiões. Contudo, Petazzoni, (2024), desenvolveu a técnica TTTT2® que consiste em um novo *tool* que promete ser mais prático e aplicável na rotina, porém, por ser uma técnica recente, ainda carece de estudos.

Este estudo, por ser realizado em *ex vivo* deixa de considerar fatores que podem influir em algumas variáveis descritas acima, como a presença de hemorragias durante a cirurgia que pode influenciar no tempo cirúrgico, avaliação pós cirúrgica,

influência da metalurgia na osteointegração e consolidação, presença de inflamação e dor. Por ser um estudo de aplicabilidade não foi realizado ensaios biomecânicos com finalidade de comparação entre as técnicas, desta forma, futuros estudos clínicos e biomecânicos precisam ser realizados para avaliar a eficácia do 3TS.

8. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos neste estudo, a técnica de transposição da tuberosidade da tíbia utilizando o dispositivo dedicado 3TS demonstrou ser uma alternativa aplicável e tecnicamente exequível. O método apresentou redução do tempo cirúrgico, adequada precisão na transposição da tuberosidade da tíbia e pouca necessidade de instrumentais. Entretanto, intercorrências como a presença de *gap* na região da osteotomia e fratura da tuberosidade da tíbia foram observadas, evidenciando a necessidade de aperfeiçoamento do design do implante e refinamento da técnica cirúrgica.

Dessa forma, estudos futuros envolvendo avaliações *in vivo*, bem como ensaios biomecânicos e análises clínicas de longo prazo, são necessários para verificar a segurança, eficácia e aplicabilidade clínica do dispositivo na rotina da cirurgia ortopédica veterinária.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGHAPOUR M, BOCKSTAHLER B, VIDONI B. Evaluation of the femoral and Tibial Alignments in Dogs: A Systematic Review. **Animals (Basel)**. 2021 Jun 17;11(6):1804. doi: 10.3390/ani11061804. PMID: 34204283; PMCID: PMC8234394.
- ARTHURS G.I, LANGLEY-HOBBS S.J. Complications associated with corrective surgery for patellar luxation in 109 dogs. **Vet Surg**. 2006 Aug;35(6):559-66. doi: 10.1111/j.1532- 950X.2006.00189.x. PMID: 16911156.
- BELHOUARI, S., TOOR, J., ABBAS, A., LEX, J., MERCIER, M., & LAROUCHE, J. (2023). Optimizing spine surgery instrument trays to immediately increase efficiency and reduce costs in the operating room. **North American Spine Society Journal**, 14. <https://doi.org/10.1016/j.xnsj.2023.100208>.
- CHENG, H, CLYMER JW, PO-HAN CHEN B, SADEGHIRAD B, FERKO NC, CAMERON CG, HINOUL P. Prolonged operative duration is associated with

complications: a systematic review and meta-analysis. **JAMA Surgery**. v. 153, n. 6, p. e180034, 2018. DOI: 10.1001/jamasurg.2018.0034.

CORTINA BL, TERREROS A, DAYE RM. Outcomes and complications of a modified tibial tuberosity transposition technique in the treatment of medial patellar luxation in dogs. **Veterinary Surgery** : VS. 2023 May. DOI: 10.1111/vsu.13966. PMID: 37142549.

CURUCI EHP, HESPANHA ACV, DIAS LGGG, MINTO BW. Tibial Tuberosity Transposition Tool Technique in Combination with Distal Femoral Lateral Closing Wedge Osteotomy for Patellar Luxation Treatment in Five Dogs. **VCOT Open**. 2023;6(1):e52–e55. DOI: 10.1055/s-0042-1757347.

DALEY BJ, CECIL W, CLARKE PC, COFER JB, GUILLAMONDEGUI OD. How slow is too slow? Correlation of operative time to complications: an analysis from the Tennessee Surgical Quality Collaborative. **Journal of the American College of Surgeons**, v. 220, n. 4, p.550–558, 2015. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2014.12.040.

DIGIOVANNI, L. C., ROUSH, J. K., & BERKE, K. (2023). Preoperative and postoperative stance analysis in dogs with patellar luxation confirms lameness improvement after surgery. **American Journal of Veterinary Research**, 84(3), Article ajvr.22.10.0186, ajvr.22.10.0186. Retrieved Mar 25, 2026, from <https://doi.org/10.2460/ajvr.22.10.0186>.

DI DONA F, DELLA VALLE G, FATONE G. Patellar luxation in dogs. **Vet Med (Auckl)**. 2018 May 31;9:23-32. doi: 10.2147/VMRR.S142545. PMID: 30050864; PMCID: PMC6055913.

ENGDAHL, K., BERGSTRÖM, A., HÖGLUND, O., & HANSON, J. (2023). The epidemiology of patellar luxation in an insured Swedish dog population.. **Preventive veterinary medicine**, 220, 106034. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2023.106034>.

ESKELINEN, E., SUHONEN, A., VIROLAINEN, J., & LISKA, W. (2023). Outcome and Complications Following Medial Patellar Luxation Corrective Surgery with Tibial Tuberosity Transposition Using a Locking Plate and a Pin Fixation: 45 Unilateral and 20 Single-Session Bilateral Procedures. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, 38, 186 - 193. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1795087>.

ESPÍRITO SANTO IMB, MORAIS PAB, COSTA IC, NOLETO MEC, ANDRADE LS, MENDES KCC, COSTA ES, ANDRADE C, FORTES ROT, MARTINS MS, CANHETE RDS, PALHANO KF, VERMIEIRO ML, VIEIRA JR, LAPA RC, LIMA RYC, MATOS RL. Gestão eficiente de materiais cirúrgicos: desafios e oportunidades na administração do centro cirúrgico: revisão narrativa. **IOSR J Humanit Soc Sci**. 2025 Apr;30(4):63–67.

GIBBONS, S., MACÍAS, C., TONZING, M., PINCHBECK, G., & MCKEE, W. (2006). Patellar luxation in 70 large breed dogs.. **The Journal of small animal practice**, 47 1, 3-9 . <https://doi.org/10.1111/j.1748-5827.2006.00004.x>.

HOLT, ALEXANDRIA D. **Systematic review of patellar luxation in dogs. 2017**. Trabalho de conclusão de curso (Bachelor of Arts with Honors) – University of Tennessee at Chattanooga, Chattanooga, 2017.

ISONO A, HARADA Y, KANNO N, HARA Y. Tibial Torsion Malalignment in Small Dogs with Medial Patellar Luxation. **Vet Comp Orthop Traumatol**. 2025 Jul;38(4):162-170. doi: 10.1055/s-0044- 1796628. Epub 2024 Nov 21. PMID: 39572218; PMCID: PMC12263245.

JEONG M, KWACK K, KIM J, YU Y, HEO S. Accuracy and reliability of tibial torsion measurement using radiography and ultrasound in dogs. **Vet Med (Praha)**. 2024 Dec 27;69(12):427-436. doi: 10.17221/50/2024-VETMED. PMID: 39834563; PMCID: PMC11742285.

KIM HW, KIM YS, KIM WK, KANG KW, KANG BJ. Medial patellar luxation induces cartilage erosion in dogs: a retrospective study of prevalence and risk factors. **American Journal of Veterinary Research**, v. 85, n. 11, 2024.

KOBA, T. A.; OLIVEIRA, L.L.F; FERREIRA, J.P.B.; SILVA, A.C.B.; MACHADO, V.M.V. Transposição da tuberosidade tibial modificada no tratamento da luxação patelar medial: relato de caso. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 4, n. 2, 2023. DOI: 10.51161/convesp2023/17985.

KARATRANTOS, A., SIDERI, A., GOULETSOU, P., BEKTSI, C., & BARBAGIANNI, M. (2025). Ultrasound Imaging Modalities in the Evaluation of the Dog's Stifle Joint. **Veterinary Sciences**, 12. <https://doi.org/10.3390/vetsci12080734>.

KORCHEK KA, KIM SY, CHOU P-Y, KAPATKIN AS, HAYASHI K. Association of fracture gap with implant failure in radius and ulna fractures in toy breed dogs—A multicenter retrospective cohort study. **Veterinary Surgery**. 2025;54(2):287-296. doi:10.1111/vsu.14179

MINARI, L. N. **Uso da técnica de transposição da tuberosidade da tíbia modificada em cães com luxação de patela. Relato de 10 casos.** TCR em Medicina Veterinária área de concentração em clínica cirúrgica de pequenos animais, UFU, Uberlândia, 2021.

MORTARI, A., RAHAL, S., VULCANO, L., DA SILVA, V., & VOLPI, R. (2009). Use of radiographic measurements in the evaluation of dogs with medial patellar luxation.. **The Canadian veterinary journal** = La revue veterinaire canadienne, 50 10, 1064-8.

NAST, K., & SWORDS, K. (2019). Decreasing operating room costs via reduction of surgical instruments. **Journal of pediatric urology**, 15 2, 153.e1-153.e6. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2019.01.013>.

PERRY KL, DÉJARDIN LM. Canine medial patellar luxation. **J Small Anim Pract**. 2021 May;62(5):315-335. doi: 10.1111/jsap.13311. Epub 2021 Feb 18. PMID: 33600015.

PETAZZONI, M. (2015). Tibial Tuberosity Transposition Tool and Technique. Disponível em: <http://itunes.apple.com/us/book/tibial-tuberosity-transposition/id970657931?ls=I&mt=II>.

PETAZZONI M, BUIATTI M, FETHERSTON S, TINGA S. Technique description and short-term outcomes of tibial tuberosity transposition tool to treat grade I and II medial patellar luxation in dogs. **Am J Vet Res**. 2025 Jul 8;86(10):ajvr.25.03.0102. doi: 10.2460/ajvr.25.03.0102. PMID: 40628297.

ROH Y, JUNG J, LEE J, JEONG J, JEONG SM, LEE H. Clinical Results of Distal Femoral Osteotomy for Treatment of Grade 4 Medial Patella Luxation with Concurrent Distal Femoral Varus in Small Breeds Dogs: 13 Cases. **J Vet Clin** 2020;37:135-140. <https://doi.org/10.17555/jvc.2020.06.37.3.135>

ROUSH JK. Canine patellar luxation. **Vet Clin North Am Small Anim Pract.** 1993;23(4):855–868

SHAIKHZADEH, A. AND BIGHAM-SADEGH, A. (2023). Patellar luxation in dogs. *Eltiam*, 10(1), 97-109. URL: https://www.eltiamejournal.ir/article_218807_en.html.

SIMPSON M, BANKS CL, FRYKFORS VON HEKKEL A, WATTON T, MEESON R. (2024). Traumatic lateral patellar luxation in a dog. **Veterinary Record Case Reports**, 10.1002/vrc2.825.<https://doi.org/10.1002/vrc2.825>.

SINGLETON, WB. The surgical correction of stifle deformities in the dog. **J Small Anim Pract.** 1969 Feb;10(2):59-69. doi: 10.1111/j.1748 5827.1969.tb04021.x. PMID: 5812819.

SULLIVAN AL, ORDWAY NR, PARK BH, NATSIOS P, PETAZZONI M, TINGA S. Biomechanical Comparison of Spacer Pin Fixation to Two Established Methods of Tibial Tuberosity Transposition Stabilization in Dogs **Vet Comp Orthop Traumatol.** 2025 May;38(3):127-134. doi: 10.1055/s-0044-1793853. Epub 2024 Nov 15. PMID: 39547685; PMCID: PMC12074792.

VAISHYA, R., MISRA, S., SINGH, L., PUNIYANI, A., MOTIWALA, Z., TRIPATHI, S., & MANDAL, R. (2025). Surgical Training and Learning Curves in Orthopedic Surgery – A Review. **Journal of Orthopaedic Reports.** <https://doi.org/10.1016/j.jorep.2025.100584>.

WESCOTT DJ. Postmortem change in bone biomechanical properties: Loss of plasticity. **Forensic Sci Int.** 2019 Jul; 300:164-169. doi: 10.1016/j.forsciint.2019.04.017. Epub 2019 Apr 24. PMID: 31125761.

YASUKAWA, S. et al. Evaluation of bone deformities of the femur, tibia, and patella in Toy Poodles with medial patellar luxation using computed tomography. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 29, n. 1, p. 29-38, 2016. DOI: 10.3415/VCOT-15-05-0089

ZHOU Z., YAN Y., YU H., YANG G., SU H., ZHANG T., FAN Y., ZHAO F. Effect of Inter-Fragmentary Gap Size on Neovascularization During Bone Healing: A Micro-CT Imaging Study. **Front. Bioeng. Biotechnol** 2022. 10:808182. doi: 10.3389/fbioe.2022.808182