



PUNTO DE VISTA

Seguridad y Calidad en Medicina Intensiva

C.M. Romero

Unidad de Pacientes Críticos, Hospital Clínico Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Chile

Recibido el 26 de enero de 2009; aceptado el 3 de marzo de 2009
Disponible en Internet el 18 de septiembre de 2009

PALABRAS CLAVE

Seguridad;
Calidad;
Error clínico;
Efectos adversos;
Bundle;
Unidad de cuidados
intensivos

KEYWORDS

Safety;
Quality control;
Medical errors;
Adverse effects;
Bundle;
ICU

Resumen

La seguridad y la calidad de la atención son 2 atributos del sistema de salud que se encuentran estrechamente entrelazados. La calidad es una característica del sistema en que se entrega la atención de salud; por ende, para mejorarla, se necesita una adecuada reorganización del trabajo en equipo. Las mediciones de calidad tienen como objetivo evaluar si el proceso completo de atención de salud alcanza los objetivos deseados mientras evita los procesos que predisponen al daño del paciente. Los enfermos críticos se encuentran vulnerables frente a errores clínicos, y pueden experimentar efectos adversos prevenibles, frecuentemente asociados a medicamentos, a ventilación mecánica y a dispositivos intravasculares. La evidencia disponible actualmente indica que la seguridad y la calidad de la atención pueden ser mejoradas. En el presente artículo se exponen algunas de las estrategias e intervenciones desarrolladas para optimizar los procesos de cuidado en los pacientes críticos y mejorar la cultura de la seguridad en la unidad de cuidados intensivos.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SEMICYUC. Todos los derechos reservados.

Safety and quality in intensive care medicine

Abstract

The safety and quality care are two attributes of the health care that are closely intertwined. Quality is a feature of the system that delivers health care, thereby improving it, we need a proper reorganization teamwork. Measurements of quality are intended to assess whether the process of health care reaches the desired objectives, while avoiding the processes that predispose to harm the patient. The critically ill patients are vulnerable to medical errors, and may experience side effects preventable, often associated with: medications, mechanical ventilation, and intravascular devices. The evidence currently available suggest that the safety and quality of care can be improved. In this article presents some of the strategies and interventions developed to optimize the processes of care in critically ill patients, and improve the safety culture in the ICU.

© 2009 Elsevier España, S.L. and SEMICYUC. All rights reserved.

Correo electrónico: caromero@redclinicauchile.cl

“Existe una manera de hacerlo mejor: encuéntrala”.
Thomas Edison (1847–1931)

La monitorización, medición y mejoramiento de la seguridad y la calidad de la atención en la unidad de cuidados intensivos (UCI) representa un gran desafío para la comunidad de los cuidados críticos. Seguridad y calidad son 2 atributos del sistema de salud que se encuentran estrechamente entrelazados. El Instituto de Medicina estadounidense define *calidad de la atención de la salud* como el “grado en que los servicios sanitarios incrementan la probabilidad de resultados de salud deseables para individuos o poblaciones, y que son coherentes con los conocimientos actuales de la profesión”¹. En otras palabras, la calidad es una característica del sistema en que se entrega la atención de salud y, por ende, para mejorarla se necesita una adecuada reorganización del trabajo en equipo. Adicionalmente, en el documento se establece que la atención de salud debe cumplir 6 objetivos: ser segura, efectiva, centrada en el paciente, oportuna, eficiente y equitativa¹.

Un modelo conceptual habitualmente utilizado para la medición de calidad de la atención se basa en la trilogía de Donabedian: *estructura* (cómo se encuentra organizada la atención), *procesos* (qué hacen los proveedores de salud) y *desenlace* (resultados alcanzados con la atención de salud)². Pronovost et al han adicionado un cuarto componente a esta trilogía: *contexto* en el que la atención de salud es entregada, y lo han denominado *cultura de la seguridad* debido a que existe evidencia que muestra que la cultura local se asocia a resultados clínicos relevantes^{3–5}.

Se han desarrollado y propuesto múltiples indicadores de calidad para su evaluación en los pacientes críticos^{6–9}. Para desarrollar una medida de calidad se necesita: 1) priorizar el área clínica a evaluarse; 2) seleccionar el tipo de medida; 3) definir y diseñar especificaciones; 4) desarrollar elementos para recolectar la información; 5) probar los elementos de recolección de los datos y constatar la validez, la reproducibilidad y la factibilidad de las mediciones; 6) desarrollar puntuaciones y especificaciones analíticas, y 7) obtener los datos basales¹⁰. Las mediciones de calidad tienen como objetivo evaluar si el proceso completo de atención de salud alcanza los objetivos deseados mientras evita los procesos que predisponen al daño del paciente.

Cultura de la seguridad

La *cultura de la seguridad* hace referencia a las actitudes colectivas y a las creencias locales de los trabajadores de la salud que impactan en el desenlace de los pacientes. Una organización comprometida con la cultura de la seguridad es aquella en la que los estándares de seguridad son reforzados a nivel personal y a nivel grupal. Para mejorar la cultura de la seguridad, las organizaciones deben identificar los puntos débiles o deficientes del sistema y corregirlos. Los sistemas tienen que ver tanto con la forma en que se encuentra organizado el trabajo como con la cultura de la organización. Una cultura de la seguridad constructiva y dinámica debe reunir varias características: 1) compromiso de los líderes para discutir y aprender de los errores (acento en la educación); 2) documentar y mejorar la seguridad de los pacientes; 3) fomentar y practicar el trabajo en

equipo; 4) detectar los peligros potenciales; 5) usar sistemas de reporte y análisis de efectos adversos, y 6) reconocer y elogiar el esfuerzo desplegado por el grupo para lograr el fortalecimiento de un clima de trabajo seguro¹¹. En la última década se ha podido apreciar un creciente interés por la monitorización y el mejoramiento de la seguridad de los pacientes críticos².

El grupo para la investigación en seguridad y calidad de la Universidad Johns Hopkins ha desarrollado una tarjeta para monitorizar y medir la seguridad de los pacientes (*patient safety scorecard*) en la UCI. Este instrumento estratifica las mediciones en 2 categorías. Una categoría usa mediciones basadas en tasas válidas: ¿cuán a menudo nosotros dañamos a los pacientes? (medida de *desenlace*) y ¿cuán a menudo nosotros proveemos las intervenciones que los pacientes deberían recibir? (medida de *proceso*). La segunda categoría incluye mediciones que no pueden expresarse como tasas válidas: ¿cómo sabemos que hemos aprendido de los defectos? (medida de *estructura*) y ¿cuán bien hemos creado una cultura de seguridad? (medida de *contexto*)⁵.

Los parámetros objetivos para evaluar cada una de estas categorías se han desarrollado e implementado en poblaciones de pacientes críticos. Los investigadores de la Universidad Johns Hopkins han propuesto la tasa de infecciones del torrente sanguíneo (ITS) asociada a catéter venoso central (CVC) para medir *desenlace*; la tasa de cumplimiento de intervenciones basadas en medicina de evidencia para el cuidado de pacientes en ventilación mecánica (VM) para medir *proceso*; y el porcentaje de meses en el año en que la unidad aprendió de un error para monitorizar *estructura*, y el porcentaje de miembros del equipo de la UCI que reportan un trabajo en equipo y un clima de seguridad positivos para monitorizar *contexto*¹².

Recientemente, Pronovost et al¹³ reportaron el resultado de un notable esfuerzo por mejorar la seguridad en la atención de los pacientes críticos. El objetivo general de este estudio fue describir el diseño y las lecciones aprendidas de la implementación de un programa colaborativo a gran escala sobre la seguridad de los pacientes medida a través de un instrumento validado (*Safety Attitudes Questionnaire*)¹⁴ y el impacto de una intervención (*Comprehensive Unit-based Safety Program*) sobre el clima de trabajo en equipo en las UCI del estado de Michigan¹⁵. Estos instrumentos buscaron básicamente lo siguiente: 1) evaluar el estado actual de la situación; 2) educar al equipo de la UCI; 3) promover la identificación de los defectos o los errores; 4) incorporar a los directores administrativos del hospital para facilitar el cambio y la provisión de recursos; 5) motivar al personal para aprender de un error por mes e implementar elementos de trabajo en equipo y, 6) una vez culminado el proceso, volver a evaluar la cultura de seguridad en la UCI.

En el proceso participaron 99 UCI de 72 hospitales, y se obtuvo la respuesta de 5.440 (72%) de las 7.510 encuestas distribuidas para evaluar el clima de trabajo en equipo. Los autores encontraron un mejoramiento significativo en el clima laboral del equipo de la UCI después de la intervención. Este trabajo es muy relevante por cuanto demuestra que con la estrategia apropiada es posible mejorar el clima de trabajo en equipo, lo cual es fundamental para una atención de salud segura y con adecuados estándares de calidad para los pacientes^{16,17}.

Errores clínicos y efectos adversos

En EE. UU. cada año mueren entre 44.000 y 98.000 pacientes como consecuencia de errores clínicos, lo que lo coloca como la séptima causa de muerte en ese país¹⁸⁻²⁰. La UCI, sin lugar a dudas, no es el servicio más seguro de un hospital^{21,22}. Los errores clínicos y los efectos adversos ocurren más frecuentemente en las UCI que en otras áreas de un hospital porque es ahí donde se encuentran los enfermos más complejos, afectados por múltiples enfermedades que amenazan su vida, por ende, reciben un elevado número de medicaciones y requieren de diversos procedimientos e intervenciones para su cuidado²³. Debido a todo ello, el riesgo de exponerse a un error clínico o a experimentar un efecto adverso en este grupo de pacientes es ostensiblemente mayor que el riesgo para un paciente hospitalizado en una sala general, lo cual tiene implicaciones en morbilidad y costos²⁴⁻²⁷. La principal causa predisponente para errores clínicos es una comunicación deficiente entre los trabajadores de la salud²⁸. El desarrollo y la aplicación de instrumentos preventivos (*checklist*)²⁹ así como la confección de reportes de incidentes o episodios centinela que identifiquen en qué punto el sistema se vulneró³⁰⁻³⁴ son necesarios para que aprendamos de los errores y podamos mejorar la seguridad de la atención en la UCI. Los pacientes críticos pueden estar expuestos, con relativa frecuencia, a efectos adversos prevenibles asociados a medicamentos, a VM y a dispositivos intravasculares.

Efectos adversos asociados a medicamentos

Los enfermos críticos están expuestos a un elevado riesgo de experimentar efectos adversos por medicamentos³⁵. Los errores en el tratamiento de la medicación pueden ser por prescripción, transcripción, dispensación, preparación o administración³⁶. Los errores en la administración de medicamentos pueden ocurrir en un tercio de pacientes hospitalizados en una UCI³⁷. Varias estrategias se han indicado en la literatura médica para prevenir este tipo de complicaciones iatrogénicas^{36,38}, entre ellas la implementación de un “procedimiento estandarizado de trabajo” (*standard operating procedure*) para el tratamiento de medicamentos³⁹.

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 el 35 al 60% de los 700.000 incidentes relacionados con medicamentos que ocurren anualmente en EE. UU⁴⁰. Los errores en la programación de las bombas de infusión son los que tienen la mayor probabilidad de causar daño al paciente⁴¹. 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”⁴². Estas bombas de infusión inteligentes incluyen un *software* de seguridad que permite la creación de una biblioteca de fármacos, lo que hace posible la protocolización de los diferentes tratamientos de infusión, mediante la programación de niveles de alarma con límites preestablecidos en relación con dosis de los medicamentos, unidad de dosificación, velocidad de dosificación o concentración de los medicamentos⁴³. Traba-

jos recientes han mostrado un adecuado desempeño del *software* de seguridad de las bombas de infusión inteligentes y una reducción en el número de errores asociados a la administración de medicamentos^{44,45}.

En 2006, el Instituto de Medicina estadounidense reportó que “cuando todos los tipos de errores son tomados en consideración, un paciente hospitalizado puede estar expuesto en promedio a uno o más errores de medicación cada día”. En este mismo documento se consigna que “gran parte del daño se puede prevenir” e indica que los hospitales “deberían hacer mayor uso de la tecnología de la información en prescribir y dispensar medicamentos, incluida la adopción de bombas de infusión inteligentes”⁴⁶. De hecho, algunos autores han llegado a plantear que las bombas de infusión inteligentes deberían considerarse actualmente como el estándar mínimo de seguridad en la UCI⁴⁷.

Efectos adversos asociados a la ventilación mecánica

La neumonía asociada a VM (NAV) es una complicación que ocurre del 20 al 25% de pacientes que reciben VM por más de 48 h⁴⁸. La NAVM es la infección nosocomial más frecuente en la UCI y la principal causa de muerte por infecciones en enfermos críticos⁴⁹. Además, es la causante de más de la mitad de los antibióticos prescritos en la UCI y genera un importante incremento en morbilidad y costos de la atención⁵⁰⁻⁵². Varias medidas se han desarrollado con la finalidad de reducir la incidencia de esta complicación, sin embargo, aún no se implementan habitualmente⁵³⁻⁵⁵. La optimización de la administración de la sedación mediante un tratamiento protocolizado ha demostrado reducir significativamente los días de VM, la incidencia de NAVM y la estancia en la UCI⁵⁶⁻⁶⁰. El desarrollo de agentes sedantes de nueva generación puede promover una mejor calidad de la sedación y resulta prometedor⁶¹⁻⁶³.

Mientras más tiempo se encuentren los pacientes en VM, mayor el riesgo de que desarrollen una NAVM, la que prolongará los días en el ventilador, cerrándose un círculo vicioso que puede terminar cobrando la vida del paciente. De ahí la necesidad de evitar que los pacientes permanezcan bajo sedación profunda y en VM más allá del tiempo estrictamente necesario. La liberación de la VM continúa siendo desafiante, sin que hasta el momento existan predictores completamente confiables^{64,65}; sin embargo, un enfoque protocolizado y multidisciplinario mediante ensayos diarios de respiración espontánea ha demostrado reducir los días de VM⁶⁶⁻⁶⁹. Recientemente, Girard et al⁷⁰ encontraron una reducción de los días de VM, estancia en la UCI y en el hospital y menor mortalidad al año de seguimiento aplicando un protocolo que combinó interrupción diaria de la sedación y ensayos de respiración espontánea.

Una de las iniciativas más interesantes ha sido el desarrollo del concepto de *bundles* o paquete de medidas por el Instituto para el Mejoramiento de la Asistencia Sanitaria de EE. UU. La estrategia del *bundle* consiste en incorporar un pequeño grupo de intervenciones basadas en medicina de evidencia⁷¹ para mejorar diferentes procesos del cuidado de los pacientes críticos. El *bundle* específico para mejorar el cuidado de pacientes en VM y reducir la incidencia de NAVM consta de 5 intervenciones: 1) elevar la

cabecera de la cama al menos a 30°; 2) sedación protocolizada; 3) evaluación diaria de las posibilidades de extubación; 4) profilaxis de trombosis venosa profunda, y 5) profilaxis de úlceras de estrés. Varios estudios han demostrado que la implementación y la adherencia a este *bundle* reducen la incidencia de NAVM⁷²⁻⁷⁴.

Recientemente, un estudio nacional multicéntrico⁷⁵ encontró que la insuficiencia respiratoria aguda fue la causa que llevó a la VM en el 70% de los pacientes, y cerca de la mitad de los casos tuvieron como origen una sepsis grave. La sepsis grave y el *shock* séptico son sin lugar a dudas entidades catastróficas y constituyen un verdadero problema de salud pública, tanto por las vidas que cobran anualmente como por los recursos que se destinan para su atención. Dougnac et al, en un estudio multicéntrico chileno, encontraron una prevalencia de sepsis grave en pacientes críticos de un 40%, con una mortalidad asociada de un 27%⁷⁶. En este escenario, toma trascendental relevancia el tratamiento oportuno e integral de esta enfermedad mediante un diagnóstico precoz y la implementación de una reanimación intensiva guiada por metas claras^{77,78}. El enfrentamiento protocolizado de esta enfermedad puede generar un mejoramiento significativo en las posibilidades de supervivencia de estos pacientes^{79,80}.

La Campaña Sobreviviendo a la Sepsis o Surviving Sepsis Campaign ha desarrollado un *bundle* para la reanimación inicial de pacientes con sepsis grave^{81,82}. En el paquete están incluidas todas las intervenciones y los tratamientos que debe recibir obligatoriamente un paciente durante las primeras 6 h de diagnosticada la sepsis grave. Este *bundle* consta de 5 intervenciones:

1. Medir lactato arterial (LA).
2. Tomar hemocultivos antes de iniciar la administración de antibióticos.
3. Administrar antibióticos de amplio espectro dentro de las primeras 3 h de ingreso al servicio de urgencia o dentro de 1 h de ingreso a la UCI cuando no viene desde la urgencia.
4. En presencia de hipotensión o $LA \geq 4$ mmol/l:
 - a) Administrar 2 l de cristaloides (o coloides equivalentes).
 - b) Administrar medicamentos vasoactivos cuando la hipotensión no responda a la reanimación inicial con volumen, con la finalidad de mantener una presión arterial media de 65 a 75 mmHg.
5. Si la hipotensión persiste a pesar de la reanimación con volumen (*shock* séptico) o el LA es ≥ 4 mmol/l:
 - a) Obtener una medición de presión venosa central y asegurarse de llevarla sobre 8 mmHg.
 - b) Llevar la saturación venosa central de oxígeno a un valor $\geq 70\%$.

La implementación del *bundle* de reanimación ha demostrado mejorar la supervivencia de los pacientes con sepsis grave^{83,84}.

Efectos adversos asociados a dispositivos intravasculares

La inserción, el uso o la remoción de un CVC pueden ocasionar complicaciones mecánicas, infecciosas o

trombóticas hasta en un 26% de pacientes críticos²⁶. Se han desarrollado guías clínicas con diferentes intervenciones para evitar o reducir complicaciones asociadas a dispositivos intravasculares, tanto durante la inserción como durante la mantención⁸⁵⁻⁸⁸; sin embargo, su implementación en la práctica diaria continúa siendo pobre⁸⁹. Esfuerzos adicionales se han realizado en el diseño y la selección de la materia prima para la confección de los catéteres^{90,91}, así como en el desarrollo de dispositivos de sistema cerrado y válvulas antirreflujo que promuevan un tratamiento más seguro y evite oclusiones trombóticas y riesgos de infección⁹²⁻⁹⁷.

El grupo para la investigación en seguridad y calidad de la Universidad Johns Hopkins desarrolló un *bundle* específico para el control de las ITS asociadas a CVC. Cada una de las intervenciones por separado ha mostrado reducir la incidencia de ITS asociadas a CVC, aplicadas en conjunto pueden tener no sólo un efecto aditivo, sino un efecto sinérgico. Este *bundle* consta de 5 intervenciones: 1) lavado de las manos; 2) empleo completo de barreras de protección; 3) limpieza de la piel con clorhexidina; 4) evitar la posición femoral del catéter, y 5) retirar el CVC tan pronto sea necesario. Su implementación ha demostrado reducir considerablemente las tasas de ITS asociadas a CVC y tener un efecto sostenido en el tiempo⁹⁸.

Consideraciones finales

La ciencia de la seguridad y la calidad en Medicina Intensiva se encuentra en evolución; sin embargo, en esta primera etapa de su desarrollo ya ha generado algunos resultados alentadores. Monitorizar y medir la cultura de la seguridad con instrumentos validados e implementar medidas que mejoren el clima de trabajo en equipo en las UCI son elementos fundamentales para mejorar la calidad de la atención y la seguridad de los pacientes críticos. La evidencia disponible nos indica que es posible alcanzar este objetivo. La estrategia de los *bundles de cuidado* puede ayudar a mejorar nuestros procesos de atención y asegurar que los pacientes reciban las intervenciones necesarias para mejorar su desenlace⁹⁹. Algo importante de enfatizar es que muchas de las intervenciones que han demostrado generar un impacto significativo en la reducción de errores clínicos y en disminuir la tasa de infecciones intrahospitalarias no requieren de grandes inversiones de dinero ni de tecnología sofisticada, sino de un cambio de mentalidad y una reorganización del trabajo en equipo que permita el desarrollo y el fortalecimiento de una cultura de la seguridad en las UCI. Como señalara nuestro colega Antonio Galesio: “mejorar la calidad de la atención en la UCI y promover la seguridad de los pacientes será un imperativo ético, científico, social y económico para los próximos años.”¹⁰⁰

Bibliografía

1. Institute of Medicine. Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century. Washington, DC: National Academy Press; 2001.
2. Berenholtz SM, Pustavoitau A, Schwartz SJ, Pronovost PJ. How safe is my intensive care unit? Methods for monitoring and measurement. *Curr Opin Crit Care*. 2007;13:703-8.

3. Sexton J, Thomas EJ, Helmreich RL. Error, stress and teamwork in medicine and aviation: Cross sectional surveys. *BMJ*. 2000;320:745–9.
4. Pronovost PJ, Angus DC, Dorman T, Robinson KA, Dremsizov TT, Young TL. Physician staffing patterns and clinical outcomes in critically ill patients: A systematic review. *JAMA*. 2002;288:2151–62.
5. Pronovost PJ, Holzmueller CG, Needham DM, Sexton JB, Miller M, Berenholtz S, et al. How will we know patients are safer? An organization-wide approach to measuring and improving safety. *Crit Care Med*. 2006;34:1988–95.
6. Berenholtz SM, Dorman T, Ngo K, Pronovost PJ. Qualitative review of intensive care unit quality indicators. *J Crit Care*. 2002;17:1–15.
7. De Vos M, Graafmans W, Keesman E, Westert G, Van der Voort P. Quality measurement at intensive care units: Which indicators should we use?. *J Crit Care*. 2007;22:267–74.
8. Domínguez L, Enriquez P, Álvarez P, De Frutos M, Sagredo V, Domínguez A, et al. Mortalidad y estancia hospitalaria ajustada por gravedad como indicadores de efectividad y eficiencia de la atención de pacientes en unidades de cuidados intensivos. *Med Intensiva*. 2008;32:8–14.
9. Martín MC, Cabré LI, Ruiz J, Blanch LI, Blanco J, Castillo F, et al. Indicadores de calidad en el enfermo crítico. *Med Intensiva*. 2008;32:23–32.
10. Pronovost PJ, Nolan T, Zeger S, Miller M, Rubin H. How can clinicians measure safety and quality in acute care?. *Lancet*. 2004;363:1061–7.
11. Pronovost PJ, Weast B, Holzmueller CG, Rosenstein BJ, Kidwell RP, Haller KB, et al. Evaluation of the culture of safety: Survey of clinicians and managers in an academic medical center. *Qual Saf Health Care*. 2003;12:405–10.
12. Berenholtz SM, Pronovost PJ. Monitoring patient safety. *Crit Care Clin*. 2007;23:659–73.
13. Pronovost PJ, Berenholtz SM, Goeschel C, Thom I, Watson SR, Holzmueller CG, et al. Improving patient safety in intensive care units in Michigan. *J Crit Care*. 2008;23:207–21.
14. Sexton JB, Helmreich RL, Neilands TB, Rowan K, Vella K, Boyden J, et al. The Safety Attitudes Questionnaire: Psychometric properties, benchmarking data, and emerging research. *BMC Health Serv Res*. 2006;6:44–53.
15. Pronovost PJ, Weast B, Rosenstein B, Sexton JB, Holzmueller CG, Paine L, et al. Implementing and validating a comprehensive unit-based safety program. *J Patient Saf*. 2005;1:33–40.
16. Curtis JR, Cook DJ, Wall RJ, Angus DC, Bion J, Kacmarek R, et al. Intensive care unit quality improvement: A “how-to” guide for the interdisciplinary team. *Crit Care Med*. 2006;34:211–18.
17. McCauley K, Irwin RS. Changing the work environment in ICUs to achieve patient-focused care: The time has come. *Chest*. 2006;130:1571–8.
18. Hayward RA, Hofer TP. Estimating hospital deaths due to medical errors: Preventability is in the eye of the reviewer. *JAMA*. 2001;286:415–20.
19. Bion JF, Heffner J. Challenges in the care of the acutely ill. *Lancet*. 2004;363:970–7.
20. Pawlson LG, O’Kane ME. Malpractice prevention, patient safety, and quality of care: A critical linkage. *Am J Manag Care*. 2004;10:281–4.
21. Donchin Y, Gopher D, Olin M, Badihi Y, Biesky M, Sprung CL, et al. A look into the nature and causes of human errors in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 1995;23:294–300.
22. Wu AW, Pronovost P, Morlock L. ICU incident reporting systems. *J Crit Care*. 2002;17:86–94.
23. Roca J, Pérez JM, Colmenero M, Muñoz H, Alarcón L, Vázquez G. Competencias profesionales para la atención al paciente crítico. Más allá de las especialidades. *Med Intensiva*. 2007;31:473–84.
24. Andrews LB, Stocking C, Krizek T, Gottlieb L, Krizek C, Vargish T, et al. An alternative strategy for studying adverse events in medical care. *Lancet*. 1997;349:309–13.
25. Osmon S, Harris CB, Dunagan WC, Prentice D, Fraser VJ, Kollef MH. Reporting of medical errors: An intensive care unit experience. *Crit Care Med*. 2004;32:727–33.
26. Boyle D, O’Connell D, Platt FW, Albert RK. Disclosing errors and adverse events in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 2006;34:1532–7.
27. Kaushal R, Bates DW, Franz C, Soukup JR, Rothschild JM. Costs of adverse events in intensive care units. *Crit Care Med*. 2007;35:2479–83.
28. Pronovost PJ, Berenholtz S, Dorman T, Lipsett PA, Simmonds T, Haraden C. Improving communication in the ICU using daily goals. *J Crit Care*. 2003;18:71–5.
29. Hales BM, Pronovost PJ. The checklist—a tool for error management and performance improvement. *J Crit Care*. 2006;21:231–5.
30. Leape LL. Reporting of adverse events. *N Engl J Med*. 2002;347:1633–8.
31. Vincent C. Understanding and responding to adverse events. *N Engl J Med*. 2003;348:1051–6.
32. Valentin A, Capuzzo M, Guidet B, Moreno RP, Dolanski L, Bauer P, et al. Patient safety in intensive care: Results from the multinational Sentinel Events Evaluation (SEE) study. *Intensive Care Med*. 2006;32:1591–8.
33. Wu AW, Lipshutz A, Pronovost PJ. Effectiveness and efficiency of root cause analysis in medicine. *JAMA*. 2008;299:685–7.
34. Gutiérrez Cía I, Obón Azuara B, Aibar Remón C. Análisis de los «casi errores». Un nuevo enfoque en el estudio de los acontecimientos adversos. *Med Intensiva*. 2008;32:143–6.
35. 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.
36. Miller MR, Robinson KA, Lubomski LH, Rinke ML, Pronovost PJ. Medication errors in paediatric care: A systematic review of epidemiology and an evaluation of evidence supporting reduction strategy recommendations. *Qual Saf Health Care*. 2007;16:116–26.
37. Van den Bemt PM, Fijn R, Van der Voort PH, 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.
38. Moyer E, Camiré E, Stelfox HT. Clinical review: Medication errors in critical care. *Crit Care*. 2008;12:208.
39. 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.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. Eskew JA, Jacobi J, Buss WE, Warhurst H, DeBord C. Using innovative technologies to new safety standards for the infusion of intravenous medications. *Hosp Pharm*. 2002;37:1179–89.
44. Rothschild JM, Keohane CA, Cook EF, Orav EJ, Burdick E, Thompson S, et al. A controlled trial of smart infusion pumps

- to improve medication safety in critically ill patients. *Crit Care Med.* 2005;33:533–40.
45. 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;99:1002–5.
 46. Hess J, Whiting S. Making an intelligent smart pump purchase. *Mater Manag Health Care.* 2007;16:38–41.
 47. Murdoch LJ, Cameron VL. Smart infusion technology: A minimum safety standard for intensive care?. *Br J Nurs.* 2008;17:630–6.
 48. Arancibia F, Fica A, Herbe B, Ruiz M, Yunge M. Consenso chileno sobre neumonía asociada a ventilación mecánica. Diagnóstico de neumonía asociada a ventilación mecánica. *Rev Chil Infectol.* 2001;18:41–57.
 49. Brito V, Niederman MS. Standardized care for nosocomial pneumonia is a valuable tool to improve patient outcomes: How do we get intensivists to listen?. *Crit Care Med.* 2009;37:350–2.
 50. Warren DK, Shukla SJ, Olsen MA, Kollef MH, Hollenbeak CS, Cox MJ, et al. Outcome and attributable cost of ventilator-associated pneumonia among intensive care unit patients in a suburban medical center. *Crit Care Med.* 2003;31:1312–17.
 51. Kleven RM, Edwards JR, Richards Jr CL, Horan TC, Gaynes RP, Pollock DA, et al. Estimating health care-associated infections and deaths in US hospitals, 2002. *Public Health Rep.* 2007;122:160–6.
 52. Safdar N, Dezfulian C, Collard H, Sanjay S. Clinical and economic consequences of ventilator-associated pneumonia: A systematic review. *Crit Care Med.* 2005;33:2184–93.
 53. Kollef MH. The prevention of ventilator-associated pneumonia. *N Engl J Med.* 1999;340:627–34.
 54. Hernández G, Dalmazzo R, De la Cerda G, Saavedra C, Calvo M. Consenso chileno sobre neumonía asociada a ventilación mecánica. Prevención de la neumonía asociada a la ventilación mecánica. *Rev Chil Infectol.* 2001;18:66–76.
 55. Niederman MS, Craven DE, Bonten MJ, Chastre J, Craig WA, Fagon JY, et al. Official statement of the American Thoracic Society and the Infectious Diseases Society of America. Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171:388–16.
 56. Brook AD, Ahrens TS, Schaiff R, Prentice D, Sherman G, Shannon W, et al. Effect of a nursing-implemented sedation protocol on the duration of mechanical ventilation. *Crit Care Med.* 1999;27:2609–15.
 57. Kress JP, Pohlman AS, O'Connor MF, Hall JB. Daily interruption of sedative infusions in critically ill patients undergoing mechanical ventilation. *N Engl J Med.* 2000;342:1471–7.
 58. De Jonghe B, Bastuji-Garin S, Fangio P, Lacherade JC, Jabot J, Appéré-De-Vecchi C, et al. Sedation algorithm in critically ill patients without acute brain injury. *Crit Care Med.* 2005;33:120–7.
 59. Romero C, Bruhn A, De la Fuente R. Sedación y analgesia en sepsis. *Rev Chil Med Intensiva.* 2006;21:236–46.
 60. Tobar E, Lanás A, Pino S, Aspée P, Rivas S, Prat D, et al. Sedación guiada por protocolo versus manejo convencional en pacientes críticos en ventilación mecánica. *Rev Med Chile.* 2008;136:711–18.
 61. Pandharipande PP, Pun BT, Herr DL, Maze M, Girard TD, Miller RR, et al. Effect of sedation with dexmedetomidine vs. lorazepam on acute brain dysfunction in mechanically ventilated patients: The MENDS randomized controlled trial. *JAMA.* 2007;298:2644–53.
 62. Riker R, Shehabi Y, Bokesch PM, Ceraso D, Wisemandle W, Koura F, et al. Dexmedetomidine vs. midazolam for sedation of critically ill patients. A randomized trial. *JAMA.* 2009;301:489–99.
 63. Girard TD, Pandharipande PP, Ely EW. Delirium in the intensive care unit. *Crit Care.* 2008;12:53–11.
 64. Tobin MJ. Remembrance of weaning past: The seminal papers. *Intensive Care Med.* 2006;32:1485–93.
 65. Tobin MJ, Jubran A. Meta-analysis under the spotlight: Focused on a meta-analysis of ventilator weaning. *Crit Care Med.* 2008;36:1–7.
 66. Brochard L, Rauss A, Benito S, Conti G, Mancebo J, Reikik N, et al. Comparison of three methods of gradual withdrawal from ventilatory support during weaning from mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994;150:896–903.
 67. Ely EW, Baker AM, Dunagan DP, Burke HL, Smith AC, Kelly PT, et al. Effect on the duration of mechanical ventilation of identifying patients capable of breathing spontaneously. *N Engl J Med.* 1996;335:1864–9.
 68. Esteban A, Alía I, Gordo F, Fernández R, Solsona JF, Vallverdú I, et al. Extubation outcome after spontaneous breathing trials with T-tube or pressure support ventilation. The Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997;156:459–65.
 69. Esteban A, Alía I, Tobin MJ, Gil A, Gordo F, Vallverdú I, et al. Effect of spontaneous breathing trial duration on outcome of attempts to discontinue mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *Am J Respir Crit Care Med.* 1999;159:512–18.
 70. Girard TD, Kress JP, Fuchs BD, Thomason JW, Schweickert WD, Pun BT, et al. Efficacy and safety of a paired sedation and ventilator weaning protocol for mechanically ventilated patients in intensive care (Awakening and Breathing Controlled trial): A randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;371:126–34.
 71. Vincent JL. Evidence-based medicine in the ICU: Important advances and limitations. *Chest.* 2004;126:592–600.
 72. Resar R, Pronovost P, Haraden C, Simmonds T, Rainey T, Nolan T. Using a bundle approach to improve ventilator care processes and reduce ventilator-associated pneumonia. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2005;31:243–8.
 73. Berriel-Cass D, Adkins FW, Jones P, Fakhri MG. Eliminating nosocomial infections at ascension health. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2006;32:612–20.
 74. Youngquist P, Carroll M, Farber M, Macy D, Madrid P, Ronning J, et al. Implementing a ventilator bundle in a community hospital. *Jt Comm J Qual Patient Saf.* 2007;33:219–25.
 75. Tomicic V, Espinoza M, Andresen M, Molina J, Calvo M, Ugarte H, et al. Características de los pacientes que reciben ventilación mecánica en unidades de cuidados intensivos: primer estudio multicéntrico chileno. *Rev Med Chil.* 2008;136:959–67.
 76. Dougnac A, Mercado M, Cornejo R, Cariaga M, Hernández G, Andresen M, et al. Prevalencia de sepsis grave en las unidades de cuidado intensivo. Primer estudio nacional multicéntrico. *Rev Med Chil.* 2007;135:620–30.
 77. Rivers EP, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, et al. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Engl J Med.* 2001;345:1368–77.
 78. Rivers EP, Ahrens T. Improving outcomes for severe sepsis and septic shock: Tools for early identification of at-risk patients and treatment protocol implementation. *Crit Care Clin.* 2008;24:S1–47.
 79. Romero C, Cornejo R, Tobar E, Gálvez R, Llanos O, Castro J. Reanimación protocolizada del shock séptico. *Rev Hosp Clín Univ Chile.* 2008;19:127–41.
 80. Castro R, Regueira T, Aguirre ML, Llanos OP, Bruhn A, Bugedo G, et al. An evidence-based resuscitation algorithm applied from the emergency room to the ICU improves survival of severe septic shock. *Minerva Anestesiol.* 2008;74:223–31.
 81. Levy MM, Pronovost PJ, Dellinger RP, Townsend S, Resar RK, Clemmer TP, et al. Sepsis change bundles: Converting

- guidelines into meaningful change in behavior and clinical outcome. *Crit Care Med.* 2004;32:S595-7.
82. Dellinger RP, Levy MM, Carlet JM, Bion J, Parker MM, Jaeschke R, et al. Surviving Sepsis Campaign: International guidelines for management of severe sepsis and septic shock: 2008. *Crit Care Med.* 2008;36:296-327.
 83. Gao F, Melody T, Daniels DF, Giles S, Fox S. The impact of compliance with 6-hour and 24-hour sepsis bundles on hospital mortality in patients with severe sepsis: A prospective observational study. *Crit Care.* 2005;9:764-70.
 84. Nguyen HB, Corbett SW, Steele R, Banta J, Clark RT, Hayes SR, et al. Implementation of a bundle of quality indicators for the early management of severe sepsis and septic shock is associated with decreased mortality. *Crit Care Med.* 2007;35:1105-12.
 85. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med.* 2000;132:391-402.
 86. Brenner P, Buggedo G, Calleja D, Del Valle G, Fica A, Gómez ME, et al. Consenso nacional sobre infecciones asociadas a catéteres vasculares centrales. Prevención de infecciones asociadas a catéteres vasculares centrales. *Rev Chil Infect.* 2003;20:51-69.
 87. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348:1123-33.
 88. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA, Hobson D, Earsing K, Farley JE, et al. Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Crit Care Med.* 2004;32:2014-20.
 89. Labeau SO, Vandijck DM, Rello J, Adam S, Rosa A, Wenisch C, et al. Centers for Disease Control and Prevention guidelines for preventing central venous catheter-related infection: Results of a knowledge test among 3405 European intensive care nurses. *Crit Care Med.* 2009;37:320-3.
 90. Ash SR. Advances in tunneled central venous catheters for dialysis: Design and performance. *Semin Dial.* 2008;21:504-15.
 91. Casey AL, Mermel LA, Nightingale P, Elliott TS. Antimicrobial central venous catheters in adults: A systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.* 2008;8:763-76.
 92. Timsit JF, Farkas JC, Boyer JM, Martin JB, Misset B, Renaud B, et al. Central vein catheter-related thrombosis in intensive care patients: Incidence, risks factors, and relationship with catheter-related sepsis. *Chest.* 1998;114:207-13.
 93. Menyhay SZ, Maki DG. Disinfection of needleless catheter connectors and access ports with alcohol may not prevent microbial entry: The promise of a novel antiseptic-barrier cap. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 2006;27:23-7.
 94. Schilling S, Doellman D, Hutchinson N, Jacobs BR. The impact of needleless connector device design on central venous catheter occlusion in children: A prospective controlled trial. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2006;30:85-90.
 95. Menyhay SZ, Maki DG. Preventing central venous catheter-associated bloodstream infections: Development of an antiseptic barrier cap for needleless connectors. *Am J Infect Control.* 2008;36:S174.e1-5.
 96. Jasinsky LM, Wurster J. Occlusion reduction and heparin elimination trial using an antireflux device on peripheral and central venous catheters. *J Infus Nurs.* 2009;32:33-9.
 97. Shapey IM, Foster MA, Whitehouse T, Jumaa P, Bion JF. Central venous catheter-related bloodstream infections: Improving post-insertion catheter care. *J Hosp Infect.* 2009;71:117-22.
 98. Pronovost PJ, Needham D, Berenholtz S, Sinopoli D, Chu H, Cosgrove S, et al. An intervention to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU. *N Engl J Med.* 2006;355:2725-32.
 99. Lisboa T, Rello J. Prevención de infecciones nosocomiales: estrategias para mejorar la seguridad de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos. *Med Intensiva.* 2008;32:248-52.
 100. Gallesio AO. Improving quality and safety in the ICU: A challenge for the next years. *Curr Opin Crit Care.* 2008;14:700-7.