

# Errores de medicación en la Unidad de Cuidados Intensivos

Nicole Salazar L.<sup>(1)</sup>, Lorena Rojas A.<sup>(2)</sup>, Marcela Jirón A.<sup>(2)</sup>, Carlos Romero P.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Unidad de Pacientes Críticos, Depto. de Medicina, HCUCH.

<sup>(2)</sup>Depto. de Ciencias y Tecnologías Farmacéuticas, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile.

## SUMMARY

The safety and quality care are two attributes of the health care that are closely related. The critically ill patients are vulnerable to medical errors, and may experience preventable adverse events, often associated with drugs. The errors in the medication use process may occur at any stage, it is ordering, transcription, dispensing, preparation or administration. Medication errors (ME) can occur in one third of patients hospitalized in an ICU and have the potential to cause permanent damage to patients and longer hospital stay, with the resulting emotional and financial cost associated. Although technology can reduce the likelihood for adverse drug events, the optimal methods for implementation, integration, and evaluation in clinical practice remain unclear. In this paper we present some strategies and interventions to reduce the incidence of ME and optimize the safety and quality of care of critically ill patients.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo al reporte *To err is human* del Institute of Medicine (IOM) de 1999, entre 44.000 y 98.000 pacientes mueren cada año debido a errores clínicos en EE.UU. y al menos 7.000 de estas muertes son debido a errores de medicación (EM)<sup>(1)</sup>. A pesar de que las tasas de errores reportadas por diversos autores son muy variadas, las consecuencias generadas son las mismas: necesidad de una mayor monitorización del paciente y de tratamiento correctivo, prolongación de la estancia hospitalaria y en ocasiones, daños irreversibles o fatales<sup>(2)</sup>.

La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) presenta importantes desafíos para la seguridad del paciente, debido a la alta complejidad de las atenciones. La coexistencia de enfermos de extrema gravedad con limitadas reservas fisiológicas y alto riesgo de morir, la polifarmacia, fármacos de alto riesgo y en regímenes complejos y la prácticamente nula participación del paciente en su proceso de medicación. Todos estos factores predisponen a que en estas unidades, por sobre otras, existan mayores oportunidades para la ocurrencia de errores<sup>(3-8)</sup>. Al mismo tiempo, los pacientes críticos exhiben desafíos farmacológicos únicos, ya que presentan disfunciones orgánicas que ocasionan cambios

farmacodinámicos y farmacocinéticos que pueden afectar la absorción, distribución, metabolismo y eliminación de los fármacos<sup>(9)</sup>.

Los pacientes críticos experimentan en promedio 1,7 errores por día y casi todos sufren un error potencialmente perjudicial en su estadía. Se ha descrito que los EM representan el 78% de los errores médicos de gravedad en la UCI<sup>(10)</sup>. En este artículo de revisión presentamos algunas de las estrategias e intervenciones para reducir la incidencia de EM y optimizar la seguridad y calidad de la atención de los pacientes críticos.

## DEFINICIONES Y ANTECEDENTES

La Joint Commission on Accreditation of Health Care Organizations (JCHCO) define al sistema de uso de medicamentos como el conjunto de procesos interrelacionados cuyo objetivo común es la utilización de fármacos en forma segura, efectiva, apropiada y eficiente<sup>(11)</sup>.

Proveer a un paciente hospitalizado una dosis única de un sólo medicamento implica la correcta ejecución de entre 80 a 200 pasos, contenidos en cinco grandes etapas: prescripción, dispensación, transcripción, preparación y administración<sup>(12)</sup>. Un EM podría generarse en cualquier punto de este proceso sobre todo por la cantidad de pasos a realizar en cada una de las etapas y por la diversidad de personas involucradas en ellas, las cuales pueden tener diferente grado de experticia y entrenamiento<sup>(13)</sup>; sin embargo, mientras más temprano se produzca el error, más fácilmente puede ser interceptado<sup>(10)</sup>.

Según la National Coordinating Council of Medication Error Reporting and Prevention (NCC MERP), un EM es cualquier incidente prevenible que puede causar daño al paciente o dar lugar a una utilización inapropiada de los medicamentos, mientras la medicación esté bajo control del per-

sonal sanitario, paciente o consumidor<sup>(14)</sup>. Existen grandes diferencias en las incidencias de EM reportadas en la literatura, las cuales pueden ser explicadas principalmente por los diferentes métodos para cuantificar y clasificar los EM, sumado a que los trabajos publicados han evaluado distintas etapas del proceso de medicación<sup>(10,15,16)</sup>. Entre los métodos más utilizados para cuantificar EM podemos destacar la notificación voluntaria, revisión de historias clínicas, monitorización automatizada de señales alerta (indicadores centinela) y la observación directa<sup>(11,17,18)</sup>. Cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas, pero se ha reportado que la observación directa tendría una mayor precisión en cuanto al número real de EM identificados<sup>(19)</sup>.

En el proceso de uso de la medicación, la administración y prescripción son las etapas más vulnerables al error con una probabilidad del 53% y 17%, respectivamente. Ello ocurre principalmente por dosis incorrecta (27%), utilización de una técnica incorrecta (14%) o por medicamento equivocado (12%)<sup>(2)</sup>. Las siguientes etapas en frecuencia son la preparación (14%) y transcripción (11%)<sup>(10)</sup>. Según diferentes estudios las etiologías de los EM son variadas, aunque se sabe que influye la carencia de conocimientos sobre el manejo de medicamentos, prescripciones verbales o escritas en forma ilegible o incompleta, falta de capacitación del personal, ausencia de estandarización de los protocolos de preparación y administración de fármacos, no contar con un farmacéutico en la unidad, carencia de programas de detección y prevención de errores, entre otros<sup>(2)</sup>.

Los medicamentos mayormente implicados en EM según grupo terapéutico son las drogas vasoactivas (33%), los sedoanalgésicos (26%), los anticoagulantes (11-20%) y los antimicrobianos (13%)<sup>(7,20)</sup>, posiblemente por la frecuencia de uso en la UCI y por tratarse de medicamentos con protocolos de administración que requieren de personal calificado.

Generar conciencia sobre la importancia de detectar y prevenir EM es imprescindible, puesto que son una importante causa de morbimortalidad en los pacientes. Las lesiones generadas por este tipo de errores son conocidas como eventos adversos de medicamentos (EAM) de tipo prevenibles. La proporción de EM que resulta en EAM oscila entre el 0,6% y 29% en la UCI pediátrica y médico/coronaria respectivamente<sup>(7)</sup>. Se ha reportado que un 19% de los EM en UCI son potencialmente peligrosos para la vida y que un 42% tiene la suficiente importancia clínica para justificar otros tratamientos de soporte vital. Sin embargo, los EM no sólo implican un perjuicio para el paciente, que eventualmente podría no recuperar su estado premórbido, sino que traen consigo un costo asociado en términos económicos, emocionales y sociales<sup>(10)</sup>.

La UCI constituye menos del 10% de las camas hospitalarias en EEUU; sin embargo, representa casi un tercio de los gastos totales de hospitalización<sup>(21)</sup>. Según la literatura presentar un EAM implica una estancia adicional de 2,3 días-UCI<sup>(22)</sup>, cifra que aumenta a 4,8 días-UCI cuando los medicamentos involucrados en el error son administrados por vía endovenosa<sup>(23)</sup>. Considerando que el día-UCI tiene un costo promedio de US\$ 3.200<sup>(24)</sup>, prevenir los EAM no sólo puede proteger la integridad de los pacientes, sino que también permite optimizar los recursos y mejorar la calidad en la atención. El impacto económico que tienen los EM se ha estimado en un costo promedio de US\$ 9.000 por error, cifra que si se multiplica por la totalidad de los EM que ocurren en una UCI, alcanza niveles alarmantes<sup>(7)</sup>. Consecuentemente los centros asistenciales se beneficiarían de estrategias que contribuyan a disminuir la ocurrencia de estos eventos.

Existen diversas condiciones propias del ambiente sanitario que favorecen la ocurrencia de EM entre las que destacan el gran avance de la tecnología, la complejidad de los procedimientos terapéuticos, la

avanzada especialización de la asistencia sanitaria y la elevada disponibilidad de fármacos de manejo complejo, todo lo cual demanda la capacitación y entrenamiento constante del personal. Aunque es cierto que “la complejidad es un fiel enemigo de la seguridad”, la existencia de una cultura profesional sanitaria que tiende a ocultar los errores, a evitar la comunicación abierta y que tiene sentido punitivo, no contribuye a la solución del problema<sup>(11)</sup>. Es necesario tener en consideración de que el ser humano es imperfecto y, por lo tanto, que los errores pueden ocurrir, incluso en las mejores organizaciones, pero que la incidencia se puede reducir considerablemente<sup>(9)</sup>. Es fundamental por consiguiente crear una cultura dentro de la UCI que promueva y estimule la implementación de medidas preventivas que ayuden a disminuir las tasas de EM, así como la necesidad de transparentar y comunicar un error, identificándolo como una oportunidad para aprender y mejorar la seguridad de los pacientes<sup>(23,24)</sup>.

## POSIBLES INTERVENCIONES

El manejo de los EM se basa en establecer medidas de prevención dirigidas a reducir la posibilidad de que los errores ocurran, detectar los que suceden antes de que lleguen al paciente o minimizar la gravedad de sus consecuencias<sup>(15)</sup>. Existen variadas intervenciones que se pueden realizar, tecnológicas y no tecnológicas, que han demostrado disminuir las tasas de EM. Entre las medidas tecnológicas destacan: a) prescripciones médicas computarizadas, b) sistemas de soporte de decisiones clínicas, c) tecnología de códigos de barra y d) bombas inteligentes de infusión de fármacos endovenosos. Por otro lado, entre las medidas no tecnológicas se encuentran: a) la incorporación de fármacos clínicos en la UCI, b) protocolización/estandarización de la medicación, c) educación y capacitación al personal sanitario y d) sistemas de reporte voluntario de errores<sup>(10,25)</sup>.

## INTERVENCIONES TECNOLÓGICAS

**Prescripciones médicas computarizadas:** la etapa de prescripción es una de las fuentes identificadas de EM. Por lo tanto, la creación de sistemas de prescripción computarizados permite a los médicos ingresar las indicaciones directamente a un computador para su procesamiento electrónico, lo cual elimina las órdenes escritas a mano y mejora la integridad y legibilidad de los pedidos. Además algunos de estos sistemas entregan recomendaciones sobre las dosis de medicamentos y comprueban posibles duplicidades. Su implementación permitiría la disminución de errores en las fases de prescripción y transcripción<sup>(10,25)</sup>. Diversos estudios han comprobado una reducción importante de EM gracias a este sistema<sup>(26-29)</sup>.

**Sistemas de soporte de decisiones clínicas:** permite mejorar la seguridad del paciente a la hora de la prescripción<sup>(27,30,31)</sup>. Es una herramienta basada en el conocimiento integrado del trabajo clínico y los datos del paciente que mejora la calidad de la atención. Generalmente se asocia a las prescripciones médicas computarizadas<sup>(10,25,32)</sup>. De esta manera puede entregar información en tiempo real sobre posibles interacciones de importancia clínica entre los medicamentos prescritos y sobre alergias de los pacientes<sup>(10,25)</sup>.

**Tecnología de códigos de barra:** es un sistema que permite asociar cierta medicación a su respectivo paciente, lo que ayuda prevenir la ocurrencia de errores fundamentalmente en las etapas de transcripción, dispensación y administración. Esta última es la más crítica, ya que no hay forma de interceptar un EM en esta fase del proceso. Varios estudios han evaluado esta tecnología, encontrando resultados favorables en términos de reducir estos tipos de EM y sus posibles consecuencias<sup>(25,33-35)</sup>.

**Bombas inteligentes de infusión de fármacos endovenosos:** el empleo de bombas de infusión

ha mejorado la precisión en la administración de fármacos en pacientes críticos; sin embargo, estos dispositivos están involucrados en 35% a 60% de los 700.000 incidentes relacionados con medicamentos que ocurren anualmente en EEUU<sup>(36)</sup>. Errores en la programación de las bombas de infusión son los que tienen la mayor probabilidad de causar daño al paciente<sup>(37)</sup>. Las bombas de infusión convencionales no alertan ni previenen en tiempo real sobre estos potenciales errores. Recientemente se ha desarrollado una nueva generación de bombas de infusión con tecnología inalámbrica denominadas “bombas de infusión inteligentes”<sup>(38)</sup>. Estas bombas de infusión inteligentes incluyen un *software* de seguridad que permite la creación de una biblioteca de fármacos, haciendo posible la protocolización de las diferentes terapias de infusión, mediante la programación de niveles de alarma con límites preestablecidos en relación a dosis de los medicamentos, unidad de dosificación, velocidad de dosificación o concentración de las drogas. Cuando los límites son sobrepasados (absolutos o relativos), el sistema genera alarmas que previenen el potencial EM. Es una herramienta que ha demostrado ayudar a disminuir los errores de administración de medicamentos endovenosos (fármacos de alto riesgo), etapa en la cual una posible interceptación del error es casi nula<sup>(10,25,39,40)</sup>.

Es importante tener en cuenta que todas estas intervenciones tienen sus limitaciones. En primera instancia, tienen asociado un costo elevado. Por otra parte, la tecnología por sí sola no logra los cambios reportados si es que los profesionales que las utilizan no están bien capacitados, por ejemplo, existe el riesgo de que las bombas de infusión se utilicen fuera del sistema de seguridad o de que las alertas del sistema de soporte de decisiones abrumen a los operadores quienes terminan por ignorarlas. Por tanto, es necesario realizar una apropiada implementación y monitorización de estas herramientas tecnológicas, pero siempre en el contexto de una cultura de la seguridad.

## INTERVENCIONES NO TECNOLÓGICAS

### **Incorporación de farmacéuticos clínicos en la UCI:**

a través de los años los farmacéuticos se han integrado en forma más directa en la evaluación y asistencia fármaco-terapéutica de los pacientes, evolución que los ha consolidado como miembros integrales del equipo de salud<sup>(41)</sup>. Son diversos los estudios que han reportado que el ingreso de un químico farmacéutico (QF) a la unidad de pacientes críticos previene errores, disminuye los costos de medicación y reduce la incidencia de efectos adversos potenciales<sup>(2,5,10,42,43)</sup>. Los QF clínicos son los profesionales con las mejores competencias para supervisar todas las etapas del proceso de utilización de medicamentos, pueden colaborar trabajando en equipo con los médicos en la prescripción, ayudar a las enfermeras otorgando información sobre la preparación y administración de fármacos, y realizar seguimiento de la eficacia y reacciones adversas de la medicación (monitorización)<sup>(41-43)</sup>. Varios autores han demostrado que los farmacéuticos se han integrado muy bien a equipos multidisciplinarios en las UCI y que sus sugerencias y recomendaciones han tenido una gran aceptación por parte de los profesionales de salud<sup>(5,9,42,43)</sup>.

### **Protocolización/Estandarización de la medicación:**

facilita la utilización de medicamentos complejos y de alto riesgo como, por ejemplo, profilaxis de trombosis venosa profunda y úlceras de estrés, protocolos de sedoanalgesia, estandarización de preparación y administración de medicamentos endovenosos. La apropiada implementación y adhesión a estos protocolos ha demostrado mejorar la seguridad de los pacientes<sup>(10,44,45)</sup>.

### **Educación y capacitación al personal sanitario:**

esta medida es esencial para involucrar a todos los integrantes del equipo de salud en la reducción de EM. Es necesario capacitar en habilidades, técnicas como no técnicas, a todos los integrantes que forman parte del proceso de manejo de la medi-

cación desde los médicos en la prescripción hasta las enfermeras o técnicos de enfermería en la preparación y administración de fármacos. Diferentes estudios han demostrado que esta medida puede disminuir en forma significativa la ocurrencia de EM, en especial en la prescripción<sup>(44-47)</sup>.

### **Sistemas de reporte voluntario de errores:**

es una estrategia que permite revelar las falencias actuales y el tipo de fallas, fomenta el perfeccionamiento de los procesos y el conocimiento de los factores del sistema que condicionan al error<sup>(3,48,49)</sup>. Asimismo permite la retroalimentación al equipo, mejora los sistemas de monitoreo y estimula la realización de cambios en el sistema con el fin de disminuir las tasas de EM<sup>(50)</sup>. Además es barato y fácil de implementar, permite el análisis de la causa raíz<sup>(51)</sup>, lo cual favorece la discusión y la participación de todo el personal, ayudando a encauzar los esfuerzos para la disminución de la incidencia de EM. Es un buen método para detectar cuasi-accidentes y errores, y fomentar el trabajo en equipo<sup>(27,50)</sup>.

La ventaja de las intervenciones que no son dependientes de tecnología es que no involucran grandes inversiones de dinero y no son complejas de implementar. Sin embargo, nada de esto tiene sentido si no hay una cultura de seguridad en el ambiente sanitario con la libertad de identificar y reportar EM, reconociendo el aporte del trabajo de un equipo multidisciplinario en busca de mejoras.

## COMENTARIOS FINALES

La seguridad de los pacientes día a día toma más importancia en el ámbito sanitario y el concepto de “cultura de seguridad” va tomando más fuerza conforme existen nuevos antecedentes que indican que la posibilidad de dañar a los pacientes existe. El ambiente sanitario en sí mismo está lleno de complejidades propias del sistema que pueden favorecer la ocurrencia de eventos adversos asociados a errores en la atención de salud, más

aún en unidades como la UCI, donde se atienden los pacientes más complicados con alta probabilidad de fallecer y que reciben una gran cantidad de medicamentos de elevado riesgo. Además, el paciente crítico presenta variaciones fisiopatológicas que conllevan a cambios farmacocinéticos y farmacodinámicos relevantes que hacen aún más complejo su manejo.

Los EM pueden desembocar en un daño irreversible en el paciente y prolongar su estadía hospitalaria con el consecuente costo emocional y económico asociado. Los EM contribuyen a disminuir la seguridad en el ambiente sanitario, pero tienen la ventaja de ser prevenibles y, por lo tanto, se puede trabajar en disminuir su inci-

dencia con diversas estrategias. Existen intervenciones tecnológicas, como prescripciones médicas computarizadas, sistema de soporte de decisiones clínicas, tecnología de códigos de barra y bombas inteligentes de infusión de fármacos endovenosos, y también no tecnológicas, entre las que se encuentran la inclusión de farmacéuticos clínicos a la UCI, capacitación del personal, estandarización/protocolización de la medicación y el sistema de reporte voluntario de errores. Todas estas medidas han demostrado una disminución en la ocurrencia de EM, pero no tienen utilidad si es que no se crea una cultura de seguridad en la unidad, en donde la libertad de comunicarse, los deseos de superarse y la disposición de trabajar en equipo sea el eje central.

#### REFERENCIAS:

1. Kohn LT, Corrigan JM, Donaldson MS. *To err is human: building a safer health system*. Committee on quality of health care in America; Institute of Medicine. Washington, DC: National Academy Press, 1999.
2. Tissot E, Cornette C, Demoly P, Jacquet M, Barale F, Capellier G. Medication errors at the administration stage in an intensive care unit. *Intensive Care Med* 1999;25:353-9.
3. Rothschild JM, Landrigan CP, Cronin JW, Kaushal R, Lockley SW, Burdick E *et al*. The Critical Care Safety Study: The incidence and nature of adverse events and serious medical errors in intensive care. *Crit Care Med* 2005;33:1694-700.
4. Louie K, Wilmer A, Wong H, Grubisic M, Ayas N, Dodek P. Medication Error Reporting Systems: A survey of Canadian Intensive Care Units. *Can J Hosp Pharm* 2010;63:20-4.
5. Klotowska J, Kuiper R, Van Kan H, de Pont A, Dijkgraaf M, Lie-A-Huen L *et al*. On-ward participation of a hospital pharmacist in a Dutch intensive care unit reduces prescribing errors and related patient harm: an intervention study. *Critical Care* 2010;14:R174.
6. Wilmer A, Louie K, Dodek P, Wong H, Ayas N. Incidence of medication errors and adverse drug events in the ICU: a systematic review. *Qual Saf Health Care* 2010;19:1-9.
7. Kane-Gill S, Jacobi J, Rothschild J. Adverse drug events in intensive care units: Risk factors, impact, and the role of team care. *Crit Care Med* 2010;38:S83-S89.
8. Van den Bemt P, Fijn R, Van der Voort P, Gossen AA, Egberts TC, Brouwers JR. Frequency and determinants of drug administration errors in the intensive care unit. *Crit Care Med* 2002;30:846-50.

9. Saokaew S, Maphanta S, Thangsomboon P. Impact of pharmacist's interventions on cost of drug therapy in intensive care unit. *Pharmacy Practice* 2009;7:81-7.
10. Moyer E, Camiré E, Stelfox H. Clinical review: Medication errors in critical care. *Critical Care* 2008:208.
11. Otero López MJ. Errores de medicación y Gestión de riesgos. *Revista Española de Salud Pública* 2003;77:527-40.
12. Camiré E, Moyer E, Stelfox H. Medication errors in critical care: risk factors, prevention and disclosure. *CMAJ* 2009;180:936-43.
13. Ferner R, Aronson J. Clarification of terminology in medication errors, definitions and classification. *Drug Safety* 2006;29:1011-22.
14. National Coordinating Council of Medication Error Reporting and Prevention. About Medication Error: What is a medication error? Definition. [on line] <<http://www.nccmerp.org/aboutMedErrors.html>> [consulta: 01/09/2011]
15. Guchelaar H, Colen H, Kalmeijer M, Hudson PT, Teepe-Twiss IM. Medication errors: hospital pharmacist perspective. *Drugs* 2005;65:1735-46.
16. Fahimi F, Ariapanah P, Faizi M, Shafaghi B, Namdar R, Ardakani MT. Errors in preparation and administration of intravenous medications in the intensive care unit of a teaching hospital: an observational study. *Austral Crit Care* 2008;21:110-6.
17. Hernández Sansalvador M, García Gómez C. Errores de Medicación. Experiencias en el ámbito hospitalario para prevenir errores relacionados con la medicación. [http://sescam.jccm.es/web1/profesionales/farmacia/usoRacional/documentos /X\\_04\\_ErroresMedicacion.pdf](http://sescam.jccm.es/web1/profesionales/farmacia/usoRacional/documentos /X_04_ErroresMedicacion.pdf)> [consulta: 01/09/2011]
18. Meyer-Masseti C, Cheng C, Schwappach D, Paulsen L, Ide B, Meier CR *et al.* Systematic review of medication safety assessment methods. *Am J Health-Syst Ph* 2011;68:227-40.
19. Kopp B, Erstad B, Allen M, Theodorou AA, Priestley G. Medication errors and adverse drug events in an intensive care unit: direct observation approach for detection. *Crit Care Med* 2006;34:415-25.
20. Calabrese A, Erstad B, Brandl K, Barletta JF, Kane SL, Sherman DS. Medication administration errors in adult patients ICU. *Intensive Care Med* 2001;27:1592-8.
21. Dasta J, McLaughlin T, Mody S, Tak Piech C. Daily cost of an intensive care unit day: The contribution of mechanical ventilation. *Crit Care Med* 2005;33:1266-71.
22. Vargas E, Terleira A, Hernando F, Perez E, Córdón C, Moreno A *et al.* Effect of adverse drug reactions on length of stay in surgical intensive care units. *Crit Care Med* 2003;31:694-8.
23. Nuckols T, Paddock S, Bower A, Rothschild JM, Fairbanks RJ, Carlson B *et al.* Costs of intravenous adverse drug events in Academic and Nonacademic Intensive Care Units. *Medical Care* 2008;46:17-24.
24. Vargas E, Simón J, Martín JC, Puerro M, Gonzalez-Callejo MA, Jaime M *et al.* Effect of adverse drug reactions on length of stay in intensive care units. *Clin Drug Invest* 1998;15:353-60.
25. Forni A, Chu H, Fanikos J. Technology utilization to prevent medication errors. *Current Drug Safety* 2010;5:13-8.
26. Bates DW, Leape LL, Cullen DJ, Laird N, Petersen LA, Teich JM *et al.* Effect of computerized physician order entry and a team intervention on prevention of serious medication errors. *JAMA* 1998;280:1311-6.

27. Bates DW, Teich JM, Lee J, Seger D, Kuperman GJ, Ma'Luf N. The impact of computerized physician order entry on medication error prevention. *J Am Med Inform Assoc* 1999;6:313-21.
28. Shulman R, Singer M, Goldstone J, Bellingan G. Medications errors: a prospective cohort study of hand-written and computerized physician order entry in the intensive care unit. *Critical Care* 2005;9:R516-21.
29. Colpaert K, Claus B, Somers A, Vandewoude K, Robays H, Decruyenaere J. Impact of computerized physician order entry on medications prescription errors in the intensive care unit: a controlled cross-sectional trial. *Critical Care* 2006;10:R21-29.
30. Garg AX, Adhikari NJ, McDonald H, Rosas-Arellano MP, Devereaux PJ, Beyene J *et al.* Effects of computerized clinical decision support systems on practitioner performance and patient outcomes. *JAMA* 2005;293:1223-38.
31. Weant K, Cook AM, Armitstead JA. Medication-error reporting and pharmacy resident experience during implementation of computerized prescriber order entry. *Am J Health-Syst Pharm* 2007;64:526-30.
32. Wolfstadt JI, Gurwitz JH, Field TS, Lee M, Kalkar S, Wu W *et al.* The effect computerized physician order entry with clinical decision support on the rates of adverse drug events: a systematic review. *J Gen Intern Med* 2008;23:451-8.
33. Paoletti R, Suess T, Lesko M, Feroli AA, Kennel JA, Mahler JM *et al.* Using Bar-code Technology and Medication Observation Methodology for Safer Medication Administration. *Am J Health-Syst Ph* 2007;64:536-43.
34. DeYoung JL, VanderKooi ME, Barletta JF. Effect of bar-code-assisted medication administration on medication error rates in an adult medical intensive care unit. *Am J Health-Syst Pharm* 2009;66:1110-5.
35. Poon EG, Keohane CA, Yoon CS, Ditmore M, Bane A, Levtzion-Korach O *et al.* Effect of Bar-code technology on the safety of medication administration. *N Engl J Med* 2010;362:1698-707.
36. Husch M, Sullivan C, Rooney D, Barnard C, Fotis M, Clarke J *et al.* Insights from the sharp end of intravenous medication errors: implications for infusion pump technology. *Qual Saf Health Care* 2005;14:80-6.
37. 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.
38. Siv-Lee L, Morgan L. Implementation of wireless "intelligent" pump IV infusion technology in a not-for-profit academic hospital setting. *Hosp Pharm* 2007;42:832-40.
39. Rothschild JM, Keohane CA, Cook F, Orav EJ, Burdick E, Thompson S *et al.* A controlled trial of smart infusion pumps to improve medication safety in critically ill patients. *Crit Care Med* 2005;33:533-9.
40. Fanikos J, Fiumara K, Baroletti S, Luppi C, Saniuk C, Mehta A *et al.* Impact of smart infusion technology on administration of anticoagulants (unfractionated heparin, argatroban, lepirudin, and bivalirudin). *Am J Cardiol* 2007;99:1002-05.
41. Kane S, Weber R, Dasta J. The impact of critical care pharmacists on enhancing patient outcomes. *Intensive Care Med* 2003;29:691-8.
42. Leape LL, Cullen DJ, Clapp MD, Burdick E, Demonaco HJ, Erickson JI *et al.* Pharmacist participation on physician rounds and adverse drug events in the intensive care unit. *JAMA* 1999;282:267-70.
43. Horn E, Jacobi J. The critical care clinical pharmacist: Evolution of an essential team member. *Crit Care Med* 2006;34:S46-S51.

44. Grindrod K, Patel P, Martin J. What Interventions Should Pharmacists Employ to Impact Health Practitioners' Prescribing Practices? *Ann Pharmacotherapy* 2006;40:1546-57.
45. Bertsche T, Mayer I, Stahl R, Hoppe-Tichy T, Encke J, Haefeli WE. Prevention of intravenous drug incompatibilities in an intensive care unit. *Am J Health-Syst Pharm* 2008;65:1834-40.
46. Simpson J, Lynch R, Grant, Alroomi L. Reducing medication errors in the neonatal intensive care unit. *Arch Dis Child Fetal Neonatal* 2004;89:F480-F482.
47. Ostini R, Hegney D, Jackson C, Williamson M, Mackson JM, Gurman K *et al.* Systematic Review of Interventions to Improve Prescribing. *The Annals of Pharmacotherapy* 2009;43:502-13.
48. Frey B, Buettiker V, Hug M, Waldvogel K, Gessler P, Ghelfi D *et al.* Does critical incident reporting contribute to medication error prevention? *Eur J Pediatr* 2002;161:594-9.
49. Suresh G, Horbar J, Plsek P, Gray J, Edwards WH, Shiono PH *et al.* Voluntary anonymous Reporting of Medical Errors for Neonatal Intensive Care. *Pediatrics* 2004;113:1609-18.
50. Weingart S, Callanan L, Ship A, Aronson M. A physician-based voluntary reporting system for adverse events and medical errors. *J Gen Intern Med* 2001;16:809-14.
51. Wu AW, Lipshutz A, Pronovost PJ. Effectiveness and efficiency of root cause analysis in medicine. *JAMA* 2008;299:685-7.

#### **CORRESPONDENCIA**

Dr. Carlos Romero Patiño  
Unidad de Pacientes Críticos  
Departamento de Medicina  
Hospital Clínico Universidad de Chile  
Santos Dumont 999, Independencia, Santiago  
Fono/Fax: 978 8264  
E-mail: caromero@redclinicauchile.cl

