

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

**DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE
INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES**

José Aloizio Gonçalves Neto
Médico Veterinário

2020

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

**DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE
INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES**

Discente: José Aloizio Gonçalves Neto

Orientador: Prof. Associado Dr. Bruno Watanabe Minto

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

2020

G635d

Gonçalves Neto, José Aloizio

DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE
INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES / José
Aloizio Gonçalves Neto. -- Jaboticabal, 2021
49 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Bruno Watanabe Minto

1. Ortopedia veterinária. 2. Cirurgia Veterinária. 3. Traumatologia
veterinária. 4. Anatomia veterinária. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas 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

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE INVASIVA COM
HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES

AUTOR: JOSÉ ALOIZIO GONÇALVES NETO

ORIENTADOR: BRUNO WATANABE MINTO

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

Prof. Dr. BRUNO WATANABE MINTO
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Prof. Dr. LEONARDO MARTINS LEAL
Centro Universitário Ingá - Uningá – Maringá

Prof. Dr. FABRÍCIO SINGARETTI DE OLIVEIRA
Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 23 de março de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

José Aloizio Gonçalves Neto, nascido no município de Apiacá, estado do Espírito Santo, aos vinte seis dias do mês de novembro de 1993. Ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em 2012. Realizou nessa instituição estágios nas áreas de anestesiologia e clínica cirúrgica de pequenos animais, e monitoria voluntária das disciplinas de anestesiologia e clínica cirúrgica. Obteve o título de médico veterinário em 2017, no mesmo ano ingressou no programa de residência oferecido pelo ministério da educação (MEC) na UFES na área de clínica cirúrgica de pequenos animais do Hospital Veterinário da UFES. Ministrou aulas para a disciplina de técnica cirúrgica e clínica cirúrgica durante o período da residência e foi banca de 5 trabalhos de conclusão de curso na UFES. Em março de 2019 terminou a residência e ingressou como aluno de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Cirurgia Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus Jaboticabal, fazendo parte até o atual momento.

Epígrafe

“Tenho vinte e tantos planos pra antes dos trinta anos
Alguém diz pra onde vamos, tenho pressa de existir
Me disseram: Calma, mano, cê tem tempo sobrando
Pra errar, e eu tô certo que não vou parar aqui”.

Lagum.

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha família, meus pais Rossini e Pablícia,
meu irmão júnior e minhas avós Isabel e Edna

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pai Rossini gonçalves, minha mãe Pablícia Beja de Azevedo Gonçalves, meu irmão Rossini Gonçalves, minhas avós Isabel Beja e Edna Lúcia Gonçalves pelo auxílio, carinho e por sempre acreditarem no meu trabalho e empenho.

À minha família do Antro do HV, que estiveram comigo em todos os momentos e que sempre me ajudaram de alguma forma para que eu chegasse até aqui. Por todos os momentos que vivemos juntos, por cada ensinamento compartilhado, pela convivência diária. MUITÍSSIMO obrigado por tudo e levarei o nome da república por onde passar.

Ao meu orientador e mentor Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto pelas oportunidades que foram dadas durante todo esse caminho. Pela orientação, muitas vezes mais que acadêmicas, pela paciência e confiança creditas a mim durante esse período. Agradeço imensamente por todos ensinamentos que vão além dos conhecimentos técnicos. Aprendi a como devo orientar e me relacionar dentro de um grupo grande, um dia quando estiver desse lado espero conseguir transmitir de forma similar aos meus orientados. E muito obrigado por todas as correções e puxões de orelha durante esse período, cada crítica com certeza me fez evoluir em todos os aspectos.

Ao Prof. Dr. Luis Gustavo Gosuen Gonçalves Dias, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação e por todo ensinamento passado durante esse período em Jaboticabal.

Ao Dr. Guilherme Galhardo Franco, pelas correções e sugestões no exame geral de qualificação, e por todos seus ensinamentos durante meu período de residência. Com

certeza sua presença foi um divisor de águas no meu caminho como profissional e pessoa, só tenho a agradecer a você. Muitíssimo obrigado!!!

Ao Professor Fabrício que sempre esteve apto a ajudar os alunos da pós graduação da UNESP sempre com objetivo e grande didática. Obrigado por todos os ensinamentos passados nas disciplinas, cursos e no dia a dia quando tentamos realizar projetos que possam de alguma forma adicionar conteúdo à ciência. Agradeço imensamente por ter aceito fazer parte da banca de defesa de mestrado e pelo auxílio na correção desse trabalho.

À Dra. Aline Schafrum Macedo, por aceitar fazer parte da banca de defesa de mestrado e por auxílio na correção desse trabalho.

Ao Dr. Leonardo Martins Leal, por aceitar fazer parte da banca de defesa de mestrado e por auxílio na correção desse trabalho.

Ao colega de profissão e de pós-graduação Dayvid Vianêis Farias de Lucena pela coorientação, por todo auxílio durante a execução do experimento e na parte de escrita.

Ao colega de profissão e de pós-graduação Rafael Kretzer Carneiro, pela ajuda durante o experimento e pelo convívio nesse último ano. Boa sorte com durante seu período em Jaboticabal e obrigado por todos os ensinamentos guri.

À Prof. Caroline Ribeiro de Andrada pela ajuda nas radiografias de todos os animais e por todos ensinamentos nesse pequeno tempo que passamos juntos e dividimos os atendimentos neurológicos na rotina do hospital. Muito obrigado por tudo mesmo!!

Ao colega de profissão, de pós-graduação e da vida, primeiramente pelo convívio diário no Antro do HV, pela grande amizade e por tudo que passamos juntos desde

que chegamos por aqui. Pela ajuda na realização das radiografias de cada animal, e por sempre estar pronto ajudar a qualquer um que precisar de ti. Muito obrigado por tudo mesmo!!!

Aos meus amigos pós graduandos que dividiram a rotina no Hospital Veterinário da UNESP – Jaboticabal. Em especial aos que também dividiram as tarefas em cada monitoria realizada, muito obrigado pelos ensinamentos e pela convivência de cada dia.

Aos funcionários do Hospital Veterinário “Governador Laudo Natel”, por toda ajuda e por todo carinho que todos demonstram no convívio diário. Muito obrigado por tudo.

Ao programa de pós graduação em cirurgia veterinária da FCAV – UNESP/Jaboticabal.

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

À todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho se concretizasse.

SUMÁRIO

	página
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA).....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
CAPÍTULO 1 – Considerações gerais.....	1
Introdução.....	1
Objetivo.....	3
Hipótese.....	3
Referências.....	4
CAPÍTULO 2 - DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES.....	6
Resumo.....	6
Introdução.....	7
Materiais e métodos.....	8
Resultados.....	9
Discussão.....	13
Conclusão.....	16
Referências.....	17
Figuras.....	20
CAPÍTULO 3 – Considerações finais.....	27
APÊNDICES.....	28
ANEXO I.....	30



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



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Diretrizes para abordagem cirúrgica minimamente invasiva de haste intramedular bloqueada (MINO) em cães**", protocolo nº 3771/20, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Bruno Watanabe Minto, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 25 de agosto de 2020.

Vigência do Projeto	15/08/2020 a 30/08/2020
Espécie / Linhagem	Canis familiaris
Nº de animais	15
Peso / Idade	30-40 kg
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Hospital Veterinário, Unesp

Jaboticabal, 25 de agosto de 2020.


Prof. Dr. Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES

RESUMO – Objetivou-se descrever detalhadamente os corredores seguros e acessos cirúrgicos para aplicação minimamente invasiva de haste intramedular bloqueada (MINO) em cães. Foram utilizados 14 cadáveres de cães, pesando entre 30 e 40 kg e de raças variadas, sendo 10 deles para estudo anatômico e abordagem do acesso cirúrgico e 4 para planejamento radiográfico e aplicação da técnica MINO com implantação das hastes bloqueadas (ILN) no úmero, fêmur e tíbia. Para tal foram escolhidos aleatoriamente 3 úmeros, 3 fêmures e 3 tíbias desses 4 animais, onde a tíbia utilizada não poderia ser ipsilateral ao fêmur em um mesmo animal. Após a realização da técnica foi feita avaliação das estruturas neurovasculares e musculares de cada abordagem. Em sequência os membros foram radiografados para avaliação da aplicação do implante. Não observou-se lesão macroscópica às grandes estruturas neurovasculares regionais no presente estudo, além disso, lesões leves às musculaturas de cada abordagem foram encontradas. O presente estudo determinou de forma criteriosa e precisa, as referências e interrelações anatômicas dos acessos cirúrgicos para a MINO nas diáfises do úmero, fêmur e tíbia.

PALAVRAS CHAVES: Corredores seguros, estabilidade biológica, fraturas diafisárias, MINO, ortopedia.

SURGICAL APPROACHES MINO IN DOGS

ABSTRACT - The aim of this study was to describe in detail the safe corridors and surgical approaches of minimally invasive interlocking nail (MINO) technique. Forteen cadavers of different dog breeds weighing between 30 and 40 kg were used, 10 of them for anatomical study, and 4 for creation of the MINO portals and dissect to evaluate iatrogenic lesions. A review of the anatomy and surgical approaches of the MINO was performed to establish the landmarks. The first one was a compound of the realisation of portals on the bones and anatomical study. Posteriorly was performed the MINO technic and after this application was to check possible injuries or interferences with noble neurovascular structures. Radiographic evaluation was performed to check the alignment and the position of the implants. The references and anatomical interrelationships of the surgical accesses for the minimally invasive approach of the tibial, femur, and humerus diaphyses were determined in a careful and accurate way. No lesion of important neurovascular structures was observed in any cadaver. The construction of access points for minimally invasive application of the MINO is feasible and safe when using safe corridors.

Keywords: MINO, Safe corridors, diaphyseal fractures, orthopaedia

LISTA DE ABREVIATURAS

AMI – área momento de inércia

Cm – centímetros

ILN – haste bloqueada

LCC – ligamento cruzado cranial

Kg – quilogramas

MINO – osteossíntese minimamente invasiva com haste bloqueada

MIO – osteossíntese minimamente invasiva

MIPO – osteossíntese minimamente invasiva com placa

SP – São Paulo

UFES – Universidade do Federal do Espírito Santo

UNESP – Universidade Estadual Paulista

LISTA DE TABELAS**APÊNDICES****Página**

Tabela 1. Escala de avaliação das estruturas neurovasculares e musculares abordadas	27
Tabela 2. Valores encontrados na avaliação das estruturas neurovasculares e musculares do úmero	28
Tabela 3. Valores encontrados na avaliação das estruturas neurovasculares e musculares do fêmur	29
Tabela 4. Valores encontrados na avaliação das estruturas neurovasculares e musculares da tíbia	30

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

página

Figura 1. Fêmur canino dissecado. A) Local de saída da ILN (seta preta) após tentativa de inserção com o fêmur íntegro. B) Imagem lateral do fêmur mostrando que houve fratura na tentativa de inserção da haste.....	20
Figura 2. Representação anatômica do portal proximal do acesso crânio-lateral ao úmero para execução da técnica MINO. (A) Portal proximal e distal; portal proximal: Incisão de pele e visibilização do músculo cleidobraquial, cranial ao tubérculo maior. Portal distal: Incisão de pele ligeiramente proximal ao epicôndilo lateral do úmero. (B) Visibilização das principais estruturas presente no acesso crânio-lateral do úmero, após a ressecção da pele: Músculo deltoide porção acromial (seta preta), músculo cleidobraquial (seta branca), entre eles encontra-se o tubérculo maior do úmero. (C) Exposição do tubérculo maior após retração do músculo deltoide porção acromial e cleidobraquial, caudalmente e cranialmente, respectivamente. (D) Demonstração da haste no canal medular e do gabarito utilizado para a perfuração dos orifícios dos parafusos bloqueados na metáfise umeral. (E) Aspecto final após a realização da técnica MINO, nota-se os parafusos bloqueados implantados	21
Figura 3. Posição da ILN no úmero. A) Vista lateral do úmero. Observa-se a altura da tuberosidade deltoide (seta azul) e a altura da crista supratroclee (seta vermelha). B) Vista cranial do úmero indicando a posição da ILN. C) Radiografia em posição caudo cranial do úmero	22
Figura 4. Representação anatômica do portal distal do acesso crânio-lateral ao úmero para execução da técnica MINO. (A) Portal proximal e distal; portal proximal: Incisão de pele e visibilização do músculo cleidobraquial, cranial ao tubérculo maior. Portal distal: Incisão de pele ligeiramente proximal ao epicôndilo lateral do úmero. (B) Incisão da fáscia profunda do úmero,	

ligeiramente cranial à cabeça longa do músculo tríceps braquial (seta preta) e visualização do músculo extensor carpo radial (seta branca). (C) Retração caudal da cabeça lateral do músculo tríceps braquial e elevação do músculo extensor carpo radial na crista supra condilar lateral do úmero para visualização da metáfise distal. (D) Após realizar essa manobra é possível visualizar o músculo braquial (seta amarela), e os dois ramos do nervo radial intimamente à sua face lateral. (E) Aspecto final após a realização da técnica MINO, nota-se que os músculos tríceps braquial e braquial foram afastados, caudalmente e cranialmente, respectivamente.....

23

Figura 5. Representação anatômica do portal proximal do acesso lateral ao fêmur para execução da técnica MINO. (A) Portais proximal e distal após incisão da pele e subcutâneo. (B) Portal proximal do fêmur após incisão de pele e subcutâneo, com isso, é possível ver os músculos: glúteo superficial (seta branca), bíceps femoral (seta preta) e tensor da fáscia lata (seta amarela). (C) e (D) Retração caudal do bíceps femoral e elevação dos músculos glúteo superficial e tensor da fáscia lata, retraídos cranialmente, evidencia-se, então, as inserções do glúteo médio (seta verde) e do músculo vasto lateral (seta azul) ao trocanter maior. (E) Imagem demonstrando os locais de perfuração após a passagem da haste no canal medular do fêmur..

24

Figura 7. Representação anatômica do portal distal do acesso lateral do fêmur para execução da técnica MINO. (A) Portais proximal e distal após incisão da pele e subcutâneo. (B) Incisão distal permitindo a visualização da fáscia lata, incisão deve chegar até a altura da patela (seta branca) a seta azul indica a crista tibial. (C) Incisão da fáscia lata entre os músculos vasto lateral (seta amarela) e bíceps femoral (seta preta). (D) Incisão da cápsula articular e exposição do fêmur distal. (E) Janela distal após a colocação dos parafusos bloqueados à haste.....

25

Figura 8. Representação anatômica do acesso medial à tibia para execução da técnica MINO. (A) Portais proximal e distal. Portal proximal: incisão de pele e subcutâneo e incisão parapatelar. Portal distal: visualização da metáfise tibial após a incisão de pele e subcutâneo. (B) Portal proximal da tibia, com pequena incisão parapatelar acima da crista tibial (seta branca)

permitindo inserção da ILN, notam-se os parafusos bloqueados na face medial da tibia. (C) Local de inserção da ILN na tibia, o ponto vermelho é o limite caudal para perfuração da tibia. Deve-se palpar o tubérculo de Gerdy e utilizá-lo como referência anatômica para perfuração. (D) Imagem mostrando a aplicação dos parafusos bloqueados no portal distal, ligeiramente proximal ao maléolo medial. (E) Imagem da articulação tibial, após retiradas dos meniscos medial e lateral. Nota-se que a haste não lesionou o ligamento cruzado cranial (seta azul), utilizando o tubérculo de Gerdy como referência para a perfuração. Na face lateral verifica-se o tendão do músculo extensor digital longo.....

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

Introdução

A osteossíntese biológica tem como conceito principal a preservação do suprimento sanguíneo e do coágulo presente no foco da fratura. Nesses casos, substitui-se uma construção mais rígida, pela preservação da vascularização, onde o alinhamento anatômico funcional do membro é o principal objetivo (Field, Törnkvist, 2001).

A osteossíntese minimamente invasiva (MIO) vem se tornando cada vez mais comum para o tratamento de fraturas. Apesar disso o uso de implantes por abordagem minimamente invasiva já vem sendo aplicado há várias décadas, visto que a partir de 1940 foi estabelecido tratamento para fraturas de fêmur de forma fechada com haste intramedular, preservando a biologia óssea e funcionalidade do membro. Entretanto, complicações eram comuns e seu uso não era recomendado em fraturas cominutivas (Kuntscher, 1940). Por esse motivo e, também, pelo menor conhecimento sobre a importância da preservação do hematoma inicial, as técnicas abertas eram mais empregadas (Beale, Pozzi, 2020).

Com a evolução tecnológica melhorias mecânicas e novos implantes foram fabricados, além disso, técnicas de imagem foram aperfeiçoadas, juntamente com um maior conhecimento sobre a vascularização e reparação óssea. Com isso, o número de complicações em abordagens fechadas diminuiu e a utilização de técnicas MIO começou a ser mais empregada, principalmente, pelos bons resultados clínicos (Beale, Pozzi, 2020).

As MIO nas últimas décadas vem sendo amplamente aplicadas na cirurgia veterinária devido as várias vantagens dessa abordagem para o paciente, como menor dor pós-operatória (Zhao *et al.*, 2017), preservação do hematoma no foco da fratura (Grundnes, Reikeras, 1993; Field, Törnkvist, 2001), rápida regeneração óssea, preservação da vascularização adjacente à fratura e menores complicações das feridas cirúrgicas (Farouk *et al.*, 1997; Borrelli *et al.*, 2002), rápido retorno ao apoio do membro comparado com técnicas abertas (Kulkarni *et al.*, 2017; Zhao *et al.*, 2017). Além disso, é observado que a utilização da osteossíntese minimamente invasiva com

placa (MIPO) para o reparo de fraturas de ossos longos vem sendo a técnica mais utilizada na medicina veterinária, dentre as técnicas MIO, principalmente, para osteossíntese de tíbia devido ao acesso medial facilitado pela menor cobertura muscular e menor risco de lesões às estruturas nobres (Robinson *et al.*, 2019). A maior aplicação da MIPO é devido, também, ao vasto material literário que descreve de forma magistral a aplicabilidade da técnica, desde a criação dos portais até a inserção e estabilização da fratura com placa bloqueada em cada osso longo de cães e gatos (Pozi, Lewis, 2009; Schmierer, Pozzi, 2017).

Apesar de ser menos utilizada na medicina veterinária, as hastes bloqueadas (ILN) possuem grandes vantagens biomecânicas quando comparada aos outros implantes, inclusive à placa. O primeiro ponto mecânico que a ILN possui localização no eixo neutro do osso, onde as forças de tensão e compressão, teoricamente, seriam eliminadas no momento da flexão sofrida, o que faz com que o implante tenha uma maior resistência às forças cíclicas de flexão (Hulse *et al.* 2000, Dejardin *et al.*, 2009). Outro ponto importante é a área de momento de inércia (AMI) que é maior e mais homogêneo quando comparado com as placas, isso porque a AMI de materiais cilíndricos é proporcional a quarta potência do diâmetro do implante (AMI da haste $\pi r^4/4$) enquanto nas placas é proporcional a terceira potência da sua espessura (AMI da placa $bh^3/12$). Consequentemente, como a placa possui tamanhos diferentes em cada face, a AMI e resistência da placa irá variar considerando a orientação da placa com o osso (Muir, Johnson, Markel, 1995). Além das vantagens mecânicas as ILN ainda possuem uma importante vantagem biológica, isso porque, elas são aplicadas no canal medular e não é necessário realizar tuneis ósseos para sua aplicação, com isso, a vascularização extraóssea é preservada. É importante salientar que em fraturas ocorre grande destruição da vascularização intramedular, sendo assim, a vascularização extraóssea se torna componente crítico para a nutrição e consolidação óssea. Ademais, a inserção normógrada causa pouca lesão e preserva os tecidos adjacentes ao foco da fratura (Dejardin *et al.*, 2020).

As hastes intramedulares bloqueadas (ILN), no entanto, ainda não são aplicadas de forma rotineira como as placas bloqueadas. Existem alguns motivos para o uso das abordagens MIO, principalmente a MINO, não serem tão utilizadas como

uma maior curva de aprendizado, planejamento e aplicação desafiadores, a falta de contato com instrumental e implantes específicos e a menor quantidade de informação sobre a aplicação da técnica e planejamento cirúrgico, quando se compara com a MIPO (Robinson *et al.*, 2019).

Objetivo

Descrever detalhadamente os corredores seguros e a aplicação minimamente invasiva de haste intramedular bloqueada (MINO) no úmero, fêmur e tíbia de cães.

Hipótese

Avalia se os pontos de referência conferem segurança para a aplicação da técnica MINO em úmero, fêmur e tíbia de cães mesmo sem a utilização de arco cirúrgico.

Supõe-se que a aplicação MINO, levará a super redução, principalmente, do fêmur e da tíbia, que possuem *procurvatum* e *recurvatum* naturais, respectivamente.

REFERÊNCIAS

Maritato KC, Barnhart MD (2020) Minimally Invasive Fracture Repair. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice** 50:8-9.

Código de campo alterado

Borrelli J, Prickett W, Song E, Becker D, Ricci, W (2002) Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: A human cadaveric study. **Journal of Orthopedic Trauma** 16:691-695.

Brumback RJ. (1996). The rationales of interlocking nailing of the femur, tibia, and humerus: An overview. **Clinical Orthopaedics and Related Research** 324:292-320.

Déjardin LM, Guillou RP, Ting D, Sinnott MT, Meyer E, Haut RC (2009) Effect of bending direction on the mechanical behaviour of interlocking nail systems. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 22:264-269.

Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H (1997) Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: Preliminary results of a cadaver injection study. **Injury** 28:7-12.

Field JR, Törnkvist H (2001). Biological fracture fixation: A perspective. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 14:169-178.

Grundnes O, Reikeras O (1993) The importance of the hematoma for fracture healing in rats. **Acta Orthopaedica Scandinavica** 64:340-342.

Kulkarni VS, Kulkarni MS, Kulkarni GS, Goyal V, Kulkarni MG (2017) Comparison between antegrade intramedullary nailing, open reduction plate osteosynthesis and minimally invasive plate osteosynthesis in treatment of humerus diaphyseal fractures. **Injury** 48:8-13.

Hulse D, Ferry K, Fawcett A, Gentry D (2000) Effect of intramedullary pin size on reducing bone plate strain. **Veterinary and Comparative Orthopaedic and Traumatology** 13:185–90.

Küntscher G. (1940) Die Marknagelung von Knochenbrüchen (Abstract). **Arch Klin Chir** 200: 443-455.

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** 8:146–52.

Pozzi A, Lewis DD (2009) Surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 22:316-320.

Robinson WP, Knowles TG, Barthelemy NP, Parsons KJ (2019) Perceptions of minimally invasive osteosynthesis: A 2018 survey of orthopedic surgeons. **Veterinary Surgery** 2019:1-8.

Schmierer PA, Pozzi A (2017) Guidelines for surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in cats. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology** 30:272-278.

Wheeler JL, Lewis DD, Cross AR, Stubbs WB, Parker RB (2004) Intramedullary interlocking nail fixation in dogs and cats: Clinical applications. **Compendium of Continued Education Practice Veterinary** 26:531-544.

Zhao W, Zhang Y, Johansson D, Chen X, Zheng F, Li L (2017) Comparison of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis and open reduction internal fixation on proximal humeral fracture in elder patients: a systematic review and meta-analysis. **Biomed Research International** 2017:1-7.

CAPÍTULO 2 - DIRETRIZES PARA ABORDAGEM MINIMAMENTE INVASIVA COM HASTE INTRAMEDULAR EM CÃES¹

RESUMO

O objetivo deste estudo é descrever detalhadamente os corredores seguros e acessos cirúrgicos para aplicação minimamente invasiva de haste intramedular bloqueada (MINO) em cães. Foram utilizados 14 cadáveres de cães, pesando entre 30 e 40 kg, sendo 10 deles para estudo anatômico e abordagem do acesso cirúrgico e 4 para planejamento radiográfico e aplicação da técnica MINO com implantação das hastes bloqueadas (ILN) no úmero, fêmur e tibia. Para tal foram escolhidos aleatoriamente 3 úmeros, 3 fêmures e 3 tíbias desses 4 animais, onde a tibia utilizada não poderia ser ipsilateral ao fêmur em um mesmo animal. Após a realização da técnica foi feita avaliação das estruturas neurovasculares e musculares de cada abordagem. Em sequência os membros foram radiografados para avaliação da aplicação do implante. Não houve nenhuma lesão macroscópica às estruturas neurovasculares, além disso, lesões leves às musculaturas de cada abordagem foram encontradas. O presente estudo determinou de forma criteriosa e precisa, as referências e interrelações anatômicas dos acessos cirúrgicos para a MINO nas diáfises do úmero, fêmur e tibia.

PALAVRAS CHAVES: Corredores seguros, estabilidade biológica, fraturas diafisárias, MINO, ortopedia.

¹ Este capítulo corresponde ao artigo científico submetido ao periódico "*veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*".

INTRODUÇÃO

O conceito de osteossíntese minimamente invasiva (MIO) fundamenta-se na preservação maximizada do hematoma primário da fratura bem como do suprimento sanguíneo e da integridade dos tecidos moles adjacentes à fratura. Com isso, técnicas de fixação interna e externa foram desenvolvidas com o objetivo principal de promover fixação estável, duradoura e que permita redução indireta com manutenção do alinhamento espacial do osso e do membro¹. O resultado final é uma consolidação mais rápida e com menores índices de complicações²⁻⁴.

A MIO com uso de placas (MIPO) foi inicialmente descrita na medicina humana e, em seguida, passou a ser amplamente aplicada na ortopedia veterinária⁵. Aliás, os portais para a aplicação da técnica MIPO em cães e gatos são descritas na medicina veterinária de forma, com isso, cirurgiões veterinários experientes podem reproduzi-la de maneira prática para osteossíntese de ossos longos em pequenos animais^{1,6-8}.

As hastas intramedulares bloqueadas (ILN) vem sendo amplamente utilizadas para o tratamento de fraturas de ossos longos em humanos, pois promovem mínima lesão tecidual, principalmente quando aplicadas de maneira minimamente invasiva^{5, 9-10}. Excluindo-se o fator minimamente invasivo, as ILN são aplicadas no eixo neutro do osso promovendo maior resistência à flexão em qualquer direção, enquanto as placas necessitam ser aplicadas na face de tensão do osso fraturado, para diminuir a chance de falha¹¹. Além disso, a ILN é cilíndrica e homogênea o que permite uma resistência maior as forças aplicadas ao implante devido a sua maior área de momento de inércia (AMI)¹². Por esses motivos, as ILN vem sendo cada vez mais utilizadas em pacientes veterinários, entretanto, seu uso ainda é pequeno quando comparado com a utilização da MIPO¹³.

Objetivou-se descrever detalhadamente os corredores seguros para a aplicação minimamente invasiva de haste intramedular bloqueada (MINO) em cães, bem como, avaliar as estruturas neurovasculares após a inserção dos implantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pelo comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Jaboticabal (SP) e protocolado sob o número 3771/20. O mesmo foi executado nas dependências do Hospital Veterinário da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus Jaboticabal.

Foram utilizados 14 cães adultos de diferentes raças, pesando entre 30 – 40 kg para realização do estudo. Todos os cadáveres foram à óbito ou foram eutanasiados por motivos não relacionados a este estudo. Uma vez congelados em freezer comercial, os animais foram descongelados em sala com temperatura de 24° C, realizou-se os procedimentos em até 24 horas após o descongelamento. As técnicas MINO foram realizadas por um cirurgião veterinário.

Foi realizado estudo anatômico nos ossos fêmur, tibia e úmero em 10 animais com objetivo de estabelecer referências e interrelações anatômicas com precisão. Para isso, o lado esquerdo foi utilizado para estudos anatômicos e o lado direito para a realização dos portais proximais e distais.

Após a revisão anatômica e prática dos acessos foram utilizados mais 4 animais para planejamento radiográfico de 3 úmeros, 3 fêmures e 3 tíbias. A escolha dos membros foi feita de forma aleatória sendo que ao utilizar um fêmur sua tibia ipsilateral não poderia ser usada. Anteriormente à aplicação da técnica MINO nos ossos fêmures e tíbias, foi necessário fraturá-

los, pois os desvios ósseos inerentes a esses animais impossibilitavam a aplicação da ILN com os ossos íntegros. As fraturas foram realizadas com martelo ortopédico no terço médio diafisário. Em sequência, foram realizados os portais e aplicação das ILN, utilizaram-se os membros pélvicos e torácicos desses animais para os acessos a face crânio-lateral do úmero, lateral do fêmur e medial da tíbia. As técnicas descritas nesse estudo foram baseadas em técnicas MIO e acessos para os ossos longos^{1,7-10,14-15}, já descritos, e na dissecação comparada de cães.

Após a aplicação das ILN, cada membro foi dissecado para avaliação de possíveis lesões macroscópicas iatrogênicas às estruturas neurovasculares e musculares (tab. 1). No úmero foram avaliados os nervos radial, mediano e ulnar (tab. 2). No fêmur foram avaliados o nervo isquiático e as inserções das musculaturas glúteas e do músculo vasto lateral (tab.3). Na tíbia avaliou-se os meniscos, ligamento intermeniscal, ligamento cruzado cranial e safena medial. Para as avaliações foi utilizado tabela para a graduação das lesões (tab. 4). Por fim, foram realizadas radiografias para registro do alinhamento ósseo e posicionamento do aparato utilizado.

RESULTADOS

Após o estudo anatômico, observou-se que a passagem da haste no fêmur e na tíbia não seria possível com os ossos íntegros, pois levou a fratura óssea ou a dificuldade da passagem dos parafusos devido à tensão sobre a haste. Por isso, foi escolhido simular fraturas (Figura 1).

Úmero

Para a criação dos portais da MINO no úmero, um acesso crânio-lateral foi usado. Os cães foram posicionados em decúbito lateral com o membro lesionado para cima. No acesso proximal, o ponto de referência utilizado foi o tubérculo maior. Inicialmente, procedeu-se com incisão de pele, que se origina imediatamente acima do tubérculo maior e estendeu-se distalmente até a tuberosidade deltoide. Em seguida, incizou-se o tecido subcutâneo, permitindo a exposição do tubérculo maior, lateralmente observa-se o músculo deltoide (porção acromial) e cranialmente o músculo cleidobraquial, esses músculos foram afastados para melhor exposição da metáfise proximal (Fig. 2). Procedeu-se com incisão na fáscia omobraquial para exposição óssea, salienta-se que a manipulação da metáfise e do deltoide deve ser cuidadosa para preservar, a veia axilobraquial que está caudal ao músculo deltoide. Com o portal proximal realizado, fez-se a perfuração do úmero de forma normógrada, ligeiramente distal ao tubérculo maior, em direção caudomedial (Fig. 3). Após a perfuração foi feita a fresagem do canal medular até a região proximal à tróclea e em seguida aplicou-se a haste.

No portal distal a principal estrutura de orientação anatômica é o epicôndilo lateral do úmero. Em direção cranioproximal do epicôndilo lateral do úmero, incisa-se a pele para exposição da metáfise distal do úmero. Em seguida, incisa-se o tecido o subcutâneo e a fáscia profunda, o que permite visibilizar os músculos extensor carpo radial (distal), cabeça lateral do músculo tríceps braquial (proximal) e o músculo braquial (cranial) (Fig. 4 – B). Para chegar ao úmero é necessário afastar o tríceps em sentido caudal e o músculo braquial cranialmente, entretanto, essa manobra deve ser feita com cuidado para evitar lesão ao nervo radial que é localizado intimamente à face lateral do músculo braquial e à face craniomedial da cabeça longa do músculo tríceps braquial (Fig. 4 – C). Com essa manobra, observou-se melhor a inserção do músculo extensor carpo radial na crista supracondilar lateral do úmero, facilitando a elevação

parcial dessa musculatura para observação da metáfise distal do úmero (Figura 4 - D). Com os dois portais realizados e a haste no canal medular é colocado o guia de perfuração e aplicação dos parafusos de proximal para distal.

Na aplicação da ILN no úmero não houve lesão macroscópica ao nervo radial, mediano ou ulnar. Em todos os cães se identificou o nervo radial, sendo este afastado juntamente com o músculo braquial, cranialmente. Os nervos mediano e ulnar foram avaliados, pois a broca de perfuração dos orifícios distais pode sair na face medial do úmero. No portal proximal foi necessário pequena elevação do músculo deltoide porção acromial em apenas um cão, para inserção do segundo parafuso na haste. No portal distal, em todos os cães, foi necessário elevar o músculo extensor carpo radial para melhor manipulação e aplicação do parafuso mais distal (Figura 4 – D e E).

Fêmur

Para a criação dos portais MINO no fêmur é recomendado o decúbito lateral com o membro lesionado para cima. O portal proximal é realizado com uma incisão de pele dorsal ao trocânter maior, se prolongando distalmente seguindo a face lateral do fêmur até o fim do trocânter maior. Realiza-se, então, incisão do tecido subcutâneo, que permite a visualização do músculo bíceps femoral, normalmente sobrepondo o trocânter maior e a região caudal do músculo glúteo superficial, inserido no trocânter maior (Fig. 5 – B). Faz-se incisão na fáscia lata cranialmente ao bíceps femoral, que é afastado caudalmente e permite melhor visualização das musculaturas inseridas no trocânter maior (figura – C). Para o acesso à fossa trocântérica realizou-se tenotomia do glúteo superficial e em seguida afastou-se os músculos bíceps femoral e glúteo médio, caudalmente e cranialmente respectivamente. Essa manobra permite o acesso à fossa trocântérica, opcionalmente pode ser feita incisão entre as fibras das musculaturas glúteas, protegendo os tecidos adjacentes ao ponto de inserção da ILN, com guia de perfuração (Figura

5 – D). Para perfuração do canal medular, deve-se seguir medial ao trocânter maior até a fossa trocantérica e direcionar a broca em direção crânio lateral, após a perfuração é feita a fresagem do canal medular para a inserção da haste. O músculo vasto lateral inserido na face lateral do trocânter maior pode ser parcialmente elevado para facilitar a aplicação dos parafusos bloqueados na ILN, mas a perfuração só pode ocorrer quando o membro estiver com os fragmentos alinhados.

No portal distal identifica-se a patela e os côndilos femorais por palpação. A tuberosidade supracondilar lateral e os epicôndilos laterais também são importantes pontos referenciais, principalmente, para o alinhamento ósseo. É feita incisão de pele de aproximadamente 3 cm, começando na região lateral do fêmur e se estendendo até a base da patela. Logo, é feita incisão do tecido subcutâneo e da fáscia lata ao longo da borda cranial do músculo bíceps femoral (Fig. 7 – C). A região distal do fêmur é observada quando se afasta o músculo bíceps femoral caudalmente e o músculo vasto lateral cranialmente. É necessário artrotomia lateral e visibilização da articulação para conseguir um alinhamento ósseo desejável, com base no trocânter maior e sua relação com a tróclea femoral. Após avaliar o alinhamento ósseo, são feitas as perfurações e aplicados os parafusos bloqueados (Fig. 7 – E).

No fêmur não houve lesão macroscópica a estruturas neurovasculares, entretanto em todos os animais foi necessário elevação parcial do músculo vasto lateral. Elevou-se o músculo glúteo superficial e fazer a perfuração entre as fibras do músculo glúteo médio. Para a realização da técnica MINO foi necessário fraturar os ossos devido ao *procurvatum* natural do fêmur, com isso, em todos os animais houve super redução femoral.

Tíbia

Para a criação dos portais MINO na tíbia, um acesso medial foi usado. Os cães foram posicionados em decúbito dorsal com o membro lesionado livre, permitindo a movimentação

em vários planos e grande amplitude de movimento da articulação femorotibiopatelar. No portal proximal incizou-se pele e subcutâneo em região parapatelar medial na altura do terço distal do ligamento patelar e se estendeu distalmente em direção à crista da tíbia para exposição da metáfise proximal da tíbia (Figura 8 – A). Identificou-se, então, o ligamento patelar e procedeu-se com incisão parapatelar medial no retináculo para facilitar a perfuração da tíbia (Figura 8 – B). Utilizou-se luva de proteção para realização da perfuração tibial e inserção normógrada da ILN diminuindo o risco de lesões, principalmente, do ligamento patelar. É importante ressaltar que o local de inserção da ILN deve ser cranial a inserção do ligamento cruzado cranial (LCC) e do ligamento intermeniscal. Outro marco referencial é o tubérculo de Gerdy, sua porção caudal indica o limite da área segura para perfuração do canal medular da tíbia (Fig. 8 – C e E). Perfurou-se a tíbia com a broca direcionada ligeiramente caudal, para posterior aplicação da ILN. Ainda no portal proximal, pequena elevação caudal do músculo sartório (porção caudal) pode ser necessária para melhor exposição da tíbia proximal e aplicação dos parafusos bloqueados

O acesso distal é iniciado com uma incisão proximal ao maléolo medial se estendendo na face medial da diáfise distal da tíbia. Em seguida, incizou-se subcutâneo e localiza-se a porção distal da metáfise tibial. Deve-se evitar estender o portal em sentido proximal para não lesionar ramos da veia safena (Figura 8 – D). Com a ILN inserida, o membro é alinhado e procede-se com os bloqueios dos parafusos de proximal para distal.

A aplicação MINO nas tíbias não resultaram em lesões ao LCC, ligamento intermeniscal, ligamento patelar ou aos meniscos. Para introdução da ILN na tíbia foi necessário fraturar as diáfises, devido ao local de inserção da ILN e de pequenos desvios *recurvatum* na tíbia, com isso, pode super redução em alguns casos.

DISCUSSÃO

Apesar das vantagens biomecânicas da MINO, a longa curva de aprendizado e a aplicação desafiadora levam à uma resistência dos cirurgiões veterinários à aplicação na rotina clínica¹³. A aplicação das técnicas minimamente invasivas requer conhecimento de anatomia topográfica cirúrgica aprofundado¹⁶. Os cirurgiões devem saber os corredores cirúrgicos e as variações anatômicas para fazer os acessos com menor riscos de complicações e em tempo cirúrgico aceitável.

Estudos que descrevem detalhadamente os acessos cirúrgicos para técnicas minimamente invasivas são altamente relevantes na ortopedia veterinária¹⁶. Vários estudos de descrição detalhada da técnica MIPO já foram publicados em cães e gatos^{1,7-8}. Apesar da semelhança entre a abordagem MIPO e MINO existem diferenças na aplicação dos implantes, tendo em vista que na MINO é necessário acesso ao canal medular do osso abordado. A aplicação clínica da MINO já foi relatada anteriormente¹⁰. Entretanto, o foco nesse estudo foi dado à descrição detalhada das estruturas anatômicas e descrição esquematizada dos corredores seguros para a aplicação da técnica MINO, fornecendo um guia para cirurgiões veterinários. Os maiores desafios para aplicação da MINO são a perfeita exposição dos pontos de perfuração, a angulação correta da perfuração do canal medular e o alinhamento do membro após a aplicação MINO.

A técnica MINO permite a correção de fraturas do terço médio e proximal do úmero, entretanto, a correção de fraturas distais pode ser desafiadora pelo pouco espaço para a inserção dos parafusos bloqueados^{9,10}. Foi possível a inserção das ILN sem a necessidade de fraturar o úmero, mostrando uma capacidade de estabilização sem causar desvios acentuados ao eixo ósseo. Nesse estudo a elevação do músculo deltóide não foi obrigatória e dependerá do tamanho

da haste utilizada e da variação anatômica encontrada entre os pacientes. Lesões das artérias e veias omobraquiais e do periósteo podem acontecer quando se aplicam placas, principalmente nas técnicas MIPO, no presente estudo não houve lesão macroscópica à essas estruturas, pois as hastes estão implantadas no canal medular preservando assim a vascularização extraóssea. Além disso, o risco de lesão a veia cefálica e veia axilobraquial é muito pequeno, pois não há relação dessas estruturas com os portais utilizados. O nervo radial foi preservado em todos os animais, apesar da sua íntima relação com as musculaturas do portal distal do úmero.

No fêmur o acesso para técnica MINO é um pouco maior quando comparado com as MIPO, devido a necessidade da perfuração do canal medular e inserção da haste¹⁵. Nesse estudo, escolheu-se proceder com tenotomia do músculo glúteo superficial para facilitar a inserção da ILN, entretanto, outra opção é realizar o acesso ao canal medular com uma pequena incisão nas musculaturas glúteas¹⁰. Para a inserção dos parafusos bloqueados foi necessária a elevação parcial do músculo vasto lateral, principalmente, em animais que possuíam musculatura exuberante, essa manobra facilita também a perfuração. No portal distal lesões aos ramos caudais da artéria femoral são comuns, portanto, é necessária manipulação delicada da para preservar estas estruturas¹⁵. Ademais, se não for utilizado fluoroscopia é necessário artrotomia lateral para avaliar o alinhamento rotacional do fêmur¹⁴. A aplicação da MINO no fêmur sem fluoroscópio é desafiadora devido à grande massa muscular ao redor da fratura, que dificulta a identificação das estruturas anatômicas, em casos em que há dificuldade de executar essa manobra tende-se a optar por uma técnica aberta, porém preservando o hematoma local e causando o mínimo de lesão possível.

As MIO são utilizadas rotineiramente para osteossíntese de tíbia em cães e gatos. Isso porque, a pouca cobertura muscular na face medial da tíbia facilita na redução óssea e aplicação dessas técnicas¹⁷. Entretanto, a tíbia dos cães possui um formato sigmoide o que pode dificultar

sua aplicação em alguns casos, principalmente em cães condrodistróficos⁹. Além disso, em casos de *retrocurvatum* acentuado a super redução causada pode aumentar o ângulo do platô tibial (TPA), o que pode sobrecarregar a articulação do joelho. No acesso proximal da tibia é necessário incisão parapatelar para inserção da ILN, entretanto, não se deve entrar na articulação ao fazer essa manobra. A perfuração deve ser feita sempre com guia de broca para evitar dano as estruturas ligamentares e ao menisco⁹. Não se presenciou nenhuma lesão as estruturas indicadas, utilizando o tubérculo de Gerdy como limite para perfuração da crista tibial, além disso todos orifícios criados ficaram ligeiramente craniais ao ligamento intermeniscal, o que é preconizado.

No estudo observou-se maior dificuldade em realizar a técnica em animais obesos e com musculatura exuberante, que apesar de não ter variação anatômica, dificultou a inserção da ILN e redução, principalmente no fêmur. A técnica MINO foi descrita detalhadamente nos ossos úmero, fêmur e tibia com base nos estudos anatômicos e aplicação das ILN em cadáveres. Não houveram danos às estruturas neurovasculares após a criação dos acessos e implantação das hastes. Estudos clínicos sobre MINO devem ser realizados para avaliar a evolução do paciente após a aplicação da técnica no longo prazo.

REFERÊNCIAS

1. Hudson CC, Pozzi A, Lewis DD. Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dogs and cats. *Vet Comp Orthop Traumatol*. 2009; 22(3):175-182. doi:10.3415/vcot-08-06-0050
2. Borrelli J, Prickett W, Song E, Becker D, Ricci W. Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: A human cadaveric study. *J Orthop Trauma*. 2002; 16(10):691-695. doi:10.1097/00005131-200211000-00002
3. Schmökel HG, Stein S, Radke H, Hurter K, Schawaldner P. Treatment of tibial fractures with plates using minimally invasive percutaneous osteosynthesis in dogs and cats: Paper. *J Small Anim Pract*. 2007;48(3):157-160. doi:10.1111/j.1748-5827.2006.00260.x
4. Pozzi A, Risselada M, Winter MD. Assessment of fracture healing after minimally invasive plate osteosynthesis or open reduction and internal fixation of coexisting radius and ulna fractures in dogs via ultrasonography and radiography. *J Am Vet Med Assoc*. 2012; 241(6):744-753. doi:10.2460/javma.241.6.744
5. Zelle BA, Boni G. Safe surgical technique: Intramedullary nail fixation of tibial shaft fractures. *Patient Saf Surg*. 2015; 9(1). doi:10.1186/s13037-015-0086-1
6. Pozzi A, Hudson CC, Gauthier CM, Lewis DD. Retrospective Comparison of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis and Open Reduction and Internal Fixation of Radius-Ulna Fractures in Dogs. *Vet Surg*. 2013; 42(1):19-27. doi:10.1111/j.1532-950X.2012.01009.x
7. Peirone B, Rovesti GL, Baroncelli AB, Piras L. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis

- Fracture Reduction Techniques in Small Animals. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract.* 2012;42(5):873-895. doi:10.1016/j.cvsm.2012.06.002
8. Schmierer PA, Pozzi A. Guidelines for surgical approaches for minimally invasive plate osteosynthesis in cats. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2017; 30(4):272-278. doi:10.3415/VCOT-16-07-0105
 9. Wheeler JL, Lewis DD, Cross AR, Stubbs WP, Parker RB. Intramedullary interlocking nail fixation in dogs and cats: Clinical applications. *Compend Contin Educ Pract Vet.* 2004; 26(7):531-544.
 10. Déjardin LM, Perry KL, von Pfeil DJF, Guiot LP. Interlocking Nails and Minimally Invasive Osteosynthesis. *Vet Clin North Am - Small Anim Pract.* 2020; 50(1):67-100. doi:10.1016/j.cvsm.2019.09.003
 11. Déjardin LM, Guillou RP, Ting D, Sinnott MT, Meyer E, Haut RC. Effect of bending direction on the mechanical behaviour of interlocking nail systems. *Vet Comp Orthop Traumatol.* 2009; 22(4):264-269. doi:10.3415/VCOT-08-08-0075
 12. Chao P, Lewis DD, Kowaleski MP, Pozzi A. Biomechanical concepts applicable to minimally invasive fracture repair in small animals. *Vet Clin Small Anim.* 2012; 42:853–872. doi.org/10.1016/j.cvsm.2012.07.007
 13. Robinson WP, Knowles TG, Barthelemy NP, Parsons KJ. Perceptions of minimally invasive osteosynthesis: A 2018 survey of orthopedic surgeons. **Veterinary Surgery** 2019; 2019:1-8.
 14. Kowaleski MP (2012). Minimally invasive osteosynthesis techniques of the femur. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* 42, 997–1022.

15. Johnson KA (2014). Piermattei's atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat.
16. Barnhart M (2019). Pitfalls of minimally invasive fracture repair. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 50, 17–21.
17. Beale BS, McCally R (2020). Minimally invasive fracture repair. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 50, 263-271.

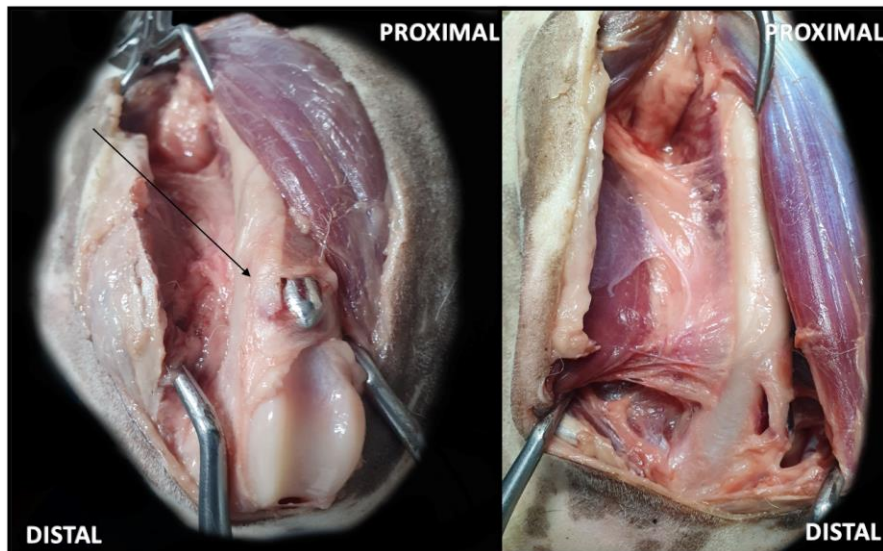
FIGURAS

Figura 1. Imagens mostrando um fêmur canino dissecado. A) Imagem mostrando o local de saída da ILN (seta preta) após tentativa de inserção com o fêmur íntegro. B) Imagem lateral do fêmur mostrando que houve fratura na tentativa de inserção da haste.

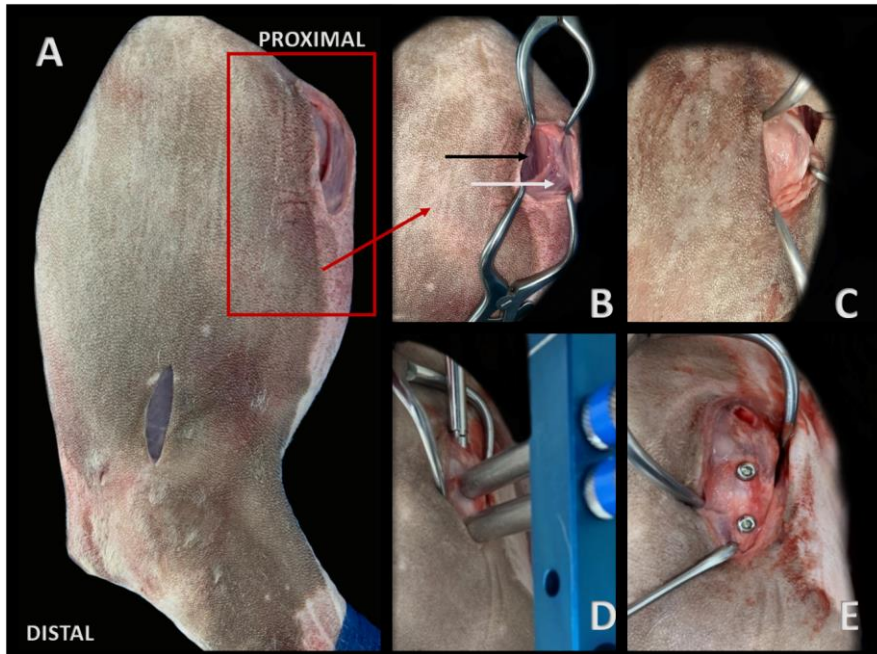


Figura 2. Representação anatômica do portal proximal do acesso crânio-lateral ao úmero para execução da técnica MINO. (A) Portal proximal e distal; portal proximal: Incisão de pele e visibilização do músculo cleidobraquial, cranial ao tubérculo maior. Portal distal: Incisão de pele ligeiramente acima do epicôndilo lateral do úmero. (B) Visibilização das principais estruturas presente no acesso crânio-lateral do úmero, após a ressecção da pele: Músculo deltoide porção acromial (seta preta), músculo cleidobraquial (seta branca), entre eles encontra-se o tubérculo maior do úmero. (C) Exposição do tubérculo maior após retração do músculo deltoide porção acromial e cleidobraquial, caudalmente e cranialmente, respectivamente. (D) Demonstração da haste no canal medular e do gabarito utilizado para a perfuração dos orifícios dos parafusos bloqueados na metáfise umeral. (E) Aspecto final após a realização da técnica MINO, notam-se os parafusos bloqueados implantados.

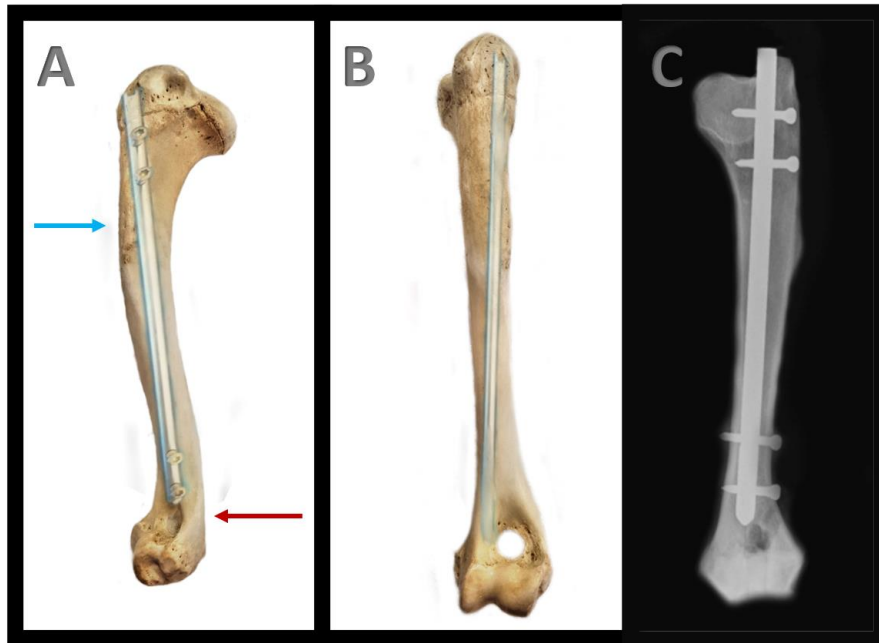


Figura 3. Imagens mostrando a posição da ILN após a implantação no úmero de cão. A) Vista lateral do úmero. Observa-se a altura da tuberosidade deltoide (seta azul) e a altura da crista supracondilar (seta vermelha). B) Vista cranial do úmero indicando a posição da ILN. C) Radiografia em posição caudo cranial do úmero.

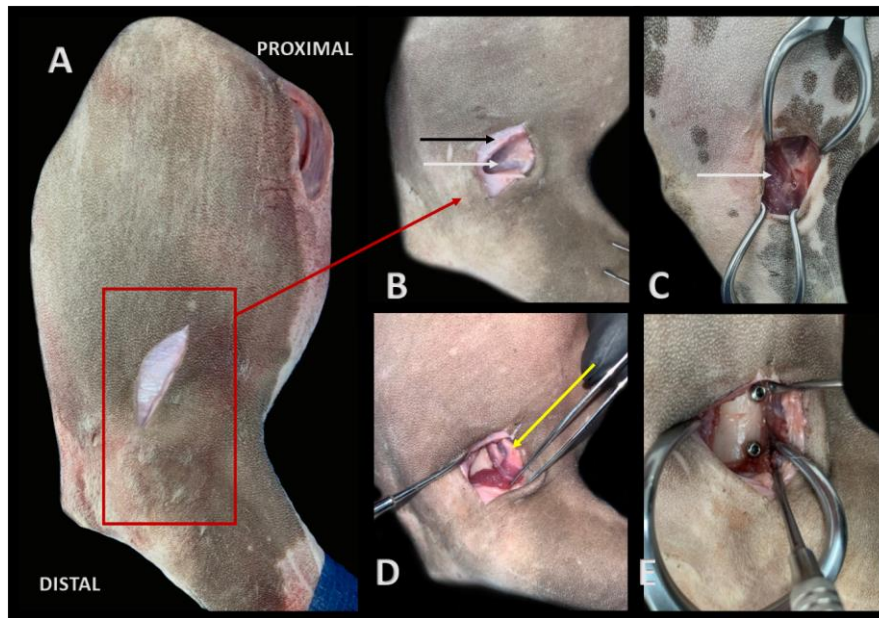


Figura 4. Representação anatômica do portal distal do acesso crânio-lateral ao úmero para execução da técnica MINO. (A) Portal proximal e distal; portal proximal: Incisão de pele e visualização do músculo cleidobraquial, cranial ao tubérculo maior. Portal distal: Incisão de pele ligeiramente acima do epicôndilo lateral do úmero. (B) Incisão da fáscia profunda do úmero, ligeiramente cranial à cabeça longa do músculo tríceps braquial (seta preta) e visualização do músculo extensor carpo radial (seta branca). (C) Retração caudal da cabeça lateral do músculo tríceps braquial e elevação do músculo extensor carpo radial na crista supracondilar lateral do úmero para visualização da metáfise distal. (D) Após realizar essa manobra é possível visualizar o músculo braquial (seta amarela), e os dois ramos do nervo radial intimamente à sua face lateral. (E) Aspecto final após a realização da técnica MINO, nota-se que os músculos tríceps braquial e braquial foram afastados, caudalmente e cranialmente, respectivamente.

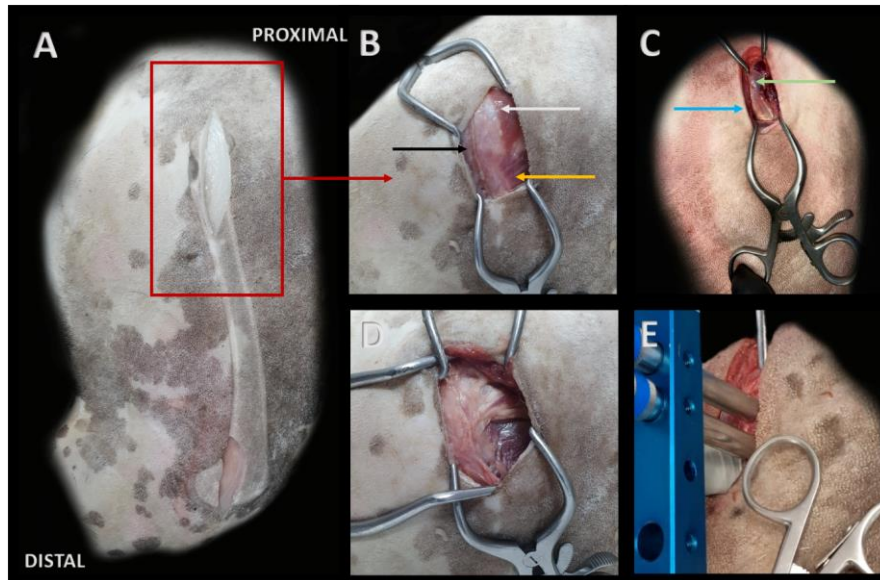


Figura 5. Representação anatômica do portal proximal do acesso lateral ao fêmur para execução da técnica MINO. (A) Portais proximal e distal após incisão da pele e subcutâneo. (B) Portal proximal do fêmur após incisão de pele e subcutâneo, com isso, é possível ver os músculos: glúteo superficial (seta branca), bíceps femoral (seta preta) e tensor da fáscia lata (seta amarela). (C) e (D) Retração caudal do bíceps femoral e elevação dos músculos glúteo superficial e tensor da fáscia lata, retraídos cranialmente, evidencia-se, então, as inserções do glúteo médio (seta verde) e do músculo vasto lateral (seta azul) ao trocanter maior. (E) Imagem demonstrando os locais de perfuração após a passagem da haste no canal medular do fêmur

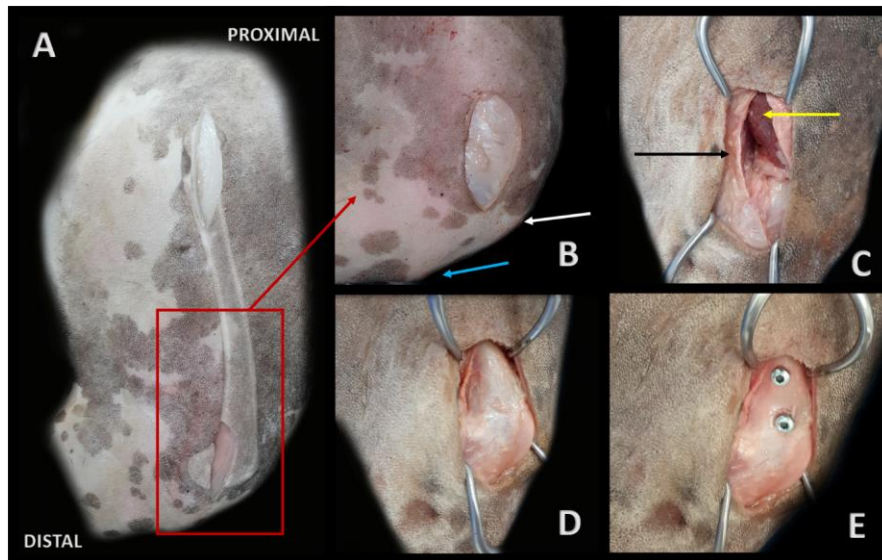


Figura 7. Representação anatômica do portal distal do acesso lateral do fêmur para execução da técnica MINO. (A) Portais proximal e distal após incisão da pele e subcutâneo. (B) Incisão distal permitindo a visualização da fáscia lata, incisão deve chegar até a altura da patela (seta branca) a seta azul indica a crista tibial. (C) Incisão da fáscia lata entre os músculos vasto lateral (seta amarela) e bíceps femoral (seta preta). (D) Incisão da cápsula articular e exposição do fêmur distal. (E) Janela distal após a colocação dos parafusos bloqueados à haste.

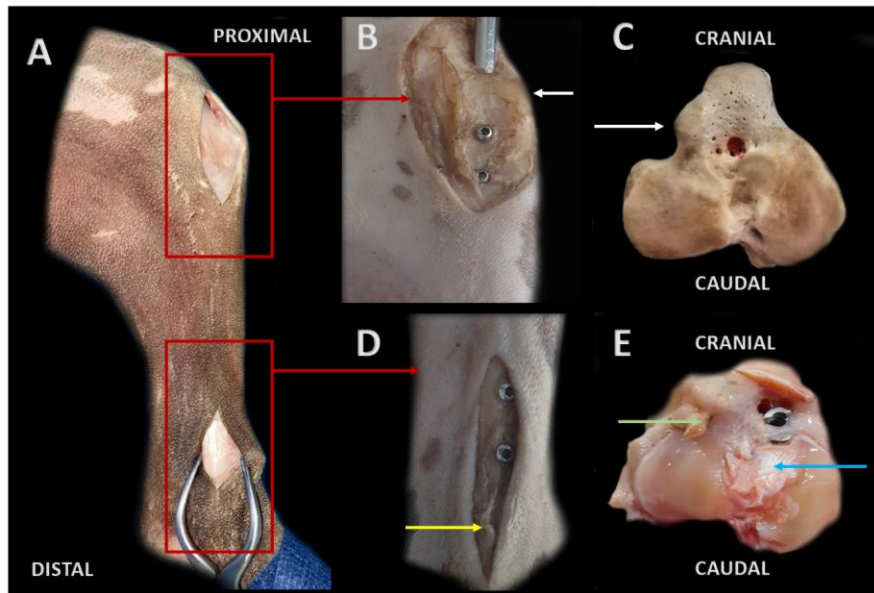


Figura 8. Representação anatômica do acesso medial à tibia para execução da técnica MINO.

(A) Portais proximal e distal. Portal proximal: incisão de pele e subcutâneo e incisão parapatelar. Portal distal: visibilização da metáfise tibial após a incisão de pele e subcutâneo. (B) Portal proximal da tibia, com pequena incisão parapatelar acima da crista tibial (seta branca) permitindo inserção da ILN, notam-se os parafusos bloqueados na face medial da tibia. (C) Tibia macerada exemplificando o local de inserção da ILN, o ponto vermelho é o limite caudal para perfuração da tibia. Deve-se palpar o tubérculo de Gerdy e utilizá-lo como referência anatômica para perfuração. (D) Imagem mostrando a aplicação dos parafusos bloqueados no portal distal, ligeiramente acima do maléolo medial. (E) Imagem da articulação tibial, após retiradas dos meniscos medial e lateral. Nota-se que a haste não lesionou o ligamento cruzado cranial (seta azul), utilizando o tubérculo de Gerdy como referência para a perfuração. Na face lateral verifica-se o tendão do músculo extensor digital longo.

CAPÍTULO 3 – Considerações finais

Observou-se, com o presente estudo, que a técnica MINO, executada com base nos pontos anatômicos estudados, foi segura e efetiva para estabilização dos ossos úmero, fêmur e tíbia. Ademais, cuidado maior deve ser tomado para que não ocorra perda do alinhamento ósseo durante o procedimento, sendo indicado a fixação do implante só após conferência e certeza do alinhamento desejado.

Nos ossos fêmur e tíbia observou-se super redução do *procurvatum* e *recurvatum*, respectivamente. A super redução na tíbia pode levar a alteração do TPA, podendo ser prejudicial à articulação femorotibiopatelar, entretanto, mais estudos deveram ser feitos para avaliar o quão prejudicial essa alteração do TPA pode ser e quais cães seriam mais afetados, provavelmente, àqueles com um maior *recurvatum*.

A literatura existente sobre estudos clínicos da aplicação MINO ainda é escassa, então, espera-se que com esse trabalho haja um estímulo para maior uso da técnica. Ademais, mais estudos da aplicação de ILN, principalmente, de forma minimamente invasivas são importantes para que sejam avaliados os resultados da aplicação da mesma e quais as maiores complicações encontradas.

APÊNDICE

Apêndice A: Tabelas complementares à metodologia

GRAU	DESCRIÇÃO
1	Não houve lesão
2	Lesão/elevação parcial
3	Lesão/secção total

Tabela 1. Tabela mostrando a escala de avaliação macroscópica das estruturas neurovasculares e musculares abordadas.

ANIMAIS	ÚMERO				
	N. Radial	N. Mediano	N. Ulnar	M. Deltoide	M. Extensor carpo radial
A1	1	1	1	1	2
A2	1	1	1	1	2
A3	1	1	1	2	2
A4	1	1	1	1	2

Tabela 2. Tabela mostrando os valores encontrados na avaliação macroscópica das estruturas neurovasculares e musculares do úmero.

ANIMAIS	FÊMUR		
	N. Isquiático	M. Glúteos	M. vasto lateral
A1	1	2	2
A2	1	2	2
A3	1	2	2
A4	1	2	2

Tabela 3. Tabela mostrando os valores encontrados na avaliação macroscópica das estruturas neurovasculares e musculares do fêmur.

ANIMAIS	TÍBIA		
	Menisco	Ligamento intermeniscal	LCC
A1	1	1	1
A2	1	1	1
A3	1	1	1
A4	1	1	1

Tabela 4. Tabela mostrando os valores encontrados na avaliação macroscópica das estruturas neurovasculares e musculares da tíbia.

ANEXO I – Normas do periódico “Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology”