

RESULTADOS CLÍNICOS E RADIOGRÁFICOS DA REDUÇÃO DE FRATURAS POR HASTE BLOQUEADA EM 67 CÃES

(Clinical and radiographic results of interlocking nail in fracture reduction of 67 cases small animals)

Marcella Dall Agnol Leite¹<https://orcid.org/0000-0001-8930-6791>, Francisco Cláudio Dantas Mota², Aracelle Elisane Alves², Geison Morel Nogueira², Matheus Matioli Mantovani², Matheus Franco da Veiga Teixeira²

¹Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp/FCAV), Jabotibacal, SP, Brasil; ² Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

*Corresponding author: mdallagnol.91@gmail.com

Editora: Julia Arantes Galvão

RESUMO - O tratamento de fraturas em cães, representam grande parte da casuística de atendimentos da clínica cirúrgica de pequenos animais. O implante haste intramedular bloqueada é uma opção utilizado na redução de fraturas, antagonizando às forças de flexão, torção e compressão axial. O presente trabalho tem como objetivo avaliar o tempo de consolidação óssea, a formação de calo ósseo e as possíveis complicações com o uso de hastes bloqueadas na redução de fraturas. Foram selecionados 67 casos em que as HIB foram utilizadas para redução de fraturas de cães, estes foram avaliados clínica e radiograficamente quanto ao tempo e tipo de consolidação, tempo de apoio após a cirurgia, complicações e função do membro. Os dados obtidos foram apresentados sob a forma de estatística descritiva. Foi possível concluir que a HIB é um implante intramedular que permite retorno precoce à função pois oferece suporte à carga colocada sobre o osso durante a deambulação, permitindo assim a micromovimentação do foco de fratura, levando a consolidação secundária.

Palavras chave: canino; intramedular; osteossíntese.

ABSTRACT - Fractures in dogs are one of the great causes of care in small animal surgical clinic. The Interlocking Nail (IN) is a widely used implant, they resist flexion, torsion and axial compression forces. The present study aims to evaluate the time of consolidation, formation of bone callus, and possible complications with the use of IN to reduce fractures. 67 cases were selected in which IN were used to reduce fractures of dogs, which were evaluated clinically e radiographically regarding the time and type of consolidation, early deambulation, complications and limb function. The data obtained was presented in the form of descriptive statistics. It was possible to conclude that IN is an intramedullary implant that allows early return to function as it supports the load placed in the bone during walking, thus allowing the micromovement of the fracture focus, leading to secondary consolidation.

Keywords: canine; intramedullary; osteosynthesis.

INTRODUÇÃO

As fraturas são grande parte da casuística de atendimentos na clínica cirúrgica de pequenos animais, é um campo em constante crescimento e que permite usar as bases da ortopedia humana (Patil et al., 2008).

Recebido em 30/11/2020
Aprovado em 16/08/2021



Atualmente as intervenções cirúrgicas para tratamento de fraturas tem se tornado a opção mais viável. Uma vez que a fratura ocorre, o osso perde sua função primária, que é a capacidade de transferência de cargas (Kyle, 1985), os métodos de estabilização permitem que as forças que agem sobre os ossos durante a deambulação passem pelo foco da fratura enquanto o processo de regeneração ocorre, promovendo retorno precoce à função, para isso, durante a intervenção cirúrgica preconiza-se a aposição anatômica dos fragmentos ósseos, fixação estável, manutenção do fluxo sanguíneo e preservação dos tecidos moles adjacentes ao foco da fratura (Eveleigh, 1995; DeCamp et al., 2016).

O uso de hastes intramedulares bloqueadas (HIB) é uma ótima alternativa para redução de fraturas em ossos longos, como úmero, tibia e fêmur, seu uso vem crescendo muito no meio veterinário, este tipo de implante é capaz de resistir às forças de flexão, em decorrência de ocupar grande parte do canal medular, mantendo a aposição óssea e antagonizarem as forças de torção e compressão axial por apresentarem parafusos de bloqueio transcortical (Eveleigh, 1995; Piórek et al., 2012; Jhonson, 2014). A HIB é introduzida no canal medular, e fixada com auxílio de quatro parafusos, sendo dois proximais e dois distais. É uma das opções para redução de fraturas cominutivas (baixo strain), pois permite a micromovimentação benéfica do foco, sem que haja contato e compressão entre os fragmentos ósseos, dessa forma não há compartilhamento de forças entre o implante e o osso, sendo que toda a carga será suportada sobre o implante, permitindo retorno precoce à função e apresentando mínimo trauma aos tecidos adjacentes, principalmente pela possibilidade de ser usada de maneira minimamente invasiva (Déjardin et al., 2020; Eveleigh, 1995; Wu; Shih, 1992).

Objetivou-se com este estudo avaliar o tempo e o tipo de consolidação óssea, recuperação clínica e possíveis complicações com o uso de hastes bloqueadas na redução de fraturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo utilizou pacientes da espécie canina atendidos no setor de clínica cirúrgica do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia (HV - UFU), onde foram selecionados 67 cães com fraturas fechadas, simples ou múltiplas na diáfise dos ossos fêmur, tibia e úmero elegíveis para realização de osteossíntese com HIB. Todos os animais relatados foram acompanhados por um período de até 90 dias de pós-operatório.

Como padronização, após o exame ortopédico, os animais traumatizados foram submetidos a radiografias do membro afetado para a classificação das fraturas e do membro contralateral para o planejamento cirúrgico. Ambos nas projeções médio-lateral (ML) e crânio-caudal (CrCd).

Para o planejamento cirúrgico utilizou-se o software do programa AGFA CR X10, onde era mensurado a largura do canal medular, tendo como referência a porção mais estreita do osso e as extremidades proximal e distal, ambas na projeção CrCa (Figura 1A). Pela projeção ML media-se o comprimento da extremidade proximal até o início da metáfise distal (Figura 1B).

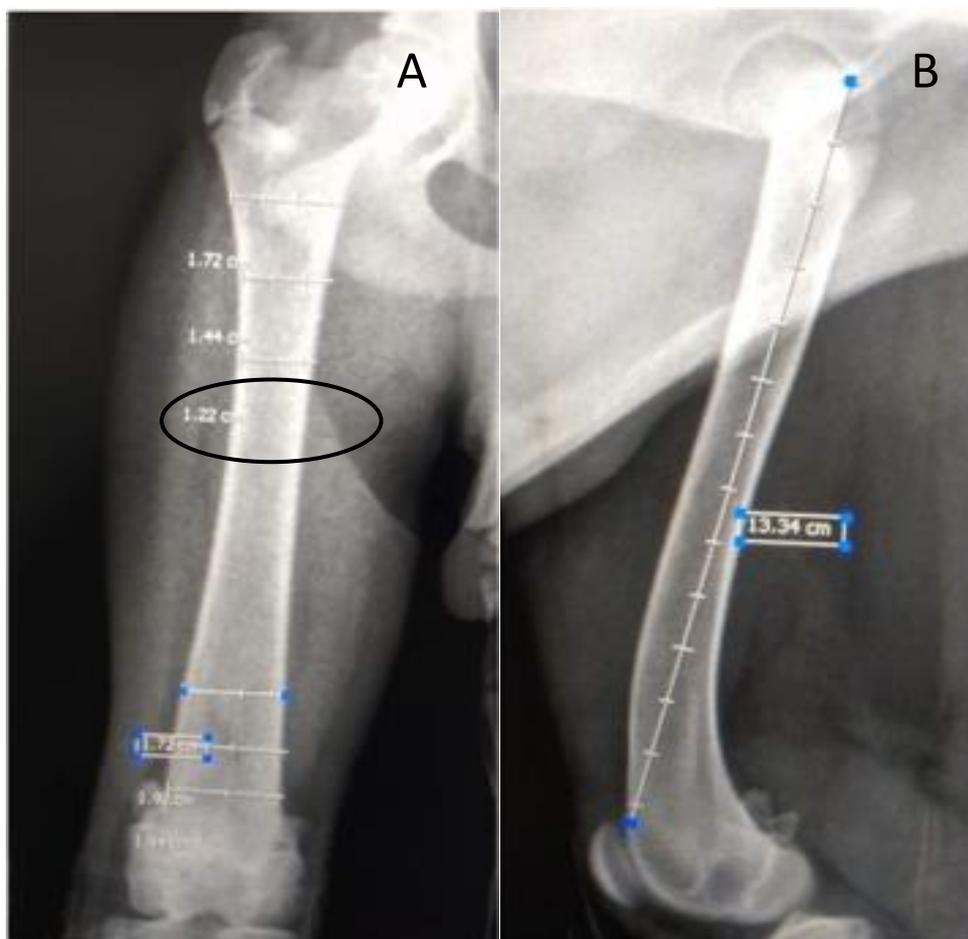


Figura 1 – Imagem radiográfica do fêmur de um cão.

A – Imagem radiográfica do fêmur na projeção CrCa, observe a mensuração da porção mais estreita do canal medular (círculo preto) e a largura das extremidades proximal e distal. B - Imagem radiográfica do fêmur na projeção ML, observe a mensuração do comprimento do osso desde a extremidade proximal até o início da metáfise distal.

Os animais foram anestesiados e após tricotomia e a antisepsia cuidadosa do membro a ser operado, foi realizada incisão de pele, subcutâneo e separação dos ventres musculares, seguindo as técnicas rotineiras recomendadas pela literatura.

Após a realização dos acessos, foi feita a fresagem manual, de maneira cuidadosa do canal medular de ambos os fragmentos da fratura, iniciando do foco em direção as extremidades, e posterior alinhamento e inserção das hastes. A introdução da haste foi realizada de maneira normógrada e bloqueada com 4 parafusos (2 próximas e 2 distais) (Figura 2). A escolha dos implantes foi baseada de acordo com o diâmetro mais estreito do canal medular e o comprimento do mesmo osso do membro não afetado, o tamanho das hastes variou entre: 4, 5, 6, e 8 mm, sendo que para hastes de tamanho 4 e 5, utilizaram parafusos de 2 mm, para as de tamanho 6 parafusos 2,7 mm e para as de tamanho 8, parafusos 3,5 mm. O comprimento dos parafusos era escolhido através da medida entre corticais das extremidades proximal e distal na posição craniocaudal, introduzidos no osso, com o auxílio do guia de haste para a realização dos orifícios.

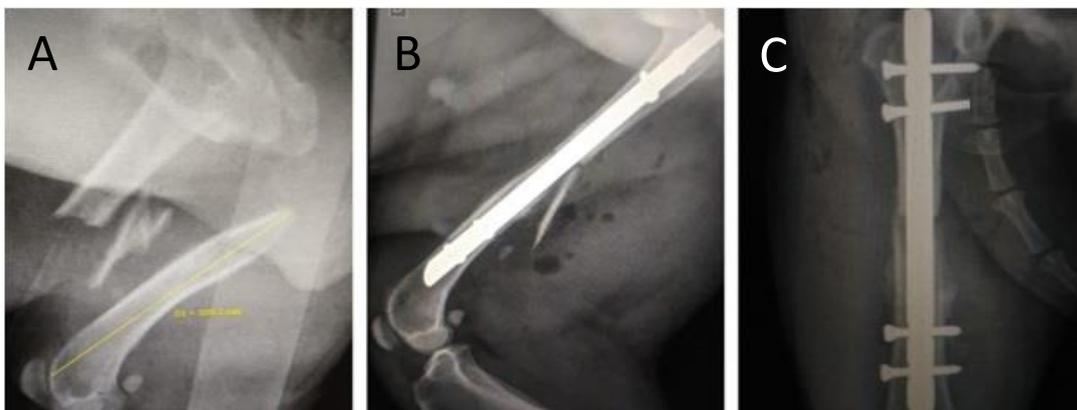


Figura 2 – Imagens radiográficas de pré e pós-operatório.

A- Imagem radiográfica posição ML de fêmur de cão com fratura múltipla do terço médio. B- Imagem radiográfica posição ML, observe o posicionamento da haste no interior do canal medular, pós-operatório imediato. C- Projeção CrCd 30 dias de pós-operatório, observe a haste no interior do canal medular fixado com dois parafusos proximais e dois distais e reação periosteal na região da fratura evidenciando início de consolidação secundária.

Em todos os casos tentou se priorizar uma abordagem minimamente invasiva, seguindo os princípios de *“open, but do not touch”*. No entanto, em quatro casos de fraturas múltiplas associou se a haste bloqueada a cerclagem com de fio de aço, por se tratar de fraturas com mais de 16 dias (Figura 3).

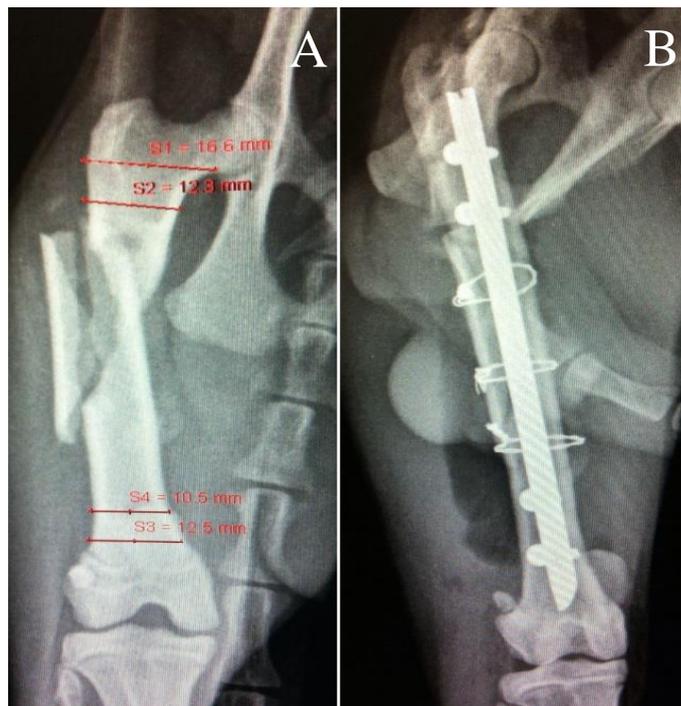


Figura 3 – Imagem radiográfica do fêmur com associação de HIB e cerclagens.

A- Fratura múltipla segmentar do terço médio da diáfise femoral em cão. B- Observe o posicionamento da haste no interior do canal medular, fixado com dois parafusos proximais e dois distais e fios de cerclagem.

Todos os animais foram submetidos a exames radiográficos de pós-operatório imediato para avaliação do posicionamento da haste intramedular, e a cada 30 dias.

Foram avaliados o tempo e tipo de consolidação, tempo de apoio após a cirurgia, complicações (mau posicionamento da haste e parafusos, migração de implantes/parafusos) e função do membro. Os dados foram considerados juntamente com a espécie, idade, peso, sexo e local da fratura.

O grau de claudicação ou função do membro foi avaliado no final dos 90 dias pós cirúrgico, por meio de escores de avaliação de marcha proposta por Quinn e colaboradores (2007), onde: 0 = apoia o membro normalmente; 1 = claudicação leve com retração esporádica do membro; 2 = claudicação moderada com apoio durante locomoção lenta e retração durante locomoção rápida; 3 = claudicação grave com apoio apenas durante estação; 4 = não apoiam o membro.

Os dados obtidos foram apresentados sob a forma de estatística descritiva, utilizando-se média e desvio padrão para as variáveis paramétricas ou mediana e intervalo interquartil para as variáveis não paramétricas. Para verificar a normalidade de distribuição foi realizada a análise dos histogramas e o teste de Shapiro-Wilk ($p \geq 0,05$).

Foi calculado correlação entre as variáveis "intervalo de tempo entre o trauma e a realização do procedimento cirúrgico vs tempo para apoiar o membro", "tempo para apoiar o membro vs função do membro" e "tempo para apoiar o membro vs tempo de consolidação", por meio do teste de Spearman, considerando como significativo um valor de $p < 0,05\%$.

RESULTADOS

Dos 67 animais utilizados no estudo, 59 apresentaram fraturas de fêmur, 4 de tíbia e 4 de úmero, todas em decorrência de traumas automobilísticos.

A idade e peso médio dos cães foram de $3 \pm 2,4$ anos e $17,45 \pm 7,66$ Kg, respectivamente.

O intervalo de tempo entre o trauma e cirurgia, bem como tempo para apoio do membro pós-intervenção e tempo para consolidação estão representados na tabela 1.

Tabela 1 - Intervalo de tempo entre trauma e cirurgia, tempo para apoio do membro pós-intervenção e tempo para consolidação em cães com fratura óssea corrigidas com haste bloqueada.

	Média \pm Desvio Padrão (dias)	Mínimo (dias)	Máximo (dias)
Intervalo entre trauma e cirurgia	7,26 \pm 2,47	0	21
Tempo para apoio do membro	5,14 \pm 8,6	0	60
Tempo para consolidação	66 \pm 8,21	45	90

Houve correlação positiva entre tempo para o apoio e intervalo entre trauma e cirurgia ($p < 0,0001$; $\rho = 0,60$). No entanto, não existiu correlação entre tempo para consolidação e função do membro ($p < 0,954$; $\rho = 0,007$), bem como entre tempo para consolidação e tempo para apoio do membro ($p < 0,38$; $\rho = -0,11$).

A função do membro avaliada pelo grau de claudicação está representada na figura 4, onde nota-se que 63% dos indivíduos apresentaram escore 0 no final dos 90 dias de observação, 33% escore 1, 3% dos animais escore 3 e apenas um paciente apresentou escore 4.

As complicações encontradas foram relatadas em seis animais, onde dois tiveram a porção proximal da haste não sepultada totalmente, causando dor e desconforto, sendo removidas e substituídos por placas e parafusos. Três apresentaram o parafuso mais distal posicionado fora da haste e em um paciente foi observado quebra do implante na porção distal observado no exame radiográfico de 30 dias (Figura 5).

O tipo de consolidação em todos os 67 casos ocorreu de forma secundária com formação de calo ósseo.

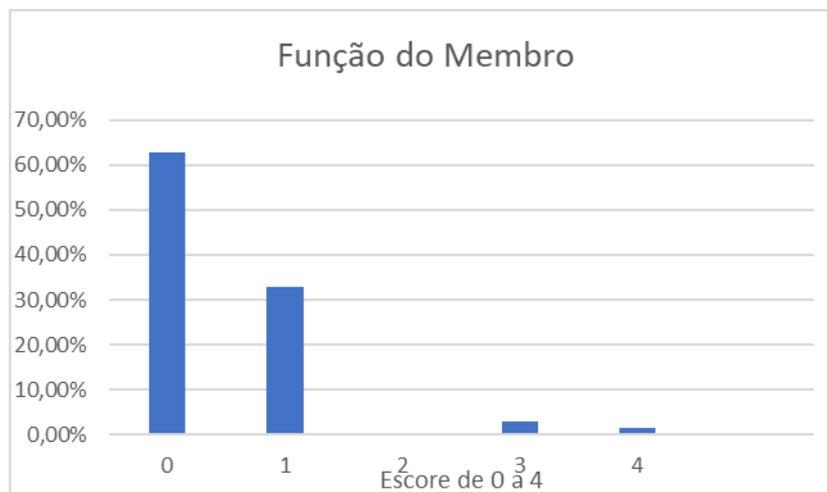


Figura 4 – Porcentagem dos escores de avaliação do grau de claudicação ao final dos 90 dias após redução de fraturas com haste bloqueada em 67 cães.

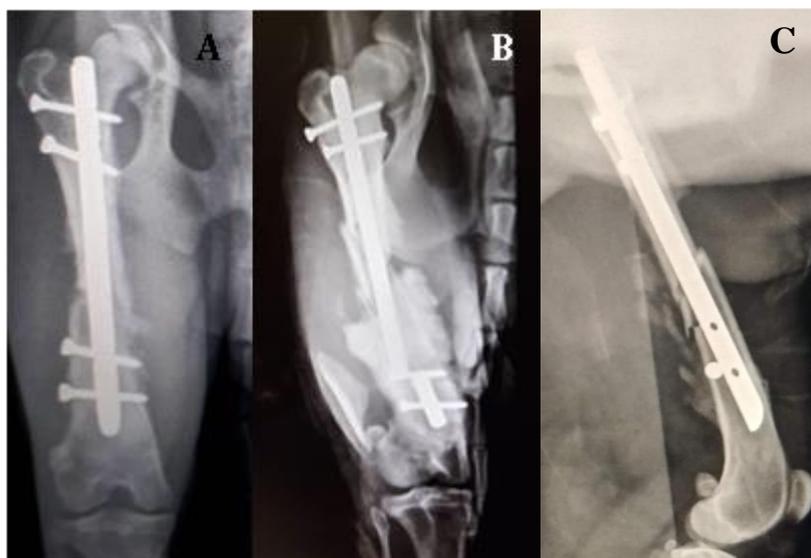


Figura 5 – Exame radiográfico evidenciando a quebra do implante

A- Imagem radiográfica de pós-operatório imediato de fratura do terço médio da diáfise femoral em cão estabilizado com haste bloqueado. B- Imagem radiográfica de pós-operatório com 30 dias. Observe falência do implante sobre o primeiro orifício distal. C- Imagem radiográfica do pós-operatório imediato. Observe a posição do parafuso mais distal, fora do orifício da haste.

DISCUSSÃO

O planejamento cirúrgico para colocação da HIB é de acordo com Freitas et al. 2013, realizado com o uso de um gabarito específico impresso em filme transparente, posicionado sobre a imagem radiográfica do osso contralateral, tendo como referência o menor diâmetro do espaço intramedular e o comprimento do osso (Romano et al., 2008).

No presente trabalho, a escolha dos implantes se baseou na descrição de Romano et al. (2008), no entanto, para as mensurações utilizou-se o software do programa AGFA CR X10, pois o mesmo apresenta medidas mais precisas que as realizadas sobre o filme radiográfico impresso, visto que estes muitas vezes magnificam as imagens, de maneira que os implantes escolhidos são muitas vezes maiores do que o necessário, tanto em diâmetro quanto em comprimento (Marks e Mawr, 1992).

A fresagem do canal medular representa um dos pontos propostos a serem seguidos durante a técnica da implantação da HIB, pois promove homogeneização e adequação do implante dentro canal medular (Fairbank et al., 1995), levando um melhor compartilhamento de cargas entre o implante e o osso (Cheung et al., 2004). Embora alguns autores relatem que a fresagem pode gerar complicações, como termonecrose, tromboembolismo e retardo da união óssea (Frölke et al., 2001).

Neste estudo optou se pela fresagem do canal medular em todos os 67 casos, o que possibilitou a colocação de hastes de maior comprimento e diâmetro possíveis, pois de acordo com Lin et al. (2001); Cheung et al. (2004); Giordano et al. (2006); e Schmaedecke (2005) estes são pontos críticos para que haja boa estabilização e consolidação óssea, fato observado em nossa pesquisa, não sendo encontrada nenhuma complicação relacionada à fresagem do canal.

Dos 67 casos estudados, 4 apresentaram fraturas múltiplas de fêmur com grande desvio fragmentar há mais de 16 dias, o que nos levou a uma abordagem mais invasiva e a osteossíntese com haste bloqueada associado a fios de cerclagem.

As HIBs permitem a associação com outros implantes (Larin et al., 2001; Duhautois, 2003; Giordano et al., 2004; Schmaedecke 2005), em especial as cerclagens com fio de aço (Horstman et al., 2004). Sendo indicada em fraturas mais antigas, com muito tecido fibroso e grande afastamento entre os fragmentos (Kowaleski, 2020).

Todos os animais deste estudo, apresentaram consolidação com uma média de 66 dias pós osteossíntese. Acreditamos que este fato esteja relacionado ao tipo de implante utilizado, visto que a HIB apresenta vantagens sobre os demais implantes, por atuar biomecanicamente ao longo do eixo mecânico central do osso e bloquear os

movimentos rotacionais e axiais, por meio de parafusos (Moses et al., 2002), além de preservar os conceitos de padrões biológicos de osteossíntese (Duhautois, 2003), o que nos permitiu uma abordagem tipo *"open, but do not touch"*. Esta abordagem preserva os tecidos moles adjacentes, bem como o suporte sanguíneo, levando há uma rápida consolidação (Kowaleski, 2020).

Outro ponto que pode ter contribuído para a consolidação observada neste estudo é o fato da HIB bloquear os desvios rotacionais, de cisalhamento, de tração e compressão, dispensando o uso de imobilizações externa e permitindo o apoio precoce do membro (Romano et al., 2008). Sabe-se que o estresse mecânico pela tração cíclica do osso, causada pela deambulação diária, estimula as vias osteogênicas, através da distração dos fragmentos ósseos, além estimular as vias elétricas, gerando campos de força negativos, ambos atuando para o crescimento ósseo (Huang et al., 2018; Kearney et al., 2010).

Apenas um animal apresentou tempo de consolidação de 90 dias, este indivíduo teve que ser submetido a uma nova intervenção para retirada da haste que estava mal posicionada e a colocação de novos implantes (placas e parafusos). Acreditamos que esse evento possa ter contribuído para o maior tempo de consolidação visto que a taxa e sucesso de uma osteossíntese diminui após procedimentos subsequentes (Healy et al., 1987).

A HIB neutraliza o foco da fratura por promover bloqueio transcortical através de parafusos, anulando os movimentos axiais e rotacionais (Romano et al., 2008). Apesar da interface parafuso pino ser extremamente rígida, permite micromovimentos (Duhautois 2003), que estimulam formação de calo ósseo (Déjardin et al., 2020), o que foi observado em nosso experimento, onde todos os 67 animais apresentaram consolidação secundária.

O implante usado para promover a osteossíntese nesta pesquisa, por ser introduzido no canal medular, mantém o tamanho original do osso em questão, principalmente em fraturas cominutivas, funcionando como um implante de suporte de carga (Moses et al., 2002). Além disso o uso dos parafusos proximais e distais impedem as forças de compressão e rotação dos ossos (Santavirta et al., 1992), promovendo apoio e deambulação precoce do membro (Romano et al., 2008; Spadeto et al., 2011), mesmo sem a consolidação óssea e sem fadigar o implante (Endo et al., 1998). Fato observado em nossa pesquisa, onde o tempo apoio ocorreu em média 5 dias após a cirurgia.

A maioria dos animais deste estudo (63%) apresentaram apoio normal do membro no final dos 90 dias de pós-operatório e 33% claudicação leve. Esses resultados se devem provavelmente as vantagens biomecânicas da haste, que promove fixação óssea estável,

sem a necessidade de penso, permitindo o apoio precoce, evitando desta forma atrofia dos grupos musculares (Romano et al., 2008), o que acelera a recuperação funcional do membro (Oldmeadow et al., 2006).

No entanto, este estudo não demonstrou correlação positiva entre função atual do membro e tempo de consolidação. Isto se deve provavelmente ao fato da HIB permitir a reabilitação e o apoio precoce do membro sem a presença da consolidação (Endo et al., 1998).

Dois animais apresentaram escore de claudicação 3, nestes a porção proximal da haste não foi sepultada totalmente. De acordo com Giordano et al. (2006) e Schmaedecke (2005), a extremidade proeminente da haste pode acarretar lesões teciduais à articulação assim como aos tecidos circunvizinhos, fato aqui observado, os animais do estudo apresentaram dor, desconforto e relutância em apoiar o membro, sendo necessário a remoção das mesmas e substituição por placas e parafusos.

O intervalo entre atendimento e procedimento cirúrgico encontrado neste estudo, foi em média 7 dias, e de acordo com o teste de Spearman houve correlação positiva entre este parâmetro e início do tempo de apoio. Orosz et al, (2004) relatam que a estabilização precoce evita grandes lesões teciduais diminuindo a dor e complicações pós-operatórias como o não apoio do membro e atrofia da musculatura. Fato este, observado no presente estudo, em que um animal foi submetido a estabilização da fratura 21 dias após o trauma, o que provavelmente levou-o a um escore 4 de claudicação ao final dos 90 dias de observação.

As complicações a respeito do uso da HIB incluem a colocação dos parafusos fora dos orifícios da haste, sendo observado com maior frequência nos parafusos distais (Duhautois 2003; Piórek et al., 2012). Resultados semelhantes foram encontrados neste estudo onde foi identificado a ausência dos parafusos no interior dos orifícios distais da haste em três animais. Fato este que pode ser explicado pelo acesso limitado a fluoroscópios e métodos de magnificação transoperatória na medicina veterinária, restando apenas os guias específicos para colocação das hastes que estão sujeitos a falhas (Endo et al., 1998; Schmaedecke 2007),

Outra complicação encontrada neste estudo foi quebra do implante na sua porção distal observada em um animal. Embora raro a quebra de parafusos e da haste por fadiga pode ocorrer em alguns casos (Mele, 2007, Spadeto et al., 2011).

O uso da haste intramedular bloqueada tem se mostrado uma técnica clinicamente efetiva, pois respeita os padrões biológicos de tratamento de fraturas

(Bernarde et al., 2001) e ainda confere estabilidade ao osso, permitindo reabilitação adequada com baixos índices de complicações, propiciando assim as condições necessárias para a consolidação óssea (Romano et al., 2008).

CONCLUSÃO

A maioria dos animais do presente estudo obtiveram bons resultados na regeneração óssea e no retorno normal à função do membro com o uso da haste intramedular bloqueada.

REFERÊNCIAS

BERNARDE, A.; DIOP, A.; MAUREL, N. et al. An in vitro biomechanical study of bone plate and interlocking nail in a Canine diaphyseal femoral fracture model. **Veterinary Surgery**, v. 30, n. 5, p. 397–408, 2001.

CHEUNG, G.; ZALZAL, P.; BHANDARI, M. et al. Finite element analysis of a femoral retrograde intramedullary nail subject to gait loading. **Medical Engineering and Physics**, v. 26, n. 2, p. 93–108, 2004.

DECAMP, C. E.; JHONSTON, S. A.; DÉJARDIN, L. M. et al. Fractures: Classification, Diagnosis and Treatment. In____. **Handbook of Small Animals Othopedics and Fracture Repair**. 5 ed. Missouri: Elsevier, 2016. Cap.2., p.24-hu.

DÉJARDIN, L. M.; PERRY, K. L.; VON PFEIL, D. J. F. et al. Interlocking Nails and Minimally Invasive Osteosynthesis. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 50, n. 1, p. 67–100, 2020.

DUHAUTOIS, B. Use of Veterinary Interlocking Nails for Diaphyseal Fractures in Dogs and Cats: 121 Cases. **Veterinary Surgery**, v. 32, n. 1, p. 8–20, 2003.

ENDO, K.; NAKAMURA, K.; MAEDA, H. et al. Interlocking Intramedullary Nail Method for the Treatment of Femoral and Tibial Fractures in Cats and Small Dogs. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 60, n. 1, p. 119–122, 1998.

EVELEIGH, R. J. A review of biomechanical studies of intramedullary nails. **Medical Engineering and Physics**, v. 17, n. 5, p. 323–331, 1995.

FAIRBANK, A. C.; THOMAS, D.; CUNNINGHAM, B. et al. Stability of reamed and unreamed intramedullary tibial nails: a biomechanical study. **Injury**, v. 26, n. 7, p. 483–485, 1995.

FREITAS, S. H.; DÓRIA, R. G. S.; MINTO, B. W. et al. Haste intramedular modificada no tratamento de fratura diafisária de fêmur em cão - Relato de Caso. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 35, n. 4, p. 323–328, 2013.

FRÖLKE, J. P. M.; PETERS, R.; BOSHUIZEN, K. et al. The assessment of cortical heat during intramedullary reaming of long bones. **Injury**, v. 32, n. 9, p. 683–688, 2001.

GIORDANO, P. P.; PADILHA FILHO, J. G.; LOLLI JR, J. Haste Intramedular Bloqueada Modificada Aplicada ao Fêmur. Estudo Clínico e Experimental em Cães. **Ars Veterinaria**, v. 22, n. 3, p. 184–191, 2006.

HORSTMAN, C. L.; BEALE, B. S.; CONZEMIUS, M. G. et al. Biological osteosynthesis versus traditional anatomic reconstruction of 20 long-bone fractures using an interlocking nail: 1994-2001. **Veterinary Surgery**, v. 33, n. 3, p. 232–237, 2004.

HUANG, X.; DAS, R.; PATEL, A. et al. Physical Stimulations for Bone and Cartilage Regeneration. **Regenerative Engineering and Translational Medicine**, v. 4, n. 4, p. 216–237, 2018.

KEARNEY, E. M.; FARRELL, E.; PRENDERGAST, P. J. et al. Tensile strain as a regulator of mesenchymal stem cell osteogenesis. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 38, n. 5, p. 1767–1779, 2010.

KOWALESKI, M. P. Minimally Invasive Osteosynthesis Techniques of the Femur. **Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice**, v. 50, n. 1, p. 155–182, 2020.

LARIN, A.; EICH, C. S.; PARKER, R. B. et al. Repair of diaphyseal femoral fractures in cats using interlocking intramedullary nails: 12 cases (1996-2000). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 219, n. 8, p. 1098–1104, 2001.

LIN, J.; LIN, S. J.; CHEN, P. Q. et al. Stress analysis of the distal locking screws for femoral interlocking nailing. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 19, n. 1, p. 57–63, 2001.

MARKS, L. A.; MAWR, B. United States Patent (19). [s. l.], n. 19, 1992.

MOSES, P. A.; LEWIS, D. D.; LANZ, O. I. et al. Intramedullary interlocking nail stabilisation of 21 humeral fractures in 19 dogs and one cat. **Australian Veterinary Journal**, v. 80, n. 6, p. 336–343, 2002.

OLDMEADOW, L. B.; EDWARDS, E. R.; KIMMEL, L. A. et al. No rest for the wounded: Early ambulation after hip surgery accelerates recovery. **ANZ Journal of Surgery**, v. 76, n. 7, p. 607–611, 2006.

OROSZ, G. M.; MAGAZINER, J.; HANNAN, E. L. et al. Association of Timing of Surgery for Hip Fracture and Patient Outcomes. **Journal of the American Medical Association**, v. 291, n. 14, p. 1738–1743, 2004.

PATIL, D. B.; ADAMIAK, Z.; PIÓREK, A. Veterinary interlocking nailing and its augmentation for fracture repair. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, v. 11, n. 2, p. 187–191, 2008.

PIÓREK, A.; ADAMIAK, Z.; MATYJASIK, H. et al. Stabilization of fractures with the use of veterinary interlocking nails. **Pakistan Veterinary Journal**, v. 32, n. 1, p. 10–14, 2012.

QUINN, M. M.; KEULER, N. S.; LU, Y. et al. Evaluation of agreement between numerical rating scales, visual analogue scoring scales, and force plate gait analysis in dogs. **Veterinary Surgery**, v. 36, n. 4, p. 360–367, 2007.

ROMANO, L.; FERRIGNO, C. R. A.; FERRAZ, V. C. M. et al. Avaliação do uso de haste bloqueada e bloqueio transcortical no reparo de fraturas diafisárias de fêmur em felinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 201–206, 2008.

SANTAVIRTA, S.; KONTTINEN, T.; ANTTI, I.; NORDSTR, D. Biomechanics of Intramedullary Fracture Fixation. **Archives Orthopaedic and Trauma Surgery**, v. 8, n. 11, p. 1356-1359, 1985.

SCHMAEDECKE, A. Aplicabilidade e exeqüibilidade da técnica de interlocking nail como tratamento de fraturas diafisárias de fêmur em cães. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v. 8, n. 1, p. 19–25, 2005.

SCHMAEDECKE, A. **Avaliação biomecânica de diferentes bloqueios transcorticais de interlocking nail em relação às forças de torção, encurvamento e axiais atuantes em fraturas diafisárias de fêmur de cães – estudo in vitro**. 2007. São Paulo, 144f. Dissertação (Doutorado em Medicina Veterinária) - Curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade de São Paulo.

SPADETO, O.; RODRIGUES, L. B.; CARVALHO, W. T. V. et al. Sistemas osso-implante ex vivo utilizando haste intramedular polimérica para imobilização de fraturas femorais em bovinos jovens. **Ciencia Rural**, v. 41, n. 2, p. 301–306, 2011.

WU, C.; SHIH, C. Biomechanical analysis of the mechanism of interlocking nail failure. **Archives of Orthopaedics and Trauma Surgery**. v. 111, n. 5, p. 268–269, 1992.