

Desenvolvimento de uma técnica de recuperação de fraturas para ossos longos de grandes animais utilizando haste intramedular bloqueada de material polimérico biocompatível

Luciano Brito Rodrigues, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais, rodrigueslb@gmail.com

Estevam Barbosa de Las Casas, Depto. de Engenharia de Estruturas, UFMG, estevam@dees.ufmg.br

Rafael Resende Faleiros, Depto. de Clínica e Cirurgia Veterinária, UFMG, faleiros@ufmg.br

Jorge Milton Elian Saffar, Setor de Testes Físicos, Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, jorge.saffar@cetec.br

Hans-Joachim Menzel, Depto. de Esportes, UFMG, menzel@ufmg.br

Introdução

Nos últimos anos a haste intramedular bloqueada metálica vem sendo utilizada no tratamento de fraturas de ossos longos dos animais de grande porte (Watkins, 1990; McClure et al, 1998; McDuffee et al, 2000; Galuppo et al, 2002). Mais recentemente, hastes intramedulares bloqueadas confeccionadas de material polimérico (polipropileno) foram testadas *in vivo* no tratamento de fraturas de úmeros de bezerros neonatos apresentando resultados satisfatórios e promissores (De Marval, 2006). Outros estudos porém são necessários na determinação do polímero mais adequado para utilização como haste. Uma opção para a escolha deste material sem a necessidade da realização de muitos experimentos *in vivo* pode ser obtida com a utilização de modelos computacionais, que além de serem ética e economicamente viáveis, podem permitir a verificação de diversas alternativas de projeto para a haste intramedular.

Este trabalho tem como principal objetivo a obtenção de uma técnica de recuperação de fraturas eficiente e economicamente viável para ossos longos de grandes animais com o desenvolvimento de um projeto de haste intramedular bloqueada de material polimérico biocompatível.

Metodologia Proposta

O projeto consiste na seleção do material polimérico para confecção da haste e do tipo de parafuso que será utilizado na fixação do conjunto. A seleção ocorrerá em etapas seqüenciadas compreendendo análises

computacionais, testes físicos *ex vivo* e experimentos *in vivo*.

As análises computacionais serão realizadas com modelos tridimensionais em elementos finitos do osso, da haste e dos parafusos de bloqueio. Ao final serão escolhidos três tipos de materiais poliméricos e um tipo de parafuso os quais serão submetidos a testes físicos *ex vivo*. Os testes físicos avaliarão o comportamento mecânico do conjunto osso-implante quando submetido a esforços de torção, compressão e flexão, típicos da biomecânica do sistema músculo-esquelético de grandes animais e que são críticos no período pós-operatório até a consolidação da fratura. Os resultados destes testes, em conjunto com as análises computacionais, permitirão escolher o polímero mais adequado para ser utilizado em um experimento *in vivo*, o qual permitirá avaliar o comportamento do material no ambiente biológico e a verificação da técnica de implantação proposta. Os resultados clínicos serão analisados e comparados com as avaliações computacionais e testes *ex vivo* para as devidas conclusões sobre a eficiência da técnica de redução de fratura.

Atividades Desenvolvidas

O projeto encontra-se na etapa de desenvolvimento das análises computacionais, onde um modelo do osso bovino (fêmur), representado por sua diáfise foi construído. Os parâmetros geométricos do modelo foram determinados após a análise morfológica de fêmures de bovinos neonatos, onde os métodos a inspeção macroscópica e radiográfica foram utilizados. Os modelos dos parafusos foram projetados de acordo com

as prescrições das normas NBR ISO 5835 e da NBR ISO 9268 (ABNT, 1996; 1998). O coeficiente de Poisson ($\nu = 0,35$) e o módulo de elasticidade do osso ($E = 20\text{GPa}$), haste polimérica ($E = 1,55\text{ GPa}$) e dos parafusos metálicos ($E = 210\text{ GPa}$) foram definidos com base na literatura (Black & Hastings, 1998). Nesta etapa da análise os materiais foram considerados lineares elásticos isotrópicos.

Para submeter o modelo computacional aos esforços mecânicos atuantes na estrutura óssea, com base nas situações reais e mais desfavoráveis, foram realizados experimentos para determinar as forças atuantes nos membros de bezerras neonatos. Assim, foram determinadas as forças de reação do solo nas condições de estação e caminhada. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Biomecânica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, que possui uma plataforma de força (modelo: OR6-7; fabricante: AMTI; USA) embutida e nivelada ao solo e programas para aquisição de sinais e análise de dados (SIMI Motion 6.0). Foram registradas as curvas da componente vertical da força de reação do solo em relação ao tempo.

Resultados e Discussão

A análise morfológica permitiu a construção de um modelo geométrico do osso considerando seus detalhes geométricos, como a diferença de diâmetros da cortical e do canal medular nos terços proximal, central e distal.

As forças de reação do solo com os animais na condição de estação foram maiores nos membros anteriores que nos posteriores, permitindo afirmar que maior parcela do peso corporal e, conseqüentemente, o centro de gravidade, estão localizados mais próximos da região torácica (membros anteriores). Estes resultados estão de acordo com a afirmação da literatura e apresentam ainda uma distribuição percentual próxima ao estabelecido para outras espécies (Badoux, 1986).

O valor médio das forças máximas de reação do solo na condição de caminhada corresponde à cerca de 50% do peso do animal e as curvas da variação da força em relação ao tempo assemelham-se às curvas obtidas na marcha normal de humanos encontradas em literaturas de referência (Vaughan et al, 1999).

Os resultados preliminares da avaliação computacional permitiram verificar a ocorrência do efeito de blindagem proporcionada pelo parafuso, com a ocorrência das maiores tensões na região do conjunto com maior rigidez. A representação do parafuso com todos os seus detalhes geométricos permitiu identificar melhor os locais de maior ocorrência das tensões e das pressões de contato na interface osso-implante.

Referências bibliográficas

- ABNT. NBR ISO 5835 - Implantes para cirurgia – Parafusos ósseos metálicos com conexão para chave hexagonal, parte inferior da cabeça de forma esférica e rosca assimétrica – Dimensões, 1996.
- ABNT. NBR ISO 9268 - Implantes para cirurgia – Parafusos ósseos metálicos com superfície inferior da cabeça de forma cônica – Dimensões, 1998.
- Badoux, D.M. Biostática e Biodinâmica Gerais. In: Anatomia dos Animais Domésticos, R. Getty, (Ed.), Rio de Janeiro: Guanabara, pp. 47-79, 1986.
- Black, J.; Hastings, G. Handbook of Biomaterial Properties. Londres: Chapman & Hall, 1998.
- De Marval, C.A. Estudo ex vivo e in vivo de polímero biocompatível como material alternativo na confecção de haste bloqueada para redução de fraturas em úmeros de bezerras. (Dissertação). Pós-Graduação em Medicina Veterinária. Escola de Veterinária. UFMG, 2006.
- Galuppo L.D.; Stover, S.M.; Aldridge, A.; Hewes, C.; Taylor, K.T. An in vitro biomechanical investigation of an MP35N intramedullary interlocking nail system for repair of third metacarpal fractures in adult horses. *Vet Surg.*, 31(3):211-25, 2002.
- McClure, S.R.; Watkins, J.P.; Ashman, R.B. In vitro evaluation of intramedullary interlocking nail fixation of transverse femoral osteotomies in foals. *Vet. Surg.*, 27, 29 - 36, 1998.
- McDuffee, L.A.; Stover, S.M.; Bach, J.M.; Taylor, K.T. An in vitro biomechanical investigation of an equine interlocking nail. *Veterinary Surgery*, v. 29, p. 38-47, 2000.
- Watkins, J.P. Intramedullary interlocking nail fixation in foals. *Vet Surg.*, 19: 80, 1990.
- Vaughan, C.L.; Davis, B.L.; O'Connor, J.C. Dynamics of Human Gait. Cidade do Cabo: Kiboho Publishers, 1999.