

251000026984

ORGANIZADORAS
Maria de Jesus Castro Sousa Harada
Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira

TERAPIA INTRAVENOSA E INFUSÕES

DEDALUS - Acervo - EE



10200026984



YENDIS

01563

13306

T 315
av. 1

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENFERMAGEM

Copyright © 2011 Yendis Editora Ltda.
Todos os direitos reservados. Proibida a reprodução, mesmo parcial, por qualquer processo, sem a autorização escrita da Editora.

Editora: Dirce Laplaca Viana
Assistentes de produção editorial: Bárbara Loicente, Gabriela Hengles, Marcelo Nardeli e Renata Alves
Assistentes de produção gráfica: Aline Gongora, Cristiane Viana e Felipe Hideki Imanisi
Secretaria editorial: Priscilla Garcia
Revisão: Viviane Zeppelini
Capa e projeto gráfico: Cristiane Viana
Edição eletrônica: Nathalia Barone
Apoio cultural e educacional:



As informações e as imagens são de responsabilidade dos autores.
A Editora não se responsabiliza por eventuais danos causados pelo mau uso das informações contidas neste livro.
O texto deste livro segue as novas regras do Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.

Impresso no Brasil
Printed in Brazil

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)
Terapia intravenosa e infusões / organizadoras Maria de Jesus Castro Sousa Harada, Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira. – São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2011.

Vários autores.
ISBN 978-85-7728-220-3

1. Cuidados de enfermagem 2. Enfermagem 3. Práticas 3. Infusões
4. Terapêutica 5. Terapia intravenosa I. Harada, Maria de Jesus Castro Sousa.
- II. Pedreira, Mavilde da Luz Gonçalves.

11-08706
CDD-610.736
NLM-WY 150

Índices para catálogo sistemático:
1. Terapia intravenosa : Infusões : Cuidados de enfermagem :
Ciências médicas 610.736



YENDIS

Yendis Editora Ltda.
R. Major Carlos Del Prette, 510 – São Caetano do Sul – SP – 09530-000
Tel./Fax: (11) 4224-9400
yendis@yendis.com.br
www.yendis.com.br

Organizadoras

Maria de Jesus Castro Sousa Harada

Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Professora aposentada do Departamento de Enfermagem na disciplina de Enfermagem Pediátrica da Unifesp. Coordenadora da Câmara Técnica do Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo (Coren-SP).

Mavilde da Luz Gonçalves Pedreira

Enfermeira Intensivista Pediatra. Doutora em Enfermagem. Professora adjunta da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Vice-coordenadora do Programa de Pós-graduação em Enfermagem da Unifesp. Pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Membro da Rede Brasileira de Enfermagem e Segurança do Paciente, polo São Paulo (Rebraensp-SP). Assessora da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e do Conselho Regional de Enfermagem de São Paulo (Coren-SP).

Introdução

Segundo o Emergency Care Research Institute (ECRI) dos Estados Unidos, bombas de infusão são equipamentos hospitalares destinados a administrar soluções para o interior do organismo, por meio de sondas e/ou cateteres. São principalmente utilizadas para infusão de drogas vasoativas potentes, sedativos, nutrição parenteral, soros e hemoderivados que requerem administração eficaz e segura, bem como quando é necessária uma velocidade de infusão (mililitros por unidade de tempo) difícil de se obter pelo método gravitacional.¹

Antes do aparecimento desses equipamentos, as infusões intravenosas eram realizadas exclusivamente por meio da força da gravidade, para saída do fluido do frasco reservatório através de equipo até o paciente. Nesse método, a velocidade de infusão é controlada por ajuste manual dos reguladores de fluxo dos equipos, primeiramente de pinça comum e posteriormente de pinça rolete. Muitas vezes, para a manutenção de velocidade de infusão rápida, além da abertura da pinça, são necessários recursos adicionais como aumento da altura do frasco em relação ao paciente, e para infusões em velocidade baixa, faz-se necessário fechar a pinça até a posição desejada. Outros problemas relacionados à utilização do método gravitacional podem ocorrer, como as variações de velocidade de infusão decorrentes de movimentação do paciente, posicionamento do cateter e fluxo livre.^{2,3}

Contudo, apesar de serem equipamentos que promovem avanço da área da terapia de infusão, enfermeiros, médicos (em especial os anestesiistas) e engenheiros biomédicos, por serem os profissionais diretamente responsáveis pela análise da qualidade da assistência prestada ao paciente durante o uso de bombas de infusão, devem constantemente analisar se as características técnicas e de segurança dos equipamentos que utilizam atendem às necessidades clínicas e assistenciais do paciente e do local de prestação do cuidado, respectivamente, para que se possa obter o resultado esperado com o uso dessa tecnologia.

No Brasil poucas são as normatizações de segurança que envolvem o uso de bombas de infusão. Enquanto em países desenvolvidos, desde o final da década de 1990, foram normatizadas, para uso em terapia intravenosa, apenas bombas de infusão que contam volume de solução

(correta definição de bombas volumétricas) e que possuem dispositivos mínimos de segurança, como prevenção de fluxo livre, no Brasil, continuam a ser comercializados equipamentos que não possuem esses recursos, mesmo para uso em áreas de risco como terapia intensiva, anestesia, pediatria e cuidado domiciliar.

Em 2010, o Food and Drugs Administration (FDA), órgão responsável pela vigilância e normatização de uso de insumos ligados à área de saúde dos Estados Unidos, declarou que apesar do intenso controle e avanço nas normatizações de segurança na área, bombas de infusão continuam a causar eventos adversos. O FDA afirmou ainda que nos Estados Unidos, nos últimos cinco anos, foram recebidos mais de 56.000 informes de eventos adversos relacionados ao uso de bombas de infusão. Esses eventos resultaram em mais de 5.000 mortes e lesões graves. Dentre os problemas que acarretaram tais eventos destacam-se, segundo a agência, defeitos no *software*, interface usuário-equipamento precária e falhas mecânicas e elétricas. Para evitar tais eventos, o FDA irá lançar novas normatizações para uso de bombas de infusão, pois os problemas não se restringem a um tipo particular de equipamento, mas descrevem já existir tecnologia capaz de prevenir vários eventos adversos.⁴

Não foi possível identificar nas recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) do Brasil (utilizando as palavras-chave “bombas de infusão”; “recomendações” e “normas técnicas”) determinação de qual tipo de equipamento deve ser empregado especificamente para a terapia intravenosa (TIV), padrões mínimos de segurança, nem tampouco foi possível encontrar no *site* recomendações específicas sobre alarmes mínimos desses equipamentos, como presença de sistemas de prevenção de fluxo livre, de detecção de ar na linha, de verificação de volume infundido, de exigir mais de um parâmetro para evitar erros de programação, dentre outros. É possível identificar vários alertas de segurança quanto a falhas detectadas em alguns equipamentos comercializados no país.⁵ No Sistema de Notificações em Vigilância Sanitária (Notivisa) há descrição de eventos adversos com equipamentos, mas não há descrição de quais. Como foi difícil encontrar dados mais específicos, foram solicitadas informações e regulamentações relativas ao uso desses equipamentos no Brasil, bem como informes de eventos adversos relacionados à sua utilização.

A Anvisa, pelo sistema de atendimento Anvisa Atende, forneceu a seguinte resposta sobre a ausência de informações sobre bombas de infusão, em 27 de julho de 2010:

Em resposta a sua solicitação, informamos que esta Agência até a presente data não possui uma regulamentação específica para uso de bombas de infusão. Vale ressaltar porém, que a sua regulação se dá com aplicação da RDC 185/2001, que trata do registro, alteração, revalidação e cancelamento do registro de produtos médicos, bem como da RDC 59/2000, que determina a todos os fornecedores de produtos médicos o cumprimento dos requisitos estabelecidos pelas “Boas Práticas de Fabricação de Produtos Médicos”, além da RDC 56, de 06 de abril de 2001, onde estabelece os requisitos essenciais de segurança e eficácia aplicáveis aos produtos para saúde. Cabe ainda à empresa observar a aplicabilidade de Normas existentes direcionadas à certificação de Produtos Médicos – ABNT NBR IEC 60601-1, ABNT NBR IEC 60601-2-14 – Prescrições Particulares para Segurança de Bombas e Controladores de Infusão. [...] Em relação se há registros de notificações de eventos adversos com estes equipamentos, informamos alguns relatos de queixas técnicas, tais como problemas relacionados a infusão, alarmes, travamento, dentre outros, e nenhum caso comprovado de evento adverso grave. Informamos ainda que a Portaria 1660/2009 determina que os dados das notificações sejam sigilosos. Anvisa Atende, Central de Atendimento, Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Assim, pela mensagem recebida da Anvisa, podem-se identificar várias normatizações nacionais que podem auxiliar o profissional na escolha do equipamento de infusão que mais se adequa às necessidades de sua clientela.

Destaca-se ainda a diferença entre os dados da Anvisa referentes a eventos adversos relacionados ao uso de bombas de infusão e os relatados pelo FDA dos Estados Unidos. Essa diferença pode ser atribuída

à falta de cultura de segurança, no qual os profissionais de saúde ou a instituição não têm o hábito de notificar os eventos adversos e as falhas de equipamentos vivenciados no cotidiano da assistência. Esse é um alerta para a necessidade de profissionais de saúde fornecerem aos órgãos de regulamentação dados que permitam promover a segurança do paciente e o avanço da área no país.

Tipos e Mecanismos de Funcionamento de Bombas de Infusão

Para que profissionais de saúde possam identificar se as características técnicas de bombas de infusão atendem às necessidades clínicas do paciente, é preciso conhecer os tipos de bombas de infusão, como detalhado na Tabela 22.1.

Tabela 22.1 Tipos de bombas de infusão³

Tipo de bomba de infusão	Definição
Bomba de infusão de seringa	Equipamento destinado à infusão de líquidos administrados ao paciente por meio de uma ou mais seringas [Figura 22.1]
Bomba de infusão fluxométrica	Bomba que realiza a infusão a partir da contagem de gotas que caem na câmara de gotejamento dos equipamentos; necessita de sensor de gotas para funcionar
Bomba de infusão volumétrica	Bomba de infusão que mede o volume de líquido a ser infundido; não necessita de sensor de gotas para funcionar [Figura 22.2]



Ver em *Imagens coloridas*, página 543.
Figura 22.1 Bomba de infusão de seringa Santronic SIT600* (imagem cedida por Santronic Infusion System).



Ver em Imagens coloridas, página 543.
Figura 22.2 Bomba de infusão volumétrica Plum® XL
(imagem cedida por Hospital).

Em grande parte dos países desenvolvidos não são mais permitidas para uso na TIV as bombas de infusão fluxométrica.³ Esses equipamentos podem ter seu desempenho alterado segundo várias condições que mudam as características da infusão. Esse tipo de bomba de infusão necessita de sensor eletrônico para contagem de gotas, havendo influência, para sua acurácia, no tamanho da gota formada que, por sua vez, é dependente da viscosidade, densidade, tensão superficial e temperatura da solução.¹³

A seguir pontua-se que não apenas o tipo de bomba de infusão afeta seu desempenho técnico na promoção de infusão mais acurada, consistente e precisa; também se faz necessário conhecer os mecanismos de funcionamento dos equipamentos, conforme descrito na Tabela 22.2.

Tabela 22.2 Mecanismos de funcionamento de bombas de infusão³

Tipo de mecanismo	Definição
Mecanismo de pistão e seringa	Mecanismo de infusão que se utiliza geralmente de um pistão para empurrar o êmbolo da seringa, realizando a infusão segundo o fluxo programado
Bombas de infusão de seringa	Bombas de infusão de seringa computam o fluxo através do movimento do pistão e da área da seringa
Bombas de infusão de fluxo	Em vários tipos dessas bombas de infusão, faz-se necessário programar, no equipamento, a marca da seringa utilizada, pois características dos materiais utilizados para fabricação das seringas diferem conforme a marca, principalmente relacionadas ao material plástico utilizado para confecção, à silicização interna e ao tipo de borracha utilizada no êmbolo

(continua)

Tabela 22.2 Mecanismos de funcionamento de bombas de infusão³
(continuação)

Tipo de mecanismo	Definição
Mecanismo peristáltico linear	Mecanismo no qual o equipo é colocado em um canal da bomba e dispositivos similares a dedos comprimem e soltam o equipo sucessivamente em movimentos ondulatórios e direcionados, levando o líquido do frasco para o paciente
Mecanismo peristáltico	O tubo é fixado contra uma placa e alternadamente comprimido e solto pelo movimento dedilhado, forçando o líquido a fluir em direção ao paciente
Mecanismo peristáltico rotatório	A bomba de infusão é classificada como volumétrica peristáltica linear quando o movimento peristáltico é registrado pelo equipamento, sendo computado o fluxo que passa pelo dispositivo de infusão, além das características de complacência e resistência do material utilizado para confecção do equipo, realizando a infusão, segundo a velocidade programada
Mecanismo de cassete	Alguns equipamentos não operam a partir do volume de solução a ser infundido e, sim, contam as gotas de solução a serem infundidas, por meio de sensores eletrônicos de gotejamento; nesses casos classifica-se a bomba de infusão como fluxométrica peristáltica linear (Figura 22.3)
Mecanismo de cassete	Mecanismo que utiliza uma pequena extensão do tubo, que é comprimida contra um rotor. Quando o rotor gira, roletes ocluem o tubo e levam o líquido do frasco reservatório para o paciente. Essa extensão do tubo, utilizada para realização do movimento peristáltico, geralmente é confeccionada com material mais flexível como o silicone
Mecanismo de cassete	Mecanismo que utiliza cassetes inseridos geralmente no meio dos equipos, com porções cilíndricas preenchidas pelo líquido a ser infundido (Figura 22.4)
Mecanismo de cassete	Quando utiliza diafragmas inseridos no cassete, os mesmos são montados sobre pequenos pistões móveis que, a cada movimento para dentro do diafragma, despendem frações de milímetros de líquido para a direção do paciente, por meio do caminho desejado e no tempo apropriado do ciclo programado; o movimento de saída do pequeno pistão preenche o cassete diafragmático com o líquido a ser infundido no paciente. Esse mecanismo libera o fluido infundido em pequenos volumes, o usuário varia o fluxo alterando a velocidade e cada um desses pequenos volumes é então liberado. Quando acionado por pistão e cilindro, um motor se move para dentro e para fora de cada cilindro. O movimento interno da bomba retira o líquido do cassete em direção ao paciente, enquanto o movimento externo drena o líquido do frasco reservatório até o cassete para preenchê-lo, e uma válvula direciona o fluxo por meio do caminho desejado, no tempo apropriado para o ciclo programado (Figura 22.5)



Ver em **Imagens coloridas**, página 544.
Figura 22.3 Bomba de infusão de mecanismo peristáltico linear Infusomat® Space (Imagem cedida por B. Braun Melsungen).



Ver em **Imagens coloridas**, página 544.
Figura 22.4 Equipamento de cassete de bomba de infusão Plum® (Imagem cedida por Hospital).



Ver em **Imagens coloridas**, página 545.
Figura 22.5 Bomba de infusão de mecanismo de cassete Plum® XI (Imagem cedida por Hospital).

São consideradas bombas mais precisas as de seringa, as volumétricas e as operadas por cassete; contudo, pode haver variação de desempenho que pode contradizer essa assertiva, segundo a qualidade do equipamento e a infraestrutura e processos de qualidade do próprio fabricante.

Bombas de infusão com mecanismos de muita propulsão, ou seja, que promovam grande variação de administração, não são capazes de realizar infusões constantes e podem comprometer a segurança de pacientes instáveis que recebem fármacos de ação vasotativa, como descrito em alguns estudos.⁶⁻¹⁰ Destaca-se que as evidências são oriundas de descrição de séries de casos, estudos experimentais e observacionais; contudo, para as áreas de terapia intensiva, emergência e anestesia, nas quais fármacos vasoativos são muito utilizados, essa característica também deve ser questionada ao fabricante.

Para conhecer a acurácia do equipamento, deve-se ler no manual ou solicitar ao fabricante qual a taxa de erro de infusão com testes utilizando baixa taxa de infusão, ou seja, em infusões de 1 ou 5 ml/h. Muitos testes de acurácia são feitos com alto volume de infusão (100

ou 1.000 ml/h), no qual grande parte dos equipamentos apresenta erro de infusão considerado aceitável (erro de 5%).

Alguns equipamentos conseguem obter taxa de erro inferior a 5% (cerca de 1%) com infusão de 1 ou 5 ml/h. Taxa de erro de 1 a 5% em baixo volume de infusão é o que se precisa para garantir a segurança de alguns pacientes como recém-nascidos e crianças, bem como os que se encontram em maior gravidade ou submetidos a intervenções de risco como nas áreas de terapia intensiva, emergência e anestesia. O enfermeiro deve analisar qual o tipo, mecanismo de funcionamento e acurácia da bomba de infusão e identificar qual o equipamento que melhor atende às necessidades da clientela a que se destina.

Considerações Especiais

Para melhor analisar a operação de bombas de infusão, faz-se importante conhecer as terminologias relativas à programação e aos alarmes dos equipamentos.¹¹

A Tabela 22.3 apresenta as principais terminologias de programação de bombas de infusão.

Tabela 22.3 Terminologias para a programação de bombas de infusão	
Taxa de infusão	Quantidade de volume administrado em determinado período de tempo
Volume infundido	Quantidade de determinada solução que foi administrada
Volume total	Quantidade de determinada solução que se encontra acondicionada no reservatório para ser administrada
Tempo de infusão	Período de tempo em que se deseja realizar a infusão

Também se recomenda saber identificar o significado dos alarmes e outros recursos eletrônicos presentes em bombas de infusão.

A seguir, na Tabela 22.4, encontram-se descritos os principais alarmes presentes em bombas de infusão.¹¹

Tabela 22.4 Descrição de alguns dos principais alarmes de bombas de infusão

Alarme	Descrição
Ar na linha	Detecta a presença de ar, que pode ser na forma de pequenas ou microscópicas bolhas de ar Esse tipo de alarme deveria ser obrigatório em todas as bombas de infusão
Oclusão	Indica a oclusão do equipo (dobra ou pincamento) e a ausência de fluxo de infusão Em alguns equipamentos, indica a oclusão proximal (entre o frasco e a bomba); em outros indica também a oclusão distal (entre a bomba e o paciente) Quanto mais avançada a tecnologia do equipamento, melhor permite a detecção de várias áreas de oclusão por variações de pressão no sistema
Fluxo livre	Alarme que detecta a possibilidade de ocorrência da infusão descontrolada de solução para o paciente Quando ocorre a abertura do mecanismo da bomba de infusão para a retirada do equipo, ocorre acionamento de dispositivo de alerta para possibilidade de fluxo livre (mecânico) e requer ato deliberado de retirada do equipo Em outros equipamentos que impedem fluxo gravitacional pelo equipo, esse alarme pode indicar a abertura da porta
Infusão completa	Indica que foi alcançado o total de volume programado como limite de infusão
Keep vein open (KVO)	O sistema conhecido como KVO ou <i>keep vein open</i> (manter a via aberta) é determinado quando a infusão foi completa ou existe indicação de baixa carga de bateria Tem a finalidade de promover correção da interrupção da infusão, mantendo pérvia a via de acesso ao sistema venoso
Bateria baixa	Indica que a bateria está com pouca carga ou que a bomba de infusão precisa ser conectada a uma fonte de alimentação elétrica externa
Porta aberta	Significa que o local no qual se instala o equipo e depois se fecha está aberto
Mau funcionamento	Indica a necessidade de correção de alguma falha no equipamento, que deve ser desconectado de pacientes e encaminhado para revisão.

Segurança do Paciente

Apesar dos grandes avanços na terapia de infusão alcançados com o uso de bombas de infusão, esses equipamentos podem ocasionar erros,

classificados como erros de medicação, capazes de gerar eventos adversos ao paciente, tanto por ocorrência de falhas mecânicas ou humanas durante sua operação. Sabe-se que nem todos os erros resultam em danos ao paciente. Erros que resultam em prejuízos ou lesões são frequentemente denominados eventos adversos ou agravos decorrentes de intervenções realizadas por profissionais de saúde, não relacionadas a condições intrínsecas do paciente, e nem todos os eventos adversos são relacionados a erros.^{12,13}

Dentre as principais falhas de bombas de infusão que podem resultar em erros de medicação, podem ser citados a administração de volume inferior ou superior ao programado, a administração de bolo inadvertido, falha dos alarmes como de oclusão, falhas da batéria, fluxo livre por falha do equipamento, infusão de ar, infusão não constante, queda de sensores da câmara goteadora não detectada pelo equipamento, desconexão dos sistemas de infusão não detectada pelo equipamento, dentre outros.³

Erros humanos podem estar presentes durante o uso de bombas de infusão e ocasionar ocorrências adversas como: a programação incorreta do equipamento, em especial da taxa de fluxo, do tempo de infusão, do volume total a infundir e dos próprios limites dos alarmes do equipamento; os erros de instalação do equipamento e dos acessórios; a ocorrência de fluxo livre quando o equipo é retirado do equipamento; a escolha inadequada da bomba de infusão à especificidade da utilização; a leitura incorreta dos parâmetros apresentados no equipamento; a infusão de ar não detectada em equipamento que não previne tal ocorrência adversa; dentre outros.³

O fluxo livre é um dos mais graves erros de medicação relacionados ao uso de bombas de infusão. Caracteriza-se como a infusão rápida e descontrolada da solução, que ocorre, principalmente, por falha humana, quando os acessórios de infusão são retirados dos equipamentos e por falha do equipamento. Apesar de destacar o pouco relato desse tipo de ocorrência, entre 1989 e 1994, o Departamento de Saúde do Reino Unido recebeu 11 notificações de mortes relacionadas a ocorrências adversas durante o uso de bombas de infusão, e até outubro de 1995, outras 6 mortes e 139 ocorrências adversas foram relatadas, sendo as mais frequentes o fluxo livre e a programação incorreta dos equipamentos.^{3,14-16}

Em estudo realizado em 21 unidades de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) da cidade de São Paulo, em 1999, a ocorrência de fluxo livre decorrente de falha humana foi verificada por 40% dos 110 enfermeiros participantes da pesquisa, e por falha do equipamento por 29,1%. A Figura 22.6 apresenta os principais erros humanos descritos pelos 110 enfermeiros intensivistas brasileiros participantes da pesquisa.³ Apesar de serem referidos dados produzidos há mais de 10 anos, ressalta-se que, devido à falta de diretrizes sobre requisitos mínimos de segurança em bombas de infusão, os eventos adversos estão identificados e podem estar presentes, pois os mesmos equipamentos utilizados há mais de 15 anos na assistência continuam presentes na beira do leito de vários hospitais, tanto públicos como privados.



Ver em *Imagens coloridas*, página 545.
 Figura 22.6 Principais erros humanos relativos ao uso de bombas de infusão identificados por enfermeiros de unidades de cuidados intensivos pediátricos da cidade de São Paulo.³

O fluxo livre geralmente acontece quando os equipamentos da bomba de infusão são retirados do equipamento sem o fechamento da pinça manual de controle de fluxo, havendo administração de toda a droga e/ou solução em alguns segundos. O fluxo livre por bombas de infusão ocorre devido à falha do equipamento quando se identificam problemas mecânicos ou relativos à parte eletrônica do equipamento, ou por defeito de fabricação, de acessórios de infusão. Para prevenir esse tipo de complicação, recomenda-se, assim que tem início a infusão pelo equipamento, avaliar o fluxo na câmara de gotejamento dos equipamentos para verificar se é compatível com o parâmetro programado na bomba de infusão.¹⁷

Com a finalidade de prevenir essa ocorrência adversa, pesquisadores norte-americanos construíram quatro níveis de proteção contra fluxo livre, nos quais as bombas de infusão podem ser classificadas.¹⁴ Encontra-se apresentada na Tabela 22.5 a descrição dos níveis de proteção de bombas de infusão para a prevenção de fluxo livre.

Tabela 22.5 Descrição de níveis de proteção em bombas de infusão para a prevenção de fluxo livre.¹⁴

Nível 1	Bombas de infusão que não possuem sistema de prevenção de fluxo livre. Requerem que o equipamento seja fechado manualmente antes de ser retirado da bomba de infusão.
Nível 2	Bombas de infusão que possuem uma trava mecânica que obstrui o fluxo no equipamento. Antes de retirar o equipamento da bomba de infusão, deve-se fechar a pinça manual; caso contrário, ocorrerá fluxo livre.
Nível 3	Bombas de infusão que possuem um dispositivo, acionado quando o equipamento é instalado na bomba, impedindo fluxo gravitacional. Quando se retira o equipamento da bomba de infusão, não há necessidade de fechar a pinça manual, pois o dispositivo impede o fluxo livre.
Nível 4	Encontram-se bombas de infusão, com equipamentos projetados para nunca permitir fluxo gravitacional. O fluxo gravitacional não ocorre antes ou após instalação do equipamento na bomba de infusão.

No Brasil não há legislações que obriguem a comercialização de equipamentos que necessariamente previnam esse tipo de ocorrência adversa. Em países desenvolvidos, a aplicação de regulamentação para uso de bombas de infusão com níveis de proteção 3 e 4 ocasionou significativa redução desse tipo de erro e consequentemente de publicações sobre o tema. Destaca-se que levantamento referente à ocorrência de fluxo livre por bombas de infusão demonstra que os relatos da literatura internacional sobre esse tipo de erro de medicação são frequentes até a década de 1990, pois a implementação de normas por órgãos fiscalizadores acarretou redução significativa no relato desse tipo de erro. Pelo grave risco associado a essa ocorrência adversa, recomenda-se que todas as bombas de infusão deveriam possuir recurso de prevenção de fluxo livre, no mínimo do nível 2 de proteção.³

Erros de programação de bombas de infusão são considerados os mais frequentes relacionados ao uso desse tipo de equipamento e podem acarretar eventos adversos ao paciente. No estudo anteriormente citado, realizado em UCIP de São Paulo, cerca de 60% dos enfermeiros relataram esse tipo de erro durante o uso de bombas de infusão.³

As causas que levam à programação incorreta são várias; entretanto, a necessidade de cálculo da infusão pelo profissional e de utilização de equipamentos mais complexos pode contribuir para o aumento da

incidência desse tipo de ocorrência. Podem ser reduzidos com o uso de bomba de infusão que têm capacidade de calcular os parâmetros de infusão. Por exemplo: o profissional programa a bomba de infusão, segundo o volume total prescrito e tempo de infusão, e o equipamento, automaticamente, calcula a velocidade de infusão. Quando o equipamento faz essa operação, normalmente exige a entrada de pelo menos dois dos seguintes parâmetros: volume total, velocidade de infusão e tempo de infusão. Essa necessidade de dupla programação, por si só, já reduz a incidência de erros, e o cálculo que faz do terceiro parâmetro confirma se os dados fornecidos são compatíveis com a quantidade, o tempo e a velocidade de infusão prescrita.¹⁶

Outro fator associado a erros de programação advém do uso, na mesma unidade, de vários tipos de bombas de infusão com características de programação, recursos e alarmes que diferem de uma marca para outra. Quando isso ocorre, a chance de erros de programação e de instalação, dentre outros, é maior. Desse modo, há recomendação para uso de apenas um tipo de equipamento na mesma unidade, a fim de evitar situações que aumentem a incidência de ocorrências adversas devidas ao profissional.¹⁷ Por esse motivo, recomenda-se que a bomba de infusão seja fácil de programar, exija a entrada de pelo menos dois parâmetros de infusão e discrimine de forma clara esses parâmetros de programação.^{3,18}

Para a prevenção de erros de programação foram desenvolvidas no final do último século e já se encontram em uso no mercado norte-americano as bombas de infusão inteligentes, que podem prevenir a ocorrência de erros na administração de medicamentos infundidos, principalmente por via intravenosa, aumentando a segurança do paciente, simplificando o procedimento de administração de fármacos, fornecendo um sistema para checagem e balanço, padronizando a administração de medicamentos e aumentando a eficiência da enfermagem. São equipamentos informatizados, que alertam ao profissional, por exemplo, se uma dose programada se encontra fora de limites preestabelecidos, prevenindo, assim, que doses erradas sejam administradas, agindo em situações nas quais, até então, não se identificava possibilidade de prevenção de erros humanos.¹⁹⁻²³

Para o alcance da segurança no uso de bombas de infusão é necessário que se ajustem as necessidades clínicas e terapêuticas dos pacientes, bem como que os equipamentos comercializados incorporem avanços tecnológicos que tanto os tornem mais seguros para o paciente, quanto agreguem em sua configuração aspectos relativos à promoção da segurança do operador durante seu uso.

A falta de legislação que permita o acompanhamento dessa melhoria contínua no emprego da tecnologia na área da saúde faz com que se possam identificar no mercado equipamentos com diferentes desempenhos. Pesquisa realizada por enfermeiros analisou diferentes marcas das bombas de infusão de seringa e verificou que algumas apresentam uma demora para início da infusão de mais de 40 minutos, enquanto outras têm início quase imediato, sendo essa variação especialmente relativa ao volume de infusão. Essa variação na entrega da solução ou fármaco decorre da necessidade de vencer a resistência do êmbolo da seringa bem como da pressão hidrostática, para iniciar a infusão, comprometendo a segurança do paciente, pois pode passar despercebido para a equipe que tal fato gere atraso no recebimento do medicamento pelo paciente.²⁴

Pediatria

Crianças possuem características que as diferem do adulto em relação à terapia intravenosa. Devido principalmente à idade e à superfície corpórea, crianças apresentam aspectos específicos de absorção, distribuição, metabolismo e excreção de drogas que necessitam ser conhecidos por enfermeiros para a realização de cuidados apropriados durante a TIV. Destaca-se também que o sistema cardiovascular é menos desenvolvido na criança, acarretando dificuldade em adaptar-se à mudança rápida e/ou à grande quantidade de volume. Assim, crianças apresentam quadros de hipervolemia relacionada a problemas na TIV a mais frequentemente do que adultos, caso o volume administrado não seja cuidadosamente monitorado.

Assim, crianças estão entre os pacientes que requerem uso de equipamentos mais precisos, pois podem necessitar de administração de decímetros de mililitros de solução a cada hora.

Deve-se analisar se o equipamento utilizado é apropriado para a faixa etária pediátrica, cuja taxa máxima de erros aceitável é de 1 a 5% em baixo volume de infusão, ou seja, em testes realizados a partir de taxa de infusão de 1 ml/h ou 5 ml/h.

Recomendações para Boas Práticas

É necessário sempre recorrer ao fabricante para ter respaldo na utilização do equipamento.

Muitas dúvidas surgem quanto ao uso de bombas de infusão para a realização de transfusão sanguínea. Sangue total e concentrado de glóbulos, pelo fato de serem altamente viscosos, apresentam problemas de administração por método de gotejamento gravitacional; o uso de bombas de infusão facilitaria, do ponto de vista técnico, sua administração, mas o principal questionamento quanto a essa prática refere-se ao grau de hemólise que esses hemoderivados sofrem sob a pressão gerada pela bomba de infusão e ao serem manipulados pelo mecanismo de infusão do equipamento.³ Somente devem ser utilizadas bombas para a infusão de hemocomponentes quando essa indicação estiver descrita com detalhes no manual de operação do equipamento, que foi aprovado pelos órgãos competentes para comercialização com essa finalidade. Caso a bomba de infusão seja utilizada sem o devido respaldo (que deve constar no manual de operação do equipamento), poderá ficar direcionada apenas ao enfermeiro a responsabilidade legal de responder por possíveis eventos adversos que venham a ocorrer. Bombas de infusão podem ser utilizadas para realização de analgesia controlada pelo paciente (PCA – *patient controlled analgesia*). Para a realização de PCA, enfermeiros devem utilizar bombas apropriadas para essa finalidade, que permitam a administração de doses certas, em intervalos apropriados e em limite de acionamento direcionado pela prescrição médica ou protocolo institucional. Pela complexidade da programação, esta deve ser uma ação exclusivamente realizada por enfermeiros, não devendo ser delegada a profissionais de nível médio.

Pacientes e familiares devem ser adequadamente preparados para saber o que é e qual a finalidade de uso da bomba de infusão. A educação do paciente e da família é importante para reduzir sua ansiedade e promover sua segurança durante o uso de bombas de infusão. Deve-se descrever a finalidade dos alarmes e solicitar que a enfermeira seja comunicada no caso de acionamento destes, documentando a comunicação do paciente e a família sobre a necessidade de uso do equipamento e quais os eventos que devem ser notificados à equipe para promoção de sua segurança.¹¹

As bombas de infusão podem ser de diferentes tipos e/ou mecanismos de infusão, bem como possuir variados recursos de segurança, tendo esses últimos a finalidade de auxiliar o profissional que as utiliza para realizar a infusão de soluções ou fármacos de forma mais acurada e segura. A compreensão desse assunto proporciona ao enfermeiro conhecimentos que possibilitam adequar a bomba de infusão às necessidades terapêuticas do paciente, promovendo segurança e qualidade no cuidado.

Referências Bibliográficas

1. Emergency Care Research Institute. General purpose infusion pumps. Health Devices. 1997;26(2):36-79.
2. Beaumont E. IV infusion pumps. Nursing Management. 1995;18(9):26-32.
3. Pedreira MLG. Uso de bombas de infusão na terapia intravenosa em crianças assistidas em unidades de cuidados intensivos pediátricos: contribuições para estudos clínicos e técnicos. [tese de doutorado]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina USP, 1999. 226 p.
4. US Food and Drugs Administration. FDA news release, 3 maio 2010 [acesso em 18 jul 2010]. Disponível em: <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/PressAnnouncements/ucm210664.htm>
5. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Documentos gerados na busca palavra chave "bomba de infusão" [acesso em 18 jul 2010]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/busca/busca.asp?palavrachave=bomba+de+infus% E30>

6. Capes DE, Dunster KR, Sunderland VB, McMillan D, Colditz PB, McDonald C. Fluctuations in syringe pump infusions: associations with blood pressure variations in infants. *Am J Health Syst Pharm.* 1995;52(1):1646-53.
7. Chitwood WR, Cosgrove DM, Lust RM. Multicenter trial of automated nitroprusside infusion for postoperative hypertension. *Ann Thorac Surg.* 1992;54:517-22.
8. Dunster KR, Colditz PB. Flow continuity of infusion systems at low flow rates. *Anaesth Intens Care.* 1995;23(5):605-9.
9. Krauskopof KH, Rauscher J, Brandt L. Influence of hydrostatic pressure on continuous application of cardiovascular drugs with syringe pumps. *Anaesthetist.* 1996;45:450.
10. Klem SA, Farrington JM, Leff RD. Influence of infusion pump operation and flow rate on hemodynamic stability during epinephrine infusion. *J Intensive Care Med.* 1993;21(8):1213-7.
11. Phillips LD. Manual of I.V. therapeutics: evidence-based practice to infusion therapy. 5. ed. Philadelphia: F. A. Davis; 2010. Infusion equipment. p. 231-302.
12. Berwick DM. Errors today and errors tomorrow. *N Eng J Med* 2003;348(25):2570-2.
13. Pedreira MLG, Peterlini MAS, Harada MJCS. Erros de medicação: aspectos relativos à prática do enfermeiro. In: Harada MJCS, Pedreira MLG, organizadoras. *O erro humano e a segurança do paciente.* São Paulo: Atheneu; 2006. p. 123-48.
14. Cohen MR, Denis T. Find out how to protect your patients from the disasters. *Nursing.* 1993;6:56-9.
15. Carlisle D, Upton D, Cousins D. Infusion confusion. *Nurs Times.* 1997;10:52-4.
16. Emergency Care Research Institute. *General purpose infusion pumps.* Health Devices. 1998;27(4-5):123-70.
17. Heise D, Rathgeber J, Kettler D. Causes of failure and dangers in the use of motor driven infusion pumps. Accidental closure of the infusion system. *Anaesthesist.* 1998;47(1):54-8.
18. Morling S. Infusion devices: risks and user responsibilities. *Br J Nurs.* 1998;7(1):13-6.
19. Sims N. IV Infusion pumps: the missing component in bar code medication administration systems. *Hospital Pharmacy.* 2003;38(11):S26-7.
20. Van Der Castle B, Kim J, Pedreira ML, Paiva A, Goossen W, Bates DW. Information technology and patient safety in nursing practice: an international perspective. *Int J Med Inform.* 2004;73:607-14.
21. Wilson K, Sullivan M. Preventing medication errors with smart infusion technology. *Am J Health Syst Pharm.* 2004;61(2):177-83.
22. Keohane CA, Hayes J, Sarrick C, Rothschild JM, Bates DW. Intravenous medication safety and smart infusion systems. *J Infus Nurs.* 2005;28(5):321-8.

23. Rothschild JM, Keohane CA, Cook EF, Orav EJ, Burdick E, Thompson S, et al. A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients. *Critical Care Medicine.* 2005;33(3):533-40.
24. Leal A, Pedreira MLG. Bombas de infusão de seringa: intervalo para início da administração segundo velocidade de infusão [monografia de residência em enfermagem] São Paulo: Universidade Federal do Estado de São Paulo; 2003.