



mecânica experimental

Congresso Nacional 2010

Guimarães, 21-23 Abril

Editado por:
Graça Vasconcelos
Paulo B. Lourenço
Joaquim O. Barros
Filipe S. Silva



Escola de Engenharia
Universidade do Minho



Associação Portuguesa
de Análise Experimental de Tensões

Congresso Nacional de Mecânica Experimental 2010

Actas do 8º Congresso Nacional de
Mecânica Experimental

Guimarães, 21-23 de Abril 2010

Editores

| | |
|---------------------|-----------------------|
| Graça Vasconcelos | Universidade do Minho |
| Paulo Lourenço | Universidade do Minho |
| Joaquim Barros | Universidade do Minho |
| Filipe Samuel Silva | Universidade do Minho |

Editores Associados

| | |
|--------------------|--------------------------------------------------|
| Abílio de Jesus | Universidade de Trás-dos-Montes e Alto-Douro |
| João Ramôa Correia | Instituto Superior Técnico |
| Jorge Branco | Universidade do Minho |
| Mário Vaz | Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto |
| Paulo T. Castro | Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto |

COMISSÃO ORGANIZADORA

Graça Vasconcelos (UMINHO)
Paulo B. Lourenço (UMINHO)
Joaquim Barros (UMINHO)
Filipe Samuel Silva (UMINHO)
Arlindo Gonçalves (LNEC)
João Ferreira (IC/IST)
Joaquim Silva Gomes (FEUP/INEGI)
José Cirne (FCTUC)
Mário Santos (INETI)

COMISSÃO CIENTÍFICA

| | |
|----------------------------------------|-----------------------------------|
| A. Simões (U Aveiro) | J. F. Dias Rodrigues (FEUP) |
| A. Sousa Miranda (UMINHO) | Luís Rocha (UMINHO) |
| A. Torres Marques (FEUP) | Júlio Montalvão e Silva (IST) |
| A. Trigo Cabral (FMUP) | Manuel Freitas (IST) |
| Abílio de Jesus (UTAD) | Marcelo Moura (FEUP) |
| Alfredo Ribeiro (UTAD) | Maria João Barros (U Açores) |
| Álvaro Cunha (FEUP) | Mário Santos (INETI) |
| Arlindo Gonçalves (LNEC) | Mário Vaz (FEUP) |
| Carlos Navarro (U. Carlos III, Madrid) | Nuno Rilo (FCTUC) |
| Ema Coelho (LNEC) | Paulo Piloto (IPB) |
| Elsa de Sá Caetano (FEUP) | Paulo Tavares de Castro (FEUP) |
| Elza Fonseca (IPB) | Rui Carneiro de Barros (FEUP) |
| F. Queirós de Melo (U Aveiro) | Rui Guedes (FEUP) |
| Graça Vasconcelos (UMINHO) | Rui Reis (UMINHO) |
| Humberto Varum (U Aveiro) | Said Jalali (UMINHO) |
| J. C. Reis Campos (FMDUP) | Shaker Meguid (U. Toronto/Canada) |

SECRETARIADO

Paula Teixeira

Prefácio

A mecânica exper
motor de desenvol
caracterização dos
componentes estr
engenharia civil, e
de novos materiais
para a verificação e
e prever o compor
experimental, tem
experimentais e me

O 8º Congresso Na
contribuições, o q
na actividade de in
este congresso agr
mais recentes tend
aplicações a proble

O Congresso Naci
coordenação afecta
a égide da Engenhe
de Análise Exper
participação de u
alguns colegas Bra

Desta 8ª edição d
investigadores naci
sendo também de
encerra na área da
nanoindentação, ca
ligações rebitadas
a existência de se
aplicação de mate
como sessões exp
biomecânica.

A organização agr
de Tensões, a c
coordenadores das
trabalhos submetid
de Mecânica Exper

Guimarães, Abri
Graça Vasconce

Prefácio

A mecânica experimental tem-se assumido ao longo das décadas mais recentes como motor de desenvolvimento científico e tecnológico com uma importância central na caracterização dos materiais, na caracterização do comportamento de estruturas e de componentes estruturais em diversas áreas do conhecimento, nomeadamente na engenharia civil, engenharia mecânica e engenharia de materiais, e no desenvolvimento de novos materiais. A análise experimental tem-se assumido também como base física para a verificação e validação de modelos numéricos e analíticos que pretendem simular e prever o comportamento de materiais e estruturas. Ainda no âmbito da mecânica experimental tem-se assistido a um importante desenvolvimento de novas técnicas experimentais e melhoramento de técnicas experimentais existentes.

O 8º Congresso Nacional de Mecânica Experimental conta aproximadamente com 100 contribuições, o que demonstra a importância e vitalidade da componente experimental na actividade de investigação a nível nacional. À semelhança dos encontros anteriores, este congresso apresenta-se como um fórum privilegiado de divulgação e discussão das mais recentes tendências e avanços na área da Mecânica Experimental no domínio das aplicações a problemas de Engenharia.

O Congresso Nacional de Mecânica Experimental é pela primeira vez organizado com a coordenação afectada à área da Engenharia Civil, depois de consecutivas organizações sob a égide da Engenharia Mecânica, sempre em colaboração com a Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões. Esta organização proporcionou uma maior participação de investigadores na área da engenharia civil, bem como a atracção de alguns colegas Brasileiros com contribuições na área de engenharia civil.

Desta 8ª edição destaca-se a existência de conferências convidadas proferidas por investigadores nacionais e estrangeiros de competência reconhecida internacionalmente, sendo também de destacar a actualidade e a excelente qualidade dos trabalhos que encerra na área da análise dinâmica experimental, caracterização de materiais através de nanoindentação, caracterização da nanoestruturas de materiais poliméricos, fadiga de ligações rebitadas usadas em aeronaves e biomecânica. Neste evento é ainda de salientar a existência de sessões especiais na área de engenharia civil relacionadas com a aplicação de materiais compósitos à engenharia civil e a estruturas de madeira, bem como sessões especiais na área da fractura, fadiga dos materiais e estruturas e biomecânica.

A organização agradece a confiança da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões, a contribuição dos conferencistas convidados e o empenho dos coordenadores das sessões especiais. Uma palavra especial a todos os autores que, pelos trabalhos submetidos, contribuíram para o sucesso da 8ª edição do Congresso Nacional de Mecânica Experimental.

Guimarães, Abril 2010

Graça Vasconcelos / Paulo B. Lourenço / Joaquim Barros / Filipe S. Silva

ANÁLISE DE TENSÕES EM FÉMURES DO MESMO GÉNERO E DIFERENTE FAIXA ETÁRIA

Fonseca, E.M.M.¹; Magalhães, B.F.T.²; Noronha, J.K.³

¹ Departamento de Mecânica Aplicada, ESTiG-IPB, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

² Engenharia Biomédica, ESTiG-IPB, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

³ Dr. Krug de Noronha, Clínica de Radiologia / Imagem, Porto, Portugal



RESUMO

O principal objectivo deste trabalho é avaliar a resistência biomecânica da extremidade proximal do fémur, quando submetido a carregamentos próprios da actividade quotidiana, sob influência da actividade muscular. Pretende-se comparar a resistência do colo do fémur, através da distribuição de tensões e de deformações, na extremidade proximal do osso, em três indivíduos do mesmo género e faixas etárias distintas. São utilizadas imagens médicas de pacientes do género feminino (9, 37 e 41anos) que permitem a criação de modelos geométricos com a forma tridimensional de cada osso em estudo. Para a avaliação da resistência biomecânica do osso recorreu-se ao método de elementos finitos, considerando o efeito do osso cortical e do osso trabecular, sob influência de diferentes propriedades mecânicas com comportamento elástico e isotrópico. A discussão dos resultados contempla as análises efectuadas com base no carregamento, que é função da massa corporal própria de cada paciente, e ainda também em função de um valor máximo idêntico para todos os pacientes. Nesta última análise, uma vez que a imposição de carregamento é idêntica para cada um dos modelos, pretende-se verificar a influência das alterações da espessura do osso cortical do fémur, função da idade, no resultado da distribuição de tensões. A influência da espessura cortical na resistência óssea tem vindo a ser referido por vários estudos de autores nesta área de investigação. A avaliação do efeito da compressão ou da tracção ao longo dos tecidos ósseos será também motivo da discussão dos resultados. Este trabalho permitirá identificar as zonas de maior risco de fractura, para cada um dos fémures em análise, atendendo ao conjunto das diferentes variáveis impostas ao longo do estudo.

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

É objectivo deste trabalho avaliar e comparar diferentes imagens médicas, em pacientes do género feminino de diferentes idades, através de uma análise biomecânica, quando estes modelos são solicitados por uma actividade muscular e quotidiana em simultâneo.

O facto de serem três imagens diferentes e do género feminino, traduz-se

num estudo de interesse relevante. Por outro lado, a diferente espessura da cortical, inerente à idade da paciente, assim como a redução da massa óssea, responsável pelo aumento da fragilidade do osso, condicionam muitas vezes o aparecimento de fracturas, o que justifica o estudo presente.

Com base nas análises efectuadas observou-se que os valores máximos de tensões à compressão se registam na zona

medial (plano horizontal) e distal (plano inclinado), para qualquer um dos fémures em estudo. Os valores das tensões à tracção, correspondem à zona lateral e proximal, respectivamente no plano horizontal e inclinado.

Verificou-se ainda que as tensões são menores para as mais baixas idades, em qualquer zona da estrutura óssea. No entanto, considerando a mesma massa corporal, os fémures de 9 e 37 anos apresentam um comportamento semelhante entre si, mas inferior ao fémur de 41 anos. No fémur de 37 anos não se verifica praticamente nenhuma diferença em relação à variação da massa corporal. O facto evidenciado permite concluir da importância da modelação e da representação correcta das características geométricas da estrutura óssea. A espessura da zona cortical dos diferentes modelos influenciou significativamente os resultados finais. O fémur de 41 anos apresenta os maiores níveis de tensão, sendo indicador de uma menor resistência óssea. A espessura da camada cortical neste modelo é menor quando comparada com os restantes modelos. A variabilidade de resultados entre o fémur de 37 e 41 anos é muito significativa, sendo esse resultado justificado pela diferença da espessura cortical nos dois modelos. Por outro lado o fémur de 9 anos ao registar um comportamento semelhante ao de 37 anos, para igual massa corporal, significa igualmente uma diminuição da sua resistência óssea. Os resultados das tensões foram obtidos ao longo da camada cortical do osso.

Os resultados das tensões serão apresentados nas zonas do fémur assinaladas na figura 1, para dois planos distintos.

Os planos considerados para o registo das tensões foram o horizontal (AMPL) designado por zona Anterior, Medial, Posterior e Lateral; e o inclinado (ADPPr) referindo-se à zona Anterior, Distal, Posterior e Proximal.

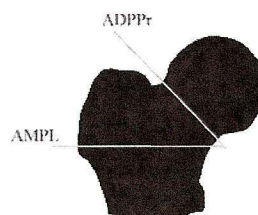


Fig. 1 Plano horizontal (AMPL) e plano inclinado (ADPPr).

Agradecimentos

Os autores agradecem a colaboração da Clínica Dr. Krug de Noronha – Radiologia / Imagem, do Porto.

REFERÊNCIAS

- Bergmann G., Deuretzbacher G.; Heller M.; Graichen F.; Rohlmann A.; Strauss J.; Duda G.N.; 2001. Hip contact forces and gait patterns from routine activities, *Journal of Biomechanics* 34(7), p.859-871.
- Magalhães B., Fonseca E., Teixeira C., Barreira L.; 2009. Imagens médicas de fémur utilizadas no estudo do tecido ósseo sob influência da actividade muscular e quotidiana, Mário Vaz et al (Eds.), *Proceedings, Actas do 3º Congresso Nacional de Biomecânica*, Bragança, p.217-222, ISBN:978-989-96100-0-2.
- Krone R.; Schuster P.; 2006. An investigation on the importance of material anisotropy in finite-element modelling of the human femur, paper number 2006-01-0064, SAE international.
- Simões J.A.; Vaz M.A.; Blatcher S.; Taylor M.; 2000. Influence of head constrain and muscle forces on the strain distribution within the intact femur, *Medical Engineering and Physics* 22(7), p.453-459.
- Taylor M.E.; Tanner K.E.; Freeman M.A.R.; Yettram A.L.; 1996. Stress and strain distribution within the intact femur: compression or bending?, *Medical Engineering Physics* 18(2), p.122-131(10).
- Teixeira C., Fonseca E., Barreira B.; 2009. Avaliação da Resistência do Colo do Fémur Utilizando o Modelo de Elementos Finitos, *Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões*, ISSN1646-7078, 16, p.19-2.

A INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NAS TENSÕES OBTIDAS

Relvas

De

Actualmente a modelação utilizada na área biomédica desenvolve-se de forma a estas ferramentas é frequentemente utilizada. Apesar da geração de dados apresentarem o nível de qualidade desenvolvido em estudos gerados no STL, com os modelos concebidos em STL diferentes (graus de medição por coordenadas controladas 27 dimensões analisando por categoria encontravam dentro da 72,2% de elementos de STL de resolução fina deve ser obtido segundo apresentando-se esta con

1- INTRODUÇÃO

Existem diversas utilizações de processos rápidos (PR) no fabrico de estruturas anatómicas para melhorar a diagnóstico médico, cirúrgico ou o de próteses e implantes p al.2004; Ma et al. 200 (Standard Triangulation) utilizados para transferir entre os diferentes sistemas equipamento de PR. Este contém os dados de triângulos representativos da peça. Quanto maior detalhes da peça e a s