

SIMULAÇÃO HIDRODINÂMICA DE UM MECANISMO ANTI-SIFÃO EM SISTEMA DE DRENAGEM EXTERNA DE LÍQUIDO CEFALORRAQUIDIANO

José Ricardo Camilo, Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento - Ventura Biomédica Ltda, e-mail: camilo@ventura.ind.br, home-page: <http://ventura.ind.br>

Angelo Luiz Maset, Departamento de Neurocirurgia – INNEURO, e-mail: maset@ventura.ind.br, home page: <http://www.ventura.ind.br>

Kleber Paiva Duarte, Departamento de Neurocirurgia – INNEURO, e-mail: kleberduarte@uol.com.br, home page: <http://www.ventura.ind.br>

Edson Del Rio Vieira, Departamento de Engenharia Mecânica – Unesp de Ilha Solteira, e-mail: delrio@dem.feis.unesp.br, home page: <http://www.dem.feis.unesp.br>

Introdução

Os sistemas de drenagem externa são utilizados para a drenagem do fluido cefalorraquidiano (produzido no interior dos ventrículos cerebrais) para um recipiente coletor localizado externamente ao corpo humano. Tais sistemas são relativamente bastante empregados em procedimentos neurocirúrgicos e, em geral, são compostos de um cateter ventricular, uma tubagem e uma bolsa coletora externa (Camilo Pinto, 2005). O fluxo do fluido cefalorraquidiano ocorre devido à diferença de pressão existente entre a pressão intracraniana e a posição vertical relativa ao paciente da bolsa de coleta. Uma elevada diferença de pressão favorece a ocorrência da hiperdrenagem (drenagem excessiva do fluido) conhecido como efeito-sifão (Kremer *et al.*, 1994). A exposição do usuário à hiperdrenagem, mesmo que em curtos intervalos de tempo, provoca lesões irreversíveis ao sistema nervoso do paciente (Maset *et al.*, 2005). Infelizmente, os sistemas atuais de drenagem externa são desprovidos de mecanismos que interrompa o escoamento do fluido frente a elevadas variações de diferenças de pressão hidrostática, como por exemplo, uma queda acidental do reservatório coletor.

No presente esforço de trabalho, visando uma maior proteção ao usuário, foi projetado, construído e ensaiado uma válvula (denominada de mecanismo anti-sifão) para eliminar a hiperdrenagem. Os resultados parciais do desempenho hidrodinâmico do conjunto estão apresentados através de um

gráfico da vazão do fluido com relação aos gradientes de pressão gerados pelo abaixamento da bolsa coletora.

Materiais e Métodos

O mecanismo anti-sifão proposto foi idealizado para a utilização junto ao sistema de drenagem externa, fixado externamente à cabeça do paciente e inserido entre o cateter ventricular e a tubagem que direciona o fluido para a bolsa de drenagem. Em uma aplicação prática, a entrada do dispositivo sofre a influência da pressão intra-ventricular e a saída encontra-se sob a influência da altura manométrica da coluna do fluido encontrado na tubagem e, evidentemente, da pressão atmosférica local. Sendo assim, o mecanismo é controlado por meio da deflexão de uma fina membrana de silicone que opera conforme o diferencial de pressão do sistema.

O corpo do mecanismo foi obtido através do processo de prototipagem rápida utilizando os serviços de uma empresa no exterior e a membrana foi cuidadosamente selecionada para atender os requisitos de projeto.

Para a determinação do desempenho hidrodinâmico do mecanismo anti-sifão foi preparada uma bancada experimental com coleta de dados automatizada (Camilo *et al.*, 2006) equipada com um reservatório que permite a simulação de diferentes pressões intra-ventriculares. Para a determinação da posição da bolsa coletora, na qual para cada pressão intra-ventricular simulada, ocorre a interrupção do escoamento pela atuação do mecanismo anti-sifão, foi empregado um mecanismo para o abaixamento programado

do mencionado reservatório coletor. A determinação dos parâmetros experimentais teve como base ensaios para avaliação de fatores tais como histerese, velocidade de abaixamento da bolsa coletora e análise de erros experimentais (Camilo *et al.*, 2006).

Resultados

Os resultados preliminares obtidos são apresentados na Figura 1, demonstrando o comportamento hidrodinâmico do mecanismo anti-sifão frente a diferentes pressões (P) impostas e o deslocamento da bolsa necessário para a interrupção do escoamento, tendo como referência o diferencial de pressão nulo no início de cada ensaio.

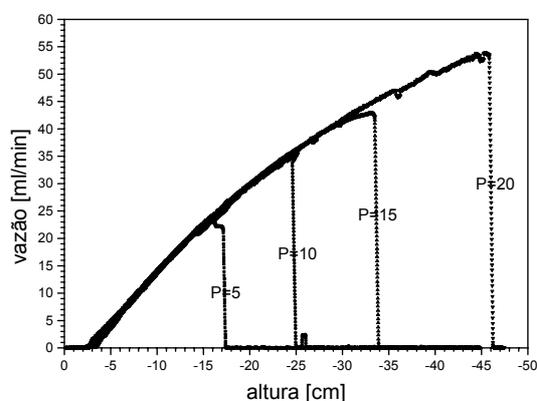


Figura 1: Gráfico da vazão em função da altura H parametrizado para diferentes pressões (P) na entrada do mecanismo anti-sifão.

Os resultados obtidos para as pressões (P) na entrada do mecanismo de 5, 10, 15 e 20 cm de coluna de água implicaram, respectivamente, deslocamentos de 17,5; 25,0; 34,0 e 46,1 cm de altura manométrica da bolsa coletora para a interrupção do escoamento.

Deve ser ressaltado que o principal fator para análise da eficácia do mecanismo anti-sifão é a altura H, correspondente ao deslocamento vertical da bolsa de coleta no sentido descendente, que proporcione um diferencial de pressão suficiente para o acionamento do dispositivo e conseqüentemente a interrupção do escoamento em relação às diferentes pressões impostas na entrada do mecanismo.

Comentários finais

As complicações mecânicas associadas aos sistemas de drenagem ventricular externa tem sido subestimadas e poucos trabalhos

são disponíveis atualmente na literatura neurocirúrgica abordando tais inconvenientes (Maset *et al.*, 2006).

Na ocorrência de um elevado gradiente de pressão observa-se um aumento substancial da vazão do fluido cefalorraquidiano (hiperdrenagem) ocasionando danos irreversíveis ao paciente, mesmo para curta exposição. Dessa forma, o mecanismo anti-sifão proposto demonstra a possibilidade do seu emprego em sistemas de drenagem externa oferecendo ao usuário uma proteção adicional quanto ao risco da hiperdrenagem do líquido cefalorraquidiano. Tal situação, por exemplo, ocorre na queda acidental da bolsa de drenagem.

Atualmente, os sistemas de drenagem externa, disponíveis comercialmente, encontram-se sujeitos à ocorrência da hiperdrenagem. A inserção do mecanismo anti-sifão apresenta um forte diferencial, oferecendo proteção adicional ao paciente usuário desse sistema de drenagem alternativa.

Referências bibliográficas

- Camilo, J. R. ; Maset, A. L. ; Duarte, K. P. ; Mansur, S. S. ; Vieira, E. D. R. An Apparatus for Testing External Shunts Utilized in Hydrocephalus Surgery Treatment. XI CONGRESS OF THERMAL SCIENCES AND ENGINEERING, Curitiba, 2006.
- Camilo Pinto, J. R. Simulações Hidrodinâmicas e Caracterização Experimental de Mecanismos Anti-sifão em Sistemas de Drenagem Externa de Líquido Cefalorraquidiano. Dissertação de Mestrado, Unesp de Ilha Solteira. 96f., 2005.
- Kremer, P. ; Aschoff, A. ; Kunze, S. Risks of Using Siphon-reducing Devices, Child's Nerv Syst, v. 10, p. 231-235, 1994.
- Maset, A. L. ; Camilo, J. R. ; Duarte, K. P. ; Vieira, E. D. R. Considerações Hidrodinâmicas Sobre a Derivação Liquórica: Distúrbios em Sistemas de Drenagem Externa – Proposta de Solução. Arq. Bras. de Neurocirurgia, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 45-51, 2006.
- Maset, A. L. ; Camilo, J. R. ; Vieira, E. D. R. Considerações Hidrodinâmicas Sobre a Derivação Liquórica: O Efeito Sifão em Sistemas de Drenagem Externa. Arq. Bras. de Neurocirurgia, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 45-51, 2005.