



OTIMIZAÇÃO DA TÉCNICA DE MANDIBULOTOMIA MEDIANA E PARAMEDIANA

Delma Pereira Caixeta, delmapc@mecanica.ufu.br

Cleudmar Amaral Araújo, cleudmar@mecanica.ufu.br

Sindeval Jose da Silva, sindeval101@uol.com.br

Devido à precocidade na utilização do fumo, o índice de tumores na cavidade oral (boca e faringe) vem aumentando significativamente. Na maioria dos casos, a forma de tratamento destes tumores é a sua remoção, feita através de um processo cirúrgico denominado mandibulotomia, ou seja, corte da mandíbula e posterior fixação. Esta técnica pode ser realizada separadamente em várias posições na mandíbula, com o corte mediano e paramediano, Fig. (1). As soluções normalmente utilizadas para a fixação dos cortes ou re-estruturação da mandíbula são a utilização de placas ou de fios de aço.

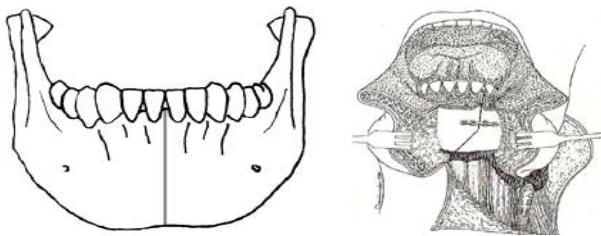


Figura 1. Corte mediano e paramediano. (Shah, 2000)

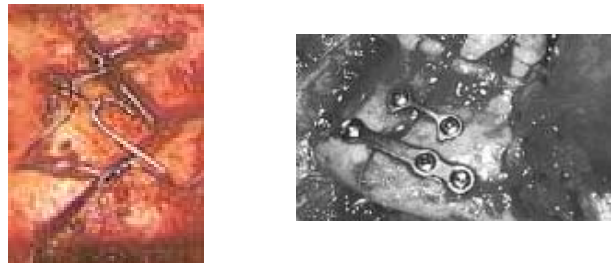


Figura 2. Fixação do corte por fios e miniplacas com parafusos. (Shah, 2000)

Neste trabalho, a técnica de mandibulotomia será avaliada através da análise do campo de tensões/deformações gerado pelos dois cortes na mandíbula e a solução reparadora para miniplacas através do Método dos Elementos Finitos (MEF) e análise experimental. Estas soluções reparadoras serão analisadas avaliando o grau de estabilidade da osteotomia mediana e paramediana fixada com miniplaca considerando os vários fatores que afetam a estabilidade, dentre eles: a posição da miniplaca em relação à altura da mandíbula, altura da mandíbula, a força de mastigação, o número de parafusos da ligação bem como suas posições em relação ao corte, espessura da miniplaca, o diâmetro dos parafusos, espessura da mandíbula, dentre outros. Para isto variar-se-á cada um destes fatores na região do corte. A estabilidade será avaliada sob o ponto de vista biomecânico tanto numérica quanto experimentalmente, buscando, melhorar a técnica, para fornecer aos profissionais da área, médicos e dentistas, um melhor entendimento sobre o assunto e indicando procedimentos adequados para a operacionalização da técnica cirúrgica.

Os resultados obtidos da análise experimental serão usados para validar e/ou ajustar o modelo tridimensional da mandíbula, efetuando-se os devidos refinamentos nos modelos visando garantir maior confiabilidade do modelo numérico. No trabalho é proposta uma metodologia para a formulação de um modelo matemático utilizando métodos de similitude e o comportamento biomecânico da estrutura segmentada em corte mediano da mandíbula fixada por miniplacas através de uma geometria planificada próxima da real da mandíbula humana. Este estudo foi feito primeiramente em uma geometria simples tipo bloco da mandíbula e posteriormente com a mandíbula próxima da real, Fig. 3.

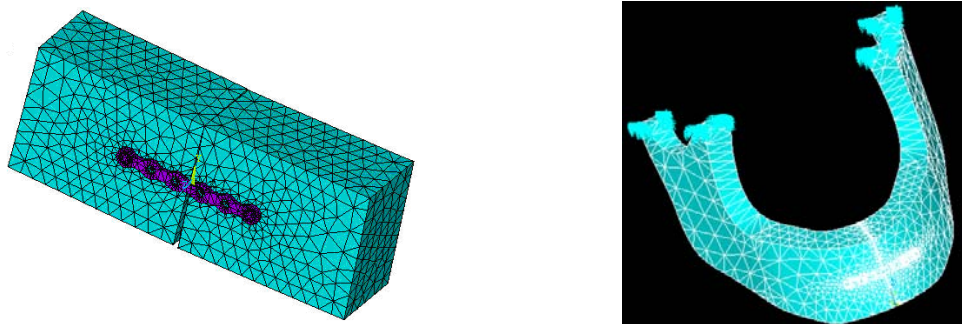


Figura 3. Modelo de elementos finitos simplificado e da mandíbula próxima do real.

O material do osso foi considerado isotrópico, homogêneo e linearmente elástico, seguindo as recomendações de Kimura, et al (2006). As propriedades mecânicas do osso, que incluem o Módulo de Elasticidade (E) e o coeficiente de Poisson (ν) são adotadas respectivamente iguais a 1.370 MPa e 0,3. Já para o material da placa de titânio foi adotado $E = 110.000$ MPa e $\nu = 0,33$, material este também considerado isotrópico, homogêneo e linearmente elástico.

Na região do corte, entre os parafusos e o bloco e entre a placa e a cabeça do parafuso utilizaram elementos de contato. Utilizou-se um coeficiente de atrito entre as superfícies do osso de 0,2 e nos demais de 0,5, seguindo as recomendações de Rancourt et al (1990). Kimura et al (2006) recomendam força de mastigação máxima de 300N perpendicular à mandíbula. Também utilizou uma força horizontal distribuída aplicada na superfície da miniplaca simulando o efeito do torque de aperto no instante da fixação do parafuso ao osso. A equação matemática representativa da estabilidade foi obtida através da teoria de similitude, a qual permite a determinação da função preditiva nas variáveis de influência usando como base de validação dos resultados numéricos de elementos finitos.

Os dados dos deslocamentos da ligação são retirados da análise não linear numérica feita no Ansys® e calculando-se a área entre o eixo das abscissas e a curva dos pontos de deslocamento no programa Matlab. Esta área representa a estabilidade da ligação. Quanto menor o valor da área, ou seja, da estabilidade, menores são os deslocamentos e conseqüente mais rígida é a união entre as partes segmentadas do osso. Com os dados da área obtêm-se as curvas de ajustes que comporão a equação geral da estabilidade em função das várias variáveis envolvidas no problema da estabilidade da ligação. Com a equação geral da estabilidade (função objetivo), utilizando técnicas de otimização, minimiza-se o seu valor através do código computacional GAOT implementado no software Matlab® (Grace, 1992) para se obter os valores ótimos de cada variável, tendo como restrições (intervalos) de cada variável envolvida, valores encontrados na literatura.

A técnica apresentada com simulação numérica em conjunto com técnicas de similitude e métodos de otimização através dos algoritmos genéticos se mostraram satisfatórios na solução do problema de quantificar a estabilidade da união do osso osteotomizado, quando utilizada para um modelo simples, e os resultados mostraram se coerentes com o comportamento da ligação. No estágio atual da tese de doutorado esta metodologia está sendo empregada para uma mandíbula mais complexa. Para validar este modelo numérico encontram-se em fase de preparação, testes experimentais que utilizarão mandíbulas de porco fixadas com as miniplacas.

REFERÊNCIAS

- Grace, A., 1992. Optimization Toolbox – For use with Matlab. The Math Works Inc. Natick.
- Kimura, A., Nagasao, T., Kaneko, T., Miyamoto, J., Nakajima, T., 2006, “A comparative study of most suitable miniplate fixation for mandibular symphysis fracture using a finite element model”, **Journal of Medicine**, Vol. 55 (1), pp. 1-8.
- Rancourt, D., Shirazi-Adl, Drouin, G., 1990, “Friction properties of the interface between porous-surfaced metals and tibial cancellous bone”, **Journal of Biomedical Materials Research**, Vol. 24, pp. 1503-1519.