



MODELAÇÃO 3D DE UMA MANDÍBULA HUMANA

Análise de elementos finitos em actividade mastigatória



Correia A¹, Reis Campos JC², Sampaio Fernandes JC³, Piloto P⁴, e Vaz M⁵

¹Monitor de Anatomia e Aluno de Doutoramento em Prótese Dentária e Oclusão da FMDUP; ²Professor Auxiliar de Prótese Removível da FMDUP; ³Professor Associado de Prótese Fixa da FMDUP; ⁴Professor do Instituto Politécnico de Bragança; ⁵Professor Associado do DEMEGI / FEUP

INTRODUÇÃO

A mandíbula humana é uma estrutura anatómica de grande complexidade biomecânica. Vários autores ¹⁻³ desenvolveram malhas de elementos finitos, com diferentes graus de complexidade, para efectuar análise de tensões instaladas neste osso mediante determinadas condições.

OBJECTIVOS

Pretendeu-se com este estudo otimizar a malha desenvolvida por Reis Campos², através da inserção dos músculos envolvidos na mastigação, e efectuar um estudo paramétrico para verificar a influência das propriedades ósseas no comportamento biomecânico mandibular.

MATERIAL E MÉTODOS



MATERIAIS ISOTRÓPICOS (4)		
Material	Mód. Elasticidade	C. Poisson
Osso Cortical	13,60 [GPa]	0,30
Osso Trabecular	1,36 [GPa]	0,45
Coroas Cerâmica	2,26 [GPa]	0,45
Implantes	110,00 [GPa]	0,35

Tab.1 – Propriedades elásticas dos materiais.

FORÇA (5,6)	VALOR [N]
Mordida	220
Temporal	235
Masseter	151
Pterigoideu medial	145
Digástrico	desprezável

Tab.2 – Forças envolvidas na actividade mastigatória.



Fig. 2 – (esq.) Modelo discreto, com simetria, com osso cortical e trabecular, implantes e coroas de cerâmica; (centro) Modelo discreto, com simetria, para osso trabecular; (dir.) Modelo discreto, com simetria, do osso trabecular, com implantes e dentes artificiais.
Nota: não foi possível modelar uma mandíbula completa por limitações de processamento informático.

RESULTADOS

O modelo gerado reproduz com precisão a morfologia e a geometria mandibular.

- Tensões de von Mises máximas: 8,6 [MPa] (zona anterior). (Fig. 3)
- Deslocamento máximo: 0,28 [mm] (ângulo mandibular). (Fig. 4)
- Deformação de von Mises máxima: 0,014 (zona anterior). (Fig. 5)
- Tensão de compressão máxima: 3,88 [MPa] (zona anterior). (Fig. 6)

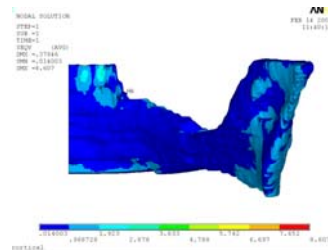


Fig. 3 – Tensões equivalente de von Mises, calculadas no osso trabecular..

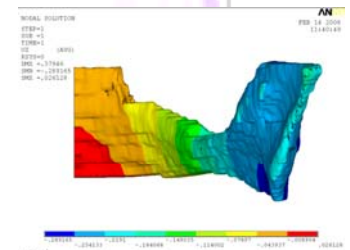


Fig. 4- Deslocamento na direcção do eixo longitudinal, para osso trabecular.

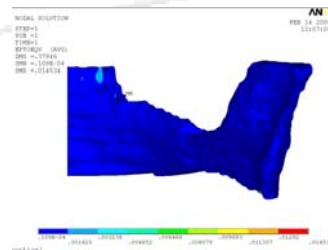


Fig. 5 – Deformação equivalente de von Mises para osso trabecular.

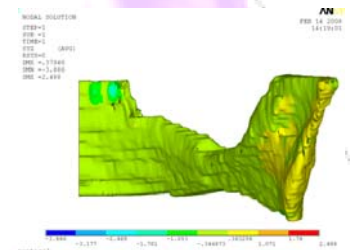


Fig. 6 – Tensão na direcção longitudinal para osso trabecular.

DISCUSSÃO

A construção de uma malha de elementos finitos, representando as diferentes estruturas envolvidas na actividade mastigatória, permite estudar deslocamentos, tensões e deformações geradas no osso mandibular em face das simulações efectuadas ^{1,3}. As tensões e deformações verificadas neste modelo reflectem a influência das inserções dos músculos da mastigação.

CONCLUSÃO

A aplicação de modelos computacionais em situações de engenharia clínica é uma opção prometedora no estudo da biomecânica mandibular, com a possibilidade de analisar diferentes posições e geometria de implantes, novos materiais ou novas soluções que optimizem o valor das tensões e deformações no comportamento global da mandíbula em qualquer tipo de actividade e em particular na actividade mastigatória.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Choi AH, Ben-Nissan B, Conway RC. Three-dimensional modelling and finite element analysis of the human mandible during clenching. Australian Dental Journal 2005;50(1):42-8.
- (2) Reis Campos J.C. Estudo mediante procedimentos holográficos, de extensometria e fotoelasticidade das zonas de pressão nas extensões distais das próteses parciais removíveis Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto; 2005.
- (3) Van Staden R, Guan H, Loo Y. Application of the finite element analysis in dental implant research. Compute Methods Biomech Biomed Engin 2006;9(4):257-70.
- (4) Renato Camargo. Análise comparativa pelo método dos elementos finitos bidimensional das tensões geradas nas estruturas de suporte de prótese parcial removível de extremidade livre inferior sobre rebordo residual ascendente distal e descendente distal" dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre, Brasil, 2005.
- (5) Nickel J.C.; Iwasaki, L.R.; Walker, R.D., Mclachlan, K.R.; McCall Jr, W.D.; "Human Masticatory Muscle Forces During Static Biting"; Journal Dent. Res. 82 (3), 212-217, 2003.
- (6) Inou N., Koseki M., Tanizaki H., Maki K.;" Development of the support system for individual stress analysis of a bone", proceedings of Computer Methods in Biomechanics & Biomedical Engineering - 5, 109A(CD-ROM), Madrid, 2004.

Título: Modelação 3D de uma mandíbula humana. Análise de elementos finitos em actividade mastigatória.

Autores: A. Correia, J.C. Reis Campos, J.C. Sampaio Fernandes, P. Piloto e M. Vaz

Contactos: André Correia. Aluno de Doutoramento em Prótese Dentária e Oclusão da FMDUP. Assistente Convidado de Anatomia da FMDUP. Serviço de Anatomia da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. Rua Dr. Manuel Pereira da Silva. 4200-392 Porto. acorreia@fmd.up.pt (913465910)

Introdução: A mandíbula humana é uma estrutura anatómica de grande complexidade biomecânica. Vários autores ¹⁻³ desenvolveram malhas de elementos finitos, com diferentes graus de complexidade, para efectuar análise de tensões instaladas neste osso mediante determinadas condições. Pretendeu-se com este estudo otimizar a malha desenvolvida por Reis Campos², através da inserção dos músculos envolvidos na mastigação.

Material e Métodos: Realizou-se uma reconstrução 3D de uma mandíbula humana desdentada parcial com implantes nos caninos, através de uma tomografia computadorizada (TC), posteriormente convertida numa malha de elementos finitos (ANSYS®), onde se efectuou um estudo paramétrico para verificar a influência das propriedades ósseas no comportamento biomecânico mandibular.

Resultados: O modelo gerado reproduz com precisão a morfologia e geometria mandibular. Os valores máximos das tensões foram observados na zona anterior, enquanto que o deslocamento máximo, na direcção vertical, foi identificado no ângulo gónico.

Discussão: A construção de uma malha de elementos finitos, representando as diferentes estruturas envolvidas na actividade mastigatória, permite estudar movimentos mandibulares, tensões e deformações geradas no osso mandibular em face das simulações efectuadas ^{1,3}.

Conclusão: A aplicação de modelos computacionais em situações de engenharia biomédica é uma opção prometedora no estudo da biomecânica mandibular, com a possibilidade de analisar tensões e deformações localizadas.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Choi AH, Ben-Nissan B, Conway RC. Three-dimensional modelling and finite element analysis of the human mandible during clenching. *Australian Dental Journal* 2005;50(1):42-8.
- (2) Reis Campos J.C. Estudo mediante procedimentos holográficos, de extensometria e fotoelasticidade das zonas de pressão nas extensões distais das próteses parciais removíveis Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto; 2005.
- (3) Van Staden R, Guan H, Loo Y. Application of the finite element analysis in dental implant research. *Compute Methods Biomech Biomed Engin* 2006;9(4):257-70.