

Modelo numérico 3D do incisivo central para estudos de movimentos ortodônticos

Norman Duque Penedo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense, email: nrdunque@gmail.com

Carlos Nelson Elias, Laboratório de Biomateriais, Instituto Militar de Engenharia, email: elias@ime.eb.br

Jayme Pereira de Gouvêa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal Fluminense, email: jpg@metal.eeimvr.uff.br

Objetivo

O objetivo deste trabalho foi a determinação das tensões nas fibras de ligamento periodontal, induzidas pela aplicação de diferentes sistemas de forças. As tensões obtidas foram associadas aos tipos de movimentos dentários e aos processos iniciais de recrutamento das células remodeladoras do tecido ósseo.

Introdução

Alguns autores como Vollmer et al.(1999); Jeon et al. (2001); Kawarizadeh et al. (2004) destacaram que a aplicação de forças ortodônticas, as deformações e as tensões sofridas pelo ligamento periodontal, originadas pela mobilidade inicial dos dentes, promovem o recrutamento osteoclastos e osteoblastos. Entretanto, não foram estabelecidos os níveis iniciais de tensões que promovem o recrutamento forma eficiente dessas células. Neste sentido Schwarz (1932; apud Ferreira,1996) destacou que as forças ortodônticas deveriam produzir pressões no ligamento periodontal maiores que as pressões existentes nos vasos capilares ($0,0026 \times 10^{-3}$ Gpa), para produzir de forma eficiente o movimento ortodôntico. Assim, as tensões ao longo das fibras periodontais foram quantificadas e comparadas com as tensões nos vasos capilares. Através desta comparação foi possível identificar, teoricamente, as regiões da parede alveolar passíveis de sofrer os processos de remodelamento ósseo, em função da magnitude e combinações das forças aplicadas sobre a coroa dentária. Deste modo as tensões axiais foram utilizadas como um índice para a localização das regiões que poderão sofrer o remodelamento ósseo, além de evidenciar os tipos de movimentos dentários ocorridos.

Modelo Tridimensional

Com base em modelos anteriores, no presente trabalho foram consideradas as fibras do ligamento periodontal, as quais são os componentes que dão sustentação e mobilidade às unidades dentárias (Vollmer et al.(1999); Jeon et al.,2001)

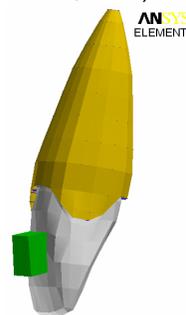


Figura 1: Modelo tridimensional do incisivo central em elementos finitos

Situações analisadas

Para avaliar o comportamento do modelo numérico, em resposta aos sistemas de forças aplicados, foram analisadas 4 situações de carregamentos. Nestas situações, as tensões axiais foram associadas à pressão capilar e aos tipos de movimentos dentários:

- 1 – Na primeira situação foi considerada a aplicação de uma força de 0,39N sobre a coroa dentária (braquete).
- 2 – Na segunda situação a força foi aumentada para 0,70N, que corresponde à intensidade utilizada para realizar movimentos de inclinação do incisivo central (Jarabak e Fizzell, 1975).
- 3 – Na terceira situação foi acrescido um momento à força de 0,70N para produzir um movimento de translação.

4 – E no quarto caso foi aplicada uma força, em um ponto da raiz, para verificar o posicionamento do centro de resistência do dente incisivo central.

Resultados

Os resultados obtidos correlacionam as tensões axiais às áreas de remodelamento ósseo e aos movimentos dentários iniciais:

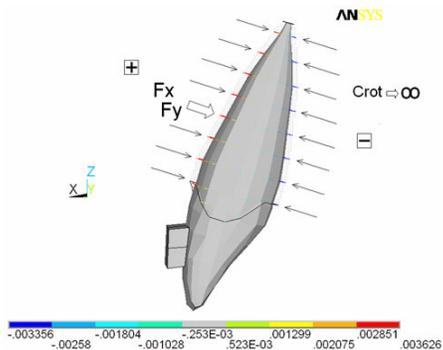


Figura 2: Representação das tensões axiais induzidas com a aplicação da força no centro de resistência

Na Figura 2, observando a escala de cores e a magnitude das tensões axiais ao longo das fibras periodontais pôde-se verificar que as tensões se distribuem ao longo do eixo maior do dente. A ocorrência desta distribuição é confirmada pela descrição de Burstone apud Langlade(1995): "...quando um dente se desloca em translação, uma força (tensão) de distribuição relativamente uniforme se espalha ao longo da raiz...". Neste caso, a região da face palatina e da face vestibular apresentaram níveis de tensões que superaram ($0,0036 \times 10^{-3}$ Gpa), em módulo, a tensão capilar ($0,0026 \times 10^{-3}$ Gpa). Desta forma nestas regiões poderão ocorrer, com eficiência, os processos de recrutamento das células remodeladoras do tecido ósseo. A Figura 3 mostra a translação ocorrida pela aplicação de força e momento sobre o braquete. Já os vetores são mostrados na Figura 4.

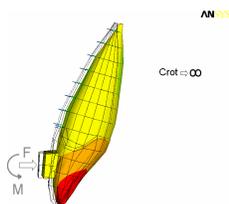


Figura 3: Deslocamento resultante do movimento de translação

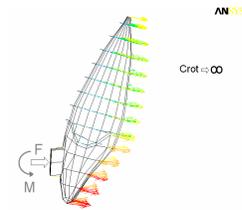


Figura 4: Vetores resultantes do movimento de translação

Comentários

Por meio das análises, foram quantificados alguns conceitos destacados de forma qualitativa na literatura ortodôntica. Esses conceitos relacionam os sistemas de força aplicados aos tipos de movimentos dentários e às tensões produzidas. Deste modo, por meio deste modelo numérico foi possível realizar estudos quantitativos relativos aos movimentos dentários iniciais. Este fato reforça a importância da utilização das simulações numéricas na análise de tensões e deslocamentos criados nos tratamentos ortodônticos.

Referências bibliográficas

- Jarabak, J.R.; Fizzell, J.A. Aparatologia del arco de canto com alambres delgados. Buenos Aires: Mundi, 1975. v-1. 621p.
- Ferreira, F.V. Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico. 1ª edição.: Livraria Editora Artes Médicas Ltda; 1996. 495p.
- Vollmer, D., Bourauel C, Maier K, Jager A. Determination of the centre of resistance in an upper human canine and idealized tooth model. European Journal of Orthodontics. 1999 Dec;21(6):633-48.
- LANGLADE, M. *Terapêutica Ortodôntica*: Prefácio de Robert. M. Langlade D.D.S.,M.S. Pacific Palisades. California. 3ª edição. São Paulo. Livraria Editora Santos 1995.844p.
- Jeon, P.D.; Turley, K.; Ting, K. Three-Dimensional Finite Element Analysis Of Stress In the Periodontal Ligament of the Maxillary First Molar with Simulated Bone Loss. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. Los Angeles, 119 (2001): 498-504p.
- Kawarizadeh, A.; Bourauel, C.; Zhang, D.; Gotz, W.; Jager, A. Correlation Of stress and strain profiles and the distribution of osteoclastic cells induced by orthodontic loading in rat. European Journal of Oral Science. 2004 Apr;112(2):140-7.