

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

**OSTEOTOMIA SAGITAL EM Z PARA O TRATAMENTO DE FALHA ÓSSEA
NO RÁDIO DE CÃES: ESTUDO DESCRITIVO EM CADÁVERES**

Nelson Junior Tagliari

PORTO ALEGRE

2018

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

**OSTEOTOMIA SAGITAL EM Z PARA O TRATAMENTO DE FALHA ÓSSEA
NO RÁDIO DE CÃES: ESTUDO DESCRITIVO EM CADÁVERES**

Autor: Nelson Junior Tagliari

**Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre
em Ciências Veterinárias na área de
Morfologia, Clínica, Cirurgia e
Reprodução Animal**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller
Alievi**

PORTO ALEGRE

2018

Nelson Junior Tagliari

**OSTEOTOMIA SAGITAL EM Z PARA O TRATAMENTO DE FALHA ÓSSEA
NO RÁDIO DE CÃES: ESTUDO DESCRITIVO EM CADÁVERES**

Aprovado em 26 MAR 2018

APROVADO POR:

Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi (UFRGS)
Orientador e Presidente da Comissão

Dra. Aline Silva Gouvêa (UFRGS)
Membro da Comissão

Prof. Dr. Emerson Antônio Contesini (UFRGS)
Membro da Comissão

Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira (UFRGS)
Membro da Comissão

CIP - Catalogação na Publicação

Tagliari, Nelson Junior

Osteotomia sagital em Z para o tratamento de falha óssea no rádio de cães: Estudo descritivo em cadáveres / Nelson Junior Tagliari. -- 2018. 48 f.

Orientador: Marcelo Meller Alievi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. Ortopedia. 2. Fratura. 3. Não-união. 4. Osteotomia em degrau. 5. Defeitos ósseos. I. Meller Alievi, Marcelo, orient. II. Título.

RESUMO

Fraturas de rádio e ulna são comuns em cães e gatos e, em muitos casos, complicações advindas do trauma ou do tratamento podem resultar em falha óssea. Estudos buscam alternativas para o tratamento de fraturas com grandes perdas ósseas, não-uniões, má-formações e correções angulares. O tratamento de defeitos ósseos críticos, ainda é um dos maiores desafios da ortopedia veterinária e humana. A proposta deste trabalho foi aplicar a técnica de osteotomia sagital em Z no tratamento de falha óssea no rádio distal de cães, visando reestabelecer o comprimento do osso sem utilização de enxerto ou biomateriais. Foram utilizados 10 membros torácicos de cadáveres caninos, submetidos a exame radiográfico prévio para avaliação e mensuração óssea. Após a realização da osteotomia, para simulação da falha óssea de 15% em relação ao comprimento do rádio, e da osteotomia sagital em Z para retomar o comprimento ósseo, o rádio foi estabilizado com uma placa bloqueada de 3,5mm e parafusos. Todos os membros foram radiografados no pós-cirúrgico imediato para avaliação da técnica. A osteotomia sagital em Z foi realizada e estabilizada sem complicações relevantes em todos os membros, retomando o comprimento ósseo. O estudo demonstrou ser possível a aplicação da técnica para o tratamento de defeito ósseo de 15% do comprimento no rádio distal de cães.

Palavras-chave: Ortopedia. Fratura. Não-união. Osteotomia em degrau. Defeitos ósseos.

ABSTRACT

Radius and ulna fractures are common in dogs and cats, and in many cases, complications of trauma or treatment may result in bone failure. Studies seek alternatives for the treatment of bone loss fractures, nonunions, malformations and angular corrections. The treatment of critical bone defects has been one of the greatest challenges of veterinary and human orthopedics. The purpose of this study was to apply the Z-sagittal osteotomy technique in the treatment of bone failure in the distal radius of dog, in order to restore bone length without using of bone grafts or biomaterials. For this, 10 canine cadaveric forelimbs were used, submitted to previous radiographic exams for bone evaluation and measurement. After the osteotomy, to simulate the 15% of bone failure and the Z-sagittal osteotomy to recapture bone length, the radius was stabilized with a 3.5mm locking compression plate and screws. Post-operative radiograph was performed on all forelimbs to evaluate the technique. Z-sagittal osteotomy was performed and stabilized without significant complications, recapturing bone length in all forelimbs. The study demonstrated that it is possible to apply the technique for the treatment of bone defect of 15% of the length in the distal radius of dogs.

Keywords: *Orthopedics. Fracture. Nonunion. Step osteotomy. Bone defects.*

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Desenho esquemático representando a osteotomia sagital em Z para alongamento ósseo agudo. Notar que o aumento atingido é equivalente à metade do comprimento do braço longo da osteotomia 16
- Figura 2** – Imagem radiográfica pré-operatória nas projeções mediolateral (A) e craniocaudal (B e C) em membro torácico de um canino doméstico. Observar a ausência de linha de crescimento e de alterações ósseas (A e B) e a forma de mensuração do comprimento (linha vermelha) e do diâmetro do rádio (linha azul) (C) 19
- Figura 3** – Acesso cirúrgico craniomedial no rádio de um canino doméstico. A) Rebatimento do músculo extensor radial do carpo e do músculo flexor radial do carpo (seta preta). Notar presença do músculo supinador (*). B) O músculo supinador apresenta-se desinserido da sua inserção medial, demonstrando toda a superfície cranial do rádio acessível. Nota-se a preservação da veia cefálica (seta vermelha) e dos tendões extensores (seta azul) 20
- Figura 4** – Osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. A) As linhas pontilhadas representam o local para realização da osteotomia correspondente a 15% do comprimento do rádio. A osteotomia em Z é representada por 3 linhas: Linha azul (sagital) correspondendo ao braço longo da osteotomia e linha preta e vermelha correspondendo aos braços curtos da osteotomia, distal e proximal, respectivamente. B) Notar o defeito ósseo (comprimento “X”) e a osteotomia sagital em Z, com seu braço longo correspondendo a duas vezes a falha óssea (comprimento “2X”) e os dois braços curtos osteotomizados perpendiculares a osteotomia sagital 22
- Figura 5** – Osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. A) Parafuso compressivo de 2.7mm perfurado equidistante e inserido de medial para lateral perpendicularmente ao braço

	longo da osteotomia. Nota-se o fio de Kirschner (seta amarela) utilizado provisoriamente para auxílio da redução. B) Placa óssea aplicada na superfície cranial do rádio demonstrando dois parafusos por segmento principal e enumerado de 1 a 6 de acordo com a colocação. Notar a preservação da veia cefálica e dos tendões extensores durante todo o procedimento	23
Figura 6 –	Aspecto final do procedimento de osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. A) Pino de Kirschner removido e músculo supinador afastado; B) Músculo supinador (*) recolocado sobre a placa. Detalhe: Dermorragia	25
Figura 7 –	Imagem radiográfica pós-operatória nas projeções mediolateral (A) e craniocaudal (B e C) em membro torácico de um canino doméstico. Presença de implantes metálicos: placa óssea bloqueada de 3,5mm, 5 parafusos bloqueados, 1 parafuso compressivo e 1 parafuso cortical inserido excentricamente no fragmento distal. Notar discreta linha de fratura e placa óssea respeitando os limites da articulação proximal e distal. C, mensuração do comprimento do rádio (linha vermelha)	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Parâmetros e dados obtidos do planejamento e execução da osteotomia sagital em Z em cada membro operado	47
-------------------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

α -TCP	Alfa trifosfato de cálcio
β -TCP	Beta trifosfato de cálcio
BMPs	Proteínas morfogenéticas ósseas
cm	Centímetro
kg	Quilograma
mg	Miligrama
mm	Milímetro
ONG	Organização não governamental
PIM	Pino intramedular
%	Porcentagem
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	Animais	18
4.2	Exame radiográfico e planejamento cirúrgico	18
4.3	Procedimento cirúrgico	19
4.4	Avaliações transoperatórias	25
4.5	Avaliação radiográfica pós-operatória	26
5	RESULTADOS	27
6	DISCUSSÃO	28
7	CONCLUSÃO	34
8	PERSPECTIVAS FUTURAS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Fraturas de rádio e ulna são comuns e todos os tipos de fraturas podem acometer os cães e gatos, sendo que, o tratamento necessita especial atenção em vista da alta taxa de complicação.

O objetivo de reparar um osso envolve fixação rígida e o alinhamento ósseo, permitindo assim, o retorno funcional do membro afetado. No entanto, complicações podem ser observadas neste processo, como união retardada e não-união, tornando ineficaz a completa recuperação do tecido ósseo e resultando em consequente perda da função do membro.

Há muito que se buscam novas alternativas para estimular a consolidação óssea, não apenas em casos de fraturas com grande perda óssea, mas também nos casos de má-formação e correção de desvios angulares. A osteotomia em Z permite a correção principalmente no plano sagital, possibilitando o deslizamento ósseo manual, proporcionando ganho em comprimento e preservando o contato ósseo, assegurando um reparo mais estável. Essa técnica demanda uma osteotomia longitudinal com o dobro do comprimento desejado para favorecer a consolidação óssea. A literatura médica e veterinária tem relatado esse método para o tratamento de algumas enfermidades, com resultados satisfatórios.

O treinamento prévio utilizando cadáveres é uma ferramenta importante e sustentável para adquirir habilidades e aperfeiçoar técnicas cirúrgicas através do conhecimento teórico prévio, de modo a evitar uso sem necessidade de animais vivos em experimentação animal bem como evitar iatrogenias nos futuros pacientes que demandem de determinada técnica cirúrgica para o tratamento.

Portanto, a proposta deste estudo, foi aplicar a técnica de osteotomia sagital em Z no tratamento de falha óssea no rádio distal de cadáveres de cães para retomar o comprimento ósseo original, sem dependência do uso de enxerto ósseo ou de biomateriais. Hipotetizamos que a osteotomia sagital em Z é uma alternativa factível e viável ao tratamento de falha óssea distal no rádio de cães.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a técnica de osteotomia sagital em Z em modelo de falha óssea distal no rádio de cadáveres de cães.

2.2 Objetivos específicos

Relatar as dificuldades durante o procedimento de osteotomia sagital em Z.

Avaliar radiograficamente as reduções ósseas com a técnica de osteotomia sagital em Z.

Desenvolver um modelo experimental de falha óssea, no rádio de cadáveres de cães, para demonstrar que a utilização de cadáveres é uma importante etapa no conhecimento e aprimoramento da técnica cirúrgica e deve ser realizada previamente a reprodução da técnica em animais vivos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fraturas de rádio e ulna representam 8,5 a 18% de todas as fraturas que afetam cães e gatos, sendo considerado o terceiro local de maior prevalência de fraturas em cães, principalmente na região distal (RUDD; WHITEHAIR, 1992; ROCHAT; PAYNE, 1993; WATERS; BREUR; TOOMBS, 1993; MUIR, 1997; BRIANZA *et al.*, 2006). De acordo com Egger (1993), as causas mais prevalentes de fraturas nesses ossos são atropelamento, mordedura e lesões por arma de fogo, com suscetibilidade maior em animais jovens. Em cães de raças pequenas, pode ocorrer depois de trauma mínimo, como um salto ou queda de pequena altura, afetando principalmente o rádio distal (EGGER, 1993; ROCHAT; PAYNE, 1993; WATERS; BREUR; TOOMBS, 1993; MUIR, 1997). Todos os tipos de fraturas podem acometer o rádio e a ulna, ou ambos os ossos, sendo comum a exposição dos fragmentos ósseos devido ao pobre revestimento tecidual (MUIR, 1997; HULSE; JOHNSON, 1997; PIERMATTEI; FLO, 1998).

O tratamento de fraturas de rádio e ulna com imobilização externa é recomendado quando o animal não for de raça miniatura, houver pelo menos 50% de contato entre as superfícies ósseas, não houver desvios angulares significativos e preferencialmente em animais jovens com fraturas simples, fechada e de terço médio. Em animais muito pesados não é preconizado esse método pois há influência negativa do peso sobre o apoio (LAPPIN *et al.*, 1983; EGGER, 1993). Larsen, Roush e McLaughlin (1999) relataram que o uso de imobilização externa em fraturas de rádio e ulna em cães de pequeno porte pode resultar em até 83% de complicações.

O rádio sustenta a maior parte do peso do antebraço e articula-se na região distal com os ossos carpo radial e carpo ulnar, e na região proximal com o côndilo lateral do úmero. Devido as suas características anatômicas, o tratamento de fraturas na região diafisária envolvem a utilização de placas, por seu córtex cranial quase plano e, fixadores externos, pela facilidade de abordagem nos planos cranial, lateral e medial (DEANGELIS; OLDS; STOLL, 1973, LAPPIN *et al.*, 1983; BELLAH, 1987; EGGER, 1993; TURNER, 1995). Harasen (2003) enfatizou, que devido a conformação do rádio e o desenvolvimento de técnicas mais eficazes, torna-se contraindicado a utilização de pinos intramedulares (PIM) sob a alegação de ser um procedimento menos oneroso, pois possui baixa capacidade de bloquear as forças atuantes no foco da fratura, não justificando

o grau de invasividade da técnica nem as lesões na articulação carporradial promovidas pelo implante.

Alguns fatores inerentes a instabilidade biomecânica afetam o alinhamento e a osteossíntese em cães de raças pequenas, tais como, pouco recobrimento muscular, limitado aporte sanguíneo na região distal do rádio, forte tensão exercida pelos músculos flexores e o pequeno diâmetro ósseo e do canal medular (WELCH *et al.*, 1997; ROVESTI, 2005; BRIANZA *et al.*, 2006; DELLA NINA *et al.*, 2007). Welch *et al.* (1997) relataram que até mesmo a orientação oblíqua curta ou transversa da fratura dificulta a estabilização de fraturas distais do rádio e ulna em cães de raças pequenas.

Complicações decorrentes do tratamento de fraturas incluem: união retardada, não-união, má-união, osteomielite, sarcoma associado a fratura e embolia gordurosa (PIERMATTEI; FLO 1998; DENNY; BUTTERWORTH, 2006). Erro de técnica cirúrgica contribui com 80% dos casos de complicações cirúrgicas e a instabilidade é a causa mais comum de não-união (BLAESER, 2003; JOHNSON; HULSE, 2005; ROVESTI, 2005).

Não-união óssea é definida como uma falha na consolidação da fratura, quando todos os sinais de reparo ósseo cessam (MILLIS; JACKSON, 2003; JACKSON; PACCHIANA, 2004; ROVESTI, 2005). A não-união pode resultar de fatores como inadequada estabilização, pobre vascularização, afastamento entre os fragmentos, exagerada manipulação tecidual, infecção sistêmica ou local, fatores idiopáticos, excesso de implantes, cominuição grave, implantes de materiais inapropriados, manejo inadequado no pós-operatório e uso de PIM no rádio (PIERMATTEI; FLO, 1999; DENNY; BUTTERWORTH, 2006).

Tradicionalmente, as não-uniões são classificadas em dois grandes grupos: viável (biologicamente ativa) e não viável (biologicamente inativa) (DENNY; BUTTERWORTH, 2006). De acordo com Piermattei e Flo (1999), o principal tipo de não-união óssea em pequenos animais é a atrófica (não viável), principalmente em raças pequenas, especialmente nos casos de fratura de rádio e ulna tratados inapropriadamente. O diagnóstico de não-união é dependente da história clínica, sinais clínicos e sinais radiográficos (JACKSON; PACCHIANA, 2004). As características radiográficas das não-uniões ajudam a classificá-las e incluem: defeitos entre as extremidades da fratura, cavidade medular fechada, esclerose, hipertrofia ou atrofia de fragmentos ósseos e presença de sequestro ósseo (JACKSON; PACCHIANA, 2004; DENNY; BUTTERWORTH, 2006). Jackson e Pacchiana (2004) enfatizaram que o tratamento da

não-união óssea não pode ser conduzido de forma conservadora, sendo a cirurgia indicada para todos os casos.

Várias técnicas foram desenvolvidas para correção da desigualdade de comprimento de membro, sendo o tratamento do defeito ósseo crítico, um dos maiores desafios na ortopedia médica e veterinária (PALEY *et al.*, 1990; BORGES *et al.*, 2007). Park *et al.* (2008) definiram o defeito crítico como o menor comprimento ósseo que não consolida espontaneamente durante o tempo de vida do animal em um osso e, é espécie específico. O tratamento de defeitos ósseos através dos métodos tradicionais é longo e os resultados funcionais podem não ser satisfatórios devido a discrepância de comprimento residual, deformidade, problemas com enxertos e repetidas cirurgias. Até o momento, enxerto autógeno é considerado a melhor alternativa para o tratamento dos defeitos ósseos críticos, contudo, existem algumas limitações do seu uso como o risco de morbidade no local doador e contraindicação na presença de infecção (CIERNY; ZORN, 1994; MARSH; PROKUSKI; BIERMANN, 1994; WATSON; ANDERS; MOED, 1995; PIERMATTEI; FLO; DECAMP *et al.*, 2006). Devido a isso, muitas pesquisas estão sendo realizadas buscando alternativas eficientes para a substituição dessa forma de enxertia por biomateriais, porém, na medicina veterinária, seu uso ainda é escasso por conta do alto custo (WEBB; TRICKER, 2000; PEREIRA; MANSUR, 2006; RAHAMAN *et al.*, 2011).

O método atualmente popular de alongamento de membros por distração gradativa diária com o uso de fixação externa pode corrigir uma grande deformidade ou perda de comprimento, ou ambos, no entanto esta técnica pode acarretar complicações tais como: edema crônico, contratura da articulação adjacente, infecção no percurso dos pinos, sequestro ósseo, lesão neurovascular e não-união (CATTANEO; CATAGNI; JOHNSON, 1992; SALEH; REES, 1995; MAHALUXMIVALA *et al.*, 2005). Saleh e Hamer (1993) expuseram que enquanto o comprimento, alinhamento e a integridade óssea podem ser restaurados, bem como, uma infecção pode ser erradicada por este método, a extremidade pode não ser tão funcional como previsto, podendo ser necessário recorrer a procedimentos secundários adicionais e o tratamento pode ser prolongado e doloroso.

Em contraste, Johnson (1994) explicou que o alongamento agudo que incorpora fixação interna oferece várias vantagens, incluindo: minimização do período de dor pós-operatória, reabilitação funcional precoce da extremidade, sem interferência mecânica na amplitude de movimento da articulação adjacente e, eliminação de problemas causados

pelos pinos, além do que, esta técnica tem sido associada a alta taxa de união de fraturas que anteriormente resultavam em união retardada, não-união ou má-união. Egger (1993) e Ferrigno *et al.* (2008) salientaram que a utilização de placas e parafusos se deve principalmente pela capacidade em conter, de forma efetiva, todas as forças atuantes na fratura, além de possuir comparativamente, peso do implante menor que os fixadores externos para animais de pequeno porte com peso inferior a seis quilos.

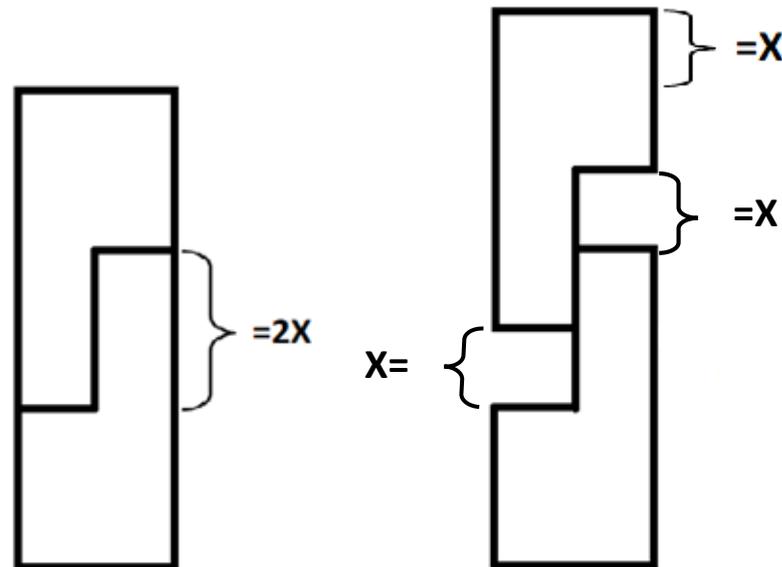
Johnson (1994) relatou que a maioria das técnicas de alongamento agudo preconizam cortes transversos ou oblíquos e o osso é alongado por distração. Em comparação com a osteotomia transversa, a osteotomia em Z proporciona maior área de contato entre os fragmentos ósseos, melhor controle de rotação, maior estabilidade cirúrgica, fixação interna rígida, consolidação óssea e função precoce e, se preciso, possibilidade de associação com outras técnicas (CHAMBERS, 2003; CILLO; STELLA, 2005; MOON; PAIK; BYEON, 2010; MONNAZZI *et al.*, 2012). Além disso, os cortes na osteotomia transversa devem ser perfeitamente paralelos para assegurar boa aposição e compactação de osso para evitar não-união ou má-união, visto que, Köppel, Hargreaves e Herbert (1997) relacionaram casos de união retardada e não-união com osteotomia transversa, podendo esta, ser considerada um fator predisponente.

As osteotomias oblíquas fornecem maior superfície de contato, aumentando a chance de união, mas o alinhamento adequado ainda requer cortes paralelos perfeitos, controle de rotação e a colocação de um parafuso compressivo pode ser difícil. Além disso, a quantidade exata de encurtamento ou alongamento é altamente dependente do ângulo exato da osteotomia e, as opções para tentar ajustar uma quantidade excessiva de ressecção óssea são limitadas (BANK, 1995; CHENNAGIRI; BURGE, 2004 e DARLIS *et al.*, 2005).

A osteotomia em Z, permite a correção principalmente no plano sagital e frontal, possibilitando o deslizamento ósseo e, se necessário, enxerto ósseo e associação com outras técnicas. De acordo com Chambers (2003), ao deslizar a osteotomia, maximiza-se o contato ósseo, proporcionando um reparo mais estável e preservando o comprimento.

A osteotomia sagital em Z para alongamento ósseo deve apresentar no seu eixo mais longo, o dobro do comprimento desejado (**Figura 1**) para fornecer bom contato e favorecer a consolidação óssea (PIERMATTEI; FLO, 1998).

Figura 1 - Desenho esquemático representando a osteotomia sagital em Z para alongamento ósseo agudo. Notar que o aumento atingido é equivalente à metade do comprimento do braço longo da osteotomia.



A literatura médica tem relatado o uso da osteotomia em Z para a correção de diversas desordens do metatarso (VIEGAS, 1998; JÄGER *et al.*, 2009), para o tratamento da sinostose sagital (MOON; PAIK; BYEON, 2010), para casos de encurtamento ulnar (DARLIS *et al.*, 2005), para alongamento do tendão de Aquiles (KIM *et al.*, 2014) e na correção de retrognatia mandibular, sendo a técnica cirúrgica mais utilizada para o avanço mandibular (TUCKER, 2002; SCHREUDER *et al.*, 2007). A maioria dos procedimentos envolvem alongamento ou encurtamento da osteotomia, sendo o primeiro empregado com maior frequência (BANK, 1995).

Osteotomia ou ostectomia em Z também pode ser realizada para correção de deformidades rotacionais e angulares. Brahmilage (1994) e Epp (2007) relataram o uso da ostectomia em Z para o tratamento de desvios angulares de metatarsos em equinos e descreveram prognóstico reservado a bom, para a atividade atlética, com membros úteis e sem dor. Entretanto, todas as complicações associadas à redução aberta e fixação interna para o reparo de fraturas podem ocorrer, e isso deve ser levado em consideração e discutido minuciosamente com o tutor antes de realizar o procedimento cirúrgico de osteotomia em Z, salientaram os autores.

No entanto, existem desvantagens associadas ao alongamento agudo, que são as mesmas para qualquer outra osteotomia. No pós-operatório, se faz necessário repouso sem apoio por semanas a meses, podendo ser mais longo se houver enxertia óssea, além

do que, há risco de infecção no local da osteotomia (HUTSON, 2002). As taxas de complicações em humanos no período perioperatório e intraoperatório nos trabalhos que utilizaram osteotomia em Z, no metatarso e no ramo da mandíbula, estão na faixa de 6% a 8,2% e alguns estudos classificam essas complicações como raras, citando entre elas a união retardada, má união, fratura por estresse, parestesia e a recidiva, sendo esta, a complicação mais importante da cirurgia ortognática (TURVEY, 1985; HAMMEL; ABICHALA; WAGNER, 2007; JÄGER *et al.*, 2009). Um fator que contribui com esta recidiva em cirurgia ortognática é o alongamento agudo dos tecidos moles, incluindo os músculos e tendões (SCHREUDER *et al.*, 2007; SMITH; ALWAN; DAVIES, 2003).

A utilização de cadáveres para o aperfeiçoamento e treinamento de novas técnicas cirúrgicas na ortopedia médica ou veterinária tem se tornado uma alternativa interessante e a literatura científica expõem uma série de trabalhos que utilizaram cadáveres com excelentes resultados (CORSE; RENBERG; FRIIS, 2003; FUJITA *et al.*, 2003. TATARUNAS; MATERA, 2004a e b; KEMPER *et al.*, 2013; KÜMMERLE; KUMMER, 2013; BURTON *et al.*, 2016; MANOU *et al.*, 2017).

4. MATERIAL E MÉTODOS

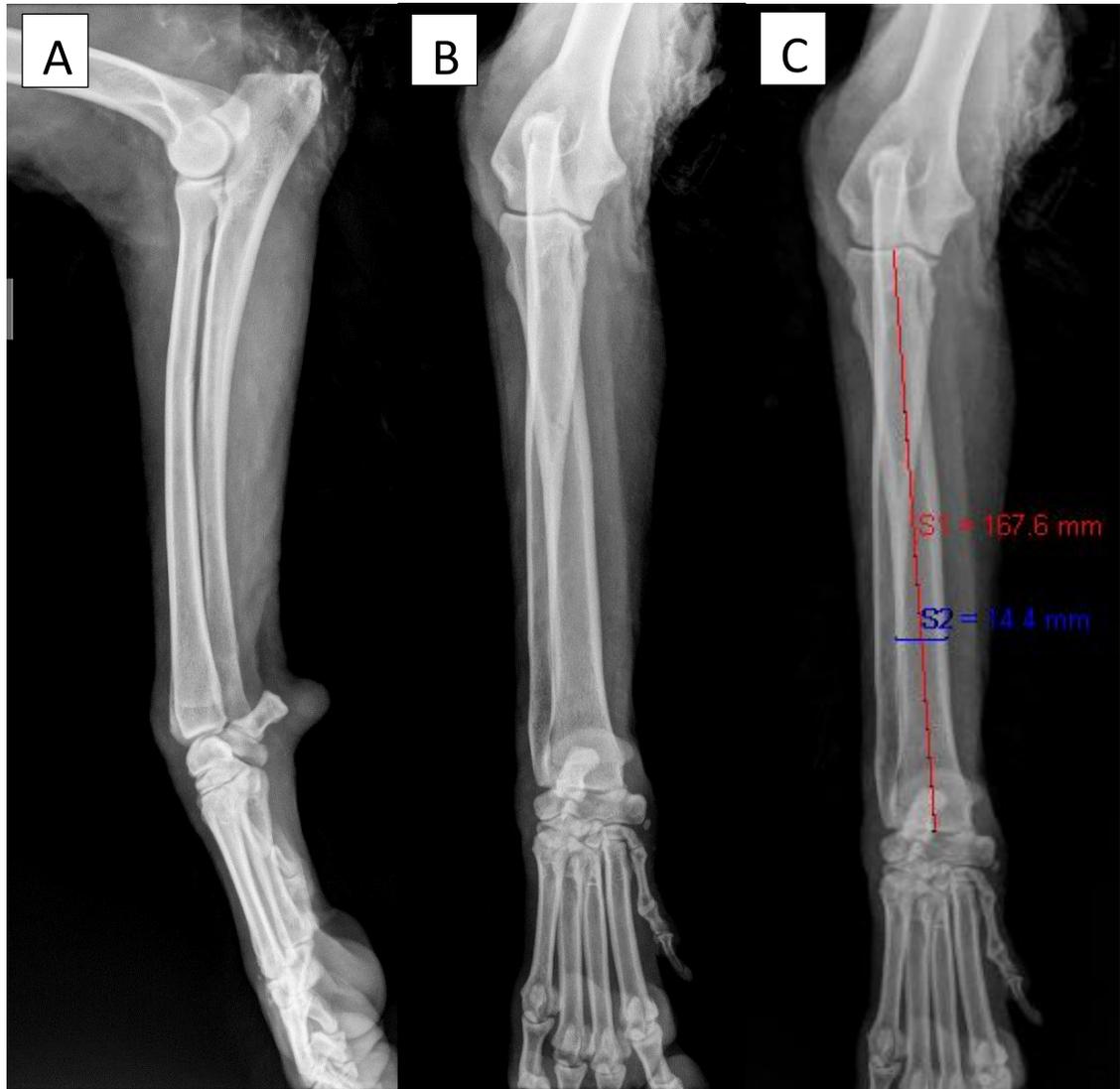
4.1 Animais

Foram utilizados seis cadáveres de cães, oriundos de uma ONG, submetidos a eutanásia ou por morte natural, não relacionadas com este estudo, após a leitura e assinatura do termo de doação pelo tutor do animal. O estudo incluiu 10 membros, sendo seis esquerdos e quatro direitos. Não foi levado em consideração a raça nem o sexo dos animais. O peso dos cães variou de 20,5 a 29,9 kg e todos eram adultos, porém a idade não era conhecida. Os membros torácicos foram removidos e acondicionados em freezer doméstico. O descongelamento foi realizado em temperatura ambiente 12 horas antes da realização do procedimento.

4.2 Exame radiográfico e planejamento cirúrgico

Radiografias ortogonais prévias foram realizadas para confirmar a maturidade óssea e descartar alterações pré-existentes (**Figura 2A e 2B**). O comprimento do rádio foi mensurado utilizando o programa de computador Media Viewer - Agfa, utilizando a projeção craniocaudal, por meio de uma linha traçada no centro do rádio unindo os pontos mais distal e proximal das superfícies articulares, de cada membro (**Figura 2C**). Com essa medida foi possível escolher o implante adequado, o local da ostectomia e também o planejamento da osteotomia sagital em Z. Além disso, foi mensurado o diâmetro ósseo na região diafisária do rádio (**Figura 2C**) para inferir o defeito ósseo crítico correspondente a 1,5 vezes o diâmetro ósseo.

Figura 2 - Imagem radiográfica pré-operatória nas projeções mediolateral (A) e craniocaudal (B e C) em membro torácico de um canino doméstico. Observar a ausência de linha de crescimento e de alterações ósseas (A e B) e a forma de mensuração do comprimento (linha vermelha) e do diâmetro do rádio (linha azul) (C).



4.3 Procedimento cirúrgico

Após realizada a tricotomia, os membros foram posicionados, simulando o decúbito dorsal e presos a uma morsa de mesa. Acesso craniomedial foi realizado, estendendo-o do rádio proximal, desde a articulação do cotovelo, até a porção lateral do carpo. Foi realizado divulsão romba do tecido subcutâneo com rebatimento do músculo extensor radial do carpo cranialmente e do músculo flexor radial do carpo caudalmente (**Figura 3A**). O músculo supinador foi seccionado na sua inserção medial e elevado, permitindo abordagem mais ampla da face cranial da cabeça do rádio (**Figura 3B**).

Figura 3 - Acesso cirúrgico craniomedial no rádio de um canino doméstico. **A)** Rebatimento do músculo extensor radial do carpo e do músculo flexor radial do carpo (seta preta). Notar presença do músculo supinador (*). **B)** O músculo supinador apresenta-se desinserido da sua inserção medial, demonstrando toda a superfície cranial do rádio acessível. Nota-se a preservação da veia cefálica (seta vermelha) e dos tendões extensores (seta azul).



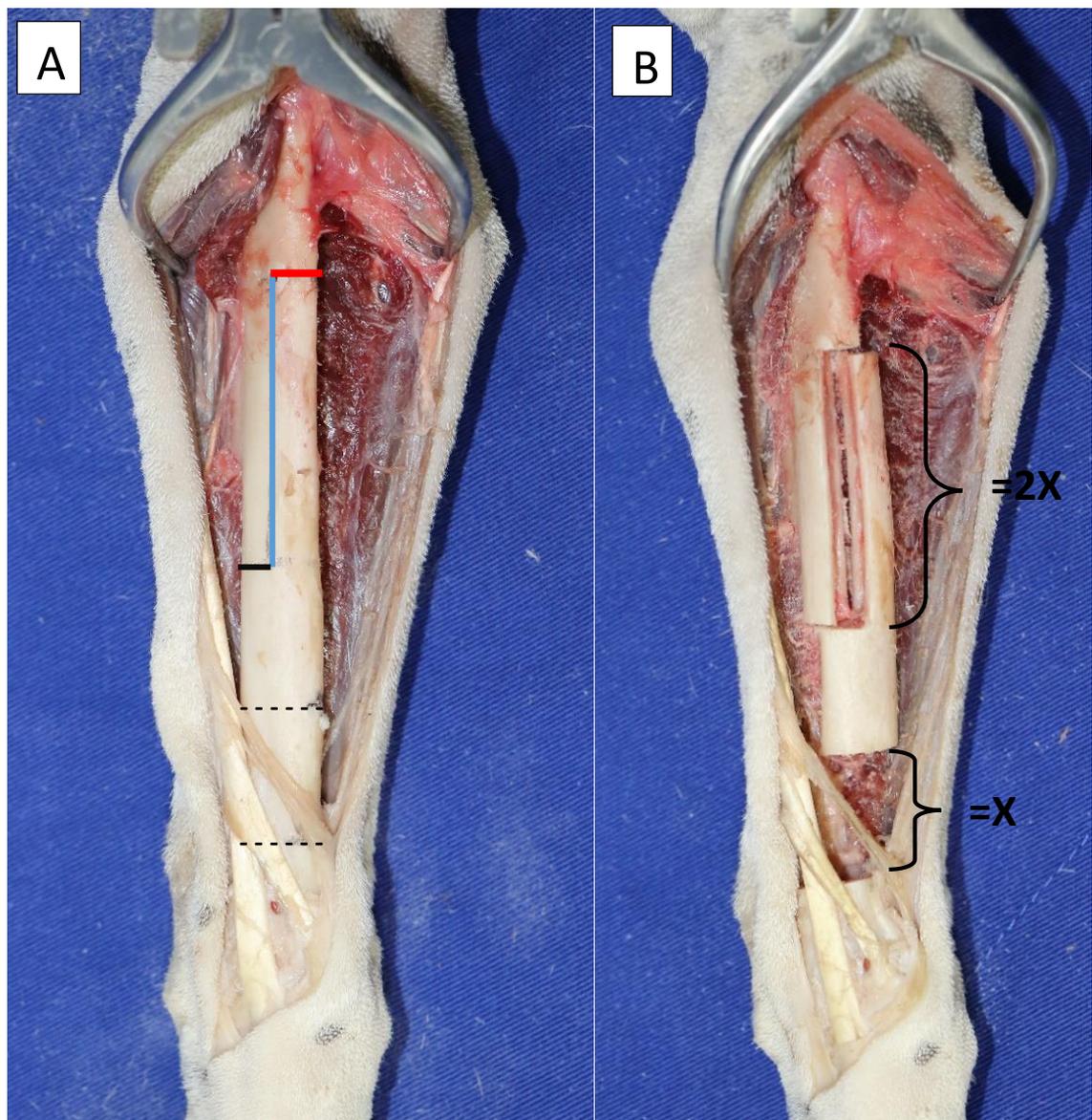
A divulsão e a desinserção muscular foram realizadas com elevador de periósteo com cautela para evitar danos desnecessários ao periósteo. O espaço articular proximal e distal ao rádio, foram identificados utilizando uma agulha hipodérmica 25x7. A veia cefálica e todos os tendões extensores foram preservados (**Figura 3B**).

A osteotomia foi delineada no córtex cranial do rádio. Para definir o local das marcações, foi utilizado uma placa bloqueada de 3,5mm posicionada na superfície cranial do rádio. A placa foi ajustada para permitir a inserção de ao menos dois parafusos por segmento ósseo principal e o comprimento da placa não excedia o limite das articulações. As marcações realizadas (**Figura 4A**) foram para a osteotomia distal (correspondente a 15% do comprimento do rádio) e para a osteotomia sagital em Z. Para a realização das marcações da osteotomia em Z, o braço longo da osteotomia (orientado no eixo sagital) possuía o dobro do tamanho da falha óssea (osteotomia). Os braços curtos da osteotomia foram perpendiculares ao eixo longo do plano sagital com o braço curto proximal orientado de medial para o centro do rádio e o braço curto distal orientado de lateral para o centro do rádio (**Figura 4A**).

Após realizadas as marcações, a osteotomia foi realizada (**Figura 4B**). O rádio foi seccionado transversalmente com serra oscilatória no nível da marcação previamente estipulada, com o intuito de criar o defeito ósseo correspondente a 15% do tamanho total do rádio. A ulna não foi osteotomizada em nenhuma etapa deste estudo.

O braço longo da osteotomia foi seccionado, utilizando serra oscilatória orientada no plano sagital do eixo longo do rádio. Cuidado foi tomado na orientação dessa osteotomia para que fosse realizada de cranial para caudal (plano sagital) e que ambos os córtex fossem osteotomizados. Os dois braços curtos foram osteotomizados perpendiculares a osteotomia sagital nas marcações pré-estipuladas (**Figura 4B**).

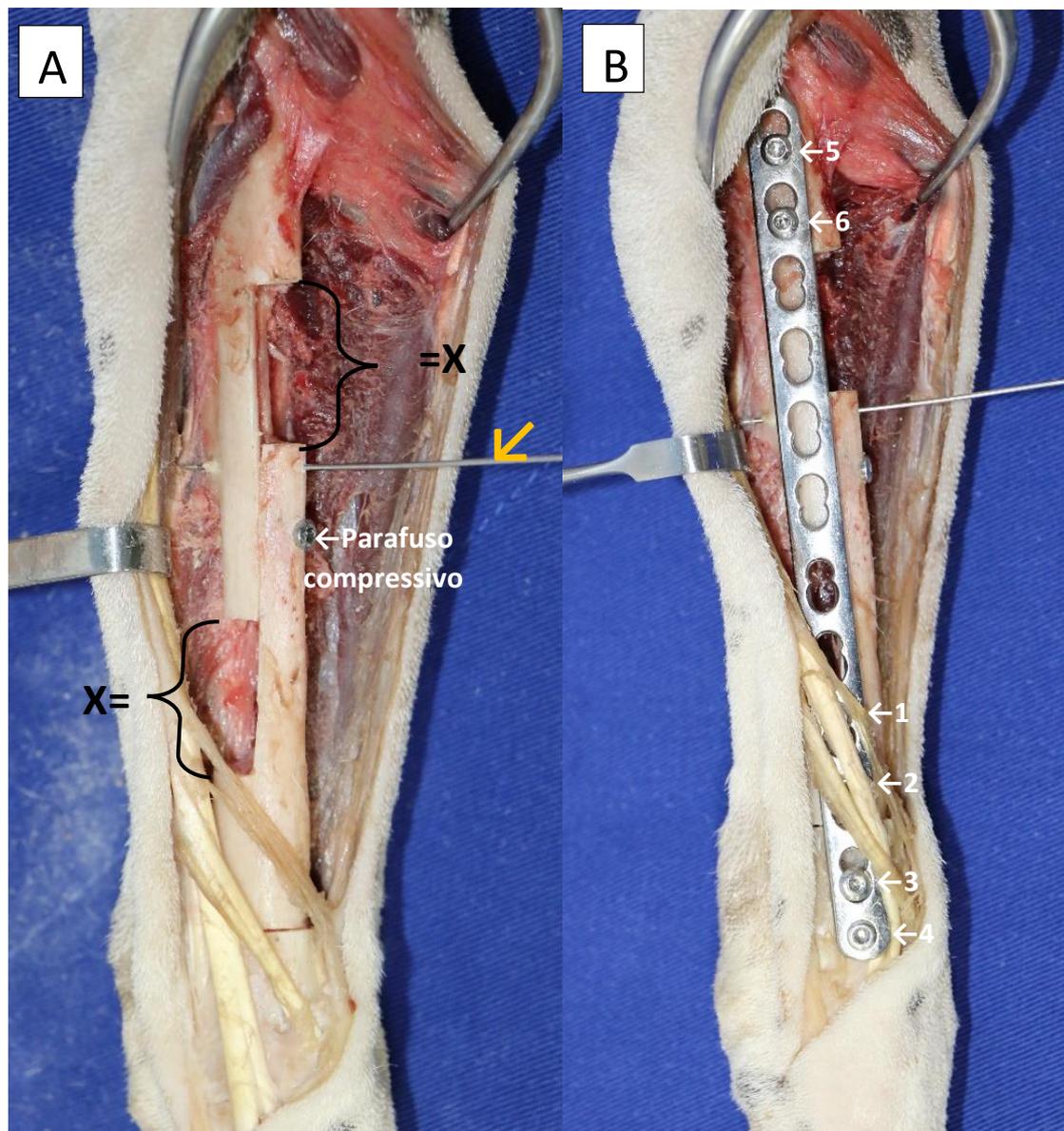
Figura 4 - Osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. **A)** As linhas pontilhadas representam o local para realização da osteotomia correspondente a 15% do comprimento do rádio. A osteotomia em Z é representada por 3 linhas: Linha azul (sagital) correspondendo ao braço longo da osteotomia e linha preta e vermelha correspondendo aos braços curtos da osteotomia, distal e proximal, respectivamente. **B)** Notar o defeito ósseo (comprimento “X”) e a osteotomia sagital em Z, com seu braço longo correspondendo a duas vezes a falha óssea (comprimento “2X”) e os dois braços curtos osteotomizados perpendiculares a osteotomia sagital.



Em seguida, o comprimento pretendido do alongamento foi marcado em ambos os braços da osteotomia e, a osteotomia foi deslizada e reduzida. Uma vez reduzida de maneira satisfatória, a osteotomia foi estabilizada com uma pinça óssea com ponta e um fio de Kirschner de 1,0 mm, permitindo entre eles espaço suficiente para a inserção de

um parafuso compressivo inteiramente rosqueado de 2,7mm de medial para lateral perpendicularmente ao braço longo da osteotomia (**Figura 5A**).

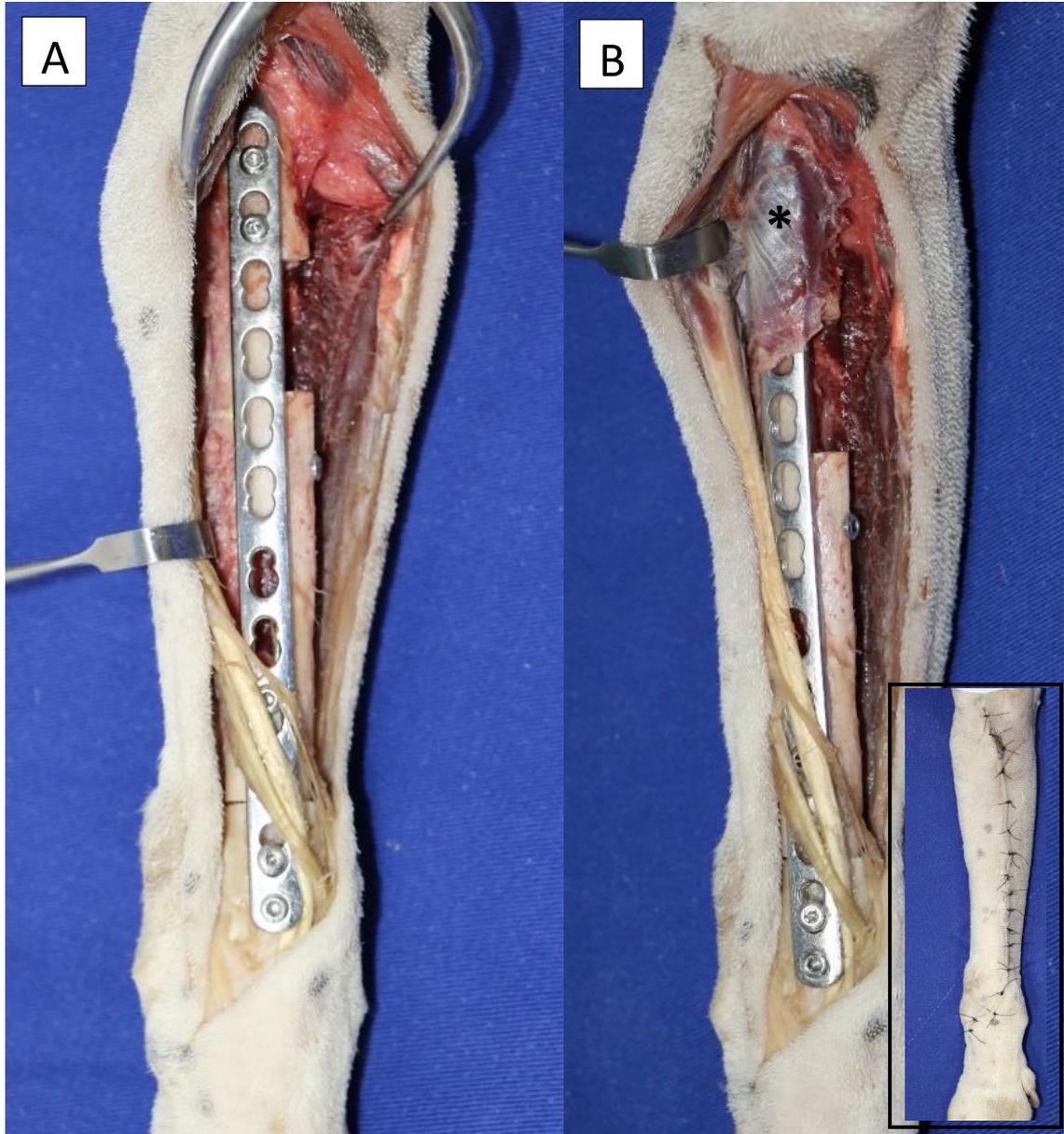
Figura 5 - Osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. **A)** Parafuso compressivo de 2,7mm perfurado equidistante e inserido de medial para lateral perpendicularmente ao braço longo da osteotomia. Nota-se o fio de Kirschner (seta amarela) utilizado provisoriamente para auxílio da redução. **B)** Placa óssea aplicada na superfície cranial do rádio demonstrando dois parafusos por segmento principal e enumerado de 1 a 6 de acordo com a colocação. Notar a preservação da veia cefálica e dos tendões extensores durante todo o procedimento.



Uma placa óssea bloqueada de 3,5mm foi aplicada na superfície cranial do rádio centrada na osteotomia (**Figura 5B**) e fixada com seis parafusos bicorticais, sendo dois no segmento proximal, dois no segmento médio e dois no segmento distal. Os dois primeiros parafusos inseridos na placa, foram os parafusos bloqueados na porção do fragmento médio (**Figura 5B, parafusos 1 e 2**). Foram aplicados então os parafusos distais. O design da placa bloqueada através dos orifícios combinados, permitiu tanto a compressão quanto o bloqueio no mesmo implante. Deste modo, o primeiro parafuso cortical de 3,5mm (**Figura 5B, parafuso 3**) foi fixado para fazer compressão e então o parafuso bloqueado mais distal foi inserido (**Figura 5B, parafuso 4**). Para finalizar a estabilização, dois parafusos bloqueados foram adicionados no segmento proximal à osteotomia (**Figura 5B, parafusos 5 e 6**).

O fio de Kirschner foi retirado no final do procedimento (**Figura 6A**). O músculo supinador foi recolocado sobre a placa e suturado com mononáilon 3-0 no local da sua inserção muscular (**Figura 6B**). Os tecidos foram suturados plano a plano, em padrão contínuo simples com mononáilon 3-0 e, a dermorrafia em padrão isolado simples com mononáilon 3-0 (**Figura 6B**).

Figura 6 - Aspecto final do procedimento de osteotomia sagital em Z no rádio de um canino doméstico. **A)** Pino de Kirschner removido e músculo supinador afastado; **B)** Músculo supinador (*) recolocado sobre a placa. Detalhe: Dermorrafia.



4.4 Avaliações transoperatórias

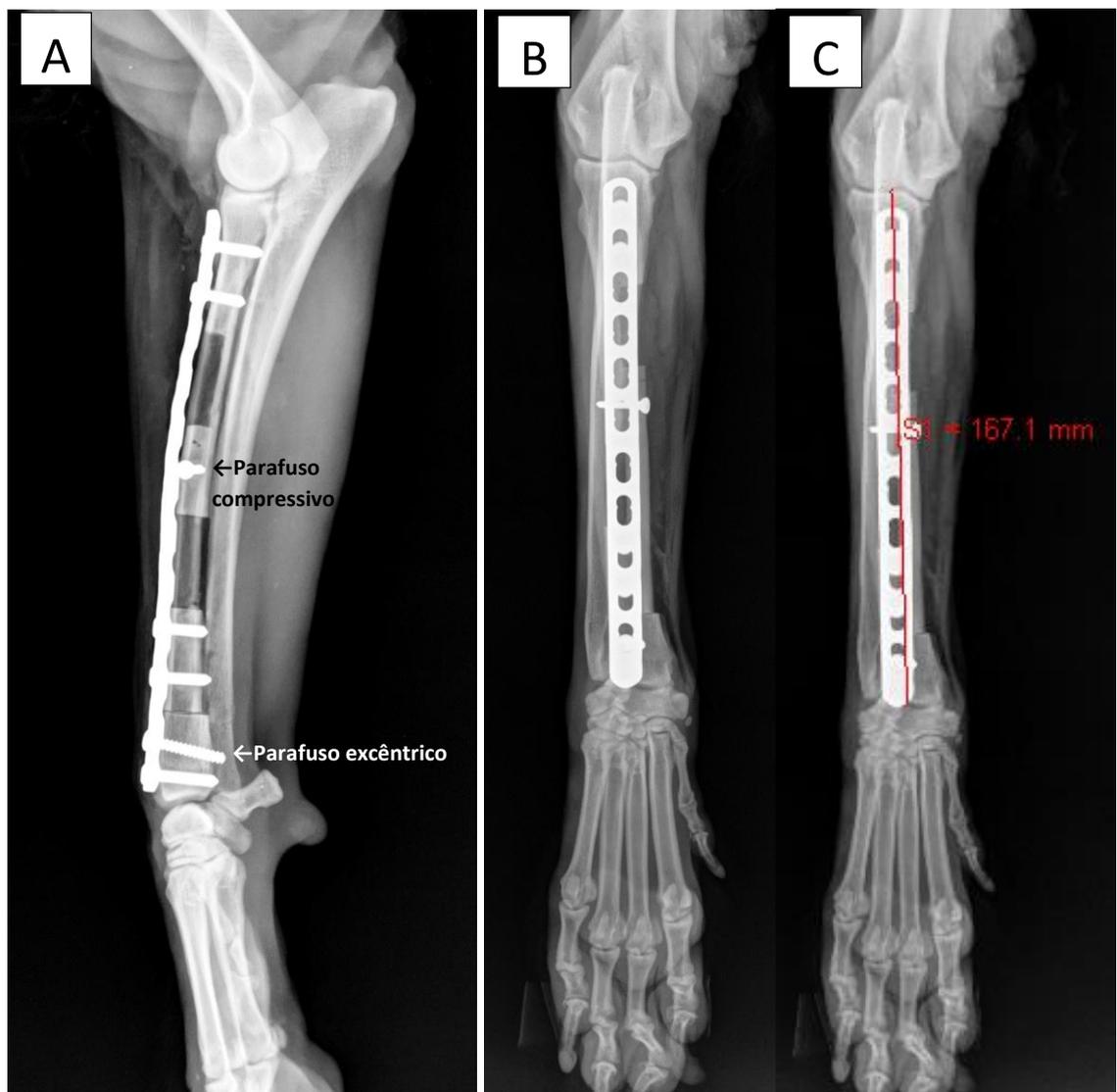
Para todos os procedimentos realizados, foram registrados em ficha própria toda e qualquer dificuldade ou complicação encontrada, bem como o tempo de duração da técnica cirúrgica.

4.5 Avaliação radiográfica pós-operatória

Foram realizados exames radiográficos dos membros operados ao final do procedimento para avaliação dos implantes e da redução óssea (**Figura 7A e 7B**).

O comprimento do rádio foi mensurado novamente por meio do programa de computador Media Viewer – Agfa, utilizando a projeção craniocaudal (**Figura 7C**).

Figura 7 - Imagem radiográfica pós-operatória nas projeções mediolateral (**A**) e craniocaudal (**B** e **C**) em membro torácico de um canino doméstico. Presença de implantes metálicos: placa óssea bloqueada de 3,5mm, 5 parafusos bloqueados, 1 parafuso compressivo e 1 parafuso cortical inserido excentricamente no fragmento distal. Notar discreta linha de fratura e placa óssea respeitando os limites da articulação proximal e distal. **C**, mensuração do comprimento do rádio (linha vermelha).



5. RESULTADOS

A **Tabela 1** representa as informações obtidas das análises radiográficas pré e pós-operatórias e o tempo de cada um dos procedimentos cirúrgicos.

O rádio pôde ser abordado em todos os casos e o tempo médio da técnica cirúrgica foi de 73,3 minutos (**Tabela 1**).

Em todos os membros, a osteotomia (15% do comprimento do osso) para simular falha óssea no rádio distal excedeu o defeito crítico de 1,5 vezes o diâmetro ósseo (**Tabela 1**). A menor osteotomia longitudinal exigiu 4,8 cm e a maior necessitou de 5,6 cm (**Tabela 1**).

Foi possível reproduzir a técnica em todos os animais sem complicações graves. Em dois membros, o parafuso compressivo promoveu discreta fissura óssea durante a colocação, mas não houve comprometimento da compressão, e os parafusos foram mantidos. Também em dois membros, no segmento médio, foi necessário substituir um dos parafusos de bloqueio por um parafuso cortical, para evitar que o parafuso ficasse muito na borda da osteotomia.

Foi possível reestabelecer o comprimento ósseo após osteotomia sagital em Z com um encurtamento residual médio de 0,14cm (**Tabela 1**).

6. DISCUSSÃO

O enxerto autógeno é considerado o padrão ouro para a maioria dos casos de falha óssea, pois é vascularizado e se integra com o osso circundante, minimizando assim o risco de infecção, deslocamento ou quebra (FERREIRA *et al.*, 2010). As limitações incluem o tempo operatório extra devido à coleta de enxertos, morbidade no local doador, reabsorção de enxerto, desafios de moldagem e disponibilidade limitada (ROGER, 2012). No caso dos aloenxertos, além dos problemas imunogênicos e infecciosos, eles não possuem capacidade osteogênica, apresentam variabilidade dos resultados clínicos e elevado custo (GUTIERRES *et al.*, 2006). Por todas essas razões, vários são os materiais que foram criados em medicina na tentativa de conseguir um substituto ósseo que o reconstituísse com êxito tanto na forma quanto na função (STEIN; SILVA; da SILVA, 2009). O uso de hidroxiapatita, α -TCP, β -TCP e BMPs para o tratamento de falhas ósseas na medicina veterinária ainda são escassos por conta do alto custo (WEBB; TRICKER, 2000). Apesar da aparente complexidade da técnica de osteotomia sagital em Z, a preservação do contato ósseo na região da osteotomia em 50% da área, parece apresentar vantagens em relação aos enxertos, não dependendo obrigatoriamente da sua aplicação. No entanto, o uso de autoenxerto não seria contraindicado e poderia ser um método coadjuvante na redução do tempo de consolidação óssea.

Mesmo que existam autores que afirmem que o defeito crítico seria o equivalente a duas vezes o diâmetro ósseo (GUGALA; LINDSEY; GOGOLEWSKI, 2007; REICHERT *et al.*, 2009), Alves *et al.* (2015) e Millis e Jackson (2003) sugerem que no rádio esse valor seria de 1,5 vezes o diâmetro ósseo. O defeito de 15% do comprimento ósseo produzido no presente estudo foi equivalente em média a 1,75 vezes o diâmetro ósseo e, dessa forma, o modelo proposto mimetizou uma falha relativamente grande e que certamente iria demandar algum procedimento reconstrutivo (enxerto, por exemplo) para a sua adequada resolução.

A correção proposta por esse trabalho para retomar o comprimento ósseo, utilizou a osteotomia no plano sagital, sendo esta a manipulação dominante oferecida pela osteotomia em Z (CHAMBERS, 2003). Contudo, Bank (1995) afirmou que a técnica descrita pode ser deslizada em outras direções, podendo ser empregadas em desvios angulares, sendo um meio aceitável para abordar qualquer desvio no plano sagital, seja hereditário ou decorrente de alguma cirurgia anterior.

O alongamento ósseo preciso pôde ser realizado à mão livre corroborando com os achados de Darlis *et al.* (2005), sendo possível reestabelecer o comprimento original apresentando um encurtamento médio do rádio de 0,14cm. Essa diferença residual do comprimento ósseo nos pacientes deste estudo, pode estar atribuída em partes ao desgaste ósseo promovido pela espessura da serra. Isso poderia ter sido evitado se esse desgaste fosse contabilizado e incluído no momento do deslizamento ósseo (Darlis *et al.*, 2005), entretanto, apesar dessa diferença, julgamos que ela seria clinicamente irrelevante, dada ao seu pequeno tamanho e a ótima capacidade de adaptação dos cães a pequenas diferenças no comprimento dos membros.

Todos os animais utilizados nesse experimento possuíam comprimento do membro normal antes da simulação da falha óssea, e segundo Johnson (1994) o alongamento agudo em pacientes que tiveram encurtamento pós-trauma não parece ter um efeito clínico prejudicial sobre a função neurovascular, quando retornam ao seu comprimento pré-injúria, além do que, todas as inserções musculares do segmento ósseo deslizante foram rebatidas para permitir mobilidade óssea, sem estiramento das estruturas circundantes. Isso, ao mesmo tempo que permite mobilidade, promove manipulação cirúrgica considerável, necessitando de acompanhamento a longo prazo nos casos clínicos futuros.

Outra possibilidade do uso da técnica de osteotomia sagital em Z seria o alongamento agudo de membro, entretanto, conforme Johnson (1994) há um limite para a quantidade de alongamento que pode ser alcançado, já que o invólucro dos tecidos moles tolerará apenas poucos centímetros de distração e, existe também risco de lesão neurovascular se um aumento demasiado grande no comprimento for tentado, além do que, enxertia óssea secundária poderia ser necessária e o dispositivo de fixação interna poderia falhar, ou ambos. Porém, esta não foi uma limitação, visto que no presente estudo não houve interesse em aumentar o comprimento do membro e sim manter o comprimento pré-injúria.

O comprimento da osteotomia sagital é o principal fator limitante para o alongamento ósseo agudo, visto que o corte sagital deve ser realizado com o dobro do tamanho da falha óssea, para permitir uma maior área de contato ósseo e favorecer a consolidação (PIERMATTEI; FLO, 1998). Caso não seja possível promover o alongamento necessário devido a impossibilidade de realizar a osteotomia sagital (braço longo) correspondente a duas vezes o comprimento da falha, uma alternativa viável poderia ser reduzir o comprimento do braço longo e aumentar seu deslizamento, porém,

isso reduziria a área de contato entre os braços da osteotomia e poderia ser um ponto de fragilidade. Contudo, quanto maior o corte longitudinal, maior o risco de um corte desfavorável causar fratura cirúrgica devido à ausência de osso trabecular entre as camadas corticais (FERNANDES *et al.*, 2009). Nesse estudo não houve fratura em nenhum dos casos.

Segundo Bank (1995) quando o deslizamento for realizado, haverá um segmento em cada extremidade do osso que terá apenas metade da largura, e geralmente isto não é um problema, pois estes segmentos podem ser estabilizados com parafusos compressivos perpendiculares ao eixo longo da osteotomia, sendo esta estabilização clinicamente estável e adequada para evitar a rotação da osteotomia. No caso das fissuras decorrentes da colocação do parafuso compressivo, observadas em dois casos, se fosse inviável manter a compressão, uma alternativa seria a colocação de cerclagens, uma vez que, quando aplicadas de forma correta, as cerclagens não prejudicam o suprimento vascular nem predisõem a não-união óssea (PIERMATTEI; FLO, 1998).

A técnica de osteotomia em Z contemplou outro princípio para o tratamento de não-união, que foi a compressão dos fragmentos, visto que, no transporte ósseo há muita dificuldade em conseguir colocar as extremidades do osso em contato. O contato ósseo foi possível, na área do deslizamento (braço longo da osteotomia), através da fixação com parafuso compressivo e no fragmento distal, através da utilização do princípio do parafuso excêntrico, promovendo compressão dos fragmentos através da placa, ponto importante para prover maior estabilidade do conjunto (PALEY *et al.*, 1990; PALEY, 1990; ROVESTI, 2005).

A utilização de placas e parafusos no presente trabalho baseou-se no princípio de que o tratamento de não-uniões, uniões retardadas e outros problemas de perda óssea, requerem a restauração do alinhamento e fixação estável e rígida (FERRIGNO; DELLA NINA; FANTONI, 2007). Quando a função de parafusos de bloqueio é empregada, a placa bloqueada funciona como um fixador interno e não requer adaptação precisa na superfície óssea para fornecer estabilidade, de modo que o mínimo de dano ao osso periosteal pode ser alcançado (HUDSON, 2009; FRIGG, 2001). O uso da placa bloqueada tem muitas vantagens para a consolidação óssea, permitindo procedimento cirúrgico bem-sucedido e consolidação precoce (GREIWE, 2007). Todas essas características foram levadas em consideração na hora da escolha do implante juntamente com a possibilidade de colocação de um número reduzido de parafusos (dois parafusos por segmento principal) sem perder em estabilidade, já que conforme Gautier e Sommer (2003) e Stoffel

et al. (2003) deve ser respeitado o princípio de pelo menos dois parafusos e três corticais por segmento principal em fraturas simples. Para possível aplicação da técnica de osteotomia em Z em fraturas distais em gatos e cães de pequeno porte, seria recomendado o uso de miniplacas em “T” para permitir a aplicação de dois ou mais parafusos no plano transversal distal (BALFOUR; BOUDRIEAU; GORES, 2000; HAMILTON; LANGLEY HOBBS, 2005).

Optou-se pela abordagem craniomedial do rádio em razão de oferecer várias vantagens. Durante a cirurgia o cão pode ser posicionado em decúbito lateral com o membro fraturado para baixo, permitindo uma maior facilidade de redução da fratura e colocação de implantes (SARDINA; MONTAVON, 1997) ou em decúbito dorsal, com o membro a ser operado tracionado caudalmente. Nesta posição, é fácil manipular o membro torácico durante a cirurgia (DENNY; BUTTERWORTH, 2006). A placa foi aplicada na superfície cranial do rádio por seu córtex quase plano, o que favoreceu a osteotomia sagital e permitiu a colocação do parafuso compressivo fora da placa, conferindo maior facilidade a técnica (TURNER, 1995). A técnica de fixação pode ser modificada para que a compressão do braço longo da osteotomia possa ser aplicada através da placa, mas Darlis *et al.* (2005), acreditam que esta seria mais complicada. Durante todos os procedimentos cirúrgicos executados, não houve interferência negativa dos tendões extensores e todos puderam ser preservados em todos os membros, no entanto, Sardinias e Montavon (1997) utilizaram a placa posicionada medialmente em 22 cães com fraturas diafisárias ou distais de rádio, e observaram maior facilidade na aplicação, pois foram evitados os tendões extensores e todos os pacientes recuperaram-se sem nenhuma complicação.

Com base nas avaliações radiográficas do pós-operatório imediato, observou-se alinhamento do foco de fratura em todos os membros, critério considerado primordial para que ocorra estabilidade e sucesso da consolidação óssea, conforme preconizado por Sardinias e Montavon (1997) e Darlis *et al.* (2005) e serviu para avaliação dos parâmetros para comparação radiográfica pré e pós-cirúrgica.

Assim como nas fraturas segmentares, durante a realização das osteotomias criou-se um segmento ósseo que será deslizado mantendo-se 50% de contato ósseo. Devido à instabilidade, a lesão nos tecidos moles e na vascularização periosteal e endosteal, e pela ação das forças musculares, as fraturas segmentares permanecem desafiadoras (WISS; BRIEN; STENTSON, 1990; HEYWOOD; CLASPER, 2005). Como em qualquer método de osteotomia, a técnica proposta promove danos aos vasos sanguíneos do endóstio pelo

uso da serra oscilatória, broca e parafusos, sendo necessário o acompanhamento dos pacientes para avaliação de possíveis complicações na consolidação, principalmente nas raças de cães miniaturas que apresentam um pobre suprimento sanguíneo no rádio distal (ROCHAT; PAYNE, 1993). O perióstio no presente estudo foi preservado durante todo o procedimento inclusive durante o rebatimento muscular, ao passo que, as lesões significativas geradas no perióstio se detiveram as áreas da osteotomia em Z, visto que, ao realizarem o alongamento tibial em coelhos por distração do calo, Kojimoto *et al.* (1988) verificaram que a remoção do perióstio durante a operação interferia marcadamente na formação do calo, havendo insucesso no alongamento ósseo. A raspagem do endóstio, ao contrário, não teve efeito pronunciado.

O braço longo da osteotomia realizado no presente estudo promoveu uma secção hemicortical, sendo tecnicamente mais desafiador (TING; PETERSEN; DÉJARDIN; 2010). No entanto, Cattaneo, Catagni e Johnson (1992) utilizando transporte ósseo com Ilizarov relataram um tempo de tratamento significativamente mais curto em pacientes submetidos a um procedimento hemicircunferencial do que aqueles tratados com osteogênese com transporte ósseo totalmente circunferencial. Isto é provavelmente devido ao aumento da estabilidade fornecido pelo osso diafisário hemicortical, demonstrando que a consolidação do regenerado com o osso hemicortical próximo pode encurtar o período de tratamento (TING; PETERSEN; DÉJARDIN; 2010).

É possível que, assim como no transporte ósseo, possa haver regeneração óssea sem necessidade de enxerto. Alves *et al.* (2015) descreveram em suas criações de defeitos críticos, osso neoformado esponjoso em trabéculas espessas, com predomínio de osteoblastos e osteócitos ativos. Brinker, Piermatei e Flo (1999) analisando trabalhos científicos relataram que o tempo esperado para consolidação óssea, no tratamento de fraturas distais de rádio e ulna com placas, variou de três meses a um ano. Darlis *et al.* (2005) também utilizaram serra elétrica e todas as osteotomias em Z para encurtamento da ulna evoluíram sem intercorrências com um tempo médio de união de 8,3 semanas em humanos (intervalo, 6 a 18 semanas), sendo que, nenhum caso de não-união ou união retardada foi relatado no estudo e a utilização de enxerto ósseo não foi necessária em nenhum dos seus pacientes. Darlis *et al.* (2005) ainda relata que a consolidação óssea primária seguiu em todo o braço longo da osteotomia em Z na ulna sem formação de calo visível e, não foram observadas outras complicações, com isso, as placas foram removidas após um mínimo de 16 meses do procedimento.

No presente estudo, apesar de não ter sido utilizado nenhum tipo de imobilização externa pós-cirúrgica, por se tratar de cadáveres, nem enxerto esponjoso autógeno, estas continuam sendo alternativas viáveis de serem associadas em alguns casos. Darlis *et al.* (2005), após realização de osteotomia em Z para encurtamento ulnar em humanos, fez uso de tala de gesso curta removível até a remoção das suturas, o que permitiu higiene diária e exercício de amplitude de movimento, mas o apoio do peso dos pacientes foi evitado até a união clínica e radiológica da fratura.

Paley *et al.* (1989) explicaram que a capacidade de alcançar um excelente resultado ósseo não garante bom resultado funcional, que é predeterminado pela condição dos tecidos moles e articulações, e isso configura mais uma vantagem da técnica de osteotomia em Z proposta por permitir movimentos articulares normais e pouca restrição aos tecidos moles circundantes, evitando com isso a amputação do membro, o que traria grande desconforto ao paciente e perda de qualidade de vida (XAVIER; VECCHI, 2009).

Segundo Hutson (2002) e Vos *et al.* (2009), as contraindicações para alongamento ósseo agudo são infecção ativa e cobertura inadequada dos tecidos moles. Para realização da técnica proposta neste estudo, isso deve ser levado em consideração devido o método de osteossíntese eleito utilizar placa e parafusos. Johnson (1994) relatou que uma deformidade multiplanar não é uma contraindicação da técnica de alongamento agudo.

7 CONCLUSÃO

Baseado neste estudo, conclui-se que a técnica de osteotomia sagital em Z é exequível para o tratamento de defeito ósseo de 15% do comprimento, no rádio distal de cães, e com tempo cirúrgico razoável de ser executado.

A técnica mostrou-se eficaz em fornecer uma ampla área de contato ósseo e fácil controle da rotação, permitindo alongamento manual, sem necessidade de equipamentos especiais.

O procedimento não apresentou complicações significativas durante o seu desenvolvimento e os exames radiográficos apontaram reduções ósseas satisfatória e reestabelecimento do comprimento ósseo com um encurtamento residual irrelevante.

A utilização de cadáveres mostrou-se como uma alternativa viável para realização da descrição da técnica cirúrgica, visto que procedimentos de osteotomias apresentam um grau de dificuldade considerável e requerem treinamento prévio em cadáveres anterior a sua realização em casos clínicos.

8 PERSPECTIVAS FUTURAS

A fixação com uma placa bloqueada de 3,5mm associada a um parafuso compressivo provou ser suficiente na estabilização, porém, estudos biomecânicos futuros são necessários.

A principal limitação deste estudo foi o uso de cadáveres, onde as consequências fisiopatológicas da osteotomia sagital em Z e as possíveis complicações a longo prazo não puderam ser avaliadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, E. G. L. *et al.* Porous matrix of BG60S in the treatment of critical bone defects in the radius of dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 4, p. 993-1002, jul/aug. 2015.

BALFOUR, R. J.; BOUDRIEAU, R. J.; GORES, B. R. T-plate of distal radial closing wedge osteotomies for treatment of angular limb deformities in 18 dogs. **Veterinary Surgery**, v. 29, n. 3, p. 207-217, may/jun. 2000.

BANK, A. S. The Sagittal Z. Osteotomy. Chapter 38. 1995. Disponível em: <http://www.podiatryinstitute.com/pdfs/Update_1995/1995_38.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2018.

BELLAH, R. J. Use of a distal hook plate for treatment of a distal radial fracture in a dog. **Veterinary Surgery**, v. 16, n. 4, p. 278-282, jul/aug. 1987.

BLAESER, L. L. Treatment of biologically inactive nonunions by a limited en bloc osteotomy and compression plate fixation: a review of 17 cases. **Veterinary Surgery**, v. 32, n. 1, p. 91-100, jan/feb. 2003.

BOLANDER, M. E.; BALIAN, G. The use of demineralized bone matrix in the repair of segmental defects. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 68, n. 8, p. 1264-1274, oct. 1986.

BORGES, J. L. *et al.* Tratamento da pseudartrose infectada da tíbia pelo método de Ilizarov: técnica do encurtamento agudo com subsequente alongamento. **Revista Brasileira de Ortopedia**, São Paulo, v. 42, n. 9, p. 278-284, set. 2007.

BRAMLAGE, L. R. Step osteotomy: a surgical technique for correction of permanent angular limb deformities in horses. **Annu Proc Am Assoc Equine Pract.** 111, 1994.

BRIANZA, S. Z. *et al.* Cross-sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. **Journal of Biomechanics**. v. 39, n. 2, p. 302-311, 2006.

BRINKER, W. O.; PIERMATEI, D. L.; FLO, G. L. Fraturas do rádio e da ulna. In: _____. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas dos pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1999. p. 359-382.

BURTON, N. J. *et al.* Canine elbow realignment osteotomy (CERO): Validation of the accuracy of acute radial lengthening in a cadaveric incongruency model. **Veterinary Surgery**, v. 45, n.5, p. 642-650, jul. 2016.

CATTANEO, R.; CATAGNI, M.; JOHNSON, E. E. The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 280, p. 143-152, jul. 1992.

CHAMBERS, G. The sagittal Z osteotomy for correction of metatarsus primus elevatus. Chapter 13. 2003. Disponível em: <http://www.podiatryinstitute.com/pdfs/Update_2003/2003_13.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2018.

CHENNAGIRI, R.; BURGE, P. Pre-osteotomy plate application technique for ulnar shortening. **Journal of Hand Surgery**, v. 29. n. 5. p. 453-457, oct. 2004.

CIERNY, G. 3rd; ZORN, K. E. Segmental tibial defect: comparing conventional and Ilizarov methodologies. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v.23, p. 118-123, apr. 1994.

CILLO, J. E.; STELLA, J. P. Selection of sagittal split ramus osteotomy technique based on skeletal anatomy and planned distal segment movement: Current therapy. **Journal Oral Maxillofacial Surgery**, v. 63, n. 1, p.109-114, jan. 2005.

CORSE, M. R.; RENBERG, W. C., FRIIS, E. A. In vitro evaluation of biomechanical effects of multiple hemilaminectomies on the canine lumbar vertebral column. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 9, p. 1139-1145, sep. 2003.

DARLIS, N. A. *et al.* Step-cut distal ulnar-shortening osteotomy. **Journal of Hand Surgery**, v. 30. n. 5. p. 943-947, sep. 2005.

DEANGELIS, M. P.; OLDS, R. B.; STOLL, S. G. Repair of fractures of the radius and ulna in small dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 19, p. 436-441, 1973.

DELLA NINA, M. I. *et al.* Comparação de osteossíntese com placa e osteossíntese com placa associada a enxerto de proteína morfogenética óssea em fratura bilateral distal de rádio e ulna em cão - Relato de Caso. **Brazilian Journal Veterinarian Research Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 297-303, 2007.

DENNY, H. R.; BUTTERWORTH, S. J. **Cirurgia ortopédica em cães e gatos**. 4. ed. São Paulo: Roca, 2006. 504 p.

EGGER, E. L. Fractures of the radius and ulna. In: SLATTER, D. H. **Textbook of small animal surgery**. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 1993. v. 2. p.1737-1757.

EPP, T. L. Step osteotomy as a treatment for varus deformity of a metatarsophalangeal joint in a 4.5-month-old colt. **Canadian Veterinary Journal**, v. 48, n. 5, p. 519-521, may. 2007.

FERNANDES, A. C. S. *et al.* Delimitação morfométrica para o corte horizontal da osteotomia sagital no ramo mandibular. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial**, Camaragibe, v. 9, n. 2, p. 107-114, apr/jun. 2009.

FERREIRA, R. *et al.* Aplicação clínica de células-tronco teciduais na periodontia: enxerto de granulação óssea. **Pet Informa**. v. 23, n. 1/2, p. 14-16, jan/dez. 2010.

FERRIGNO, C. R. A.; DELLA NINA, M. I.; FANTONI, D. T. Estudo comparativo entre as osteossínteses com placas e osteossínteses com placas associadas a enxertos de proteína morfogenética óssea (Gen-Tech®) em fraturas distais de rádio-ulna em cães com menos de 6 quilos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 65-69, fev. 2007.

FERRIGNO, C. R. A. *et al.* Estudo crítico do tratamento de 196 casos de fratura diafisária de rádio e ulna em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.28, n.8, p. 371-374, ago. 2008.

FRIGG, R. Locking Compression Plate (LCP) An osteosynthesis plate based on the dynamic compression plate and the point contact fixator (PC-Fix). **Injury**, v. 32, n. 2, p. 63-66, sep. 2001.

FUJITA, Y. *et al.* Effect of humeral osteotomy on joint surface contact in canine elbow joints. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 4, p. 506-511, apr. 2003.

GAUTIER, E.; SOMMER, C. Guidelines for the clinical application of the LCP. **Injury**, v. 34, n. 2, p. 63-76, nov. 2003.

GILSON, S. D; PIERMATTEI, D.; SCHWARZ, P. D. Treatment of humeroulnar subluxation with a dynamic proximal ulnar osteotomy. **Veterinary Surgery**, v. 18, n. 2, p. 114-122, mar/apr. 1989.

GREIWE, R. M. Locking plate technology: current concepts. **Journal of Knee Surgery**, v. 20, n. 1, p. 50-55, jan. 2007.

GUGALA, Z.; LINDSEY, R. W.; GOGOLEWSKI, S. New approaches in the treatment of critical-size segmental defects in long bones. **Macromolecular Symposia**, v. 253, n. 1, p. 147-161, jul. 2007.

GUTIERRES, M. *et al.* Substitutos ósseos: conceitos gerais e estado atual. **Arquivos de Medicina**, v. 19, n. 4, p. 153-162. 2006.

HAMILTON, M. H.; LANGLEY HOBBS, S. J. Use of the AO veterinary mini 'T'-plate for stabilization of distal radius and ulna fractures in toy breed dogs. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 18, n. 1, p. 18-25, feb. 2005.

HAMMEL, E.; ABI CHALA, M. L.; WAGNER, T. Complications of first ray osteotomies: a consecutive series of 475 feet with first metatarsal scarf osteotomy and first phalanx osteotomy. **Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de L'Appareil Moteur**, v. 93, n. 7, p. 710-719, nov. 2007.

HARASEN, G. External coaptation of distal radius and ulna fractures. **Canadian Veterinary Journal**, v. 44, n. 12, p. 1010-1011, dec. 2003.

HEYWOOD, R., CLASPER, J. An unusual case of segmental clavicle fracture. **Journal of the Royal Army Medical Corps**, v. 151, n. 2, p. 93-94, jun. 2005.

HUDSON, C. C. Minimally invasive plate osteosynthesis: applications and techniques in dog and cats. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 22, n. 3, p. 175-182, apr. 2009.

HULSE, D. A.; JOHNSON, A. L. Management of specific fractures. In: FOSSUM, T.W. (Ed.). **Small animal surgery**. St Louis: Mosby, 1997. cap. 29, p.767-882.

HUTSON, J. J. Managing infectious complications of Ilizarov Fixators. **Techniques in Orthopaedics**, v. 17, n. 1, p. 100-102, mar. 2002.

JACKSON, L. C.; PACCHIANA, P. D. Common complications of fracture repair. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 168-179, aug. 2004.

JÄGER, M. *et al.* Z-osteotomy in hallux valgus: clinical and radiological outcome after Scarf osteotomy. **Orthopedic Reviews**, v. 1, n. 4, p. 11-16, jun. 2009.

JOHNSON, A. L. Correction of radial and ulnar growth deformities resulting from premature physeal closure. In: BOJRAD, M. J. (Ed.). **Current techniques in small animal surgery**. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1990. p.793-801.

JOHNSON, E. E. Acute lengthening of shortened lower extremities after malunion or non-union of a fracture. **Journal of Bone and Joint Surgery**, Los Angeles, v. 76, n. 3. p. 379-389, mar. 1994.

JOHNSON, A. L.; HULSE, D. A. Management of specific fractures: Radial and ulnar growth deformities. In: FOSSUM, T. W. (Ed.). **Small animal surgery**. 2. ed. St Louis: Mosby, 2002. p. 955-963.

JOHNSON, A. L.; HULSE, D. A. Fundamentos da cirurgia ortopédica e tratamento de fraturas. In: FOSSUM, T. W. (Ed.). **Cirurgia de pequenos animais**. 2.ed. São Paulo: ROCA, 2005. p. 823-899.

KEMPER, B. *et al.* Movimento de gaveta em joelhos de cães submetidos à estabilização extracapsular após secção do ligamento cruzado cranial in vitro. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p. 1096-1101, jun. 2013.

KIM, H. T. *et al.* Z-lengthening of the achilles tendon with transverse skin incision. **Clinics in Orthopedic Surgery**, v. 6, n. 2, p. 208-215, jun. 2014

KOJIMOTO, H. *et al.* Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The role of periosteum and endosteum. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 70, n. 4, p. 543-549, aug. 1988.

KÖPPEL, M.; HARGREAVES, I. C.; HERBERT, T. J. Ulnar shortening osteotomy for ulnar carpal instability and ulnar carpal impaction. **Journal of Hand Surgery**, v. 22, n. 4, p. 451- 456, aug. 1997.

KÜMMERLE, J. M.; KUMMER, M. R. Arthroscopically accessible anatomy of the tarsal collateral ligaments in the horse. **Veterinary Surgery**, v. 42, n. 3, p. 267-274, abr. 2013.

LAPPIN, M. R. *et al.* Fractures of the radius and ulna in the dog. **Journal of the American Animal Hospital Association**, Lakewood, v. 19, n. 9, p. 643-650. 1983.

LARSEN, L. J.; ROUSH, J. K.; McLAUGHLIN, R. M. Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small and miniature-breed dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, Lakewood, v. 35, n. 3, p. 243-250. may/jun. 1999.

MAHALUXMIVALA, J. *et al.* Ilizarov external fixator: acute shortening and lengthening versus bone transport in the management of tibial non-unions. **Injury**, v. 36, n. 5, p. 662-668, may. 2005.

MANOU, M. *et al.* Transoral approach for ventral tympanic bulla osteotomy in the dog: A descriptive cadaveric study. **Veterinary Surgery**, v. 46, n. 6, p. 773-779, aug. 2017.

MARSH, J. L.; PROKUSKI, L.; BIERMANN, J. S. Chronic infected tibial nonunions with bone loss: conventional techniques versus bone transport. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, v. 46, n. 301, p. 139-146, apr. 1994.

MILLIS, D. L.; JACKSON, A. M. Delayed unions, nonunions and malunions. In: SLATTER, D. **Textbook of small animal surgery**. 3. ed. Philadelphia: WB Saunders, 2003. p. 1849-1861.

MONNAZI, M. S. *et al.* Anatomic study of the mandibular foramen, lingula and antilingula in dry mandibles, and its statistical relationship between the true lingula and the antilingula. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v.41. n. 1, p.74-78, sep, 2012.

MOON, S. H.; PAIK, H. W.; BYEON, J. H. Treatment of sagittal synostosis: Subtotal cranial vault remodelling with right-angled Z-osteotomies. **Journal of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery**, v. 63, n. 11, p. 1787-1793, nov. 2010.

MUIR, P. Distal antebrachial fractures in toy-breed dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**. v.19, n.2, p.137-145, 1997.

PALEY, D. *et al.* Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. **Clinical Orthopaedics and Related Researches**, n. 241, p. 146-165, apr. 1989.

PALEY, D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. **Clinical Orthopaedics and Related Researches**, n. 250, p.81-104, jan. 1990.

PALEY, D. *et al.* Treatment of malunions and mal-nonunions of the femur and tibia by detailed preoperative planning and the Ilizarov techniques. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 21, n. 4, p. 667-691, oct. 1990.

PARK, J. W. *et al.* Evaluation of bone healing with eggshell-derived bone graft substitutes in rat calvaria: A pilot study. **Journal of Biomedical Materials Research. Part A**, v. 87, n. 1, p. 203–214, oct. 2008.

PEREIRA, M. M.; MANSUR, H. S. **Biomateriais - fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006. p. 39-58.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L. **Small animal orthopedics and fracture repair**. 3. ed. Philadelphia: Saunders, 1998. 742 p.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L. **Manual de ortopedia e tratamento das fraturas em pequenos animais**. 3. ed. São Paulo: Manole, 1999. p.301-321.

PIERMATTEI, D. L.; FLO, G. L.; DECAMP, C. E. Delayed union and nonunion. In: _____. **Handbook of small animal orthopedics and fracture repair**. Philadelphia: Saunders, 2006. p.168-176.

PIRAS, L. *et al.* Treatment of fractures of distal radius and ulna in toy breed dogs with circular external skeletal fixation: a retrospective study. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 24, n. 3, p. 228-235, 2011.

RAHAMAN, M. N. *et al.* Bioactive glass in tissue engineering. **Acta Biomaterialia**, v. 7, n. 6, p. 2355-2373, jun. 2011.

REICHERT, J. C. *et al.* The challenge of establishing preclinical models for segmental bone defect research. **Biomaterials**, v. 30, n. 12, p. 2149-2163, apr. 2009.

ROCHAT, M. C.; PAYNE, J. T. Your options in managing long-bone fractures in dogs and cats. **Veterinary Medicine**, Lenexa, v. 88, n. 10, p. 946-956, 1993.

ROGER, G. F. Autogenous bone graft: basic science and clinical implications. **Journal of Craniofacial Surgery**, v. 23, n. 1, p. 323-327, jan. 2012.

ROVESTI, G. L. Nonunions. In: JOHNSON, A. L.; HOULTON, J. E. F.; VANNINI, R. **AO principles of fracture management in the dog and cat**. Clavadelstrasse: Thieme. 2005. p. 402-408.

RUDD, R. G.; WHITEHAIR, J. G. Fractures of the radius and ulna. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v.22, n.1, p. 135-148, jan. 1992.

SALEH, M.; HAMER, A. Bifocal lengthening: preliminary results. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 2, n. 1, p. 42-48, jan. 1993.

SALEH, M.; REES, A. Bifocal surgery for deformity and bone loss after lower-limb fractures. Comparison of bone-transport and compression-distraction methods. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 77, n. 3, p. 429-434, may. 1995.

SARDINAS, J. C.; MONTAVON, P. M. Use of a medial bone plate for repair of radius and ulna fractures in dogs and cats: A Report of 22 Cases. **Veterinary Surgery**, v. 26, n. 2, p. 108-113, mar/apr. 1997.

SCHREUDER, W. H. *et al.* Distraction osteogenesis versus bilateral sagittal split osteotomy for advancement of the retrognathic mandible: a review of the literature. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 36, n. 2, p. 103-110, feb. 2007.

SMITH, A. M.; ALWAN, T.; DAVIES, M. S. Perioperative complications of the Scarf osteotomy. **Foot and Ankle International**, v. 24, n. 3, p. 222-227, mar. 2003.

STEIN, R. S.; SILVA, J. B.; da SILVA, V. D. Estudo comparativo da neoformação óssea utilizando-se o enxerto autógeno e três substitutos: defeitos ósseos em ratos. **Revista Brasileira de Ortopedia**, v. 44, n. 4, p. 330-335, 2009.

STOFFEL, K. *et al.* Biomechanical testing of the LCP - how can stability in locked internal fixators be controlled?. **Injury**, v. 34, n. 2, p. 11-19, 2003.

TATARUNAS, A. T.; MATERA, J. M. Estudo artroscópico da articulação do ombro em cadáveres de cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 275-85, 2004a.

TATARUNAS, A. T.; MATERA, J. M. Estudo artroscópico da articulação do joelho em cadáveres de cães. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 19, n. 4, p. 334-341, jul/aug. 2004b.

TING, D., PETERSEN, S. W., DÉJARDIN, L. M. Bone transport osteogenesis for treatment of canine osteomyelitis. A report of two cases. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 23, n. 2, p. 134-140. 2010.

TUCKER, M. R. Management of severe mandibular retrognathia in the adult patient using traditional orthognatic surgery. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 60, n. 11, p. 1334-1340, nov. 2002.

TURNER, M. T. Fractures of the bone of the front limb. In: OLMSTEAD, M.L. (Ed.). **Small animal orthopedics**. St Luis: Mosby, 1995. p. 195-219.

TURVEY, T. A. Intraoperative complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus: incidence and management. **Journal of Oral and Maxilofacial Surgery**, v. 43, n. 7, p. 504-509, jul. 1985.

VIEGAS, G. V. Reconstruction of hallux limitus deformity using a first metatarsal sagittal-Z osteotomy. **Journal of Foot and Ankle Surgery**, v. 37, n. 3, p. 204-211, may/jun. 1998.

VOS, M. D. *et al.* Stability of mandibular advancement procedures: bilateral sagittal split osteotomy versus distraction osteogenesis. **International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v. 38, n. 1, p. 7-12, jan. 2009.

WATERS, D. J.; BREUR, G. J.; TOOMBS, J. P. Treatment of common forelimb fractures in miniature-and toy-breed dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 29, n. 9, p. 442-448, 1993.

WATSON, J. T.; ANDERS, M.; MOED, B. R. Management strategies for bone loss in tibial shaft fractures. **Clinical Orthopaedics and Related Researches**, n. 315, p. 138-152, jun. 1995.

WEBB, J. C. J.; TRICKER, J. A review of fracture healing. **Current Orthopaedics**, v. 14, p. 457-463, nov. 2000.

WELCH, J. A. *et al.* The intraosseous blood supply of the canine radius: implications for healing of distal fractures in small dogs. **Veterinary Surgery**, v. 26, n. 1, p. 57-61, jan/feb. 1997.

WISS, D. A, BRIEN, W. W., STENTSON, W. B. Interlocked nailing for treatment of segmental fractures of the femur. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, v. 72, n. 5, p. 724-728, jun. 1990.

XAVIER, R.; VECCHI, A. A. Infecções osteoarticulares. In: HEBERT, S.; BARROS FILHO, T. E. P.; XAVIER, R.; PARDINI, J. R. **Ortopedia e traumatologia: princípios e prática**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, p. 822-830.

YASKO, A. W. *et al.* The healing of segmental bone defects, induced by recombinant human bone morphogenetic protein (rhBMP-2). **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 74, n. 5, p. 659-670, jun. 1992.

Tabela 1 - Parâmetros e dados obtidos do planejamento e execução da osteotomia sagital em Z em cada membro operado.

Animal	Peso (Kg)	Membro	Rádio CrCd pré cirurgia (cm)	Rádio CrCd pós cirurgia (cm)	Diferença tamanho rádio (cm)	Diâmetro rádio (cm)	Defeito crítico 1,5x (cm)	Falha 15% (cm)	Osteotomia sagital (cm)	Nº furos placa	Tempo cirúrgico (min)
1	20,5	D	17,36	17,29	0,07	1,44	2,16	2,60	5,2	12	72
1	20,5	E	17,38	17,10	0,28	1,44	2,16	2,60	5,2	12	74
2	29,9	D	18,52	18,30	0,22	1,66	2,49	2,76	5,6	13	84
2	29,9	E	18,43	18,32	0,11	1,64	2,46	2,76	5,6	13	79
3	29,2	E	18,70	18,70	0,00	1,46	2,19	2,80	5,6	13	71
4	22,1	D	16,76	16,71	0,05	1,44	2,16	2,50	5,0	12	78
4	22,1	E	16,74	16,60	0,14	1,44	2,16	2,50	5,0	12	67
5	25,4	E	17,70	17,46	0,24	1,57	2,35	2,70	5,4	12	67
5	25,4	D	17,66	17,49	0,17	1,57	2,35	2,70	5,4	12	73
6	21,2	E	15,86	15,70	0,16	1,46	2,19	2,40	4,8	11	65
Média	24,6	-	17,51	17,37	0,14	1,51	2,27	2,63	5,3	12	73

cm= centímetros; CrCd= craniocaudal; D= direito; E= esquerdo; kg= quilogramas; min= minutos.