

SIMULAÇÃO VIRTUAL DE PROCEDIMENTOS CIRÚRGICOS UTILIZADOS NO TRATAMENTO DE HSDA

“PROJETO DO NH/RESP”

Creo Mauro de Oliveira, Laboratório de Projetos Mecânicos/UFU, mauro_oliveirad@hotmail.com
Antônio Geraldo Diniz Roquete, Faculdade de Medicina/UFU, roquette@centershop.com.br
Ricardo Fortes de Miranda, Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU, rfmiranda@mecanica.ufu.br
Julia Morelli Shimizu, Laboratório de Projetos Mecânicos/UFU, jshimizu@hotmail.com
Alessandro Rodrigues Faria, Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU, alessandrorfaria@hotmail.com
Cleudmar Amaral Araújo, Laboratório de Projetos Mecânicos/UFU, cleudmar@mecanica.ufu.br

Resumo. Uma das complicações mais frequentes dos traumatismos crânio-encefálicos são as rupturas de vasos que resultam em acúmulo de sangue nos espaços extra-dural, subdural, intra-parenquimatosa ou suas associações sob a forma de hematomas ou hemorragias. Nos hematomas subdurais agudos (HSDA), o sangramento se dá no espaço subdural, geralmente em consequência da ruptura de uma veia superficial cortical no ponto em que ela drena para o seio sagital superior. Atualmente, a conduta cirúrgica estabelecida e convencional é a Craniotomia, Descompressiva (CD), que é a remoção de uma grande área da calota craniana, em seguida, abre-se amplamente a dura-máter visando retirar o hematoma subdural agudo (HSDA) para redução súbita da pressão intracraniana (PIC). A CD apresenta, contudo, resultados desanimadores, já que o prognóstico pós-cirúrgico no HSDA geralmente é sombrio (70 a 90% de mortalidade). Através de conceitos físicos relacionados a gradiente de pressões em ambiente confinado foi sugerida a comunidade médica a realização de uma descompressão gradual afim de não danificar as estruturas cerebrais e proceder ao tratamento do hematoma e hemorragias. Este novo procedimento cirúrgico deu origem ao processo CVBFD (Craniotomia Vértex-Basal com Fenestrações Durais) que vêm sendo utilizado pela equipe local em pacientes acometidos de traumatismos cranioencefálicos. O objetivo do estudo foi avaliar estes procedimentos cirúrgicos através de simulação virtual utilizando o software 3D Studio Max. As simulações possibilitaram fornecer aos neurocirurgiões maiores conhecimentos sobre o fenômeno, facilitando a aplicação correta da nova técnica cirúrgica.

Palavras chave: Engenharia Biomecânica, Hematoma subdural agudo, Craniotomia Descompressiva, Neurocirurgia.

1. INTRODUÇÃO

O hematoma subdural agudo é provocado por traumatismos cranianos devido a uma rápida desaceleração do cérebro, normalmente decorrente de um choque mecânico. O hematoma desenvolve quando há hemorragia dos vasos sanguíneos localizados sob a dura-máter. O diagnóstico é baseado no estado de consciência, alterações pupilares, quadro respiratório e déficit motor do paciente, além do monitoramento da pressão intracraniana. Através de tomografias identifica-se o deslocamento da linha média cerebral, a presença de lesão expansiva hemorrágica e edema cerebral, (Connolly et. al., 2001).

O tratamento usual para o hematoma subdural agudo é cirúrgico através de uma técnica denominada de Craniotomia Descompressiva onde é realizada uma ampla e repentina abertura da dura-máter em forma de ‘X’, buscando aliviar a PIC, (Faleiro, 2005). Este procedimento deve ser realizado nas primeiras 3 horas após o trauma e apresenta baixo índice de recuperação funcional, além de alta taxa de mortalidade e morbidade (50% a 90%). A principal desvantagem da CD está na rápida descompressão do cérebro em função da abertura brusca e extensa da dura-máter, o que gera extrusão cerebral, laceração e herniação externa do cérebro, uma vez que, a dura-máter é retirada, permitindo uma expansão quase não resistida do tecido cerebral, (Faria, 2001). O flap ósseo é colocado em outro local no próprio organismo do paciente, até que haja diminuição do inchaço cerebral e possa ser recolocado. Assim, além do hematoma subdural agudo, o paciente desenvolve isquemia, edema secundário severo e estrangulamento e constrição do tecido encefálico nos bordos da craniotomia, (Guerra et. al., 1999).

Devido às consequências pouco animadoras deste procedimento cirúrgico, um grupo de neurocirurgiões da Faculdade de Medicina/UFU e de professores da Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU desenvolveram um procedimento alternativo denominado de **Craniotomia Vértex-Basal com Fenestrações Durais (CVBFD)**. O princípio deste novo procedimento cirúrgico é aliviar a PIC gradualmente, através de várias e pequenas incisões na dura-máter, (Roquette et. al., 1992) e, posteriormente efetuar a drenagem do hematoma intradural. Evitando a descompressão abrupta que danifica ainda mais o tecido cerebral lesionado. Na CVBFD o flap ósseo retirado possui

dimensões maiores e recebe diversos furos, com a função de permitir o escoamento de eventuais fluidos durante o processo de cicatrização.

Os aspectos biomecânicos do processo de descompressão são de fundamental importância para a elaboração de novos protocolos e procedimentos cirúrgicos, visando reduzir os índices de mortalidade e morbidade do processo da CD. Portanto o objetivo deste trabalho é mostrar, através de simulações, os efeitos e consequências dos processos cirúrgicos, convencional e o processo CVBFD fornecendo ao neurocirurgião maiores conhecimentos sobre o fenômeno, facilitando a aplicação correta da nova técnica cirúrgica.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 A técnica CVBFD

A técnica cirúrgica é composta de diversos passos, porém, os principais princípios são:

- Incisão da pele e subcutâneo, descolamentos dos músculos, temporal e fronto-occipital e do periósteo;
- Craniotomia osteoplástica fronto-parieto-temporal com limites vértex-basal do crânio;
- Pequenas durotomias de 5-10 mm, a primeira no opérculo da fissura silviana, a segunda na base do lobo temporal, a terceira a 01 cm, paralela ao seio sagital superior, a quarta a 01 cm anterior e paralela ao seio transversal e a quinta, na base do lobo frontal, como mostrado na Fig 1;

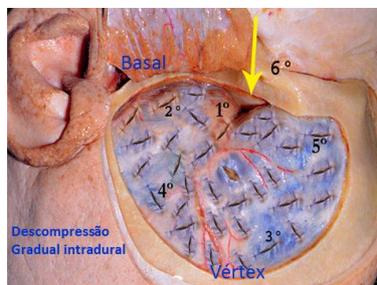


Fig. 1 – Fenestrações Duraís para a Descompressão Gradual Intradural.

- Drenagem espontânea do hematoma, mostrada na Fig. 2;

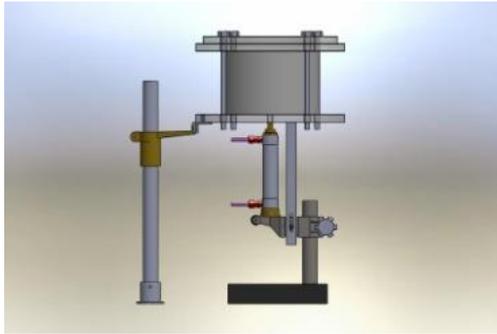


Fig. 2 – Descompressão lenta e progressiva do hematoma.

Para simular qualitativamente o efeito de descompressão abrupta foi projetada e construída uma bancada experimental. A pressão intra-craniana foi simulada por uma pressão pneumática. A Fig. 3 mostra o dispositivo projetado para simular os efeitos de expansão abrupta dada pela técnica CD e o efeito de retenção das estruturas cerebrais dada pela técnica CVBFD. As deformações eram adquiridas por uma câmera CCD. Os efeitos da extrusão eram simulados com cortes amplos ou pequenos feitos no filme plástico.

Para o desenvolvimento dos modelos virtuais foram avaliadas topologias necessárias para o desenvolvimento da simulação, em softwares de modelagem virtuais. Modelos de um crânio, um cérebro e uma duramater foram utilizados na simulação, Fig. 4.

Através de vídeos dos procedimentos cirúrgicos e dos modelos virtuais foi criado um modelo virtual do equipamento produzido para simular a operação no cérebro e toda a sequência de passos foi desenvolvida no software 3D Studio Max.



(a)



(b)

Fig. 3 – Dispositivo experimental projetado para avaliar qualitativamente os processos cirúrgicos.



Fig. 4 – Modelos virtuais utilizados na simulação virtual através do 3D Studio Max.

3. RESULTADOS

Através de uma ampla incisão em forma de ‘X’, simulando o procedimento da CD, observa-se uma extrusão da massa devido à descompressão brusca, Fig. 5(a). Esse fato impossibilita a recolocação imediata do flap ósseo após o alívio da PIC.

Na simulação da CVBFD, são feitas pequenas incisões na dura-máter e a pressão é aliviada de forma gradual, sem ocorrer extrusão cerebral, Fig. 5(b). Dessa forma o tecido cerebral não sofre danos secundários e o flap ósseo poder ser recolocado imediatamente após a cirurgia.



(a)

(b)

Fig. 5 – Simulação dos processos de Craniotomia Descompressiva (a) e CVBFD (b).

A Fig. 6 mostra uma sequencia de imagens que define detalhadamente todos os passos realizados para o tratamento cirúrgico do HSDA denominado de Craniotomia Descompressiva. Os vídeos possuem uma narração

indicando todos os detalhes do procedimento cirúrgico. A Fig. 7 mostra uma destas etapas onde o retalho ósseo contendo furos deve ser reposicionado na caixa craniana.

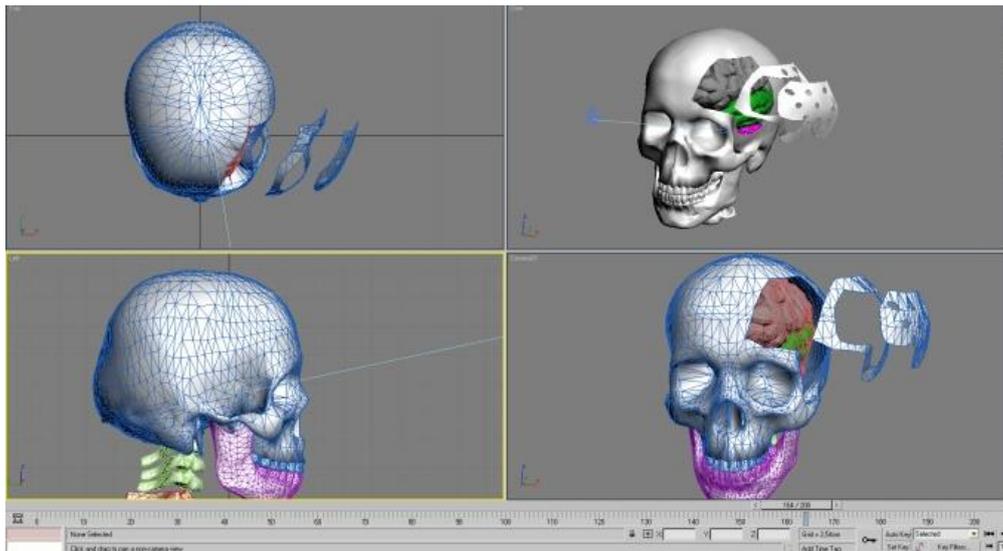


Fig. 6 – Simulação virtual do processo de Craniotomia Descompressiva utilizando o 3D Studio Max.

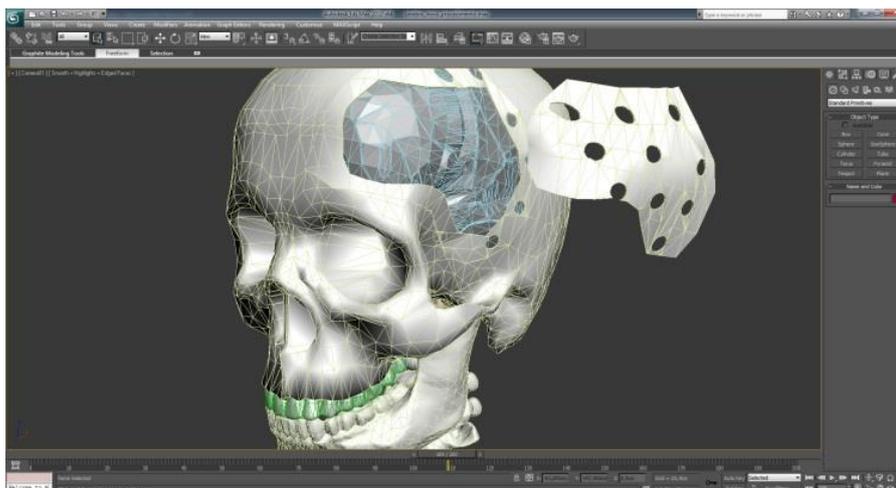


Fig. 7 – Posicionamento do retalho ósseo na caixa craniana.

Através das simulações realizadas avaliou-se a diferença entre os dois procedimentos cirúrgicos. Neste caso, a questão da extrusão cerebral é o fato mais importante, uma vez que, parece que os altos índices de morbi-mortalidade do processo convencional são causados por um dano adicional ao tecido cerebral adicionalmente ao hematoma gerado no cérebro.

4. CONCLUSÕES

Ao contrário do procedimento cirúrgico convencional, denominado Craniotomia Descompressiva (CD), a técnica denominada Craniotomia Vértex-basal com Fenestrações Duraís (CVBFD) propõe uma craniotomia ampla fronto-parieto-temporo basal com múltiplas fenestrações duraís ao invés de uma incisão ampla da dura-máter. Dessa forma, ocorre o alívio da pressão intracraniana por meio de drenagens lentas, livres e espontâneos do(s) hematoma(s) e tecidos necrosados sem que ocorra extrusão cerebral e consequentes deformações de seu tecido. Estes procedimentos foram analisados e avaliados virtualmente através de simulações virtuais. O modelo de simulação mostrou que o efeito de uma expansão brusca decorrente de uma pressão interna pode promover uma extrusão da massa encefálica ocasionando uma grande deformação, o que poderia comprometer o tecido cerebral. A simulação permite entender os fenômenos envolvidos e os procedimentos técnicos das cirurgias que possibilitam auxiliar nos treinamentos e difusão das técnicas, em particular, a técnica CVBFD.

5. REFERÊNCIAS

- Connolly S. E., Guy M. M., Judy H., Tanvir F. C., **Acute Subdural Hematoma in Fundamental of Operative Techniques in Neurosurgery**, Thieme, 2001, Cap. 10 p. 568-574.
- Faleiro R. M.; Faleiro L. C. M., Gusmão S. N. S., **Craniotomia Descompressiva para Tratamento Precoce da Hipertensão Intracraniana Traumática**, Arch-Neuropsiquiatr. 63(2-B), p. 508-513, 2005.
- Faria, J. W. V., Perfil Epidemiológico e **Características dos Pacientes com Traumatismo Cranioencefálico Grave na cidade de Uberlândia** – MG, Dissertação de Mestrado da Universidade Federal de Uberlândia, 2001.
- Guerra W. R. W; Gaab M. R.; Dietz H.; Mueller J. U.; Piek J.; Fritsch K. J., **Surgical decompression for traumatic brain swelling: indications and results**, J. Neurosurg. V. 90, p. 187-196, 1999.
- Roquette A. G. D.; Dos Santos M. B.; Alarcão C. C. R.; Asis M. C.; Castro S. C.; Bertuccci A.; Silva, Z.; Paixão Z. S. G. M., Abordagem préauricular zitomática-subtemporal-infratentorial para lesões da base do crânio, Arq. Bras. Neurocirurg. V. 11, p. 145-151, 1992.

6. AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento (FAPEMIG, CAPES e CNPQ) pelo apoio financeiro, à Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU, Laboratório de Projetos Mecânicos/UFU e Núcleo de Habilitação e Reabilitação em Esportes Paralímpicos (NH/RESP).

7. ABSTRACT

Cranioencephalic injuries are ruptures of vessels that result in accumulation of blood in the Extra-Dural space, subdural, intraparenchymal or their associations in the form of bruising or bleeding are most frequent complications. In acute subdural hematomas (HSDA), bleeding occurs in the subdural space, often because of rupture of a vein cortical surface at the point where it drains into the superior sagittal sinus. Currently, the established and conventional surgical approach is the decompression craniotomy, which is the skull removal of a large area then opens widely the duramater to remove the acute subdural hematoma (HSDA) to sudden intracranial pressure reduction. The DC features, however, disappointing results since the postoperative diagnosis in ASDH is usually dark (70-90% mortality). Medical group associated with engineers researches from UFU suggested embodiment of a gradual decompression so as not to damage brain structures. This new surgical procedure gave rise to CVBFD process (craniotomy Vertex-Basal with Fenestration Dural) that has been used by the local team in patients suffering from trauma cranioencephalic. The objective of the study is to evaluate these surgical procedures through virtual simulation using 3D studio max software. The simulations allowed neurosurgeons provide greater knowledge about the phenomenon, facilitating the correct application of the new technique.

Keywords: Biomechanical engineering, Acute subdural hematoma, Decompressive Craniotomy, Neurosurgery.

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.