

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO
INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-
VIVO) COM O USO DE HIB-AE (HASTE INTRAMEDULAR
BLOQUEADA DE ÂNGULO ESTÁVEL) ASSOCIADA A
DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA
(PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO
(OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE
INTRAMEDULAR)**

Matheus Nobile
Médico Veterinário

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO
INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-VIVO)
COM O USO DE HIB-AE (HASTE INTRAMEDULAR
BLOQUEADA DE ÂNGULO ESTÁVEL) ASSOCIADA A
DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA
(PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO
(OSTEOSSÍNTESE MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE
INTRAMEDULAR)**

**Discente: Matheus Nobile
Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias**

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

N745

Nobile, Matheus

Avaliação da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex- vivo) com o uso de HIB-AE (haste intramedular bloqueada de ângulo estável) associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de MINO (osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular) / Matheus Nobile. -- Jaboticabal, 2023

80 p.

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

Orientador: Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias

1.Compressão 2.Fratura 3.Gatos 4. Transversa I.Título

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

REGISTRO DO IMPACTO ESPERADO DA DISSERTAÇÃO

Um dos grandes objetivos na realização de pesquisa, é a capacidade de levar à sociedade algo que possa ser ao mesmo tempo inovador, útil e que impacte positivamente a vida das pessoas. De tal maneira, a presente pesquisa encaixa-se nestes tópicos, uma vez que traz desenvolvimento técnico, por meio de um modelo inédito de implante na medicina veterinária, que possibilitará uma maior abrangência de tratamentos cirúrgicos aos pacientes necessitados, e consequentemente, possibilitará a promoção de qualidade de vida e bem-estar, não somente dos pacientes animais, como de todos os seres humanos envolvidos com o mesmo. Além disso, os resultados deste novo modelo, podem ser de grande utilidade para o desenvolvimento de outros novos implantes, não somente na medicina veterinária, como também, na medicina humana, uma vez que trata-se de algo inovador e, até então, não descrito nas bases literárias. Sendo assim, o trabalho desenvolvido pelo programa de pós-graduação da UNESP, possui impacto substancial não somente no cenário nacional, como também, internacional, contribuindo para o meio científico, técnico e social, oferecendo à sociedade, os importantes resultados e frutos obtidos pela pesquisa.

REGISTRATION OF THE EXPECTED DISSERTATION IMPACT

One of the major objectives in carrying out research is the ability to bring to society something that can be innovative, useful and that positively impacts people's lives at the same time. In this way, the present research fits these topics, since it brings technical development, through an unprecedented model of implant in veterinary medicine, which will enable a greater range of surgical treatments for patients in need, and consequently, will enable the promotion of quality of life and well-being, not only of animal patients, but of all human beings involved with it. In addition, the results of this new model can be very useful for the development of other new implants, not only in veterinary medicine, but also in human medicine, since it is something innovative and, until then, not described in the literary bases. Therefore, the work developed by the UNESP graduate program has a substantial impact not only on the national scene, but also internationally, contributing to the scientific, technical and social environment, offering society the important results and fruits obtained by search.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA EFETIVIDADE DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA EM FÊMURES DE GATOS (EX-VIVO) COM USO DE HASTE INTRAMEDULAR BLOQUEADA ASSOCIADA A DISPOSITIVO DE COMPRESSÃO INTERFRAGMENTÁRIA (PATENTE BR 10 2018 016021 4) POR MEIO DE MINO

AUTOR: MATHEUS NOBILE

ORIENTADOR: LUÍS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Cirurgia Veterinária, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUÍS GUSTAVO GOSUEN GONÇALVES DIAS (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Prof. Dr. SILVIO HENRIQUE DE FREITAS (Participação Virtual)
Departamento de Medicina Veterinária-FZEA/USP / Pirassununga/SP

Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Jaboticabal, 28 de fevereiro de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Matheus Nobile, nascido em 26 de fevereiro de 1996, em São José do Rio Preto, no estado de São Paulo. Iniciou a vida acadêmica em Jaboticabal (SP) no curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), em 2014. Durante o curso, participou de diversos projetos de pesquisa e extensão, sendo bolsista FAPESP de iniciação científica (2017-2018). Fez parte do GEPA (Grupo de Estudos de Pequenos Animais), LACV (Liga Acadêmica de Cirurgia Veterinária) e do Centro Acadêmico da Medicina Veterinária. Em 2019, iniciou o Programa de Residência Médica em Clínica Cirúrgica de Pequenos Animais no Hospital Veterinário da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, concluindo-o em 2021. Ato contínuo, iniciou no mesmo ano, o mestrado junto ao Programa de Pós- Graduação em Cirurgia Veterinária, também pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, etapa que está em curso.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer à Deus, pela oportunidade de vivenciar esta jornada e por possibilitar minha evolução a cada dia.

Agradeço também a meus pais, Claudinei e Sandra, que são e sempre foram minha base, meu alicerce e os responsáveis por tudo isso. Sem eles não me tornaria a pessoa que sou, muito menos chegaria aonde cheguei. Amo vocês infinitamente!

À minha namorada, Vanessa, por ser meu braço direito, meu incentivo diário e àquela que esteve comigo me apoiando durante todo esse período. Eu te amo!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luís Gustavo Gosuen G. Dias, que desde a graduação tornou-se minha referência, não só profissional, como pessoal. O senhor teve papel fundamental no meu processo de amadurecimento e direcionamento, pois muito mais que cirurgia, os ensinamentos direcionados à vida, foram os mais estimáveis. Meu muito obrigado!

Ao meu irmão, Renato, pelos momentos divididos, ensinamentos, risadas e o dia-a-dia compartilhado. Você foi parte fundamental disso tudo!

Aos professores Bruno Watanabe Minto, Dayvid Vianêis Farias de Lucena e Silvio Henrique de Freitas, por aceitarem os convites para serem membros das bancas avaliadoras da qualificação e/ou doutorado.

Ao companheiro Vinícius, proprietário da Clínica Animais, que nos auxiliou com a realização das tomografias computadorizadas.

A todos os meus companheiros de pós-graduação, graduação e funcionários do Hospital Veterinário da Unesp- Jaboticabal, que estiveram comigo durante esta caminhada e que foram importantes durante todo esse processo.

	Página
CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTAS DE ABREVIATURAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xii
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.	1
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	1
OBJETIVOS	4
JUSTIFICATIVA	4
REFERÊNCIAS.....	5
CAPÍTULO 2 – Avaliação da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex-vivo) com o uso de HIB-AE (haste intramedular bloqueada de ângulo estável) associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de MINO (osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular)	8
RESUMO.....	8
PALAVRAS-CHAVE.....	9
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	10
Descrição dos grupos experimentais	11
Divisão dos grupos e avaliações iniciais	11
Delimitação dos pontos de osteotomia.....	12
Mensuração dos eixos e ângulos femorais	12
Realização das osteotomias transversas	15
Descrição do novo modelo de haste intramedular bloqueada de ângulo estável e do mecanismo de compressão interfragmentáriai	16
Avaliação pós-compressão interfragmentária	23
Análise estatística	24
RESULTADOS	28
DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE.....	41
Anexo 1 -Normas do periódico Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT).....	42



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Jaboticabal



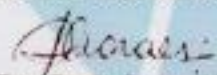
CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado “Avaliação radiográfica da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gato (ex-vivo) com o uso de haste intramedular bloqueada associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente br 10 2018 016021 4) por meio de MINO” protocolo nº 1567/21, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, 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 24 de junho de 2021.

Vigência do Projeto	01/08/2021 a 01/02/2023
Espécie / Linhagem	Gato doméstico (<i>Felis catus</i>)
Nº de animais	16
Peso / Idade	3-4 Kg / Adultos
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Animais que vierem naturalmente à óbito por outras causas no Hospital Veterinário da Unesp/Jaboticabal

Jaboticabal, 24 de junho de 2021.


Prof. Dra. Paola Castro Moraes
Vice-Coordenadora – CEUA

AValiação da Efetividade de Compressão Interfragmentária em Fêmures de Gatos (EX-VIVO) com o uso de HIB-AE (Haste Intramedular Bloqueada de Ângulo Estável) Associada a Dispositivo de Compressão Interfragmentária (Patente BR 10 2018 016021 4) por Meio de Mino (Osteossíntese Minimamente Invasiva com Haste Intramedular)

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo avaliar radiograficamente a efetividade da compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex-vivo) com o uso de haste intramedular bloqueada associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de osteossíntese minimamente invasiva (MINO). Para tal, utilizaram-se cadáveres de gatos adultos (n=16), dos quais um espécime (n=1) foi direcionado ao ensaio “piloto”, enquanto os restantes (n=15), foram direcionados aos ensaios definitivos. Todos os fêmures foram avaliados por meio de imagens radiográficas, como forma de identificar alterações anatômicas passíveis de exclusão. Após a seleção dos ossos ideais, foram realizadas, também, tomografias computadorizadas, para mensuração do eixo anatômico femoral, dos ângulos anatômicos laterais proximais e distais e do ângulo de anteversão, bilateralmente, previamente ao procedimento cirúrgico. Os animais foram aleatoriamente sorteados em três grupos, com 5 espécimes cada (10 fêmures por grupo) e submetidos à osteotomias transversas (acesso pela face medial da coxa): G1-DP (osteotomia na diáfise femoral proximal de ambos os fêmures); G2-DM (osteotomia diafisária femoral média) e G3-DD (osteotomia femoral diafisária distal). Ato contínuo, os 30 fêmures foram novamente radiografados. Após o planejamento cirúrgico prévio, a haste intramedular bloqueada de ângulo estável (HIB-AE) associada ao Dispositivo 3 (BR 10 2018 016021 4) foi alocada nos fêmures pela técnica de MINO e a compressão interfragmentária foi executada, juntamente com os bloqueios da haste. Posteriormente à implantação das hastes em todos os cadáveres felinos (n=30 fêmures), foram realizadas novas radiografias e novas tomografias computadorizadas, para avaliar a aposição óssea, a efetividade da compressão interfragmentária, o alinhamento alcançado, a disposição dos implantes colocados e comparar estatisticamente os resultados finais dos eixos anatômicos e dos ângulos obtidos, comparados às radiografias prévias à implantação das hastes, observando a presença ou não, de alterações significativas. Os resultados indicaram que todos os gaps mantiveram-se dentro da classificação ideal ou aceitável (entre 0 e 1 mm). Não houve diferença estatística significativa entre os momentos pré e pós-implantação para os AaLDF (ângulo anatômico lateral distal do fêmur). Houve diferença significativa apenas no grupo G2-DM para avaliação do AaLPF (ângulo anatômico lateral proximal do fêmur). Todos os grupos apresentaram diferença estatística significativa em relação ao AAF (ângulo de anteversão femoral). Concluiu-se que o novo modelo de implante foi eficaz quanto à realização de compressão interfragmentária nas linhas transversas realizadas em fêmures de cadáveres de gatos.

Palavras-chave: compressão, fratura, gatos, transversa.

**EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF INTERFRAGMENTARY
COMPRESSION IN FEMURS OF CATS (EX-VIVO) WITH THE USE OF AS-ILN
(ANGLE-STABLE INTERLOCKING NAIL) ASSOCIATED WITH
INTERFRAGMENTARY COMPRESSION DEVICE (PATENT BR 10 2018 016021 4)
THROUGH MINO (MINIMALLY INVASIVE OSTEOSYNTHESIS)**

ABSTRACT – The present study aimed to radiographically evaluate the occurrence of interfragmentary syndrome in femurs of cats (ex-vivo) with the use of a locked intramedullary nail associated with an interfragmentary compression device (patent BR 10 2018 016021 4) through minimally invasive osteosynthesis (MINO). For this purpose, cadavers of adult cats (n=16) were used, of which one specimen (n=1) was directed to the “pilot” test, while the rest (n=15) were directed to the definitive tests. All cases (right and left femurs) were evaluated by means of radiographic images, as a way of identifying anatomical alterations subject to exclusion. After selecting the ideal bones, computed tomography scans were also performed to measure the femoral anatomical axis, the proximal and distal lateral anatomical angles and the anteversion angle, bilaterally, prior to the medical procedure. The animals were randomly drawn into three groups, with 5 specimens each (10 femurs per group) and submitted to transverse osteotomies (access through the medial aspect of the thigh): G1-DP (osteotomy in the proximal femoral diaphysis of both femurs); G2-DM (middle diaphyseal femoral osteotomy) and G3-DD (distal diaphyseal femoral osteotomy). Then, the 30 femurs were radiographed again. After prior surgical planning, the angle stable locked intramedullary nail (AS-ILN) associated with Device 3 (BR 10 2018 016021 4) was placed in the femurs by the MINO technique and interfragmentary compression was performed. After the implantation of the interlocking nails in all feline cadavers (n=30 femurs), new radiographs and new computed tomography scans were taken to evaluate the bone position, the alignment, the achieved, the disposition of the placed implants and to statistically compare the results end points of the anatomical axes and the obtained angles, compared to the radiographs prior to the implantation of the interlocking nails, observing the presence or not of alterations. The results indicated that all gaps remained within the ideal or acceptable classification. There was no statistically significant difference between the pre- and post-implantation moments for the AaLDF (distal lateral anatomical angle of the femur). There was a significant difference only in the G2-DM group for the evaluation of the AaLPF (proximal lateral anatomical angle of the femur). All groups showed a statistically significant difference in relation to the AAF (femoral anteversion angle). It was concluded that the new implant model was effective in terms of performing interfragmentary compression on transverse lines performed on femurs of cat cadavers.

Keywords: compression, fracture, cats, transverse.

LISTAS DE ABREVIATURAS

3D - Três dimensões

AaLPF – ângulo anatômico lateral proximal do fêmur

AaLDF - ângulo anatômico lateral distal do fêmur

AS-ILN - angle stable locked intramedullary nail

CF – componente de fixação da régua à haste

CEUA – Comissão de Ética no Uso de Animais

DCP – “Dynamic Compression Plate” (placa de compressão dinâmica)

EaF – ângulo do eixo anatômico femoral

FCAV - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias

GDP - Grupo 1 (diáfise proximal)

GDM - Grupo 2 (diáfise média)

GDD - Grupo 3 (diáfise distal)

HIB - Haste Intramedular Bloqueada

HIB-AE – Haste intramedular bloqueada de ângulo estável

MIA - Momento de Inércia de Área

MINO - “Minimally invasive nail osteosynthesis” (osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular)

MIO - “Minimally Invasive Osteosynthesis” (osteossíntese minimamente invasiva)

MIPO - “Minimally invasive plate osteosynthesis” (osteossíntese minimamente invasiva com placa)

mm – Milímetro

ORIF - “Open Reduction and Internal Fixation” (redução aberta e fixação interna)

PC – parafuso principal de conexão

RG – régua guia

TCF – trava do componente de fixação da régua à haste

UNESP - Universidade Estadual Paulista

VPOP- “Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning”

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Páginas

- Figura 1. Figura 1: Imagem radiográfica de fêmur direito felino sob a projeção craniocaudal. Demonstração esquemática dos pontos de osteotomia que foram realizados no estudo. Para a delimitação dos pontos de corte, foram traçadas duas linhas perpendiculares ao eixo ósseo, uma proximal e uma distal ao eixo do fêmur (linhas pretas nas extremidades), englobando as epífises e as metáfises proximais e distais, restando apenas a diáfise como área de análise. A depender do grupo analisado, foram realizadas osteotomias proximais (linha azul), osteotomias médias (linha vermelha) ou osteotomias distais (linha verde)13
- Figura 2. Demonstração da mensuração do eixo anatômico femoral (EaF), do ângulo anatômico lateral proximal do fêmur (AaLPF) e do ângulo anatômico lateral distal do fêmur (AaLDF) em fêmur direito de felino. (A) Imagem radiográfica. (B) Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada.....14
- Figura 3. Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada de fêmur direito felino na projeção axial, a partir do posicionamento vertical do fêmur, demonstrando a mensuração do ângulo de anteversão femoral (AAF).....15
- Figura 4. Desenho gráfico (SOLIDWORKS® 2016) da haste intramedular bloqueada específica, desenvolvida para a realização de compressão interfragmentária óssea utilizando o Dispositivo 3 (Patente BR 10 2018 016021 4). Notar a presença do orifício oblongo (segundo orifício) na porção proximal da haste entre os outros dois orifícios (1 e 3). A imagem da porção superior ilustra a rosca no núcleo da haste, que se inicia no topo desta e se prolonga até o início do orifício oblongo. Esta rosca permite que ocorram as circunvoluções do parafuso principal de conexão, que uma vez rosqueado à haste, é capaz de empurrar o implante de bloqueio que foi inserido na porção proximal do orifício oblongo. Esse movimento faz o dispositivo de bloqueio deslizar ao longo do comprimento do segundo orifício, promovendo o deslocamento do fragmento ósseo proximal em direção ao fragmento ósseo distal (compressão interfragmentária). Todas as dimensões estão em milímetros17
- Figura 5. Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Imagem do aparato de implantação e da haste (seta vermelha). (B) Fresagem do canal medular com broca (seta verde). (C) Imagem do aparato após a introdução da haste no canal medular. (D) Realização dos portais para alocação dos parafusos (setas azuis)19
- Figura 6. Desenhos gráficos (SOLIDWORKS®, 2016) do modelo específico de haste bloqueada (HIB-AE) para compressão óssea, do pino de Steinmann e do parafuso principal de conexão. As hastes da direita estão transparentes para facilitar a visualização do mecanismo de ação do parafuso principal de conexão no seu interior. As setas pretas apontam para o parafuso principal de conexão, as vermelhas identificam o pino de Steinmann, alocado no orifício oblongo da haste intramedular, e as setas verdes apontam para a extremidade distal do parafuso principal de conexão, que está encostado no pino de Steinmann. A e A' - Pino de Steinmann alocado na porção proximal do orifício oblongo da haste intramedular. Neste momento, a extremidade distal do parafuso principal de conexão está apenas encostada no pino de Steinmann, sem empurrá-lo. B e B' - Após o rosqueamento do parafuso principal de conexão com chave apropriada (Dispositivo 3 – Patente BR 10 2018 016021 4) nota-se a movimentação do pino

de Steinmann em sentido distal. C e C' - As circunvoluções do referido parafuso poderão ser efetuadas até que o pino de Steinmann encoste-se à porção distal do orifício oblongo da haste. Quando a falha óssea entre os fragmentos for menor que o comprimento do orifício oblongo, o pino de Steinmann não alcançará ao final do orifício, pois os fragmentos se encostarão antes.....	19
Figura 7. Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Momento imediatamente após a colocação dos dois parafusos distais. (B) Inserção do implante de bloqueio (pino de Steinmann de 2,0 mm) no orifício oblongo da haste. (C) Realização das circunvoluções do parafuso principal de conexão com chave.....	22
Figura 8. Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Colocação do parafuso número 3, após a compressão interfragmentária (seta vermelha). (B) Circunvolução do parafuso principal de conexão em sentido contrário ao da compressão, após o bloqueio do parafuso 3 (seta verde). (C) Aspecto final do fêmur felino após a implantação do novo modelo de haste	22
Figura 9. Imagem radiográfica de fêmur direito de felino após a realização de compressão interfragmentária com a haste, evidenciando o ponto de compressão e a mensuração do gap residual. Da direita para a esquerda, são apresentadas sequências de imagens ampliadas do foco de fratura. As setas verdes indicam o ponto de mensuração.....	25
Figura 10. Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada de fêmur direito felino nas projeções craniocaudal (A) e axial (B), para mensuração do eixo anatômico femoral (EaF), do ângulo anatômico lateral proximal do fêmur (AaLPF) e do ângulo anatômico lateral distal do fêmur (AaLDF) (A) e do ângulo de anteversão femoral (AAF) (B).....	25
Figura 11. Fêmur direito de um dos felinos utilizado na pesquisa. (A) Projeção radiográfica craniocaudal pré-implantação. (B) Projeção radiográfica craniocaudal após a implantação da haste. (C) Vista frontal de reconstrução 3D após a implantação da haste. (D) Vista frontal em macroscopia do fêmur, após implantação da haste e após a remoção dos tecidos moles adjacentes.	26
Figura 12. Fêmur direito de um dos felinos utilizado na pesquisa. (A) Projeção radiográfica mediolateral pré-implantação. (B) Projeção radiográfica mediolateral após a implantação da haste. (C) Vista lateral em macroscopia do fêmur, após implantação da haste e após a remoção dos tecidos moles adjacentes	27

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

Página

Figura 1. Tabela 1. Tabela descritiva do método de avaliação da compressão interfragmentária, com as correlações entre os “gaps” residuais e a classificação de efetividade	23
Tabela 2. Análise descritiva do gap nos diferentes grupos avaliados.....	29
Tabela 3. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável ALDFa.....	29
Tabela 4. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável ALPFa	29
Tabela 5. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável Anteversão	30
Tabela 6. Análise descritiva da diferença média dos momentos (pós-pré) dentro de cada tratamento.....	30

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

Introdução

As fraturas transversas podem ser classificadas como lesões de alto “strain”, nesse tipo de fratura é preconizado a reconstrução da coluna óssea, com compressão interfragmentária e estabilização rígida, almejando a consolidação direta. Embora a compressão interfragmentária, realizada principalmente por intermédio de placas de compressão dinâmica, possua características positivas, a necessidade de abrir o foco de fratura, prejudicando o “ambiente biológico” é um dos pontos negativos da abordagem.. Com o intuito de minimizar os danos biológicos ao tecido ósseo, foram criadas abordagens minimamente invasivas (MIO – “Minimally Invasive Osteosynthesis”) para correção das fraturas. Com a criação dos conceitos de osteossíntese biológica, a haste intramedular bloqueada (HIB) ganhou importância, tanto na medicina, quanto na veterinária, uma vez que segue os conceitos de preservação do hematoma primordial da fratura, além de possuir vantagens mecânicas, como o posicionamento no eixo neutro do osso e MIA (momento de inércia de área) uniforme devido ao formato cilindro, tornando-a resistente às forças de flexão em todas as direções. No entanto, as hastes disponíveis na medicina veterinária para o tratamento de fraturas são incapazes de gerar compressão interfragmentária, resultando em muitos relatos de insucesso no tratamento de fraturas de alto “strain”. Sendo assim, a compressão interfragmentária com uso de HIB em fraturas de linha transversa se mostra promissora por possibilitar a união das vantagens da osteossíntese mecânica e da biológica.

Revisão de literatura

O conceito de consolidação óssea direta consiste na busca da

estabilização rígida, permitindo mínima movimentação entre os fragmentos ósseos. Tal estabilidade é alcançada com reconstrução da coluna óssea e compressão interfragmentária. A coaptação e compressão dos fragmentos possibilita o progresso dos vasos sanguíneos, os quais se orientam por meio dos canais de Havers, sobre a linha de fratura, auxiliando no processo direto de osteogênese, com mínima ou nenhuma ocorrência de tecido fibroso e cartilaginoso (Berendsen e Olsen, 2015).

Sendo assim, os primeiros implantes humanos desenvolvidos, buscavam a reconstrução anatômica da coluna óssea e a promoção de estabilização rígida por meio de placas de compressão dinâmica (“Dynamic Compression Plate” - DCP) que realizavam compressão interfragmentária (Perren et al., 1969; Uthoff et al., 2006; Augat e Von rüden, 2018). Para a reconstrução anatômica, é necessária a abertura do foco de fratura durante a técnica de osteossíntese, chamada de ORIF (“Open Reduction and Internal Fixation”) (Mazzocca et al., 2008; Johnston et al., 2017).

Os danos biológicos provocados pelos implantes e pela abertura do foco de fratura passaram a ser o enfoque dos estudos ortopédicos durante a década de 90, culminando posteriormente na criação do conceito de MIO (“Minimally Invasive Osteosynthesis”), cuja técnica, compreende a preservação do hematoma inicial do foco de fratura e preservação da vascularização periosteal e dos tecidos adjacentes ao osso (Hudson et al.,

2009; Johnston et al., 2017). Sendo assim, o manejo das fraturas irreduzíveis de ossos longos passou a ter como prioridade o conceito de estabilidade relativa, buscando o alinhamento funcional do membro por meio de redução indireta e manipulação mínima dos tecidos moles adjacentes, almejando a consolidação indireta ou secundária, com grande formação de calo ósseo (Pozzi et al., 2013; Xue et al., 2016; Oxley, 2018).

Embora a utilização de técnicas minimamente invasivas seja excelente em fraturas cominutas, as fraturas de linha simples se beneficiam com a reconstrução da coluna óssea, associada à compressão interfragmentária (Hudson et al., 2012; Kim et al., 2015; Pettitt, 2016). Neste

ponto, a realização de MIO não se torna possível, uma vez que a técnica demanda exposição e manipulação do foco de fratura, buscando efetiva compressão e alinhamento ósseos, causando, inevitavelmente, danos à vascularização e ao hematoma primordial da fratura (Hudson et al., 2009; Hudson et al., 2012; Kim et al., 2015; Xue et al., 2016).

As hastes intramedulares foram criadas com o intuito de tratar fraturas na maioria dos ossos apendiculares, sem que haja danos articulares como, por exemplo, o fêmur, o úmero, a tíbia e em alguns casos a ulna (Johnston et al., 2017). Desde os primeiros modelos descritos, era recomendado a implantação da haste com preservação do foco de fratura (Vécsei et al., 2011; Seligson, 2015). A haste intramedular bloqueada (HIB) pode ser implantada por MINO, sem perturbação do hematoma primordial e, uma vez dentro do canal medular, tal implante é capaz de promover o alinhamento funcional do membro e a estabilidade relativa. Além dessas vantagens biológicas, a HIB apresenta vantagens mecânicas como, por exemplo, seu posicionamento no eixo neutro do osso e alto MIA (momento de inércia de área), tornando o implante resistente às forças de flexão em todas as direções (Muir et al., 1995; Zou et al., 2013; Kim et al., 2015; Pettitt, 2016; Déjardin et al., 2020).

Na medicina veterinária, até o presente momento, não havia nenhum sistema de HIB compressiva publicado em fontes de dados pesquisados. No entanto, em humanos são descritos alguns modelos capazes de serem implantados por abordagem minimamente invasiva (MINO) e ainda promover compressão interfragmentária, associando as vantagens da osteossíntese mecânica e biológica (Verbruggen e Stapert, 2007; Högel et al., 2013; Baki et al., 2017; Karaarslan e Acar, 2017). Tais modelos, chamados de “Compression Nails”, obtiveram resultados superiores no tratamento de fraturas transversas ou oblíquas de ossos longos, quando comparadas às HIB convencionais, apresentando consolidação precoce e taxas inferiores de complicações (Högel et al., 2013; Karaarslan et al., 2017).

Apesar de não terem sido encontrados modelos veterinários de HIB

capazes de promoverem compressão interfragmentária, um dos modelos da ortopedia humana foi testado em coelhos, demonstrando resultados semelhantes àqueles encontrados em pacientes humanos. Neste trabalho (Baki et al., 2017), as hastes intramedulares compressivas foram utilizadas em fraturas transversas em fêmures de coelhos, e obtiveram resultados positivos, com consolidação óssea no período de quatro semanas. Comparativamente, os fêmures tratados com HIB convencional, sob o mesmo período, ainda estavam em estágio inicial de consolidação.

Em 2018, a equipe envolvida no projeto em tela patenteou um novo modelo de haste compressiva no Brasil, que poderá ser utilizado tanto na medicina quanto na veterinária (registro de patente: BR 10 2018 016021 4). Tal modelo, consiste em uma HIB-AE que apresenta sistema inovador para gerar compressão interfragmentária. Este sistema é inédito, pois nem mesmo os modelos de HIB compressiva descritos para o tratamento de fraturas em humanos possuem bloqueio em ângulo estável.

Objetivos

Avaliar a exequibilidade e a eficácia da técnica de compressão interfragmentária utilizando o Dispositivo 3 patentado (BR 10 2018 016021 4) associado a modelo específico de HIB-AE em fêmures (com linha transversa de fratura na diáfise proximal, média ou distal) de gatos adultos (cadáveres), utilizando a técnica MINO (“Minimally Invasive Nail Osteosynthesis”). Ademais, avaliar por intermédio de radiografias e tomografias computadorizadas, os ângulos pré e pós-implantação, evidenciando a presença ou não, de desvios angulares e torcionais.

Justificativa

Buscando o sinergismo entre osteossíntese mecânica e biológica, foram desenvolvidos modelos de hastes intramedulares compressivas em humanos, demonstrando vantagens desta composição, principalmente

pela possibilidade de implantação minimamente invasiva, maior patência do implante e pela possibilidade de efetiva compressão em linhas de fratura de traço simples, transversas ou oblíquas curtas (Högel et al., 2013; Baki et al., 2017; Karaarslan e Acar, 2017; Karaarslan et al., 2017).

Desta forma, a presente pesquisa justifica-se por apresentar o Dispositivo (patente BR10 2018 016021 4) que, em associação a modelo de HIB-AE específica, possibilitará a promoção de compressão interfragmentária. A possibilidade de realizar compressão por intermédio de uma HIB-AE, não só expande as indicações de uso para as hastes, como também, eleva a qualidade do tratamento de fraturas transversas, uma vez que possibilita resultado compressivo eficiente, somado à possibilidade de preservação biológica e maior resistência mecânica do conjunto, algo até então, inédito na ortopedia veterinária.

Referências

- Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S (2009). Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated. **International orthopaedics** 33:1119-1126.
- Augat P, Von Rüden C (2018). Evolution of fracture treatment with bone plates. **Injury** 49: S2-S7.
- Berendsen AD, Olsen BR (2015). Bone development. **Bone** 80:14-18.
- Decamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL (2015). The Elbow Joint. In: **Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair** 5:360-365.
- Déjardin LM, Perry KL, Von Pfeil DJ, Guiot LP (2020). Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice** 50: 67-100.
- Högel F, Gerber C, Bühren V, Augat P (2013). Reamed intramedullary nailing of diaphyseal tibial fractures: comparison of compression and non-compression nailing. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 39:73-77.
- Hudson CC, Pozzi A, Lewis DD (2009). Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dogs and cats. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 22:175-182.
- Hudson CC, Lewis DD, Pozzi A (2012). Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals: radius and ulna fractures. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**

42:983- 996.

Johnston SA, Von Pfeil DJF, Déjardin LM, Weh M, Roe S (2017). Internal fracture fixation. In.: Tobias KM, Johnston SA (Eds.) **Veterinary Surgery: Small Animal**.2:1892-1983.

Karaarslan AA, Acar N (2018). The effect of different torque wrenches on rotational stiffness in compressive femoral nails: a biomechanical study. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 44: 97-103.

Kim JW, Oh CW, Byun YS, Kim JJ, Park KC (2015). A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. **Journal of orthopaedic trauma** 29:189-194.

Mazzocca AD, Deangelis JP, Caputo AE, Browner BD, Mast JW, Mendes MW (2008). Principles of internal fixation. In.: Browner BD, Jupiter JB, Krettek C, Anderson PA. **Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction** Filadélfia: Saunders, p. 83-141.

MUIR P, JOHNSON KA, MARKEL MD (1995). Area moment of inertia for comparison of implant cross- sectional geometry and bending stiffness. **Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology** 8:146-152.

Oxley B (2018). A 3-dimensional-printed patient-specific guide system for minimally invasive plate osteosynthesis of a comminuted mid-diaphyseal humeral fracture in a cat. **Veterinary Surgery** 47: 445-453.

Perren SM, Huggler A, Russenberger M, Straumann F, Mller ME, Allgöwer M (1969). A method of measuring the change in compression applied to living cortical bone. **Acta Orthopaedica Scandinavica** 40:1-63.

Petazzoni M, Jaeger GH (2008). **Atlas of clinical goniometry and radiographic measurements of the canine pelvic limb**. Merial.

Pettitt R. (2016) Principles of fracture fixation. In.: Gemmill TJ, Clements DN (Eds.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association, p. 55-64.

Pozzi A, Hudson CC, Gauthier CM, Lewis DD (2013). Retrospective comparison of minimally invasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation of radius-ulna fractures in dogs. **Veterinary Surgery** 42:19-27.

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Seligson D (2015) History of intramedullary nailing. In.: Rommens PM, Hessmann MH (Eds.) **Intramedullary Nailing: A Comprehensive Guide**. Londres: Springer, p. 3-12.

Tomczak M, Tomczak E (2014). The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. **Trends in Sport Sciences** 1:19-25.

Uhthoff HK, Poitras P, Backman DS (2006). Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. **Journal of Orthopaedic Science** 11:118-126.

Vécsei V, Hajdu S, Negrin LL (2011). Intramedullary nailing in fracture treatment: history, science and Küntscher's revolutionary influence in Vienna, Austria. **Injury** 42: S1-S5

Verbruggen JPAM, Sternstein W, Blum J, Rommens PM, Stapert JW (2007). Compression-locked nailing of the humerus: a mechanical analysis. **Acta orthopaedica** 78:143-150.

Xue Z, Jiang C, Hu C, Qin H, Ding H, An Z (2016). Effects of different surgical techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plate osteosynthesis. **BMC musculoskeletal disorders** 17:1-6.

Wendelburg KM, Lewis DD, Sereda CW, Reese DJ, Wheeler JL (2011). Use of an interlocking nail-hybrid fixator construct for distal femoral deformity correction in three dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 24: 236-245.

Zou J, Zhang W, Zhang C (2013). Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis with open reduction and internal fixation for treatment of extra-articular distal tibia fractures. **Injury** 44:1102-1106.

CAPÍTULO 2 – Avaliação da efetividade de compressão interfragmentária em fêmures de gatos (ex-vivo) com o uso de HIB-AE (haste intramedular bloqueada de ângulo estável) associada a dispositivo de compressão interfragmentária (patente BR 10 2018 016021 4) por meio de MINO (osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular)

Normas do periódico *VCOT - Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* (Anexo 1)

(disponível em: https://web.thieme.com/media/ita/VCOT_Author_Instructions)

Resumo

Objetivos: Avaliar por métodos de imagem, a efetividade da compressão interfragmentária em linhas transversas em fêmures de gatos (ex-vivo) com o uso de haste intramedular bloqueada de ângulo estável (HIB-AE) associada a dispositivo de compressão interfragmentária por meio de osteossíntese minimamente invasiva com haste intramedular (MINO).

Métodos: Foram utilizados 15 animais, divididos em 3 grupos (GDP, GDM, GDD) a depender da localização do corte (diáfises proximal, média ou distal), sendo o total, 30 fêmures avaliados. Todos os grupos foram submetidos a imagens radiográficas e de tomografia computadorizada prévias, para possibilitar planejamento de implantação e mensuração dos eixos e ângulos prévios. Em seguida, foram realizadas as osteotomias transversas específicas, seguido da implantação das hastes. Após a implantação, novas imagens foram obtidas, com o intuito de mensurar a efetividade da compressão óssea e comparar estatisticamente os resultados dos ângulos com os obtidos inicialmente.

Resultados: Todos os grupos obtiveram compressão ideal ou aceitável (com gaps residuais de no máximo 0,3 mm). Houve diferença significativa para avaliação do ALPFa (ângulo anatômico lateral proximal do fêmur) apenas no grupo de diáfise média (ges

0,445). Todos os grupos apresentaram diferença estatística significativa em relação ao AAF (ângulo de anteversão femoral), sendo GDP (*ges* 0,655), GDM (*ges* 0,385) e GDD (*ges* 0,213).

Conclusão: Conclui-se que o novo modelo de implante foi eficaz quanto à realização de compressão interfragmentária nas linhas transversas realizadas em fêmures de cadáveres de gatos, acrescentando uma nova opção de tratamento para este tipo de fratura.

Palavras-chave: Osteotomia, Transversa, Compressão, Haste

Introdução

As hastes intramedulares foram criadas com o intuito de tratar fraturas não redutíveis e direcionam-se para ossos que possuam canal medular e que possibilitem a introdução do implante, sem que haja danos articulares como, por exemplo, o fêmur, o úmero, a tíbia e em alguns casos a ulna (12). Desde os primeiros modelos descritos, era recomendado a implantação da haste com preservação do foco de fratura (28, 25). A haste intramedular bloqueada (HIB) pode ser implantada sem perturbação do hematoma primordial e, uma vez dentro do canal medular, tal implante é capaz de promover o alinhamento funcional do membro e estabilidade relativa. Além dessas vantagens biológicas, a HIB apresenta vantagens mecânicas como, por exemplo, seu posicionamento no eixo neutro do osso e alto MIA (momento de inércia de área), tornando o implante resistente às forças de flexão em todas as direções (18, 22, 7).

Na medicina veterinária, até o presente momento, não havia nenhum sistema de HIB compressiva publicado em fontes de dados pesquisados. No entanto, em humanos são descritos alguns modelos capazes de serem implantados por abordagem minimamente invasiva (MINO) e ainda promover compressão interfragmentária,

associando as vantagens da osteossíntese mecânica e biológica (29, 9, 3, 13). Tais modelos, chamados de “Compression Nail”, obtiveram resultados superiores no tratamento de fraturas transversas ou oblíquas de ossos longos, quando comparadas às HIB convencionais, apresentando consolidação precoce e taxas inferiores de complicações (9, 13). Apesar de não terem sido encontrados modelos veterinários de HIB capazes de promoverem compressão interfragmentária, um dos modelos da ortopedia humana foi testado em coelhos, demonstrando resultados semelhantes àqueles encontrados em pacientes humanos. Neste trabalho (3), as hastes intramedulares compressivas foram utilizadas em fraturas transversas em fêmures de coelhos, e obtiveram resultados positivos, com consolidação óssea no período de quatro semanas. Comparativamente, os fêmures tratados com HIB convencional, sob o mesmo período, ainda estavam em estágio inicial de consolidação.

A equipe envolvida neste projeto patenteou um novo modelo de haste compressiva, que poderá ser utilizado tanto na medicina quanto na veterinária (registro de patente: BR 10 2018 016021 4). Tal modelo, consiste em uma HIB-AE (haste intramedular bloqueada de ângulo estável) que apresenta sistema inovador para gerar compressão interfragmentária. Este sistema é inédito, pois nem mesmo os modelos de HIB compressiva descritos para o tratamento de fraturas em humanos possuem bloqueio em ângulo estável.

Material e métodos

A pesquisa foi submetida e aprovada pela Comissão de Ética no uso de Animais (CEUA) (protocolo: 1567/21).

Descrição dos grupos experimentais

Um total de 15 cadáveres de gatos domésticos adultos (com média de peso variando entre 3,0 e 4,0 kg) foram obtidos no Hospital Veterinário da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Unesp Jaboticabal, provenientes de animais que foram à óbito, ressaltando que a causa da morte não possuiu relação com a inclusão destes neste estudo. Os cadáveres foram armazenados sob congelamento com solução NaCl 0,9%, de maneira a preservar as principais características anatômicas dos fêmures utilizados.

Divisão dos grupos e avaliações iniciais

Os espécimes (n=15), foram aleatoriamente sorteados e distribuídos em três grupos de maneira igual. Cada um dos três grupos experimentais possuiu 10 fêmures (direitos e esquerdos somados), sendo o total de trinta fêmures avaliados no estudo (n=30). Os três grupos foram classificados com base nas porções onde foram realizadas as linhas de osteotomia transversa na diáfise [proximal (GDP), média (GDM) e distal (GDD)]. Os fêmures foram avaliados radiograficamente por meio das projeções craniocaudal e mediolateral. Esta avaliação inicial teve como objetivo a exclusão de amostras que não se enquadravam ao estudo (cadáveres com lesões extensas em tecidos moles, presença de fissuras ou fraturas ósseas, presença de neoplasias ou conformações anatômicas discrepantes). Após as radiografias, procedeu-se a realização de tomografias computadorizadas, para mensuração dos ângulos femorais prévios ao procedimento cirúrgico.

Delimitação dos pontos de osteotomia

Para a delimitação dos pontos de corte ósseo, foram traçadas nas imagens radiográficas, uma linha perpendicular proximal e uma distal ao eixo do osso, englobando as epífises e as metáfises proximais e distais do fêmur, restando apenas a diáfise como área de análise. A partir do comprimento total de diáfise obtida, a porção óssea analisada foi primeiramente dividida ao meio, sendo este ponto central, referente ao local de osteotomia utilizado para as amostras do grupo GDM. Em seguida, o segmento proximal da diáfise foi dividido em três partes, sendo a intersecção entre o primeiro e segundo terços, o ponto de osteotomia utilizado para os fêmures referentes ao grupo GDP. Para os fêmures do grupo GDD, a definição da linha de osteotomia distal se deu a partir da divisão da porção distal da diáfise em três segmentos, semelhante ao realizado no grupo anterior, porém, a linha de osteotomia foi definida na intersecção entre o segundo e o terceiro terços (Figura 1).

Mensuração dos eixos e ângulos femorais

Com a utilização de reconstruções em 3D dos fêmures e seguindo os métodos de mensuração de Petazzoni e Jaegger (2008), foram procedidas as mensurações do eixo anatômico femoral (incluindo a mensuração dos ângulos laterais proximal e distal, de forma a avaliar o desenvolvimento ou não de desvios valgo/varo) (Figura 2) e o grau de torção do fêmur (por meio da avaliação do ângulo de anteversão femoral) (Figura 3). Estas mensurações iniciais, foram utilizadas posteriormente como método comparativo após a implantação das hastes, de maneira a avaliar se houve ou não a presença de

desvios angulares importantes após a colocação dos implantes.

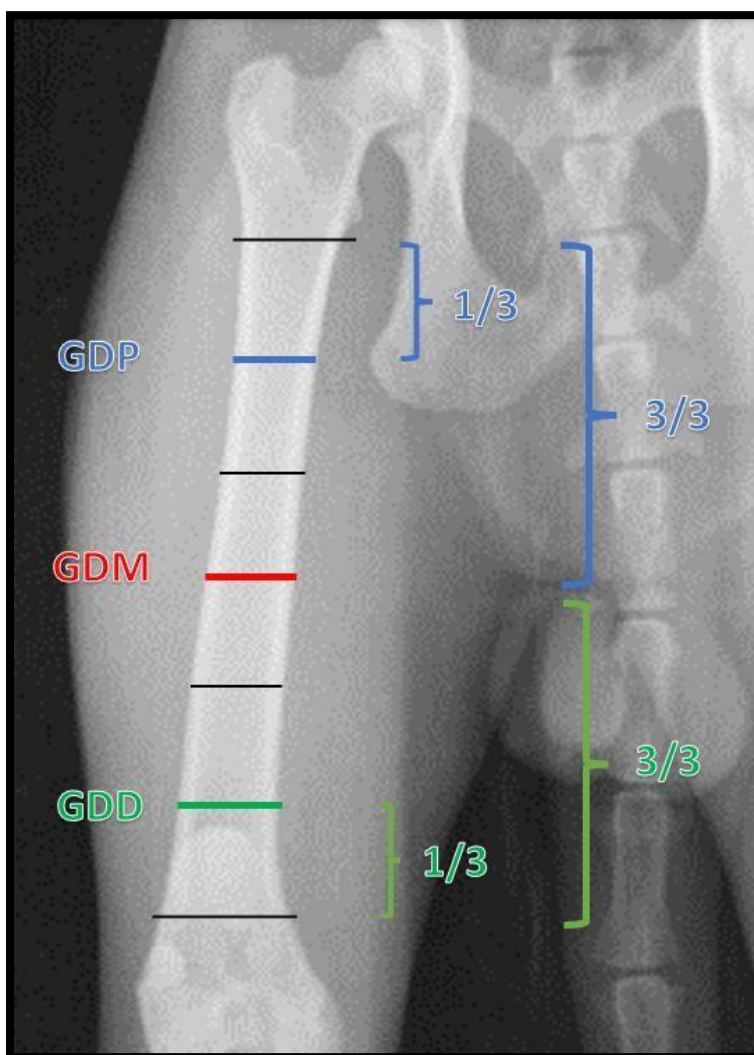


Figura 1: Imagem radiográfica de fêmur direito felino sob a projeção craniocaudal. Demonstração esquemática dos pontos de osteotomia que foram realizados no estudo. Para a delimitação dos pontos de corte, foram traçadas duas linhas perpendiculares ao eixo ósseo, uma proximal e uma distal ao eixo do fêmur (linhas pretas nas extremidades), englobando as epífises e as metáfises proximais e distais, restando apenas a diáfise como área de análise. A depender do grupo analisado, foram realizadas osteotomias proximais (linha azul), osteotomias médias (linha vermelha) ou osteotomias distais (linha verde).

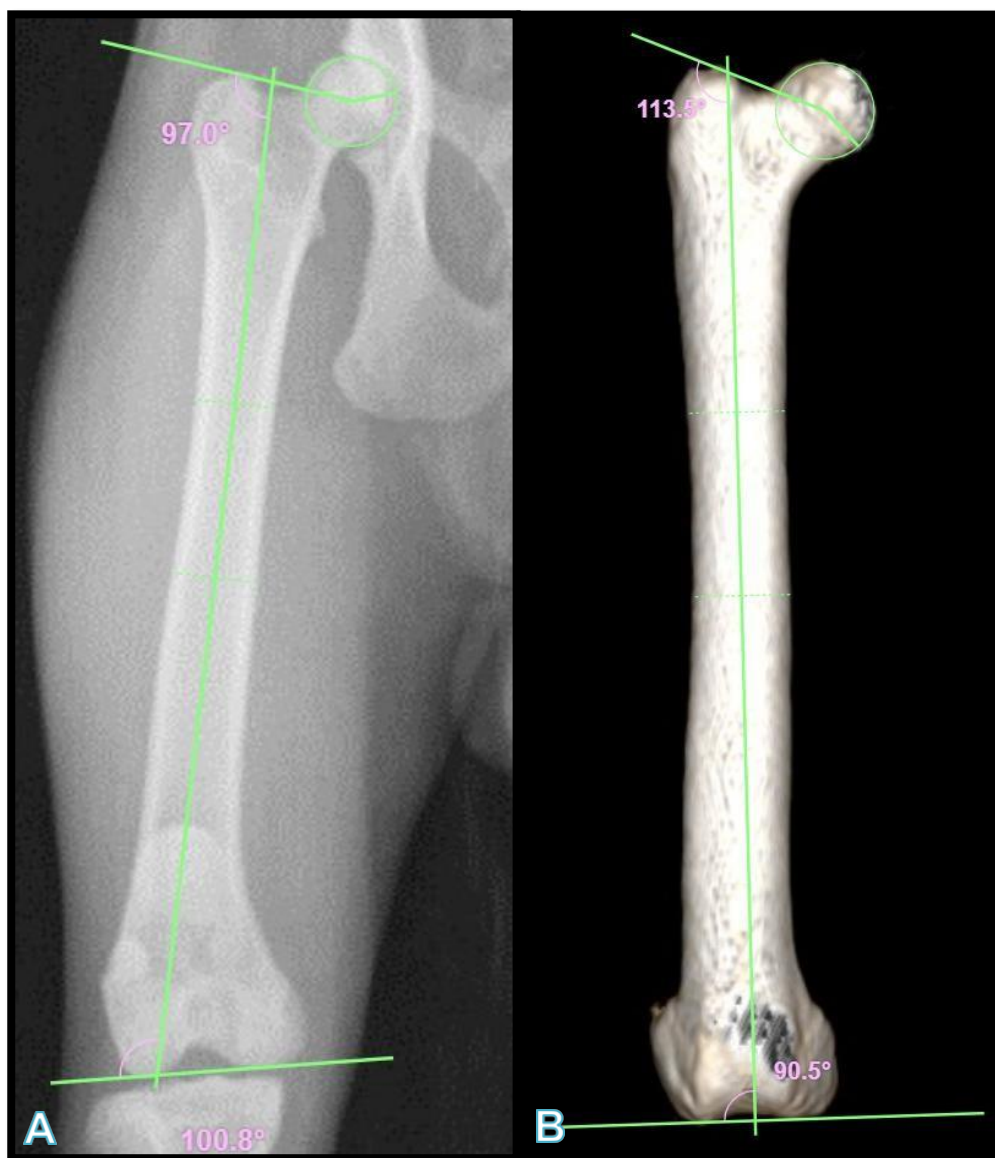


Figura 2: Demonstração da mensuração do eixo anatômico femoral (EaF), do ângulo anatômico lateral proximal do fêmur (AaLPF) e do ângulo anatômico lateral distal do fêmur (AaLDF) em fêmur direito de felino. (A) Imagem radiográfica. (B) Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada.

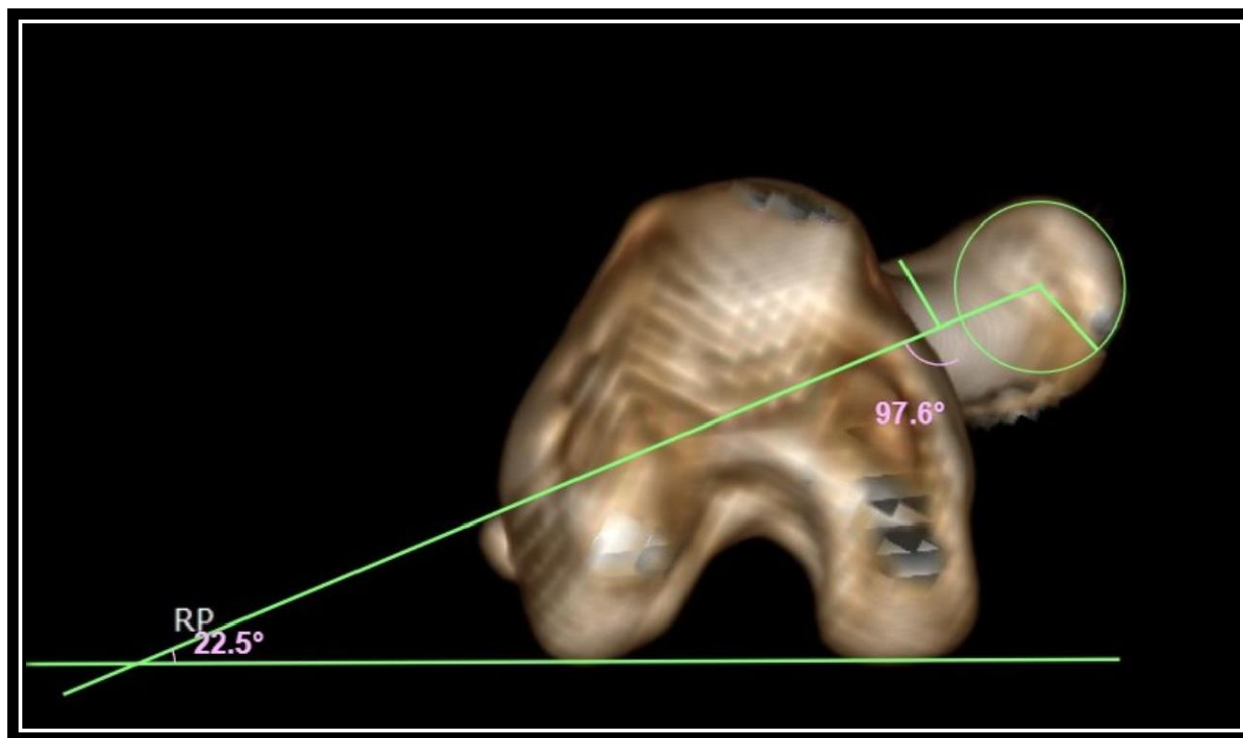


Figura 3: Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada de fêmur direito felino na projeção axial, a partir do posicionamento vertical do fêmur, demonstrando a mensuração do ângulo de anteversão femoral (AAF).

Realização das osteotomias transversas

As osteotomias foram realizadas nas porções específicas para cada grupo (diáfise proximal, média ou distal), com o auxílio de uma serra óssea oscilatória, através de uma abordagem medial do fêmur, não comprometendo, desta forma, a face lateral da coxa (fêmur) que será utilizada para o acesso cirúrgico para a técnica. No ato da osteotomia, foi utilizado como limite referencial anatômico proximal a região imediatamente abaixo do trocanter menor e, em região distal, a região suprapatelar, aliados às mensurações radiográficas prévias. Após as osteotomias, foram realizadas novas radiografias (projeções craniocaudais e mediolaterais) com o intuito de evidenciar a precisão da linha

de corte, averiguando se a localização da osteotomia foi como programada e se não foram causados danos ósseos durante a execução do corte.

Descrição do novo modelo de haste intramedular bloqueada de ângulo estável e do mecanismo de compressão interfragmentária

O novo modelo de haste foi fabricado especificamente para promover compressão interfragmentária quando associada ao Dispositivo 3. É produzida em liga de aço inoxidável (316L), com diâmetro e comprimento apropriados para cada fêmur estudado, sendo maciça e com cinco orifícios alinhados ao longo de seu eixo (três proximais e dois distais). Dos cinco orifícios da haste (Figura 4), quatro são roscados internamente para bloqueio dos parafusos (bloqueio em ângulo estável). De proximal para distal, os orifícios roscados são os de número 1, 3, 4 e 5, ou seja, dois na porção proximal da haste (1 e 3) e dois na porção distal (4 e 5). Portanto, o segundo orifício da haste presente na sua porção proximal é liso e de geometria oblonga, para permitir a movimentação do implante de bloqueio (pino de Steinmann) durante a compressão interfragmentária. Para a execução do experimento, foram utilizadas hastes de 4,0, 4,5 e 5,0 mm de diâmetro, contendo 70, 90 ou 110 mm de comprimento, a depender da mensuração prévia específica de cada espécime. Em todas as hastes, o diâmetro dos parafusos utilizados foi de 2,0 mm.

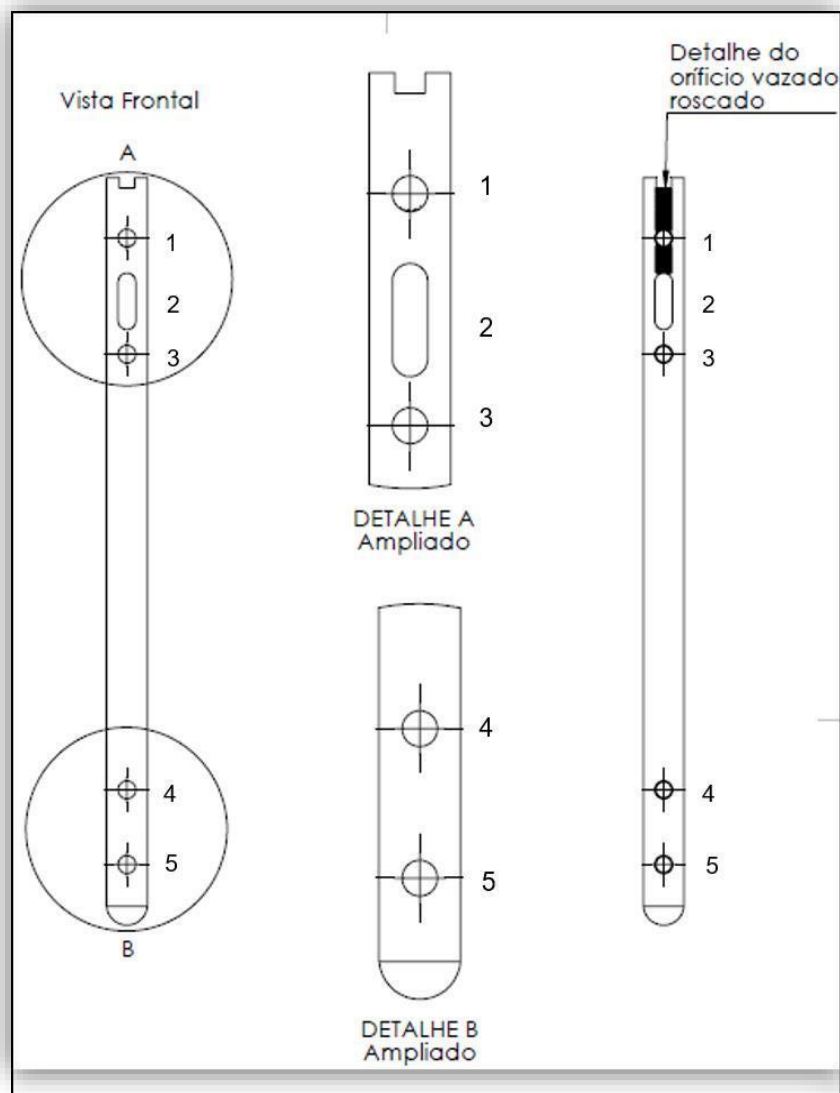


Figura 4: Desenho gráfico (SOLIDWORKS® 2016) da haste intramedular bloqueada específica, desenvolvida para a realização de compressão interfragmentária óssea utilizando o Dispositivo 3 (Patente BR 10 2018 016021 4). Notar a presença do orifício oblongo (segundo orifício) na porção proximal da haste entre os outros dois orifícios (1 e 3). A imagem da porção superior ilustra a rosca no núcleo da haste, que se inicia no topo desta e se prolonga até o início do orifício oblongo. Esta rosca permite que ocorram as circunvoluções do parafuso principal de conexão, que uma vez rosqueado à haste, é capaz de empurrar o implante de bloqueio que foi inserido na porção proximal do orifício oblongo. Esse movimento faz o dispositivo de bloqueio deslizar ao longo do comprimento do segundo orifício, promovendo o deslocamento do fragmento ósseo proximal em

direção ao fragmento ósseo distal (compressão interfragmentária). Todas as dimensões estão em milímetros.

Para a implantação do novo modelo de haste (Figura 5-A), foi realizado acesso minimamente invasivo na face lateral do fêmur. Primeiramente, foi realizada uma pequena incisão em topografia de trocanter maior, para permitir a introdução das brocas de fresagem. A depender do diâmetro da haste escolhida, foram utilizadas, sequencialmente, brocas de 3,0 mm, 3,5 mm, 4,0 mm, 4,5 mm e 5,0 mm, de maneira a preparar o canal medular (tanto no fragmento proximal, como no distal), para a alocação da haste (Figura 5-B). Em seguida, mantendo o alinhamento manual dos fragmentos, a haste (juntamente à regua) foi introduzida no canal do medular, unindo ambos fragmentos (Figura 5-C). Ato contínuo, foram realizados os “portais” onde se deram as perfurações e colocações dos parafusos, estes, eram criados com dimensão necessária para a colocação dos parafusos proximais e distais (Figura 5-D). O mecanismo de ação do Dispositivo 3 se dá por meio da evolução do parafuso principal de conexão (que rosqueia-se na porção proximal da haste) incidindo sobre o implante de bloqueio (pino de Steinmann) alocado na porção proximal do orifício oblongo da haste, realizando, desta forma, o avanço do fragmento ósseo proximal em direção ao fragmento distal e, gerando compressão dinâmica no foco da fratura (Figura 6).

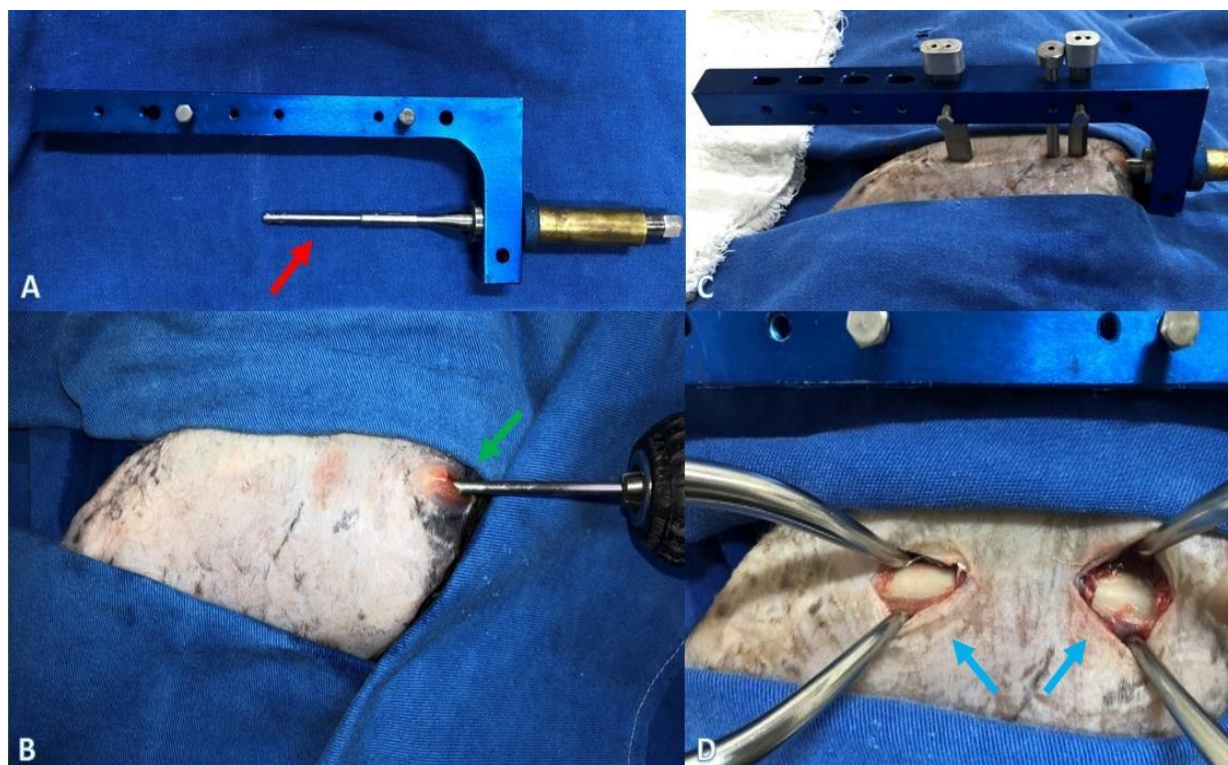


Figura 5: Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Imagem do aparato de implantação e da haste (seta vermelha). (B) Fresagem do canal medular com broca (seta verde). (C) Imagem do aparato após a introdução da haste no canal medular. (D) Realização dos portais para alocação dos parafusos (setas azuis).

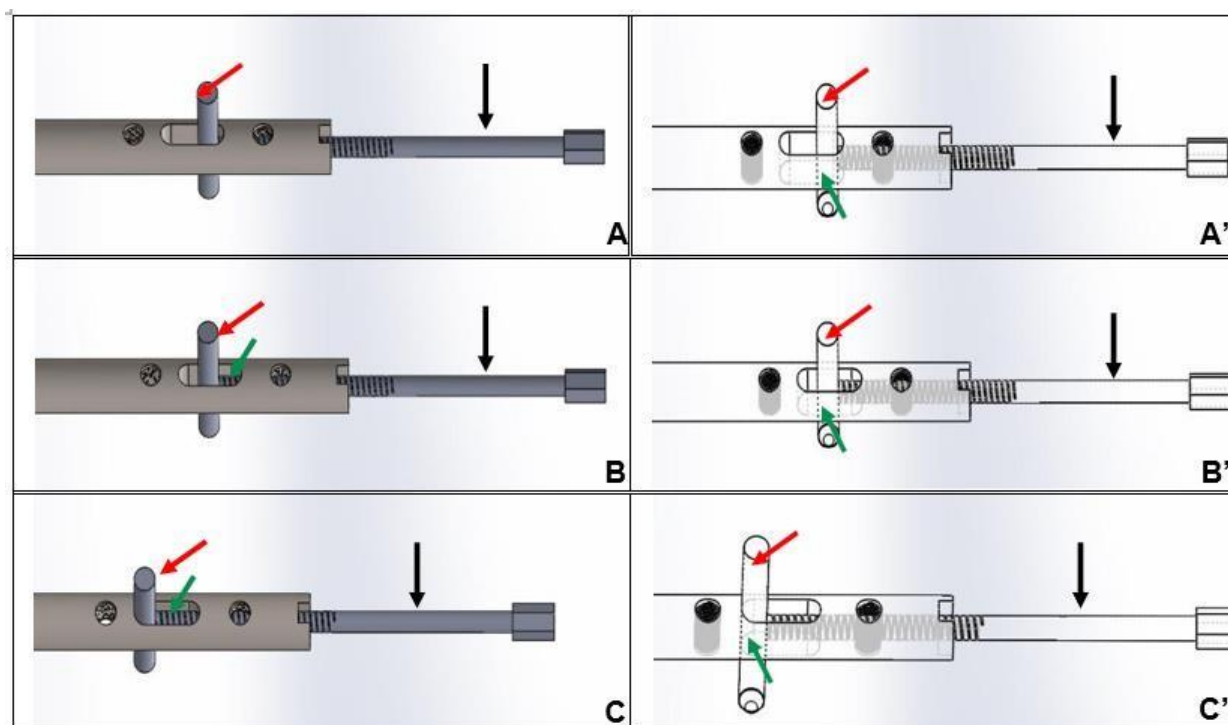


Figura 6: Desenhos gráficos (SOLIDWORKS®, 2016) do modelo específico de haste bloqueada (HIB-AE) para compressão óssea, do pino de Steinmann e do parafuso principal de conexão. As hastes da direita estão transparentes para facilitar a visualização do mecanismo de ação do parafuso principal de conexão no seu interior. As setas pretas apontam para o parafuso principal de conexão, as vermelhas identificam o pino de Steinmann, alocado no orifício oblongo da haste intramedular, e as setas verdes apontam para a extremidade distal do parafuso principal de conexão, que está encostado no pino de Steinmann. A e A' - Pino de Steinmann alocado na porção proximal do orifício oblongo da haste intramedular. Neste momento, a extremidade distal do parafuso principal de conexão está apenas encostada no pino de Steinmann, sem empurrá-lo. B e B' - Após o rosqueamento do parafuso principal de conexão com chave apropriada (Dispositivo 3 – Patente BR 10 2018 016021 4) nota-se a movimentação do pino de Steinmann em sentido distal. C e C' - As circunvoluções do referido parafuso poderão ser efetuadas até que o pino de Steinmann encoste-se à porção distal do orifício oblongo da haste. Quando a falha óssea entre os fragmentos for menor que o comprimento do orifício oblongo, o pino de Steinmann não alcançará ao final do orifício, pois os fragmentos se encostarão antes

Para que a compressão interfragmentária ocorra, primeiramente os dois orifícios distais da haste foram bloqueados (bloqueio de ângulo estável), ou seja, o fragmento ósseo distal se manteve fixo (estabilizado) na haste intramedular, não ocorrendo nenhuma folga no bloqueio, o que prejudicaria a compressão interfragmentária (Figura 7-A). Estes dois orifícios foram perfurados utilizando broca óssea de 1,8 mm, seguido de macheamento do orifício. Em sequência, foi realizada a mensuração do comprimento dos parafusos, seguida da implantação destes. Em ato contínuo, após os dois bloqueios distais da haste no fragmento ósseo distal, partiu-se para a inserção do implante de bloqueio (pino de Steinmann de 2,0 mm) no orifício oblongo da haste (orifício 2). É importante que este implante seja alocado na porção mais proximal do orifício oblongo

para que haja o máximo aproveitamento de deslocamento ao longo do comprimento do orifício oblongo (Figura 7-B).

Em seguida, o parafuso principal de conexão foi rosqueado com chave apropriada e as circunvoluções deste, progrediram através da porção proximal da haste transpassando o primeiro orifício da haste, que estava vazio, até encostar-se ao implante alocado no orifício oblongo (Figura 7-C). A partir deste momento, qualquer circunvolução proporcionada no parafuso principal de conexão deslocou distalmente o implante de bloqueio (pino de Steinmann de 2,0 mm) alocado no orifício oblongo da haste, e como este implante está transpassado no fragmento proximal (corticais cis e trans), todo o conjunto (fragmento ósseo proximal e implante de bloqueio) foi deslocado em direção ao fragmento ósseo distal. Desta forma, a cada circunvolução do parafuso principal de conexão (PC), o fragmento proximal se aproximou do distal até que houvesse contato e posterior compressão interfragmentária. Durante esse processo, a haste intramedular ficou imóvel, uma vez que o implante de bloqueio (pino de Steinmann) estava se movendo em sentido axial pelo orifício oblongo em direção ao fragmento ósseo distal (já está fixado à haste).

Após a realização de compressão, foi realizada a perfuração do orifício número 3, seguindo os mesmos conceitos citados anteriormente, como utilização de broca 1,8 mm, macheamento e medição para escolha de parafuso de comprimento adequado (Figura 8-A). Após a colocação deste, foi realizada, com o auxílio da chave, a circunvolução do parafuso de conexão em sentido contrário ao realizado anteriormente na compressão, de modo a “liberar” o orifício número 1 para colocação do implante, uma vez que o parafuso de conexão o estava transpassando (Figura 8-B). Desta forma, após a remoção

das roscas do parafuso de conexão do orifício 1, o processo foi repetido da mesma maneira, finalizando a implantação (Figura 8-C).

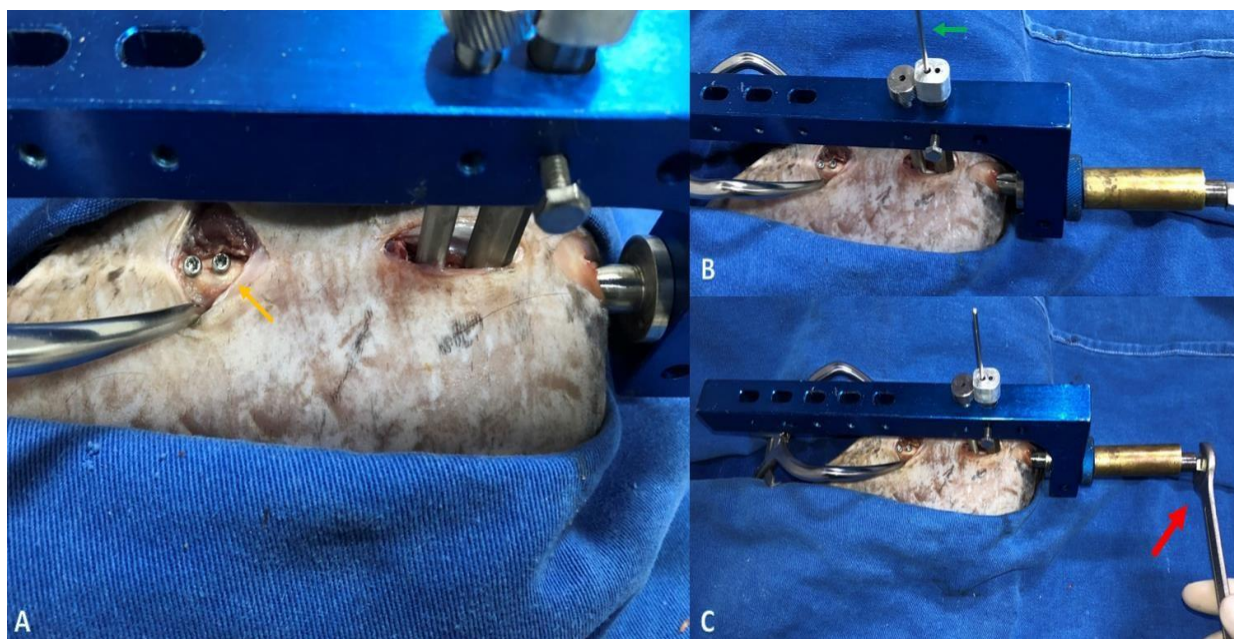


Figura 7: Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Momento imediatamente após a colocação dos dois parafusos distais. (B) Inserção do implante de bloqueio (pino de Steinmann de 2,0 mm) no orifício oblongo da haste. (C) Realização das circunvoluções do parafuso principal de conexão com chave.

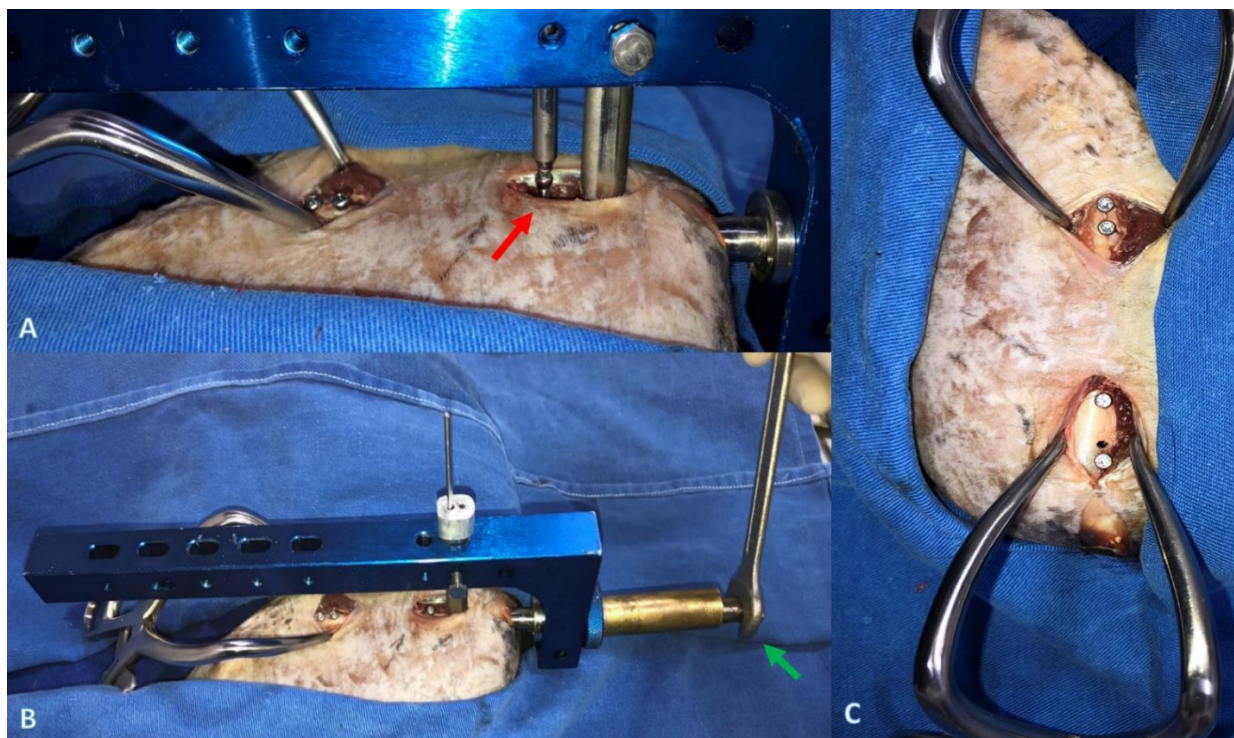


Figura 8: Imagens fotográficas da implantação do novo modelo de haste em fêmur esquerdo de felino. (A) Colocação do parafuso número 3, após a compressão interfragmentária (seta vermelha). (B) Circunvolução do parafuso principal de conexão em sentido contrário ao da compressão, após o bloqueio do parafuso 3 (seta verde). (C) Aspecto final do fêmur felino após a implantação do novo modelo de haste.

Avaliação pós-compressão interfragmentária

Posteriormente à implantação de todas as hastes, foram realizadas novas imagens radiográficas (projeções craniocaudais e mediolaterais) e tomografias computadorizadas, com o intuito de evidenciar e avaliar a aposição óssea, a efetividade da compressão interfragmentária, o alinhamento alcançado, a disposição dos implantes colocados e comparar os resultados finais com os obtidos nas radiografias e tomografias prévias às osteotomias. Para a avaliação da efetividade da compressão interfragmentária, foi mensurado, com o auxílio de um software específico (VPOP- Veterinary Preoperative Orthopaedic Planning) (Figura 9), o “gap” residual observado ou não, após a compressão dos fragmentos, por meio de uma classificação numérica (Tabela 1). Já os eixos anatômicos e os ângulos (EaF; AaLPF; AaLDF e AAF) foram novamente mensurados, para a realização de estudo comparativo entre os momentos pré e pós-colocação do implante, de maneira a avaliar possíveis desvios angulares e torções após a realização da MINO (Figuras 10, 11, 12). Os resultados obtidos foram tabulados e analisados estatisticamente.

Tabela 1: Tabela descritiva do método de avaliação da compressão interfragmentária, com as correlações entre os “gaps” residuais e a classificação de efetividade.

Comprimento do “gap” (mm)	Classificação
0 mm	Ideal
0 - 1 mm	Aceitável
> 1 mm	Inaceitável

Análise estatística

As análises descritivas das variáveis foram realizadas considerando os valores de média e desvio-padrão.. A diferença entre as médias nos momentos pré e pós implante em todas as variáveis avaliadas foi realizada por meio do teste t, considerando os dados como pareados. Para a comparação entre os grupos, foi obtida a variável do delta (Δ), ou seja, a diferença entre os valores de pós menos pré implante de cada variável e aplicada a Análise Variância de uma via (ANOVA One-Way), seguido pelo teste post-hoc de Tukey para comparação das médias de cada grupo. O tamanho do efeito, ou seja, o quanto da variância da variável resposta é devido ao tratamento testado, foi obtido por meio do generalized eta squared (ges). A interpretação do tamanho do efeito é similar ao coeficiente de determinação, sendo valores de 0,10 a 0,30 como baixo efeito, 0,31 a 0,50 efeito moderado e maior que 0,51 grande efeito (Tomczak e Tomczak, 2014). Todas as análises foram realizadas no Software R (R Core Team, 2020), sendo adotado um nível de significância igual a 5%.

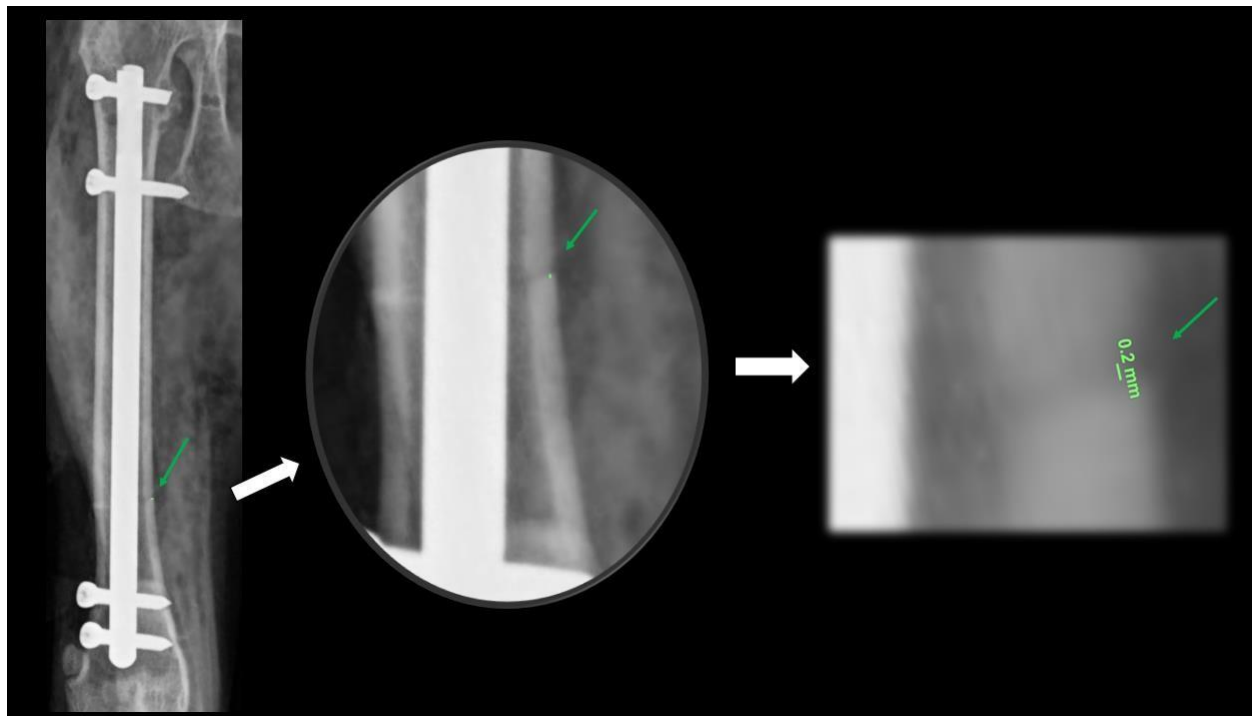


Figura 9: Imagem radiográfica de fêmur direito de felino após a realização de compressão interfragmentária com a haste, evidenciando o ponto de compressão e a mensuração do gap residual. Da direita para a esquerda, são apresentadas sequências de imagens ampliadas do foco de fratura. As setas verdes indicam o ponto de mensuração.

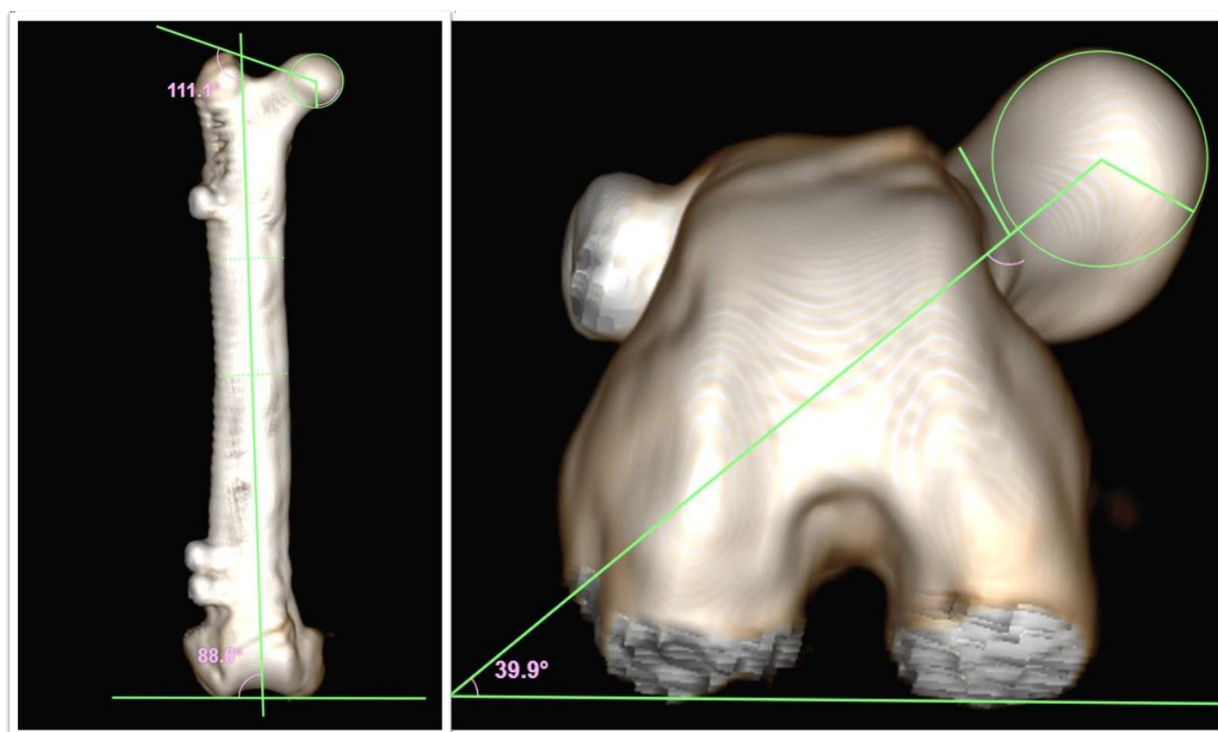


Figura 10: Imagem de reconstrução 3D por tomografia computadorizada de fêmur direito felino nas projeções craniocaudal (A) e axial (B), para mensuração do eixo anatômico femoral (EaF), do ângulo anatômico lateral proximal do fêmur (AaLPP) e do ângulo anatômico lateral distal do fêmur (AaLDF) (A) e do ângulo de anteversão femoral (AAF) (B).

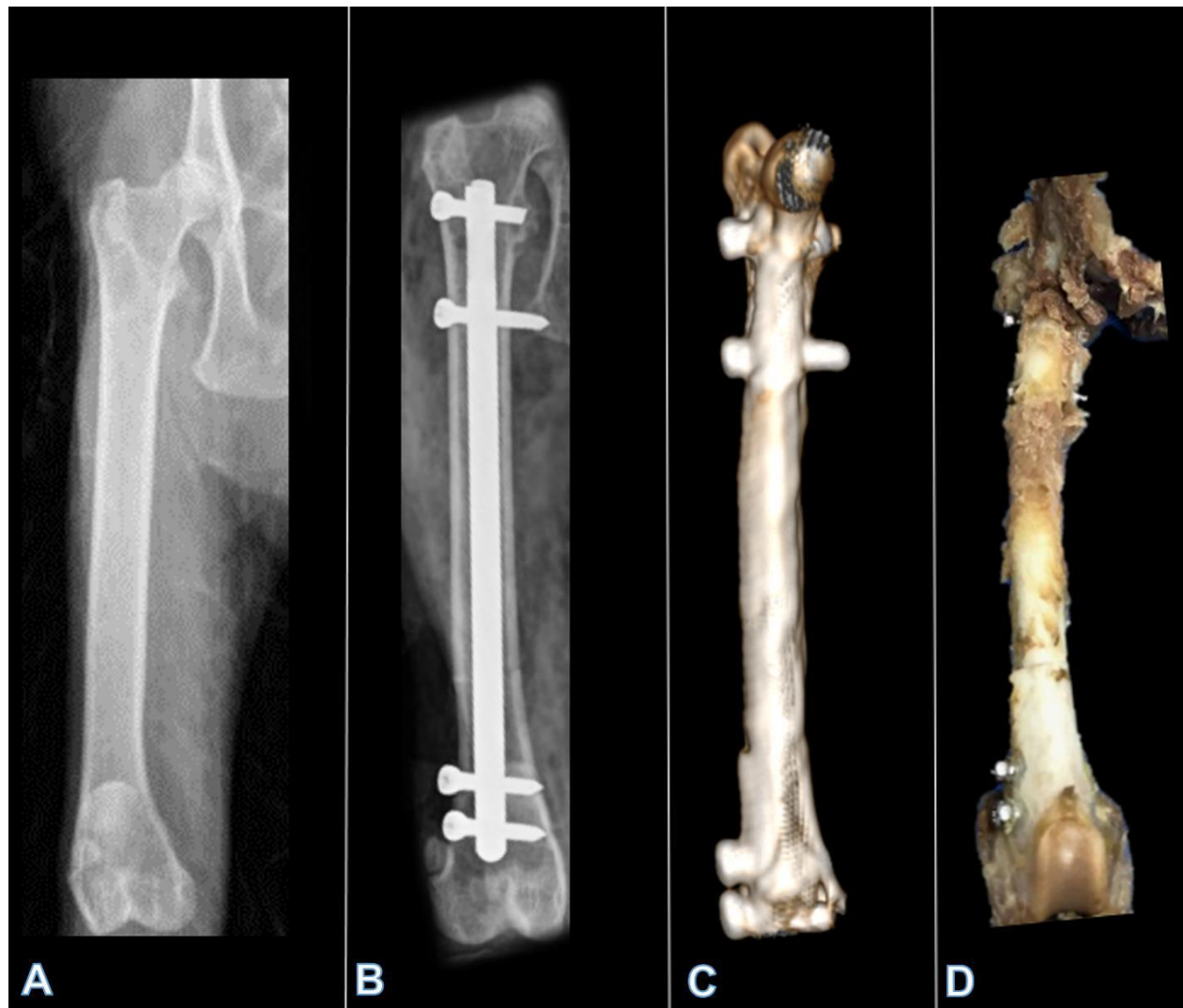


Figura 11: Fêmur direito de um dos felinos utilizado na pesquisa. (A) Projeção radiográfica craniocaudal pré-implantação. (B) Projeção radiográfica craniocaudal após a implantação da haste. (C) Vista frontal de reconstrução 3D após a implantação da

haste. (D) Vista frontal em macroscopia do fêmur, após implantação da haste e após a remoção dos tecidos moles adjacentes.



Figura 12: Fêmur direito de um dos felinos utilizado na pesquisa. (A) Projeção radiográfica mediolateral pré-implantação. (B) Projeção radiográfica mediolateral após a implantação da haste. (C) Vista lateral em macroscopia do fêmur, após implantação da haste e após a remoção dos tecidos moles adjacentes.

Resultados

A análise indica que não houve diferença estatística entre o tamanho do *gap* entre os diferentes grupos. Além disso, todos os grupos apresentaram resultados condizentes com classificação “ideal” ou “aceitável”, não havendo compressões “inaceitáveis” (Tabela 2). Em relação ao ALDFa, não houve diferença estatística entre os ângulos pré e pós-implantação nos 3 grupos avaliados, indicando que a implantação da haste não causou desvio distal nos ossos avaliados (Tabela 3).

Os resultados indicam que não houve diferença estatística significativa em relação ao ALPFa entre os grupos GDP e GDD, porém, houve diferença significativa entre os momentos pré e pós-implantação no grupo GDM. O tamanho do efeito (*ges*) indica que 44,5% da variação das médias é devido ao implante (Tabela 4). Já a análise do ângulo de anteversão, demonstrou que todos os grupos apresentaram diferença estatística significativa entre os momentos pré e pós-implantação, sendo o corte em diáfise proximal o maior tamanho de efeito, com 65,5% da variação devida ao implante (Tabela 5). Por fim, a Tabela 6 demonstra que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) ao realizar a comparação entre grupos dos diferentes pontos em que houve o corte no osso. Ou seja, em todas as variáveis avaliadas, a posição de corte não apresentou diferença estatística quanto a alteração de ângulo pré e pós implante entre os grupos. Sendo assim, embora determinados grupos tenham apresentado valores inferiores, à análise estatística, não foram diferentes significativamente entre si.

Tabela 2. Análise descritiva do gap nos diferentes grupos avaliados.

Grupo	n	Média (DP)	Mínimo	Máximo
Proximal	10	0,09 (0,10) ^a	0	0,3
Médio	10	0,07 (0,09) ^a	0	0,3
Distal	10	0,08 (0,08) ^a	0	0,3

n: número de amostras, DP: Desvio-padrão.

Tabela 3. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável ALDFa.

Grupo	Momento	n	Média (DP)	Mínimo	Máximo	ges
Proximal	Pré	10	90,47 (2,05) ^a	86,4	93,4	0,018
	Pós	10	89,95 (2,04) ^a	86,3	94,2	
Médio	Pré	10	91,65 (2,17) ^a	88,3	95,8	0,118
	Pós	10	90,33 (1,59) ^a	88,2	93,8	
Distal	Pré	10	91,68 (1,57) ^a	89,8	95,2	0,013
	Pós	10	91,09 (1,57) ^a	85,0	96,3	

n: número de amostras, DP: Desvio-padrão. ges: tamanho do efeito pelo *generalized eta squared*. Letras diferentes dentro de cada grupo indicam diferença significativa ($P < ,05$).

Tabela 4. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável ALPFa.

Grupo	Momento	n	Média (DP)	Mínimo	Máximo	ges
Proximal	Pré	10	105,12 (4,90) ^a	95,9	112,3	0,007
	Pós	10	106,00 (5,79) ^a	95,8	114,9	
Médio	Pré	10	105,32 (3,43) ^a	98,7	110,1	0,445
	Pós	10	110,95 (3,20) ^b	105,0	115,8	
Distal	Pré	10	107,34 (3,74) ^a	101,8	114,5	0,002
	Pós	10	107,80 (7,55) ^a	96,9	119,9	

n: número de amostras, DP: Desvio-padrão. ges: tamanho do efeito pelo *generalized eta squared*. Letras diferentes dentro de cada grupo indicam diferença significativa ($P < ,05$).

Tabela 5. Análise descritiva dos momentos dentro de cada grupo avaliado na variável Anteversão.

Grupo	Momento	n	Média (DP)	Mínimo	Máximo	ges
Proximal	Pré	10	25,12 (5,13) ^a	18,1	36,0	0,655
	Pós	10	56,16 (15,99) ^b	30,0	75,7	
Médio	Pré	10	22,63 (4,88) ^a	12,4	29,9	0,385
	Pós	10	46,62 (22,06) ^b	5,7	75,1	
Distal	Pré	10	34,09 (10,60) ^a	17,1	58,7	0,213
	Pós	10	57,00 (31,11) ^b	10,8	91,6	

n: número de amostras, **DP:** Desvio-padrão. **ges:** tamanho do efeito pelo *generalized eta squared*. Letras diferentes dentro de cada grupo indicam diferença significativa ($P < ,05$).

Tabela 6. Análise descritiva da diferença média dos momentos (pós-pré) dentro de cada tratamento.

Variável	Grupo	n	Média (DP)	Mínimo	Máximo	ges
ALPFa	Proximal	9	2,30 (1,60) ^a	0,20	4,90	0,158
	Médio	8	3,65 (2,36) ^a	0,10	7,30	
	Distal	8	4,42 (4,42) ^a	0,60	7,50	
ALDFa	Proximal	10	1,54 (1,54) ^a	0,20	3,90	0,062
	Médio	10	2,26 (2,26) ^a	0,30	5,00	
	Distal	8	1,51 (1,51) ^a	0,60	3,90	
Anteversão	Proximal	10	31,04 (13,67) ^a	7,60	49,70	0,117
	Médio	10	29,75 (13,21) ^a	13,50	53,10	
	Distal	9	40,37 (13,55) ^a	18,30	57,00	

n: número de amostras, **DP:** Desvio-padrão. **ges:** tamanho do efeito pelo *generalized eta squared*. Letras diferentes dentro de cada variável indicam diferença significativa ($P < ,05$).

Discussão

As vantagens obtidas com a realização de compressão interfragmentária para a consolidação de fraturas transversas de maneira primária já são bem conhecidas na medicina veterinária, sendo usualmente obtida por meio de placas que realizam compressão dinâmica (15, 18, 29). No entanto, a utilização de hastes intramedulares bloqueadas de ângulo estável para a realização desta, era até então, não relatada.

A cicatrização óssea primária pode ocorrer quando há contato íntimo entre os fragmentos ou quando há um *gap* residual, este porém, sendo de tamanho reduzido. O contato íntimo é descrito pela ocorrência de distanciamento máximo entre os fragmentos no valor de 0,01 mm, já o segundo cenário, onde há um *gap* residual, a amplitude do distanciamento não pode ultrapassar 1,0 mm (19). Sendo assim, os autores deste trabalho classificaram a avaliação dos resultados pós-implantação das hastes com base nestes dados literários, onde a compressão classificada como “ideal” mantinha-se em 0 mm, e em “aceitável”, aquelas que fossem inferiores à 1,0 mm. Desta forma, todos os grupos avaliados apresentaram compressão interfragmentária necessária para ocorrência de consolidação óssea direta, uma vez que o valor máximo presenciado nas análises foi de 0,3 mm, classificando o novo implante, como passível de realizar compressão óssea interfragmentária nos modelos de gatos *ex-vivo* utilizados.

As bases literárias da medicina citam inúmeros benefícios relacionados à utilização de hastes intramedulares compressivas (5,10,15). Um dos maiores incrementos da utilização destes modelos, se dá pelo aumento significativo da estabilidade da osteossíntese, uma vez que após a aposição dos fragmentos ósseos e a consequente compressão, há melhor compartilhamento de carga e maior resistência às forças de flexão, reduzindo assim, a movimentação interfragmentária no foco de fratura, acelerando o processo de cicatrização óssea (5,10,15).

Durante a fase de execução das implantações, foi observada em alguns animais a ocorrência da compressão interfragmentária, porém, sem aposição completa de todas as corticais ósseas envolvidas, ou seja, houve compressão das corticais cis, mas não necessariamente, havendo completa aposição das corticais trans. Nestes casos, as

avaliações radiográficas e macroscópicas realizadas posteriormente, evidenciavam com clareza a compressão efetiva em determinado ponto do foco de fratura, e o espaçamento ocorrido em consequência desta, na outra porção da linha. Não houve uma padronização quanto aos distanciamentos ocorridos e evidenciados, uma vez que alguns casos demonstravam aberturas quase não identificáveis, enquanto outros, *gaps* de maior amplitude.

Uma das hipóteses levantadas pelo grupo para explicar a ocorrência deste *gap* em algumas corticais após o processo de compressão interfragmentária, seria resultante das características anatômicas do fêmur, principalmente referentes à presença de um procurvatum fisiológico, o qual impediria em alguns casos, a coaptação perfeita entre os fragmentos. Outra possibilidade reside nas características físicas e mecânicas do implante, uma vez que possui formato cilíndrico e retilíneo e, pelo fato das hastes serem introduzidas dentro do canal medular ósseo, diferentemente das placas, por exemplo (8,20). Tais fatores, poderiam resultar em um processo de compressão interfragmentária alterado, além disso, o próprio método de introdução das hastes no canal medular poderia gerar alterações durante o momento de execução, como por exemplo a criação, por intermédio de brocas e fresas, do trajeto que possibilita a entrada da haste, o qual não necessariamente será igual, em termos direcionais, à conformação anatômica original do osso. Sendo assim, no momento da compressão interfragmentária, tal alteração induzida previamente, poderia resultar em aposições parciais entre as corticais, ocasionando a ocorrências destes *gaps* em alguns fêmures.

No entanto, hipotetiza-se que este fator possivelmente não afetaria o processo de consolidação óssea. HögeL e colaboradores (2013), após a realização de um estudo

comparativo entre hastes intramedulares compressivas e não compressivas em fraturas tibiais diafisárias em humanos, concluíram que as hastes compressivas que obtiveram pelo menos 50% de contato ósseo entre as corticais, já resultaram em consolidações ósseas mais rápidas e consistentes. Outro fator que corrobora com esta hipótese, se enquadra na utilização de hastes intramedulares para a realização de osteotomias corretivas, principalmente aquelas referentes à obtenção de cunhas abertas, as quais resultam em contato reduzido entre as corticais ósseas (36). Um estudo de três casos utilizando hastes intramedulares para correção de deformidades angulares em cães, obteve resultados positivos quanto à consolidação óssea, mesmo com grandes cunhas e sem contato íntimo e justaposto de segmentos corticais em relação à linha de compressão (35). Hay e Johnson (1995) também descreveram um caso de correção de deformidade femoral com utilização de cunha aberta por meio de uma haste intramedular, e obtiveram resultados positivos quanto à consolidação óssea, independentemente do reduzido contato entre as corticais. Além disso, estes autores ainda citam a vantagem da utilização de hastes intramedulares nestes casos, uma vez que o posicionamento de uma placa na cunha performada, possivelmente levaria à fadiga e falha do implante, precocemente, em comparação ao aparato cilíndrico intramedular.

Em relação aos ângulos avaliados nos momentos pré e pós-implantação, observou-se diferença significativa quanto ao ângulo anatômico lateral proximal do fêmur (AaLPF) apenas no grupo de diáfise média e, em relação ao ângulo de anteversão, utilizado para avaliação de torção femoral, todos os grupos apresentaram diferenças significativas em relação ao período inicial. A presença de procurvatum fisiológico, o qual possui sua acentuação em topografia onde foram realizadas as osteotomias transversas

do grupo GDM, pode ter sido um dos fatores desencadeadores dos resultados distintos dos AaLPF. Já em relação ao ângulo de anteversão, os resultados obtidos apenas refletem uma possibilidade já esperada com a utilização de hastes intramedulares, onde acredita-se que o fato de efetuar compressão interfragmentária por meio de um implante intramedular e cilíndrico, possa invariavelmente acentuar as probabilidades de induzir certo grau de torção femoral. No entanto, estas caracterizam-se apenas como hipóteses, não se sabendo quais as repercussões de tais diferenças angulares, nem qual a faixa de segurança para tais modificações. Sendo assim, são necessários futuros estudos com testes biomecânicos e *in vivo*, para desenvolvimento de embasamento, comprovando se tais alterações angulares possuem significado clínico ou não para a consolidação óssea e para a posterior deambulação dos pacientes.

Sendo assim, atribui-se como limitações deste estudo a necessidade de avaliação mecânica, com idealização de testes de compressão axial, flexão e torção, de modo a confirmar a manutenção da compressão interfragmentária, mesmo após o recebimento das cargas, e a necessidade de análise histológica, de maneira a quantificar e qualificar a celularidade óssea ao redor do foco de fratura, assim como, evidenciar o comportamento do implante frente ao ambiente biológico. Por fim, ainda é necessário a realização de estudos clínicos em pacientes vivos, de maneira a observar a eficácia da compressão no foco de fratura, retorno funcional do membro, assim como, o tempo necessário para que ocorra a consolidação óssea completa.

Conclusão

A presente pesquisa concluiu que o novo modelo de haste intramedular de ângulo

estável associada ao dispositivo específico de compressão interfragmentária foi eficaz quanto à capacidade de realizar compressão em fraturas transversas em cadáveres de gatos, independentemente do ponto diafisário acometido. Embora testes mecânicos e clínicos ainda sejam necessários, acredita-se que este novo modelo de implante seja de grande valor à medicina veterinária, uma vez que alia em único procedimento, a eficácia mecânica da haste, os pontos positivos da compressão interfragmentária em fraturas transversas e a preservação do ambiente biológico, por meio da abordagem minimamente invasiva com MINO, acrescentando-se assim, uma nova opção de tratamento para este tipo de fratura.

Referências

1. Apivatthakakul T, Chiewcharntanakit S. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in the treatment of the femoral shaft fracture where intramedullary nailing is not indicated. **Int Orthop** 2009; 33:1119-1126.
2. Augat P, Von Rüden C. Evolution of fracture treatment with bone plates. **Injury** 2018; 49: S2-S7.
3. Baki ME, Aldemir C, Duygun F, Doğan A, Kerimoğlu G. Comparison of non-compression and compression interlocking intramedullary nailing in rabbit femoral shaft osteotomy model. **Jt Dis Relat Surg** 2017;. 28: 007-012.
4. Berendsen AD, Olsen BR. Bone development. **Bone** 2015 80:14-18.
5. Bühren V. Kompressionsmarknagelung langer Röhrenknochen. **Der**

Unfallchirurg 2000; 103: 708-720.

6. Decamp CE, Johnston SA, Déjardin LM, Schaefer SL. The Elbow Joint. In: **Brinker, Piermattei, and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair** 2015; 5:360-365.
7. Déjardin LM, Perry KI, Von Pfeil DJ, Guiot LP. Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.** 2020; 50: 67-100.
8. Déjardin LM, Guiot LP, Von Pfeil DJ. Interlocking nails and minimally invasive osteosynthesis. **Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.** 2012; 935-962.
9. Hay CW, Johnson KA. Interlocking nail fixation of an opening wedge corrective osteotomy for femoral malunion in a dog. **Vet Comp Orthop Traumatol** 1995; 8: 218-221.
10. Högel F, Gerber C, Bühren V, Augat P. Reamed intramedullary nailing of diaphyseal tibial fractures: comparison of compression and non-compression nailing. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 2013; 39:73-77.
11. Hudson CC, Pozzi A, Lewis DD. Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dogs and cats. **Vet Comp Orthop Traumatol** 2009; 22:175-182.
12. Hudson CC, Lewis DD, Pozzi A. Minimally invasive plate osteosynthesis in small animals: radius and ulna fractures. **Veterinary Clinics: Small Animal Practice**

2012; 42:983- 996.

13. Johnston SA, Von Pfeil DJF, Déjardin LM, Weh M, Roe S. Internal fracture fixation. In.: Tobias KM, Johnston SA (Eds.) **Veterinary Surgery: Small Animal** 2017; 2:1892-1983.
14. Karaarslan AA, Acar N. The effect of different torque wrenches on rotational stiffness in compressive femoral nails: a biomechanical study. **European Journal of Trauma and Emergency Surgery** 2018; 44: 97-103.
15. Karakaşlı A., Satoğlu S, Havitçioğlu H. A new intramedullary sustained dynamic compression nail for the treatment of long bone fractures: a biomechanical study. **Joint Diseases and Related Surgery** 2015; 26: 064-071.
16. König, H. E., & Liebich, H. G. Membros Pélvicos ou Posteriores . In: **Anatomia dos Animais Domésticos:- Texto e Atlas Colorido**. 2016; 232-236.
17. Kim JW, Oh CW, Byun YS, Kim JJ, Park KC. A prospective randomized study of operative treatment for noncomminuted humeral shaft fractures: conventional open plating versus minimal invasive plate osteosynthesis. **Journal of orthopaedic trauma** 2015; 29:189-194.
18. Mazzocca AD, Deangelis JP, Caputo AE, Browner BD, Mast JW, Mendes, MW. Principles of internal fixation. In.: Browner BD, Jupiter JB, Krettek C, Anderson PA. **Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction** Filadélfia: Saunders 2008; p. 83-141.
19. Minto B, Dias LGGG. **Tratado de ortopedia de cães e gatos**. São Paulo:

MedVet, 2022, 1:134-148

20. Moores AP. Biomechanical basis of bone fracture and fracture repair. In.: Gemmill TJ, Clements DN (Eds.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association 2016; 20-31.
21. Muir P, Johnson KA, Markel MD. Area moment of inertia for comparison of implant cross- sectional geometry and bending stiffness. **Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology** 1995; 8:146-152.
22. Oxley B. A 3-dimensional-printed patient-specific guide system for minimally invasive plate osteosynthesis of a comminuted mid-diaphyseal humeral fracture in a cat. **Veterinary Surgery** 2018; 47: 445-453.
23. Perren SM, Huggler A, Russenberger M, Straumann F, Mller ME, Allgöwer M. A method of measuring the change in compression applied to living cortical bone. **Acta Orthopaedica Scandinavica** 1969; 40:1-63.
24. Petazzoni M, Jaeger GH. **Atlas of clinical goniometry and radiographic measurements of the canine pelvic limb**. Merial 2008.
25. Pettitt R. Principles of fracture fixation. In.: Gemmill TJ, Clements DN (Eds.) **BSAVA Manual of Canine and Feline Fracture Repair and Management**. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association 2016; p. 55-64.
26. Pozzi A, Hudson CC, Gauthier CM; Lewis DD. Retrospective comparison of minimallyinvasive plate osteosynthesis and open reduction and internal fixation

- of radius-ulna fractures in dogs. **Veterinary Surgery** 2013; 42:19-27.
27. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria 2020.
28. Seligson D. History of intramedullary nailing. In.: Rommens PM, Hessmann MH (Eds.) **Intramedullary Nailing: A Comprehensive Guide**. Londres: Springer 2015; 3-12.
29. Thakur AJ. Evolution of bone plate. In.: **Thakur AJ Locking Plates: Concepts and Applications**. Nova Delhi: Wolters Kluwer Health 2013; 265-281.
30. Tomczak M, Tomczak E. The need to report effect size estimates revisited. An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences* 2014; 1:19-25.
31. Uthoff HK, Poitras P, Backman DS. Internal plate fixation of fractures: short history and recent developments. **Journal of Orthopaedic Science** 2006; 11:118-126.
32. Vécsei V, Hajdu S, Negrin LL. Intramedullary nailing in fracture treatment: history, science and Küntscher's revolutionary influence in Vienna, Austria. **Injury** 2011; 42: S1-S5
33. Verbruggen JPAM, Sternstein W, Blum J, Rommens PM, Stapert JW. Compression-locked nailing of the humerus: a mechanical analysis. **Acta orthopaedica** 2007; 78:143-150.
34. Xue Z, Jiang C, Hu C, Qin H, Ding H, An Z. Effects of different surgical

- techniques on mid-distal humeral shaft vascularity: open reduction and internal fixation versus minimally invasive plateosteosynthesis. **BMC musculoskeletal disorders** 2016; 17:1-6.
35. Wendelburg KM, Lewis DD, Sereda CW, Reese DJ, Wheeler JI. Use of an interlocking nail-hybrid fixator construct for distal femoral deformity correction in three dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 2011; 24: 236-245.
36. Witte PG, Scott HW. Treatment of lateral patellar luxation in a dog by femoral opening wedge osteotomy using an interlocking nail. **Veterinary Record-English Edition** 2011; 168: 243.
37. Zou J, Zhang W, Zhang C. Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis with open reduction and internal fixation for treatment of extra-articular distal tibia fractures. **Injury** 2013; 44:1102-1106.

APÊNDICE

ANEXO 1 - Normas do periódico Veterinary and Comparative Orthopaedics and 1 Traumatology (VCOT)

Thank you for contributing to Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology. Please read the instructions carefully and observe all the directions given. Failure to do so may result in unnecessary delays in publishing your article.

VCOT- Open is an open access international peer-reviewed companion journal to the renowned Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology (VCOT), published online.

MANUSCRIPT FORMAT

Article Types

The following graph shows what types of articles are accepted for publication, and what requirement they may have.

Article Type	Abstract Limit	Keywords Limit	Title Limit	References	Figures/Tables
Review Articles (20,000 characters with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 40 references	n/a
Original Research (20,000 characters with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 40 references	n/a
Clinical Communications (20,000 characters with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 40 references	n/a
Case Reports (15,000 characters with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 30 references.	5 essential figures or tables (figures can have sub-parts)
Brief Communications (10,000 with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 10 references.	2 essential figures or tables
Letters to the Editor (6,000 with spaces)	NA	5	50 words		2 essential figures or tables
What is your Diagnosis (2,500 with spaces)	1,500 characters (with spaces)	5	50 words	Up to 6 references.	

Please note that the total character counts apply only to the main body of the text; starting with first word of the Introduction and ending with the last word of the Conclusion. Manuscripts exceeding these character counts will be returned to the authors for shortening before peer review.

- Original Research: papers documenting the finding of clinical or experimental investigations should contain a testable hypothesis or clear statement of purpose.
- Clinical Communications: Papers reporting the diagnosis, treatment or outcome in clinical patients that lack a testable hypothesis.
- Brief Communications: are short papers reporting on a clinical or research material of special interest.
- Letters to the Editor: can be a response to a previous article or a comment or observation which the author would like to address to the readership.
- What is your Diagnosis: are shorter articles presented in a Question-Answer format (submit as “Clinical Communication”).
- Case Reports: documenting one or several clinical cases will be considered for publication only if the disease, disorder, injury, or procedure is exceptionally unique and has not been reported previously. The report must provide new and clinically important information about the disorder, which must be well characterized by appropriate documentation of clinical findings, diagnostic pathology, diagnostic imaging, or preferably a combination of these. Similarly, longterm follow-up data must be included, as appropriate to the case(s). The reason(s) why the case is important, and the impact of this new knowledge on furthering our understanding of the particular subject must be discussed. Reports that are primarily describing additional cases of a previously reported disorder, albeit rare or unusual, will not be considered for publication. Moreover, variations in the manifestation of a disorder are not considered sufficiently unique to warrant publication – for example the occurrence of a fracture, tumor, infection or foreign body in an atypical species of animal or anatomical location.

General Guidelines

- You must submit a digital copy of your manuscript. Hard copy submissions are not accepted.
- Keep the format of your manuscript simple and clear. We will set your manuscript according to our style—do not try to “design” the document.
- The manuscript, including the title page, abstract and keywords, text, references, figure captions, and tables should be typewritten, double-spaced in 12-point font with 1-inch margins all around and saved as one file.
- Each figure should be saved as its own separate file. Do not embed figures within the manuscript file. This requires special handling by Thieme’s Production Department.
- Keep abbreviations to a minimum and be sure to explain all of them the first time they are used in the text.
- The manuscripts should be written in American English.
- The authors should use Système International (SI) measurements. For clarity, nonmetric equivalents may be included in parentheses following the SI measurements.
- Use generic names for drugs. You may cite proprietary names in parentheses along with the name and location of the manufacturer.
- Credit suppliers and manufacturers of equipment, drugs, and other brand-name material mentioned in the manuscript within parentheses, giving the company name 16 and primary location.

MANUSCRIPT FORMAT *continued*

The following is a list of formatting requirements for submitted manuscripts. Papers that deviate from this will be returned with a request for changes and will not undergo review until these changes have been made. Each of the following sections should be submitted as a separate document: Title Page, Summary +

Main Text + References, Legends, Tables, Figures. Word or Rich Text Format files should be used for the manuscript files; gif, jpeg, tif, or eps should be used for all image files; and word or excel for all Tables. Do not embed Figures or Tables in the text of the manuscript.

Title Page

Should include all author names and affiliations, correspondence author and contact information, Acknowledgments, Funding, Author Contributions and Conflict of interest statements.

Formatting

Continuous line numbering should be used throughout the text along with double line spacing.

Blinding

All identification information should be removed from the paper for double blind peer review. This includes author names, initials, institutions countries and cities, as well as information which may appear in radiographs or other images. Either “Blinded” or “XX” can be used in the text for any places where this information was.

Animal Care

A section detailing the perioperative care which was given should be included, if relevant, as well as whether institutional approval was gained and what guidelines were followed. Please see the “Animal Care Guidelines”.

Character Count

Total character count for your main text should not exceed the allowed limits. Please see the “Article Types” section for this.

Author Contributions Form

Following the first online submission of your manuscript, the Corresponding Author

should fill out the Author Contributions form on behalf of all.

Abstract and Keywords

See the section Article Types for word limits.

The abstract should briefly outline the content of the article and any conclusions it may reach. It should be structured as follows: Objective, Study Design, Results, Conclusion. The keywords should be words a reader would be likely to use in searching for the content of the article.

Main Document

- Please clearly distinguish the hierarchy of headings within the manuscript by using capital letters, underline, italic, and bold styles as necessary.
- As needed, use italic, superscripts, subscripts, and boldface, but otherwise do not use multiple fonts and font sizes.
- Do not insert page or section breaks except where noted in the Author Instructions.
- Use hard returns (the Enter key) only at the end of a paragraph, not at the end of a line. Allow lines of text to break automatically in your word-processing software. Do not justify your text.
- Use only one space, not two, after periods.
- Create tables using the Table function in Microsoft Word.
- For Original Research, Clinical Communications, & Brief Communications, the manuscript should be divided into sections, including an Introduction, Materials and Methods, Results, and Discussion. The most important sections within each main section should be stressed by subheadings.
- Review Articles should have an Introduction, and then the appropriate section headings in bold.
- For Case Reports, please include an Introduction followed by a Discussion.

Additional section headings can be included.

- What is your Diagnosis should be divided into a Question & an Answer and the main sections should be Case History & Discussion/Diagnosis.

Formulas

Special care should be taken with the presentation of formulas, especially complex ones. In order to save formulas into your document in a manner that will ensure their accurate appearance in the proof generated by the system, create the formulas as text or use the “Formula” toolbar. Alternatively, upload as a separate document and refer to the formula as you would a Figure or Table.

Acknowledgments

Scientific advice, technical assistance, and credit for financial support and materials may be grouped in a section headed 'Acknowledgements'. Those who do not qualify

for authorship should also be included here. This section will be placed at the very end of the text. For submission however, please place this information with the Title page.

Funding

Authors should provide all relevant information regarding the funding which was received, including any provision of experimental materials, equipment, writing assistance, or related. It should also be stated what role the research funder had, for instance, whether they were also involved in other aspects of the study

such as the design. This information will be published with the paper, should it be accepted. If no funding was received, please state this.

Conflict of Interest

Please click <http://www.icmje.org/conflicts-of-interest> to download a Conflict of Interest form.

Upon Submission, it is required to indicate on the Title page for each author if there is, or has been a situation where a conflict of interest could be construed. This includes both financial and personal relationships that might bias or be seen to bias their work. Each author should also acknowledge the source of any extra-institutional funds or support. Any financial interests in companies that market material that are, or have been, the subject of research reported in the manuscript should be acknowledged. Such information may or may not be held in confidence while the paper is under review, and should the article be accepted for publication, this information will be published with the paper.

Style Specifics

- Contributions should be submitted in UK English; this however is not a requirement, and if the paper is accepted, the Editorial Office will make all necessary changes. For non-English speaking authors, it may be of benefit to use a English editing firm to help in improving the English usage.
- Abbreviations should be spelled out for the first use followed by the abbreviation in parentheses; thereafter the abbreviation can be used. The use of abbreviations however should be kept to a minimum.

- Nomenclature should be done according to internationally approved rules. All anatomical nomenclature should be written in full and Anglicized.
- Units of measurement should be given in the metric system or in SI units and temperatures should be in °C.
- For instruments, specific equipment, or drugs which are referred to in your paper, please cite the specific information (model number if relevant, generic and trade name, manufacturer and their location) as a footnote using roman letters at the end of the paper or as footnotes in the text.
- Figures and Tables should be cited in sequential order, in parentheses, in the text. The actual file for each figure and table should be named according to its number in the text (i.e. Figure 1, Table 2).
- Greek letters, special characters, & mathematical symbols should be insert using the “Symbol” or “Formula” toolbar menu in your word processing program. Before submitting your manuscript please verify in the system-created pdf that all have converted correctly.

References

References should be the most recent and pertinent literature available. It is essential that they are complete and thoroughly checked. If the reference information is incomplete, good online sites to search for full details are the National Library of Medicine: www.nlm.nih.gov; Books in Print: www.booksinprint.com; PubMed: www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed/; or individual publisher Web sites.

- ▢ References must be listed in AMA style, using Index Medicus journal title abbreviations.
- ▢ References follow the article text. Insert a page break between the end of text and the start of references.
- ▢ The Vancouver style should be used - references are numbered consecutively in order of appearance in the text, and identified by Arabic numerals in parentheses at the end of the sentence. By way of exception to AMA style, do not italicize book titles or journal title abbreviations and do not put a period at the end of a reference.
- ▢ List all author names, up to and including six names. For more than six authors, list the first three followed by et al.
- ▢ References should be styled per the following examples:

1. Citing a journal article:

Newburger JW, Takahashi M, Burns JC, et al. The treatment of Kawasaki syndrome with intravenous gamma-globulin. N Engl J Med 1986;315:341–347

2. Citing a chapter in a book:

Toma H. Takayasu's arteritis. In: Novick A, Scoble J, Hamilton G, eds. Renal Vascular Disease. Philadelphia: WB Saunders; 1995:47–62

3. Citing a book:

Stryer L. Biochemistry. 2nd ed. San Francisco: WH Freeman; 1981:559–596

4. Citing a thesis:

Stern I. Hemorrhagic Complications of Anticoagulant Therapy [Ph.D. dissertation].
Evanston, IL: Northwestern University; 1994

5. Citing a government publication:

Food and Drug Administration. Jin Bu Huan Herbal Tablets. Rockville, MD: National
Press Office; April 15, 1994. Talk Paper T94-22

6. Citing an online article:

Rosenthal S, Chen R, Hadler S. The safety of acellular pertussis vaccine vs whole-
cell 23 pertussis vaccine [abstract]. Arch Pediatr Adolesc Med [serial online].
1996; 150:457–24
460. Available at: [http://www.amaassn.org/scipubs/journals/archive/ajdc/vol_150](http://www.amaassn.org/scipubs/journals/archive/ajdc/vol_150/no_5/abstract/htm)
/no_5/ abstract/htm. Accessed November 10, 1996

7. Citing a symposium article:

Eisenberg J. Market forces and physician workforce reform: why they may not work.
Paper presented at: Annual Meeting of the Association of American Medical
Colleges; October, 1995; Washington, DC

Figure Captions

- Figures include photographs or radiographs, drawings, graphs, bar charts, flow charts, and pathways, but NOT lists or tables.

- Figures must be cited sequentially in the text. Number all figures (and corresponding figure captions) sequentially in the order they are cited in the text.
- Figure captions should be written after the reference list. Insert a page break between the end of references and the start of figure captions.
- Figure captions should include a description of the figure and/or each lettered part (A, B, etc.) and of any portions of the figure highlighted by arrows, arrowheads, asterisks, etc.
- For a figure borrowed or adapted from another publication (used with permission), add a credit line in parentheses at the end of each figure legend. This credit line should be a complete bibliographic listing of the source publication (as a reference), or other credit line as supplied by the copyright holder. For example (Reprinted with permission from Calfee DR, Wispelwey B. Brain abscess. *Semin Neurol* 2000; 20:357.)

Tables

- Data given in tables should be commented on but not repeated in the text. Be sure that lists or columns of related data are composed in a word-processing program like the rest of the text.
- Do not intersperse tables in the text. Tables should appear after the figure captions. Insert a page break between the end of the figure captions and the start of the tables.

- Tables must be double-spaced and numbered in the same sequence they are cited in the text. A short descriptive title should be provided for each table.
- If a table contains artwork, supply the artwork separately as a digital file.
- For tables borrowed or adapted from another publication (used with permission), add a credit line as the first footnote beneath each table. This credit line should be a complete bibliographical listing of the source publication (as a reference), or other credit line as supplied by the copyright holder. For example, “Reprinted with permission from Calfee DR, Wispelwey B. Brain abscess. *Semin Neurol* 2000;20:357.” (“Data from . . .” or “Adapted from . . .” may also be used, as appropriate.)
- Other footnotes for tables should be indicated in the table using superscript letters in alphabetical order.
- Any abbreviations used in the table should be explained at the end of the table in a footnote.

Videos

- The following formats are acceptable: *.avi, *.mov and *.mpg.
- For supplementary videos, the length should not exceed 4 minutes, and a legend of no more than 40 words per video or per sequence is required (it should also be included in the main document).
- All videos should include a clear, English language voice over explaining the demonstration or operation being presented. Be precise, informative, and clear

in your speech. Re-record audio in post-production for sound quality.

- Be slow and deliberate in all movements. Be cautious of bad lighting, and white balance the camera each time you turn it on. Place the camera on a tripod and obscure the faces of any patients, or obtain a signed Statement of Consent.

General Guidelines

- It is best to use Adobe Photoshop to create and save images, and Adobe Illustrator for line art and labels.
- Do not submit art created in Microsoft Excel, Word, or PowerPoint. These files cannot be used by the typesetter.
- Save each figure in a separate file.
- Do not compress files.
- All black-and-white and color artwork should be at a resolution of 300 dpi (dots per inch) in TIFF format. Line art should be 1,200 dpi in EPS or TIFF format. Contact the Production Editor at Thieme if you are unsure of the final size.
- It is preferable for figures to be cropped to their final size (approximately 3½ inches for a single column and up to 7 inches for a double column), or larger, and in the correct orientation. If art is submitted smaller and then has to be enlarged, its resolution (dpi) and clarity will decrease.

Note: Lower resolutions (less than 300 dpi) and JPEG format (.jpg extension) for grayscale and color artwork are strongly discouraged due to the poor quality they yield in printing, which requires 300 dpi resolution for sharp, clear, detailed

images. JPEG format, by definition, is a lower resolution (compressed) format designed for quick upload on computer screens.

Black-and-White Art

- Black-and-white artwork can be halftone (or grayscale) photographs, radiographs, drawings, line art, graphs, and flowcharts. Thieme will only accept digital artwork.
- If possible, do not send color art for conversion to black-and-white. Do the conversion yourself so that you can check the results and confirm in advance that no critical details are lost or obscured by the change to black-and-white.
- For best results, line art should be black on a white background. Lines and type should be clean and evenly dark. Avoid screens or cross-hatching, as they can darken or be uneven in printing and lead to unacceptable printing quality.

Convention for Radiographic Orientation

For radiographic images, please follow the guidelines below. When preparing illustrations from native DICOM format, please note that most clinical DICOM viewers export images with the low resolution, typically 90–100 dpi, used by most operating systems. Use a program that maintains the original matrix to prepare illustrations, for example Image J, and thus meet or exceed the requirement of a minimum resolution of 300 dpi. Knowing the original acquisition matrix size allows a simple calculation to determine the number of dpi based on a width or height of the finished illustration of 12–15 cm.

Radiographs: Lateral views of any part should be orientated with the cranial or rostral part to the viewers left. Ventrodorsal or dorso-ventral images should be viewed with the left side on the reader's right. Images of extremities should have the proximal portion of the limb at the top of the image. There is not a convention as to whether the lateral or medial aspect of the limb should be to the right or the left, but the orientation should be consistent within the manuscript.

Ultrasound: For abdominal imaging with the patient in dorsal recumbency, sagittal images should be orientated with the ventral surface at the top of the image, and the cranial aspect to the left. In the transverse plane, the patient's right side should be on the left of the image. If the transducer has been placed on the right side of the abdomen in a transverse plane, ventral should be on the right of the image and dorsal on the left. For images obtained from the left side of the abdomen, ventral should be on the left side of the image and dorsal on the right.

Echocardiographic images: Computed tomography and magnetic resonance images should be orientated in the following manner:

Head and spine

- Sagittal plane: cranial (rostral) to the left, dorsal at the top.
- Transverse plane: dorsal at the top, left to the reader's right.
- Dorsal plane: cranial (rostral) at the top, left to the reader's right.

Thorax and Abdomen

- Images should be displayed as they were acquired.

References

1. Thrall DE. Textbook of Veterinary Diagnostic Imaging (3rd Ed). Philadelphia, WB Saunders 1998; 26. 22
2. Nyland TG, Mattoon JS. Veterinary Diagnostic Ultrasound. Philadelphia, WB Saunders 1995; 11–12. 24
3. Thomas WP, Gaber CE, Jacobs GJ, et al. Recommendations for standards in transthoracic two dimensional echocardiography in dogs and cats. J Vet Intern Med 26 1993; 7: 247–252. 27
4. Anon. Instructions to authors. Vet Radiol Ultrasound 2000; 41: 584. 28

Art Labels

- ▣ Arrows, asterisks, and arrowheads (or other markers) should be white in dark or black areas and black in light or white areas, and large in size. If not, these highlighting marks may become difficult to see when figures are reduced in size during the typesetting process.
- ▣ Use 1-point (or thicker) rules and leader lines.

Capitalize the first word of each label and all proper nouns. Consider using all capitals if you need a higher level of labels.

- ▣ Where there are alternate terms or spellings for a named structure, use the most common one and make sure it is consistent with what is used in the text.

Avoid using multiple fonts and font sizes for the labels; use only one or two sizes of a serif font.

SUBMISSION PROCEDURE

Submission Procedure

- Consult the checklist on the first page of this document to ensure that you are ready to submit your manuscript.
- Manuscripts must be submitted electronically at the following link:
<https://mc.manuscriptcentral.com/vcotopen>
- Always review your manuscript before submitting it. You may stop a submission at any phase and save it to submit later. After submission, you will receive a confirmation email. You can also check the status of your manuscript by logging in to the submission system. The Editor in Chief will inform you via email once a decision has been made.

Revision Procedure

Please submit your revised manuscript before the deadline stated in your decision letter has been reached. Please also note that the deadline has actually expired by the end of the day (midnight), German time, on the day just before the deadline. For example, for a deadline of May 21, when the clock turns midnight and the date officially changes from May 20 to the 21, the deadline has expired. If more time is needed, please contact the Editorial Office. Revisions should be submitted as a revision under the original manuscript number - if the deadline has passed, inform the Editorial Office rather than submitting as a new manuscript. Do not forget to activate Track Changes when making revisions, or to highlighting the areas where text was changed, and to submit a point by point

response to the reviewers comments along with your revision.

Peer Review Process

All articles submitted to the Journal will first be checked by the Managing Editor to ensure they conform to the guidelines listed in this document. Manuscripts that fail to meet these requirements will not be sent for review and you will be asked to resubmit in an appropriate format. VCOT-Open reserves the right to reject any manuscript. Manuscripts that enter the peer review process will be examined by a minimum of two expert reviewers. They will be asked to comment on the scientific quality of the work, and its contribution to the field. The entire process is blinded: the authors do not know who is reviewing the paper, and the reviewers do not know who the authors are or where they come from. Based on the reviews, the Editor-in-Chief will then issue a decision concerning acceptance, major or minor revision, or rejection. Those which are accepted for publication are subject to the authors addressing all editorial and production concerns.

PRODUCTION PROCEDURE

Page Proofs

All accepted manuscripts are subject to editing by the Editor-in-Chief and the Managing Editor. The designated Correspondence Author will receive the final proofs for approval and corrections. All corrections must be returned within the stated time period; if this is not possible please inform the Managing Editor.

POLICY STATEMENTS

Reporting Guidelines

- The following reporting guidelines may be of use when conducting and reporting your research:
- Standards for the reporting of diagnostic accuracy studies (STARD): <http://www.stard-statement.org>
- Consolidated standards for reporting randomized clinical trials (CONSORT): <http://www.consortstatement.org>
- Systematic reviews and meta-analyses (PRISMA): <http://www.prisma-statement.org>

Animal Research: Reporting In Vivo Experiments (ARRIVE Guidelines):

<https://www.nc3rs.org.uk/arrive-guidelines>

- MOOSE (for reporting of meta-analyses of observational studies)
- COREQ (for reporting qualitative research)
- Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals by the International Committee of Medical Journal Editors 4 (ICMJE): www.icmje.org

Authorship

VCOT-Open follows the guidelines of the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org/>) in regards to authorship. The editorial office is not responsible for resolving disputes between authors or potential authors of manuscripts submitted or accepted for publication, and it is the duty of the

authors to decide upon the author order.

Authors must meet all of the following requirements: 13

- 1) Substantial contributions to the conception, study design, or acquisition of data, as well as participation in the analysis and interpretation of data; 2) Drafting of the article or revising it critically for important intellectual content; 3) Approval of the submitted version of the manuscript, all revised versions, and the final version to be published; and 4) Agreement to be publicly accountable for the appropriate portions of the content. The number of authors of any full length paper is limited to 10, case reports are limited to 5. Requests to exceed these limits must be accompanied by detailed justification. Any person who contributed materially to the paper, but does not meet these qualifications for authorship may be recognized for their function or contribution in the "Acknowledgements".

Authorship Contribution form: Starting in 2017, authors will be required to fill out this form – noting the contributions of each author - and submit with their manuscript.

Change in Authorship: Any requests for the addition or deletion of author names, as well as re-ordering of the names following acceptance of the manuscript must be sent to the Managing Editor from the corresponding author of the manuscript. This request must include: The reason for the change and written confirmation from all authors that they agree with this change. In the case of the addition or removal of authors, this includes a confirmation from the author(s) being added or removed. The Editor-in-Chief will be informed of such requests and publishing

of the manuscript online and in print will be postponed until the authorship has been agreed upon. Should such changes occur following online or print publication of the manuscript, publishing of a corrigendum may be required.

Statement on Liability

The legislation on product liability makes increased demands on the duty of care to be exercised by authors of scientific research and medical publications. This applies in particular to papers and publications containing therapeutic directions or instructions and doses or dosage schedules. We therefore request you to examine with particular care, also in your own interest, the factual correctness of the contents of your manuscript once it has been copyedited and returned to you in the form of galley proofs. The responsibility for the correctness of data and statements made in the manuscript rests entirely with the author.

Animal Care Guidelines

All material published in VCOT-Open must adhere to high ethical standards concerning animal welfare. In order to be considered for publishing, the following requirements must be met and noted in the manuscript:

1. Follows international, national and/or institutional guidelines for humane animal treatment and complies with relevant legislation (i.e. EU Convention on the protection of animals revised directive 86/609/EEC, USA Animal Welfare Acts, American Veterinary Medical Association Guidelines for the Euthanasia of Animals, ARRIVE Guidelines – Animal Research: Reporting of In Vivo

Experiments).

2. Has been approved by the ethics review committee at the institution or practice at 24 which the study/studies were conducted where such a committee exists. If there is no existing committee, it is expected that the research have been conducted in a manner likely to be approved by an ethics committee in most countries.
3. For studies using client-owned animals, client consent must be obtained and the 28 study needs to demonstrate best practice of veterinary care.
4. Include the detailed care which was given, and the drug dosages and regimes which 30 were instituted for analgesia and euthanasia, if applicable.

Details regarding the above requirements are to be included in your manuscript at the 1 time of submission, either as a separate heading or as part of the “Materials and 2 Methods” section; the specifics should be blinded (institutionalnames and locations 3 should be removed) so as to preserve the doubleblind review process. The Editor-in-4 Chief reserves the right to reject manuscripts onthe basis of ethical or welfare concerns.

Copyright Statement

Submitted manuscripts must represent original research not previously published nor being considered for publication elsewhere. The editors and Thieme combat plagiarism, double publication, and scientific misconduct with the software CrossCheck powered by iThenticate. Your manuscript may be subject to an investigation and 12 retraction if plagiarism is suspected.

If you plan to reproduce text, tables, or figures from a published source, you must first obtain written permission from the copyright holder (usually the publisher). This is required even if the material is from your own published work. For material never before published and given to you by another person, you must obtain permission from that person. Serious delays to publication can be incurred if permissions are not obtained.

As the author, it is your responsibility to obtain all permissions, pay any permission fees, furnish copies of permissions to Thieme with your manuscript, and include a credit line at the end of the figure caption, beneath the table, or in a text footnote.

Upon publication of an article, all rights are held by the publishers, including the rights to reproduce all or part of any publication. The reproduction of articles or illustrations without prior consent from the publisher is prohibited.

Statement of Ethics

This journal adheres to the ethical standards described by the Committee on Publication Ethics and the International Committee of Medical Journal Editors. Authors are expected to adhere to these standards.

For all manuscripts reporting data from studies involving human or animal participants, formal review and approval, or formal review and waiver (exemption), by an appropriate institutional review board (IRB) or ethics committee is required, as well as any necessary HIPAA consent, and should be described in the Methods section with 1 the full name of the reviewing entity. All

clinical trials must be registered in a public 2 trials registry. Denote the registry and registry number.

EDITORIAL CONTACTS

Please contact the Editors or Thieme Publishers with any questions.

Thieme Publishers – Project Manager Journals

Dr. Elinor Switzer Thieme Publishers

Rüdigerstr. 14

70469 Stuttgart, Germany

Tel: +49 711 8931 230 / Fax: +49 711 8931 323

elinor.switzer@thieme.de