

MONITORAMENTO ÓPTICO DOS EFEITOS DA BOMBA DE INFUSÃO NA INTEGRIDADE CELULAR SANGUÍNEA

Lucyanne Araujo Braz¹, Katia Calligaris Rodrigues², Roberto Pizarro Sanches³, Adriano Moraes da Silva³, Renato A. Zângaro⁴.

¹Graduação em Engenharia Biomédica. IP&D - UNIVAP. E-mail: lucyanne@univap.br

^{2,4}Laboratórios de Óptica Biomédica. IP&D - UNIVAP. E-mail: zangaro@univap.br

Resumo: Um dos fatores principais que diferenciam um aparelho para infusão de sangue é o nível de lesão aos elementos constituídos deste sangue. Este nível de lesão é avaliado através da hemólise (rompimento de hemácias), redução do número de plaquetas, variação leucocitárias, ativação de complementos, etc. Em óptica biomédica, além da absorção e espalhamento, a reflexão difusa tem se mostrado uma excelente técnica para análise de materiais complexos como o biológico. Dando merecida importância às hipóteses levantadas a respeito dos efeitos das bombas de infusão em infusão de sangue, neste trabalho foi realizada uma investigação científica comparando dois diferentes tipos de bombas de infusão quanto à integridade celular sanguínea através de monitoramento de parâmetros ópticos. Os resultados obtidos mostraram que a infusão de sangue utilizando a bomba de infusão tanto peristáltica rotativa como linear não vai interferir na integridade da célula sanguínea.

Palavras-chave: Bomba de infusão, células sanguíneas, esfera integradora, parâmetros ópticos.

Área do Conhecimento: Engenharia Biomédica

Introdução

Pouco se sabe acerca da ação das bombas de infusão na integridade das células sanguíneas, em especial o hematócrito, o que torna difícil a escolha do tipo de bomba e parâmetros ideais para tal aplicação.

Pesquisadores avaliaram um dispositivo de infusão peristáltico linear, comparando seus efeitos utilizando diferentes taxas de infusão para sangue total e concentrado de células vermelhas estocadas. Ainda supõe-se que a ação da bomba peristáltica linear não causaria hemólise clinicamente importante e não afetaria o grau de sobrevivência da célula sanguínea. Observou-se também, que em baixas taxas de infusão a hemólise é maior do que em altas taxas (BURCH, K.J et al., 1991).

A bomba de infusão peristáltica linear parece ser menos prejudicial para as células sanguíneas, se comparada às bombas de seringa e peristáltica rotativa. (RAZOU, F. H. et al., 2004).

Um dos fatores principais que diferenciam um aparelho para infusão de sangue é o nível de lesão aos elementos constituídos deste sangue. Este nível de lesão é avaliado através da hemólise (rompimento de hemácias), redução do número de plaquetas, variação leucocitárias, ativação de complementos, etc. (DRUMMOND M. et al., 2002).

Em óptica biomédica, além da absorção e espalhamento, a reflexão difusa tem se mostrado uma excelente técnica para análise de materiais complexos como o biológico. Ela é composta por fótons que colidem com a superfície do tecido biológico. Alguns desses fótons são espalhados

para diversas direções em diferentes ângulos sem penetrar a amostra. Outros penetram o tecido biológico, são espalhados por diversas partículas em seu interior e retornam à superfície em direção ao exterior do tecido. Este fenômeno em que fótons espalhados retornam à superfície do material é chamado de retroespalhamento. Os fótons retroespalhados contêm importantes informações sobre a morfologia do tecido biológico, uma vez que estes foram espalhados internamente por partículas que compõe o tecido. Pode-se considerar então, que através do retroespalhamento é possível reconhecer alterações morfológicas que o tecido biológico apresenta, geralmente associadas à processos patológicos.

Dando merecida importância às hipóteses levantadas a respeito dos efeitos das bombas de infusão em infusão de sangue, neste trabalho foi realizada uma investigação científica comparando dois diferentes tipos de bombas de infusão quanto à integridade celular sanguínea através de monitoramento de parâmetros ópticos. Objetivou-se também que a partir deste experimento, possam surgir novas perspectivas ou mesmo uma reformulação do conceito de aplicação das bombas de infusão.

Materiais e Métodos

Foram analisados dois tipos de bomba de infusão como mostram as figuras 1 e 2. A peristáltica rotativa que utiliza um equipo (tubo condutor que leva o líquido até o paciente), que é pressionado por roletes montados em um rotor. Na

medida em que o rotor gira, os roletes comprimem o tubo e forçam o fluido, entre os roletes, a passar do frasco para o paciente. O outro modelo é a peristáltica linear que utiliza um mecanismo composto por hastes que comprimem o equipo sucessivamente, em um movimento ondulatório. O equipo é mantido contra uma placa estacionária (batente) e é, alternadamente, pressionado e liberado pelas hastes, forçando o fluido se mover.

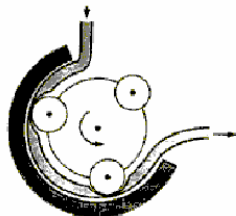


Figura 1: Mecanismo de infusão peristáltico rotativo.

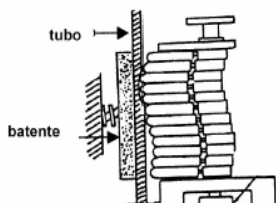


Figura 2: Mecanismo de infusão peristáltico linear.

Na determinação dos parâmetros ópticos de diversos materiais são utilizados dispositivos como esferas integradoras e fibras ópticas.

As Esferas Integradoras (EI), como o próprio nome indica, são esferas ocas feitas de material altamente espalhador, onde é possível realizar medidas que permitem a extração dos parâmetros ópticos. São usadas para medições de transmitância de amostras transparentes e reflectância de amostras opacas. (FEIX, O. N. et al., 2001).

Entre a esfera integradora e o equipo da bomba de infusão está conectada uma peça de aço inoxidável especialmente confeccionada para que o fluxo de sangue tenha passagem livre (Fig. 3), essa peça é fixada na parte superior da esfera integradora por parafusos que ficam nas extremidades inferiores, na parte superior existem conectores para o encaixe do equipo. No centro da peça de aço inoxidável é encaixada uma lâmina de quartzo de 2 mm de espessura permitindo que a luz chegue até amostra.

A Fig. 5 mostra a esquemática do experimento para melhor entendimento de como foi montado o mesmo.

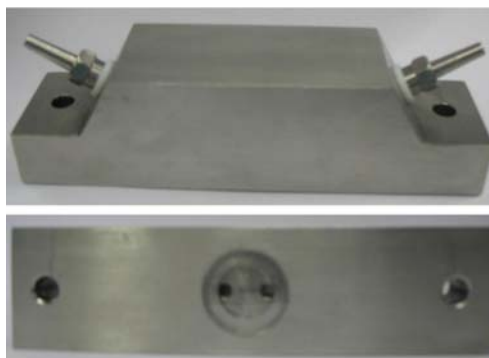


Figura 3: Peça de aço inoxidável.

A radiação utilizada como fonte de excitação nessa técnica é uma luz branca halógena de baixa tensão de 12V, potência de 20W com ângulo de 10°.

Na lateral da esfera integradora é conectada uma fibra óptica (Fig. 4) que leva a luz até o interior da mesma e na outra lateral com ângulo de 45° a luz é captada por uma fibra óptica que leva a luz retroespalhada até o espectrômetro.



Figura 4: Esfera Integradora com a fibra óptica e a peça de inox.

Para a coleta da luz retroespalhada na esfera integradora utilizou-se um espectrômetro acoplado a uma câmera CCD (Charge Coupled Device). Esse dispositivo é formado de um conjunto de sensores, chamados "Fotocélulas", muito mais sensíveis à luz que os filmes convencionais, arranjados em uma matriz de linhas e colunas.

O espectrômetro utilizado faz uma varredura na região espectral relativa ao ultravioleta visível e infravermelho-próximo, possibilitando escolher as regiões do espectro.

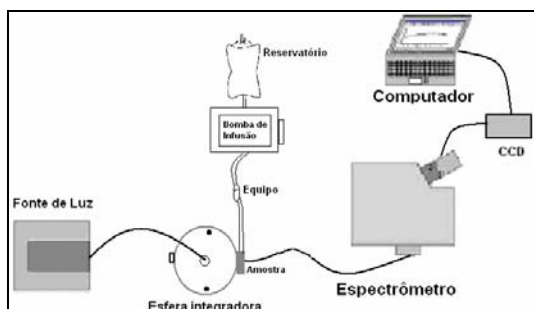


Figura 5: Esquema do experimento.

Neste trabalho simulamos o emprego terapêutico das bombas na infusão de sangue total. Foram utilizados 250ml para simulação de infusão por 3 horas com a bomba peristáltica rotativa e 250ml por 3 horas para bomba peristáltica linear. Durante o período de simulação de infusão foram coletados os dados de hora em hora.

Para complementar este trabalho optou-se por utilizar técnicas convencionais de análise laboratorial (contagem eletrônica automatizada) para uma comparação de resultados obtidos pelo sistema óptico.

Resultados

As curvas de reflectância foram suavizadas e normalizadas em 10% para 440 nm. Os resultados obtidos para 1h, 2h e 3h de infusão em cada bomba são apresentados na figura 6.

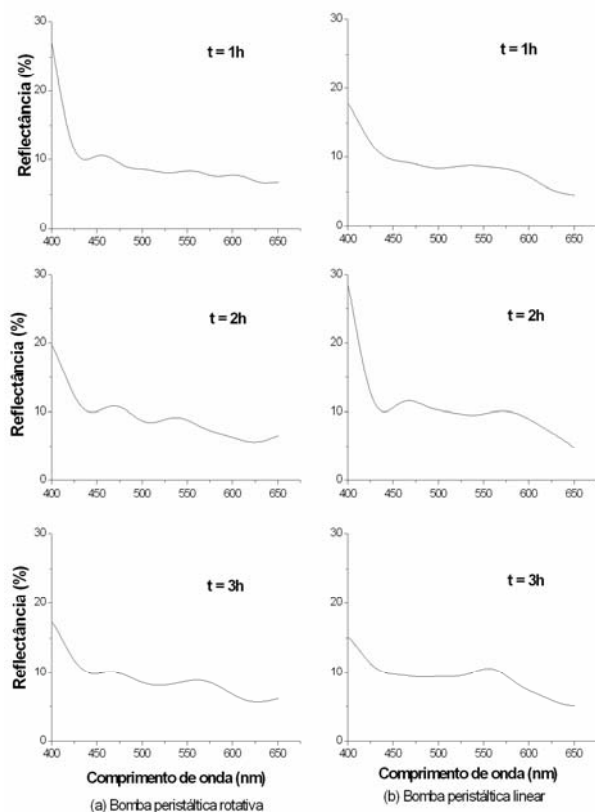


Figura 6 - Gráficos de Reflectância nos intervalos de hora em hora.

Em todas as curvas apresentadas na figura 6 observa-se uma queda no valor da reflectância de 400 até aproximadamente 440 nm, devido a grande absorção do sangue nesse intervalo de comprimento de onda. Entre 450nm e 560nm o sangue apresenta uma flutuação na taxa de absorção de luz, mas com tendência a diminuição de absorção, o que resulta em uma flutuação na reflectância de luz nesse intervalo, observado em praticamente todas as curvas. Acima de 560nm observa-se uma tendência de queda na reflectância do sangue em todas as curvas apresentadas, o que se deve em função da absorção de luz crescente do sangue a partir desse comprimento de onda.

Os gráficos não apresentam nenhuma característica marcante de diferenciação entre as duas bombas peristálticas, o que corrobora os resultados laboratoriais que não apresentam alterações expressivas nos valores de hematócritos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação de resultados da análise laboratorial entre os dois modelos de bombas.

Bombas	Período	Hematócrito (%)
Peristáltica Rotativa	1º hora	46,1
Peristáltica Linear	1º hora	36,1
Peristáltica Rotativa	2º hora	41,1
Peristáltica Linear	2º hora	36,4
Peristáltica Rotativa	3º hora	37,5
Peristáltica Linear	3º hora	36,4

Considerando que o nível de hematócrito normal no homem é de 40 - 50% e na mulher são de 36 - 45%, os resultados mostram que os valores obtidos estão dentro destes parâmetros, porém não sabemos se a amostra utilizada é de um indivíduo masculino ou feminino. Podemos perceber, entretanto, que utilizando a bomba peristáltica rotativa os valores percentuais de hematócrito sofrem uma maior alteração.

Por outro lado, a bomba peristáltica linear não apresenta uma variação significativa nos valores percentuais de hematócrito.

Conclusão

Como podemos ver os valores de hematócrito não sofrem alterações para além dos níveis normais, mostrando então que a infusão de sangue utilizando a bomba de infusão tanto peristáltica rotativa como linear não vai interferir na integridade da célula sanguínea.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Samtronic pela disponibilização dos sistemas de infusão estudados neste trabalho e ao Serviço de Hematologia e Hemoterapia de São José dos Campos pela doação das amostras de sangue.

Referências

- BURCH, K.J.; CONSTANCE, T. D.; PHILPS, S. J. "Effect of an infusion device on the integrity of whole blood and packed red blood cells". Report Infusion Device. AJHP, Vol 48. Jan, 1991.
- BRUULSEMA, JT et al. Correlation between blood glucose concentration in diabetics and noninvasively measured tissue optical scattering coefficient. Optics Letters, v. 22, n. 3, p. 190-192, 1997.
- FEIX O. N. Determinação de Parâmetros Ópticos em Tecido Biológico (μ a, μ s') na Região do Infravermelho Próximo "Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica". Univap - São José dos Campos, SP 2001
- FISHKIN, JB et al. Frequency-domain photon migration measurements of normal and malignant tissue optical properties in a human subject. Applied Optics, v. 36, n. 1, p. 10-20, 1997.
- KOHL, M; WATSON, R; COPE, M. Optical properties of highly scattering media determined from changes in attenuation, phase, and modulation depth. Applied Optics, v. 36, n. 1, p. 105-115, 1997.
- LUIZ ANTONIO VANE; Transfusão Sanguínea: Complicações e Aspectos Gerais Ver. Prática Hospitalar Ano IX - Número 50 Mar - Abr/2007
- RAZOU F.H., EDNA M. V. REICHE Caracterização, produção e indicação clínica dos principais hemocomponentes, Rev. bras. Hematol. hemoter. V.26, n.2, p.126-134, 2004
- MAIER, JS et al. Possible correlation between blood glucose concentration and the reduced scattering coefficient of tissues in the near infrared. Optics Letters, v. 19, n. 24, p. 2062-2064, 1994.
- DRUMMOND M., NOVELLO W. P., BRAILE D. M., Permutador de calor para sistema de proteção miocárdica durante circulação extracorpórea. Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, São José do Rio Preto, v. 21, n. 2, p. 227-228, 2002.
- PÊGO-FERNANDES P. M., MIURA F, HIGA S.S., JATENE A. D. , Hemólise em circulação extracorpórea: estudo comparativo entre bomba de roletes e bomba centrífuga; Rev. Bras. Circ. Cardiovasc, 4 (30: 220-224, 1989).
- ROGGAN, A et al. Optical properties of circulating human blood in the wavelength range 400-2500 nm. Journal of Biomedical Optics, v. 4, n. 1, p. 36-46, 1999.
- SARDAR, DK; LEVY, LB. Optical properties of whole blood. Lasers Med. Sci., n. 13, p. 106-111, 1998.
- TALVÃ ARARIPE CAVALCANTE; Médico Hematologista e Hemoterapeuta do STS Serviço de Transfusão de Sangue - Salvador Ba. Médico Responsável pelo Serviço de Aférese do Hospital São Rafael.
- TSINOPOULOS, SV; POLYZOS, D. Scattering of He-Ne laser light by an average-sized red blood cell. Applied Optics, v. 38, n. 25, p. 5499-5510, 1999.
- YAROSLAVSKY, AN et al. Influence of the scattering phase function approximation on the optical properties of blood determined from the integrating sphere measurements. Journal of Biomedical Optics, v. 4, n. 1, p.47-53, 1999.
- WEISS, M. MD; EBER, S. MD; FREY, B. MD. "Changes in red blood cell integrity related to infusion pumps: A comparison of three different pump mechanisms". Pediatric Critical Care Medicine, Vol. 4 October 2003 p 465 – 470.