



ORIGINAL

## Incidencia de bacteriemia asociada a catéter venoso central en una unidad de cuidados intensivos

M. Espiau<sup>a,\*</sup>, M. Pujol<sup>b</sup>, M. Campins-Martí<sup>c</sup>, A.M. Planes<sup>d</sup>, Y. Peña<sup>b</sup>, J. Balcells<sup>b</sup> y J. Roqueta<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Unitat de Patologia Infecciosa i Immunodeficiències de Pediatria, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

<sup>b</sup> Servei de Cures Intensives Pediàtriques, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

<sup>c</sup> Servei de Medicina Preventiva i Epidemiologia, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

<sup>d</sup> Servei de Microbiologia, Hospital Universitari Vall d'Hebron, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España

Recibido el 21 de noviembre de 2010; aceptado el 3 de marzo de 2011

Disponible en Internet el 19 de abril de 2011

### PALABRAS CLAVE

Bacteriemia;  
Catéter venoso central;  
Infección nosocomial;  
Control de la infección;  
Unidad de cuidados intensivos

### Resumen

**Introducción:** La bacteriemia asociada a catéter venoso central (BACVC) es una infección nosocomial frecuente. Su incidencia es mayor en los pacientes pediátricos que en los adultos y en aquellos ingresados en unidades de cuidados intensivos (UCI). La morbimortalidad asociada a esta entidad hace de la BACVC un problema de salud importante frente al que es imprescindible desarrollar estrategias de prevención.

**Pacientes y métodos:** Se ha realizado un estudio de intervención en una UCI pediátrica (UCIP) para valorar el impacto de la implantación, en diciembre de 2007, del programa «Bacteriemia zero», que tiene como objetivo la prevención de la BACVC. Se han recogido datos demográficos y variables relacionadas con la hospitalización y la infección de los pacientes desde enero a diciembre de 2007 (antes de la intervención) y desde enero a diciembre de 2008 (después de la intervención), estudiándose 497 pacientes en el primer periodo y 495 en el segundo, y se han comparado los resultados entre ambos periodos.

**Resultados:** Se ha observado una reducción del 30,4% en la tasa de incidencia de BACVC ( $p=0,49$ ) en el segundo año de estudio (de 5,5 a 3,8 episodios por 1.000 catéter-días). La ratio de utilización de CVC ha sido de 0,59 y de 0,64, respectivamente. El microorganismo más frecuentemente aislado ha sido *Staphylococcus* spp. coagulasa negativo.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mespiou@vhebron.net](mailto:mespiou@vhebron.net) (M. Espiau).

**Conclusiones:** La implantación de un programa de «bacteriemia 0» que implica tanto a los profesionales de la UCIP como a los de control de la infección nosocomial consigue reducir la incidencia de BACV.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

**KEYWORDS**

Bacteraemia;  
Catheter-related infections;  
Cross infection;  
Infection control;  
Intensive care units

**Incidence of central line-associated bloodstream infection in an intensive care unit**

**Abstract**

**Background:** Central line-associated bloodstream infection (CLABSI) is one of the most common nosocomial infections. The incidence is higher in paediatric patients than in adults, especially in those admitted to Intensive Care Units (ICU). CLABSI-related morbidity makes it a major health problem; therefore it is necessary to develop prevention strategies against it.

**Patients and methods:** An intervention study in a paediatric ICU (PICU) was performed, in order to assess the impact of the introduction of the program «Bacteraemia zero» in December 2007. This program aims to prevent CLABSI. Demographic data and variables related to hospitalisation and infection were collected from January to December 2007 (before the intervention) and from January to December 2008 (after the intervention), and were compared. In the first period, 497 patients were studied, and 495 in the second.

**Results:** A reduction of 30.4% in the incidence of CLABSI ( $P=0.49$ ) in the second year was observed (5.5 to 3.8 episodes per 1000 catheter-days). The CVC use ratio was 0.59 and 0.64, respectively. The most frequently isolated organism was coagulase-negative *Staphylococcus* spp.

**Conclusions:** The implementation of a «no bacteraemia» program, involving all staff in the PICU as well as the professionals in infection control, reduces the incidence of CLABSI.

© 2010 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

Las infecciones nosocomiales son un importante problema de salud pública por su elevada morbilidad y mortalidad. Los pacientes pediátricos hospitalizados en unidades de cuidados intensivos (UCI) tienen un riesgo elevado de adquirir infecciones asociadas a la propia atención sanitaria<sup>1</sup>. La localización más frecuente es la bacteriemia asociada a catéter venoso central (BACVC), seguida de la infección respiratoria y de la infección urinaria asociadas a dispositivos<sup>2,3</sup>. En general, la incidencia de BACVC es mayor en niños que en adultos, y en aquellos ingresados en UCI neonatales y pediátricas (UCIP) es mayor que en el resto de las unidades o los servicios de hospitalización<sup>3</sup>. En los pacientes de edad inferior a 2 meses, la BACVC representa hasta el 34% de las infecciones asociadas a la atención sanitaria<sup>2</sup>. En EE. UU., según datos del National Healthcare Safety Network (NHSN), la incidencia media de BACVC en UCIP es de 5,3 y 2,9 bacteriemias por 1.000 catéter-días en 2006 y 2007, respectivamente<sup>4,5</sup>.

Es importante señalar la morbimortalidad asociada a estas infecciones, con un incremento marcado de la estancia hospitalaria y su coste<sup>6</sup>. Las cifras correspondientes a UCIP y UCI neonatales varían según las series: entre 4 y 40 días de prolongación de la estancia y una letalidad que oscila entre el 3 y el 12%, aumentando hasta un 25-29% si están causadas por bacterias gramnegativas u hongos<sup>7-12</sup>. Según estimaciones realizadas en los EE. UU., el coste de una BACVC se estima entre 11.971 y 39.219 dólares por episodio<sup>13,14</sup>.

Es difícil determinar cuántas de estas infecciones son evitables, pero las intervenciones destinadas a ello son

coste-efectivas, dada la elevada carga adicional que generan dichas infecciones<sup>14</sup>. La experiencia en UCI de pacientes adultos demuestra que las intervenciones realizadas para disminuir la tasa de BACVC —principalmente la higiene de manos y los cuidados del catéter— son efectivas<sup>15,16</sup>. Se dispone de pocos estudios publicados en pediatría. Un estudio realizado en EE. UU. en 2006 en 29 UCIP consiguió una disminución del 43% en la tasa de bacteriemia después de una intervención de ese tipo<sup>17</sup>.

El objetivo de nuestro estudio es determinar la incidencia y los factores relacionados con la BACVC en la UCIP del Hospital Universitari Vall d’Hebron y valorar el impacto de una estrategia de intervención.

**Pacientes y métodos**

Se ha realizado un estudio de intervención antes/después en la UCIP del Hospital Universitari Vall d’Hebron desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2007 y del 1 de enero al 31 de diciembre de 2008 para evaluar el impacto de una intervención que tiene como objetivo reducir la incidencia de BACVC. Dicha intervención fue implementada en diciembre de 2007. El Hospital Universitari Vall d’Hebron es un centro de tercer nivel de Barcelona que dispone de 229 camas en el área materno-infantil, y sirve a una población de referencia de 455.000 habitantes. La UCIP es una unidad multidisciplinar que tiene 15 camas ubicadas en 2 boxes abiertos de 6 camas/box y 3 camas de aislamiento en boxes individuales.

Se han considerado las siguientes variables: características demográficas de los pacientes (edad y sexo); variables relacionadas con la hospitalización (días de estancia en UCIP,

días de catéter, lugar de inserción del catéter y uso del catéter); y variables relacionadas con la infección (fecha de la bacteriemia y microorganismo causante). La información sobre los días de catéter en función del lugar de inserción sólo se recogió en el segundo año de estudio. Se ha definido BACVC según los criterios de los Centers for Disease Control and Prevention (CDC)/National Nosocomial Infections Surveillance System (NNISS)<sup>18</sup>. Se han considerado CVC aquellos catéteres que terminan en el corazón o en un vaso principal cercano al corazón, independiente de la zona de inserción (se incluyen CVC de inserción periférica). El uso de múltiples líneas vasculares en un único paciente se ha contabilizado como un catéter, de acuerdo con la guía NNISS. Se ha excluido a los pacientes con dispositivos intravasculares permanentes, y aquellos con una estancia en UCIP inferior a 48 horas en el momento del diagnóstico de bacteriemia. No se han incluido en el estudio las sepsis clínicas. El seguimiento de los pacientes incluye sólo el periodo de estancia en UCIP.

La detección de casos de bacteriemia se ha realizado mediante vigilancia prospectiva diaria de los resultados de los hemocultivos, facilitados por el servicio de microbiología. La recogida de datos de los pacientes y el seguimiento de los catéteres se ha realizado mediante la hoja de recogida de datos estandarizada propuesta por el NNISS<sup>19</sup>, por personal entrenado de la UCIP y a través de la visita diaria a la UCIP por facultativos especialistas en medicina preventiva.

En diciembre de 2007 se puso en marcha en esta unidad el programa «Bacteriemia zero», propuesto por la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC)<sup>20</sup>, basado en el proyecto de EE. UU. de Peter Pronovost<sup>16</sup>. El programa incluye la aplicación de 5 medidas de eficacia probada para la prevención de las BACVC, recomendadas por el CDC como las de mayor impacto para el control de este tipo de infección<sup>21</sup>: la higiene de manos antes de la inserción y manipulación del catéter, el uso adecuado de métodos de barrera para la inserción, la antisepsia de la piel con clorhexidina al 2%, evitar la inserción del catéter en la femoral siempre que sea posible y la retirada precoz de los catéteres innecesarios. Dicha intervención se implementó durante todo el año a través de la elección de líderes (un médico y un diplomado de enfermería para cada turno de trabajo) que actuaran como referentes, sesiones de formación continuada del personal, y la implantación de *check-list* para asegurar la adhesión a las medidas de prevención durante la inserción de un CVC. Durante el año 2008 se realizaron sesiones para reforzar las medidas anteriores, así como para dar a conocer al personal las cifras basales de incidencia de BACVC correspondientes al año 2007.

El cálculo de la tasa o densidad de incidencia de BACVC se realizó mediante el cociente entre el número de bacteriemias asociadas al dispositivo y la suma total de días de exposición al factor multiplicado por 1.000. Se expresa como número de infecciones por 1.000 días de exposición al factor. El cálculo de la *ratio* de utilización de CVC se realizó mediante el cociente entre el sumatorio de días de exposición a CVC y el total de días de estancia en UCIP. Se ha realizado un análisis descriptivo de las variables categóricas mediante el cálculo de frecuencias; en el caso de variables continuas se han calculado la mediana y los límites. Para estudiar la variación de las tasas de infección entre los 2 años de estudio se ha calculado la razón de tasas de

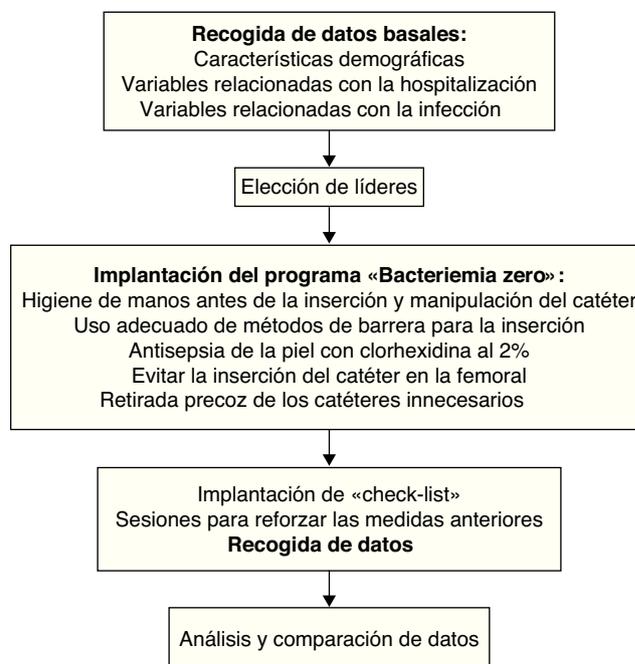


Figura 1 Algoritmo de actuación.

incidencia con su intervalo de confianza del 95% (IC del 95%). Se ha considerado estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ . El análisis estadístico se ha realizado mediante el programa Epidat<sup>22</sup> (fig. 1).

## Resultados

Durante el año 2007 ingresaron en UCIP 497 pacientes y se diagnosticaron 13 BACVC. El número total de pacientes-días de exposición a CVC fue de 2.369 y el total de estancias en UCIP fue de 4.010 días. La tasa de incidencia de BACVC fue de 5,5 por 1.000 catéter-días. La *ratio* de utilización de CVC fue de 0,59 (tabla 1). La mediana de días desde la inserción del CVC hasta el diagnóstico de la BACVC fue de 9 (límites: 3-20). El 84,6% de los CVC que se asociaron a bacteriemia fueron CVC de inserción directa (femoral 53,8% y yugular 30,8%) y el 15,4% fueron CVC de inserción periférica. Según el uso del catéter, la administración de medicación fue el motivo más frecuente (61,5%), seguido del uso mixto (medicación y nutrición parenteral) en el 38,5% de casos. El microorganismo aislado con mayor frecuencia fue

Tabla 1 Tasas de incidencia de bacteriemia asociada a CVC y *ratio* de utilización de CVC (2007-2008)

	2007	2008
Número de pacientes	497	495
Número de bacteriemias	13	11
Tasa de bacteriemia (x 1.000 catéter-días)	5,5	3,8
<i>Ratio</i> de utilización de CVC	0,59	0,64
Mediana de días desde inserción de catéter hasta bacteriemia (límites)	9 (3-20)	22 (1-46)

**Tabla 2** Tasas de incidencia de BACVC en UCIP

Estudio	Año	País	Tasa de incidencia de BACVC (x 1.000 catéter-días)
García-Teresa et al <sup>23</sup>	1998	España	6,4
Odetola et al <sup>24</sup>	1997-1999	EE. UU.	4-20,1
Yogaraj et al <sup>8</sup>	1999-2000	EE. UU.	13,8
Almuneef et al <sup>25</sup>	2000-2003	Arabia Saudí	20,1
Ben Jaballah et al <sup>26</sup>	2004-2005	Túnez	14,8
Costello et al <sup>33</sup>	2004-2006	EE. UU.	7,8-2,3
Edwards et al <sup>4</sup>	2006	EE. UU.	5,3
Edwards et al <sup>5</sup>	2007	EE. UU.	2,9
Espiau et al	2007	España	5,5
Urrea et al <sup>32</sup>	2007	España	5,7-4,9
Espiau et al	2008	España	3,8

*Staphylococcus* spp. coagulasa negativo (7 casos, 53,8%), seguido de *Serratia* spp. (2 casos, 15,4%), *Enterococcus* spp. (2 casos, 15,4%), *Enterobacter* spp. (1 caso, 7,7%) y *Escherichia coli* (1 caso, 7,7%).

En 2008, ingresó un total de 495 pacientes y se diagnosticaron 11 BACVC. El número total de pacientes-días de CVC fue de 2.880, con 4.489 días de estancia en UCI. La tasa de incidencia de BACVC fue de 3,8 por 1.000 catéter-días. La ratio de utilización de CVC fue de 0,64 (tabla 1). La mediana de días desde la inserción del catéter hasta la presentación de BACVC fue de 22 (límites: 1-46). La distribución de la BACVC según el lugar de punción fue la siguiente: femoral 27,3%, yugular 63,6% y subclavia 9,1%. La tasa de incidencia según localización del catéter fue la siguiente: femoral 3,1 por 1.000 catéter-días, yugular 4,5 por 1000 catéter-días y subclavia 2,2 por 1.000 catéter-días. Según el uso del catéter, la BACVC se distribuyó de la siguiente manera: administración de medicación (36,4%) y mixto (medicación y nutrición parenteral) (63,6%). Los microorganismos implicados en este periodo fueron *Staphylococcus* spp. coagulasa negativo (7 casos, 63,6%) *Enterococcus* spp. (2 casos, 18,2%), *E. coli* (1 caso, 9,1%) y *Candida parapsilosis* (1 caso, 9,1%).

Aunque se ha observado una reducción del 30,4% (IC del 95%, 68,8%- -55,4%) en la tasa de incidencia en ambos periodos, la diferencia no es estadísticamente significativa (p=0,49) (tabla 1).

## Discusión

Las tasas de incidencia de BACVC observadas en la UCIP de nuestro centro son similares a las descritas por los estándares internacionales para este tipo de unidades<sup>4,5,8,23-26</sup> (tabla 2).

En EE. UU., según datos de la NHSN de 2006, que incluye 36 UCIP médico/quirúrgicas, la incidencia media de BACVC es de 5,3 bacteriemias por 1.000 catéter-días, con una ratio de utilización de CVC de 0,49<sup>4</sup>. Los datos de 2007, correspondientes a 71 UCIP, recogen una incidencia media de BACVC de 2,9 bacteriemias por 1.000 catéter-días, con una ratio de utilización de CVC de 0,46<sup>5</sup>. La reducción observada entre ambos periodos puede explicarse, según los autores, por los cambios en la definición de BACVC, por la incorporación de un número importante de UCI médico-quirúrgicas de hospitales de un nivel asistencial más bajo, y por un incremento

de estrategias preventivas de este tipo de infecciones en los hospitales participantes<sup>5</sup>.

La tasa de incidencia de BACVC en la UCIP de nuestro centro en el primer año del estudio se encuentra entre los percentiles 50 y 75 en relación con los datos descritos por el NHSN para 2006, y entre los percentiles 75 y 90 en relación con los de 2007. En el segundo año del estudio y en comparación con los datos de la NHSN correspondientes al periodo 2006, la tasa de incidencia de BACVC en nuestro centro está entre el percentil 50 y 75, y en el percentil 75 si se compara con los datos de 2007.

La ratio de utilización de CVC en nuestra UCIP (0,59-0,64) es también superior a la descrita por el NHSN en las UCI pediátricas de los EE. UU. (0,46-0,49)<sup>4,5</sup>. Esta diferencia se debe probablemente a la mayor permanencia de inserción de los CVC en nuestro centro, más que a factores relacionados con la propia complejidad de los enfermos o a las características intrínsecas de la unidad, por lo que es necesario incidir en la retirada precoz de los catéteres innecesarios.

Coincidiendo con nuestros resultados, el microorganismo más frecuentemente asociado a la BACVC es *Staphylococcus* spp. coagulasa negativo, seguido de *Enterococcus* spp., *S. aureus*, *Enterobacter* spp., *Candida albicans*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae*<sup>2,9,27</sup>.

Algunos de los factores de riesgo para presentar una BACVC son la hospitalización prolongada previa a la cate-terización, la duración de ésta (al menos 7 días<sup>27</sup>), la colonización microbiana del punto de inserción y/o del catéter, la neutropenia, la nutrición parenteral, la prematuridad, la administración de hidrocortisona y la frecuencia de acceso o manipulaciones del catéter<sup>6,27</sup>. Es un hecho bien descrito en la literatura que la vía femoral es la zona de inserción más asociada a bacteriemia en pacientes adultos, por lo que todas las guías recomiendan minimizar la utilización de esta vía de inserción o su recambio precoz<sup>6,28</sup>. En pacientes pediátricos se dispone de pocos datos y éstos no son concluyentes<sup>29,30</sup>. Aunque los resultados de nuestro estudio, correspondientes al segundo periodo, muestran una tasa de BACVC superior para la vía yugular que para la femoral, estas cifras deben valorarse con precaución debido al pequeño tamaño muestral.

Un aspecto particular de los pacientes pediátricos, y especialmente de los críticamente enfermos, es que el acceso vascular está frecuentemente limitado, lo

cual afecta tanto al diagnóstico como al tratamiento de la BACVC, dado que obtener un cultivo de sangre periférica y/o retirar un catéter puede no ser factible<sup>31</sup>.

La implantación del programa «Bacteriemia zero» en nuestro centro ha sido efectiva, con una disminución de la tasa basal o fracción prevenida del 30,4%. El limitado poder estadístico del estudio, asociado con toda probabilidad al pequeño tamaño muestral, hace que la comparación de tasas no alcance significación estadística.

Pronovost et al<sup>16</sup> han sido pioneros en la implantación de programas dirigidos a la reducción de este tipo de infecciones, integrados en el contexto de proyectos de seguridad del paciente en UCI. Tras 18 meses de la introducción de una intervención basada en la evidencia en 108 UCI de Michigan, se ha conseguido una reducción sostenida de las tasas de BACVC del 66% (7,7 a 1,4 BACVC por 1.000 catéter-días;  $p < 0,002$ ). Aunque este estudio se realizó de forma casi exclusiva en UCI de adultos —incluye sólo una UCIP—, los factores de riesgo, las medidas de prevención y control aplicadas y la metodología de la vigilancia son comunes para ambas poblaciones en estudio. Trabajos recientes realizados en áreas pediátricas con protocolos similares al descrito indican también disminuciones significativas de la incidencia de BACVC, desde cifras del 5,7 al 4,9 por 1.000 catéter-días en una UCIP de un hospital de tercer nivel de Barcelona<sup>32</sup>, y de 7,8 a 4,7 por 1.000 catéter-días en una UCIP de cardiología en Boston<sup>33</sup>. Se estima que en EE. UU., según los resultados de la intervención de Pronovost et al<sup>16</sup>, con esta clase de estrategias se pueden evitar 80.000 BACVC, 28.000 muertes y 2,3 billones de dólares cada año atribuidos a estas infecciones<sup>16</sup>.

En nuestro caso, la puesta en marcha del programa de intervención no ha requerido costes adicionales importantes en cuanto a la disponibilidad de personal ni a la aplicación de nuevas tecnologías. No obstante, hay que destacar la importante implicación de los líderes, lo que ha supuesto muchas horas de trabajo extra y dedicación al proyecto.

Entre las limitaciones del estudio cabe señalar la dificultad de establecer una relación causal entre el programa de intervención y la reducción de incidencia de BACVC. Sin embargo, durante el periodo de estudio no parecen haber incidido otros factores que pudieran explicar por sí mismos los efectos observados, y la observación de una disminución sostenida durante el segundo año sugiere una asociación causal con el programa.

En conclusión, nuestra experiencia indica que la implantación de medidas de prevención de las infecciones nosocomiales en el marco de proyectos de intervención que impliquen a todo el personal de la unidad, con la colaboración de los profesionales de control de infección del centro, es útil para conseguir una reducción de las tasas de BACVC en la UCIP. La reducción en morbilidad y mortalidad para los pacientes, y en los costes asociados a la asistencia sanitaria de este tipo de infecciones, son importantes.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Posfay-Barbe KM, Zerr DM, Pittet D. Infection control in paediatrics. *Lancet Infect Dis*. 2008;8:19–31.
2. Richards MJ, Edwards JR, Culver DH, Gaynes RP. Nosocomial infections in pediatric intensive care units in the United States. National Nosocomial Infections Surveillance System. *Pediatrics*. 1999;103:103–9.
3. Newman CD. Catheter-related bloodstream infections in the pediatric intensive care unit. *Semin Pediatr Infect Dis*. 2006;17:20–4.
4. Edwards JR, Peterson KD, Andrus ML, Tolson JS, Goulding JS, Dudeck MA, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2006, issued June 2007. *Am J Infect Control*. 2007;35:290–301.
5. Edwards JR, Peterson KD, Andrus ML, Dudeck MA, Pollock DA, Horan TC, et al. National Healthcare Safety Network (NHSN) Report, data summary for 2006 through 2007, issued November 2008. *Am J Infect Control*. 2008;36:609–26.
6. Marshall J, Mermel LA, Classen D, Arias KM, Podgorny K, Anderson DJ, et al. Strategies to prevent central line-associated bloodstream infections in acute care hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008;29:S22–30.
7. Gray JW. A 7-year study of bloodstream infections in an english children's hospital. *Eur J Pediatr*. 2004;163:530–5.
8. Yogaraj JS, Elward AM, Fraser VJ. Rate, risk factors, and outcomes of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients. *Pediatrics*. 2002;110:481–5.
9. Payne NR, Carpenter JH, Badger GJ, Horbar JD, Rogowski J. Marginal increase in cost and excess length of stay associated with nosocomial bloodstream infections in surviving very low birth weight infants. *Pediatrics*. 2004;114:348–55.
10. Stoll BJ, Hansen N, Fanaroff AA, Wright LL, Carlo WA, Ehrenkranz RA, et al. Late-onset sepsis in very low birth weight neonates: the experience of the NICHD Neonatal Research Network. *Pediatrics*. 2002;110:285–91.
11. Fanaroff AA, Korones SB, Wright LL, Verter J, Poland RL, Bauer CR, et al. Incidence, presenting features, risk factors and significance of late onset septicemia in very low birth weight infants. The National Institute of Child Health and Human Development Neonatal Research Network. *Pediatr Infect Dis J*. 1998;17:593–8.
12. Morgan J, Meltzer MI, Plikaytis BD, Sofair AN, Huie-White S, Wilcox S, et al. Excess mortality, hospital stay, and cost due to candidemia: a case-control study using data from population-based candidemia surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2005;26:540–7.
13. Warren DK, Qadir WW, Hollenbeak CS, Edward AM, Cox MJ, Fraser VJ. Attributable cost of catheter-associated bloodstream infections among intensive care patients in a non-teaching hospital. *Crit Care Med*. 2006;34:2084–9.
14. Elward AM, Hollenbeak CS, Warren DK, Fraser VJ. Attributable cost of nosocomial primary bloodstream infection in pediatric intensive care unit patients. *Pediatrics*. 2005;115:868–72.
15. Zingg W, Imhof A, Maggiorini M, Stocker R, Keller E, Ruef C. Impact of a prevention strategy targeting hand hygiene and catheter care on the incidence of catheter-related bloodstream infections. *Crit Care Med*. 2009;37:2167–73.
16. Pronovost P, 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.
17. Miller MR, Griswold M, Harris 2nd JM, Yenokyan G, Huskins WC, Moss M, et al. Decreasing PICU catheter-associated bloodstream infections: NACHRI's quality transformation efforts. *Pediatrics*. 2010;125:206–13.
18. Horan TC, Gaynes RP. Surveillance of nosocomial infections. En: Mayhall CG, editor. *Hospital epidemiology and infection*

- control*. 3.ª ed Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p. 1659–702.
19. National Healthcare Safety Network. Patient Safety Component 57.118. Denominators for Intensive Care Unit (ICU)/other locations (not NICU or SCA). Disponible en: [http://www.cdc.gov/nhsn/forms/57.118\\_DenominatorICU\\_BLANK.pdf](http://www.cdc.gov/nhsn/forms/57.118_DenominatorICU_BLANK.pdf). Consultado el 31/03/2010.
  20. Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias (SEMICYUC). Proyecto «Bacteriemia zero». Disponible en: <http://www.seguridaddelpaciente.es/index.php/lang-es/component/content/article/42-sociedades-cientificas-prof/73-programa-para-reducir-las-bacteriemias-por-cateteres-venosos-centrales-en-las-uci-del-sns.html>. Consultado el 31/03/2010.
  21. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med*. 2000;132:391–402.
  22. Epidat [programa informático] Versión 3.1. Dirección Xeral de Saúde Pública; 2006.
  23. García-Teresa MA, Casado-Flores J, Delgado Domínguez MA, Roqueta-Mas J, Cambra-Lasaosa F, Concha-Torre A, et al., Spanish Central Venous Catheter Pediatric Study Group. Infectious complications of percutaneous central venous catheterization in pediatric patients: a Spanish multicenter study. *Intensive Care Med*. 2007;33:466–76.
  24. Odetola FO, Moler FW, Dechert RE, VanDerElzen K, Chenoweth C. Nosocomial catheter-related bloodstream infections in a pediatric intensive care unit: risk and rates associated with various intravascular technologies. *Pediatr Crit Care Med*. 2003;4:432–6.
  25. Almuneef MA, Memish ZA, Balkhy HH, Hijazi O, Cunningham G, Francis C. Rate, risk factors and outcomes of catheter-related bloodstream infection in a paediatric intensive care unit in Saudi Arabia. *J Hosp Infect*. 2006;62:207–13.
  26. Ben Jaballah N, Bouziri A, Mnif K, Hamdi A, Khaldi A, Kchaou W. Epidemiology of hospital-acquired bloodstream infections in a tunisian pediatric intensive care unit: a 2-year prospective study. *Am J Infect Control*. 2007;35:613–8.
  27. Costello JM, Graham DA, Morrow DF, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC. Risk factors for central line-associated bloodstream infection in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med*. 2009;10:453–9.
  28. CDC. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections. *MMWR*. 2002;51(RR-10):1–32.
  29. Venkataraman ST, Thompson AE, Orr RA. Femoral vascular catheterization in critically ill infants and children. *Clin Pediatr (Phila)*. 1997;36:311–9.
  30. Goldstein AM, Weber JM, Sheridan RL. Femoral venous access is safe in burned children: an analysis of 224 catheters. *J Pediatr*. 1997;130:442–6.
  31. Smith MJ. Catheter-related bloodstream infections in children. *Am J Infect Control*. 2008;36:S173.e1–3.
  32. Urrea M, Rozas L. La bacteriemia asociada al catéter venoso central: implementación de un nuevo protocolo de consenso. *An Pediatr (Barc)*. 2009;71:20–4.
  33. Costello JM, Morrow DF, Graham DA, Potter-Bynoe G, Sandora TJ, Laussen PC. Systematic intervention to reduce central line-associated bloodstream infection rates in a pediatric cardiac intensive care unit. *Pediatrics*. 2008;121:915–23.