

Artigo / Article

## Efeito da bomba de infusão de soluções sobre o grau de hemólise em concentrados de hemácias

### *Effect of the infusion pumps of solutions on the degree of hemolysis*

Eunice B. Carvalho<sup>1</sup>Émerson L. Borges<sup>1</sup>Luciana M. B. Carlos<sup>2</sup>Marcos Antônio M. Silva<sup>1</sup>Sílvia M. M. Magalhães<sup>1</sup>Francisca V. B. A. F. Gomes<sup>1</sup>Márcio J. C. Carvalho<sup>3</sup>Acy T. S. Quixadá<sup>1</sup>Maria H. S. Pitombeira<sup>1</sup>

A lise das hemácias, de causa imune ou não imune, pode provocar a elevação da hemoglobina plasmática induzindo efeitos deletérios principalmente nos rins e no sistema cardiovascular. Este trabalho objetiva evidenciar o possível efeito hemolítico induzido pelo trauma mecânico provocado pela passagem das hemácias em diferentes modelos de bombas de infusão de soluções, em concentrados de hemácias com até dez dias de armazenamento, preparados com SAG-Manitol. Foram utilizados três modelos de bombas (Nutrimat, Infusomat Compact e Volumed), com quatro aparelhos de cada modelo, testados em três velocidades de infusão (120 mL/h, 240 mL/h e 360 mL/h). Os parâmetros utilizados para evidenciar o grau de hemólise foram o percentual de hemólise e os níveis de hemoglobina e potássio livres no plasma. As amostras foram coletadas antes da passagem do concentrado de hemácias pelas bombas, na metade do tempo de infusão e no final da infusão, nas diferentes velocidades. Não ocorreu variação significativa entre os valores dos parâmetros analisados nas amostras controle e naquelas coletadas nas diferentes velocidades, marcas de bombas, mecanismos de infusão entre as bombas da mesma marca e entre os diferentes tempos de infusão. A principal variação encontrada foi relacionada com o potássio livre, devido à variação inerente aos próprios concentrados, o que foi evidenciado ao se compararem os valores obtidos nas amostras controle e nas amostras colhidas nos tempos médio e final em cada bomba. De acordo com os resultados obtidos, não houve alteração estatisticamente significativa do percentual de hemólise após a passagem pelas bombas de infusão nos modelos analisados. Rev. bras. hematol. hemoter. 2007;29(2):149-152.

**Palavras-chave:** Hemólise; bombas de infusão; transfusão.

### Introdução

A lise das hemácias pode ocorrer devido a lesões durante a estocagem do concentrado de hemácias ou por trauma mecânico no processo transfusional, podendo levar o paciente à exposição de efeitos deletérios da molécula de hemoglobina livre no plasma.<sup>1</sup>

A hemoglobina livre apresenta efeitos adversos em relação ao sistema renal (nefrotoxicidade) e cardiovascular (efeito vasomotor).<sup>2</sup> Quando a hemoglobina está presente no plasma, o organismo apresenta mecanismos para sua remoção,

inibindo seus efeitos deletérios, através da decomposição, no leito vascular, de sua forma tetramérica em dímeros  $\alpha$  e  $\beta$ . Estes se ligam à haptoglobina formando um complexo hemoglobina-haptoglobina que será removido pelas células parenquimais hepáticas. Quando a capacidade de ligação com a haptoglobina é excedida, ocorre elevação de hemoglobina na forma livre no plasma, que é parcialmente removida pelas células hepáticas, mas também poderá ser excretada pelos rins ou oxidada à metaemoglobina (da qual a heme é facilmente dissociada) e que será metabolizada em globina e heme; a globina será degradada e irá compor o pool de aminoácidos,

<sup>1</sup>Serviço de Hematologia e Hemoterapia, Centro de Hematologia e Hemoterapia do Ceará – Hemoce, Universidade Federal do Ceará.

<sup>2</sup>Hospital Geral César Cals.

<sup>3</sup>Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará.

**Correspondência:** Eunice Bobô de Carvalho  
Centro de Hematologia e Hemoterapia do Ceará – Hemoce  
Avenida José Bastos, 3390  
60.436-160 – Fortaleza-CE – Brasil  
Tel.: (85)3101.2294/Fax: (85)3101.2308  
E-mail: eunice@hemoce.ce.gov.br

enquanto a heme liga-se inicialmente à hemopexina, sendo transportada para as células hepáticas. O pool de aminoácidos pode também estar associado de forma não específica à albumina, formando metalbumina, sendo a heme transferida para a hemopexina e posteriormente transportada às células hepáticas.<sup>3</sup> (Figura 1).

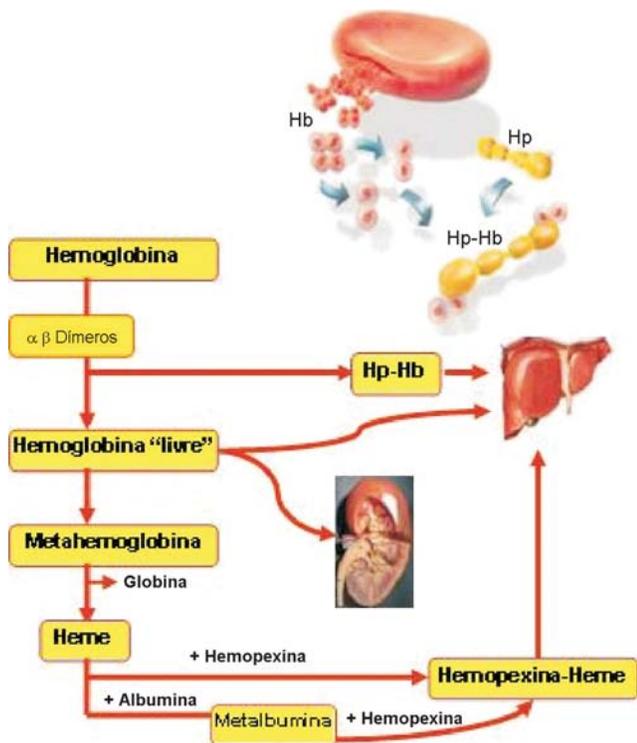


Figura 1. Mecanismos de regulação da hemoglobina livre no plasma

Além da determinação da hemoglobina livre, a determinação dos níveis de potássio (K<sup>+</sup>) livre no plasma, um íon normalmente intracelular, serve também como um outro marcador bioquímico indicativo de hemólise, quando detectado acima dos níveis normais. Um aumento rápido de K<sup>+</sup> pode induzir a parada cardíaca e morte.<sup>4,5</sup>

A preocupação em controlar a infusão de volumes desejados, dentro do tempo programado, levou ao desenvolvimento das bombas de infusão capazes de controlar o fluxo de fluidos através de um determinado dispositivo.<sup>6</sup> Bombas de infusão são equipamentos destinados a regular a vazão de líquidos administrados ao paciente sob pressão positiva gerada pela bomba.<sup>7</sup>

Atualmente encontram-se à disposição vários tipos de bombas de infusão com os mais diversos controles, recursos e alarmes, como as bombas de infusão volumétricas fluxométricas, de seringa e portáteis para uso domiciliar. Fáceis de usar, esses equipamentos reduzem alguns problemas comumente relacionados aos dispositivos de infusão gravitacional, como erros de gotejamento, fluxo livre e infusão de ar quando os reservatórios do líquido infusor ficam vazios. São uti-

lizados principalmente em anestesia epidural contínua, na administração de drogas vasoativas, quimioterápicos e quando se requer administrar volumes grandes ou muito pequenos de soluções, em velocidades de infusão difíceis de serem obtidas por controle gravitacional. A terapia de infusão tornou-se o meio mais rápido e eficiente para a administração de soluções em pacientes hospitalizados, sendo recomendada nas terapias intensivas, em especial pediátricas, neonatais e anestesiologia.<sup>6,8</sup> Os tipos de mecanismos de bombas mais comuns são: mecanismo peristáltico linear, mecanismo peristáltico rotatório, mecanismo de seringa, mecanismo de cassete.<sup>9</sup>

Este estudo tem por fim avaliar o efeito sobre o grau de hemólise provocado pelas bombas de infusão de soluções quando usados em concentrado de hemácias, utilizando-se três modelos de equipamentos de infusão, com mecanismos e velocidades de infusão diferentes.

### Material e Métodos

Foram analisados e processados 36 concentrados de hemácias (CH) com menos de dez dias de coleta para verificação do grau de hemólise provocado durante a passagem em equipamentos de infusão venosa. Foram utilizados os modelos Nutrimat II (B. Braun), Volumed μVP 5005 e Infusomat Compact (B. Braun), em três velocidades diferentes (V1 = 120 mL/h – 40 gotas/min.; V2 = 240 mL/h – 80 gotas/min.; V3 = 360 mL/h – 120 gotas/min.) e em tempos diferentes (antes da passagem pela bomba de infusão, na metade e no fim do procedimento). O modelo Nutrimat II utiliza o mecanismo peristáltico rotatório, e os outros, o mecanismo peristáltico linear.

O grau de hemólise foi avaliado de acordo com os seguintes parâmetros: 1. Hemoglobina livre (g/dL) no plasma dos CH; 2. Porcentagem de hemólise (%) e 3. Potássio livre no plasma (mmol/L) no plasma dos CH.<sup>10</sup>

Na análise estatística foram utilizados os métodos de Análise Multivariada de Variâncias e os dados foram trabalhados como medidas repetidas.

### Resultados

No grupo controle, no qual as amostras foram obtidas antes da passagem dos concentrados de hemácias pela bomba de infusão de soluções, o resultado referente ao modelo de bomba Volumed μVP 5005-Archemed foi o seguinte: a hemoglobina livre (g/dL) foi de 0,03 ± 0,02; percentual de hemólise, 0,07 ± 0,04 e níveis de K<sup>+</sup> (mmol/L) de 10,1 ± 3,8. O grupo controle referente ao modelo Nutrimat II-B. Braun obteve os valores de: hemoglobina (g/dL), de 0,03 ± 0,01; percentual de hemólise, 0,06 ± 0,02 e níveis de K<sup>+</sup> (mmol/L) de 9,1 ± 1,7. O grupo controle referente ao modelo Infusomat Compact – B. Braun obteve os valores de: hemoglobina (g/dL) de 0,04 ± 0,01; percentual de hemólise, 0,09 ± 0,02 e

Tabela 1. Valores médios da concentração de hemoglobina livre (g/dL) nas velocidades V1, V2, V3 nos modelos de bombas de infusão utilizados

V	Volumed μVP 5005 - Archemed	Modelo Nutrimat II - B. Braun	Infusomat Compact - B. Braun
V1	0,03	0,02	0,04
V2	0,03	0,03	0,03
V3	0,03	0,04	0,03
GC	0,03	0,03	0,04

V = Velocidade V1 = 120 mL/h;  
V2 = 240 mL/h; GC = Grupo controle V3 = 360 mL/h

Tabela 2. Valores médios da porcentagem de hemólise livre (%) nas velocidades V1, V2, V3 nos modelos de bombas de infusão utilizados

V	Volumed μVP 5005 - Archemed	Modelo Nutrimat II - B. Braun	Infusomat Compact - B. Braun
V1	0,05	0,05	0,09
V2	0,07	0,06	0,07
V3	0,06	0,08	0,08
GC	0,07	0,06	0,09

V = Velocidade V1 = 120 mL/h;  
V2 = 240 mL/h; GC = Grupo controle V3 = 360 mL/h

Tabela 3. Valores médios dos níveis de potássio livre no plasma, nas velocidades V1, V2, V3 nos modelos de bombas de infusão utilizados

V	Volumed μVP 5005 - Archemed	Modelo Nutrimat II - B. Braun	Infusomat Compact - B. Braun
V1	8,3	8,6	14,5
V2	10,2	9,2	12,4
V3	13,2	9,3	9,9
GC	10,1	9,1	13,3

V = Velocidade V1 = 120 mL/h;  
V2 = 240 mL/h; GC = Grupo controle V3 = 360 mL/h

níveis de K<sup>+</sup> (mmol/L) de 13,3 ± 3,1. Após a passagem pela bomba do modelo Volumed μVP 5005-Archemed, os valores médios da concentração de Hb livre (g/dL) nas velocidades V1, V2 e V3 foram todos iguais a 0,03. Os valores médios da hemólise (%) nas velocidades V1, V2 e V3 foram de 0,05; 0,07 e 0,06 respectivamente. No que se refere à concentração de K<sup>+</sup> (mmol/L), os valores médios obtidos nas V1, V2 e V3 foram de 8,3; 10,2 e 13,2, respectivamente. Após a passagem pela bomba do modelo Nutrimat II-B.Braun, os valores médios da concentração de Hb livre (g/dL) nas velocidades V1, V2 e V3 foram 0,02; 0,03 e 0,04, respectivamente. Os valores médios da hemólise (%) nas velocidades V1, V2 e V3 foram de 0,05; 0,06 e 0,08 respectivamente. No que se refere à concentração de K<sup>+</sup> (mmol/L), os valores médios obtidos nas V1, V2 e V3 foram de 8,6; 9,2 e 9,3, respectivamente. Após a passagem pela bomba do modelo Infusomat Compact - B/Braun, os valores médios da concentração de Hb livre (g/dL) nas velocidades V1, V2 e V3 foram 0,04; 0,03 e 0,03, respectiva-

mente. Os valores médios da hemólise (%) nas velocidades V1, V2 e V3 foram de 0,09; 0,07 e 0,08 respectivamente. No que se refere à concentração de K<sup>+</sup> (mmol/L), os valores médios obtidos nas V1, V2 e V3 foram de 14,5; 12,4 e 9,9, respectivamente. (Tabelas 1, 2 e 3).

## Discussão

Alguns autores relatam a ocorrência de hemólise em concentrado de hemácias devido ao trauma mecânico provocado pela passagem na bomba de infusão.<sup>11,12,13</sup> Outros autores citam que os níveis encontrados de hemólise estão diretamente proporcionais ao tempo de estocagem do hemo-componente, bem como aos mecanismos utilizados pela bomba e calibre da agulha, níveis estes de magnitude que não causam adversidades que afetem clinicamente o paciente.<sup>14,15</sup> Há também vários relatos em que os resultados obtidos revelam um percentual não significativo de hemólise, o que não inviabilizaria a utilização dessas bombas na prática transfusional.<sup>4,15</sup>

No presente estudo observou-se que os diferentes modelos e mecanismos de bombas de infusão de soluções (peristáltico linear e peristáltico rotatório), tempo e velocidades (V1, V2, V3) não provocaram alterações significativas nos parâmetros analisados que evidenciam hemólise nos concentrados de hemácias, ou seja, níveis de hemoglobina livre e potássio plasmático, corroborando com os resultados obtidos por Hutchinson (1985) e Burch (1991).<sup>4,16</sup>

A variação do valor médio encontrado dos níveis de hemoglobina livre, 0,02 – 0,04 g/dL, e da porcentagem de hemólise, 0,05 – 0,09 %, para as diferentes marcas de bombas e velocidades de infusão, após a passagem dos concentrados de hemácias, apresentaram valores inferiores a 0,2g/dL para a hemoglobina livre e 0,8% para o percentual de hemólise, considerados nível máximo permitido pela resolução n° 153, de 14 de junho de 2004, valores estes semelhantes aos encontrados por Gibson (1984).<sup>14</sup>

Componentes com hematócrito mais alto e, conseqüentemente, maior viscosidade são mais propensos a apresentar hemólise quando infundidos sob pressão, do que os componentes com menor viscosidade ou o sangue total. Neste estudo, todas as unidades de concentrado de hemácias testadas foram produzidas com a adição de SAG-Manitol, o que reduz o hematócrito do componente final.<sup>17</sup> Estes resultados encontrados não se aplicam, portanto, à utilização de equipamentos de infusão para transfusão de componentes com hematócrito mais alto, ou seja, produzidos sem adição de soluções preservantes.

A concentração de potássio plasmático aumenta durante a estocagem, tendo sido citados valores de aproximadamente 50 mmol/l no 42° dia de armazenamento das unidades produzidas com solução aditiva e 75 -100 mmol/L nas unidades produzidas com CPDA-1, no último dia de validade.<sup>18</sup> Todas as unidades de concentrado de hemácias utiliza-

das neste estudo foram analisadas até dez dias após a coleta e apresentaram níveis de potássio plasmático que variaram de 5,1 a 18,5 mmol/L.

A variação dos valores médios obtidos para os níveis de potássio livre no plasma, neste estudo, não apresentou alterações estatisticamente significativas no processo de infusão. Nota-se, entretanto, certa discrepância nestes valores, porém os níveis encontrados após o processo de infusão mantinham uma relação direta com os níveis encontrados nas amostras controle (antes da passagem pela bomba). O uso dos equipamentos de infusão analisados não provocou alteração significativa dos níveis de potássio plasmático, achados semelhantes às análises realizadas por Burch (1991).<sup>4</sup>

## Conclusão

A partir dos dados obtidos neste estudo, não houve hemólise significativa relacionada ao processo de infusão de concentrado de hemácias com até dez dias de armazenamento e produzidos com SAG-Manitol, utilizando os equipamentos de infusão de soluções testados (Nutrimat II – B. Braun, Volumed µVP 5005 – Archimed e Infusomat Compact – B. Braun), independente do tempo e velocidade de infusão. Estes resultados permitem, quando necessária, a indicação do uso destas bombas de infusão de soluções em transfusão de concentrados de hemácias.

## Abstracts

*The lyses of red blood cells, both for immune or non-immune reasons, can cause an elevation in plasmatic hemoglobin, inducing harmful effects mainly in the kidneys and cardiovascular system. This work aims at identifying the possible hemolytic effect, related to mechanical trauma due to the use of different models of infusion pumps, on red blood cells transfused after up to ten days of storage. Three models of pumps were studied (Nutrimat, Infusomat Compact and Volumed), (four devices of each model) with three infusion speeds being tested (120 mL/h, 240 mL/h and 360 mL/h). The parameters used to report the degree of hemolysis were the percentile of hemolysis, hemoglobin levels and free potassium in the plasma. Samples were collected before infusion of red blood cells using the pumps, half way through infusion (1/2 T) and at the end of infusion (T), for the three different speeds. Significant variations were not seen in the analyzed parameters between the control samples and those collected at different speeds, using different models of pumps and infusion mechanisms and among pumps of the same brand and at different infusion times. The greatest variation found involved free potassium, probably due to the different levels found in red blood cell concentrates seen when control samples were compared to values obtained half way through and at the end of infusion for each pump. In agreement with the obtained results changes in the percentile of hemolysis were not found after infusion of the cells using the different infusion pumps. Rev. bras. hematol. hemoter. 2007;29(2):149-152.*

**Key words:** Hemolysis; infusion pumps; transfusion.

## Referências Bibliográficas

1. Silva PH, Hashimoto Y. Anemias normocíticas e normocrômicas. Interpretação laboratorial do eritrograma. São Paulo: Lovise; 1999. Cap. 9:111-4.
2. Savitsky JP, Doozi J, Black J. A clinical safety trial of free hemoglobin. Clin Pharm Ther. 1998;23:73.
3. Andrew D. Destruction of erythrocytes. Wintrobe's Clinical Hematology. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993, 9th Edition. Cap. 8:195-222.
4. Burch KJ, Phelps SJ, Constance TD. Effect of an infusion device on the integrity of whole blood and packed red blood cells. American Society of Hospital Pharmacists. 1991;48:92-7.
5. Berne RM, Levy MN, Koeppen BM, Stanton BA. Homeostase do potássio, cálcio e fosfato. Fisiologia. Elsevier 2004; 5ª Edição, Cap. 37:729-747.
6. Metodologia para avaliação de desempenho essencial de bombas de infusão www.metodologia 2003. org.br/anais-congresso/ma0343.
7. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – Prescrições para segurança de bombas e controladores de infusão. Rio de Janeiro: ABNT; 1995. 84p.
8. Emergency Care Research Institute – ECRI – General Purpose infusion pumps. Health Devices. 1998;27(4-5):123-70.
9. Emergency Care Research Institute – ECRI – General Purpose infusion pumps. Health Devices. 1997;26(2):36-79.
10. Ziesmer SC, O'Brien P. Methods for measuring plasma hemoglobin in micromolar concentration compared. Clinical Chemistry. 1992; 38:132-40.
11. MacDonald, WB, Berg RB. Hemolysis of transfused cells during use of the injection (push) technique for blood transfusion. Pediatrics. 1959;23:8-11.
12. Wilcox GJ, Barnes A, Mondanlou H. Does transfusion using a syringe infusion pump and small-gauge needle cause hemolysis? Transfusion. 1981;21:750-7.
13. Thompson HW, Lasky LC, Polesky HF. Evaluation of a volumetric intravenous infusion pump for transfusion of blood components containing red cells. Transfusion. 1986;26:290-2.
14. Gibson JS, Leff RD, Roberts RJ. Effects of intravenous delivery systems on infused red blood cells. American Journal of Pharmacy. 1984;41:468-72.
15. Herrera AJ, Corless J. Blood transfusions: effects of speed of infusion and of needle gauge on hemolysis. J Pediatr. 1981;99:757-8.
16. Hutchinson A, Yeoman PM, Bryne AJ. Evaluation of the IVAC 560 volumetric pump: a clinical and laboratory study. Anesthesia. 1985;40:996-9.
17. Diário Oficial da União (DOU); Poder Executivo, de 24 de junho de 2004. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 153, de 14 de junho de 2004. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa.
18. Pisciotto PT, Luban NLC. Complications of neonatal transfusions. Transfusion Reactions. Bethesda: AABB Press; 1996.12:321-56.

Avaliação: Editor e dois revisores externos

Conflito de interesse: não declarado

Recebido: 15/03/2006

Aceito: 28/12/2006