



SOCIEDAD ESPAÑOLA DE
CALIDAD ASISTENCIAL

Revista de Calidad Asistencial

www.elsevier.es/calasis



REVISIÓN

Seguridad del paciente en la administración de antibióticos: evaluación del riesgo



M. Maqueda Palau* y E. Pérez Juan

Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Universitario Son Espases, Palma de Mallorca, España

Recibido el 27 de junio de 2016; aceptado el 20 de octubre de 2016

PALABRAS CLAVE

Evaluación de riesgos;
Seguridad del
paciente;
Antibiótico;
Incompatibilidad de
medicamentos

Resumen

Objetivo: Analizar el nivel de riesgo en la preparación y administración de los antibióticos de uso frecuente en la Unidad de Cuidados Intensivos utilizando una matriz de riesgo.

Material y método: Se realizó un análisis de situación y una revisión bibliográfica en bases de datos, protocolos y guías de buenas prácticas sobre terapia intravenosa, medicamentos y vías de administración. Se llevó a cabo una selección de los antibióticos más utilizados en nuestra unidad registrados en el programa ENVIN-HELICS desde el 1 de abril al 30 de junio del 2015. Los pacientes que recibieron tratamiento antimicrobiano en este periodo fueron 257. Se evaluaron 26 antibióticos. Variables a estudio: evaluación del riesgo de cada antibiótico mediante la escala *Risk Assessment Tools*, de la *National Patient Safety Agency*, incluyendo pH, osmolaridad, tipo de catéter recomendado para su administración y compatibilidad e incompatibilidad con el resto de los antibióticos estudiados.

Resultados: El 65,3% de los antibióticos tuvieron más de 3 factores de riesgo representados con una franja amarilla, y el 34,7% entre 0 y 2 factores de riesgo (franja verde.) No hubo ningún antibiótico con 6 o más factores de riesgo (franja roja). La mayoría de los fármacos necesitaron reconstitución, dilución adicional y la utilización de parte del vial para administrar la dosis prescrita.

Conclusión: Más de la mitad de los antibióticos estudiados son de riesgo moderado, por lo que se deberían adoptar medidas para disminuirlo. La matriz de riesgo es una herramienta útil para la evaluación y detección de los puntos débiles asociados a la preparación y administración de antibióticos intravenosos.

© 2016 SECA. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: momapalau@gmail.com (M. Maqueda Palau).

KEYWORDS

Risk assessment;
Patient safety;
Antibiotic;
Drug incompatibility

Patient safety in antibiotics administration: Risk assessment**Abstract**

Objective: To determine the level of risk in the preparation and administration of antibiotics frequently used in the Intensive Care Unit using a risk matrix.

Material and method: A study was conducted using situation analysis and literature review of databases, protocols and good practice guidelines on intravenous therapy, drugs, and their administration routes. The most used antibiotics in the ICU registered in the ENVIN-HELICS program from 1 April to 30 June 2015 were selected. In this period, 257 patients received antimicrobial treatment and 26 antibiotics were evaluated. Variables studied: A risk assessment of each antibiotic using the scale Risk Assessment Tool, of the National Patient Safety Agency, as well as pH, osmolarity, type of catheter recommended for administration, and compatibility and incompatibility with other antibiotics studied.

Results: Almost two-thirds (65.3%) of antibiotics had more than 3 risk factors (represented by a yellow stripe), with the remaining 34.7% of antibiotics having between 0 and 2 risk factors (represented by a green stripe). There were no antibiotics with 6 or more risk factors (represented by a red stripe). Most drugs needed reconstitution, additional dilution, and the use of part of the vial to administer the prescribed dose.

Conclusion: More than half of the antibiotics studied had a moderate risk level; thus measures should be adopted in order to reduce it. The risk matrix is a useful tool for the assessment and detection of weaknesses associated with the preparation and administration of intravenous antibiotics.

© 2016 SECA. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La Organización Mundial de la Salud revela que uno de cada 10 pacientes experimenta un evento adverso durante su estancia hospitalaria¹. En la actualidad, la asistencia sanitaria se enfrenta al desafío de coordinar, difundir y mejorar la seguridad del paciente. En las estrategias de seguridad del paciente del Sistema Nacional de Salud para el periodo 2015-2020, adquiere una dimensión esencial la calidad asistencial, lo que implica desarrollar estrategias y habilidades para reducir el daño al paciente asociado a la asistencia sanitaria².

Toda actividad realizada por un profesional sanitario está expuesta a riesgos, que pueden influir en los resultados esperados. Riesgo es la probabilidad de que una amenaza se convierta en un daño. Un error de medicación es un fallo no intencionado en el proceso de prescripción, dispensación o administración de un medicamento bajo el control del profesional sanitario o del ciudadano que consume el medicamento². Un evento adverso es un incidente que produce daño al paciente^{2,3}. Los eventos adversos más frecuentes están relacionados con la medicación –representan el 37,4%–, y el 25,3% corresponden a las infecciones nosocomiales².

Los antibióticos son los fármacos mayormente prescritos en el ámbito hospitalario. Según el Estudio Nacional de Infección Nosocomial –ENVIN-UCI– del 2015⁴, en nuestra Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) su prescripción ha ido en aumento. Este registro fue desarrollado en el seno del Grupo de Trabajo de Enfermedades Infecciosas en el año 1994. Su objetivo es registrar las infecciones relacionadas con el uso

de dispositivos utilizados durante la estancia de los pacientes en la UCI. La recogida de datos se realiza utilizando la aplicación informática ENVIN-HELICS⁴.

La Comisión de Farmacia de los centros hospitalarios tiene la función de evaluar, seleccionar, informar y promover el uso adecuado de los antibióticos⁵. Muchos de estos medicamentos necesitan ser reconstituídos para su correcta administración fuera del Servicio de Farmacia. El personal de enfermería es el responsable de su preparación y administración, según prescripción médica. Estos procesos están expuestos a riesgos asociados; por ello, se deben aplicar los principios de gestión de riesgos para la calidad asistencial.

Desde hace años, algunos de los objetivos de la práctica enfermera son la prevención de caídas y úlceras por presión; la evaluación del riesgo se realiza utilizando escalas. ¿Por qué no utilizar una escala o matriz para evaluar el riesgo que conlleva la administración de antibióticos? Se podría incluir como una buena práctica asociada a cuidados de enfermería.

El riesgo inherente es intrínseco a toda actividad⁶. Las iniciativas de gestión de riesgos conducen a la creación de una cultura de seguridad de los pacientes. Una matriz de riesgo es una herramienta para realizar el análisis de un proceso con el fin de identificar, medir y controlar los riesgos, para prevenir posibles errores^{6,7}. Los errores en la preparación de los antibióticos pueden desencadenar fracaso del tratamiento y una mayor resistencia bacteriana⁸. Es importante hacer una evaluación de riesgos a nivel local para detectar y prevenir posibles errores asociados a la actividad diaria. El objetivo de este estudio fue analizar el nivel de riesgo en la preparación y administración de los antibióticos de uso frecuente en la UCI utilizando una matriz de riesgo.

Material y método

Estudio realizado en el Hospital Universitari Son Espases de Palma de Mallorca. La UCI dispone de 32 camas y está dividida en 4 unidades: cirugía cardiaca, coronarias, médico-quirúrgica y neurotrauma.

El periodo de recogida de datos para la selección de los antibióticos se realizó del 1 de abril al 30 de junio del 2015, mediante el registro ENVIN-HELICS. Se utilizó la aplicación informática de dicho programa, que consiste en una base de datos *Structured Query Language* ubicada en un servidor web, donde queda registrada y almacenada la información del consumo de antibióticos en UCI.

El número de pacientes ingresados en el periodo de estudio fue de 370, de los que 257 recibieron tratamiento antimicrobiano. Tras la revisión se seleccionaron y evaluaron 26 antibióticos: aciclovir, amikacina, amoxicilina, ampicilina, caspofungina, cefazolina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, ciprofloxacino, cloxacilina, colistina, cotrimoxazol, daptomicina, ertapenem, fluconazol, gentamicina, levofloxacino, linezolid, meropenem, metronidazol, micafungina, piperacilina + tazobactam, teicoplanina, tobramicina y vancomicina.

Posteriormente se realizó una revisión bibliográfica de los fármacos seleccionados durante los meses de julio-septiembre del 2015 en bases de datos, protocolos y guías de buenas prácticas en terapia intravenosa, vías de administración, compatibilidad y eventos adversos de los antibióticos. En la [tabla 1](#) se describen las fuentes de información consultadas.

Se realizó un análisis de situación de los antibióticos estudiados para detectar los puntos débiles del proceso. La evaluación del riesgo de cada fármaco se midió con la escala *Risk Assessment Tools*, de la *National Patient Safety Agency*⁷, cuyo principal objetivo era identificar y reducir riesgos en la preparación y administración de medicamentos

intravenosos para mejorar la seguridad del paciente. En la [figura 1](#) se adjunta un fragmento de la matriz de riesgo.

La escala de la *National Patient Safety Agency* evalúa 8 categorías del antibiótico y cada una se representa con un pictograma:

- Riesgo terapéutico: hay un riesgo significativo de daño al paciente si el medicamento inyectable no se utiliza según lo previsto. Está representado por un cráneo y tibias cruzadas.
- Uso de un concentrado: se requiere dilución adicional después de la reconstitución, antes de su uso; la inyección intravenosa lenta no es apropiada. Está representado por una botella de una solución concentrada.
- Cálculo complejo: cualquier cálculo con más de un paso requerido para la preparación y/o administración. Por ejemplo, microgramos/kilo/hora, conversión de unidades de dosis como concentraciones (%) de un fármaco en miligramos. Está representado por una calculadora.
- Método complejo: están implicadas más de 5 manipulaciones no táctiles u otras etapas que incluyen la transferencia de jeringa a jeringa, el uso de un filtro. Se representa con una cadena que muestra varios eslabones.
- Reconstitución: el fármaco está distribuido en forma de polvo dentro de un vial. Este polvo seco debe ser reconstituido con un diluyente. Se representa con un líquido que se inyecta en un vial.
- Utilización de una parte del vial o más de un vial: para conseguir la dosis prescrita se necesita una parte del vial o ampolla, o es necesario utilizar más de un vial. Por ejemplo, se requieren 5 ml de un vial de 10 ml, o se requieren 4 ampollas de 5 ml para una dosis única. Se representa con 2 viales, el primero lleno y el segundo hasta la mitad.
- Uso de bombas de infusión: las bombas volumétricas o de jeringas requieren algún elemento de cálculo, por lo

Tabla 1 Fuentes de información consultadas

Bases de datos consultadas	Acceso enlaces Web
Agencia Europea de Medicamentos (EMA)	http://www.ema.europa.eu/ema/
Stabilis 4.0	http://www.stabilis.org/
Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS)	https://www.aemps.gob.es/
Trissel's on line	http://www.wolterskluwer CDI.com/drug-reference/apps/iv-compatibility/ (requiere password)
Micromedex	http://www.thomsonhc.com (requiere password)
Martindale	http://www.imedicinas.com/
Guías de práctica clínica, protocolos consultados	
Gray et al. ⁶	
Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad ⁹	
Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Terapia Intravenosa con Dispositivos no Permanentes en Adultos ¹⁰	
Puigvetós F. Guía de administración de fármacos vía parenteral para personal sanitario. Palma de Mallorca: Servicio de Farmacia del Hospital Son Dureta; 1995	
Guía para el manejo antibiótico parenteral. 1.ª ed. Palma de Mallorca: Hospital Son Llàtzer; 2012	
Carrero MC, García-Velasco S, Triguero N, Cita J, Castellano B. Actualización enfermera en accesos vasculares y terapia intravenosa. Madrid: Difusión Avances de Enfermería; 2008	
Guillamón I, López MJ, Murillo MT. Guía de protocolos de terapia intravenosa. 1.ª ed. Valencia: CECOVA; 2004.	
Blázquez R, Fernández RE, Lázaro C, López T, López J, Roldán V, et al. Protocolo de canalización, mantenimiento y uso de la vía venosa central de acceso periférico. Albacete: Complejo Hospitalario Universitario de Albacete, SESCOVA; 2015.	

Antibióticos	Riesgo terapéutico	Concentrado	Cálculo complejo	Método complejo	Reconstitución	Utilizar parte vial	Uso bombas infusión	Dispositivos no estándar	Num total de riesgo	Nivel de riesgo 0-2 verde (bajo) 3-5 amarillo (moderado) 6 rojo (alto)	Medidas para disminuir el riesgo
Metronidazol 5mg/ml						1			1		Utilizar jeringas ajustadas al volumen
Micafungina 50mg	1	1			1	1		1	5		Proteger la bolsa de la luz No agitar Inyección lenta Utilizar jeringas ajustadas al volumen
Linezolid 600mg									0		

Figura 1 Matriz de riesgo utilizada para la evaluación de la administración de antibióticos.

tanto, tienen un potencial riesgo de error. Está representado por una bomba de jeringa.









- Utilización de dispositivos no estándar: aquellos que necesitan medidas extraordinarias para su administración, como proteger de la luz, equipos de baja adsorción, utilización de filtros, etc. Se representa con una clavija cuadrada en un agujero redondo; indica producto de naturaleza no estándar.

En la [tabla 2](#) se representan las 8 categorías con sus correspondientes pictogramas.

La suma de las categorías evaluadas indica el nivel de riesgo asociado a cada antibiótico. Para facilitar su lectura e interpretación se utilizó un sistema de semáforo, donde cada color equivalía a un nivel de riesgo:

- Rojo: el antibiótico tiene 6 o más factores de riesgo, equivale a un fármaco de alto riesgo. Se requieren estrategias de reducción de riesgos.

Tabla 2 Representación de las 8 categorías y su correspondiente pictograma

	Riesgo terapéutico
	Uso concentrado
	Cálculo complejo
	Método complejo
	Reconstitución
	Utilización de parte del vial
	Uso de bombas de infusión
	Utilización de dispositivos no estándar

- Amarillo: de 3 a 5 factores, riesgo moderado. Se recomiendan estrategias de reducción de riesgos.

Verde: de 0 a 2 factores, menor riesgo. Se deben considerar estrategias de reducción de riesgos.

Otras variables a estudio fueron: pH, osmolaridad, tipo de catéter recomendado para su administración y compatibilidad e incompatibilidad de los fármacos estudiados. Se contactó con los laboratorios fabricantes de los fármacos estudiados de los que no se había podido conocer su osmolaridad y/o pH.

Resultados

El 69,4% de los pacientes ingresados en la UCI durante el periodo de recogida de datos recibieron tratamiento antimicrobiano. Se elaboró una tabla con la evaluación del riesgo de cada antibiótico, el pH y la osmolaridad. El 65,3% de los antibióticos tuvieron más de 3 factores de riesgo, representados con una franja amarilla, y el 34,7% entre 0 y 2 factores de riesgo, representados con una franja verde. No hubo ningún antibiótico con 6 o más factores de riesgo, es decir, con franja roja ([tabla 3](#)).

Para la preparación de los 26 antibióticos evaluados, el 73% necesitaron ser reconstituidos, el 80%, dilución adicional, y el 77%, utilización de parte del vial para la administración de la dosis prescrita. El 34,6% de los antibióticos administrados tuvieron riesgo de producir daño al paciente en caso de no ser utilizados según las recomendaciones de la ficha técnica.

En la [tabla 4](#) se especifica la compatibilidad e incompatibilidad de antibióticos administrados en «Y», así como el tipo de catéter recomendado para su correcta administración. El 58% de los antibióticos estudiados deberían administrarse mediante un catéter venoso central.

Discusión

En el último año ha aumentado el consumo de antimicrobianos en nuestra UCI. Los antibióticos no están incluidos entre los fármacos de alto riesgo, la cotidianidad del proceso hace

Tabla 3 Factores de riesgo relacionados con la administración y la preparación de antibióticos, osmolaridad y pH









									Nivel de riesgo	pH	Osmolaridad, mOsm/L
Aciclovir 250 mg		X			X	X			3	10,7-11,7	319
Amikacina 100 mg, 500 mg	X	X				X			3	4,5	349
Amoxicilina 1 g/200 mg, 500 mg/50 mg		X			X	X			3	8,0-10,0	323-343
Ampicilina 500 mg		X			X				2	8,0-10,0	620
Caspofungina 50 mg,70 mg	X	X			X				3	5,0-7,0	No consta
Cefazolina 1 g		X			X				2	4,0-6,0	270-330
Cefotaxima 500 mg, 1 g, 2 g		X			X	X			3	4,5-5,5	654
Ceftazidima 250 mg, 500 mg, 1 g, 2 g		X			X	X			3	4,0-6,0	270-330
Ceftriaxona 500 mg		X			X	X			3	6,0-8,0	345
Ciprofloxacino 2 mg/ml						X			1	3,5-4,6	260-290
Cloxacilina 1 g		X			X				2	5,0-7,0	186
Colistina 1 MUI		X			X	X			3	6,5-8,5	No consta
Cotrimoxazol 800mg + 160 mg	X	X			X	X			4	10,0	541
Daptomicina 5 mg, 10 mg, 20 mg	X	X			X	X			4	4,0-5,0	289-310
Ertapenem 1 g		X			X				2	7,0-8,0	No consta
Fluconazol 2 mg/ml						X			1	4,0-7,0	275-315
Gentamicina 40 mg, 80 mg, 240 mg	X	X				X			3	3,5-5,5	280-290
Levofloxacino 500 mg	X					X			2	4,8	300
Linezolid 600 mg									0	4,4-5,2	290
Meropenem 1 g		X			X	X			3	7,3-8,3	320-360
Metronidazol 5 mg/ml						X			1	5,5-7,5	320
Micafungina 50 mg, 100 mg	X	X			X	X		X	5	5,0-7,0	286
Piperacilina-tazobactam 4 g		X			X	X			3	5,0-7,0	439
Teicoplanina 200 mg, 400 mg		X			X	X			3	7,2-7,8	No consta
Tobramicina 1 mg/ml	X	X			X	X			4	3,0-6,5	287
Vancomicina 500 mg, 1 g	X	X			X	X			4	2,5-4,5	291

Tabla 4 Compatibilidad e incompatibilidad de antibióticos administrados en «Y»

	Compatibilidad en «Y»	Catéter recomendado	Incompatibilidad
Aciclovir	Amikacina, ampicilina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cotrimoxazol, fluconazol, metronidazol, vancomicina	CVC	Caspofungina, gentamicina, levofloxacino, meropenem, piperacilina-tazobactam
Amikacina	Aciclovir, clindamicina, ciprofloxacino, fluconazol, metronidazol, vancomicina	CVC-CVP	Ampicilina, amoxicilina-clavulánico, cefazolina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cefuroxima, cloxacilina, gentamicina, piperacilina-tazobactam, teicoplanina, tobramicina
Amoxicilina	Metronidazol	CVC	Amikacina, ciprofloxacino, gentamicina, tobramicina, suero glucosado
Ampicilina	Aciclovir, metronidazol, vancomicina	CVC	Amikacina, caspofungina, ciprofloxacino, fluconazol, gentamicina, tobramicina, vancomicina
Caspofungina	No consta	CVP	Aciclovir, ampicilina, ceftazidima, ceftriaxona, cotrimoxazol, ertapenem, piperacilina-tazobactam, suero glucosado
Cefazolina	Aciclovir, ceftazidima, clindamicina, fluconazol, metronidazol, linezolid	CVC-CVP	Amikacina, caspofungina, gentamicina, vancomicina
Cefotaxima	Aciclovir, clindamicina, metronidazol	CVC	Amikacina, fluconazol, gentamicina, tobramicina, vancomicina
Ceftazidima	Aciclovir	CVC	Amikacina, fluconazol, gentamicina, tobramicina, vancomicina
Ceftriaxona	Aciclovir, amikacina, clindamicina, daptomicina, metronidazol	CVP	Amikacina, caspofungina, fluconazol, gentamicina, linezolid, metronidazol, tobramicina, vancomicina
Ciprofloxacino	Amikacina, fluconazol, gentamicina, linezolid, metronidazol, tobramicina	CVC	Amoxicilina, ampicilina, ceftazidima, clindamicina, cloxacilina, meropenem, metronidazol, piperacilina-tazobactam, teicoplanina
Cloxacilina	Caspofungina, cefazolina, cefotaxima, ceftazidima, fluconazol, levofloxacino, meropenem	CVP	Amikacina, ciprofloxacino, cotrimoxazol, gentamicina, piperacilina-tazobactam, tobramicina, vancomicina
Colistina	Amikacina	CVP	No consta
Cotrimoxazol	Aciclovir, piperacilina-tazobactam	CVC	Caspofungina, cloxacilina, fluconazol, linezolid
Daptomicina	Ceftazidima, ceftriaxona, fluconazol, gentamicina, levofloxacino	CVC	Suero glucosado
Ertapenem	No consta	CVP	Caspofungina, suero glucosado
Fluconazol	Aciclovir, amikacina, ciprofloxacino, daptomicina, gentamicina, linezolid, meropenem, metronidazol, piperacilina-tazobactam, tobramicina, vancomicina	CVC	Ampicilina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cotrimoxazol
Gentamicina	Clindamicina, ciprofloxacino, daptomicina, fluconazol, levofloxacino, linezolid	CVC	Aciclovir, amoxicilina, ampicilina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cefazolina, cloxacilina, piperacilina-tazobactam, teicoplanina

Tabla 4 (continuación)

	Compatibilidad en «Y»	Catéter recomendado	Incompatibilidad
Levofloxacin	Amikacin, daptomicina, linezolid, metronidazol, vancomicina	CVC	Aciclovir, micafungina
Linezolid	Aciclovir, ceftazidima, ciprofloxacino, fluconazol, gentamicina, levofloxacin, meropenem, metronidazol, piperacilina, tobramicina, vancomicina	CVC	Ceftriaxona, cotrimoxazol
Meropenem	Fluconazol, gentamicina, vancomicina	CVP	Aciclovir, ciprofloxacino
Metronidazol	Aciclovir, ampicilina, cefazolina, cefepima, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cefuroxima, ciprofloxacino, fluconazol, levofloxacin, linezolid, piperacilina	CVP	Ceftriaxona, ciprofloxacino, suero glucosado al 10%
Micafungina	No consta	CVP	Levofloxacin
Piperacilina-tazobactam	No consta	CVP	Aciclovir, amikacina, caspofungina, ciprofloxacino, gentamicina, tobramicina, vancomicina
Teicoplanina	No consta	CVP	Amikacina, ceftazidima, ciprofloxacino, gentamicina, tobramicina
Tobramicina	Aciclovir, ceftazidima, clindamicina, ciprofloxacino, fluconazol, linezolid, metronidazol	CVC	Amoxicilina-clavulánico, ceftriaxona, cloxaciclina, piperacilina-tazobactam, teicoplanina
Vancomicina	Aciclovir, amikacina, ceftazidima, fluconazol, levofloxacin, linezolid, meropenem	CVC	Ampicilina, cefazolina, cefotaxima, ceftazidima, ceftriaxona, cefuroxima, cloxaciclina, piperacilina

CVC: catéter venoso central; CVP: catéter venoso periférico.

que se perciba como una actividad con escasa peligrosidad para el paciente. Por ello, decidimos utilizar la escala de la *National Patient Safety Agency* para analizar la situación en nuestro entorno^{7,9-12}.

La utilización de medicamentos incluye la participación de diferentes profesionales sanitarios; los médicos prescriben, los farmacéuticos validan y dispensan la medicación, y los profesionales de enfermería preparan, administran y controlan los efectos de los fármacos. Los profesionales de enfermería debemos garantizar la seguridad en este último eslabón de la cadena terapéutica.

La preparación de medicamentos incluye todos aquellos procedimientos necesarios para adaptar los fármacos a las necesidades del paciente, como individualización de la dosis, reconstitución, dilución o identificación¹³. La matriz de riesgo utilizada en este estudio evaluó la mayoría de estos procedimientos.

Observamos que 9 de los antibióticos estudiados pueden presentar un riesgo significativo de daño al paciente si no se utilizan según lo previsto. Al ser fármacos de uso generalizado y no estar catalogados como medicamentos de alto riesgo, debemos ser conscientes de los posibles eventos que pueden generar. Es necesario capacitar en habilidades, tanto técnicas como no técnicas, a todos los integrantes que forman parte del proceso de manejo de la medicación^{2,9,14}.

En la [tabla 3](#) observamos que la mayoría de los antibióticos preparados necesitan reconstitución y dilución adicional. Nuestros resultados fueron similares a los de la matriz de riesgo realizada por Gray et al.⁶. La guía de buenas prácticas de preparación de medicamentos para una práctica segura en la reconstitución de fármacos recomienda realizar la medida exacta de los volúmenes de la solución de reconstitución y de la solución inyectable a dosificar, utilizando la jeringa con el volumen más próximo al necesario, para asegurar una mayor precisión en la medida⁹. En nuestra UCI, generalmente la administración de los antibióticos se realiza previa dilución. Alguna bibliografía recomienda su administración en bolo, por considerarse menos flebítica, puesto que al aumentar la velocidad de infusión de las soluciones irritantes se reduce el tiempo de contacto con el endotelio vascular y, por consiguiente, se disminuye el riesgo de flebitis¹⁵.

Algunos de los antibióticos evaluados, como cefotaxima, ceftriaxona, colistina, meropenem y piperacilina-tazobactam, precisan cálculo y ajuste de dosis en función del peso y de la función renal o hepática, lo que obliga a utilizar parte del vial para conseguir la dosis prescrita. No coincidimos con la bibliografía¹², pues se describen como fármacos de bajo riesgo, obteniendo puntuaciones de 2; en nuestro estudio obtuvieron una puntuación de 3, considerándose de

riesgo moderado. Una revisión sistemática notificó que los errores de cálculo en el proceso de preparación fueron del 28,5%¹⁶.

En un análisis de causa-raíz de un evento adverso en el que se administró una dosis muy superior de fármaco a la recomendada, se detectó falta de estandarización en la prescripción, ausencia de chequeo de la orden médica para comprobar la posología y desconocimiento de la posología por parte del personal de enfermería encargado de administrarlo⁹. Como estrategia para disminuir posibles eventos adversos, la bibliografía recomienda reforzar las normas de prescripción, tener un documento con las posologías de los fármacos utilizados en la unidad, establecer un procedimiento que exija la comprobación de la dosis antes de la administración y usar técnicas de doble chequeo^{8,9}.

La probabilidad de que suceda un evento adverso es proporcional al número de manipulaciones del fármaco^{7,9-12}. La mayoría de los antibióticos intravenosos de que disponemos no están listos para su administración; no hemos encontrado ningún antibiótico que precisara más de 5 manipulaciones. Según Martín de Rosales et al.¹³, la manipulación durante la preparación es una de las fuentes de contaminación del producto, deberían utilizarse matrices de riesgo para preparados estériles en los centros sanitarios.

Dada la gran variabilidad en la estabilidad de los fármacos una vez reconstituidos, Giron Camerini et al.¹⁷ recomiendan que las preparaciones se realicen inmediatamente antes de la administración para minimizar la posibilidad de errores y la posible reducción del efecto terapéutico. Otero¹⁸ recomienda racionalizar la oferta de productos y estandarizar la dosificación. En la actualidad, los laboratorios realizan diferentes presentaciones para facilitar el proceso, sin embargo, no siempre están disponibles en las salas de preparación de medicamentos de enfermería. La mayoría de los antibióticos son preparaciones extemporáneas, deben prepararse de forma individualizada, adaptándose a la enfermedad del paciente⁹.

En nuestra práctica diaria no utilizamos habitualmente bombas de jeringa para administrar los antibióticos evaluados. En cambio, en la matriz de riesgo de Gray, fluconazol y micafungina son fármacos que se administran con dichos dispositivos, confiriéndoles un riesgo más elevado. La micafungina es considerada de alto riesgo, mientras que en nuestro estudio obtuvo un riesgo moderado⁶.

La bibliografía demuestra que las perfusiones con una osmolaridad o pH muy divergentes a los sanguíneos causan daño en el endotelio vascular. Se recomienda que para reducir complicaciones vasculares, las infusiones con pH fuera del rango entre 5-9 o con una osmolaridad > 600 mmOsm/L y medicación irritante o vesicante se administren por venas de gran caudal^{10,15,19}. Los fármacos estudiados, mayoritariamente tuvieron osmolaridades inferiores a 450 mOsm/L.

El pH del fármaco puede variar según la presentación farmacéutica y el laboratorio fabricante. Los pH de amoxicilina, cefotaxima y ceftazidima disponibles en nuestra unidad tuvieron unos valores diferentes a los encontrados en la bibliografía, lo que puede condicionar su administración por catéter venoso periférico o central. Los antibióticos con pH bajo aumentan la incidencia de flebitis química²⁰. Existen fármacos que a pesar de ser isotónicos y con pH neutro son capaces de producir un efecto tóxico en las células endoteliales, como el meropenem. Gorski et al.²¹ exponen que el

pH por sí solo no es una indicación para la colocación de un catéter venoso central, deben existir más factores, como la osmolaridad, el ritmo de administración y el flujo de sangre.

La administración de fármacos supone un reto para la enfermera de cuidados intensivos. Los medicamentos inyectables son los fármacos implicados con más frecuencia en los errores de medicación¹³. La pluripatología del paciente crítico hace que el tratamiento farmacológico sea muy amplio y se deban administrar simultáneamente antibióticos bajo prescripción horaria similar. Por ello, hay que tener en cuenta posibles riesgos asociados a la administración, como la incompatibilidad entre fármacos. Al revisar la compatibilidad de los antibióticos administrados en «Y» utilizados en nuestra UCI, se encontraron discrepancias en la bibliografía consultada con respecto a la compatibilidad de gentamicina y aciclovir, amikacina y cefazolina, y amikacina y cloxacilina, apareciendo como compatibles e incompatibles en diferentes bases de datos²².

En las estrategias de seguridad del paciente para el uso seguro del medicamento, recomiendan hacer el análisis y la gestión de los errores de medicación detectados por los profesionales sanitarios en el curso de su actividad para facilitar el intercambio de experiencias y la transferencia de lo aprendido con el fin de que tales errores no vuelvan a ocurrir¹. Es importante instaurar estrategias de buenas prácticas y crear una cultura de seguridad. La formación del personal es uno de los pilares fundamentales de la calidad en la preparación y administración de fármacos²³. El personal de enfermería tiene un papel proactivo en la correcta gestión antibiótica.

Limitaciones del estudio: uno de los errores de preparación más recurrentes en la bibliografía es la ausencia de desinfección de los viales^{9,13,14}; en próximos estudios sería interesante aplicar una matriz de riesgo para preparaciones estériles en las salas de preparación de medicación de las UCI.

Como conclusiones, creemos que la matriz de riesgo es una herramienta útil para analizar y detectar los puntos débiles asociados a la preparación y administración de antibióticos intravenosos. Más de la mitad de los antibióticos utilizados en la práctica son de riesgo moderado, por lo que se deberían adoptarse medidas para disminuirlo. La puntuación de riesgo de los antibióticos puede variar dependiendo de la prescripción, la presentación, la preparación y la administración. Actuar de forma segura debe convertirse en un hábito para todo el equipo multidisciplinar implicado en la cadena terapéutica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. World Health Organization. World Alliance for Patient Safety. Forward Programme 2005. Geneva: World Health Organization; 2004 [consultado 24 Sep 2015]. Disponible en: http://www.who.int/patientsafety/en/brochure_final.pdf
2. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Estrategia de Seguridad del Paciente del Sistema Nacional de Salud. Período 2015-2020 [consultado 26 Sep 2015]. Disponible en: <http://www.seguridaddelpaciente.es/resources/documentos/>

- 2015/Estrategia%20Seguridad%20del%20Paciente%202015-2020.pdf
3. Zárate Grajales R, Olvera Arreola S, Hernández Cantoral A, Hernández Corral S, Sánchez-Angeles S, Valdez Labastida R, et al. Factores relacionados con eventos adversos reportados por enfermería en unidades de cuidados intensivos. Proyecto multicéntrico. *Enferm Universitaria*. 2015;12:63–72.
 4. Sociedad Española de Medicina Intensiva Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). Grupo de Trabajo de Enfermedades Infecciosas. Estudio Nacional de Vigilancia de Infección Nosocomial en Servicios de Medicina Intensiva (ENVINHELICS). Informe preliminar ENVIN-UCI HUSE 2015. Disponible en: <http://semicyuc.org/temas/investigacion/registros/envin>
 5. Gaspar Carreño G, Torrico Martín F, Novajarque Sala L, Batista Cruz M, Ribeiro Gonçalves P, Porta Oltra B, et al. Medicamentos de Administración Parenteral: Recomendaciones de preparación, administración y estabilidad. *Farm Hosp*. 2014;38:461–7.
 6. Gray A, Wright J, Goodey V, Bruce L. *Injectable Drugs Guide*. London, UK: Pharmaceutical Press; 2011.
 7. Promoting safer use injectable medicines. Alert 20. National Patient Safety Agency. 28 March 2007 [consultado 24 Sep 2015]. Disponible en: www.npsa.nhs.uk/health/alerts
 8. Garjón Parra J, Gorriño Mendiivil J. Seguridad del paciente: cuidado con los errores de medicación. *BIT*. 2010;18:31–46.
 9. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Guía de buenas prácticas de preparación de medicamentos en servicios de farmacia hospitalaria. Junio 2014 [consultado 3 Oct 2015]. Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/profesionales/farmacia/pdf/GuiaBPP3.pdf>
 10. Grupo de trabajo de la Guía de Práctica Clínica sobre Terapia Intravenosa con Dispositivos no Permanentes en Adultos. Guía de Práctica Clínica sobre Terapia Intravenosa con Dispositivos no Permanentes en Adultos. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía (AETSA); 2014. Guías de Práctica Clínica en el SNS [consultado 15 Ago 2015]. Disponible en: http://www.guiasalud.es/GPC/GPC.541_Terapia_intravenosa.AETSA_compl.pdf
 11. Luengas Amaya S. Seguridad del paciente: conceptos y análisis de eventos adversos. *viaSalud*. 2009;48:6–20.
 12. AMN Healthcare Education Services. What's your line: An overview of central venous access devices & infusates. October 2013 [consultado 15 Ago 2015]. Disponible en: http://lms.rn.com/getpdf.php/1949.pdf?Main_Session=5b163fcb75e47516fe5eb633bfcca724
 13. Martín de Rosales AM, López C, Pernía MS, Dávila C, Vila MN, Alonso JM, et al. Recomendaciones para la preparación de medicamentos estériles en las unidades de enfermería. *Farm Hosp*. 2014;38:57–64.
 14. Soares Rodrigues MC, Castro Oliveira L. Errores en la administración de los antibióticos en unidad de cuidados intensivos de hospital de enseñanza. *Rev Eletr Enf [Internet]*. 2010;12:511–9. Disponible en: https://www.fen.ufg.br/fen_revista/v12/n3/v12n3a14.htm
 15. Stranz M. The implications of osmolality, osmolarity and pH in infusion therapy. *INS Annual Conference*. 2005:1–5.
 16. Keers RN, Williams SD, Cooke J, Ashcroft DM. Causes of medication administration errors in hospitals: A systematic review of quantitative and qualitative evidence. *Drug Saf*. 2013;36:1437–59.
 17. Giron Camerini F, Paiva Colcher A, Santos Moraes D, Lemos de Souza D, Rodrigues de Vasconcelos S, Oliveira Neves R. Fatores de risco para ocorrência de erro no preparo de medicamentos endovenosos: uma revisão integrativa. *Cogitare Enferm*. 2014;19:392–8.
 18. Otero MJ. Prácticas para mejorar la seguridad de los medicamentos de alto riesgo. Plan de Calidad para el sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Consumo del Gobierno de España. Diciembre 2007 [consultado 15 Ago 2015]. Disponible en: http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/practicas_seguras_medicamentos_alto_riesgo.pdf
 19. Gazitua R, Wilson K, Bistran BR, Blackburn GL. Factors determining peripheral vein tolerance to amino acid infusions. *Arch Surg*. 1979;114:897–900.
 20. Macklin D. Phlebitis: A painful complication of peripheral IV catheterization that may be prevented. *Am J Nurs*. 2003;103:55–60.
 21. Gorski LA, Hagle ME, Bierman S. Intermittently delivered IV medication and pH: Reevaluating the evidence. *J Infus Nurs*. 2015;38:27–46.
 22. Sullivan T, Forest JM, Leclair G. Compatibility of cloxaciline sodium with selected intravenous drugs during simulated Y-site administration. *Hosp Pharm*. 2015;50:214–20.
 23. Buchanan EC, Schneider PJ, editors. *The ASHP Discussion Guide on USP Chapter <797>. Compounding Sterile Preparations*. Bethesda, Maryland: American Society of Health-System Pharmacists; 2008 [consultado 12 Oct 2015]. Disponible en: <http://www.ashp.org/doctrinary/policy/compounding/discguide797-2008.pdf>