

AVALIAÇÃO DA SENSIBILIDADE DE FECHAMENTO DA VÁLVULA ANTI – REFLUXO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM EXTERNA DE LÍQUIDO CEFALORRAQUIDIANO. Victor Emanuel de Freitas Xavier, Edson Del Rio Vieira. – Engenharia Biomédica – Engenharia Mecânica – Departamento de Engenharia Mecânica – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira.

O fluido aquoso intracraniano produzido continuamente no interior dos ventrículos cerebrais é denominado líquido cefalorraquidiano (LCR) ou líquido. Em condições normais, o LCR flui através das cavidades intracerebrais recobrimdo todo o cérebro, circulando até a parte inferior da medula espinhal e retornando para ser absorvido na concavidade cerebral, por meio de veias especializadas que lançam o LCR na corrente sanguínea. A pressão hidrostática exercida pelo LCR é denominada na literatura médica de pressão intra – ventricular (PIV). Um aumento na produção do LCR ou, um distúrbio em sua circulação ou absorção, provoca seu acúmulo no interior da cavidade intracraniana, anomalia conhecida como hidrocefalia, podendo provocar um danoso aumento da PIV. A hidrocefalia pode ocorrer em neonatos (mais freqüente) ou em pacientes de todas as idades em consequência de infecções (principalmente meningite), tumores que causam edemas nos tecidos vizinhos, mal formações congênitas ou por diferentes traumatismos.

Em pacientes infantis, a hidrocefalia gera um aumento significativo do perímetro cefálico (Fig. 01), decorrente do aumento da PIV, uma vez que as suturas cranianas ainda não fecharam.



Figura 01 – Crânio infantil com hidrocefalia.

O tratamento da hidrocefalia é comumente realizado através de intervenção cirúrgica, que consiste na implantação de um sistema valvular (shunt) de drenagem do excesso de líquido. O LCR pode ser drenado para outras partes do corpo humano, geralmente direcionado à região peritonial, onde pode ser absorvido pelo organismo. Tais sistemas são chamados de drenagem interna. Quando o LCR em excesso é drenado para uma bolsa de coleta externa ao paciente, o sistema é denominado drenagem externa.

O sistema de drenagem externa é composto, basicamente, de um cateter ventricular, uma tubagem, uma válvula chamada “três vias”, uma válvula anti-refluxo e uma bolsa de drenagem. A drenagem externa do fluido é realizada unicamente pela diferença de pressão existente entre a PIV e a pressão atmosférica no interior da bolsa de coleta. Nesse caso, a altura da bolsa em relação à cabeça do paciente é cuidadosamente calculada pelo neurocirurgião e suficiente apenas para drenar apenas o excesso de líquido, restaurando um adequado valor para a PIV. Na Figura 02, é mostrado um esquema de um sistema de drenagem externa. A altura H provoca uma pressão manométrica, que deve ser vencida pela PIV para provocar a drenagem do excesso de líquido.

Entretanto, caso o paciente levante-se subitamente ou, por acidente, a bolsa de drenagem caia de seu pedestal, a altura H diminui, ou até mesmo torna-se negativa, provocando um sensível aumento na vazão de líquido denominado de hiperdrenagem. A situação inversa é quando, por exemplo, no transporte do paciente, a necessidade de retirada da bolsa do seu pedestal, provoca o surgimento de uma altura H elevada. Essa situação provoca um gradiente de pressão insuficiente para a drenagem e o fluido no interior do sistema de drenagem tende indesejavelmente a retornar para o interior do cérebro. Por essa razão o conhecimento do comportamento hidrodinâmico de cada componente do sistema de drenagem externa torna-se importante, para garantir uma drenagem eficaz e segura. No presente

trabalho, realizou-se um estudo experimental do comportamento da vazão em função do gradiente de pressão buscando determinar a perda de carga de válvulas anti-refluxo.

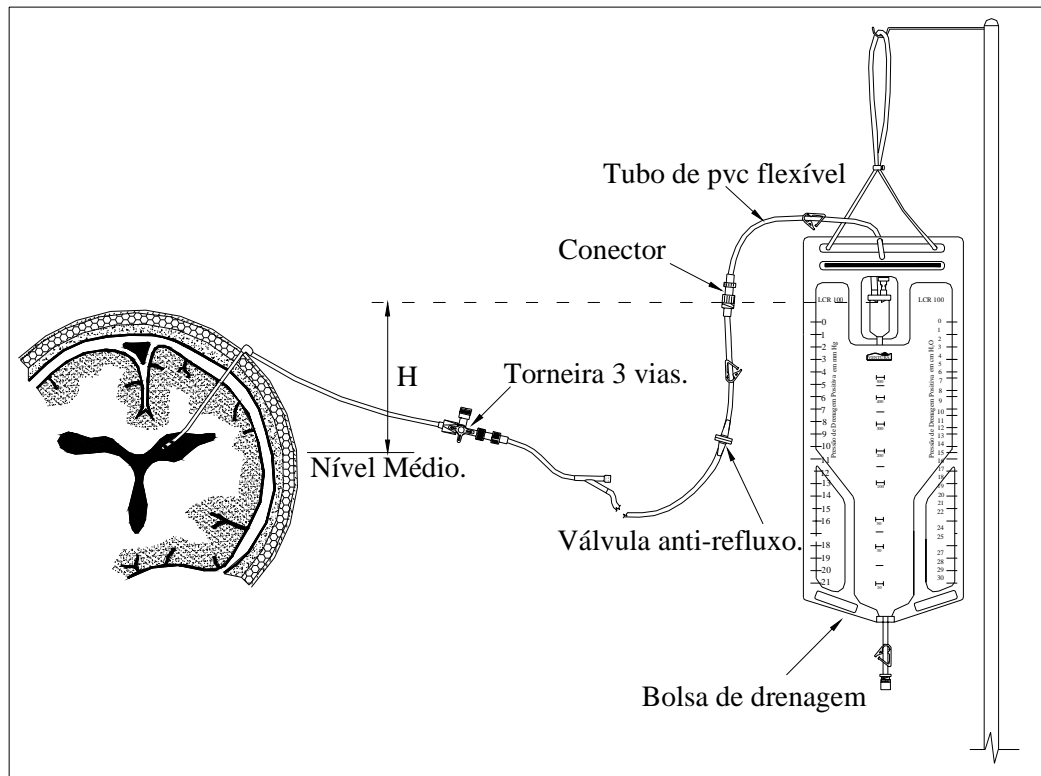


Figura 02 – Esquema do Sistema de drenagem externa do Líquido Cefalorraquidiano

Uma válvula anti-refluxo é um componente do sistema de drenagem externo responsável pelo impedimento de retorno do LCR para o interior da caixa craniana do paciente. No presente estudo uma válvula comercial foi ensaiada, apresentada na Fig. 03, onde o fluxo ocorre na direção da conexão azul para a transparente.

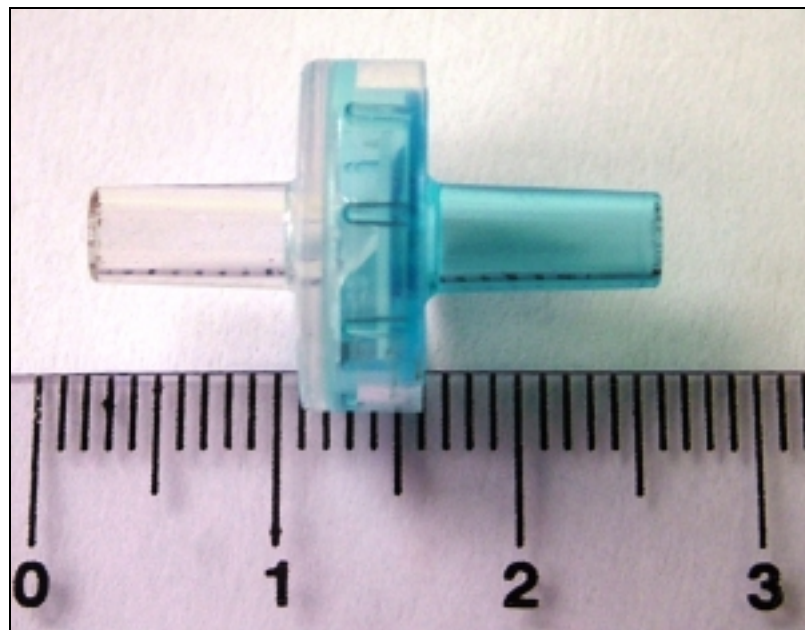


Figura 03 – Válvula anti-refluxo

Para avaliar a sensibilidade da pressão de fechamento da válvula anti-refluxo utilizou-se de uma bancada de testes, devidamente modificada, mostrada na Fig. 04. O aparato experimental utilizado foi primeiramente proposto por Camilo (2005) para o estudo de um mecanismo capaz de evitar a hiperdrenagem em sistemas de drenagem externa. A bancada permite determinar, de forma automatizada, os dados da vazão, em função da altura H . O mecanismo elevador (A) é composto por um fuso micrométrico acoplado a um motor de passo (B) controlado por um microprocessador (C), permitindo que o reservatório coletor (D) seja posicionado em diferentes alturas (H), com adequado controle de velocidade. Um dreno (E) é adequadamente instalado no reservatório coletor. Sobre o prato da balança eletrônica (incerteza de $\pm 0,01\text{g}$) (F), coloca-se o reservatório (G), constituído de um frasco de Mariotte. A bancada permite operação com uma taxa de amostragem de 253 dados por minuto.

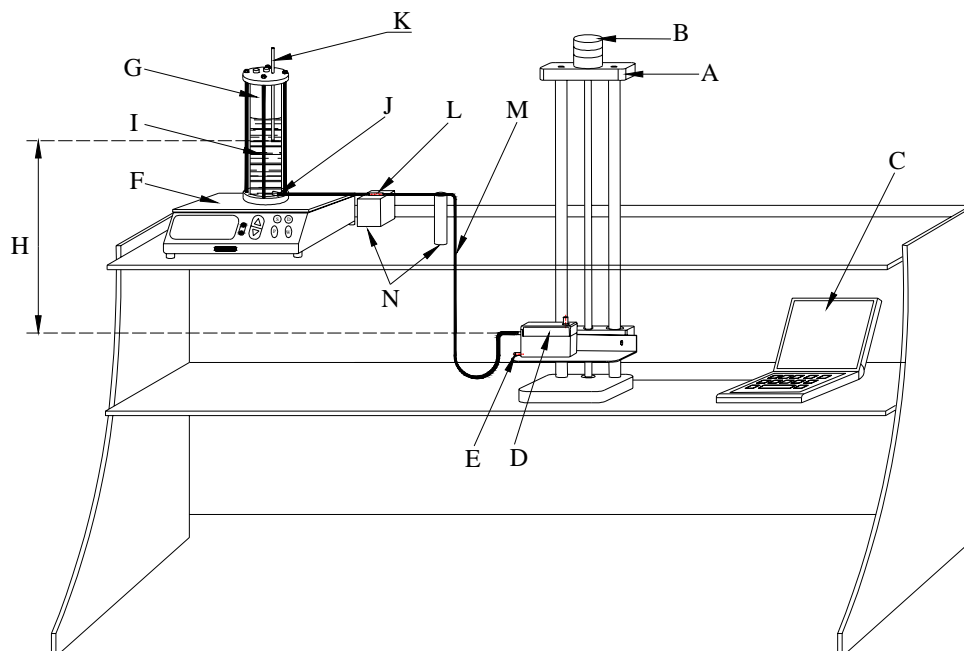


Figura 04 – Bancada experimental para ensaio de sistemas de drenagem externa.

O fluido de trabalho utilizado, como recomendado por diferentes autores, é a água bidestilada uma vez que o líquido se assemelha ao plasma ultra filtrado, o qual possui características tais como densidade e viscosidade muito próximas da água.

Na realização dos experimentos utilizou-se um tamanho padrão de tubagem com 2,33 m de comprimento e diâmetro de 3,2 mm e 4 válvulas anti-refluxo. Com a tubagem instalada foi imposta uma diferença de altura H inicial de -40 mm, que permite uma drenagem na direção do fluxo permitido pela válvula. Uma vez o sistema em regime permanente, foi coletado a variação de massa, no decorrer de aproximadamente um minuto de vazão. Logo após, a determinação da vazão ocorreu a cada 10 mm de variação do H , até chegar ao ponto de equilíbrio. Depois do ponto de equilíbrio foram coletados valores de vazão a cada 2 mm até uma diferença de pressão onde a partir desse valor a vazão não se alterava. Abaixo, na Fig. 05 é apresentado o gráfico do comportamento da válvula anti-refluxo em função das diferentes alturas H .

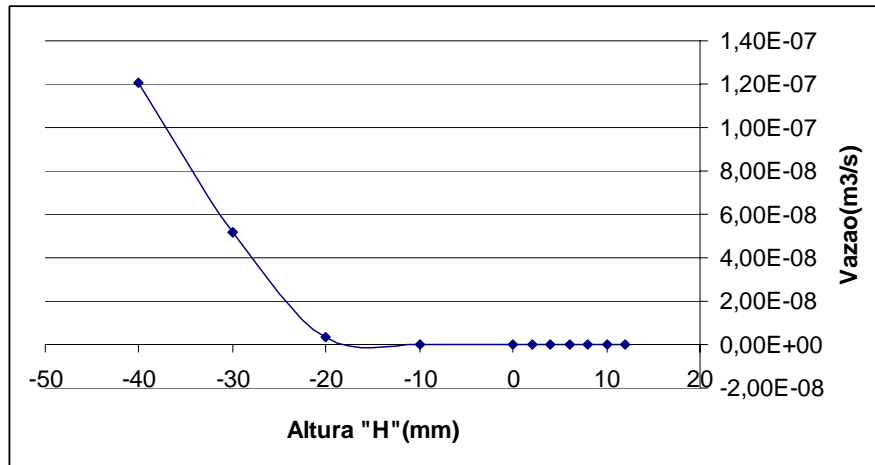


Figura 05 – Gráfico do comportamento da válvula anti- refluxo

Foram avaliados o comportamento de 4 válvulas anti-refluxo que apresentaram comportamento semelhante entre elas. Na Fig. 05 observa-se o comportamento geral da válvula sem muitos detalhes. Porém, ampliando-se a escala da vazão observa-se próximo da região de fechamento um comportamento atípico, como mostrado na Fig 06, onde uma região denominada de transição, ou seja uma região onde a válvula anti-refluxo apresenta variações de comportamento até realmente cessar inteiramente o fluxo inverso.

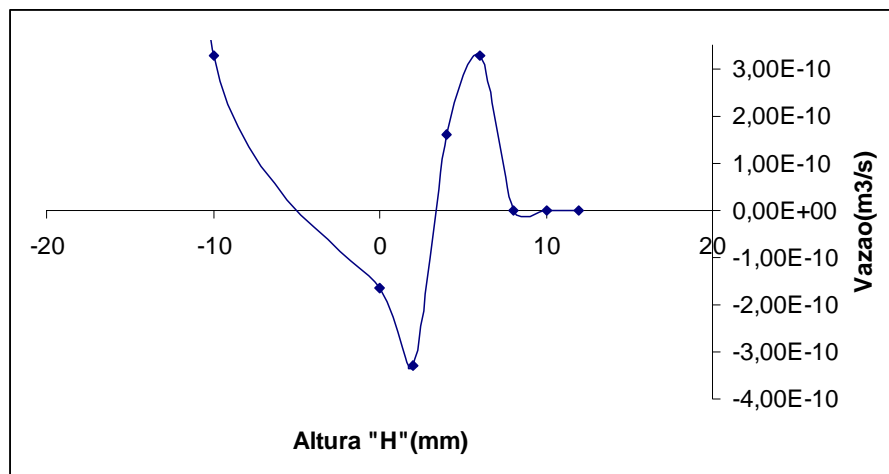


Figura 06 – Gráfico do comportamento de uma válvula anti-refluxo com ampliação da escala na região de fechamento.

As quatro diferentes válvulas ensaiadas apresentavam comportamentos semelhantes com apenas pequenas diferenças de variações da região de fechamento, porém sempre com ponto de fechamento dentro dos 5 primeiros milímetros após aplicada uma diferença de pressão inversa.

Os ensaios permitiam constatar que para pequenos gradientes adversos de pressão (da ordem de mm de coluna de água) as válvulas anti-refluxo fecham-se completamente cumprindo de forma satisfatória sua função, porém os ensaios identificaram que existe uma região de transição ao fechamento que deve ser motivo de futuros estudos.

Referencia Bibliográfica

CAMILO, J.R., 2005, “*Simulação Hidrodinamica e Caracterização Experimental de Mecanismos Anti-Sifao em Sistemas de Drenagem Externa de Liquido Cefalorraquidiano*”, Dissertação de Mestrado, Unesp de Ilha Solteira, 91p.