



8 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 dos
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

ESTUDO COMPARATIVO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES MATERIAIS EM PRÓTESE NUM FÊMUR HUMANO

Fonseca, E.M.M.¹; Mendes, C.S.²; Noronha, J.K.³

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

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

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



RESUMO

O principal objectivo deste trabalho é avaliar o comportamento biomecânico na utilização de diferentes materiais numa prótese do fémur. A substituição da anca é a artroplastia mais frequentemente realizada e é, sem dúvida, aquela que alcança o maior índice de sucesso entre todas as articulações artificiais. A artroplastia total da anca é importante para aqueles que sofrem há anos com dores intensas e que estão limitados nas suas actividades. Ao longo dos últimos anos tem havido grandes avanços da medicina sobre a artroplastia da anca (prótese total da anca), o que tem contribuído na melhoria do resultado da cirurgia. À medida que a população envelhece, a artroplastia da anca torna-se cada vez mais comum. Pretende-se assim avaliar a resistência biomecânica do conjunto osso-implante, através da distribuição de tensões e de deformações, num fémur do sexo masculino de 70 anos. É utilizada uma tomografia computadorizada de alta resolução na criação do modelo geométrico tridimensional do caso em estudo. A análise biomecânica do conjunto osso-implante é efectuada com o recurso ao método de elementos finitos, considerando simultaneamente o efeito do osso cortical e trabecular. O modelo isotrópico e elástico em análise é submetido a diferentes carregamentos, próprios da actividade quotidiana e da influência muscular. A discussão dos resultados contempla as análises efectuadas com base na utilização de três materiais diferentes em próteses. Pretende-se verificar a influência da rigidez material do implante na obtenção dos resultados. Um implante rígido pode provocar o fenómeno de stress-shielding evitando a fusão ou a remodelação óssea proximal adaptativa e consequentemente levar à perda de massa óssea. Este trabalho permitirá identificar as zonas de maior concentração de tensões, para cada conjunto osso-implante em análise, atendendo às diferentes variáveis impostas. A discussão de resultados incidirá na utilização de diferentes materiais (aço-inoxidável, liga de titânio e cromo-cobalto) de forma a contribuir na escolha de um implante mais flexível.

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

Recorrendo ao tratamento da imagem de uma tomografia computadorizada obtida numa clínica médica, torna-se possível a utilização da técnica de elementos finitos para a análise de

resultados a obter no conjunto anatómico osso-implante.

Este trabalho permitirá identificar as zonas de maiores tensões, para cada conjunto osso-implante em análise, atendendo às diferentes variáveis impostas.

Pretende-se verificar a influência da rigidez de três materiais diferentes do implante na obtenção dos resultados.

A figura 1 representa a direcção longitudinal assinalada como o lado esquerdo do conjunto osso-implante (1 a 8) ou lado direito (9 a 16). É ao longo destas direcções que serão registadas as tensões, tanto no osso cortical como no implante, para a zona exterior. No registo das tensões, sobre o osso cortical do lado esquerdo, apenas foram consideradas as posições 3 a 8.

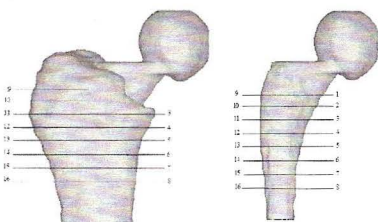


Fig. 1 – Direcção longitudinal, osso-implante.

Com base nos resultados obtidos verificou-se que o valor máximo das tensões são de compressão no implante, para o lado esquerdo. Os valores máximos são obtidos distalmente e com a liga CoCr. Na parte direita do implante os valores máximos são registados à tracção e também com a liga CoCr. A liga 316L tem um comportamento, neste lado do implante, muito semelhante ao CoCr.

No osso cortical, as máximas tensões verificaram-se na parte esquerda distalmente quando o implante é de Ti6Al4V. Na parte direita do osso cortical a influência da prótese com a liga 316L induz a um aumento de tensões.

Em relação ao valor da diferença das tensões, entre o implante e o osso cortical, observou-se que é a liga Ti6Al4V que produz os níveis mais baixos de tensão. Isto permite concluir que esta liga apresenta os melhores resultados para esta solução do conjunto osso-implante, podendo desta forma provocar um menor efeito do fenómeno de *stress shielding*.

Agradecimentos

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

REFERÊNCIAS

- Ahmad M.N.; Solehuddin S.; Hassan, A.Y., Shokri, A.A.; 2007. Application of Multi Criteria Optimization Method in Implant Design to Reduce Stress Shielding, *Journal of Applied Sciences* 7(3), p.349-355.
- Huiskes R.; Weinans, H.; Rietbergen, B. van; 1992. The relationship between stress shielding and bone resorption around total hip stems and the effect of flexible materials, *Clinical Orthopaedics and Related Research* 274, p.124-134.
- Jiang H-bo; 2007. Static and Dynamics Mechanics Analysis on Artificial Hip Joints with Different Interface Designs by the Finite Element Method, *Journal of Bionic Engineering* 4, p.123-131.
- Kuiper J.H.; Huiskes R.; 1996. Friction and Stem stiffness Affect Dynamic Interface Motion in Total Hip Replacement, *Journal of Orthopaedic Research* 14, p.36-43.
- Ridzwan M.I.Z.; Shuib S.; Hassan A.Y.; Shokri A.A.; 2006. Effects of Increasing Load Transferred in Femur to the Bone-Implant Interface, *Journal of Applied Sciences* 6(1), p.183-189.
- Ridzwan M.I.Z.; Shuib S.; Hassan A.Y.; Shokri A.A.; 2006. Optimization in Implant Topology to Reduce Stress Shielding Problem, *Journal of Applied Sciences* 6(13), p.2768-2773.
- Senalp A.Z.; Kayabasi O.; Kurtaran H.; 2007. Static, dynamic and fatigue behavior of newly designed stem shapes for hip prosthesis using finite element analysis, *Materials & Design* 28, p.1577-1583.
- Simões J.A.; Marques A.T.; Jeronimidis G.; 2000. Design of a controlled-stiffness composite proximal femoral prosthesis, *Composites Science and Technology* 60, p.559-567.
- Simões J.A.; Monteiro J.; Vaz M.A.; 2001. Numerical-Experimental Method for the Validation of a Controlled stiffness Femoral Prosthesis, *Transactions of the ASME* 123, p.234-238.

ANÁLISE

A utilização
constituindo a
modelo digital
directamente
distinto do pro
técnico de CA
dimensional d
realizado atra
posteriormente
mandíbula ha
superfícies, e
distintas, CAT
o modelo físico
digitais obtido
variabilidade e
à precisão fina
(±0,2 mm). Co
processamento
reproduz fielme

1- INTRODUÇÃO

No estudo
biomecânica,
imprescindível
aplicações pa
finitos (FEA)
Huiskes and H
al., 1998).
utilizados no
implantes pers
de comportam
importante qu
represente o
estrutura em c
objectivo do es
Investigação
Universidade
variação geom
réplicas digit
humana, utiliz
de tratamento e