

## **Bombas de infusão e lesão celular em hemácias na terapia transfusional: revisão integrativa da literatura<sup>1</sup>**

Ana Maria Miranda Martins Wilson<sup>2</sup>

Maria Angélica Sorgini Peterlini<sup>3</sup>

Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira<sup>3</sup>

Objetivos: identificar na literatura a produção científica acerca dos efeitos de bomba de infusão na administração de hemácias e avaliar as implicações do uso desses equipamentos na prática transfusional de enfermagem. Método: revisão integrativa de literatura nas bases de dados Pubmed/Medline, Scopus, Biblioteca Virtual em Saúde, SciELO, Web of Science e Cochrane, utilizando os descritores "bombas de infusão", "transfusão de sangue", "transfusão de eritrócitos" e "hemólise". A data inicial não foi delimitada e a final foi dezembro de 2014. Foram identificados 17 artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Resultados: Todas as publicações incluídas eram estudos experimentais in vitro e abordavam o uso de bombas de infusão na terapêutica transfusional. A síntese dos dados foi apresentada em quadro sinóptico e a análise gerou duas categorias relevantes: lesão celular e mecanismo de infusão. Conclusão: bombas de infusão podem ser deletérias às hemácias de acordo o mecanismo de infusão, sendo que as peristálticas lineares foram mais predisponentes à hemólise. A lesão celular foi relacionada à liberação plasmática de marcadores, predominando a hemoglobina livre e potássio. Reitera-se a necessidade de pesquisas adicionais e investimentos tecnológicos para nortear o desenvolvimento de protocolos que promovam prática segura e que subsidiem futuros estudos clínicos.

Descritores: Enfermagem; Bombas de Infusão; Eritrócitos; Hemólise.

<sup>1</sup> Artigo extraído da dissertação de mestrado "Marcadores de hemólise de concentrados de hemácias administrados por bombas de infusão peristálticas lineares", apresentada à Escola Paulista de Enfermagem, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, processo nº 2012/25284-9 e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

<sup>2</sup> MSc, RN, Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup> PhD, Professor Associado, Escola Paulista de Enfermagem, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

### **Como citar este artigo**

Wilson AMMM, Peterlini MAS, Pedreira MLG. Infusion pumps and red blood cell damage in transfusion therapy: an integrative revision of the academic literature. Rev. Latino-Am. Enfermagem. 2016;24:e2763. [Access \_\_\_\_ \_\_\_\_]; Available in: \_\_\_\_\_. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1518-8345.1155.2763>.  
ano URL mês dia

## Introdução

A transfusão sanguínea é tecnologia terapêutica frequentemente presente na prática clínica nos mais diversos estabelecimentos de assistência à saúde. Aproximadamente 85 milhões de transfusões de sangue são realizadas anualmente no mundo, sendo que 15 milhões ocorrem nos Estados Unidos da América (EUA) <sup>(1)</sup>. No Brasil, em 2014 foram realizadas 3.127.957 transfusões, em que o concentrado de hemácias (CH) foi o hemocomponente mais empregado, atingindo 57,98% das transfusões ambulatoriais e hospitalares no país <sup>(2)</sup>.

A indicação de transfusão de CH é clínica e laboratorial; de acordo com níveis de hemoglobina, hematócrito, bem como dos sinais e sintomas apresentados pelos pacientes <sup>(1,3)</sup>.

A implementação da terapêutica transfusional requer integração de esforços de equipe multidisciplinar desde a captação do doador, coleta, processamento, controle de qualidade, distribuição, prescrição da terapia, administração no receptor e monitoramento das respostas clínicas <sup>(3-4)</sup>. O enfermeiro é profissional relevante nesse processo e, de acordo com a Resolução do Conselho Federal de Enfermagem (COFEN) nº 306/2006, que normatiza a atuação do enfermeiro em hemoterapia, trata-se do profissional capacitado para planejar, executar, coordenar, supervisionar e assistir o paciente durante a terapia transfusional <sup>(5)</sup>.

Para a administração de hemocomponentes, a enfermagem conta com distintos dispositivos de infusão disponíveis no mercado, que apresentam diferenças quanto aos métodos de controle de qualidade, preço, apresentação e recomendação de uso. Na prática transfusional nacional, a administração do produto sanguíneo é predominantemente realizada por meio de equipo gravitacional, com sistema de controle manual do fluxo <sup>(4,6)</sup>.

As bombas de infusão (BI) são equipamentos que regulam o fluxo de líquidos administrados sob pressão positiva ao paciente e são utilizadas na terapia intravenosa em diversos ambientes de assistência à saúde <sup>(7-8)</sup>. Atualmente, as BI vêm sendo gradativamente inseridas no mercado com finalidades transfusionais.

Quanto ao controle do fluxo, as BI podem ser classificadas em volumétrica, fluxométrica e de seringa. Equipamento volumétrico é aquele que controla o líquido a ser infundido em volume por unidade de tempo por meio de programação da vazão pelo operador, excetuando-se as bombas de seringa. Fluxométrico ou gota a gota é aquele em que a vazão também é controlada pelo operador, porém o controle do volume infundido é realizado por meio da contagem de gotas por unidade de tempo mediante um sensor eletrônico. As de seringa são equipamentos em que o volume administrado ao paciente é armazenado por meio de

uma ou mais seringas, e o êmbolo da seringa é empurrado por um pistão móvel controlado pelo equipamento, com seleção da vazão pelo operador e indicada em volume por unidade de tempo no equipamento. Excetuando-se as BI seringa, os demais equipamentos agem essencialmente por mecanismo peristáltico e de cassete <sup>(7-8)</sup>.

O mecanismo peristáltico consiste na infusão do líquido por meio do esmagamento de porção do equipo por onde o líquido passa e pode ser executado por dois métodos, o peristáltico linear e o rotatório. Esses se distinguem no tipo de movimento exercido sobre o equipo em movimentos ondulatórios e de compressão em placa linear ou roldana giratória, respectivamente, resultando no impulsionamento do líquido do frasco reservatório com solução a ser infundida em direção à rede venosa do paciente <sup>(7-8)</sup>.

Mecanismo de cassete consiste na infusão por meio de acionamento de pistões. Tais equipamentos possuem cassetes inseridos geralmente em porções mediais dos equipos. O pistão, uma vez acionado, move-se para dentro e para fora de cilindros contidos nos cassetes; o movimento interno impulsiona o líquido na direção do paciente, enquanto o externo drena o líquido do frasco reservatório para repletar o cassete. Adicionalmente, pode existir diafragmas montados sobre pistões móveis inseridos no cassete. O motor transmite um movimento aos pistões que entram e saem dos reservatórios, comprimindo as membranas diafragmáticas siliconadas, promovendo o enchimento e o esvaziamento. Quando os pistões entram, há o impulsionamento do fluido em direção ao paciente e, quando o pistão sai, ocorre a aspiração de líquido do recipiente que o contém, preenchendo novamente os reservatórios do cassete <sup>(7-8)</sup>.

Embora exista inúmeras vantagens à segurança do paciente com o uso de BI na terapia intravenosa como alarmes, controle do volume infundido e tempo adequado para a administração, ainda há incerteza sobre o uso na terapia transfusional, devido ao desconhecimento da ação dos mecanismos de infusão das bombas sobre as hemácias, com possibilidade de hemólise <sup>(9-10)</sup>.

Pacientes transfundidos com CH hemolisados, além de receberem níveis menores de hemoglobina funcional, podem apresentar efeitos deletérios ao organismo pela presença de biomarcadores liberados na vigência de hemólise <sup>(9-10)</sup>. Desse modo, a questão norteadora deste estudo foi: Transfundir hemácias utilizando BI pode acarretar lesão celular e hemólise?

## Objetivos

Esse estudo objetiva identificar, na literatura, a produção científica sobre os efeitos de bomba de infusão na administração de hemácias e avaliar as implicações

do uso desses equipamentos na prática transfusional de enfermagem.

## Material e método

Estudo de revisão integrativa da literatura, com coleta de dados realizada a partir de fontes secundárias, por meio de levantamento bibliográfico e análise dos dados sistematizados.

Para tanto, foram percorridas seis etapas: 1) identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa; 2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos, assim como a busca na literatura; 3) definição das informações a serem extraídas das pesquisas selecionadas; 4) categorização e avaliação dos estudos incluídos; 5) interpretação dos resultados e 6) síntese do conhecimento evidenciado<sup>(11-13)</sup>.

É considerado método de pesquisa que permite trazer evidências científicas à prática clínica, possibilitando a inclusão de estudos com diferentes desenhos, oportunizando pesquisar, avaliar criticamente e sintetizar as evidências encontradas acerca do tema proposto<sup>(11-13)</sup>.

Para a seleção dos artigos, foram utilizados os seguintes portais e/ou bases de dados: *U.S. National Library of Medicine* (PUBMED), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SciELO, *The Cochrane Library* (Cochrane), *SCOPUS* e *ISI Web of Science*. Para a base de dados

SciELO, os descritores foram pesquisados no formulário básico.

Para a busca de evidências que respondessem à questão da pesquisa, foram selecionados “*infusion pumps*”, “*blood transfusion*”, “*erythrocyte transfusion*” e “*hemolysis*” nos Descritores em Ciências da Saúde (DECS) e no *Medical Subject Headings Section* (MESH), combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR.

A busca contemplou todos os artigos publicados até 31 de dezembro de 2014. Os critérios para inclusão das publicações foram: 1) artigos publicados em português, inglês e espanhol; 2) artigos na íntegra que retratassem o uso de BI na terapêutica transfusional; 3) qualquer desenho de estudo. Os critérios de exclusão foram: 1) opinião de especialistas, capítulos de livros, revisão de literatura, patentes e editoriais; 2) artigos que descreveram lesão celular em equipamentos de circulação extracorpórea e assistência circulatória com oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO).

As estratégias adotadas para a localização dos artigos foram adaptadas de acordo com a base de dados, devido às características específicas para o acesso de cada base, tendo como eixo norteador a pergunta de pesquisa e os critérios de inclusão da revisão integrativa previamente definidos. A Figura 1 apresenta a estratégia de busca adotada na base de dados PubMed, a qual foi adaptada para as demais bases analisadas.

Número da busca	Descritor	Operador booleano
#1	“Blood transfusion” [MeSH Terms] “Erythrocyte transfusion” [MeSH Terms]	OR
#2	“Infusion pumps” [MeSH Terms] “Hemolysis” [MeSH Terms]	AND
#3	“Infusion pumps” [MeSH Terms] AND #1	AND
#4	#1 AND #2	AND
#5	#2 OR #3	OR

Figura 1 - Estratégia de busca na base de dados Pubmed – São Paulo, 2014

## Procedimento de coleta dos dados

Inicialmente, os estudos foram analisados pelo título e resumo para confirmar a presença dos critérios de inclusão. A etapa seguinte foi a análise dos dados com a leitura na íntegra dos textos selecionados e finalidade de avaliar a pertinência dos trabalhos à resposta do problema de pesquisa. As publicações não disponíveis em texto completo foram solicitadas através do *comut/SCAD*. Formulário de coleta de dados elaborado pelas próprias pesquisadoras foi adaptado aos objetivos da

pesquisa contendo os itens: identificação do artigo original, características metodológicas, avaliação do rigor metodológico, intervenções e principais resultados encontrados.

Os resultados foram apresentados de forma descritiva, permitindo que o leitor avalie a aplicabilidade da revisão integrativa elaborada, fornecendo subsídios para a tomada de decisão na prática clínica transfusional, assim como a identificação de lacunas do conhecimento, para o desenvolvimento e aprimoramento de futuras pesquisas.

### Procedimento para análise dos dados

Das seis bases de dados incluídas no estudo, obteve-se um total de 566 artigos. Desses, 511 não se

enquadravam nos critérios de inclusão e nos objetivos propostos, finalizando em 55 artigos. Desse total, 38 foram eliminados por serem repetidos nas bases de dados, restando ao final 17 artigos (Figura 2).

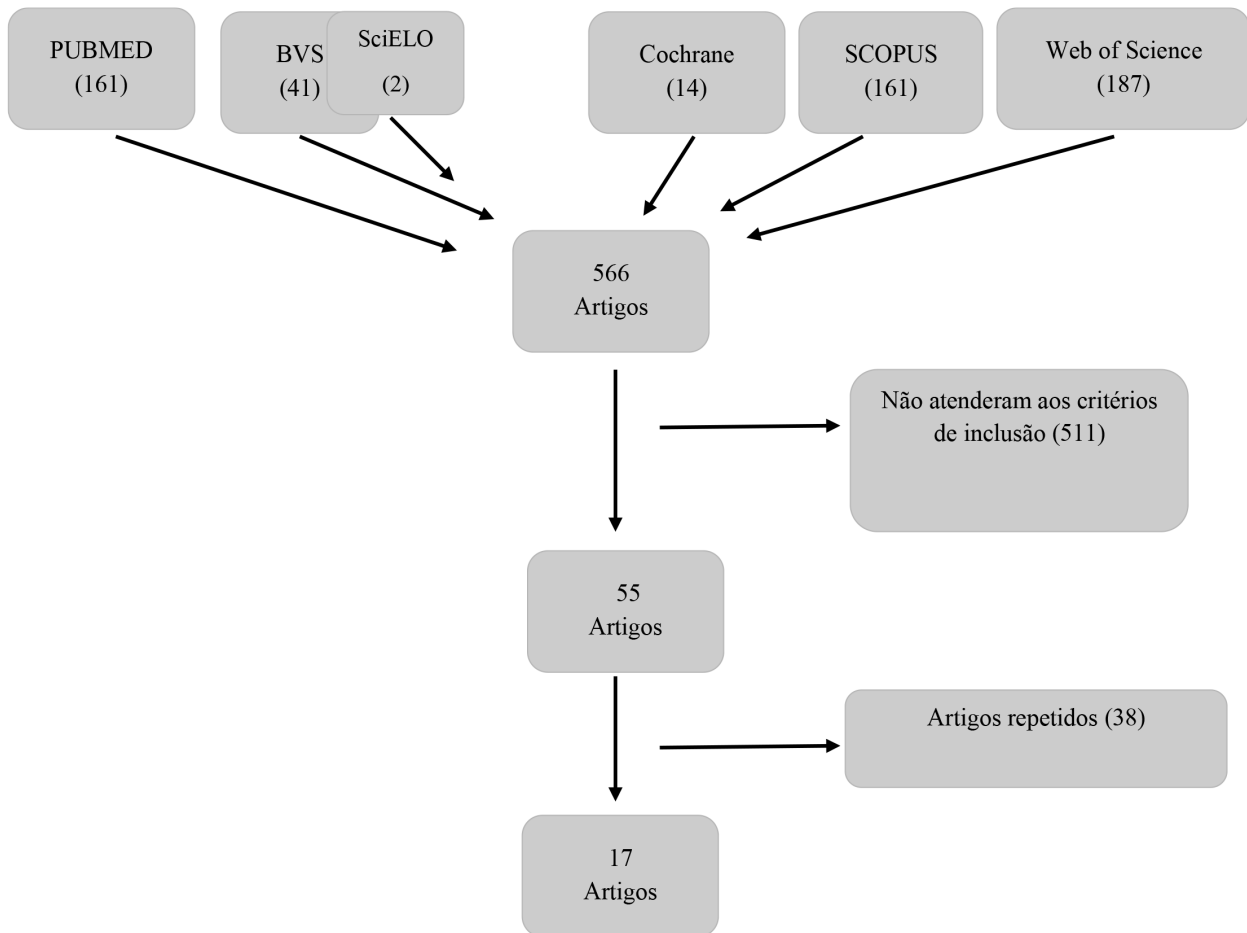


Figura 2 - Fluxograma de seleção dos artigos por base de dados

Todos os estudos incluídos eram de desenho experimental *in vitro*, não sendo realizada classificação em níveis de evidência, por serem considerados estudos pré-clínicos.

Posteriormente, os trabalhos foram analisados e agrupados por semelhança de conteúdo, sob a forma de duas categorias para análise: mecanismos das BI e lesão celular.

A apresentação dos resultados dos dados obtidos foi feita de forma descritiva em quadro sinóptico contendo dados referentes à autoria, objetivo de estudo, tipo de estudo, resultado e conclusão e implicações na prática transfusional de enfermagem. Este último quesito é composto de pontos relevantes sintetizados a partir da análise de cada artigo concernente ao uso das bombas de infusão na prática transfusional de enfermagem, visto que, em alguns cenários de prática existe a

implementação desses dispositivos em transfusões sanguíneas.

### Resultados

Nos 17 artigos encontrados, foi predominante o idioma inglês com 15 (88,2%) artigos, seguido do espanhol com um (5,9%) e um em português (5,9%). Quanto ao local de realização dos estudos, 10 (58,9%) deles foram produzidos nos Estados Unidos da América, um (5,9%) na Inglaterra e os seis (35,2%) restantes no Brasil, Espanha, Austrália, Dinamarca, Holanda e Suíça. Dentre os estudos selecionados, o mais antigo data do ano de 1981 e o mais recente de 2011.

Com relação ao desenho dos 17 estudos selecionados, todos eram experimentais com simulação dos procedimentos em laboratório. Quanto às categorias elencadas, no que corresponde ao mecanismo de

infusão, foram analisadas as peculiaridades em relação à transfusão sanguínea e à probabilidade de lesão celular pela ação da força mecânica dos equipamentos. Na categoria lesão celular, agruparam-se variáveis

relacionadas aos hemocomponentes e marcadores de lesão celular.

Na Figura 3, é apresentada a síntese dos estudos identificados e incluídos na presente revisão integrativa e seus principais resultados.

Autores/local/ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra e intervenções	Resultados e Conclusão	Implicações na prática transfusional de enfermagem
Wilcox GJ, Barnes A, Modanlou H. Califórnia, EUA, 1980 <sup>(14)</sup>	Avaliar hemólise em sistema de infusão de seringa e cateter agulhado de 25G, de acordo com o fluxo e armazenamento.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	1617 unidades de CH <sup>+</sup> em alíquotas de 15 ml. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de infusão: 70; 20,5 e 10,6 mL/h<sup>s</sup></li> <li>• Períodos de estocagem 2 e 9 dias.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb<sup>  </sup> livre e potássio.</li> </ul>	Hemólise significante em unidades com 9 dias de coleta em solução de CPDA-1 <sup>e</sup> e na velocidade de infusão de 10,6 ml/h <sup>s</sup> .	Sistema de infusão usualmente utilizado em neonatologia e pediatria. Enfatizada seleção de CH com menor prazo de armazenamento para prevenção de hemólise.
Herrera AJ, Corless J. Baltimore, EUA, 1981 <sup>(15)</sup>	Investigar hemólise em BI <sup>+</sup> de seringa, em diferentes calibres de cateter e fluxo.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	36 unidades de ST <sup>++</sup> e 24 CH, ambos com 24 horas de coleta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades: 20,50 e 100 mL/h nos diferentes calibres de cateter conectados à linha final de infusão. 24 CH avaliados somente em fluxo de 20 e 50 mL/h.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre.</li> </ul>	Não foi encontrada hemólise entre as amostras de controle e experimentais, mesmo em alto fluxo e pequeno calibre de cateter para resultados de hemólise.	Sistema de infusão avaliado como um todo, englobando as variáveis: cateter, fluxo e equipamento. Importância da avaliação isolada de cada variável quando da implementação da terapia.
Gibson JS, Leff RD, Roberts, RJ Iowa, EUA, 1984 <sup>(16)</sup>	Avaliar lesão hemácica em BI peristáltica linear, de seringa e diafragmática.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	144 análises experimentais ST e CH com 2 a 3 dias de coleta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de infusão: 5 mL/h e 50 mL/h. Os hemocomponentes foram deixados em temperatura ambiente por duas horas antes do experimento. Foram coletados controles das bolsas.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre e grau de hemólise.</li> </ul>	BI linear com maior grau de hemólise. Maior hemólise em fluxo de 5mL/h em ST e 50 mL/h em CH. Mecanismo de cassete diafragmático seguro para ST e B de seringa segura em todos os cenários.	Atenção ao hemocomponente prescrito, mecanismo do equipamento disponível e velocidade de infusão para prevenção de efeitos hemolíticos.
Veerman MK, Leff RD, Roberts RJ. Iowa, EUA, 1985 <sup>(17)</sup>	Avaliar hemólise em BI volumétrica de cassete.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	2 BI de cassete. <ul style="list-style-type: none"> <li>• CH e ST com 2 a 3 dias de coleta, em solução de CPDA-1 em 5 fluxos.</li> <li>• Total de 20 análises experimentais.</li> <li>• Velocidades de infusão avaliadas: 5, 10, 25, 50 e 100 mL/h.</li> <li>• Calibre do cateter: 22G.</li> <li>• Variável de desfecho: Hb livre e porcentagem de hemólise.</li> </ul>	Encontrados resultados hemolíticos porém abaixo do recomendado para último dia (35°) de coleta. Concluem que a hemólise apresentada foi insignificante.	BI de cassete considerada segura pelos autores, com variações pequenas dentro dos padrões de controle de qualidade.
Gibson JS, Leff RD, Roberts, RJ Iowa, EUA, 1984 <sup>(16)</sup>	Avaliar lesão hemácica em BI peristáltica linear, de seringa e diafragmática.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	144 análises experimentais ST e CH com 2 a 3 dias de coleta. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de infusão: 5 mL/h e 50 mL/h. Os hemocomponentes foram deixados em temperatura ambiente por duas horas antes do experimento. Foram coletados controles das bolsas.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre e grau de hemólise.</li> </ul>	BI linear com maior grau de hemólise. Maior hemólise em fluxo de 5mL/h em ST e 50 mL/h em CH. Mecanismo de cassete diafragmático seguro para ST e B de seringa segura em todos os cenários.	Atenção ao hemocomponente prescrito, mecanismo do equipamento disponível e velocidade de infusão para prevenção de efeitos hemolíticos.

(a Figura 1 continua na próxima página)

Autores/local/ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra e intervenções	Resultados e Conclusão	Implicações na prática transfusional de enfermagem
Thompson HW, Lasky LC, Polesky HF. Minnesota, EUA, 1986 <sup>(18)</sup>	Avaliar hemólise em duas BI volumétrica de cassete.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>10 unidades de CH armazenadas em CPDA-1 por 35 dias.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxos avaliados foram de 300 a 850 mL/h</li> <li>As amostras da bolsa foram obtidas por aspiração por meio de agulha calibre 19G</li> <li>Variáveis de desfecho: Hb livre, fragilidade osmótica e potássio.</li> </ul>	Resultados hemolíticos não estatisticamente significantes. Hb livre aumentou em ambas as BI, associando-se à maior fluxo e prazo final de armazenamento.	Embora hemólise não significativa, enfatiza-se a avaliação crítica do fluxo e período de estocagem do hemocomponente para implementação da terapêutica prescrita.
Angel JA, O'Brien WF, Knuppl RA, Warren MB, Leparo GF  Florida, EUA, 1987 <sup>(19)</sup>	Determinar hemólise em CH transfundidos por via intrauterina, avaliando a taxa de infusão, calibre do cateter e a BI.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>Duas alíquotas de 100 ml de CH em solução de CPDA-1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estocagem: 7 dias, irradiadas a 2.500 rads<sup>++</sup>.</li> <li>Fluxos de 60-360 ml/h, infundidos por agulhas espinhais de calibre 20 ou 22 G, de 8 a 9 cm de comprimento.</li> <li>Variáveis de desfecho: contagem de eritrócitos, hematócrito e Hb livre.</li> </ul>	Grau de hemólise maior em calibres de agulha menores e em valores mais altos de hematócrito da bolsa. Vazão não resultou em hemólise significativa.	A transfusão intrauterina é procedimento destinado a fetos de alto risco. Para prevenir hemólise, recomenda-se que infusões rápidas devem ser realizadas com menor valor de hematócrito e maior calibre da agulha.
Gurdak RG, Anderson G, Minstz PD. Virginia, EUA, 1988 <sup>(20)</sup>	Determinar hemólise em BI peristáltica linear.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>3 unidades de CH em prazo próximo de expiração em solução preservativa adenina-salina.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fluxos de 70 mL/h e 999 mL/h.</li> <li>Calibre das agulhas: 16, 19 e 23 G. Calibre do cateter vascular: 18G.</li> <li>Pressão limite da BI: 499 mmHg§§.</li> <li>Variáveis de desfecho: contagem de eritrócitos, volume corpuscular médio, hematócrito, larga distribuição de células vermelhas no sangue, Hb livre, potássio e LDH<sup>  </sup>.</li> </ul>	Hb livre com acréscimo no calibre de 18G e 70 mL/h, sem significância estatística. Hemólise encontrada, porém não clinicamente significativa (menor que 0,8%).	Simulação de pior cenário de armazenamento, sendo que BI considerada segura a partir de avaliação de grau de hemólise de significância clínica, apesar de alteração significativa dos valores em relação às amostras de controle. Variações de pressão de infusão do equipamento em altas taxas de infusão.
Denison M, Bell PU, Schuldreich R, Chaudri MA.  Melbourne, Australia, 1991 <sup>(21)</sup>	Avaliar hemólise em quatro BI:  1-diafragmática;  2-peristáltica linear; 3-seringa;  4- diafragmática com fluxo de 100 mL/h.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>4 unidades de CH com armazenamento menor que 24 horas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimento realizado com controle gravitacional.</li> <li>Variáveis de desfecho: Hb livre e hemoglobina total.</li> </ul>	Hb livre nas BI de seringa e diafragmática alteraram, sem significância estatística. Dano celular significativo após infusão por BI lineares.	Mecanismos de cassete diafragmático considerados mais seguros à transfusão. Lesão celular presente no preenchimento manual dos refs de seringa pela pressão durante a aspiração. Hemólise em BI peristáltica.
Strayer AH, Henry DW, Erenberg A, Leff RD Kansas, EUA, 1991 <sup>(22)</sup>	Determinar a ação da BI de cassete na integridade das células vermelhas.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>3 unidades de CH<sup>+</sup> e ST, em solução de CPDA-1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hemácias com 35 a 36 dias de coleta.</li> <li>Fluxo: 250 mL/h.</li> <li>Calibre da agulha/cateter: 18 G.</li> <li>Variável de desfecho: Hb livre.</li> </ul>	Não houve aumento significativo de Hb livre nos dois grupos de hemocomponentes. BI de cassete não afeta integridade dos eritrócitos.	BI considerada segura à prática transfusional para ambos hemocomponentes com fluxo que simula cenário de transfusão rápida.

(a Figura 1 continua na próxima página)

Autores/local/ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra e intervenções	Resultados e Conclusão	Implicações na prática transfusional de enfermagem
Burch KJ, Phelps SJ, Constance TD, Tennessee, EUA, 1991 <sup>(23)</sup>	Avaliar efeito da BI peristáltica linear na integridade das hemácias.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>38 amostras de CH e ST Períodos de estocagem: 72 horas e 72 horas após sua data de validade.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de infusão: 999mL/h, 100mL/h, 50mL/h e 5mL/h.</li> <li>• Na velocidade de infusão de 50, 100 e 999 mL/h armazenamento com solução de SAG-M<sup>™</sup> e as de 5 mL/h armazenadas em CPDA-1, essa última mimetizou a clínica neonatal.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre no plasma e potássio livre no plasma.</li> </ul>	Hemácias no menor prazo de coleta com potássio e Hb livre estatisticamente menores do que no grupo com prazo maior. Em 18 das 20 unidades de ST com 72 horas de coleta, Hb livre teve aumento de até 100%, com resultados dentro dos padrões de qualidade. Concluem que a BI em estudo é apta para transfusão.	Ênfase no tempo de estocagem e na avaliação da solução preservativa com nível maior de potássio em CPDA-1 e em prazos maiores de armazenamento.
Criss VR, DePalma L, Luban NLC. Washington DC, EUA, 1993 <sup>(24)</sup>	Avaliar o efeito da BI peristáltica linear na integridade de células em diferentes fluxos de infusão.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>24 CH<sup>+</sup> em solução CPDA-1.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 grupos de experimento de acordo com manipulação das hemácias (lavadas, irradiadas ou filtradas) e velocidade de infusão.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb, hematócrito, contagem de eritrócitos, Hb livre, LDH, potássio, alanina aminotransferase e Aspartato Aminotransferase.</li> </ul>	Hb livre, potássio e LDH foram maiores no grupo de hemácias lavadas e irradiadas. LDH alterou-se significativamente nas hemácias manipuladas, porém sem relevância clínica. Recomenda-se associação de filtro de leucorredução para maior segurança.	Manipulação prévia do hemocomponente como fator de risco para lesão celular. Importância de novos estudos com esses subprodutos das hemácias para definição de parâmetros de avaliação para prática.
Hansen TG, Sprogøe-Jacobsen U, Pedersen CM, Skovgaard Olsen K, Risom Kristensen, S Escandinávia, Dinamarca, 1998 <sup>(25)</sup>	Avaliar hemólise em mecanismo peristáltico rotatório e sistema pressurizador de infusão.	Estudo experimental <i>in vitro</i> randomizado	<p>Total de 30 CH.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervenção 1: 20 unidades com oito a 11 dias de coleta</li> <li>• Intervenção 2: dez unidades com de 25 a 33 dias de coleta.</li> <li>• Variáveis de desfecho: porcentagem de hemólise, Hb livre, hematócrito, potássio e LDH.</li> </ul>	Intervenção 1 não houve diferença entre os sistemas de infusão, LDH alterou-se marginalmente. Intervenção 2, Hb livre, potássio, LDH e hematócrito aumentaram significativamente em relação ao experimento 1. Conclui-se que não houve hemólise significativa e os equipamentos são alternativas seguras para transfusões rápidas.	Importância da avaliação de variáveis dos equipamentos como pressão de infusão e oclusão para prevenção de lesão celular. Equipamento rotatório atingiu fluxos maiores que o sistema pressurizador, que possui pressão constante de 300 mmHg.
Rojas JT et al Granada, Espanha, 2001 <sup>(26)</sup>	Determinar hemólise em BI volumétrica peristáltica e volumétrica de cassete.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>55 transfusões com total de 110 medidas de biomarcadores.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coletadas amostras de controle de amostras experimentais após 2 horas e 30 minutos.</li> <li>• CH<sup>+</sup> com média de 14, 38 dias de coleta, com maior hemólise a partir do percentil 75.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre, hematócrito, potássio e LDH.</li> </ul>	Aumento do potássio associado à via, existência de outras infusões, maiores fluxos, armazenamento e hematócrito maior. LDH demonstrou diferença estatística na BI de cassete, em menor calibre, com concomitância de outras infusões e sangue mais antigo. Conclui-se que a BI peristáltica e a de cassete podem ser utilizadas por enfermeiros.	As BI foram consideradas seguras, porém antes de implementar terapêutica, é fundamental a avaliação de aspectos inerentes aos hemocomponentes (armazenamento), aos dispositivos de infusão (vazão, pressões e cateteres) e consideração de biomarcadores adicionais, como LDH e potássio.

(a Figura 1 continua na próxima página)

Autores/local/ano	Objetivo	Desenho do estudo	Amostra e intervenções	Resultados e Conclusão	Implicações na prática transfusional de enfermagem
Frey B, Eber S, Weiss M, Zurique, Suíça, 2003 <sup>(27)</sup>	Avaliar o efeito das BI de seringa, peristáltica linear e volumétrica com mecanismo <i>Shuttle</i> na integridade das hemácias.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>8 unidades de CH em solução de CPDA-1 com 50 ml cada.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Todas as unidades foram leucorreduzidas.</li> <li>• 2 grupos de estocagem: 27 dias, como jovens e 43 a 51 dias, as mais velhas.</li> <li>• Fluxo foi de 20 mL/h e a duração da infusão foi de 2,5 horas, simulando transfusão em neonatos. No final da linha de infusão das 3 bombas foi conectado um cateter de 24G e simulou-se pressão venosa de 15 mmHg.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb, volume corpuscular médio, fragilidade osmótica, LDH, potássio, bilirrubina total e Hb livre.</li> </ul>	<p>Maior potássio, Hb livre fragilidade osmótica e volume corpuscular médio em períodos maiores de estocagem. BI de seringa e peristáltica apresentaram maiores níveis de Hb livre e LDH que a <i>Shuttle</i>. Conclui-se que a BI volumétrica <i>Shuttle</i> causa menor hemólise.</p>	<p>Estudo mimetizou transfusão em neonatos. As alterações observadas foram significativas e influenciadas pelo prazo de armazenamento e tipo de BI, sendo mecanismo <i>Shuttle</i> considerado seguro.</p>
Carvalho EB, Borges EL, Carlos LMB et al/Ceará, Brasil, 2007 <sup>(28)</sup>	Avaliar hemólise em BI peristáltica rotatória e duas peristálticas lineares (volumétrica e fluxométrica)	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>36 CH com menos de dez dias de coleta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidades de infusão analisadas: V1 =120 mL/h; V2=240 mL/h; V3=360 mL/h.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre, porcentagem de hemólise e potássio.</li> </ul>	<p>Não houve hemólise estatisticamente significativa entre as BI. Equipamentos indicados como seguros à prática transfusional.</p>	<p>Mecanismos considerados seguros para transfusão. Solução de SAG- M reduz o hematócrito final. Hemocomponentes com hematócrito prévio mais alto são mais propensos à lesão celular durante a transfusão.</p>
Parfitt HS, Davies SV, Tighe, P, Ewings P, Inglaterra, 2007 <sup>(29)</sup>	Avaliar o dano celular em duas BI de mecanismo peristáltico linear.	Estudo experimental <i>in vitro</i>	<p>Seis CH em alíquotas armazenadas com SAG-M.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CH† com 9, 28 e 35 dias de coleta.</li> <li>• Fluxos: 40 mL/h infundidas em 4 horas simulando prática pediátrica e 150 mL/h infundidos em 2 horas simulando a prática em adultos. Realizados testes gravitacionais como controle.</li> <li>• Variáveis de desfecho: potássio e Hb livre.</li> </ul>	<p>O potássio e Hb livre aumentaram a cada período de estocagem. As vazões não tiveram influência na hemólise. Conclui-se que B têm potencial hemolítico principalmente em CH com maior tempo de armazenamento.</p>	<p>Utilizado sangue em alíquotas sem avaliação da bolsa original e hemocomponente. Período de estocagem maior com maior presença de hemólise.</p>
Lieshout-Krikk RW, Van der Meer PF, Koopman MMW, Korte D. Amsterdã, Holanda, 2011 <sup>(30)</sup>	Investigar hemólise em BI peristáltica linear volumétrica.	Estudo experimental controlado <i>in vitro</i>	<p>Dez BI peristálticas lineares.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 11 unidades de CH armazenadas em CPDA-1. Com 30 a 35 dias de estocagem.</li> <li>• 10 infundidos por BI e 1 gravitacional.</li> <li>• Fluxos da BI: 100 mL/h e 300 mL/h.</li> <li>• Variáveis de desfecho: Hb livre, contagem de glóbulos vermelhos, Hb total, morfologia dos glóbulos, potássio livre, e ligação da anexina A5 nos glóbulos.</li> </ul>	<p>Não houve hemólise nas vazões de 100 mL/h e 300 mL/h. BI peristálticas lineares recomendadas para transfusão sanguínea.</p>	<p>Mecanismo peristáltico considerado seguro para transfusão mesmo em pior cenário de armazenamento.</p>

Figura 3 - Síntese dos estudos analisados quanto à autoria, objetivo de estudo, tipo de estudo, resultado e conclusão e implicações para prática de enfermagem.

\* Gauge; † Concentrados de hemácia; ‡ Mililitros; § Mililitros por hora; || Hemoglobina; ¶ Citrato fosfato dextrose adenina; \*\* Bombas de infusão; †† Sangue total; ‡‡ Dose de radiação absorvida; §§ Milímetros de mercúrio; ||| Lactato Desidrogenase; ¶¶ Salina-adenina-glucose-*manitol*.



## Mecanismo das bombas de infusão

Dentre os 17 estudos selecionados, foram identificados 40 tipos de sistemas de infusão utilizados na terapêutica transfusional, sendo 39 (97,5%) BI e 01 (2,5%) sistema pressurizador. Alguns trabalhos optaram por analisar apenas um mecanismo de infusão isoladamente ou de fabricantes diferentes, enquanto outros avaliaram a diferença entre os mecanismos.

Os estudos contemplaram BI volumétricas, fluxométricas e de seringa, sendo que em um estudo não se descreveu o tipo de equipamento. Das 39 BI descritas, predominaram as volumétricas, perfazendo o total de 32 (82,0%), as de seringa foram cinco (12,8%) e as fluxométricas, duas (5,2%).

Da totalidade das bombas descritas, os mecanismos de infusão encontrados foram: cinco (12,8%) de seringa, nove (23,1%) de cassete, 22 (56,4%) peristálticas lineares e duas (5,1%) rotatórias e uma (2,6%) com mecanismo *Shuttle*.

Quanto ao mecanismo de infusão, o peristáltico linear foi o mais predisponente à hemólise, sendo citado como possível preditor de eventos hemolíticos por 10 (76,9%) publicações das 13 que estudaram a atuação de BI peristálticas lineares. Os outros trabalhos afirmaram que a BI considerada mais segura à terapêutica transfusional foi a volumétrica de cassete, apontada em seis estudos, com resultados considerados seguros à transfusão sanguínea em 4 (66,7%) deles.

Quanto ao fluxo de infusão, foram simulados de acordo com a prática clínica transfusional, tanto pediátrica, neonatal quanto em adultos. As velocidades de infusão variaram de cinco mililitros por hora (mL/h) a 999mL/h.

Em relação à pressão de infusão, dois (11,8%) estudos a determinaram, um no dispositivo pressurizador inflável, cujo manômetro era acoplável e outro como pressão máxima atingida na BI peristáltica linear<sup>(20,25)</sup>.

## Lesão celular

Do total dos 17 estudos, o hemocomponente que predominou foi o CH em 10 deles (58,8%), um (5,9%) que utilizou somente o ST e seis (35,3%) avaliaram ambos os produtos sanguíneos em seus experimentos.

Em relação à solução preservativa, oito (47,1%) utilizavam a solução de citrato fosfato dextros e adenina (CPDA-1); quatro (23,5%), soluções aditivas à base de manitol, quatro (23,5%) não especificaram a solução preservativa utilizada e um (5,9%) analisou amostras de ambas as soluções. Nenhuma publicação enfocou a temática da propensão a efeitos hemolíticos de acordo com solução preservativa; apenas em duas (11,8%) delas, sugeriram que soluções aditivas diminuam o

hematócrito final da bolsa, diminuindo a viscosidade do hemocomponente.

Quanto ao tempo de armazenamento dos hemocomponentes, observa-se que o período de armazenamento das hemácias variou de 24 horas a 44 dias e em oito (47,1%) estudos houve descrição de hemólise significativa quando as hemácias estavam em prazo final de expiração<sup>(16,18,26-27,29)</sup>.

Na vigência de hemólise, há liberação de hemoglobina no plasma, aumento do potássio e desidrogenase láctica (LDH) entre outros biomarcadores. Nos artigos selecionados, a integridade das células foi analisada por variáveis de desfecho como: hemoglobina livre, hematócrito, potássio, LDH, porcentagem de hemólise, larga distribuição de células vermelhas no sangue, volume corpuscular médio, contagem de eritrócitos, alanina aminotransferase e aspartato aminotransferase, sendo que o biomarcador presente em todas as publicações foi a hemoglobina livre. O potássio foi o segundo marcador de hemólise mais prevalente, descrito em 11 (64,7%) dos estudos incluídos, destes, nove (53,0%) relacionaram o aumento do potássio ao maior prazo de armazenamento do produto hemoterápico.

Quanto ao estabelecimento de hemólise como resultado da ação do sistema de infusão nas células, foi contemplado em 10 (58,9%) artigos. Quatro publicações (23,5%) encontraram alterações estatisticamente significante nas variáveis de desfecho, entretanto, optaram por determinar presença de hemólise clinicamente significante por valor de grau de hemólise acima de 0,8%<sup>(18,20,25,28)</sup>.

Nenhuma publicação abordou aspectos ou consequências clínicas da lesão celular e da liberação de biomarcadores ao paciente.

## Discussão

Os estudos selecionados na literatura demonstraram que alterações na integridade dos eritrócitos podem ocorrer quando CH e ST são transfundidos por BI, tanto pela ação do mecanismo de infusão, quanto por variáveis relacionadas aos equipamentos como o fluxo.

É importante ressaltar que todas as evidências encontradas são estudos realizados com simulação da prática em laboratório, não sendo realizados com seres humanos, denominados como pré-clínicos. Publicação que discute classificação de níveis de evidência das pesquisas científicas em escala de I a VIII, em que no nível I estão as revisões sistemáticas e metanálises como melhor evidência, refere que os estudos pré-clínicos com animais de experimentação e em *in vitro* estão na escala VIII<sup>(31)</sup>. Entretanto, são consideradas evidências fundamentais para elaboração de hipóteses

a serem avaliadas e implementadas em futuros estudos clínicos.

Mesmo com nível mais baixo de evidência dos estudos *in vitro*, pode-se avaliar, na presente pesquisa, o rigor metodológico das publicações a partir do desenho do estudo, sendo que 16 (94,1%) englobam avaliações controladas e 01 (5,9%) trata-se de estudo controlado com randomização.

A lesão celular da hemácia na vigência de hemólise extravascular pode ter consequências clínicas danosas ao paciente, pois além de serem ofertados níveis menores de hemoglobina funcional, pode desencadear grave comprometimento da função renal, com quadro clínico de hemoglobinemia, hemoglobinúria e até desenvolvimento de insuficiência renal aguda. Complementarmente, ocorre alteração de substâncias indicativas de hemólise como LDH, haptoglobina e o potássio<sup>(9-10,32)</sup>.

O potássio livre no plasma pode acarretar eventos adversos ao paciente, como arritmias e até morte súbita. Outros estudos correlacionaram o aumento do nível de potássio com o aumento do tempo de estocagem e da solução preservativa presente na bolsa<sup>(33-35)</sup>. Evidências apontaram ocorrência de hipercalemia e até parada cardíaca, quando submetidos à transfusão com CH em maior prazo de estocagem<sup>(33-35)</sup>. As concentrações de potássio no sangue armazenado aumentam cerca de 1 miliequivalente (mEq) por dia<sup>(9)</sup>. Todavia, nenhuma das publicações selecionadas abordou as consequências clínicas da lesão celular ao paciente, principalmente por se tratarem de estudos *in vitro*. Apesar disso, ofereceram grande ênfase às alterações dos biomarcadores como consequência de lesão celular e hemólise.

Atualmente, agências nacionais, europeias e norte-americanas estabelecem o grau de hemólise máximo de 0,8% no último dia de estocagem, sendo que essa análise é obrigatória no controle de qualidade dos bancos de sangue<sup>(36)</sup>. Em alguns dos estudos incluídos, a opção dos autores foi designar a hemólise por alteração dos marcadores após os experimentos, enquanto outros adotaram o valor de referência de grau de hemólise de 0,8% para hemólise de relevância clínica. O valor determinado para controle de qualidade dos CH nos bancos de sangue no Brasil é definido pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 34, de 11 de junho de 2014, em que o aceitável de hemólise é de no máximo 0,8% no último dia de prazo de armazenamento por volta do 35º dia em soluções conservadas com CPDA-1<sup>(37)</sup>.

Outro ponto abordado como fator de lesão à hemácia foi o tempo de armazenamento do ST e CH. Foram assinaladas em algumas pesquisas que hemácias com prazo máximo de expiração são mais frágeis e

podem ser mais predispostas a efeitos hemolíticos. As soluções comumente utilizadas de CPDA-1 conservam os CH por 35 dias e as soluções aditivas preservam as hemácias por 42 dias. Publicações sugerem que a solução preservativa salina-adenina-glicose-*manitol* (SAG-M) reduza o hematócrito final do hemocomponentes, entretanto, pesquisas adicionais devem focar as diferenças entre as soluções preservativas, hematócrito e outros hemocomponentes, tais como hemácias leucorreduzidas, lavadas e irradiadas<sup>(19,28)</sup>.

O mecanismo peristáltico linear foi o mais predisponente à hemólise nos artigos. Foi avaliado em 13 estudos da presente revisão, sendo que apenas 03 (23,1%) consideraram como mecanismo seguro à prática transfusional. As BI fluxométricas encontradas em duas publicações não são atualmente recomendadas para terapia intravenosa, pois necessitam de sensor eletrônico de contagem de gotas para acurácia do volume administrado, sem considerar a viscosidade, densidade, tensão superficial e temperatura da solução, determinantes estes importantes na formação da gota<sup>(6)</sup>.

O mecanismo volumétrico de cassete é um equipamento com eficiência e excelência comprovadas na terapia intravenosa, por ter menor interferência das forças mecânicas da BI sobre o fluido a ser administrado. Nos artigos incluídos na presente revisão, foi designado como mecanismo de infusão seguro para transfusões sanguíneas<sup>(6,17,21-22,26)</sup>.

Revisão de literatura realizada na Inglaterra, com a finalidade de avaliar se a transfusão é adequada na realidade local, determinou que o evento hemólise é de causa multifatorial associada ao aumento do hematócrito e do tempo de armazenamento do hemocomponente e da pressão exercida sobre as hemácias<sup>(9)</sup>. Enfatiza-se que os fabricantes devem estar atentos à norma internacional da *International Organization for Standardization (ISO) 1135-4*<sup>(38)</sup>, que determina nível máximo de pressão de infusão de 40 kilopascal (kPa)<sup>(9,25,38)</sup>. Nenhuma publicação incluída determinou valor de pressão de infusão do equipamento como possível fator predisponente à lesão celular, apenas descreveu que existiu variação pressórica no equipamento em altos fluxos de infusão<sup>(20)</sup>. Aspectos relacionados aos acessórios de infusão como cateteres foram descritos e avaliados somente em conjunto ao sistema de infusão, com resultados inconclusivos e conflitantes.

As BI volumétricas peristálticas lineares são as mais prevalentes nas unidades de assistência à saúde no país; possuem vantagens comparáveis ao mecanismo de cassete, como alarmes similares, além de que os acessórios de infusão são menos onerosos<sup>(6)</sup>. Estudos controlados mais direcionados aos equipamentos de mecanismo peristáltico linear devem ser desenvolvidos,

a fim de que sejam estabelecidas padronizações para seu uso, como investigações com determinações de pressões de infusão e oclusão; definição de cenários de *worst case*; fluxos que mimetizem a prática transfusional; controle de temperatura durante o procedimento e ampla análise de biomarcadores de avaliação de hemólise que já são consenso em literatura.

Ressalta-se a importância da instituição de protocolos nos bancos de sangue e nas unidades assistenciais que visem garantir segurança no processo transfusional e prevenção de eventos adversos. Alternativas que direcionam a segurança do processo contemplam protocolos de dupla checagem dos dados do hemocomponente e do indivíduo receptor; análise da segurança dos equipamentos e dispositivos disponíveis para transfusão na instituição; aprimoramento da tecnologia e inspeção visual das bolsas, pois apesar de evidências incipientes e não concludentes, a verificação visual pode ser um fator adjunto à detecção de hemólise<sup>(39)</sup>.

Algumas ações da equipe multiprofissional são necessárias para implementação de terapia transfusional, tais como: prescrição do produto sanguíneo, planejamento da instalação da terapia, escolha do cateter e dos acessórios de infusão adequados, obtenção da via de acesso, técnica de instalação, monitorização das respostas do paciente, controle da infusão (tempo, volume e reações adversas), prevenção de complicações e monitoração constante da infusão. Na equipe, o enfermeiro é o profissional que avalia e implementa a terapia intravenosa, devendo selecionar os materiais adequados ao paciente e tratamento<sup>(5)</sup>. Nas publicações incluídas neste estudo, foi encontrado relato de maior predisposição para hemólise em cateteres de menor calibre, principalmente em maiores vazões, em razão do turbilhonamento acentuado do sangue em lumens menores. Entretanto, todos os pesquisadores avaliaram o sistema de infusão como o conjunto da BI com o cateter e não somente a ação do cateter isoladamente<sup>(8,18,26)</sup>.

A tecnologia é aliada e cotidiana à prática da enfermagem. O progresso relacionado ao uso de BI na terapia intravenosa propicia maior segurança e eficácia no processo, por meio de recursos que facilitam e aperfeiçoam as ações do enfermeiro, como controle do volume, tempo de infusão, memória de infusões progressas e estabelecimento de pressões de infusão<sup>(4)</sup>.

A temática segurança do paciente é (atualmente) importante ferramenta na gestão dos processos institucionais e tem recebido atenção especial em âmbito global. Para promover a política de segurança, é fundamental que os atores envolvidos conheçam os aspectos clínicos e técnicos que permeiam a transfusão sanguínea com os menores riscos. Sendo assim, é

fundamental a avaliação das características do público-alvo, como faixa etária, aspectos clínicos e indicações dos hemocomponentes; das variáveis relacionadas aos dispositivos e equipamentos, como precisão, influência da pressão hidrostática, tipo de solução, qualidade do fluxo, sistemas de segurança e, ao final, contrabalancear com os custos envolvidos.

O desenvolvimento de protocolos com parâmetros de avaliação uniformes e globais e o aprimoramento de tecnologias futuras em equipamentos com monitoração do processo são pontos a serem implantados e agregados à segurança transfusional. Futuras pesquisas com dispositivos como as BI inteligentes que, por serem informatizadas, alertam o profissional quando na possibilidade de erros ou quando ocorrem alterações dos padrões de segurança, devem ser incentivadas. Por serem computadorizadas, são interligadas ao sistema de prontuário eletrônico do paciente e aos protocolos institucionais; apresentam dispositivos de configuração ajustados às necessidades clínicas e geram maior eficácia do trabalho da enfermagem, por registrarem diretamente no prontuário eletrônico o nome do paciente, a dose, o horário, o tipo e volume de fármaco ou solução infundida<sup>(40)</sup>. Trata-se de tecnologia bem desenvolvida em países norte-americanos e europeus; apesar de dispendiosa. Estudos futuros relacionados ao custo-benefício para implementação na terapia intravenosa e transfusional devem ser impulsionados com a finalidade de melhoria do processo de trabalho da enfermagem e a segurança do paciente à beira do leito.

## Conclusão

Os estudos selecionados demonstraram que alterações na integridade dos eritrócitos podem ocorrer quando CH e ST são transfundidos por BI. Dentre os diferentes tipos e mecanismos de BI, as mais seguras para a prática transfusional são as volumétricas, de mecanismo de cassete e que o mecanismo mais propenso a efeitos hemolíticos é o peristáltico linear. Quanto à variável velocidade de infusão, inerente aos equipamentos foi evidenciada divergência entre os resultados encontrados.

Observou-se que o tempo de armazenamento do hemocomponente a ser transfundido pode, adicionalmente, influenciar no aumento da fragilidade celular, evidenciando que quanto mais próximo do prazo de expiração do produto sanguíneo, maior predisposição à hemólise. A lesão da hemácia foi evidenciada nas publicações a partir da liberação de biomarcadores, sendo que o mais frequentemente avaliado foi a hemoglobina livre seguido do potássio. O grau de hemólise, variável avaliada rotineiramente nas agências transfusionais,

foi determinante em algumas publicações que optaram por designar hemólise a partir do valor de referência de 0,8%. Nenhum estudo enfocou as consequências clínicas da hemólise extravascular ao paciente.

Não existiu resultados conclusivos sobre a influência do calibre de agulhas, cateteres conectados na linha final de infusão do equipamento sobre a integridade das hemácias do ST e CH, sendo optada pela avaliação do sistema de infusão como um todo por algumas publicações.

O investimento na pesquisa e na tecnologia para segurança na transfusão de eritrócitos por equipamentos automatizados é de grande relevância. Para tal, é fundamental o desenvolvimento de novas pesquisas experimentais que analisem multifatorialmente a hemólise a fim de embasar futuros estudos clínicos que objetivem à promoção de prática segura ao paciente.

### Limitações do estudo

Optou-se pela não delimitação da data para busca das evidências para abarcar toda a literatura no assunto, sendo que muitas são de datas mais remotas. Embora a temática seja relacionada à tecnologia e inovação na terapêutica transfusional, existe escassez de publicações no assunto que sustentem a utilização de BI na transfusão sanguínea.

Adicionalmente, não foi possível determinar a qualidade metodológica dos estudos experimentais *in vitro* incluídos por não se enquadrarem no sistema de classificação de evidências dos estudos epidemiológicos, sendo considerados pré-clínicos, optando-se apenas pela descrição do rigor do método aplicado.

### Referências

1. Carson JL, Grossman BJ, Kleinman S, Tinmouth AT, Marques MB, Fung MK, et al. Red blood cell transfusion: a clinical practice guideline from the AABB. *Ann Intern Med.* 2012;157:49-58.
2. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral de Sangue e Hemoderivados. Caderno de informação: sangue e hemoderivados: produção hemoterápica. 4 ed, Brasília; 2014
3. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Atenção à Saúde, Coordenação Geral de Sangue e Hemoderivados. Caderno de informação: sangue e hemoderivados: produção hemoterápica. 4ª ed. Brasília; 2011.
4. Philips LD. *Manual of IV Therapeutics: evidence-based practice to infusion therapy.* 5th ed. Philadelphia: F. A. Davis; 2010.
5. Conselho Federal de Enfermagem (BR). Resolução COFEN nº 306/2006. Normatiza a atuação do Enfermeiro em Hemoterapia. Rio de Janeiro; 2006.

6. Harada MJCS, Pedreira MLG. *Terapia Intravenosa e Infusões.* São Caetano do Sul: Yendis; 2011.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). *Prescrições particulares para a segurança de bombas e controladores de infusão.* Rio de Janeiro; 1999. 84 p.
8. Emergency Care Research Institute (ECI). General purpose infusion 193 pumps. *Health devices.* 1998;27(4-5):123-70.
9. Nightingale MJ, Norfolk DR, Pinchon DJ. Current uses of transfusion administration sets: a cause for concern? *Transfus Med.* 2010;20(5):291-302.
10. Heaton A. Red blood cell hemolysis: an old standard in changing times. *Transfusion.* 2009;49(12):2551-4.
11. Beyea S, Nicoll LH. Writing an integrative review. *AORN J.* 1998;67(4):877-80.
12. Mendes KDS, Silveira RCCP, Galvão CM. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enferm.* 2008; 17(4):758-64.
13. Whittemore R, Knal K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs.* 2005;52(5):546-53.
14. Wilcox GJ, Barnes A, Modanlou H. Does transfusion using a syringe infusion pump and small-gauge needle cause hemolysis? *Transfusion.* 1981;21(6):750-1.
15. Herrera AJ, Corless J. Blood transfusions: effect of speed of infusion and of needle gauge on hemolysis. *J Pediatr.* 1981;99(5):757-8.
16. Gibson JS, Leff RD, Roberts RJ. Effects of intravenous delivery systems on infused red blood cells. *Am J Hosp Pharm.* 1984;41(3):468-72.
17. Veerman MW, Leff RD, Roberts RJ. Influence of two piston-type infusion pumps on hemolysis of infused red blood cells. *Am J Hosp Pharm.* 1985;42(3):626-8.
18. Thompson HW, Lasky LC, Polesky HF. Evaluation of a volumetric intravenous infusion pump for transfusion of blood components containing red cells. *Transfusion.* 1986;26(3):290-2.
19. Angel JL, O'Brien WF, Knuppel RA, Warren MB, Leparo GF. Infusion of packed erythrocytes: an in vitro study of hemolysis. *Obstet Gynecol.* 1987;69(6):948-50.
20. Gurdak RG, Anderson G, Mintz PD. Evaluation of IVAC Variable Pressure Volumetric Pump Model 560 for the delivery of red blood cells, adenine-saline added. *Am J Clin Pathol.* 1988;91(2):199-202.
21. Denison MUP, Bell R, Schuldreich R, Chaudhri MA. Effect of different pump mechanisms on transfusion of blood. *Australas Phys Eng Sci Med.* 1991;14(1):39-41.
22. Strayer AH, Henry DW, Erenberg A, Leff RD. Administration of whole blood, packed red blood cells, and platelets using a multipurpose infusion pump. *Am J Hosp Pharm.* 1991;48(9):1970-2.

23. Burch KJ, Phelps SJ, Constance TD. Effect of an infusion device on the integrity of whole blood and packed red blood cells. *Am J Hosp Pharm.* 1991;48(1):92-7.
24. Criss VR, DePalma L, Luban NL. Analysis of a linear peristaltic infusion device for the transfusion of red cells to pediatric patients. *Transfusion.* 1993;33(10):842-4.
25. Hansen TG, Sprogøe-Jakobsen U, Pedersen CM, Olsen KS, Kristensen SR. Haemolysis following rapid experimental red blood cell transfusion: an evaluation of two infusion pumps. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1998;42(1):57-62.
26. Rojas JT, Heras FB, García MRS, López EP, Vilchez MCM, Rodríguez JD. Volumetric pumps for blood transfusions: viability in pediatrics. 2001;24(11):8-12.
27. Frey B, Eber S, Weiss M. Changes in red blood cell integrity related to infusion pumps: a comparison of three different pump mechanisms. *Pediatr Crit Care Med.* 2003;4(4):465-70.
28. Carvalho EB, Borges EL, Carlos LMB, Silva MAM, Magalhães SMM, Gomes FVBAF, et al. Efeito da bomba de infusão de soluções sobre o grau de hemólise em concentrado de hemácias. *Rev Bras Hematol Hemoter.* 2007;29(2):149-52.
29. Parfitt HS, Davies SV, Tighe P, Ewings P. Red cell damage after pumping by two infusion control devices (Arcomed VP 7000 and IVAC 572). *Transfus Med.* 2007;17(4):290-5.
30. Lieshout-Krikke RW, Van der Meer PF, Koopman MMW, Korte DDE. Effect on the quality of blood components after simulated blood transfusions using volumetric infusion pumps. *Transfusion.* 2011;51(8):1835-9.
31. Cook DJ, Guyatt GH, Laupacis A, Sackett DL, Goldberg RJ. Clinical recommendations using levels of evidence for antithrombotic agents. *Chest.* 1995;108(4 Suppl):227S-30
32. Langhi Jr DM, Pereira JPM, Pereira CM. Reações Transfusionais Hemolíticas. In: Bordin JO, Langhi Jr DM, Covas DT. *Hemoterapia: fundamentos e prática.* São Paulo: Atheneu; 2007. p. 437-44.
33. Raza S, Baig Ma, Chang C, Dabas R, Akhtar M, Khan A. A Prospective Study on Red Blood Cell Transfusion Related Hyperkalemia in Critically Ill Patients. *J Clin Med Res.* 2015;7(6):417-21.
34. Vraets A, Lin Y, Callum J. Transfusion-Associated Hyperkalemia. *Transfusion Med Rev.* 2011;25(3):184-96.
35. Smith HM, Farrow SJ, Ackerman JD, Stubbs JR, Sprung J. Cardiac Arrests Associated with Hyperkalemia During Red Blood Cell Transfusion: A Case Series. *Anesth Analg.* 2008;106(4):1062-9.
36. McClelland B. *Guidelines for the Blood Transfusion Services in the United Kingdom.* 7th ed. London: The Stationery Office; 2005.
37. Ministério da Saúde (BR). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). RDC nº 34, de 11 de junho de 2004. Dispõe sobre as boas práticas no ciclo do sangue. Brasília; 2014.
38. International Electrotechnical Commission (IEC). International Organization for Standardization (ISO) nº 1135-4:2012: Transfusion equipment for medical use - Part 4: Transfusion sets for single use, 2012.
39. Janatpour KA, Paglieroni TG, Crocker VL, Holland PV. Visual assessment of hemolysis in red blood cell units and segments can be deceptive. *Transfusion.* 2004;44(7):984-9.
40. Pedreira MLG, Peterlini MAS, Harada MJCS. Tecnologia da informação e prevenção de erros de medicação em pediatria: prescrição informatizada, código de barras e bombas de infusão inteligentes. *Rev Soc Bras Enferm Ped.* 2005;5(1):55-61.

Recebido: 21.7.2015

Aceito: 19.1.2016

Correspondência:

Ana Maria Miranda Martins Wilson  
Av. Onze de Julho, 737, Apto. 41  
Bairro: Vila Clementino  
CEP: 04041-052, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: annymartins@yahoo.com.br

**Copyright © 2016 Revista Latino-Americana de Enfermagem**

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons CC BY.

Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original. É a licença mais flexível de todas as licenças disponíveis. É recomendada para maximizar a disseminação e uso dos materiais licenciados.