



ORIGINALES

Seguridad en la administración intravenosa de medicamentos mediante bombas de infusión inteligentes

C. Gómez-Baraza¹, M.^a J. Agustín-Fernández¹, P. I. Palomo-Jiménez², J. M. Real-Campaña¹ y R. Abad-Sazatornil¹

¹Servicio de Farmacia. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España. ²Hospira Productos Farmacéuticos Hospitalarios, S. L.

Resumen

Objetivo: Analizar el papel de las bombas de infusión inteligentes en la reducción de errores relacionados con la administración de medicación intravenosa.

Método: Estudio observacional, retrospectivo que analiza la implementación de un sistema de bombas inteligentes de infusión intravenosa (Hospira MedNet™) y el papel de este sistema de seguridad en la detección de errores en la fase de administración de fármacos, sueros y sangre. Se incluyeron infusiones administradas en los hospitales de día de hematología, oncología, reumatología y oncopediatria. Se analizó la adherencia al sistema de seguridad, el número de errores de programación detectados, los fármacos comúnmente implicados en estos errores y las acciones de mejora.

Resultados: Durante el periodo de estudio se implementaron 120 bombas inteligentes y se recogieron los datos de 70.028 infusiones. La adherencia al programa de seguridad fue del 62,30% en hematología (6.887 infusiones), del 60,30% en oncología (28.127 infusiones), del 46,50% en reumatología (1.950 infusiones) y del 1,8% en oncopediatria (139 infusiones). Se notificaron 3481 alertas por programación de las bombas fuera de los límites establecidos: 2716 de límite relativo y 765 de límite absoluto. En 807 infusiones (2,17%), se evitaron errores que podrían haber tenido consecuencias para los pacientes. Gracias a estos hallazgos, se implementaron una serie de estrategias con objeto de minimizar dichos errores en el futuro.

Conclusiones: El sistema Hospira MedNet™ intercepta desviaciones con respecto a los protocolos establecidos en la infusión intravenosa, evitando potenciales efectos adversos a pacientes. También permite establecer medidas correctoras e implementar estrategias de mejora.

PALABRAS CLAVE

Bombas inteligentes; Errores de medicación; Administración intravenosa

Intravenous drug infusion safety through smart pumps

Abstract

Objective: To analyze the role of smart infusion pumps in reducing errors related with the administration of intravenous medications.

Method: Retrospective, observational study analyzing the implementation of a system with smart intravenous infusion pumps (Hospira MedNet™) and the role of the safety system for the detection of errors during the administration of drugs, sera, and blood. We included infusions administered at the day-care hospitals of hematology, oncology, rheumatology, and oncopediatrics. We analyzed adherence to the safety system, the number of programming errors detected, the commonly implicated drugs in these errors, and improvement actions.

Results: During the study period, 120 smart pumps were implemented and data on 70,028 infusions were gathered. The rate of adherence to the safety program was 62.30% in hematology (6,887 infusions), 60,30% in oncology (28,127 infusions), 46,50% in rheumatology (1,950 infusions) and 1.8% in oncopediatrics (139 infusions). 3,481 out of the established limits programming alerts were generated by the pumps: 2,716 of relative limit and 765 of absolute limit. In 807 infusions (2.17%), errors that could have had consequences for the patients could be prevented. These findings allowed implementing a series of strategies aimed at minimizing these errors in the future.

Conclusions: The Hospira MedNet™ system detects deviations from the established protocols of intravenous infusion, preventing in this way potential adverse events for the patients. It also allows establishing correction measures and implementing the improvement strategies.

KEYWORDS

Smart pumps; Medication errors; Intravenous administration

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: mcgomezba@gmail.com (Cristina Gómez-Baraza).

Introducción

La seguridad del paciente constituye actualmente una prioridad de los sistemas sanitarios^{1,2}. Los errores de medicación y los acontecimientos adversos prevenibles causados por medicamentos, constituyen un grave problema de salud pública, con importantes repercusiones, no sólo desde un punto de vista humano, asistencial y económico, sino también porque generan desconfianza de los pacientes en el sistema y dañan la imagen de los profesionales e instituciones sanitarias. De acuerdo a los hallazgos del estudio ENEAS, hasta un 37,4% de los acontecimientos adversos detectados en pacientes ingresados están causados por errores relacionados con la medicación³.

Estos errores se pueden producir en todas las fases del proceso de utilización de los medicamentos (prescripción, transcripción, validación, preparación y administración) tal como reflejan diversos estudios. La fase de administración del medicamento, sigue siendo un punto débil del sistema, pues está asociada a una elevada tasa de errores (38%)^{4,5}, que son difíciles de interceptar y prevenir. Algunos autores estiman que sólo el 2% de los mismos van a ser interceptados antes de que afecten al paciente⁵. El 98% restante alcanzan al paciente, y cerca de la mitad causan daño en forma de acontecimientos adversos durante la fase de administración o infusión^{5,6}. Estos errores se asocian con un elevado coste para los pacientes, su familia, y el sistema sanitario. En EEUU se estimó que cada acontecimiento adverso relacionado con la medicación incrementaba en 8.750 dólares el coste total de la estancia hospitalaria⁷.

La medicación por vía intravenosa (IV) presenta especial riesgo por la mayor complejidad en la administración que incluye entre otras, las fases de preparación, infusión y monitorización. La incidencia de errores originados en la fase de administración de medicación IV se sitúa entre el 49 y el 81%⁸. Los errores ligados a la administración IV presentan mayores tasas de mortalidad asociada y de aparición de efectos adversos graves que los detectados para errores en otras vías⁹.

Dado el elevado número de administraciones IV, los hospitales están buscando sistemas que eliminen o minimicen la posibilidad de error durante su proceso de administración.

Actualmente existen distintos sistemas para reducir dichos errores, siendo uno de ellos el conocido como «bombas de infusión inteligentes». Se trata de bombas de infusión convencionales a las que se les ha incorporado un software de seguridad con una biblioteca de fármacos (farmacotecas), y que tienen capacidad de conexión inalámbrica. Esto permite que las bombas sean monitorizadas y controladas en tiempo real.

En la creación de las farmacotecas se definen para cada fármaco unos límites de velocidad de infusión relativos y absolutos («soft limits» y «hard limits», respectivamente), los límites absolutos definen un rango de velocidad fuera del cual la administración de un fármaco

estaría contraindicada, mientras que los límites relativos sirven para delimitar el rango de velocidad de infusión óptimo. Si se vulneran los límites relativos (tanto el superior como el inferior) se genera una alerta, pero se permite continuar con la infusión. Si se vulneran los límites absolutos la alerta generada obliga a cancelar la infusión o a reprogramar la bomba correctamente^{10,11}, ya que las infusiones fuera de estos límites podrían potencialmente causar un daño grave al paciente. Este hecho hace que frente a un error de programación se tomen medidas correctoras que protegen la seguridad del paciente.

El programa de seguridad al que se conectan las bombas, permite la generación de farmacotecas específicas, para las distintas áreas terapéuticas (UCI, oncología, reumatología, etc) o grupos de pacientes (pacientes adultos, pediátricos) a los que se le va a administrar la medicación IV. Así, se permite la administración del mismo fármaco con diferente pauta de administración en función de la población que recibe el tratamiento.

Un paso más en el control de la administración IV son cierto tipo de bombas inteligentes que además de generar alertas, registran en su memoria toda la actividad infusional realizada por cada bomba. De esta forma, se asegura la trazabilidad en la utilización y se dispone de información para caracterizar los incidentes registrados. Esta información resulta de gran utilidad para la adopción de medidas correctoras, estrategias de mejora, que permitan solucionar las desviaciones detectadas.

Distintos estudios han sugerido que el uso de bombas de infusión inteligentes puede reducir el número de acontecimientos adversos relacionados con la administración de medicación IV¹²⁻¹⁵.

Para evaluar el papel que podrían representar las bombas inteligentes en la interceptación y prevención de errores asociados a la administración de medicación IV se han incluido como objetivos generales de este estudio la descripción del proceso de implementación de bombas de infusión inteligentes en el centro, el análisis de la adherencia de los profesionales implicados al sistema de seguridad incluido en las bombas y la evaluación en la práctica clínica habitual de la efectividad de las bombas inteligentes en la prevención de errores en la administración de medicación IV.

Método

Estudio observacional y retrospectivo en el que se describen las etapas necesarias para la transformación de bombas convencionales Plum A+™ en bombas inteligentes Plum A+™ con Hospira MedNet™ software.

Para valorar adherencia al sistema y efectividad en la interceptación de errores en la administración de medicación IV, se revisaron todas las infusiones intravenosas que se administraron con las bombas con software integrado, ya fueran de medicación, de sueros, de premedicación o de hemoderivados que fueron infundidas en el hospital de día de oncología (HDO), hematología (HDH), reumatología y



Figura 1. Fases necesarias para la implementación del sistema de bombas inteligentes en el centro.

oncopediatría en un hospital de referencia, durante el periodo comprendido entre abril y octubre del 2012.

Los informes generados por el programa Hospira MedNet™, software de seguridad para administraciones IV, fueron utilizados como fuente de información. Esta información fue cotejada con la proporcionada por el programa que gestiona la preparación de medicamentos en las áreas seleccionadas, Oncowin®.

Se usaron dos tipos de informes: informes de actividad, que permiten conocer el rendimiento de las bombas y grado de adherencia a las farmacotecas; y de incidencias que describen los errores de programación.

Los indicadores evaluados por cada área clínica han sido:

- Número de administraciones intravenosas realizadas y porcentaje de adherencia a las farmacotecas.
- Número de errores detectados (definido como número de programaciones de las bombas fuera de los límites relativos y absolutos).
- Porcentaje de reprogramaciones por alertas.

Consideraciones éticas

El estudio realizado es de carácter descriptivo, por lo que durante su realización el investigador se ha limitado a recopilar información existente. Toda la información recogida para el mismo se ha considerado confidencial y se ha utilizado exclusivamente en el ámbito profesional, no recogiendo en ningún caso datos que permitan conocer la identidad de los pacientes que recibían la medicación IV.

Resultados

Implementación de un sistema de bombas de infusión inteligentes

Este estudio se ha llevado a cabo en un hospital terciario con 1.200 camas, en el cual se realizaron 35.000 administraciones de citostáticos en 2012 y 15.000 preparaciones de otras mezclas IV.

Las fases necesarias para la implementación de las bombas inteligentes aparecen en la figura 1.

En el hospital se eligió la tecnología de infusión inteligente (Plum A+™ con Hospira MedNet™ software), por su funcionalidad, conexión de datos a través de wifi, facilidad de exportación de datos y generación de informes, sistema de alertas y capacidad de la farmacoteca, que permitía incluir hasta 18 áreas clínicas distintas y 150 fármacos en cada una de las áreas clínicas.

La implementación de las bombas inteligentes comenzó en HDH, ampliándose posteriormente a HDO y reumatología, y finalmente oncopediatría.

En las primeras etapas del proyecto se creó un equipo multidisciplinar formado por técnicos especialistas en tecnologías de infusión, representantes de la dirección del hospital, personal del área de informática, responsable de farmacia del área de oncología y supervisor de enfermería de HD. Este equipo fue responsable de consensuar los protocolos de administración de fármacos IV y de generar las farmacotecas.

En el presente trabajo se analiza la implementación y el empleo de 120 bombas inteligentes: 80 en HDO, 20 en HDH, 10 en oncopediatría y 10 en reumatología.

Tabla 1. Adherencia al sistema de bombas de infusión inteligentes

| | Infusiones | Infusiones en HDH | Infusiones en HDO | Infusiones en Reumatología | Infusiones en Oncopediatría | Infusiones no valoradas |
|---|----------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Total | 72.781 | 11.062 | 46.612 | 4.198 | 8.156 | 2.753 |
| Farmacoteca empleada (%) | 37.107 (51,0%) | 6.887 (62,3%) | 28.127 (60,3%) | 1.950 (46,50%) | 143 (1,8%) | – |
| Farmacoteca no empleada* | 23.846 (32,1%) | 4.175 (37,7%) | 18.485 (39,7%) | 2.248 (53,3%) | 8013 (98,2%) | – |
| Farmacoteca no empleada deliberadamente** | 11.828 (16,3%) | – | – | – | – | – |

*Se selecciona el área clínica, pero no se llega a seleccionar el fármaco a infundir.

**Se realizan infusiones simples, sin entrar en el área clínica ni en la biblioteca de fármacos. Se utiliza como una bomba convencional.

Tabla 2. Errores de programación (alertas) detectadas por el programa de seguridad de las bombas de infusión

| | Alertas durante el estudio | Alertas en HDH | Alertas en HDO | Alertas en Reumatología | Alertas en Oncopediatría |
|----------------------------|----------------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------------|
| Total | 3.481 | 658 | 2395 | 364 | 64 |
| Alertas de límite relativo | 2.716 (78,02%) | 474 (72,04%) | 1.858 (77,58%) | 327 (89,84%) | 57 (89,06%) |
| Alertas de límite absoluto | 765 (21,98%) | 184 (27,96%) | 537 (22,42%) | 37 (10,16%) | 7 (10,94%) |

HDH: Hospital de día de hematología, HDO: Hospital de día de oncología.

Elaboración de las farmacotecas

Uno de los pasos más importantes en la implementación de las bombas inteligentes es la generación de las farmacotecas, que pueden ser generales o específicas de cada unidad de hospitalización o área clínica. Se siguieron los siguientes pasos:

- Priorización de los fármacos a monitorizar en este orden: fármacos novedosos, medicación de ensayos clínicos, fármacos de uso más frecuente, resto de fármacos, premedicaciones, sangre y hemoderivados.
- Elaboración de protocolos de utilización de los fármacos seleccionados: búsqueda bibliográfica en la literatura científica¹⁶, revisión de prácticas institucionales, establecimiento de los protocolos de administración (incluyendo los límites de infusión para cada fármaco según el área terapéutica y la población diana), creación de las diferentes áreas clínicas y revisión y consenso de la información con los servicios implicados.

Se incluyeron 33 medicamentos en el área clínica de hematología, 58 en oncología y 14 en oncopediatría y reumatología respectivamente.

Adherencia y seguridad del sistema de bombas de infusión inteligentes

Durante el periodo de estudio se realizaron 72.781 administraciones IV, pero sólo 70.028 se han incluido en este análisis, debido a que en el resto no se identificó correctamente el área clínica por fallo del sistema wifi. Los informes generados por el sistema de seguridad fueron analizados semanalmente durante la implementación del sistema y posteriormente cada dos meses.

En la tabla 1 se muestra la adherencia al sistema estudiado.

Los medicamentos infundidos con mayor frecuencia fueron: premedicaciones, fluorouracilo, oxaliplatino, paclitaxel, ácido zoledrónico y trastuzumab.

En este estudio, en 3.481 infusiones de un total de 37.107 (9,38%) se había programado la bomba fuera de los límites previamente establecidos. El sistema de seguridad interceptó un total de 807 (2,17%) infusiones en las que un error en la administración de la medicación podría haber tenido consecuencias directas para la seguridad de los pacientes.

En la tabla 2 se muestra la distribución de estos errores por área clínica.

Los principales fármacos implicados en las alertas de errores de infusión absolutos se detallan en la tabla 3.

Discusión

La tecnología juega un papel muy importante en la calidad de la atención al paciente y en la seguridad, en particular en el proceso de administración de medicamentos IV. Las bombas de infusión inteligentes son cada vez más empleadas en los hospitales con el fin de reducir los errores de administración de estos fármacos.

La implementación exitosa y la optimización de estos sistemas pasa en primer lugar por una adecuada elección de las bombas de infusión. Durante la fase de adquisición deben evaluarse las características de las diferentes bombas existentes en el mercado y se han de tener en cuenta numerosos factores: Capacidad de las farmacotecas, posibilidad de crear diferentes perfiles de áreas clínicas, el registro de eventos y su facilidad de explotación, la conectividad con el resto de sistemas informatizados del hospital, la posi-

Tabla 3. Fármacos implicados en los errores absolutos

| Medicación | Infusiones | Total alertas | ALAI | ALAS |
|----------------------------------|------------|---------------|------|------|
| <i>Oncología</i> | | | | |
| Bevacizumab | 716 | 83 | 4 | 14 |
| Cabazitaxel | 5 | 3 | 0 | 3 |
| Carboplatino | 454 | 38 | 7 | 11 |
| Cetuximab | 515 | 61 | 2 | 6 |
| Ciclofosfamida | 472 | 11 | 5 | 1 |
| Cisplatino | 312 | 14 | 1 | 1 |
| Dacarbazina | 67 | 28 | 2 | 3 |
| Docetaxel 250 ml | 523 | 565 | 3 | 11 |
| Doxorrubicina liposomal pegilada | 8 | 6 | 0 | 2 |
| Doxorubicina | 148 | 18 | 0 | 18 |
| Doxo liposomal | 10 | 14 | 1 | 4 |
| Epirubicina | 216 | 36 | 3 | 2 |
| Eribulina | 21 | 7 | 3 | 4 |
| Etoposido | 341 | 5 | 1 | 3 |
| Ferinject | 128 | 17 | 7 | 10 |
| 5FU | 1.180 | 13 | 3 | 10 |
| Folinato | 412 | 27 | 1 | 26 |
| Gemcitabina | 665 | 767 | 10 | 5 |
| Ifosfamida | 163 | 3 | 0 | 3 |
| Interferon | 41 | 12 | 0 | 12 |
| Irinotecan | 559 | 52 | 3 | 4 |
| Magnesio iv | 24 | 1 | 1 | 0 |
| Manitol | 175 | 5 | 4 | 1 |
| Metotrexato | 56 | 8 | 4 | 4 |
| Mitomicina | 17 | 5 | 0 | 1 |
| Mitoxantrona | 1 | 2 | 1 | 0 |
| Oxaliplatino | 1.058 | 39 | 5 | 7 |
| Paclitaxel | 1.709 | 55 | 2 | 30 |
| Paclitaxel albumina | 63 | 7 | 0 | 7 |
| Permetrexed | 195 | 12 | 1 | 0 |
| Premedicación | 15.019 | 195 | 33 | 162 |
| Raltitrexed | 3 | 6 | 0 | 3 |
| Topotecan 250 ml | 34 | 40 | 0 | 2 |
| Trastuzumab | 961 | 32 | 8 | 4 |
| Venofer | 655 | 112 | 0 | 12 |
| Vinorelbina 50 ml | 184 | 45 | 2 | 13 |
| Zometa | 636 | 13 | 0 | 9 |

Tabla 3. Fármacos implicados en los errores absolutos (cont.)

| Medicación | Infusiones | Total alertas | ALAI | ALAS |
|----------------------|------------|---------------|------|------|
| <i>Hematología</i> | | | | |
| Azacitidina | 48 | 8 | 0 | 8 |
| Bendamustina | 82 | 5 | 1 | 0 |
| Dacarbazina | 46 | 53 | 0 | 3 |
| Doxorrubicina | 95 | 1 | 0 | 1 |
| Eculizumab | 15 | 2 | 2 | 0 |
| Flebogamma | 478 | 29 | 0 | 5 |
| Kiovig | 96 | 2 | 1 | 1 |
| Premedicación | 2.847 | 169 | 34 | 57 |
| Protalix | 71 | 3 | 1 | 2 |
| Rasburicasa | 16 | 1 | 1 | 0 |
| Replagal | 62 | 2 | 0 | 2 |
| Rituximab | 434 | 274 | 2 | 10 |
| Venofer | 422 | 8 | 1 | 7 |
| Vinblastina | 39 | 3 | 0 | 1 |
| Vincristina | 77 | 6 | 4 | 2 |
| Zometa | 286 | 7 | 0 | 5 |
| <i>Reumatología</i> | | | | |
| Abatacept | 60 | 6 | 4 | 1 |
| Aclasta | 8 | 3 | 0 | 1 |
| Ferinject | 393 | 53 | 0 | 7 |
| Infliximab | 431 | 192 | 1 | 3 |
| Premedicación | 579 | 85 | 2 | 13 |
| Rituximab | 49 | 2 | 0 | 1 |
| Tocilizumab | 103 | 2 | 0 | 1 |
| Venofer | 184 | 20 | 0 | 2 |
| Zometa | 143 | 1 | 0 | 1 |
| <i>Oncopediatría</i> | | | | |
| Adriamicina | 13 | 2 | 0 | 2 |
| Etoposido | 24 | 10 | 0 | 1 |
| Ifosfamida | 36 | 43 | 0 | 3 |
| Mifamurtida | 24 | 1 | 1 | 0 |

*ALAI: Alertas límite absoluto inferior; ALAS: Alertas límite absoluto superior.

bilidad de conexión inalámbrica y de modificación en la farmacia de todas las bombas en tiempo real, la facilidad de uso, el soporte técnico, los costes asociados, etc.

Una de las causas frecuentes de error en la administración de medicación IV, es la realización de cálculos en situaciones de presión, urgencia o gran carga asistencial¹⁷. El uso de las bombas inteligentes contribuye a evitar dosificaciones incorrectas. Las pantallas pequeñas, con mala visibilidad y el manejo complejo de los equipos pueden ser fuentes de error. Por esto, la selección de un buen equipo que facilite el manejo puede influir en el éxito de la implementación de esta tecnología.

Este sistema analizado en nuestro estudio permite comenzar una infusión de manera manual, sin necesidad de seleccionar fármaco de la farmacia. Aunque esta opción está planteada principalmente para situaciones de emergencia, donde el tiempo de respuesta es muy importante, puede realizarse de forma deliberada en cualquier otra situación. En estos casos, al saltarse la red de seguridad que proporciona el software se podrían generar errores potenciales que no serían detectados. En nuestro estudio, la falta de adherencia al sistema de seguridad revela que el porcentaje de utilización de estos equipos oscila de unas unidades a otras. Estudios previos indican que la adherencia aumenta con el transcurso del tiempo desde la implementación y con la puesta en marcha de acciones estratégicas¹⁸⁻²¹. De esta manera se pueden conseguir tasas de utilización que pueden llegar hasta el 85,0%^{5,22}.

El área de oncopediatria fue la última en la que se incorporó el programa de seguridad de las bombas. Actualmente se encuentra en fase de revisión y actualización de la farmacia, lo que explica los bajos resultados en términos de adherencia. Por las características de los pacientes y el amplio rango de edades la estandarización de las preparaciones resulta más complicada, lo que puede influir en estos resultados. Se espera que con la actualización de las bibliotecas de fármacos, mayor formación y motivación del personal, la adherencia aumente en los próximos meses.

Las razones de una baja utilización de las farmacias y por lo tanto una baja adherencia son muy variadas, están ampliamente descritas en la literatura científica^{2,23}. Estas son: una baja percepción del riesgo, la reticencia frente a la modificación de los hábitos de trabajo, alertas generadas por límites muy restrictivos que pueden producir «fatiga», trabajo suplementario asociado a la programación de la bomba, a la presión asistencial y/o la existencia de farmacias incompletas.

En nuestro proyecto las acciones seleccionadas para promover la adherencia y optimizar el uso de las bombas fueron: 1) Actualización periódica de las farmacias para la inclusión o eliminación de fármacos y modificación de parámetros de infusión. Se revisaron los parámetros consensuados inicialmente que no se adaptaban a la práctica clínica habitual: Ej: dacarbazina, gemcitabina, rituximab y raltitrexed; 2) Formación continuada para transmitir la importancia de su uso, ya que existen estudios que con-

cluyen que las enfermeras que perciben el software como una forma de prevenir errores, mejoran la adherencia y tras el entrenamiento correspondiente, su uso no supone una carga adicional de trabajo²³; 3) refuerzo de la información sobre la administración de ciertos fármacos como la pentostatina, fludarabina y vinflunina que, o bien son nuevos, o bien poco utilizados; 4) Evaluación permanente del programa de seguridad para detectar las posibles incidencias. Todo ello se consensuó con el equipo multidisciplinar para crear una retroalimentación y aprovechar los beneficios de la información obtenida a partir de los informes generados por el sistema.

La evidencia que soporta el uso de bombas inteligentes es discutida¹¹, ya que su implementación ha arrojado resultados a veces contradictorios, sobre su capacidad real para prevenir errores. Existen estudios^{11,22}, entre ellos el nuestro, que muestran que las alertas que incorporan estas bombas ayudan al personal de enfermería a evitar errores. Uno de estos estudios²² manifiesta como el uso de estos sistemas logra evitar un gran número de potenciales eventos adversos al modificar las programaciones erróneas de forma oportuna. Es precisamente este tipo de beneficios el que respalda el uso del software como un elemento de seguridad para la atención del paciente¹⁸. Rosenthal describe porcentajes de reducción de errores del 80-95%²⁴, si bien hay autores que indican que no hay modificación de éstos^{13,16}, asociándolo a la falta de utilización de las bibliotecas de fármacos¹³. En otras ocasiones la utilización de las bombas se ha considerado una causa de errores en la dosificación de fármacos intravenosos^{12,25}, debido fundamentalmente al despiste o falta de conocimiento al programar la bomba²⁶.

Según el Institute for Safe Medication Practices (ISMP) los medicamentos citostáticos se encuentran en el grupo de los medicamentos de alto riesgo (capaces de causar daños graves o incluso mortales cuando se produce un error en el proceso de su utilización), motivo por el cual fueron elegidos como prioritarios a la hora de implantar esta tecnología.

Es muy difícil establecer y cuantificar los beneficios o daños evitados al interceptar los errores. La bibliografía disponible no facilita información relevante sobre los efectos perjudiciales de administrar una infusión a una velocidad mayor/menor de la establecida o recomendada por el fabricante. Sólo en determinados casos esta información se incluye en las fichas técnicas de los fármacos, como sucede en el caso del etopósido, en el que infusiones más rápidas de lo permitido pueden provocar hipotensión; o el caso de gemcitabina en la que una prolongación del tiempo de perfusión puede provocar un aumento en la toxicidad. Cabe destacar que en el futuro se deberán analizar de forma más detallada aquellos errores que, no sólo aumentan la velocidad de la infusión, sino que pueden provocar la sobredosificación del paciente con fármacos que son considerados como potencialmente peligrosos.

De los resultados de este estudio se deduce que el 2% de las infusiones IV de medicación incluyen errores en la

programación que deben ser corregidos. Durante un periodo de 6 meses y con una adherencia que deberá ser mejorada, se han evitado 765 potenciales efectos adversos en los pacientes. Cabe reseñar que se interceptaría un mayor porcentaje de errores asociados a la medicación, si a esta tecnología se le integran otros sistemas de seguridad ligados a la prescripción, transcripción, validación y preparación de fármacos.

Durante el estudio se encontraron discrepancias en la información proporcionada por el programa Hospira MedNet™ y la obtenida del programa que gestiona las preparaciones del Hospital de día en el Servicio de farmacia (Oncowin®). En ocasiones se detectó un mayor número de administraciones que de preparaciones, lo que motivó un seguimiento y puesta en común de los hechos con el equipo multidisciplinar. Se concluyó que se debía al exceso en el contenido de los sueros intravenosos comercializados. A veces, el personal de enfermería al finalizar la infusión si quedaba volumen residual de suero o medicación en la bolsa, volvía a reprogramar la bomba, quedando registradas las infusiones como dos infusiones diferentes, en lugar de una. Tras su análisis se modificó la programación considerando de manera generalizada un exceso de volumen del 10%. Otra estrategia de mejora implantada durante el estudio fue la unificación del modelo de bombas en el hospital. Esto dio lugar a una mejora en el rendimiento y a la reducción de los costes asociados a su uso, puesto que no era necesario el cambio de equipos cuando los pacientes eran trasladados entre las diferentes áreas de hospitalización.

El presente trabajo presenta como principal limitación que no existe forma de cuantificar qué errores son debidos a una incorrecta manipulación del teclado de programación y que hubieran sido detectados de forma automática por el usuario sin que llegaran a alcanzar al paciente. Además, también es complicado obtener datos precisos del impacto de esta tecnología, ya que haría falta diferenciar entre los errores con mayor trascendencia y aquellas alertas generadas por límites demasiado estrictos que no reflejan la práctica habitual.

Serán necesarios estudios futuros para revisar en profundidad el impacto que sobre la seguridad de los pacientes pudieran haber tenido los errores evitados y así realizar una estimación concreta de la relación coste-efectividad de esta tecnología.

En conclusión las bombas de infusión inteligentes son dispositivos efectivos que proporcionan una barrera de seguridad en el manejo de fármacos intravenosos, interceptando errores potencialmente graves que podrían alcanzar al paciente. Su implementación permite establecer medidas correctoras e implantar estrategias de mejora.

Bibliografía

1. Angles R, Llinas M, Alerany C et al. Incident reporting system and management of incidents: Implementation and improvement actions derived for patient safety. *Med Clin (Barc)*. 2013; 140: 320-4.
2. Forster AJ, Dervin G, Martin C et al. Improving patient safety through the systematic evaluation of patient outcomes. *Can J Surg*. 2012; 55: 418-25.
3. Otero. MJ. Prácticas para mejorar la seguridad de los medicamentos de alto riesgo: Ministerio de Sanidad y Consumo. Gobierno de España, 2007.
4. Manrique-Rodriguez S, Fernandez-Llamazares CM, Herranz-Alonso A et al. [Smart infusion pumps: lights and shadows of an emerging technology]. *Med Clin (Barc)*. 2011; 137: 361-5.
5. Medicamentos GdtBpeud. Buenas prácticas en preparación y administración de la medicación del paciente. Dispositivos electrónicos de administración de medicamentos. In: Sanidad JdACd, ed.
6. Leape LL, Bates DW, Cullen DJ, et al. Systems analysis of adverse drug events. ADE Prevention Study Group. *JAMA*. 1995; 274: 35-43.
7. Preventing Medication Errors: Quality Chasm Series: The National Academies Press, 2007.
8. Westbrook JI, Rob MI, Woods A et al. Errors in the administration of intravenous medications in hospital and the role of correct procedures and nurse experience. *BMJ Qual Saf*. 2011; 20: 1027-34.
9. Phillips J, Beam S, Brinker A et al. Retrospective analysis of mortalities associated with medication errors. *Am J Health Syst Pharm*. 2001; 58: 1835-41.
10. Trbovich PL, Jeon J, Easty A. Smart medication delivery systems: Infusion Pumps. In: group Hhf, ed. Toronto: University Health Network, 2009.
11. Wood JL, Burnette JS. Enhancing patient safety with intelligent intravenous infusion devices: experience in a specialty cardiac hospital. *Heart Lung*. 2012; 41: 173-6.
12. Adachi W, Lodolce AE. Use of failure mode and effects analysis in improving the safety of i.v. drug administration. *Am J Health Syst Pharm*. 2005; 62: 917-20.
13. Cassano A. IV Medication Safety Software Implementation in a Multihospital Health System. *Hospital Pharmacy*. 2006; 41: 151-6.
14. Fanikos J, Fiumara K, Baroletti S et al. Impact of smart infusion technology on administration of anticoagulants (unfractionated Heparin, Argatroban, Lepirudin, and Bivalirudin). *Am J Cardiol*. 2007; 99: 1002-5.
15. Larsen GY, Parker HB, Cash J et al. Standard drug concentrations and smart-pump technology reduce continuous-medication-infusion errors in pediatric patients. *Pediatrics*. 2005; 116: e21-5.
16. 2.0 M. MICROMEDEX® 2.0 (Healthcare Series): Truven Health Analytics, 2013.
17. Harding AD, Connolly MW, Wilkerson TO. Nurses' risk without using smart pumps. *JONAS Healthc Law Ethics Regul*. 2011; 13: 17-20.
18. Torres IA. Implementación de una tecnología de bombas de infusión inteligentes. Una estrategia para mejorar la seguridad en el manejo de la terapia intravenosa del paciente en estado crítico. In: enfermería Rd, ed. Bogotá, Colombia, 2011.
19. Manrique-Rodriguez S, Sanchez-Galindo A, Fernandez-Llamazares CM et al. Smart pump alerts: all that glitters is not gold. *Int J Med Inform*. 2012; 81: 344-50.
20. Kirkbride G, Vermace B. Smart pumps: implications for nurse leaders. *Nurs Adm. Q* 2011; 35: 110-8.
21. Breland BD. Continuous quality improvement using intelligent infusion pump data analysis. *Am J Health Syst Pharm*. 2010; 67: 1446-55.
22. Gavrilloff C. A performance improvement plan to increase nurse adherence to use of medication safety software. *J Pediatr Nurs*. 2012; 27: 375-82.
23. Bowcutt M, Rosenkoetter MM, Chernecky CC, et al. Implementation of an intravenous medication infusion pump system: implications for nursing. *J Nurs Manag*. 2008; 16: 188-97.
24. Rosenthal K. Smart pumps help crack the safety code. *Nurs Manage*. 2004; 35: 49-51.
25. Quinn C. Smart practice: the introduction of a dose error reduction system. *British Journal of Nursing*. 2011; 20: 20-5.
26. Trbovich PL, Pinkney S, Cafazzo JA et al. The impact of traditional and smart pump infusion technology on nurse medication administration performance in a simulated inpatient unit. *Qual Saf Health Care*. 2010; 19: 430-4.