

ESTUDO PRELIMINAR SOBRE AS POTENCIALIDADES DA BIOMECANICA NA CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM CÉREBRO COMPUTACIONAL PARA SIMULAÇÃO DE PROBLEMAS CAUSADOS A PARTIR DE LESÕES OCASIONADOS POR TRAUMATISMOS.

Alexandre Antônio Santana (IN MEMORIAN)

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia

Ricardo Fortes de Miranda

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia
rfmiranda@mecanica.ufu.br

Antônio Geraldo Diniz Roquette

Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia

Resumo: *Este artigo pretende divulgar alguns estudos aos quais vão servir como referência para desenvolver novas técnicas que permitam a “visualização” da propagação das lesões crânio-encefálicas, causadas por traumatismos. A partir desta idéia desenvolver um código computacional, baseado na técnica de iteração fluido-estrutura, que permita analisar como o traumatismo irá se propagar através do cérebro e também, como o cérebro irá se comportar dentro da caixa craniana. Com estes dados será possível determinar os pontos críticos de pressão no cérebro causada pela iteração massa encefálica e caixa craniana.*

Palavras-chave: *Biomecanica, Bioengenharia, lesões, crânio traumatismos*

1. INTRODUÇÃO:

A perspectiva de aumento acentuado da longevidade que ocorre nos países em desenvolvimento tem determinado uma mudança no perfil demográfico de todo o mundo e não apenas os países europeus.

Desde a década de 60, evidencia-se no Brasil, um aumento das doenças crônico-degenerativas, principalmente as afecções cardiovasculares, suplantando as enfermidades infecciosas e parasitárias como causa de morte.

Dentre as doenças crônico-degenerativas, as cérebros-vasculares constituem a terceira causa de morte no mundo, precedida pelas cardiopatias em geral e o câncer. O Acidente Vascular Cerebral (AVC) –isquêmicos ou hemorrágicos, transitórios ou definitivos, é a doença cérebro vascular que apresenta maior incidência, tem maior morbidade e resulta em incapacidades. Cerca de 40 a 50% dos indivíduos que sofrem AVC morrem após seis meses. A maioria dos sobreviventes exibirá deficiências neurológicas e incapacidades residuais significativas, o que faz desta patologia a primeira causa de incapacitação funcional no mundo ocidental.

Embora os dados epidemiológicos mostrem um declínio da mortalidade, é de se esperar que a incidência da doença reverta num quadro de prevalência de deficiências físicas e mentais relacionadas aos episódios de derrame cerebral.

Enfatizam, ainda, que há dados suficientes para afirmar que o AVC é uma doença grave no Brasil, geradora de incapacidades crônicas, com perda da independência e, muitas vezes, da autonomia, o que pressupõe a necessidade de alguém que auxilie o paciente nas suas dificuldades de desempenho das atividades diárias. Convém salientar que programas de reabilitação têm contribuído significativamente para diminuir os danos causados pela doença; porém, para que o êxito seja alcançado, é fundamental que se inicie, o mais cedo possível, medida de reabilitação como forma de garantir uma recuperação eficaz. A reabilitação deve ser iniciada assim que o

quadro clínico estabilizar.

Em se tratando destes tipos de lesões cerebrais, algumas apresentam grande importância para este estudo, dentre elas, destaca-se as lesões causadas ao nível da membrana esquelética. Estes são: Traumatismo Craniano e Medular onde as lesões cranianas traumáticas são agressões ao cérebro, não de natureza degenerativa ou congênita, mas causada por uma força física externa, que pode produzir um estado diminuído ou alterado de consciência, que resulta em comprometimento das habilidades cognitivas ou de funcionamento comportamental ou emocional, estas podem ser temporárias ou permanentes e provocar comprometimento funcional parcial ou total, ou mau ajustamento psicológico. (Smith e Winkler, 1994). Os mecanismos destas lesões são forças de aceleração, desaceleração e rotação podendo agir sobre a cabeça na hora do impacto, resultando em uma deformação temporária do crânio. A lesão cerebral é causada tensão, rasgo, atrito ou uma combinação desses mecanismos.

Em crianças as lesões traumáticas do encéfalo mais frequentes são atribuídas a quedas. Lesões de maior gravidade, em geral, exigem maior força que a de uma típica queda, força que, por vezes, é gerada quando a criança é violentamente sacudida. O trauma da sacudidela é devido ao impacto repetitivo do encéfalo contra a caixa craniana. Anualmente um milhão de pessoas requerem hospitalização devido a traumatismos cranianos.

Os TCEs podem ser classificados em três tipos, de acordo com a natureza do ferimento do crânio: traumatismo craniano fechado, fratura com afundamento do crânio, e fratura exposta do crânio. Esta classificação é importante, pois ajuda a definir a necessidade de tratamento cirúrgico. Trauma fechado: sem fratura de crânio. Este pode ser com lesão cerebral (edema, laceração (rasgar), hemorragia) ou sem lesão cerebral. Trauma aberto/fratura exposta: comunicação direta do couro cabeludo com a massa encefálica através de fragmentos ósseos afundados ou estilhaçados. Este tipo de lesão é, em geral, grave e há grande possibilidade de complicações infecciosas intracranianas. Os traumatismos cranianos com fraturas com afundamento caracterizam-se pela presença de fragmento ósseo fraturado afundado, comprimindo e lesando o tecido cerebral adjacente. Uma destas lesões pode ser visualizada na Figura 1 onde são colocadas as tomografias radiológicas de uma pessoa que sofreu uma lesão cerebral.

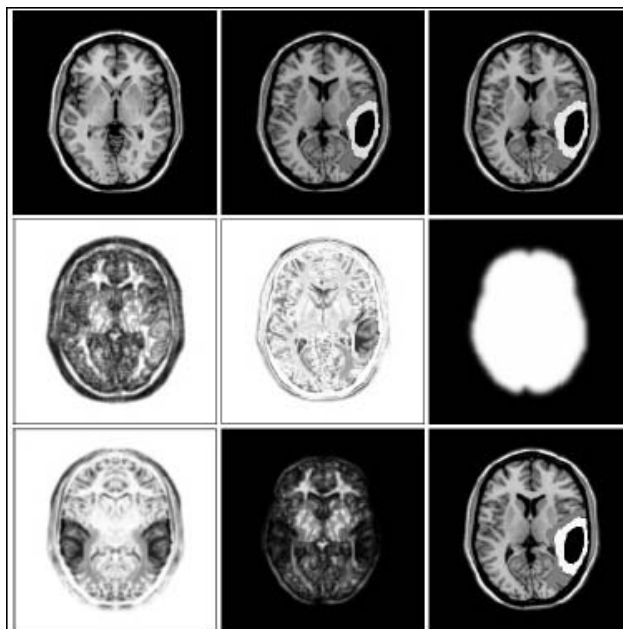


Figura 1: Tomografia de um cérebro lesionado acidentalmente.

No caso de traumatismos Raquimedula, o sistema nervoso central é formado pela medula espinhal e pelo encéfalo. A medula é constituída por células nervosas (neurônios) e por longas fibras nervosas chamadas axônios, que são prolongamentos dos neurônios e formam as vias

espinhais.

As vias descendentes conduzem sinais gerados no cérebro relacionados com o movimento e o controle visceral (sistema nervoso autônomo). As vias ascendentes conduzem sinais relacionados com a sensibilidade, que são geradas na periferia e levadas para o cérebro. Muitos dos axônios são envolvidos por bainhas que contêm uma substância complexa constituída por gordura, chamada mielina, que permite que a condução dos estímulos nervosos seja mais rápida. Os neurônios estão localizados na parte mais central da medula, na substância cinzenta medular, que tem a forma de uma borboleta.

Os neurônios localizados nas porções mais posteriores são relacionados com a sensibilidade e os localizados nas porções anteriores, os neurônios motores inferiores, são relacionados com o movimento.

A medula espinhal é organizada em segmentos ao longo de sua extensão. Raízes nervosas de cada segmento inervam regiões específicas do corpo. Os segmentos da medula cervical são oito (C1 a C8) e controlam a sensibilidade e o movimento da região cervical e dos membros superiores. Os segmentos torácicos (T1 a T12) controlam o tórax, abdome e parte dos membros superiores. Os segmentos lombares (L1 a L5) estão relacionados com movimentos e sensibilidade dos membros inferiores. Os sacrais (S1 a S5) controlam parte dos membros inferiores, sensibilidade da região genital e funcionamento da bexiga e intestino.

Nas lesões medulares completas, há paralisia, perda de todas as modalidades sensitivas (tátil, dolorosa, para temperatura, pressão e localização de partes do corpo no espaço) abaixo da lesão e alteração do controle esfíncteriano (urinário e fecal). As lesões cervicais altas determinam tetraplegia (paralisia dos quatro membros).

2. TRATAMENTOS

Os possíveis tratamentos nestes casos que constituem a abertura da caixa crânio-encefálica, com equipamentos cortantes, que ocasionam a ruptura da membrana dura-máter do paciente, como pode ser visto na Figura 2, que mostra as membranas constituintes da parte craniana.

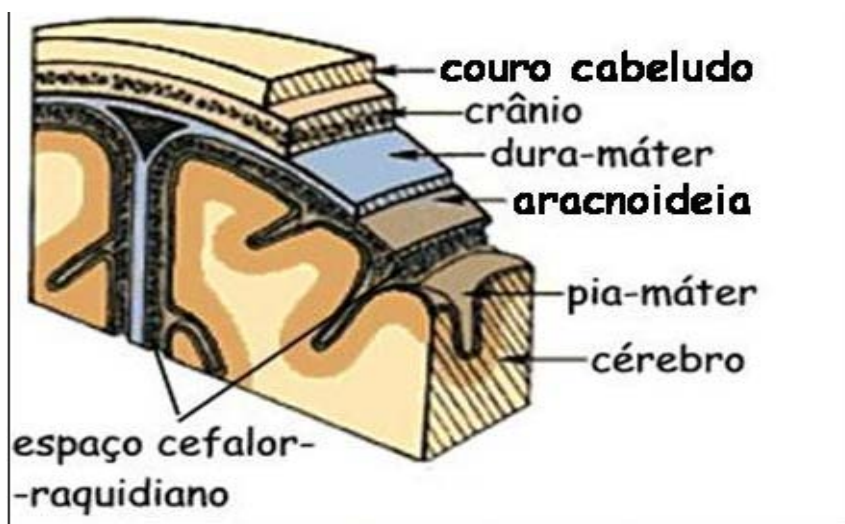


Figura 2: Mostra as partes constituintes do crânio destacando a membrana dura-máter

O cérebro, que antes estava contido por esta membrana, sofre uma rápida decompressão, provocando um aumento abrupto do volume do cérebro. Esta rápida decompressão pode causar mais traumas cerebrais, em função dessa expansão cerebral incontida. Aumentando a possibilidade, da medida pós-operatória, causar maiores traumas ao paciente.

O objetivo deste trabalho é justamente mostrar, de forma computacional o que ocorre com o cérebro assim que o paciente sofre tal lesão, e também quantificar de uma forma mais efetiva as

alterações que ocorrem no cérebro do paciente antes e depois da intervenção cirúrgica, podendo, assim, o cirurgião “visualizar” a melhor forma de proceder com as incisões, que causem menor dano cerebral.

O que se sabe, de acordo com a literatura é que o cérebro, quando sofre algum tipo de lesão, este tenta solucionar o problema criando um sistema de defesa fisiológico, que tenta conter a mesma, porém este sistema de defesa, acaba acarretando problemas em outras partes, como é o caso de uma lesão frontal, onde o cérebro, na tentativa de conter a mesma, faz com que surja uma nodulação ou coágulos na parte traseira do encéfalo, como pode ser vista na Figura3.

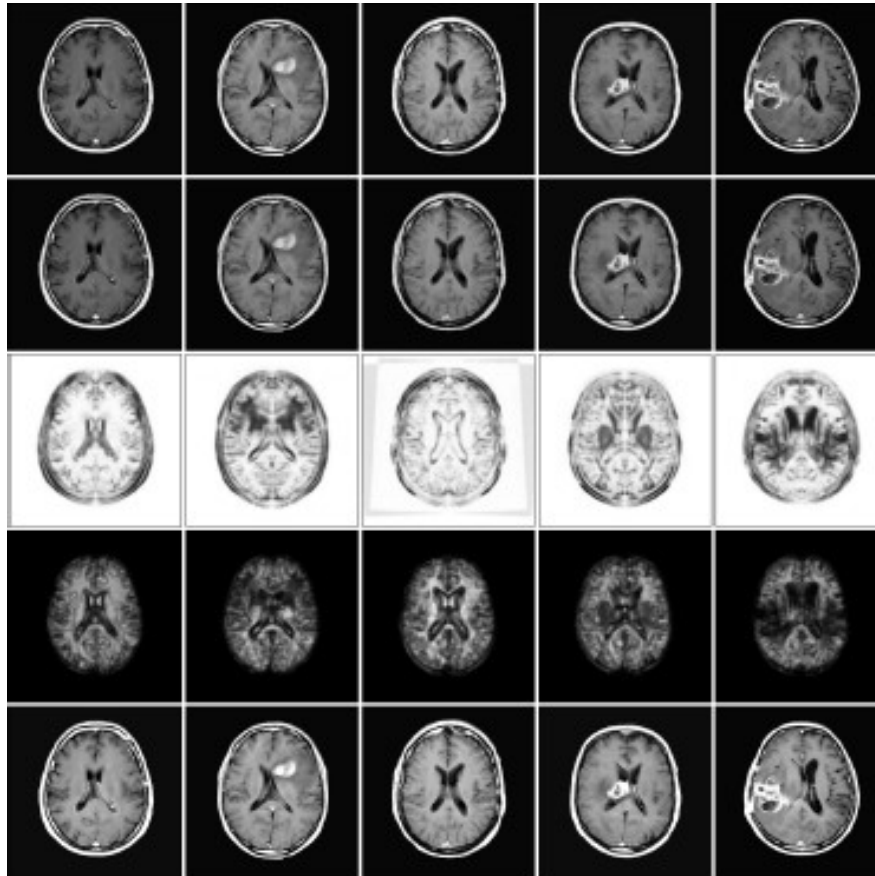


Figura 3: Tomografias mostrando a reação causada no cérebro a partir de uma lesão.

As lesões cerebrais, são diagnosticadas de forma a serem sempre tratadas de forma muito agressiva para o paciente, podendo com isso aumentar o dano ao cérebro. Nosso objetivo é tentar desenvolver uma ferramenta computacional que permita demonstrar e auxiliar, a comunidade médica, novas formas de procedimento cirúrgico que sejam menos agressivos.

Será desenvolvido um modelo em elementos finitos, levando em consideração as propriedades constitutivas do cérebro, onde será imposto uma lesão nesse cérebro e, daí tratando o cérebro como um meio poroso, constituído de uma matriz porosa flexível e um fluido, poderemos analisar a propagação dessa lesão através do cérebro e, o inchaço causado ao cérebro e o conseqüente aumento da pressão intracraniana.

3. AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela possibilidade de execução deste trabalho, em segundo lugar ao meu Orientador Professor Ricardo Fortes de Miranda, a Faculdade de Engenharia Mecânica, pela oportunidade de realizar um curso de Pós-Graduação em Doutorado e por último a CAPES pela ajuda financeira.

4. REFERÊNCIAS

- K.V. Leemput, F. Mase, D. Vandermeulen, and P. Suentens. Automated model-based bias field correction of mr images of the brain. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 18(10):885–896, October 1999.
- A. Simmons, P.S. Tofts, G.J. Barker, and S.R. Arridge. Sources of intensity nonuniformity in spin echo images at 1.5 t. *Magn Reson Med*, 32(1):121–128, Jul 1994.
- H.S. Choi, D.R. Haynor, and Y. Kim. Partial volume tissue classification of multichannel magnetic resonance images a mixel model. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 10(3):395–407, Sep 1991.

SURVEY ON BIOMECHANICS POTENTIALITIES IN THE CONSTRUCTION AND USE OF A VIRTUAL BRAIN FOR SIMULATION OF CEREBRAL HEMORRHAGE

Alexandre Antônio Santana (IN MEMORIAN)

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia

Ricardo Fortes de Miranda

Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia
rfmiranda@mecanica.ufu.br

Antônio Geraldo Diniz Roquette

Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia

Abstract: This contribution intends to show an overview in background knowledges that will permit to develop new techniques” to visualize” the brain-tumor lesions caused by traumas. Thus, a source code for a computational programming language will be built using fluid-structure interaction and considering the brain as a porous structure filled with liquid. This way, it will be possible to know how this lesion will propagate through the brain, and to determine critical points of brain pressure.

Keywords: *Rehabilitation, biomechanics, Bioengineering, brain-tumor, computational programming*