

MODELAGEM DE TECIDOS CEREBRAIS

Orientado: Alessandro Rodrigues Faria; Orientador: Cleudmar Amaral Araújo.

Dura-Máter é a Membrana exterior e a mais forte das que envolvem o aparelho cerebrospinal. Hematoma subdural agudo (HSDA) é o acúmulo de sangue no espaço subdural. A Pressão Intracraniana (PIC) tem uma variação fisiológica de 5 a 15mmHg e reflete a relação entre o conteúdo da caixa craniana (cérebro, líquido cefalorraquidiano e sangue) e o volume do crânio, que pode ser considerado constante. A alteração do volume de um desses conteúdos pode causar a hipertensão intracraniana (HIC). O valor normal da PIC é até 15mmHg, as medidas terapêuticas são iniciadas quando a pressão ultrapassa 15mmHg. Valores entre 20 a 40mmHg são considerados moderadamente elevados, e acima de 40mmHg, gravemente elevados. Acima de 60mmHg, é quase sempre fatal.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo analítico a partir de análises por Elementos Finitos para avaliar a taxa de deformação em tecidos macios, estudando exemplos no programa ANSYS para grandes deformações. Com este trabalho fica bastante próximo, após serem avaliados alguns modelos da literatura, a possibilidade de se propor um modelo numérico simplificado para avaliar o fenômeno.

Foi estudado o comportamento biomecânico da técnica de Descompressão Abrupta ou Gradual Intradural da Dura-máter, sob diferentes configurações. Foi feita uma ampla revisão bibliográfica, avaliando o estado da arte sobre a hipertensão intracraniana, o hematoma subdural agudo, e a aplicação do método dos elementos finitos na modelagem de tecidos macios. Foi criado um modelo 3D simplificado de elementos finitos para avaliar qualitativamente o fenômeno de expansão abrupta da dura-máter.

Este modelo 3D simplificado de elementos finitos está sendo desenvolvido, para avaliar qualitativamente o fenômeno de expansão abrupta da dura-máter pelo método de Similitude, e será feita uma avaliação quantitativa do fenômeno.

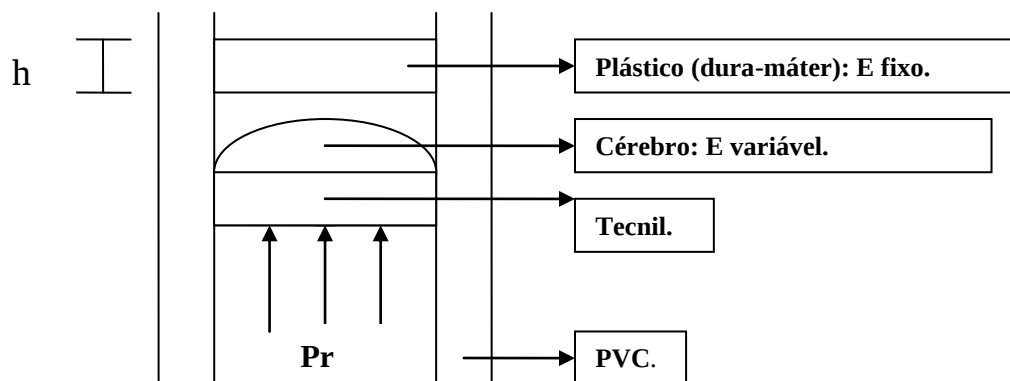


Figura 1: Esquema da compressão da dura-máter usado para criação do modelo numérico.

A Eq. 1 mostra as variáveis envolvidas no desenvolvimento do modelo analítico, enquanto na Eq. 2 pode-se notar que serão formados três Pi Termos, relacionados na Eq. 3.

$$d = f(F, E, h, Vú) \quad (1)$$

Variáveis envolvidas:

d – Deslocamento normalizado da dura-máter.

F – Força aplicada.

E – Módulo de Elasticidade (Dura-máter – Plástico).

h – Espessura da dura-máter.

Vú – Volume Útil. É o produto do número de cortes com o volume de cada corte.

Na dura-máter, d é calculado pela área abaixo da curva do deslocamento em função da distância entre alguns pontos em um caminho constante próximo ao contato.

Variando-se h, varia-se o volume e a rigidez da dura-máter.

Variando-se o número de cortes, varia-se o volume útil.

$$\pi 1 = f(\pi 2, \pi 3) \quad (2)$$

$$\frac{d}{h} = f\left(\frac{\sqrt[3]{Vú}}{d}, \frac{F}{E.h^2}\right) \quad (3)$$

Foi criado um Modelo 3D simplificado de elementos finitos para avaliar qualitativamente o fenômeno de expansão abrupta da dura-máter.

O modelo foi criado com apenas 1/4 da geometria, devido às condições de simetria.

A carga foi centralizada verticalmente para cima e foi apresentado o deslocamento vertical.

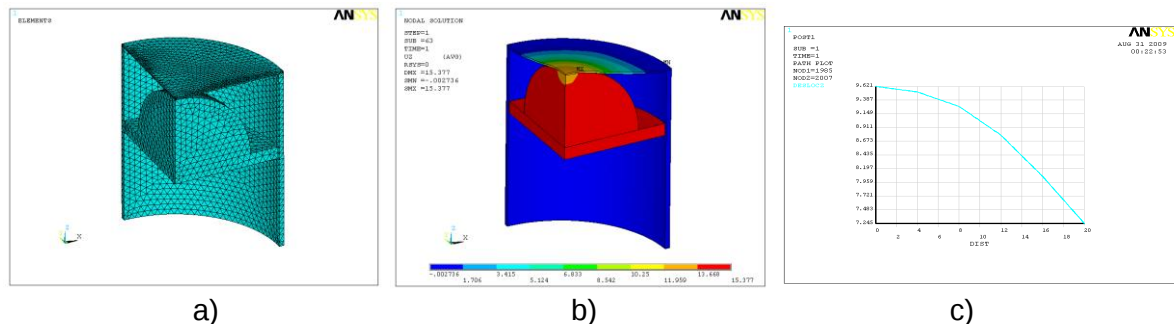


Figura 2: Modelo com ¼ da geometria. a) Malha de elementos finitos utilizada. b) Uz no modelo com carga F = 16N. c) Uz = f da distância, em um caminho constante próximo ao contato.

Estão sendo utilizadas técnicas de otimização por Similitude, para avaliar o fenômeno de expansão abrupta da dura-máter e a técnica de Descompressão Gradual intradural. Para esta condição ótima serão analisados o número ideal de cortes e seus posicionamentos. Será avaliada a configuração geométrica ótima da técnica através da otimização de diferentes soluções, como por exemplo, alívio de tensão na região dos cortes e a descompressão da dura-máter. Os resultados já obtidos no modelo numérico e os posteriores serão comparados com os resultados de modelo experimentais e com a literatura. No Laboratório de Projetos Mecânicos da Faculdade de engenharia Mecânica da UFU já foi desenvolvido um modelo experimental com resultados qualitativos. Esta comparação será utilizada para validar e/ou ajustar o modelo 3D de elementos finitos. Serão efetuados os devidos refinamentos no modelo numérico, para assegurar uma maior confiabilidade em seus resultados.

REFERÊNCIAS

- SHIGLEY, J. E.; MISCHEKE, C. R. **Mechanical Engineering Design**, 5 ed. McGRAW-ILL, 1998.
- CARLOS, G.; CARLOTTI, Jr.; BENEDICTO, O, C.; Luiz, A. A. **Hipertensão Intracraniana**, Simpósio: MEDICINA INTENSIVA: II. TÓPICOS SELECIONADOS Capítulo V, Ribeirão Preto, Medicina – USP, out/dez. 1998.
- MIRANDA, R. F. **Estudo Sobre Compressão E Descompressão Rápida E Gradual, E Suas Consequências**, Uberlândia, FEMEC – UFU.
- ZACHOW, S.; GLADILINE, E.; HEGER, H. C.; DEUFLHARD, P. **Finite-element simulation of soft tissue deformation**, Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik, Berlin (ZIB), Takustr. 7, D-14195 Berlin, Germany, 2000.
- HU, T.; DESAI, J. P. **Characterization of soft-tissue material properties: Large deformation analysis**, Philadelphia, PA 19104, USA, Drexel University.