

Análise fotoelástica de parafusos do sistema de fixação vertebral submetidos à arrancamento

ENEBI 2009: 2º Encontro Nacional de Engenharia Biomecânica

Sarah Fagher Fakhouri, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, FMRP - USP, e-mail: sarahfakhouri@yahoo.com.br, home-page: <http://fmrp.usp.br/bioengenharia>

Cleudmar Amaral de Araújo, Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC), UFU, e-mail: cleudmar@mecanica.ufu.br, home page: <http://mecanica.ufu.br>

Otávio Terra, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, FMRP - USP, home-page: <http://fmrp.usp.br/bioengenharia>

Helton Luis Aparecido Defino, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, FMRP - USP, e-mail: hladein@fmrp.usp.br, home-page: <http://fmrp.usp.br/bioengenharia>

Antônio Carlos Shimano, Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, FMRP - USP, e-mail: ashimano@fmrp.usp.br, home-page: <http://fmrp.usp.br/bioengenharia>

Introdução

Os tratamentos de deformidade espinhal, doença degenerativa, trauma, e tumores da coluna vertebral exigem freqüentemente a realização da fixação interna (Vacaro et al., 1995; Matuoka e Basile Júnior, 2002). O parafuso é um dos elementos de ancoragem dos sistemas de fixação vertebral, onde o desempenho e, as propriedades das funções mecânicas desses sistemas estão diretamente relacionadas com a qualidade da fixação dos parafusos nas vértebras (BENZEL, 2001; LAW, TENCER e ANDERSON, 1993).

A falha na estabilidade do sistema de fixação vertebral pode estar relacionada com a falha mecânica do implante ou falha na interface entre o tecido ósseo e o implante com aplicação da força de arrancamento que envolve os parafusos, causando a instabilidade do sistema (LASTRA e BENZEL, 2003). Nesse caso, a técnica da fotoelasticidade é uma ferramenta importante para realizar estudos comparativos desta natureza.

A fotoelasticidade é a ciência que estuda os efeitos físicos, sobre a luz, devido a ação de tensões ou deformações em corpos elásticos transparentes. Possibilita a observação da distribuição de tensões em toda a estrutura, permitindo uma percepção geral sobre o comportamento das tensões (DOYLE e PHILLIPS, 1978; HIROKAWA, YAMAMOTO e KAWADA, 1998).

Objetivo

Determinar e analisar os gradientes das tensões de modelos fotoelásticos sob influência de parafusos pediculares do tipo USS I, quando submetidos à esforços de arrancamento.

Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados parafusos pediculares de aço inoxidável com diâmetro externo de 6 e 7 mm e comprimento de 50 mm. Os

modelos fotoelásticos foram confeccionados a partir de dois moldes em acrílico, aparafusados.

Foram confeccionados oito modelos fotoelásticos, em resina epóxi fotoelástica flexível (Polipox®), possuindo largura de 58 mm, comprimento de 50 mm e espessura de 12 mm.

Os parafusos foram inseridos nos modelos fotoelásticos a 30 mm de profundidade. Os modelos foram divididos em dois grupos, de acordo com o diâmetro externo do parafuso. O primeiro grupo era formado pelo parafuso de 6 mm e o segundo pelo parafuso de 7 mm. Para a realização da análise quantitativa das tensões cisalhantes foi utilizada uma força de 7,5 N. Nessa análise, foram observadas as tensões internas, através das ordens de franja de cada modelo fotoelástico, nas quais foram avaliadas as tensões cisalhantes utilizando um mapeamento com 19 pontos selecionados, ao longo do corpo do parafuso.

O método de compensação de Tardy foi utilizado para calcular a tensão cisalhante. Para análise dos resultados foi utilizado o método da Análise de Variância (ANOVA) Multifatorial. Na análise comparativa entre os grupos experimentais foi utilizado o método *post hoc* de Bonferroni. Em todas as análises foi adotado o nível de significância de 5 % ($p \leq 0,05$).

Resultados

Através das análises quantitativas, as ordens de franja foram analisadas ao redor do corpo dos parafusos de 6 e 7 mm (Figura 1).

Foi observada uma diferença estatística significativa entre os dois grupos ($p < 0,001$). A média da tensão cisalhante era $(9,20 \pm 3,12)$ kPa para o primeiro grupo, enquanto que para o segundo grupo a média era $(8,19 \pm 2,89)$ kPa.

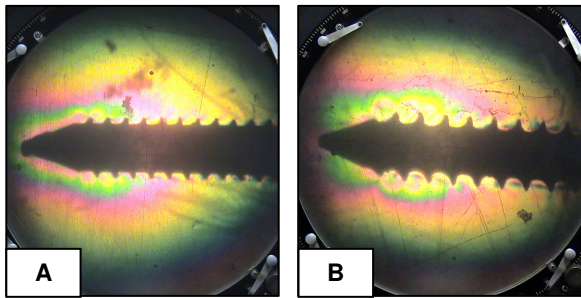


Figura 1: Distribuição das tensões nos parafusos pediculares de 6 (A) e 7 (B) mm.

O parafuso de 6 mm obteve valores de tensões superiores ao de 7 mm, conforme observado no comportamento das curvas tensão cisalhante *versus* pontos analisados (Figura 2).

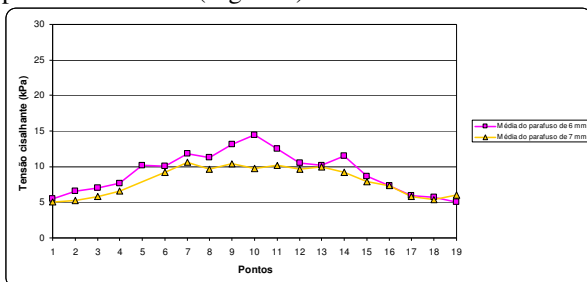


Figura 2: Média das tensões cisalhantes dos parafusos de 6 e 7 mm.

Discussão e Conclusão

Os resultados observados em nosso estudo mostraram que a maior concentração das tensões cisalhantes geradas nos parafusos mediante a aplicação da força de arrancamento ocorreu na sua extremidade, próximo a ponta dos parafusos. As ordens de franja cresceram de forma helicoidal, de acordo com o formato do parafuso.

O parafuso de 6 mm é provavelmente o mais suscetível ao arrancamento por ter apresentado maiores valores de tensões cisalhantes e devido as suas dimensões e geometria.

Referências bibliográficas

Benzel, E. C. Biomechanics of spine stabilization. In: *Implant-Bone Interfaces*, Nova York-USA, p.155-170, 2001

Doyle, J. F.; Phillips, J. W. *Manual on Experimental Stress Analysis*. Society for Experimental Mechanics. 5ª edição, 1978

Hirokawa, S.; Yamamoto, K.; Kawada, T. A photoelastic study of ligament strain, *IEEE Transactions On Rehabilitation Engineering*, v. 6, p. 300-308, 1998.

Lastra, J.; Benzel, C. E. Biomechanics of internal fixation. In: Vaccaro AR, Betz RR, Zeidman SM, editors, *Principles and practice of spine surgery*. 1st.ed. Mosby: St. Louis, p. 43-65, 2003

Law, M.; Tencer, A. F.; Anderson, P. A. Caudoccephalad loading of pedicle screw: mechanisms of loosening and methods of augmentation, *Spine*, v. 18, p. 2438-2443, 1993

Matuoka, C. M.; Basile Júnior, R. Estudo anatômico do pedículo vertebral lombar e estruturas neurais adjacentes, *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 10, p. 25-34, 2002

Vaccaro, A. R.; Rizzolo, S. J.; Allardyce, T. J.; Ramsey, M.; Salvo, J.; Balderston, R. A.; Cotler, J. M. Placement of pedicle screws in the thoracic spine. Part 1: Morphometric analysis of the thoracic vertebrae, *Journal of Bone & Joint Surgery [Am]*, v. 77, p. 1200-1206, 1995