

**ATUAÇÃO DAS FORÇAS DE COMPRESSÃO E FLEXÃO SOBRE FRATURAS
EXPERIMENTALMENTE INDUZIDAS EM FÊMURES DE CANINOS ESTABILIZADOS
COM A ASSOCIAÇÃO DA HASTE INTRAMEDULAR BLOQUEADA E PLACA ÓSSEA
(PLATE-NAIL) E COM A ASSOCIAÇÃO DO PINO INTRAMEDULAR E PLACA ÓSSEA
(PLATE-ROD) – ESTUDO COMPARATIVO**

LUCIANE DOS REIS MESQUITA¹, LEONARDO AUGUSTO LOPES MUZZI², RUTHNÉA
APARECIDA LÁZARO MUZZI³, WILLER GUIMARÃES E SILVA⁴, ANA JÚLIA CHAVES
AFONSO COUTINHO⁵, JULIANA FONSECA MONTEIRO⁶

RESUMO

As fraturas instáveis da diáfise femoral são comuns em cães e para a adequada consolidação é necessário que o sistema de fixação interna anule as forças que atuam sobre o foco de fratura. O presente trabalho teve como objetivo comparar *ex vivo*, em 10 pares de ossos, a ação das forças de compressão axial e flexão em dois métodos de fixação de fratura diafisária cominutiva em fêmur de cães. Um com a utilização da associação da haste intramedular bloqueada e placa óssea (plate-nail) e outro com a utilização da associação do pino intramedular e placa óssea (plate-rod). Os ossos com as fraturas induzidas experimentalmente e estabilizados com o implante selecionado, foram submetidos às forças de compressão e flexão em uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 30000), sendo que não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos testados. Os sistemas plate-nail e plate-rod são igualmente eficazes em neutralizar as forças atuantes no foco de fratura.

Palavras-chaves: Teste biomecânico, Plate-nail, Plate-rod, Fêmur.

INTRODUÇÃO

As fraturas cominutivas da diáfise femoral são comuns na clínica cirúrgica veterinária e representam um grande desafio ao ortopedista veterinário (HULSE et al., 1997; VON PFEIL et al., 2005). Há uma variedade de técnicas para o tratamento desse tipo de fratura e a escolha do método adequado depende de fatores biológicos e mecânicos (HULSE et al., 1997). O tratamento cirúrgico das fraturas cominutivas de ossos longos em cães, em geral, é realizado com o uso de placas ósseas. Entretanto, quando uma reconstrução anatômica não é possível de ser realizada, a placa óssea estará submetida a uma força excessiva pela falta de apoio cortical ou pelo fato de haver orifícios da placa não preenchidos por parafusos ósseos. Assim, a placa estará submetida às forças impostas ao local e não ocorrerá compartilhamento de cargas do implante com o osso. Consequentemente, poderá ocorrer uma falha na placa óssea durante as condições de estresse contínuo. No intuito de reduzir o estresse sobre a placa, uma associação do pino intramedular com a placa óssea (plate-rod) foi recomendada (VON PFEIL et al., 2005). Recentemente, uma associação entre a haste intramedular bloqueada e a placa óssea (plate-nail) vem sendo indicada para estes casos (MUZZI et al., 2009). O objetivo deste estudo foi comparar as propriedades mecânicas do plate-rod e do plate-nail em anular as forças de compressão e de flexão em fraturas experimentalmente induzidas em fêmures de caninos *ex vivo*.

¹ Mestranda em Ciências Veterinárias, DMV/UFLA, lrmesquita@yahoo.com.br

² Professor Adjunto, DMV/UFLA, lalmuzzi@dmv.ufla.br

³ Professora Adjunta, DMV/UFLA, ralmuzzi@dmv.ufla.br

⁴ Mestrando em Ciências Veterinárias, DMV/UFLA, willerguimaraes@yahoo.com.br

⁵ Graduanda (Iniciação Científica Voluntária), DMV/UFLA, anacoutinho2@hotmail.com

⁶ Graduanda (Bolsista PIBIC/FAPEMIG), DMV/UFLA, juvetmonteiro@gmail.com

MATERIAL E MÉTODOS

População amostral

A pesquisa foi realizada utilizando-se 20 fêmures provenientes de 10 cães que vieram a óbito por causas não relacionadas a este estudo. Com a finalidade de minimizar a interferência de fatores entre indivíduos, tais como idade do animal, porosidade óssea, mineralização e conformação anatômica do osso, os quais podem alterar os resultados biomecânicos, o ensaio experimental foi realizado utilizando os fêmures do mesmo animal, sempre empregando um sistema de fixação (plate-nail) em um fêmur e o outro sistema de fixação (plate-rod) no fêmur contralateral. Os fêmures foram selecionados aleatoriamente para cada sistema. O estudo foi aprovado pela Comissão de Bioética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Lavras sob protocolo número 016/2009.

Preparação dos corpos de prova

Em cada fêmur, foi criada uma ostectomia no terço médio da diáfise de aproximadamente 25 mm (milímetros) e o sistema selecionado foi implantado conforme recomendações técnicas. Os pares de fêmures com seus respectivos implantes (corpos de prova) (5 construções/grupo) foram submetidos aos testes de compressão e de flexão em uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 30000) com célula de carga de 19600 N (Newton) e velocidade de deslocamento constante de 10 mm/s (milímetros por segundo). A falha em ambos os testes foi considerada quando ocorreu a ruptura dos corpos de provas ou ocorreu a diminuição da força de resistência dos mesmos, sendo registrado o que tiver ocorrido primeiro.

Exame radiográfico

Todos os corpos de provas foram radiografados antes do ensaio biomecânico e após a realização do mesmo. O objetivo do exame radiográfico pré-ensaio é para descartar anormalidades ósseas e certificar-se do correto posicionamento do implante. As radiografias pós-ensaio permitiram detectar alterações mínimas nos implantes ocorridas dentro da estrutura óssea, as quais não estavam visíveis externamente. Utilizou-se da comparação entre os radiogramas pré e pós-ensaio biomecânico para mensurar o quanto houve de deformação na falha óssea induzida experimentalmente.

Análise Estatística

Para comparação entre os dois grupos utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso com dois tratamentos e cinco repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) após transformação dos dados (raiz quadrada) e as médias comparadas pelo teste F. A análise estatística foi realizada no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da força máxima suportada pelos corpos de prova e de deformação até a falha dos implantes plate-nail e plate-rod durante o teste de compressão estão mostrados na tabela 1. A média da força máxima suportada no teste de compressão para o sistema plate-nail foi de 1247N e de 979N para o sistema plate-rod. Apesar da média da força ser maior para o sistema plate-nail, não houve diferença estatística significativa entre os dois sistemas. O coeficiente de variação foi de 16,87% entre os dois grupos durante o teste de compressão com nível de significância (valor p) $p=0,2026$. A tabela 2 demonstra os valores de força máxima suportada pelos corpos de prova e de deformação até a falha dos implantes testados para a força de flexão. A força média máxima suportada no teste de flexão para o sistema plate-nail foi de 582N e de 321N para o sistema plate-rod, sendo que o coeficiente de variação foi de 28,32% entre os dois sistemas durante esse teste. Novamente, apesar da média da força ser maior para o sistema plate-nail, não houve diferença estatística significativa entre os dois grupos, com $p=0,1286$. A tabela 3 sintetiza o teste estatístico para os sistemas plate-nail e plate-rod durante os ensaios biomecânicos para as forças de compressão e flexão.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 1 – Valores de força máxima e de deformação até a falha dos modelos ósseos fixados com a associação da haste intramedular bloqueada e placa óssea (plate-nail) e com a associação do pino intramedular e placa óssea (plate-rod) e submetidos ao teste de compressão utilizando uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 30000) e célula de carga de 19600N

| Corpos de prova | Plate-nail | | Plate-rod | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| | Força Máxima (N) | Deformação até falha (mm) | Força Máxima (N) | Deformação até falha (mm) |
| CP1 | 704 | 1 | 94 | 6 |
| CP2 | 1465 | 0,1 | 1295 | 1 |
| CP3 | 1886 | 2 | 1186 | 2 |
| CP4 | 1312 | 0,5 | 1421 | 2 |
| CP5 | 868 | 1 | 899 | 0,5 |
| Média | 1247 | 0,92 | 979 | 2,3 |

CP - corpo de prova; N – Newton; mm – milímetros.

Tabela 2 – Valores de força máxima e de deformação até a falha dos modelos ósseos fixados com a associação da haste intramedular bloqueada e placa óssea (plate-nail) e com a associação do pino intramedular e placa óssea (plate-rod) e submetidos ao teste de flexão utilizando uma máquina universal de ensaios (EMIC DL 30000) e célula de carga de 19600N

| Corpos de prova | Plate-nail | | Plate-rod | |
|-----------------|------------------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| | Força Máxima (N) | Deformação até falha (mm) | Força Máxima (N) | Deformação até falha (mm) |
| CP1 | 321 | 0,1 | 131 | 1 |
| CP2 | 539 | 0,1 | 649 | 1 |
| CP3 | 384 | 1 | 141 | 4 |
| CP4 | 957 | 0,1 | 128 | 2 |
| CP5 | 707 | 2 | 556 | 1 |
| Média | 582 | 0,66 | 321 | 1,8 |

CP - corpo de prova; N – Newton; mm – milímetros.

Tabela 3 – Análise estatística da força máxima suportada pelos modelos ósseos fixados com a associação da haste intramedular bloqueada e placa óssea (plate-nail) e com a associação do pino intramedular e placa óssea (plate-rod) e submetidos aos testes de compressão e flexão, com médias comparadas pelo teste F.

| | Compressão | Flexão |
|-------------------------------------|------------|--------|
| Média da força máxima do plate-nail | 1247 | 582 |
| Média da força máxima do plate-rod | 979 | 321 |
| Coefficiente de variação (%) | 16,87 | 28,32 |
| Nível de significância (valor p) | 0,2026 | 0,1286 |

Não significativo ao teste F ($p > 0,05$).

Os valores de deformação até a falha também foram comparados por meio do teste F. A média do valor de deslocamento foi maior para o sistema plate-rod, havendo diferença estatística significativa no teste de compressão com $p=0,03$ e sem diferença estatística no teste de flexão com $p=0,2$.

A estabilização de fraturas cominutivas por meio de uma placa óssea em ponte na região fragmentada sem redução anatômica dos fragmentos é o método mais utilizado para estas lesões. Ao adicionar uma haste intramedular bloqueada ou um pino intramedular à placa óssea, pode-se reduzir o estresse aplicado sobre a placa e assim aumentar a vida de fadiga do implante (HULSE et al., 1997; VON PFEIL et al., 2005). A capacidade de suportar as cargas impostas aos sistemas durante os testes

biomecânicos de compressão e de flexão foi maior no sistema plate-nail quando comparado ao plate-rod. Entretanto, sem diferença estatística entre os dois grupos, demonstrando que os dois sistemas de fixação são igualmente capazes de neutralizar efetivamente as forças de compressão e de flexão impostas ao foco de fratura. Os resultados encontrados demonstraram a eficácia em se associar uma placa óssea à haste intramedular bloqueada, principalmente em relação à capacidade de suportar as forças de compressão. Do ponto de vista biomecânico, ao se utilizar de forma isolada a haste intramedular bloqueada ela resiste melhor às forças de compressão ao se comparar com o uso isolado de uma placa óssea (BERNARDE et al., 2001). Entretanto, o sistema plate-rod resiste melhor às forças de compressão ao se comparar com a utilização da haste intramedular bloqueada (VON PFEIL et al., 2005). Os estudos *in vivo* demonstraram que os dois sistemas estudados são eficazes na consolidação da fratura em diáfises de ossos longos, entretanto são citadas complicações no plate-rod como a migração do pino intramedular, a qual não é observada no sistema plate-nail (MUZZI et al., 2009; STIFLER, 2004). Esta informação corrobora o observado nos valores de deslocamento da falha óssea nos corpos de prova com o sistema plate-rod, os quais foram estatisticamente significativos durante o teste de compressão. Stifler (2004) explica que esta migração do pino intramedular ocorre pelo fato de não ser bloqueado pelos parafusos ósseos conforme ocorre na haste intramedular bloqueada.

CONCLUSÃO

Os sistemas de fixação óssea plate-rod e plate-nail são igualmente eficazes em neutralizar de forma efetiva as forças de compressão e flexão atuantes em fraturas diafisárias femorais.

Apoio: FAPEMIG.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

BERNARDE, A.; DIOP, A.; MAUREL, N.; VIGUIER, E. 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.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Departamento de Exatas da Universidade Federal de Lavras**, Lavras, 2000.

HULSE, D.; HYMAN, W.; NORI, M.; SLATER, M. Reduction in plate strain by addition of an intramedullary pin. **Veterinary Surgery**, Davis, v. 26, n. 6, p. 451-459, 1997.

MUZZI, L. A. L.; MUZZI, R. A. L.; GIANNICO, A. T.; MESQUITA, L. R. Association of interlocking-nail and bone plate (plate-nail) as a new method of fixation for long bones fractures in dogs. **Revista Clínica Veterinária**, São Paulo, v. 14, supl., p. 244 – 245, 2009.

STIFLER, K. S. Internal fracture fixation. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 19, n. 3, p. 105 – 113, 2004.

VON PFEIL, D. J.; DÉJARDIN, L. M.; DeCAMP, C. E.; MEYER, E. G.; LANSLOWNE, J. L.; WEERTS, R. J. H.; HAUT, R. C. In vitro biomechanical comparison of a plate-rod combination-construct and an interlocking nail-construct for experimentally induced gap fractures in canine tibiae. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v. 66, n. 9, p. 1536 – 1543, 2005.