

AVALIAÇÃO DE BANCADA HIDRODINÂMICA PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE PROTEÍNA NO ESCOAMENTO EM VÁLVULAS NEUROLÓGICAS

BRUNO N. BERTACINI¹, ANGELO L. MASET², JOSÉ R. ANDRADE³, JOSÉ R. CAMILO⁴

¹ Discente em Técnico em Mecânica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus Votuporanga, brunonuccibertacini28@gmail.com

² Ventura Biomédica, São José do Rio Preto/SP, maset@ventura.ind.br

³ Ventura Biomédica, São José do Rio Preto/SP, andrade@ventura.ind.br

⁴ Docente do IFSP, Câmpus Votuporanga, jrcamilo@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Mecânica dos Fluidos – 3.05.01.02-4

Apresentado no

7º Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica do IFSP

29 de novembro a 02 de dezembro de 2016 - Matão-SP, Brasil

RESUMO: Uma bancada hidrodinâmica confiável é essencial para a avaliação da influência de proteína no escoamento em válvulas neurológicas. O trabalho tem por objetivo o conhecimento do desempenho do equipamento utilizado para infusão de vazão, controle da temperatura do reservatório e sistema para medição da pressão, os quais são responsáveis pelas informações das principais variáveis de interesse durante a execução dos testes hidrodinâmicos. A bomba de infusão foi calibrada nas vazões de 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 ml/h, o sistema de medição de pressão foi calibrado com o auxílio de um tubo manométrico no intervalo de pressão entre 0 e 300 mm H₂O e o sistema de aquecimento de água foi verificado com termômetro digital. Os resultados obtidos foram: diferenças de valores de vazões desejadas e as fornecidos pela bomba de infusão inferiores a 1 %, diferenças entre as pressões inferiores a 2% durante o preenchimento do tubo manométrico e temperatura média no reservatório de água equivalente a 37 °C. A bancada para testes hidrodinâmicos apresentou-se adequada para ensaio e análise da influência de proteína no escoamento de válvulas neurológicas.

PALAVRAS-CHAVE: bancada hidrodinâmica; válvula neurológica; fluido; pressão; vazão, temperatura.

EVALUATION OF HYDRODYNAMICS BENCH FOR ANALYSIS OF PROTEIN INFLUENCE IN FLOW OF NEUROLOGICAL VALVES

ABSTRACT: A reliable hydrodynamic bench is essential to evaluate the influence of the flow protein in neurological valves. The work aims at the knowledge of the performance of the equipment used for infusion flow, reservoir temperature control and system for pressure measurement, which are responsible for the information of the main variables of interest during the performance of hydrodynamic tests. The infusion pump was calibrated at flow rates of 5, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 ml/h, the pressure measuring system was calibrated with the aid of a manometer tube in the pressure range from 0 to 300 mm H₂O and the water heating system was checked with a digital thermometer. The results obtained were differences of desired flow values and supplied by the infusion pump smaller than 1%, differences between the pressures below 2% during the filling of manometer tubing and average temperature in the water tank equivalent to 37 ° C. The bench for hydrodynamic tests showed to be adequate for test and analysis of protein in the flow of neurological valves.

KEYWORDS: hydrodynamic bench; neurological valve; fluid; pressure; flow; temperature.

INTRODUÇÃO

A hidrocefalia é uma doença que provoca acúmulo do líquido cefalorraquidiano (LCR) no cérebro e o aumento da pressão dentro da cavidade craniana (SCHIRMER, 1995). Para o tratamento da hidrocefalia, geralmente, é utilizado uma derivação ventrículo peritoneal (DVP) (GUSMÃO et al., 2000). Camilo Pinto (2013) e Maset et al. (2009) mencionam que a DVP é composta de três partes distintas: um cateter proximal (que dá acesso ao sistema liquórico), a válvula neurológica (que impõe uma resistência adicional ao escoamento) e o cateter peritoneal (que direciona o fluido para a cavidade abdominal).

Os ensaios comumente realizados, para avaliação do desempenho da vazão do fluido com relação ao diferencial de pressão em válvulas neurológicas, simulam a condição do LCR sem a presença de proteínas (MASET et al., 2009 e CAMILO PINTO, 2014). Entretanto, pacientes que tiveram hemorragia, aneurisma ou outras enfermidades podem ter acréscimo significativo de proteínas no LCR. A bancada de teste em conformidade com a norma ISO 7197 (2006), utilizada neste estudo, e a adição de proteína no fluido de trabalho possibilitam a avaliação do desempenho de uma DVP.

Uma bancada hidrodinâmica confiável é essencial para a avaliação da influência da proteína no escoamento em válvulas neurológicas.

Este trabalho objetiva a avaliação os dispositivos utilizados na bancada de teste, tais como: equipamento utilizado para infusão de vazão, controle da temperatura do reservatório e sistema para medição da pressão.

MATERIAL E MÉTODOS

Fox, McCullough e Green (1972, 1973) e McCullough e Fox (1974), foram precursores na descrição dos fatores que influenciam pressão de perfusão e a vazão em válvulas neurológicas. A relação entre vazão e pressão é indicada na Equação 1.

$$Q = \frac{\Delta P}{R} \quad (1)$$

em que,

Q – vazão volumétrica, ml/h;

ΔP - diferencial de pressão do sistema, mm H₂O e

R – resistência imposta pela válvula e dutos da DVP, mm H₂O. h/ml.

As principais variáveis envolvidas no teste hidrodinâmico para avaliação de válvulas neurológicas sob a influência de proteína são: a vazão, a pressão e o aquecedor de água destilada presente em um reservatório, sendo assim, os dispositivos relacionados com essas variáveis devem ser confiáveis e foram calibrados e verificados conforme metodologia indicada abaixo.

Para o fornecimento da vazão volumétrica (Q) no aparato experimental foi utilizada uma bomba de infusão fabricada por SryngePump, no E.U.A, modelo NE1000, programada através do computador. A calibração da bomba de infusão foi realizada com o auxílio de uma balança eletrônica KNWAAGES, modelo KN2200/2, com resolução de 0,01 g, através da infusão das vazões de 5, 10, 20, 30, 40, 50 e 60 ml/h, por um período de 10 minutos, e comparação da variação da massa da água com o tempo. O ensaio foi repetido 5 vezes para cada vazão.

O sistema de coleta dos valores da pressão (ΔP) é composto por um sensor de pressão produzido pela GE NovaSensor, um circuito amplificador, placa para aquisição de sinais (my PCLab, versão 1.22, ferramenta de aquisição de dados fabricada pela Novus) e um computador. O sistema de medição da pressão foi calibrado com o auxílio de um manômetro calibrado (resolução de leitura de 0,5 mm) pelo comparativo das pressões entre 0 e 300 mm H₂O com registro de valores a cada 50 mm H₂O no carregamento (preenchimento) do manômetro, por 3 vezes. A cada carregamento o manômetro foi descarregado a cada 50 mm H₂O e os valores registrados para o conhecimento do sensor frente à histerese.

O sistema de aquecimento de água do aparato experimental foi conferido com um termômetro digital Equitherm, modelo DM6802B. Foram registradas as temperaturas durante 120 minutos e com intervalo de tempo de 5 minutos entre as leituras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as vazões obtidas na calibração da bomba de infusão com o auxílio da balança de precisão.

TABELA 1. Valores das vazões programadas na bomba de infusão e os obtidos com o auxílio de uma balança eletrônica (σ – desvio padrão).

Amostra	Referência	1	2	3	4	5	média	σ
Vazão ml/h	5,00	4,86	4,62	5,52	4,98	4,92	4,98	0,33
	10,00	9,78	9,96	9,96	9,72	10,20	9,92	0,19
	20,00	19,62	19,86	19,92	19,74	20,10	19,85	0,18
	30,00	29,82	30,18	29,94	30,00	29,70	29,93	0,18
	40,00	39,90	40,68	39,60	39,72	39,96	39,97	0,42
	50,00	49,86	49,86	50,10	49,98	49,84	49,93	0,11
	60,00	59,88	59,82	59,88	59,46	59,82	59,77	0,18

As maiores diferenças entre os valores de vazões desejadas e obtidas com a bomba de infusão ocorreram em 20 e 30 ml/h e foram equivalentes a 0,8%. A vazão de 20 ml/h pode ser considerada como uma referência devido à proximidade desse valor com a vazão normalmente observada em pacientes adultos saudáveis, e, uma diferença de 0,8% entre a vazão fornecida pela bomba e a mencionada vazão não compromete a execução dos ensaios hidrodinâmicos. As menores diferenças ocorreram nas vazões de 40 e 50 ml/h, ambas equivalentes a 0,1%. De maneira geral, as vazões obtidas são semelhantes às encontradas por Camilo Pinto (2014).

Os valores obtidos do sistema de coleta de pressão da bancada experimental encontram-se no Gráfico 1.

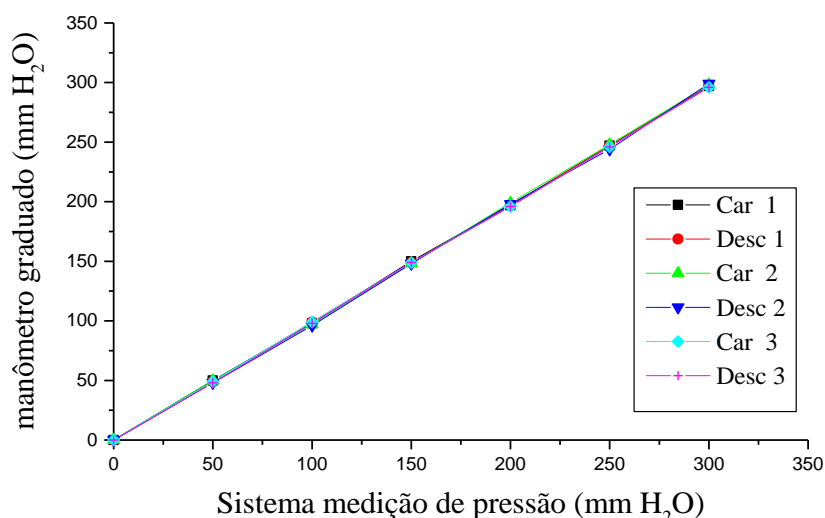


GRÁFICO 1. Valores da aferição do sistema de medição de pressão (sensor e sistema de aquisição de dados) no carregamento (Car) e no descarregamento (Desc).

As maiores diferenças entre o manômetro graduado e o sistema de medição de pressão ocorreram em 100 mm H₂O, no carregamento do tubo manométrico, e foi equivalente a 2 mm H₂O (2,0 %), e, em 50 mm H₂O, no descarregamento do tubo, e equivalente a 1,7 mm H₂O (3,3 %). Considerando que as demais diferenças das pressões, em porcentagem, obtidas pelo sistema de aquisição de pressão são inferiores a 2%, o mesmo pode ser utilizado para registro das pressões de forma confiável.

O sistema de aquecimento de água presente na bancada hidrodinâmica apresentou uma média de temperatura de 37 °C e desvio padrão de 0,75 °C. A ISO 7197 (2006) indica para a temperatura da água 37 ± 2°C, sendo assim, o equipamento encontra-se adequado para uso na bancada hidrodinâmica.

CONCLUSÕES

O conhecimento do comportamento dos equipamentos utilizados no aparato experimental é de grande importância para a confiabilidade dos resultados obtidos nos testes hidrodinâmicos.

A bomba de infusão apresentou ótimo desempenho com diferenças entre as vazões obtidas e as desejadas inferiores a 0,8 %. O sensor de pressão não apresentou histerese apreciável e o desempenho satisfatório para uso na bancada hidrodinâmica. O sistema para aquecimento manteve a água dentro do parâmetro indicado pela ISO 7197 (2006).

A bancada para testes hidrodinâmicos apresentou-se adequada para ensaio e análise da influência de proteína no escoamento de válvulas neurológicas.

AGRADECIMENTOS

À Ventura Biomédica pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CAMILO PINTO, J. R. Avaliação hidrodinâmica de uma válvula neurológica ajustável por acionamento mecânico. 2013. 129f. Tese (Doutorado em Bioengenharia) – Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2013.

CAMILO PINTO, J. R. Evaluation of flow rate accuracy and pressure measurements of testing rig for neurological valve hydrodynamic tests. Revista Brasileira de Engenharia Biomédica, v.30, n.1, p.27-35, 2014.

FOX, J.L.; MCCULLOUGH, D.C.; GREEN, R.C. Effect of cerebrospinal fluid shunts on intracranial pressure and on cerebrospinal fluid dynamics. 2. A new technique of pressure measurements: results and concepts. 3. A concept of hydrocephalus. Journal Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry, v.36, n.2, p.302-312, 1973.

FOX, J.L.; MCCULLOUGH, D.C.; GREEN, R.C. Cerebrospinal fluid shunts: an experimental comparison of flow rates and pressure values in various commercial systems. Journal of Neurosurgery, v.37, n.6, p.700-705, 1972.

GUSMÃO, S.; SILVEIRA, R.L., CABRAL FILHO, G.; ARANTES, A. Aplicações clínicas da hidrodinâmica na derivação ventrículo-peritoneal. Arquivos Brasileiro de Neurocirurgia, v.19, n.4, p.179-183, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 7197: neurosurgical implants: sterile, single-use hydrocephalus shunts and components. Geneva, 2006.

MASET, A.L.; CAMILO, J.R.; ANDRADE, J.R.; XAVIER, V.E.F. Considerações hidrodinâmicas sobre a derivação liquórica. Parte IV: Tecnologia de válvula – Primeira geração. Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia, v.28, n.3, p.87-96, 2009.

MCCULLOUGH, D.C.; FOX, J.L. Negative intracranial pressure hydrocephalus in adults with shunts and its relationship to the production of subdural hematoma. Journal of Neurosurgery, v.40, n.3, p.372-375, 1974.

SCHIRMER, M. Neurocirurgia. 7ª ed. São Paulo: Santos, 1995.