

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

**Fixador esquelético externo híbrido em fraturas metafisárias de rádio
e tíbia em cães**

Kauê Danilo Helene Lemos dos Reis

PORTO ALEGRE

2014

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

**Fixador esquelético externo híbrido em fraturas metafisárias de rádio e tíbia em
cães**

Autor: Kauê Danilo Helene Lemos dos Reis

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

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi

PORTO ALEGRE

2014

Kauê Danilo Helene Lemos dos Reis

Fixador esquelético externo híbrido em fraturas metafisárias de rádio e tíbia em cães

Aprovado em 28 de março de 2014.

APROVADO POR:

Prof. Dr. MARCELO MELLER ALIEVI

Orientador e Presidente da Comissão

Prof. Dr. CARLOS AFONSO DE CASTRO BECK (UFRGS)

Membro da Comissão

Prof. Dr. JOÃO EDUARDO WALLAU SCHOSSLER (UFMS)

Membro da Comissão

Dr. MARCIO POLETTO FERREIRA (USP)

Membro da Comissão

CIP - Catalogação na Publicação

HELENE LEMOS DOS REIS, KAUÊ DANILO
FIXADOR ESQUELÉTICO EXTERNO HÍBRIDO EM FRATURAS
METAFISÁRIAS DE RÁDIO E TÍBIA EM CÃES / KAUÊ DANILO
HELENE LEMOS DOS REIS. -- 2014.
38 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, 2014.

1. ORTOPEDIA. 2. FRATURAS METAFISÁRIAS. 3.
FIXADOR EXTERNO. 4. OSSOS LONGOS. 5. CÃES. I. MELLER
ALIEVI, MARCELO, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo apoio, suporte e incentivo, não só nesta etapa da vida como em todas as outras. Pai, Mãe, Igor, Maria Clara e Luigi, vocês são o mais importante em tudo isso.

Verônica Mombach, sempre disposta a ajudar no que for preciso, companheira nos dias difíceis e felizes. Obrigado por todo apoio e parceria.

Ao Serviço de Ortopedia e Traumatologia Veterinária - SOTVET. Não seria possível a realização deste trabalho, sem a colaboração do grupo. Professor Marcelo Meller Alievi, Simone Scherer, Aline Gouvêa, Paula Gonzalez por todo o aprendizado e companheirismo ao longo de todos esses anos. Ale manca, Titi, Mari B., Lu Zang, agradeço por toda ajuda e risadas. Sissa Dariva, obrigado pela colaboração nas atividades diárias.

À família de Resistentes que tive ao longo de dois longos anos, tanto primeira geração com bons amigos e colegas e principalmente segunda geração, bela equipe. Leti, referência em POA; Fê, maninha Valente, e Patricia Valente; Tati, motinzera; Lê, Doca, complemento do quarteto fantástico; Mone, Fabi, gringuinha, parcerias para todas as horas. E a todos os demais que fizeram parte desta jornada. Michelli, doida, outra maninha sempre pronta pras reclamações, indecisões, lamurias e alegrias.

Doidus, quanta falta senti de vocês. Pra bater uma bolinha, falar umas bobagens e para nada, porque até não fazer nada com vocês é bom também.

Aos Ninis, que são sempre iguais crianças, Paulinha, Mari, Mama e seus assemelhados. Jai do mangue risada garantida.

À CAPES pela bolsa concedida neste período.

Agradeço aos animais que fizeram parte deste estudo, seus proprietários, e aos demais animais que fazem deste um mundo mais interessante.

Agradeço as entidades superiores pela vida e saúde, que me possibilitam viver tudo isso.

RESUMO

As fraturas de ossos longos são frequentes na rotina de pequenos animais, geralmente decorrentes de injúrias de alto impacto, como quedas, acidentes automobilísticos e projéteis. Os fixadores esqueléticos externos são versáteis, podendo ser utilizados em diferentes montagens, como linear, circular, híbrida, unilateral, bilateral, uniplanar, multiplanar, sendo amplamente utilizado em fraturas de rádio e tíbia. O presente trabalho avaliou a utilização de fixador esquelético externo híbrido (FEEH) em fraturas metafisárias de rádio e tíbia em cães atendidos na rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande Sul (HCV-UFRGS). Foram incluídos 13 animais neste estudo, cinco com fratura de tíbia e oito com fratura de rádio. Os FEEH, com anel inteiro ou semianel e uma barra, foram pré-montados de acordo com tamanho do animal e localização da fratura. Após redução, aberta ou fechada, foram inseridos os fios de Kirschner no fragmento curto, de maneira divergente, presos ao anel e três pinos de Shanz no fragmento longo fixados à barra por presilhas. Não houve intercorrências transoperatórias. Todos os casos atingiram a consolidação óssea. Os FEEH foram retirados entre cinco e 10 semanas de pós-operatório. As complicações encontradas foram tratos de drenagem (5), complicação resolvida reduzindo intervalo entre curativos, de semanal para diário, desvio angular (4), sendo dois com desvio valgo, um *recurvatum* e um tanto valgo quanto *recurvatum* quebra de fio (2), reação periosteal (2). Todos os animais apresentaram uso funcional do membro ao final do período de avaliação. O FEEH foi efetivo para o tratamento de fraturas metafisárias de rádio e tíbia na amostra estudada.

Palavras-chave: ortopedia, ossos longos, circular-linear, metáfise, pequenos animais

ABSTRACT

The presence of long bones fractured is often in pets' routine, these fractures usually happen due to high impact injuries, as falling, automobile accidents and projectiles. The external skeletal fixators are versatile, then they can be used in different assemblies as linear, circle, hybrid, unilateral, bilateral, uniplanar and multiplanar, having wide requisition to radius and tibia. This paper evaluates the uses of hybrid external skeletal fixator (HESF) on metaphyseal fractures of radius and tibia in dogs that were rescued at Hospital of Veterinary Clinics at Federal University of Rio Grande do Sul (HCV-UFRGS). Thirteen dogs were evaluated: five presenting tibial fractures and eight showing radius fractures. The HESF, with full ring or semiring and a sidebar, were pre-assembled in accordance with animal size and fracture site. After reduction, open or closed, the Kirschner wire were inserted in the short fragment, divergently, fixed to the ring and three Schanz pins in large fragment, fixed to the bar. There were not intraoperative complications. All cases reached the bone healing. The HESF were taken off between five and ten weeks postoperative. The noted complications were: drainage tract (4), complication resolved reducing interval between dressings, weekly to daily, angular detour (4), two valgus, one *recurvatum* and one valgus and *recurvatum*, wire breaking (2) and periosteal reaction. At the end of evaluation period, all animals presented functional use of the member. In this studied sample, HESF was effective on treatment of metaphyseal fractures of radius and tibia.

Key-words: orthopedics, long bones, circle-linear, metaphysis, small animals

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Montagem do FEEH com anel completo (A) e incompleto (5/8) (B).....16

FIGURA 2 – Inserção do primeiro fio de Kirschner, paralelo à articulação, utilizando o anel como referência (A). Os fios de Kirschner inseridos no fragmento osseo e fixados ao anel com um pino de Shanz fixado à barra mantendo redução (B). Aspecto final do FEEH (C).....18

FIGURA 3 – Perda de redução após apertar porcas e parafusos do FEEH do canino N8 (A) e a sua correção após soltura dos implantes, realinhamento da fratura, compressão manual do foco da fratura e reapertado o fixador (B).....21

FIGURA 4 – Imagem radiográfica pré-operatória em duas projeções ortogonais (A e B). Imagem radiográfica do pós-operatório imediato (C e D), 46 dias pós-operatório, quando foi removido FEEH (E e F), 90 dias pós-operatório (G e H).....23

FIGURA 5 – Imagem radiográfica do canino N5 apresentando consolidação óssea com desvio valgo.....24

FIGURA 6 – Imagem radiográfica do pós-operatório imediato do canino N10 (A), 30 dias de pós-operatório (B), 60 dias de pós-operatório (C) e aos 117 dias de pós-operatório, quando foi removido o FEEH (D).....25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Perfil dos cães utilizados neste estudo, idade, sexo, raça, peso, a classificação das fraturas, o tempo transcorrido entre o trauma e a cirurgia, o tratamento, aberto ou fechado, componentes, dinamização, remoção do fixador e principais complicações.....26

TABELA 2 – Resultados das avaliações radiográficas nos tempos pós-operatório imediato, 30, 60, 90 dias e após.....27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivos Específicos.....	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	14
4.1	Amostra.....	14
4.2	Procedimentos Pré-operatórios.....	15
4.2.1	Montagem do Fixador.....	15
4.2.2	Procedimento Anestésico.....	16
4.3	Procedimento Cirúrgico.....	17
4.4	Procedimentos Pós-operatórios.....	18
4.5	Avaliação Radiográfica.....	19
5	RESULTADOS.....	20
5.1	Amostra.....	20
5.2	Procedimento Anestésico.....	20
5.3	Procedimento Cirúrgico.....	20
5.4	Procedimentos Pós-operatórios.....	21
5.5	Avaliação Radiográfica.....	22
5.6	Complicações.....	23
6	DISCUSSÃO.....	28
7	CONCLUSÕES.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	ANEXO A – Aprovação do projeto pela CEUA-UFRGS.....	38

1 INTRODUÇÃO

As fraturas de ossos longos são frequentes na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais (HULSE e HYMAN, 1998) e geralmente ocorrem devido a injúrias de alto impacto, como quedas de locais altos, acidentes automobilísticos e projéteis (FOSSUM, 2002; PIERMATTEI *et al.*, 2006). Estas fraturas podem ser tratadas com sucesso utilizando uma variedade de sistemas de implantes, incluindo placas metálicas, pinos e fios, fixadores esqueléticos externos e hastes bloqueadas (NEWTON e NUNAMAKER, 1998; REEMS *et al.*, 2003). Contudo, com o avanço dos materiais e implantes cirúrgicos, o surgimento de novas empresas e custo mais acessível, as aplicações se ampliaram (STERNICK, 2010).

Os fixadores esqueléticos externos (FEE) são versáteis, podendo ser utilizados com diferentes montagens, como linear, circular, híbrido, unilateral, bilateral, uniplanar e multiplanar (FOSSUM, 1997; NEWTON e NUNAMAKER, 1998; PIERMATTEI *et al.*, 2006) e para diferentes fins, como osteossíntese, imobilização articular temporária ou definitiva (artrodese), correção de desvio angular e distração osteogênica (CAJA, 1995).

No entanto, mesmo com todas essas indicações de tratamento, à exceção do linear, que tem sido amplamente explorado principalmente em fraturas de rádio e tíbia, os demais tipos de FEE ainda são pouco utilizados na rotina veterinária (FERRIGNO *et al.*, 2008).

Fatores mecânicos e biológicos devem ser considerados quando se seleciona um método para reparação de fraturas (REEMS *et al.*, 2003). A estabilização de fraturas necessita seguir alguns princípios básicos como fixação estável, restauração do alinhamento do membro e retorno funcional do membro mais precocemente possível (WITSBERGER *et al.*, 2010). A montagem híbrida, composta por um componente circular e um componente linear fixado ao anel circular por meio de uma barra roscada, atende tais requisitos, bem como outras conformações de fixador externo, e outros métodos de fixação (FARESE *et al.*, 2002). Além disso, permite estabilizar uma fratura metafisária sem a necessidade de imobilizar a articulação adjacente ao fragmento curto, permitindo a movimentação fisiológica da articulação pelo período necessário até a consolidação óssea (CROSS *et al.*, 2004).

As fraturas de rádio, ulna, tíbia e fíbula representam importante casuística na rotina hospitalar. Estas podem apresentar consolidação deficiente ou retardada, principalmente em animais de pequeno porte. Diante disso, métodos mais eficazes de estabilização óssea devem ser testados e desenvolvidos, uma vez que, atualmente, existe maior comprometimento dos proprietários com seus animais de companhia. O fixador esquelético externo híbrido (FEEH) pode ser importante ferramenta para se diminuir morbidade pós-operatória nesses tipos de fraturas. Observa-se a necessidade de mais estudos com esse tipo de fixador a fim de avaliar sua aplicabilidade, eficácia, indicações e complicações no tratamento de fraturas metafisárias em pequenos animais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a utilização do fixador esquelético externo híbrido em fraturas metafisárias de rádio e tíbia em cães atendidos na rotina do Hospital de Clínicas Veterinárias (HCV) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a consolidação de fraturas metafisárias utilizando fixador esquelético externo híbrido.

Descrever as complicações trans e pós-operatórias em fraturas metafisárias de rádio e tíbia reparadas com fixador esquelético externo híbrido.

Avaliar a viabilidade do FEEH em fraturas metafisárias de rádio e tíbia na rotina do HCV–UFRGS.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Fratura é por definição a perda completa ou incompleta da continuidade do osso ou cartilagem, sendo quase sempre acompanhada por diferentes graus de lesão dos tecidos moles adjacentes com possível interferência na irrigação sanguínea e mesmo perda da função locomotora (PIERMATTEI *et al.*, 2006). As fraturas de ossos longos são frequentes na rotina clínica cirúrgica de pequenos animais (NEWTON e

NUNAMAKER, 1998; HULSE e HYMAN, 1998; FOSSUM, 2002). Os ossos longos estão sujeitos a forças fisiológicas e não-fisiológicas. Forças não-fisiológicas ocorrem em situações incomuns, como os acidentes automobilísticos, lesões por projéteis de arma de fogo ou quedas (REEMS *et al.*, 2003; PIERMATTEI *et al.*, 2006; FERRIGNO *et al.*, 2008). Essas forças podem ser transmitidas ao osso diretamente e facilmente excedem sua resistência limite, dando origem a fratura. As forças fisiológicas comumente não excedem a resistência limite do osso, não sendo responsáveis por fraturas, exceto em casos excepcionais, incluindo fraturas patológicas (HULSE e HYMAN, 1998) e fraturas por “estresse” (consequência de micro traumas, fadiga por esforço repetitivo) comuns em atletas (UTHGENANNT, 2007).

As fraturas do rádio e da ulna são comuns na rotina de pequenos animais (PIERMATEI e FLO, 1999; McCARTNEY, 2012), assim como fraturas de tíbia e fíbula (BOONE *et al.*, 1986; MUIR, 1997), ambas ocasionadas comumente por trauma (FOSSUM *et al.*, 2002; MUIR, 1997; PIERMATEI e FLO, 1999). Todos os tipos de fraturas podem ser observados nesses ossos, podendo estar envolvidos um ou ambos (PIERMATEI e FLO, 1999). Na maioria das vezes, ambos estão envolvidos, tendo como causa mais comum a acidente automobilístico (MUIR, 1997), sendo os animais jovens os mais susceptíveis (FOSSUM *et al.*, 2002). A exposição de fragmentos é comum devido à mínima cobertura tecidual existente nesses locais (JOHNSON e SCHAFFER, 2008).

Em cães de raças pequenas, as fraturas podem ocorrer após um mínimo trauma como, por exemplo, pulo ou queda de pequenas alturas (MUIR, 1997; MACCARTNEY, 2012), e, segundo Harasen (2003), as fraturas distais representam a terceira forma mais comum de fraturas sofridas pelos cães.

Fraturas de rádio, ulna, tíbia e fíbula, podem ser tratadas basicamente por dois métodos, o conservador (muletas, moldes, gesso, talas e bandagens) ou o cirúrgico (placas e parafusos ortopédicos, fios de cerclagem, pinos intramedulares e pinos percutâneos) (NEWTON, 1998; FOSSUM *et al.*, 2002; PIERMATTEI e FLO, 1999).

Para que haja correta consolidação óssea, os implantes ortopédicos devem anular todas as forças atuantes no foco de fratura, forças essas intituladas como rotação, angulação, compressão, cisalhamento, deslocamentos e distração dos fragmentos da fratura (SINIBALDI e BOUDREAU, 1992).

A aplicação de talas precedeu a redução e fixação interna cirúrgica por mais de dois mil anos, onde já se estabeleceu muitos dos princípios básicos no tratamento, hoje em dia considerado como conservador, para o osso fraturado (DeCAMP, 1998).

Desde o início da utilização de FEE na medicina veterinária, na década de 1940, muitas complicações foram observadas, como infecção na inserção dos pinos, não-união, união retardada, perda prematura da fixação, o que fez diminuir sua utilização por alguns anos, havendo ressurgimento do interesse neste método com a melhoria da qualidade dos fixadores, materiais mais modernos, e constante aprimoramento de técnicas de fixação externa de fraturas (JOHNSON e SCHAEFFER, 2008).

A imobilização articular tem como consequência a degeneração da cartilagem articular, principalmente na região de contato e de transição (HAGIWARA *et al.*, 2009), aumento da hidratação, redução do teor de proteoglicanos, alteração da estrutura de poliglicosaminoglicanos, redução da síntese dos mesmos (ERONEN *et al.*, 1978; LEROUX *et al.*, 2001), aumento do número de condrócitos, que ficaram dispostos de forma irregular, aumento da espessura da cartilagem calcificada, irregularidade da superfície articular, proliferação de tecido conjuntivo no espaço intra-articular e aumento da espessura do osso subcondral (GALVÃO *et al.*, 2006), redução da amplitude de movimento, favorece aderências e a dor crônica (MILLIS *et al.*, 2004).

O uso de talas apresenta efeito deletério transitório nas articulações, retornando a cartilagem ao normal após a remobilização. Em um estudo de Haapala *et al.* (2000) foram utilizados 34 beagles submetidos à imobilização articular com talas por 11 semanas, sendo observadas alterações prolongadas, ou permanentes, das características biomecânicas da cartilagem.

A utilização de FEE transarticulares pode provocar alterações permanentes na cartilagem articular (MILLIS *et al.*, 2004). Teixeira *et al.* (1999) utilizaram esse tipo de fixador para o tratamento de fraturas distais de tíbia em cães e obtiveram 93,3% de sucesso com o procedimento. Este procedimento implicava na imobilização temporária da articulação tarsotibial, pois não havia espaço suficiente para inserção de dois pinos no fragmento distal da tíbia. Então, para a estabilização da fratura foram inseridos percutaneamente dois ou três pinos de Steinmann no fragmento proximal, um ou nenhum no distal, um no calcâneo e dois nos metatarsianos. A articulação era mantida em posição de apoio, em aproximadamente 135 graus, para facilitar a deambulação dos animais mesmo com o FEE transarticular. Foram utilizados 21 cães e quatro gatos.

Neste estudo, o período médio de permanência com o aparelho de fixação esquelética externa linear foi de 45 dias, sendo que um animal permaneceu 95 dias com a articulação imobilizada. Em um estudo paralelo, Alievi *et al.* (2004) avaliaram a deambulação dos animais após a imobilização da articulação tarsotibial por 45 dias. Os autores concluíram que esta imobilização não foi deletéria aos animais, apesar de haver perda na amplitude de movimento articular logo após a remoção do fixador. Entretanto, não houve avaliação a longo prazo para verificar a presença de doença articular degenerativa, dor ou perda da amplitude de movimento tardiamente.

O uso de FEEH tornou-se um tratamento aceito para fraturas de extremidades em cães e gatos (KIRKBY *et al.*, 2008). A construção híbrida é a combinação de componentes de um fixador circular com um linear. O componente circular consiste de dois ou mais fios que são segurados por um anel extracorporal completo ou parcial (CLARKE e CARMICHAEL, 2006). Os fios podem ser colocados em ângulos divergentes evitando deslocamento na interface osso-fixador, e são particularmente úteis para estabilizar fraturas com fragmento curto (FARESE *et al.*, 2002; CLARKE e CARMICHAEL, 2006). O componente linear consiste de uma ou mais hastes com eixo liso para acomodar as presilhas de fixação dos pinos e conectadas por meio de uma extremidade rosqueada a um orifício do anel, completo ou incompleto (semi-anel). Esta configuração possibilita a sua utilização adjacente à articulação sem impedir a amplitude de movimento (HOLLY *et al.*, 2010).

Em humanos, Grala e Zielinski (2008) consideram o FEEH adequado para redução de fraturas distais de rádio e ulna visto que utilizaram esse fixador no tratamento de 14 fraturas distais de rádio e observaram resultado bom ou muito bom em 11 destes casos.

Clarke e Carmichael (2006) trataram três cães que apresentaram fraturas diafisárias distais com FEEH. O tempo de consolidação variou entre cinco e 10 semanas e foram encontradas mínimas complicações em dois de três casos, como hemorragia após a retirada de pino em um cão e perda de fixação de um dos pinos em dois cães. Coomer *et al.* (2012) utilizaram o FEEH no tratamento de uma fratura de tíbia e fíbula de um tigre jovem. Após cinco semanas, encontraram como complicação trato de drenagem em um fio e um pino. Phelps *et al.* (2010) realizaram a osteossíntese de rádio em um cervo de três meses de idade com o mesmo tipo de fixador e, após quatro

semanas, observaram trato de drenagem como complicação. Entretanto, os autores consideraram o FEEH como sendo um bom método para estabilização de fraturas de extremidades em animais silvestres.

Hudson *et al.* (2012) compararam a biomecânica de três configurações de fixadores externos híbridos. O primeiro (I) foi construído com um único anel incompleto com dois fios olivados tensionados, conectado a uma haste primária com três pinos. Os outros dois fixadores (II, III) foram similares ao primeiro, porém tiveram a adição de uma haste diagonal secundária, sendo que III tinha um pino de fixação inserido perpendicularmente à haste diagonal. Eles avaliaram as diferentes forças que atuam sobre o osso e observaram que na compressão axial os fixadores II e III foram significativamente mais rígidos que I. Na flexão craniocaudal, apenas o III foi mais rígido que I, porém na flexão mediolateral não houve diferenças significativas entre os fixadores e na torção o fixador III foi significativamente mais rígido que II e I. Concluíram então que a adição de uma haste secundária, bem como a colocação pinos de fixação biplanar melhoram a estabilidade dos fixadores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido nas dependências do HCV–UFRGS após aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRGS (Anexo A). Os animais foram incluídos no estudo somente após a leitura e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo proprietário e/ou responsável pelo animal.

4.1 Amostra

Foi selecionada uma amostra obtida a partir da rotina do HCV- UFRGS. Os animais com histórico de fraturas foram primeiramente atendidos na clínica geral, sendo encaminhados após a consulta para a realização de exames complementares pré-cirúrgicos, tais como radiografia do membro acometido, hemograma e perfil bioquímico (uréia, creatinina, albumina, ALT, FA). Os cães que apresentaram fraturas metafisárias de rádio ou tíbia foram encaminhados ao Serviço de Ortopedia e Traumatologia Veterinária (SOTVET) do HCV–UFRGS. Os pacientes foram, então, reavaliados pelo

médico veterinário responsável pelo estudo e aqueles que se enquadraram no perfil estabelecido pelo projeto foram incluídos nesse trabalho.

Os critérios de exclusão foram presença de doença associada que pudesse interferir na consolidação óssea e idade inferior a seis meses ou superior a 10 anos. Baseado nesses critérios foram selecionados 13 cães, sendo oito com fratura de rádio, e cinco com fratura de tíbia (Tabela 1).

4.2 Procedimentos Pré-operatórios

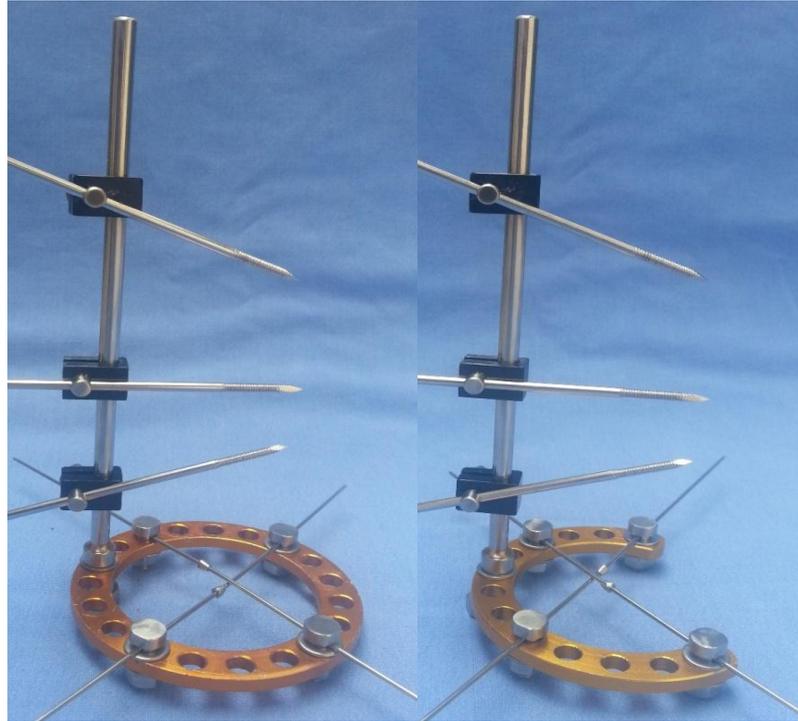
4.2.1 Montagem do Fixador Esquelético Externo Híbrido

A montagem do aparelho foi constituída por um anel, completo ou incompleto, dois fios de Kirschner, podendo ser olivados ou não, três pinos de Schanz com rosca negativa, conectados a uma barra lisa com rosca em uma extremidade que se fixava ao anel por meio de presilhas, porcas e arruelas.

Utilizando como referência as radiografias pré-operatórias, o fixador foi montado de acordo com o tamanho do animal, o tipo e o local da fratura. Quando a fratura era proximal de tíbia ou rádio, foi utilizada uma montagem com um anel incompleto (5/8), visando a manutenção da amplitude de movimento articular do joelho ou cotovelo, respectivamente. Quando a fratura envolvia a região distal desses ossos, foi utilizado um anel completo (Figura 1). Após a definição dos componentes, o aparelho foi desmontado, embalado e esterilizado em autoclave.

Para inserção dos pinos de Schanz e fios de Kirschner foi utilizado perfurador pneumático ortopédico (Air-Drive System, Synthes®).

Figura 1: Montagem do FEEH com anel completo (A) e incompleto (5/8) (B).



4.2.2 Procedimento Anestésico

Como medicação pré-anestésica (MPA), os animais receberam maleato de acepromazina (0,1mg/kg) e cloridrato de meperidina (3mg/kg) pela via intramuscular (IM). Após 15 minutos da MPA, foi realizada venóclise através de cateterização percutânea da veia cefálica para fluidoterapia com solução de ringer lactato (5ml/kg/hr). Efetuou-se a indução anestésica com propofol (4mg/kg), pela via intravenosa, seguida de intubação orotraqueal para manutenção com isoflurano, vaporizado em oxigênio a 100% através de sistema avalvular (tipo Baraka) ou valvular com reinalação parcial de gases, de acordo com o peso do paciente.

Com o animal sob anestesia geral inalatória, foi realizado bloqueio epidural com solução anestésica de cloridrato de bupivacaína a 0,5% (1mg/kg) e sulfato de morfina (0,1mg/kg) diluídos em 0,26mL/kg de solução de NaCl 0,9% nos animais que apresentaram fratura de tíbia ou, bloqueio do plexo braquial com cloridrato de lidocaína a 20% (4mg/kg) e bupivacaína (1mg/kg), nos que apresentaram fratura de rádio. Como profilaxia antimicrobiana, foi administrado ampicilina sódica (22mg/kg) pela via

intravenosa 30 minutos antes do procedimento cirúrgico, repetindo a aplicação a cada duas horas de transoperatório.

Durante o período transoperatório, os animais foram monitorados pelo anestesista, com auxílio de monitor multiparamétrico, quanto às frequências cardíaca e respiratória, saturação de oxigênio, temperatura corporal, pressão não invasiva, traçado de eletrocardiograma, bem como resposta a estímulos dolorosos. Ao término do procedimento cirúrgico, os animais foram observados até a completa recuperação anestésica.

4.3 Procedimento Cirúrgico

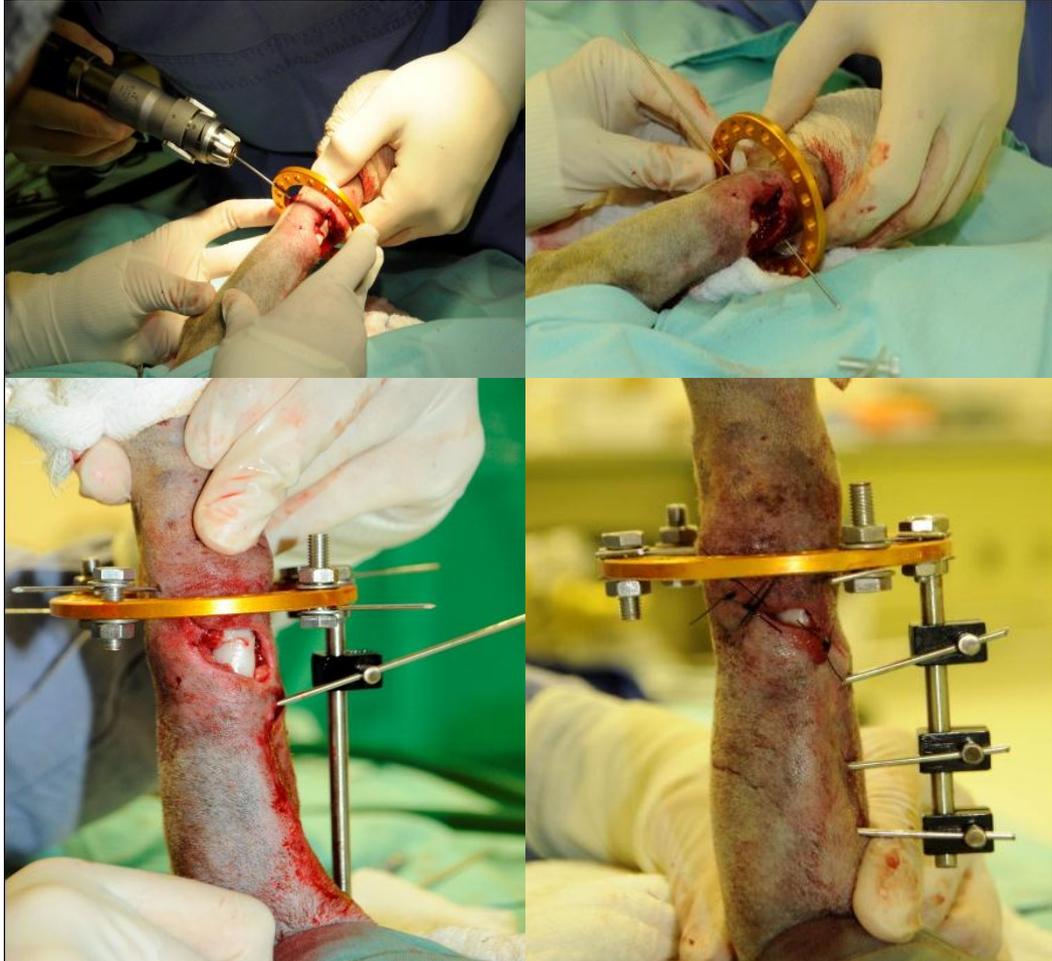
Com o animal sob anestesia geral inalatória, foi realizada tricotomia ampla do campo operatório e, em seguida, procedeu-se a antissepsia com álcool-iodo- álcool. O campo cirúrgico foi delimitado utilizando malha tubular estéril envolvendo a extremidade do membro e campos plástico e de algodão estéreis recobrimo o animal e porção proximal do membro.

Primeiramente a fratura foi reduzida utilizando a técnica aberta ou fechada. Para a redução aberta, o foco da fratura foi exposto através de incisão de pele e divulsão dos tecidos moles, os fragmentos foram reduzidos utilizando pinças ortopédicas. Na redução fechada, os fragmentos foram manipulados e reduzidos mantendo o alinhamento do eixo ósseo e o comprimento. Tanto nas cirurgias com redução aberta, quanto nas fechadas, as etapas de montagem do aparelho seguiram os mesmos princípios.

Após a redução da fratura, o anel foi então ajustado ao membro e iniciada a introdução do primeiro fio de Kirschner no fragmento curto, paralelo à articulação adjacente. Com o primeiro fio inserido, o anel foi fixado ao fio por meio de dois parafusos passa fio, porcas e arruelas. Em seguida a haste roscada foi conectada ao anel através de porcas e arruelas e, mantendo o conjunto em adequado posicionamento, o segundo fio foi introduzido e fixado ao anel. Com o conjunto anel-barras ajustado e a fratura reduzida, o primeiro pino de Schanz foi introduzido no fragmento longo do osso, sendo posteriormente fixado a barra através de presilha (Figura 2). Com o primeiro pino de Schanz fixado a barra, foram inseridos mais dois pinos de Schanz da mesma maneira que o primeiro.

Ao término da estabilização da fratura, nos casos de redução aberta a ferida cirúrgica foi lavada copiosamente com solução cloreto de sódio 0,9% e posteriormente suturada com fio mononáilon 2-0 ou 3-0 e padrão isolado simples.

Figura 2: Inserção do primeiro fio de Kirschner, paralelo à articulação, utilizando o anel como referência (A). Os fios de Kirschner inseridos no fragmento osseo e fixados ao anel com um pino de Shanz fixado à barra mantendo redução (B). Aspecto final do FEEH (C).



4.4 Procedimentos Pós-operatórios

Como terapia analgésica e antiinflamatória pós-operatória, os animais receberam carprofeno (2,2mg/kg), a cada 12 horas durante quatro dias, dipirona (25mg/kg) a cada 8 horas durante três dias e cloridrato de tramadol (4mg/kg), a cada 6 horas durante as primeiras 24 horas e a cada 8 horas por mais quatro dias. A antibioticoterapia foi realizada com cefalexina (25mg/kg), a cada 12 horas durante 10 dias.

A limpeza da ferida cirúrgica, pinos, fios e pele em suas inserções, foi feita com auxílio de gaze embebida em solução estéril (NaCl 0,9%). Após limpeza e revisão do fixador pelo médico veterinário responsável pelo estudo, refazia-se o curativo envolvendo pinos e fios com gaze e o fixador com atadura e esparadrapo. A troca do curativo foi realizada diariamente até o 3º dia de pós-operatório, período em que geralmente os animais ficaram internados. Após esse tempo os animais que ainda apresentavam secreção, continuaram a receber o procedimento de limpeza diariamente, até que a drenagem cessasse. Os curativos foram realizados semanalmente pela equipe do SOTVET. A cada troca do curativo, realizava-se revisão do FEEH apertando os parafusos e as porcas quando frouxos. As suturas de pele foram retiradas após, aproximadamente, 10 dias do procedimento cirúrgico.

Os FEEH foram removidos, com os animais sedados, utilizando associação de cloridrato de tiletamina e cloridrato de zolazepam (zoletil®50)(2mg/kg) e cloridrato de tramadol (3mg/kg), pela via intramuscular. Após, a limpeza das feridas foi realizada com gaze e o curativo feito com atadura. Este procedimento foi realizado diariamente até a completa cicatrização.

4.5 Avaliação Radiográfica

Os exames radiográficos foram realizados no Setor de Diagnóstico por Imagem do HCV-UFRGS, nas projeções crâniocaudal e mediolateral, sendo revelados em processadora automática.

Todos os animais foram submetidos ao exame radiográfico antes da cirurgia, para diagnóstico e planejamento do procedimento cirúrgico e no pós-operatório imediato, para avaliar o alinhamento do membro, aposição do foco da fratura e avaliação do aparelho. Foram realizadas radiografias controle após 30, 60 e 90 dias da cirurgia, para reavaliação do fixador e acompanhamento da consolidação óssea. Nos casos em que houve necessidade, foram realizados exames radiográficos em intervalos de tempo menores que o previamente determinado.

Os cães não foram submetidos à sedação para essas avaliações radiográficas, à exceção daquela realizada após a remoção dos implantes, na qual o paciente se

encontrava sedado. Considerou-se união radiográfica da fratura quando existia continuidade cortical completa, calo ósseo mineralizado ou em remodelamento ativo.

5 RESULTADOS

5.1 Amostra

A amostra adotada para esse estudo, cães da rotina do HCV-UFRGS, mostrou-se adequada para o cumprimento de todos os objetivos aos quais foi desafiado. As etapas anestésicas e cirúrgicas transcorreram sem complicações. Esse trabalho permitiu avaliar a utilização do FEEH em fraturas metafisárias de tíbia e rádio de cães atendidos na rotina do HCV-UFRGS.

5.2 Procedimento Anestésico

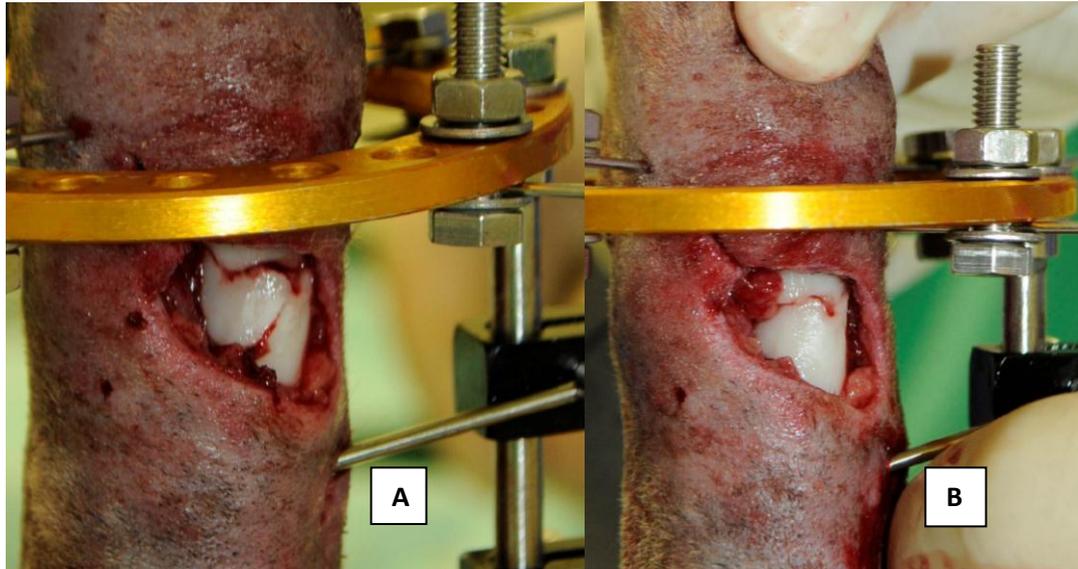
O protocolo anestésico empregado foi adequado para as necessidades inerentes à intervenção cirúrgica proposta. Não houve nenhuma intercorrência relevante nos procedimentos anestésicos. A recuperação pós-operatória dos animais após a suspensão do anestésico inalatório ocorreu dentro do previsto. A analgesia instituída foi considerada eficaz no controle da dor trans e pós-cirúrgica e os animais retomaram às suas atividades normais como alimentação e deambulação.

5.3 Procedimento Cirúrgico

Não houve intercorrências durante os procedimentos cirúrgicos. O momento de maior dificuldade e que demandou maior cautela e atenção foi a introdução do primeiro fio de Kirschner, mantendo-se o alinhamento paralelo à articulação adjacente ao fragmento curto.

Dois animais (N8 e N12) tiveram leve deslocamento dos fragmentos ósseos ao apertar os parafusos e porcas, com perda de redução (afastamento de aproximadamente 0,5mm a 1mm), o que foi corrigido no mesmo momento soltando as presilhas da barra linear e reapertando suas porcas e parafusos (Figura 3).

Figura 3: Perda de redução após apertar porcas e parafusos do FEEH do canino N8 (A) e a sua correção após soltura dos implantes, realinhamento da fratura, compressão manual do foco da fratura e reapertado o fixador (B).



5.4 Procedimentos Pós-operatórios

A analgesia realizada demonstrou ser eficiente no controle da dor pós-operatória para a espécie e intervenção propostas. Os animais não manifestaram dor no local das lesões durante as manipulações, limpezas e trocas dos curativos diários, bem como se mantiveram ativos e dóceis durante o período de avaliações, apresentando normofagia, normodipsia, normúria e normoquesia.

O antibiótico utilizado mostrou-se eficaz, não sendo observado sinais de infecção local ou osteomielite associado ao procedimento cirúrgico nos animais estudados.

Quando da remoção das suturas cutâneas, aos 10 dias de pós-operatório, todas as feridas cirúrgicas se encontravam completamente cicatrizadas. Entretanto, em um animal (N8), que apresentava fratura exposta e ferida lacerada, foi necessário realizar a troca do curativo diariamente durante 15 dias e, após, a cada dois ou três dias por mais 10 dias, quando então houve cicatrização cutânea completa. A partir de então, os curativos foram trocados semanalmente como nos demais cães. O protocolo adotado de troca de curativo e limpeza do fixador mostrou-se adequado.

O tempo transcorrido entre o trauma e a cirurgia variou entre um e 37 dias (Tabela 1). Não foi observada relação entre o tempo necessário para a consolidação óssea e/ou complicações cirúrgicas com o tempo (precoce ou retardado) da intervenção cirúrgica.

Foi necessário aperto das porcas e parafusos em quatro animais (N1, N2, N9 e N10), justamente os com maior peso corporal dos cães do estudo, sendo que todos possuíam mais de 10kg.

Em dois animais (N8 e N13) foi realizada a dinamização do FEEH pela remoção do pino intermediário aos 90 e 60 dias de pós-operatório, respectivamente.

Os FEEH foram removidos entre o 31º e o 127º dia após a realização do procedimento cirúrgico, com média de 69 dias (Tabela 1). Nos cães N11, N12 e N13 foi aplicado tala por 14 dias após a retirada do fixador.

Os animais tiveram apoio precoce do membro operado apresentando claudicação leve à moderada nas primeiras semanas, evoluindo positivamente nas semanas subsequentes. Os caninos N2 e N10 apresentaram claudicação aguda com aproximadamente 15 dias de pós-operatório, associados a trauma. Houve recuperação espontânea após poucos dias.

5.5 Avaliação Radiográfica

Os intervalos de 30, 60 e 90 dias de pós-operatório não foram rigorosamente respeitados, em virtude da dependência de disponibilidade dos proprietários em retornar ao HCV-UFRGS nas datas estabelecidas para a realização dos exames radiográficos de controle pós-cirúrgico. Sendo assim, as radiografias foram efetuadas no dia mais próximo possível dos intervalos pré-definidos.

A avaliação das radiografias durante a permanência do FEEH ficou prejudicada pela radiopacidade do conjunto anel, porcas e parafusos, que por vezes impedia a visualização adequada do foco da fratura, e assim, a definição da evolução do processo de consolidação óssea e de possíveis complicações.

A metodologia utilizada mostrou ser efetiva para o acompanhamento da atividade no foco da fratura até atingir consolidação óssea (Figura 4).

Figura 4: Imagem radiográfica pré-operatória em duas projeções ortogonais (A e B). Radiografia do pós-operatório imediato (C e D), 46 dias pós-operatório, quando foi removido FEEH (E e F), 90 dias pós-operatório (G e H).



5.6 Complicações

A complicação pós-cirúrgica mais observada foi a presença de trato de drenagem, em especial na interface pino-pele mais proximal, em cinco dos 13 animais (Tabela 1). Em todos os animais essa complicação foi resolvida com a intensificação das trocas de curativo.

O paciente N5 não compareceu às revisões semanais, retornando ao HCV-UFRGS apenas para a realização do raio-x controle no 37º dia de pós-operatório. Nesse caso, a redução dos fragmentos ósseos não havia sido satisfatória, entretanto, como houve a perda de contato com o proprietário, não foi possível a reintervenção cirúrgica no pós-operatório imediato. A fratura já estava consolidada aos 37 dias e a tíbia apresentava desvio valgo (Figura 5). O proprietário não autorizou a realização da osteotomia corretiva.

Quatro cães tiveram má-união, sendo dois com desvio valgo (N5 e N13), um *recurvatum* (N10) e um tanto com *recurvatum* quanto valgo (N11) (Tabela 1). Apesar disso, os animais apresentavam uso adequado e funcional do membro.

Figura 5: Imagem radiográfica do canino N5 apresentando consolidação óssea com desvio valgo.



Dois animais apresentaram quebra de um fio de Kirschner olivado. No paciente N9 essa complicação foi identificada na radiografia controle aos 60 dias e, no N10, aos 30 dias. Em virtude da boa evolução da consolidação e da aparente estabilidade do fixador, foi optado por não realizar qualquer intervenção clínica ou cirúrgica.

No FEEH do paciente N2, aos 21 dias de pós-operatório, foi observado desgaste da base rosca na extremidade da barra gerando pequena folga entre a barra e o anel que,

mesmo com aperto máximo da porca, não mantinha o sistema completamente rígido. No canino N9, aos 30 dias, foi identificado arqueamento na porção com rosca da barra, causando leve inclinação do anel em relação à articulação adjacente. Em ambos os pacientes, já era possível observar calo ósseo em formação e estabilidade no foco de fratura, não sendo efetuada nenhuma intervenção ou troca de componentes metálicos do FEEH.

O canino N10 retornou ao hospital no 127º dia de pós-operatório, 35 dias após a revisão agendada, com o FEEH bastante instável, no qual era possível observar a falta da porca e arruela que prendem a barra circular ao anel. Ao exame radiográfico foi observada consolidação óssea com desvio *recurvatum* (Figura 6) e deambulação sem prejuízo funcional. Foi então removido o FEEH.

Figura 6: Imagem radiográfica do pós-operatório imediato do canino N10 (A), 30 dias de pós-operatório (B), 60 dias de pós-operatório (C) e aos 117 dias de pós-operatório, quando foi removido FFFH (D).

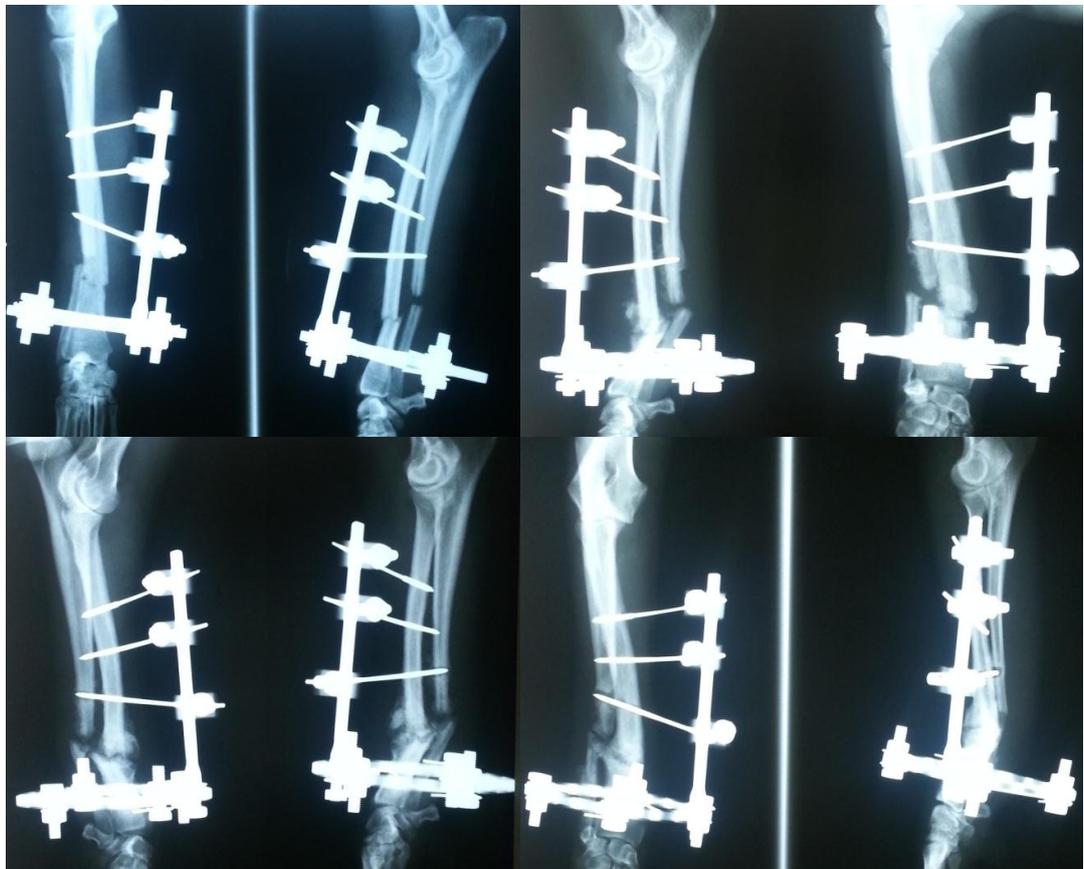


Tabela 1: Perfil dos cães utilizados neste estudo, idade, sexo, raça, peso, a classificação das fraturas, o tempo transcorrido entre o trauma e a cirurgia, o tratamento, aberto ou fechado, componentes, dinamização, remoção do fixador e principais complicações.

Animais	Idade	Sexo	Raça	Peso (Kg)	Classificação da fratura	Fratura (dias)	Tratamento	Dinamização (dias)	Retirada fixador (dias)	Complicações
01	6a	F	SRD	26,1	Terço distal de tibia E, múltipla, fechada	6	Fechado, olivado, anel completo	-	46	Reação periosteal face medial
02	4a	F	Pointer	20,2	Terço médio e distal de tibia E, múltipla, espiral, com fissuras ósseas, fechada	4	Fechado, olivado, anel completo	-	61	Inflamação aos 15 dias
03	8a	F	Pinscher	3,2	Terço distal de tibia D, transversa, fechada	9	Aberto, olivado, anel completo	-	104	-
04	6m	F	SRD	5,4	Terço proximal de tibia E, transversa, fechada	4	Fechado, liso, anel 5/8	-	31	TD fios e pino proximal
05	6m	M	SRD	6,3	Terço proximal de tibia D, transversa, fechada	6	Aberto, liso, anel 5/8	-	37	Desvio valgo
06	9m	F	SRD	3,3	Terço distal de rádio D, transversa, fechada	1	Aberto, liso, anel completo	-	28	-
07	8m	M	SRD	4,3	Terço distal de rádio E, transversa, fechada	24	Aberto, liso, anel completo	-	57	-
08	3a	F	SRD	8,2	Terço distal de rádio E, transversa, aberta	Desc	Aberto, liso, anel completo	90	127	-
09	4a	F	SRD	24,5	Terço distal de rádio D, cominuta, fechada	7	Fechado, olivado, anel completo	-	83	QF, TD fios e pinos, reação periosteal face medial.
10	3a	M	SRD	11,2	Terço distal de rádio D, transversa, fechada	15	Aberto, liso, anel completo	-	117	QF, colapso fratura aos 15 dias, desvio recurvatum
11	3a	F	Pinscher	2,1	Terço distal de rádio E, transversa, fechada	6	Aberto, liso, anel completo	-	51	Desvio valgo e recurvatum leves
12	8m	F	Pinscher	1,9	Terço distal de rádio E, transversa, fechada	10	Aberto, liso, anel completo	-	50	-
13	1a	F	SRD	1,6	Terço distal de rádio E, transversa, fechada	37	Aberto, liso, anel completo	60 dias	104	TD pino proximal, desvio valgo leve

a= anos; D= direita; Desc= desconhecido E= esquerda; F=fêmea; m= meses; M= macho; QF= quebra de fio; SRD= sem raça definida; TD= trato de drenagem

Tabela 2: Resultados das avaliações radiográficas nos tempos pós-operatório imediato, 30, 60, 90 dias e após.

Animais	Pós-operatório imediato	30 dias pós-operatório	60 dias pós-operatório	90 dias pós-operatório	Observações
01	Fratura mal coaptada, mantendo alinhamento	Calo ósseo em formação, reação periosteal face medial na inserção dos pinos	Remodelamento ósseo em andamento	Remodelamento ósseo em andamento.	
02	Fratura levemente deslocada mantendo alinhamento	Calo ósseo em formação, osteólise ao redor dos pinos proximais	Fratura consolidada, osteólise acentuada nos pinos proximais e fios	Início remodelamento ósseo. Sem sinais de DAD	
03	Fratura bem coaptada mantendo alinhamento ósseo	Calo ósseo em formação, osteólise ao redor dos pinos proximais.	Calo ósseo em formação, osteólise ao redor dos pinos proximais	Calo ósseo bem formado, osteólise ao redor dos pinos proximais	Fratura consolidada, 104 dias pós-operatórios
04	Fratura parcialmente coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Fratura consolidada	Não compareceu	Processo adiantado de remodelamento ósseo	
05	Fratura mal coaptada, desvio valgo	Fratura consolidada, desvio valgo	Remodelamento ósseo em andamento	Adiantado remodelamento ósseo	
06	Fratura bem coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Calo ósseo bem formado	Remodelamento ósseo em andamento	Adiantado remodelamento ósseo	
07	Fratura parcialmente coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Calo ósseo em formação, osteólise nos bordos da fratura	Fratura consolidada	Adiantado remodelamento ósseo	
08	Fratura bem coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Sem atividade proliferativa no foco da fratura	Calo ósseo em formação, osteólise ao redor dos pinos proximais	Calo ósseo em formação, osteólise acentuada ao redor dos pinos proximais	Fratura consolidada, 127 dias pós-operatório
09	Fratura bem coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Reação periosteal face medial, osteólise dos pinos proximais	Calo ósseo em formação, osteólise acentuada ao redor dos pinos, quebra de 1 fio	Fratura consolidada, intensa reabsorção ao redor dos pinos e fios	
10	Fratura bem coaptada, leve desvio valgo	Colapso da fratura com desvio recurvatum. Calo ósseo em formação, quebra de 1 fio	Calo ósseo em formação, desvio recurvatum	Não compareceu	Fratura consolidada com desvio recurvatum, 117 dias pós-operatório
11	Fratura bem coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Calo ósseo bem formado, osteólise ao redor pino proximal	Fratura consolidada com leve desvio recurvatum e valgo	Não compareceu	
12	Fratura bem coaptada, mantendo alinhamento ósseo	Calo ósseo bem formado	Fratura consolidada, osteólise pino proximal	Início remodelamento ósseo	
13	Fratura bem coaptada, leve desvio valgo	Calo ósseo em formação, leve desvio valgo	Calo ósseo em formação, osteólise ao redor do pino proximal	Fratura consolidada com leve desvio valgo	Fratura consolidada, 104 dias pós-operatórios

6 DISCUSSÃO

A utilização de animais da rotina clínico-cirúrgica hospitalar é uma prática constante em estudos. Ela permite a otimização desses pacientes que já apresentam alguma enfermidade e necessitam de tratamento, bem como a não utilização de outros animais comumente utilizados em experimentação (camundongos, ratos, coelhos, suínos, entre outros). Durante a fase de execução desse estudo foram atendidos 13 cães, sendo cinco com fratura de tíbia e oito com fratura de rádio, com indicação de uso de FEEH, que se enquadravam no perfil estabelecido na elaboração desse estudo. A amostra foi satisfatória tendo em vista os objetivos deste estudo, embora Piras *et al.* (2011) tenham avaliado um número superior de animais (20) com fratura distal de rádio e ulna em um estudo retrospectivo. Gonzalez (2013), em estudo similar, avaliou a fixação esquelética circular em 16 animais, com fratura de tíbia ou rádio e também considerou uma amostra satisfatória e capaz de gerar resultados confiáveis.

As fraturas diafisárias de rádio e ulna em cães são frequentes dentro dos quadros mórbidos ortopédicos em Medicina Veterinária, e seu tratamento merece atenção especial e cautelosa na escolha da técnica, visto os muitos quadros de insucesso observados (FERRIGNO *et al.*, 2008). Independentemente da causa, as fraturas resultam em dois ou mais fragmentos e, por vezes, resultando em fraturas justarticulares, articulares, fisárias e metafisárias restringindo os métodos de fixação dessas fraturas, como, por exemplo, utilização de placa, considerado tratamento de eleição para fraturas de rádio e tíbia segundo princípios AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/ Association of the Study of Internal Fixation) que preconiza a inclusão de seis corticais acima e abaixo do foco da fratura (CLARKE e CARMICHAEL, 2006). O uso de fixadores externos transarticulares pode ser uma opção, porém os FEE circulares e híbridos possuem vantagens neste tipo de situação e vem sendo utilizados como métodos de tratamento desse tipo de fratura, com bons resultados clínicos (CLARKE e CARMICHAEL, 2006; PHELPS *et al.*, 2010).

Muitas opções de tratamento para fraturas distais de rádio se provaram efetivas. No entanto, a fixação esquelética externa transarticular clássica pode causar sérios problemas de contratura e doença articular degenerativa (GRALA e ZIELINSKI, 2008; HAGIWARA *et al.*, 2009). As complicações articulares vão desde leve redução na amplitude de movimento sem efeitos deletérios em curto prazo (ALIEVI *et al.*, 2004),

podendo recuperar movimentação fisiológica após remobilização (MILLIS, 2004), a degeneração articular grave e irreversível (HAAPALA, 2000; GRALA e ZIELINSKI, 2008). Os autores acreditam ainda que o grau de lesão articular está diretamente associado ao grau de rigidez e tempo de permanência da fixação transarticular. Existe consenso na literatura no que se refere a evitar, sempre que possível, a imobilização articular por tempo prolongado. Nesse contexto, o FEEH apresenta-se como boa opção de tratamento, permitindo a movimentação fisiológica da articulação pelo período necessário até consolidação óssea (CROSS *et al.*, 2004; HOLLY *et al.*, 2010), respeitando articulações que atingem ângulo menor do que 90° em flexão, por meio de semi-anel. Durante o período de avaliação estabelecido nesse trabalho, nenhum animal apresentou sinais de doença articular degenerativa, o que era esperado pelo fato do FEEH ter mantido a movimentação articular e, portanto, evitando os efeitos danosos da imobilização articular, mesmo que temporária.

Apesar de Johnson (2008) não ter obtido diferença significativa entre FEEL e FEEH em fraturas de rádio e tíbia, em algumas fraturas o fragmento curto não permite a inserção de dois pinos paralelos para confecção de fixador linear, sendo necessário a utilização de FEEH ou circular, a fim de evitar a imobilização transarticular. A montagem híbrida, composta por um componente circular e um componente linear fixado ao anel circular por meio de uma barra roscada, permite estabilizar uma fratura metafisária sem a necessidade de imobilizar a articulação adjacente ao fragmento curto (FARESE *et al.*, 2002; YANG *et al.*, 2003). No presente trabalho essa característica foi verificada em muitos animais que apresentavam fragmentos pequenos e que não permitiriam a inserção de dois ou mais pinos para a confecção de um fixador linear.

Coomer *et al.* (2010) afirmaram que o uso de FEEH na estabilização de fraturas em cães e gatos apresenta resultados de bom a excelente em relação ao uso do membro durante o período de consolidação da fratura, fato confirmado nos animais deste experimento com exceção de dois, que apresentaram episódios de claudicação transitória durante a permanência do FEEH, mas devido a eventos traumáticos e não a complicações do método de osteossíntese.

Fixador híbrido composto por um anel e uma barra unilateral é uma configuração muito flexível. O reforço do aparelho híbrido com uma barra diagonal elimina a deformação associada a utilização de uma única barra (HUDSON *et al.*,

2012). Um dos desvios *recurvatum* encontrados neste trabalho provavelmente ocorreu por trauma com conseqüente colapso da fratura. Acredita-se que esse colapso poderia ter sido evitado com a adição de uma segunda barra a montagem do fixador, pois ela conferiria maior resistência ao envergamento e aumentaria a estabilidade global do aparelho (BRONSON *et al.*, 2002; YANG *et al.*, 2003; CLARKE e CARMICHAEL, 2006; HUDSON *et al.*, 2012).

Como o fixador linear é mais utilizado e o domínio da técnica mais difundido, a utilização de um componente linear na montagem híbrida pode facilitar seu uso por parte do cirurgião, adquirindo confiança para utilizar fixadores mais complexos quando necessário. Além disso, a estabilização de fragmentos curtos periarticulares é possível com um FEEC, bem como com um FEEH. O FEEC possui a vantagem de ser um aparelho extremamente versátil, visto que pode ser montado em diferentes configurações, adaptando-se a diferentes tipos de fratura (BILGILI, 2004), sendo uma importante ferramenta em casos de fraturas distais (YANG *et al.*, 2003; CLARKE e CARMICHAEL, 2006; KUMAR *et al.*, 2007; PHELPS *et al.*, 2010). Já o FEEH tem sua montagem mais simples e mais leve do que o FEEC e confere características biomecânicas similares, o que pode ser um fator importante principalmente em cães de menor peso corporal.

A micromovimentação típica nos fixadores externos favorece a consolidação da fratura (KENWRIGHT *et al.*, 1991; PHELPS *et al.*, 2010), sendo que a micromovimentação axial que ocorre pode gerar aumento da deformação no foco da fratura e ser determinante para a consolidação óssea (CLARKE e CARMICHAEL, 2006). Baseado em Radasch (1999) e Nolte *et al.* (2005) sabe-se que o excesso de proteção que os implantes extremamente rígidos exercem sobre o osso pode resultar em perda óssea, retardo na mineralização, portanto, é importante a partilha de cargas entre o sistema de fixação por estimular a consolidação óssea, fato aparentemente obtido no presente trabalho, já que a consolidação óssea ocorreu de maneira satisfatória mesmo em cães com menos de 6kg, que frequentemente cursam com complicações em seu tratamento (FERRIGNO *et al.*, 2008; McCARTNEY, 2012).

A dinamização do FEEH realizada em dois cães deste estudo objetivou o aumento da micromovimentação no foco da fratura e, portanto, estimular a consolidação óssea como sugerido por Coomer *et al.* (2010) e Phelps *et al.* (2010). Esse fato foi

obtido nos animais, já que em ambos houve adequada consolidação após a dinamização. Além disso, ela pode ser realizada quando existe trato de drenagem que não responde adequadamente ao tratamento.

As porcas que ligavam a haste ao anel foram fixadas de forma a causar compressão axial estática no foco da fratura, como sugerido por Clarke e Carmichael (2006), visando estimular a consolidação óssea, fato aparentemente obtido, pois ela ocorreu em todos os pacientes e em um tempo considerado adequado.

Apesar de Yang *et al.* (2003) afirmarem que a montagem ideal do fixador depende, em grande parte, do seu alinhamento paralelo à articulação adjacente e da angulação dos fios de Kirschner, o que garantiria a adequada distribuição das forças sobre o fixador, mesmo no animal (N6) onde isso não foi possível devido a inserção levemente inclinada dos fios foi observado adequada consolidação óssea. A decisão de não reinsserir os fios foi motivada pelo pequeno tamanho do fragmento ósseo e o alto risco de sua fragilização em virtude de uma nova perfuração. Ainda sim, recomenda-se atenção especial nessa etapa da montagem, pois poderá haver prejuízos na estabilidade do fixador e no processo de consolidação óssea.

As fraturas podem cursar com elevadas taxas de complicações com má-união e não-união, o que é atribuído normalmente ao tratamento impreciso (DEANGELIS *et al.*, 1973; DENNY, 1990). As fraturas distais de rádio e ulna possuem alta taxa de complicações o que tem sido atribuído a características inerentes como o pouco recobrimento de tecido muscular, canal medular pequeno e pouca vascularização (DEANGELIS *et al.*, 1973; DENNY, 1990; FERRIGNO *et al.*, 2008). Apesar disso, no presente trabalho todas as fraturas cursaram com consolidação óssea, inclusive as de rádio em cães pequenos, o que demonstra que o FEEH preserva o ambiente da fratura e oportuniza adequada resposta biológica e, portanto, consolidação óssea.

No animal (N5) onde foi observado má-união com desvio valgo da tíbia, além da inadequada redução da fratura mesmo com o acesso aberto, houve a perda de contato com o proprietário durante os primeiros 30 dias de pós-operatório, o que acabou inviabilizando a reintervenção em tempo oportuno para evitar a ocorrência do desvio. Mesmo com o desvio, e por se tratar de animal jovem, quando da primeira reavaliação já havia completa consolidação óssea e como o animal deambulava adequadamente, o seu proprietário optou por não realizar a reintervenção corretiva. Esse problema poderia

ter sido evitado se o animal tivesse permanecido internado ou se o proprietário tivesse realizado os retornos programados, já que a falha técnica teria sido identificada precocemente.

A inserção divergente dos fios de Kirschner presos ao anel é considerado essencial para minimizar a translação dos fragmentos ósseos e otimizar a contraoposição à força de flexão do sistema (PHELPS *et al.*, 2010). Segundo Lewis *et al.* (2001), o ângulo de divergência de 30, 60 e 90°, tem diferença apenas nominal e conferem a mesma estabilidade.

Nos casos em que a divergência dos fios é considerada subótima para estabilização do fragmento, a utilização de fios olivados pode melhorar a estabilidade da construção e prevenir deslocamento ou translocação do fragmento (CLARKE e CARMICHAEL, 2006). A utilização de fios olivados permite maior compressão interfragmentaria com mínimo trauma cirúrgico. A montagem do híbrido permite maior compressão axial que linear favorecendo a consolidação óssea (WOSAR *et al.*, 2002). Neste estudo, optou-se por utilizar fios olivados em apenas quatro dos 13 animais.

A formação de trato de drenagem é uma complicação comumente encontrada na utilização de FEEH ou FEEC (FARESE *et al.*, 2002; ANDERSON *et al.*, 2003; KIKBY, 2008) sendo a construção híbrida associada a menor morbidade do que o circular (FARESE *et al.*, 2002; KIKBY, 2008). Apesar disso, no presente trabalho foram observados tratos de drenagem ao redor dos fios e pinos em cinco animais, principalmente na interface pino/pele mais proximal, o que já era esperado pois segundo Lewis (1999) e Anderson *et al.* (2003) é justamente nessa região que existe maior cobertura muscular e, portanto, maior atrito entre o pino e os tecidos moles. Apesar de esperado, essa complicação deve ser adequadamente manejada para evitar o agravamento do quadro, sendo as trocas frequentes dos curativos um dos tratamentos indicados por Phelps *et al.* (2010).

Injúrias vasculares e hemorragias após a retirada de implantes são complicações raras no uso de FEE (DAVIDSON, 1997) e, quando ocorrem, são devidas a aderências na parede vascular criando um falso aneurisma que pode romper a qualquer momento (CLARKE e CARMICHAEL, 2006). Isso não foi observado em nenhum animal deste estudo, pois a inserção dos fios respeitou os locais anatômicos seguros.

Coomer *et al.* (2010) e Phelps *et al.* (2010) recomendaram a pré-perfuração óssea para inserção dos pinos, a fim de evitar ou minimizar as fissuras já existentes. Não utilizamos esta técnica e não observamos intercorrências, ao que atribuímos à utilização de fios e pinos de diâmetro adequado, não excedendo 30% do diâmetro do osso, e a sua inserção com furadeira pneumática com mínima oscilação.

A osteossíntese biológica tem sido amplamente discutida nos últimos anos. Os seus princípios são a mínima manipulação dos fragmentos ósseos, a preservação do invólucro de tecidos e a manutenção do suprimento vascular. Normalmente o tempo cirúrgico deste tipo de procedimento é menor e a taxa de infecção também (HULSE *et al.*, 1997). Fixadores circulares, lineares e híbridos podem ser aplicados com redução fechada da fratura, reduzindo o trauma cirúrgico e obtendo melhores resultados (PHELPS *et al.*, 2010). Nos cães em que foi realizada redução fechada do foco da fratura, não se observam resultados superiores aos demais, fato atribuído à grande diversidade dos animais da amostra estudada.

7 CONCLUSÕES

O uso clínico do fixador esquelético externo híbrido, com anel inteiro ou semianel e uma barra, foi considerado eficiente, tendo em vista a reduzida manifestação de complicações na maioria dos animais estudados.

Houve consolidação óssea e recuperação funcional do membro.

REFERÊNCIAS

- ALIEVI, M.M. *et al.* Goniometria da articulação tíbio-tarsal após a imobilização temporária pelo fixador esquelético externo em cães. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 425-428, 2004.
- ANDERSON, G.M. *et al.* Circular external skeletal fixation stabilization of antebrachial and crural fractures in 25 dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 39 p. 479–498, 2003.
- BILGILI, H. Circular external fixation system of Ilizarov: Part V. fracture treatment by the Ilizarov technique. **Veteriner Cerrahi Dergisi**, v. 10, n. 1-2, p. 75-89, 2004.
- BOONE, E.G. *et al.* Distal tibial fractures in dogs and cats. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 188, n. 1, p. 36-40, 1986.
- BRONSON, D.G., SAMCHUKOV, M.L., BIRCH, J.G. Stabilisation of a short juxta-articular bone segment with a circular external fixator. **Journal of Orthopaedic**, v. 11, p. 143-149, 2002.
- CAJA, V.L. *et al.* Comparison of the mechanical performance of three types of external fixators: linear, circular and hybrid. **Clinical Biomechanics**, v. 10, n. 8, p. 401-406, 1995.
- CLARKE, S.P., CARMICHAEL, S. Treatment of distal diaphyseal fractures using hybrid external skeletal fixation in three dogs. **Journal of Small Animal Practice**, v. 47, p. 98–103, 2006.
- COOMER, A.R. *et al.* Stabilization of Juxta-Physeal Distal Tibial and Fibular Fractures in a Juvenile Tiger Using a Hybrid Circular–Linear External Fixator. **Veterinary Surgery**, v. 41, p. 248–253, 2012.
- CROSS, A.R. *et al.* Effect of various distal ring-blocks configuration on the biomechanical properties of circular fixators for use in dog and cats. **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, p. 393-398, 2004.
- DEANGELIS, M.P., OLDS, R.B., STOLL, S. G. Repair of fractures os the radius and ulna in small dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 19, p. 436-441, 1973.
- DeCAMP, C.E. Coaptação/Imobilização externa. In: SLATTER, D. Manual de cirurgia de pequenos animais. 2. ed. São Paulo. Manole, v. 2, cap. 124, p. 1967-1984, 1998.
- DENNY, H.R. Pectoral limb fractures. In: Canine Orthopedics. 2° ed. Lea and Febiger, Philadelphia. 1990.
- EGGER, E. L. Fraturas do rádio e ulna. In: SLATTER, D. Manual de cirurgia de pequenos animais. São Paulo: Manole. v. 2, cap. 132, p. 2057-2079, 1998.
- ERONEN, I. *et al.* Glycosaminoglycan metabolism in experimental osteoarthritis caused by immobilization. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v. 49, p. 329-334, 1978.

FARESE, J.P. *et al.* Use of IMEXSK-circular external fixator hybrid constructs for fracture stabilization in dogs and cats. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 38, p. 279–289, 2002.

FERRIGNO, C.R. *et al.* Estudo crítico do tratamento de 196 casos de fratura diafisárias de rádio e ulna em cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 8, 2008.

FOSSUM, T.W. Preparação do paciente para cirurgia. In: FOSSUM, T.W. Cirurgia de pequenos animais. São Paulo: Roca, cap.6, p.26-30. 2002.

GALVÃO, M.R. *et al.* Aspectos clínicos e morfofisiológicos do joelho de ratos após imobilização prolongada e remobilização. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 495-505, 2006.

GONZALEZ, P.C.S. Fixador esquelético externo circular para o tratamento de fraturas rádio e tibia em cães. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

GRALA P., ZIELINSKI, W. Hybrid external fixation for neglected fractures of the distal radius: results after one year. **Journal of Orthopaedic and Traumatology**, v. 9, p. 195–200, 2008.

HAAPALA, J. *et al.* Incomplete restoration of immobilization induced softening of young beagle knee articular cartilage after 50-week remobilization. **International Journal Sports Medicine**, v. 21, p. 76-81, 2000.

HAGIWARA, Y. *et al.* Changes of Articular Cartilage after Immobilization in a Rat Knee Contracture Model. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 1, p. 236-243, 2009.

HARASEN, G. Common long bone fracture in small animal practice - Part 2. **Canadian Veterinary Journal**, v. 44, n. 6, p. 503-504, 2003.

HOLLY, A.P. *et al.* Use of a Linear-Circular Hybrid External Skeletal Fixator for Stabilization of a Juxta-Physeal Proximal Radial Fracture in a Deer (*Odocoileus virginianus*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 41, n. 4, p. 688-696, 2010.

HUDSON, C.C. *et al.* Axial stiffness and ring deformation of complete and incomplete single ring circular external skeletal fixator constructs. **American Journal Veterinary Research**, v. 73, n. 12, 2012.

HULSE, D., HYMAN, B. Biologia e biomecânica das fraturas. In: SLATTER, D. Manual de cirurgia de pequenos animais. São Paulo: Manole, v. 2, cap. 120, p. 1893-1984, 1998.

JOHNSON, A.L., SCHAEFFER, D.J. Evolution of the treatment of canine radial and tibial fractures with external fixators. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 3, p. 256-261, 2008.

KIRKBY, K.A. *et al.* Management of humeral and femoral fractures in dogs and cats with linear-circular hybrid external skeletal fixators. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 44, p. 180–197, 2008.

KUMAR, P. *et al.* Treatment of grade IIIB opens tibial fracture by ilizarov hybrid external fixator. **Kathmandu University Medical Journal**, v. 5, n. 2, p. 177-180, 2007.

LeROUX, M.A. *et al.* Altered mechanics and histomorphometry of canine tibial cartilage following joint immobilization. **Journal of the Osteoarthritis Society International**, v. 9, p. 633-640, 2001.

LEWIS, D.D. *et al.* Biomechanics of circular external skeletal fixation. **Veterinary Surgery**, v. 27, p. 454-464, 1998.

LEWIS, D.D. *et al.* Initial clinical experience with the IMEX circular external skeletal fixation system. Part II: use in fractures and arthrodesis. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 12, p. 108–117, 1999.

McCARTNEY, W., KISS, K., ROBERTSON, I. Treatment of distal radial/ulnar fractures in 17 toy breed dogs Downloaded from veterinaryrecord.bmj.com on May 30 2012 - Published by group.bmj.com. 2012.

MILLIS, D.L. *et al.* Range-of-motion and stretching exercises. In: MILLIS, D.L. *et al.* Canine rehabilitation & physical therapy. Philadelphia: Saunders, Cap. 13, p. 228-243, 2004.

MUIR, P. Distal antebrachial fractures in toy-breed dogs. **Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v. 19, n. 6, p. 137-145, 1997.

NEWTON, C.D., NUNAMAKER, D.M. Textbook of small animal orthopaedics. Philadelphia: Lippincot, 1985. 1140 p.

NOLTE, D.M., FUSCO, J.V., PETERSON, M.E. Incidence of and predisposing factors for nonunion of fractures involving the appendicular skeleton in cats: 18 cases (1998–2002). **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 226, n.1, 2005.

PHELPS, H.A. *et al.* Use of a Linear-Circular Hybrid External Skeletal Fixator for Stabilization of a Juxta-Physeal Proximal Radial Fracture in a Deer (*Odocoileus virginianus*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 41, n. 4, p. 688-696, 2010.

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

RADASCH, R.M. Biomechanics of bone and fractures. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 29, n. 5, p. 1045-1082, 1999.

REEMS, M.R., BEALE, B.S., HULSE, D.A. Use of a plate-rod construct and principles of biological osteosynthesis for repair of diaphyseal fractures in dogs and cats: 47 cases (1994–2001). **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 223, p. 330–335, 2003.

SINIBALDI, K.R., BOUDREAU, R.J. Principles of long bone fracture management. **Seminars in Veterinary Medicine and Surgery (Small Animal)**, v. 7, n. 3, p. 44-62, 1992.

STERNICK, M.B. A história da fixação externa. In: ANDRADE, M. A. P; SILVA, W. N. Clínica ortopédica da SBOT. Avanços em alongamento e reconstrução óssea. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 98-103, 2010.

TEIXEIRA, M.W. *et al.* Osteossíntese distal de tibia por transfixação tíbio-tarsal em pequenos animais. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 183-188, 1999.

UTHGENANNT, B.A. *et al.* Skeletal Self-Repair: Stress Fracture Healing by Rapid Formation and Densification of Woven Bone. **Journal of Bone Mineral Research**, p. 1548–1556, 2007.

WITSBERGER, D.A. *et al.* Minimally invasive application of a radial plate following placement of an ulnar rod in treating antebrachial fractures. **Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology**, v. 6, p. 459-467, 2010.

WOSAR, M.A. *et al.* Influence of bolt tightening torque, wire size, and component reuse on wire fixation in circular external fixation. **Veterinary Surgery**, v. 31, p. 571-576, 2002.

YANG, L. NAYAGAM, S. SALEH, M. Stiffness characteristics and inter-fragmentary displacements with different hybrid external fixators. **Clinical Biomechanics**, v. 18, p. 166-172, 2003.

ANEXO A



U F R G S

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA

Comissão De Ética No Uso De Animais



CARTA DE APROVAÇÃO

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

Número: 24918

Título: Utilização do fixador esquelético externo híbrido para o tratamento de fraturas metafisárias em cães e gatos

Pesquisadores:

Equipe UFRGS:

MARCELO MELLER ALIEVI - coordenador desde 01/03/2013
Simone Scherer - Aluno de Doutorado desde 01/03/2013
ALINE SILVA GOUVEA - Aluno de Doutorado desde 01/03/2013
PAULA CRISTINA SIECZKOWSKI GONZALEZ - Aluno de Doutorado desde 01/03/2013
Verônica Santos Mombach - Aluno de Mestrado desde 01/03/2013
ALESSANDRA VENTURA DA SILVA - Aluno de Mestrado desde 01/03/2013
Kauê Danilo Helene Lemos dos Reis - Aluno de Mestrado desde 01/03/2013

Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo , em reunião realizada em 13/05/2013 - Sala do 2º andar - Prédio da Reitoria - Campus Centro - UFRGS, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 20 cães e gatos, de acordo com as Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008 que disciplina a criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa.

Porto Alegre, Sexta-Feira, 5 de Julho de 2013

STELA MARIS KUZE RATES
Coordenador da comissão de ética