

Sistema para avaliação "in vitro" da hemólise em Bomba Centrífuga

Maria de Lourdes L. Silva, Sergio A. Hayashida, Idágene A. Cestari, Adolfo A. Leirner

Divisão de Bioengenharia - InCor/HCFMUSP
Av. Dr. Enéas de C. Aguiar, 44, Cerqueira Cesar - 05403-000, SP

Resumo - Este trabalho apresenta um sistema para avaliação *in vitro* da hemólise produzida por uma bomba de fluxo contínuo do tipo centrífuga utilizada para assistência circulatória temporária. O sistema desenvolvido é composto por reservatório, trocador de calor, console para acoplamento e motor para acionamento da bomba, fluxômetro eletromagnético e transdutor de pressão. Para a validação do sistema utilizou-se bomba comercial (Biopump®) rotineiramente utilizada em assistência. Os experimentos foram realizados com sangue bovino fresco heparinizado (volume: 1000 ml, 37 °C). A variação de hemoglobina livre plasmática foi medida ao longo de 4 horas, mantendo-se vazão 3,5 l/min contra uma pressão de 120 mmHg ($R=1902$).

Abstract - This paper presents a system developed for *in vitro* evaluation of hemolysis caused by a centrifugal type pump utilized for cardiac assistance. It consists of a blood reservoir, a heat exchanger, pump actuator, electromagnetic flowmeter and pressure transducer. Experimental evaluation was performed utilizing a commercial centrifugal pump (Biopump®) running with fresh bovine blood (volume: 1000 ml, 37 °C). Plasma free hemoglobin was measured during 4 Hs, at 3,5 l/min flow and 120 mmHg pressure gradient ($R=1902$).

Introdução

Dentre as bombas de sangue utilizadas rotineiramente para assistência circulatória temporária destacam-se as bombas de deslocamento positivo, que atuam deslocando o sangue da abertura de sucção para a via de saída e as bombas cinéticas, que atuam fornecendo energia cinética ao sangue por rotação de um elemento propulsor (cones, pás, etc.). Todas as bombas, em maior ou menor grau, causam traumas mecânicos ao sangue¹. O objetivo desse trabalho foi desenvolver um sistema para permitir a quantificação da hemólise causada por bombas do tipo centrífuga (BC).

Materiais e Métodos

O sistema construído é composto por unidade de acionamento (rotação: máximo 4000 rpm), reservatório de sangue, sistema aquecedor e circulador d'água

interligados por tubulação de PVC. Contém também um transdutor de pressão (Fisics Biofísica Aplicada S.A.) e fluxômetro eletromagnético (Stathan SP 2201, Oxnard, CA, USA) para as condições de teste. O comprimento da tubulação e a altura do reservatório foram ajustados para simular condições normais típicas de operação (gradiente de pressão: de 120 mmHg).

A figura 1 apresenta o sistema de testes construído.

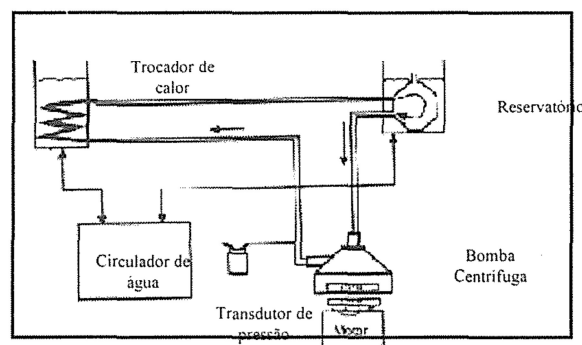


Fig 1. Ilustração esquemática do sistema de testes.

O sistema foi validado experimentalmente utilizando-se bomba normalmente empregada em pacientes (Biopump®). Nesse tipo de bomba, o elemento propulsor tem forma cônica e gira por acoplamento magnético com o motor de acionamento.

Os testes foram realizados com fluxo constante de 3,5 l/min (rotação de 1800 rpm) e sangue bovino fresco (1000 ml) heparinizado, à temperatura constante de 37 °C com hematócrito de $40 \pm 4 \%$ e hemoglobina total de $13,5 \pm 1,5$ g/dL. As amostras de sangue foram avaliadas nos intervalos de 0, 1, 2, 3 e 4 horas após o início do teste

Adotou-se a variação da hemoglobina livre no plasma (HbL, medida pelo método espectrofotométrico) como parâmetro de avaliação correspondente à hemólise do sistema.

Resultados

Os resultados obtidos nos testes experimentais (n=6) são apresentados na Figura 2.

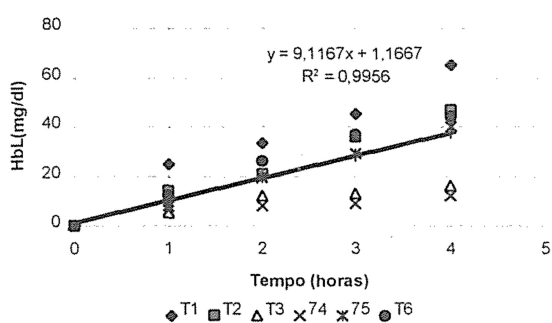


Fig. 2. Variação da HbL no tempo

Após 4 hs, a hemólise medida foi de $36,9 \pm 18,3$ mg/dl..

Discussão e Conclusões

A tensão de cisalhamento ($3,03 \text{ N/m}^2$) e o padrão de fluxo laminar ($Re = 1902$) permitem considerar que a hemólise resultante da tubulação é desprezível².

O sistema mostrou-se apropriado para a avaliação da hemólise de bombas do tipo centrífugas. Os valores encontrados para a variação da HbL são compatíveis com os dados encontrados na literatura³, quando da utilização de bombas similares.

Referências

1. MÜLLER, M.R.; WOPHLJAHART, A.; SCHIMA, H. Testing of blood pumps - Data and analysis of two different principles. *Proceedings of International Workshop on Rotary Blood Pumps*, Obertauern, Austria, p. 82-87, 1988.
2. REUL, H. Blood pumps - General design consideration in Adv. Cardiovasc. Phys., v. 5, (Part 4), p. 55-71 (Karger, Basel), 1983.
3. ENGELHARDT, H.; VOGELSANG, B.; REUL, H.; RAU, G. Hydrodynamical and hemodynamical evaluation of rotary blood pumps. Obertauern, Austria, p. 76-81, 1988.

Agradecimentos

Este projeto teve apoio financeiro do PADCT, FINEP e Fund. E. J. Zerbini.