



## GUÍA PARA LA PREVENCIÓN DE COMPLICACIONES INFECCIOSAS RELACIONADAS CON CATÉTERES INTRAVENOSOS

De Pablo Casas M, Penas Ríos JL.  
Servicio de Medicina Interna  
Hospital Da Costa. Burela. Lugo.

### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. OBJETIVO
3. RECOMENDACIONES
  - Educación del profesional sanitario
  - Vigilancia/Supervisión del catéter
  - Técnica aséptica de inserción del catéter
  - Cuidados del lugar de inserción del catéter
  - Selección y sustitución de los catéteres
  - Sustitución de los sets de administración y de los fluidos parenterales
  - Catéteres venosos periféricos
  - Catéteres venosos centrales, incluidos los insertados periféricamente
4. BIBLIOGRAFÍA

### FICHA TÉCNICA

- Extensión: 17 páginas
- Método de realización: Adaptación y ampliación parcial de las **Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections** publicadas en agosto de 2002 por los **Centers for Disease Control and Prevention**. (<http://www.cdc.gov/mmwr/PDF/rr/rr5110.pdf>).
- Fecha de realización: marzo de 2004
- Fecha de publicación: abril de 2004
- Fecha de revisión: antes de 2007
- Conflicto de intereses: no declarados
- Financiación: ninguna



## INTRODUCCIÓN

---

Los catéteres venosos son imprescindibles en la práctica médica actual. Su uso conlleva una potencial fuente de complicaciones locales o sistémicas. Las primeras comprenden la infección en el punto de entrada, la flebitis y las relacionadas con el procedimiento de inserción. Entre las segundas se incluyen las bacteriemias relacionadas con el catéter (BRC) con o sin producción de complicaciones a distancia como endocarditis, abscesos pulmonares, óseos, cerebrales, etc.

Todas estas complicaciones alteran la evolución normal del proceso del paciente añadiendo morbimortalidad e incremento de la estancia y del gasto sanitario(1,2).

Los catéteres venosos periféricos son los dispositivos más frecuentemente empleados para el acceso vascular y aunque la incidencia de infecciones locales o sistémicas asociadas a su utilización es habitualmente baja, ocasionan gran morbilidad por la frecuencia con la que se usan. La flebitis es sin duda la complicación más frecuente de los mismos. Su incidencia es muy variable con tasas que han oscilado entre el 2,5 y el 100% (3). Límites tan amplios reflejan, al menos en parte, las diferencias existentes entre las poblaciones estudiadas, los diferentes tipos de cánulas utilizadas y los distintos criterios seguidos para definir las complicaciones.

La mayoría de las complicaciones infecciosas más graves son las asociadas a los catéteres venosos centrales (CVC) y especialmente los que son colocados en las unidades de cuidados intensivos (UCI). En EEUU se ha estimado que ocurren unos 250.000 casos anuales de BRC asociadas a CVC (4). La mortalidad atribuible ronda el 12-25% y el coste marginal para el sistema de salud es de unos 25.000 \$ por episodio (4).

Por tanto, para reducir la gran morbilidad e importante coste sanitario que suponen las BRC, se deben implementar medidas multidisciplinarias destinadas a reducir la incidencia de estas complicaciones infecciosas.



### OBJETIVO

---

Establecer una serie de recomendaciones basadas en la evidencia disponible para la prevención de las complicaciones infecciosas asociadas al uso de catéteres intravenosos. Estas recomendaciones están fundamentalmente dirigidas a los profesionales sanitarios encargados de la colocación y mantenimiento de dichos catéteres, al personal encargado de la vigilancia y control de las infecciones nosocomiales y en menor medida a los pacientes.

A cada recomendación se le asigna una de las categorías elaboradas por los CDC y el Healthcare Infection Control Practices Advisory Comité (HICPAC) (4) basadas en la evidencia de los datos científicos existentes, en los conceptos teóricos, en su aplicabilidad y en su impacto económico. Las categorías son las siguientes:

- **Categoría IA:** recomendación firme para poner en práctica y sólidamente apoyada por estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos bien diseñados.
- **Categoría IB:** recomendación firme para poner en práctica y apoyada por algunos estudios experimentales, clínicos o epidemiológicos y por un concepto teórico sólido.
- **Categoría IC:** requerida por regulaciones del estado, reglas o estándares (no aplicable en nuestro país).
- **Categoría II:** necesita para ponerse en práctica ser apoyada o sugerida por estudios clínicos o epidemiológicos o por un concepto teórico.
- **Cuestión no resuelta:** tema o asunto para el que la evidencia disponible es insuficiente o no existe consenso respecto a su eficacia.



## RECOMENDACIONES

---

Se han clasificado en los siguientes grupos:

1. Educación del profesional sanitario.
2. Vigilancia/Supervisión del catéter.
3. Técnica aséptica de inserción del catéter.
4. Cuidados del lugar de inserción del catéter.
5. Selección y sustitución de los catéteres.
6. Sustitución de los sets de administración y de los fluidos parenterales.
7. Catéteres venosos periféricos.
8. Catéteres venosos centrales, incluidos los insertados periféricamente.

### **1. Educación del profesional sanitario**

- 1.1. Capacitación y entrenamiento de los profesionales encargados de la inserción y mantenimiento de los catéteres en lo referente a sus indicaciones, a los procedimientos adecuados para su inserción y mantenimiento y a las medidas apropiadas para prevenir las infecciones asociadas (5-9). **Categoría IA.**
- 1.2. Asegurar periódicamente el conocimiento y adherencia de los profesionales encargados del manejo de los catéteres a las recomendaciones de referencia. (5-8,10). **Categoría IA.**
- 1.3. Establecer unos adecuados niveles de responsabilidad en el personal de enfermería de las UCIs para disminuir la incidencia de las BRC (11,12). **Categoría IB.**
- 1.4. Designar personal específico entrenado para la inserción y mantenimiento de los catéteres intravasculares (7,13,14). **Categoría IA.**

### **2. Vigilancia/Supervisión del catéter**

- 2.1. Visualizar o palpar con regularidad los catéteres a través del apósito. En caso de dolor en el punto de inserción, fiebre sin foco obvio u otras manifestaciones que sugieran infección local o BRC, retirar el apósito y examinar directamente el punto de inserción (15,16). **Categoría IB.**
- 2.2. Advertir al paciente que notifique cualquier anomalía que perciba en el lugar de inserción. **Categoría II.**



- 2.3. Registrar de una forma estandarizada el nombre del profesional que insertó el catéter, la fecha de colocación y retirada y los cambios del apósito. **Categoría II.**
- 2.4. No cultivar de forma rutinaria las puntas de catéter (17-19). **Categoría IA.**

### **3. Técnica aséptica de inserción del catéter**

- 3.1. Efectuar una higiene adecuada de las manos mediante lavado con agua y jabón o con un gel de base alcohólica antes y después de palpar los sitios de inserción del catéter, insertar o reemplazar el mismo y reparar o cambiar los apósitos. La palpación del punto de inserción no debe ser realizada después de la aplicación de la antisepsia a menos que la técnica aséptica se mantenga (6,20-24). **Categoría IA.**
- 3.2. El uso de guantes no exime de la necesidad de una apropiada higiene de las manos (6,22,23). **Categoría IA.**
- 3.3. Mantener una técnica aséptica para la inserción y cuidado de los catéteres intravasculares (25-27). **Categoría IA.**
- 3.4. Utilizar guantes no estériles es aceptable para la inserción de catéteres periféricos si el sitio de acceso no es palpado tras la aplicación de antisépticos en la piel. Para la inserción de catéteres arteriales o centrales es preciso el uso de guantes estériles (26,28). **Categoría IA.**
- 3.5. No usar de forma rutinaria procedimientos de incisión de la piel como método para insertar catéteres (29-31). **Categoría IA.**
- 3.6. Limpieza desinfectante de la piel con un antiséptico en el momento de la inserción del catéter y durante los cambios del apósito. Se prefiere para ello la clorhexidina al 2% aunque también puede usarse tintura de yodo o alcohol al 70% (32-35). **Categoría IA.**
- 3.7. Dejar que el antiséptico seque al aire antes de introducir el catéter. En el caso de la povidona iodada, mantenerla al menos 2 minutos o más si no ha secado antes de la inserción (32-35). **Categoría IB.**
- 3.8. No aplicar solventes orgánicos (por ejemplo, acetona o éter) en la piel antes de la inserción del catéter o durante los cambios de apósito (36). **Categoría IA.**



## 4. Cuidados del lugar de inserción del catéter

- 4.1. Usar gasas estériles o apósitos estériles, transparentes y semipermeables para cubrir el punto de inserción (13, 37-39). **Categoría IA.**
- 4.2. Si el paciente está sudoroso o sangra en el punto de inserción, es preferible un apósito de gasa a los transparentes y semipermeables (13, 37-39). **Categoría II.**
- 4.3. Reemplazar el apósito si está húmedo, se ha aflojado o está visiblemente sucio (13, 37). **Categoría IB.**
- 4.4. Cambiar los apósitos al menos semanalmente para pacientes adultos y adolescentes dependiendo de las circunstancias individuales (39). **Categoría II.**
- 4.5. No usar antibióticos tópicos en los sitios de inserción (excepto cuando se usan catéteres de diálisis) por la posibilidad de promover resistencias a antibióticos o infecciones fúngicas (40, 41). **Categoría IA.**
- 4.6. No administrar de forma rutinaria profilaxis antimicrobiana intranasal o sistémica antes de la inserción o durante el uso de un catéter intravascular con la intención de prevenir la colonización del catéter o una BRC (42-44). **Categoría IA.**
- 4.7. No sumergir el catéter bajo el agua. Puede permitirse la ducha con precauciones para evitar la introducción de gérmenes, como por ejemplo cubriendo el catéter y las conexiones con algún protector impermeable (45). **Categoría II.**

## 5. Selección y sustitución de los catéteres

- 5.1. Seleccionar el catéter, la técnica y el sitio de inserción con el menor riesgo de complicaciones teniendo en cuenta el tipo y duración esperada de la terapia i.v. (46-48). **Categoría IA.**
- 5.2. Retirar rápidamente cualquier catéter intravascular que no sea necesario (49, 50). **Categoría IA.**
- 5.3. No reemplazar de forma rutinaria los catéteres venosos centrales o arteriales con el único propósito de reducir la incidencia de infecciones (51, 52). **Categoría IB.**



5.4. Reemplazar los catéteres venosos periféricos en adultos al menos cada 72-96 horas para prevenir flebitis (53). En niños pueden mantenerse hasta que el tratamiento i.v. finalice a menos que se produzcan complicaciones (54-56).

**Categoría IB.**

5.5. Cuando no se haya podido asegurar una correcta técnica aséptica en la colocación de los catéteres (por ejemplo durante una emergencia), se deben cambiar los mismos tan rápido como sea posible y no más tarde de las 48 h (25-27). **Categoría II.**

5.6. Usar el juicio clínico para determinar cuando reemplazar un catéter que pueda ser una fuente de infección (por ejemplo, no cambiarlo rutinariamente cuando el único indicador sea la presencia de fiebre). No cambiar los catéteres en pacientes con bacteriemia o fungemia si es poco probable que la fuente de infección sea el catéter (57). **Categoría II.**

5.7. Reemplazar cualquier CVC de corta duración si se observa salida de material purulento por el punto de inserción (57, 58). **Categoría IB.**

5.8. Reemplazar todos los CVC si el paciente está hemodinámicamente inestable o se sospecha una BRC (57, 58). **Categoría II.**

5.9. No usar técnicas de recambio de catéteres mediante guías si se sospecha que existe una infección relacionada con el catéter (51, 52). **Categoría IB.**

## 6. Sustitución de los sets de administración y de los fluidos parenterales

6.1. Los sets de administración, llaves de 3 pasos y extensiones se cambiarán al menos cada 72 horas, a no ser que se sospeche o documente infección asociada al catéter (59, 60). **Categoría IA.**

6.2. El set usado para administrar sangre o derivados o emulsiones de lípidos con glucosa y aminoácidos (nutrición parenteral) debe cambiarse en las 24 horas que siguen al inicio de la infusión (61, 62). **Categoría IB.**

6.3. Si las soluciones contienen sólo dextrosa y aminoácidos, el set de administración no necesita cambiarse en menos de 72 horas. **Categoría II.**

6.4. Cambiar el sistema de infusión de propofol cada 6 ó 12 horas, dependiendo de su uso y según las indicaciones del fabricante (63). **Categoría IA.**

6.5. Completar la perfusión de soluciones lipídicas en no más 24 horas desde el inicio (64-66). **Categoría IB.**



- 6.6. Completar la perfusión de sangre o de otros componentes sanguíneos en no más de 4 horas desde el inicio (67,68). **Categoría II.**
- 6.7. No puede establecerse recomendación acerca del tiempo de perfusión de otros fluidos parenterales. **Cuestión no resuelta.**
- 6.8. Limpiar las zonas de acceso al sistema con alcohol al 70 % o con yodoformo antes de acceder al mismo (69, 70). **Categoría IA.**
- 6.9. Cerrar todas las conexiones del sistema cuando no se estén usando (71). **Categoría IB.**
- 6.10. Mezclar todos los fluidos de administración parenteral en la campana de flujo laminar usando técnica aséptica (72). **Categoría IB.**
- 6.11. No usar preparados intravenosos que presenten turbidez, fugas, grietas, partículas en suspensión o excedan la fecha de caducidad (73). **Categoría IB.**
- 6.12. Usar viales de dosis única para medicamentos o aditivos parenterales cuando sea posible (73). **Categoría II.**
- 6.13. No mezclar los sobrantes de los viales de uso único para uso posterior (73,74). **Categoría IA.**
- 6.14. Si se usan viales multidosis:
- 6.14.1. Refrigerar los mismos después de utilizarlos si así lo recomienda el fabricante. **Categoría II.**
  - 6.14.2. Limpiar con alcohol al 70% el diafragma de goma de los viales multidosis antes de puncionarlos (69). **Categoría IA.**
  - 6.14.3. Usar agujas estériles para acceder a los viales multidosis y evitar contaminarlas antes de insertarlas en los diafragmas de acceso (71). **Categoría IA.**
  - 6.14.4. Descartar viales multidosis si hay sospecha de contaminación de los mismos (71). **Categoría IA.**

## **7. Catéteres venosos periféricos. Consideraciones específicas**

- 7.1. Emplear un catéter apropiado para insertar en la fosa antecubital (vena basilíca proximal o venas cefálicas) o bien un catéter venoso central insertado periféricamente (CVCIP) cuando se estime que la duración del tratamiento i.v. supere probablemente los 6 días (75). **Categoría IB.**
- 7.2. En los adultos, emplear como acceso venoso una extremidad superior en vez de las extremidades inferiores. Sustituir un catéter insertado en una



extremidad inferior a una extremidad superior tan pronto como sea posible (76). **Categoría IA.**

7.3. En los niños, pueden emplearse como acceso venoso la mano, el dorso del pie o el cuero cabelludo. **Categoría II.**

### **8. Catéteres venosos centrales, incluidos los insertados periféricamente. Consideraciones específicas**

8.1. Emplear un CVC con el mínimo número posible de conexiones y luces esenciales para el manejo del paciente (77,78). **Categoría IB.**

8.2. Emplear un dispositivo de acceso totalmente implantable con su correspondiente conexión subcutánea en la vena subclavia o yugular interna, en los pacientes que precisen un acceso vascular intermitente a largo plazo. Para los pacientes que precisen un acceso frecuente o continuo es preferible un CVCIP o un CVC tunelizado insertado directamente en la vena correspondiente (79,80). **Categoría II.**

8.3. Sopesar los riesgos y beneficios de colocar un dispositivo en una localización recomendada para reducir las complicaciones infecciosas con el riesgo de las complicaciones mecánicas (por ejemplo, neumotórax, punción de la arteria subclavia, laceración de la vena subclavia, estenosis de la vena subclavia, hemotórax, trombosis, embolia gaseosa y malposición del catéter)(46,48). **Categoría IA.**

8.4. Es preferible el acceso de la subclavia al de la yugular o femoral en pacientes adultos para minimizar el riesgo de infección al colocar un CVC no tunelizado (46,81). **Categoría IA.**

8.5. Emplear una técnica aséptica incluyendo el uso de gorro, mascarilla, túnica estéril, guantes estériles, y una sábana estéril amplia, para la colocación de los CVCs (incluyendo los CVCIPs) o para el cambio de catéteres mediante guías (25,82). **Categoría IA.**

8.6. Cambio mediante guías:

8.6.1. No realizarlos rutinariamente con los catéteres no tunelizados para prevenir infecciones (52,83). **Categoría IB.**

8.6.2. Cambiar mediante una guía un catéter no tunelizado que no funcione correctamente si no existe evidencia de infección (52,83). **Categoría IB.**

8.6.3. Usar un nuevo par de guantes estériles antes de manipular el nuevo catéter (25,82). **Categoría II.**



- 8.7. Asignar una conexión exclusivamente para la nutrición parenteral si se emplea un catéter de múltiples luces (84). **Categoría II.**
- 8.8. Cambiar el apósito de un CVC cada 2 días si es de gasa y al menos cada 7 días si es uno transparente, excepto en los niños en los que se debe sopesar el riesgo de descolocar el catéter con el beneficio que supone el cambio del apósito (39). **Categoría IB.**
- 8.9. Cambiar los apósitos de los CVCs tunelizados o implantados no más de una vez por semana, hasta que el lugar de la inserción haya cicatrizado (39). **Categoría IB.**
- 8.10. No puede establecerse recomendación para el uso de esponjas de clorhexidina con el objetivo de reducir la incidencia de infección. **Cuestión no resuelta.**
- 8.11. No emplear esponjas de clorhexidina en neonatos de menos de 7 días o en gestantes de menos de 26 semanas (85). **Categoría II.**



## BIBLIOGRAFÍA

1. Mermel LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med* 2000; 132: 391-402.
2. Rello J, Ochagavía A, Sabanes E, et al. Evaluation of outcome of intravenous catheter-related infections in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 1027-30.
3. Martínez JA, Fernández P, Rodríguez E, Sobrino J, Torres M, Nubiola A, Buges J. Cánulas intravenosas: complicaciones derivadas de su utilización y análisis de los factores predisponentes. *Med Clin (Barc)* 1994; 103: 89-93.
4. Centers for Disease Control and Prevention. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections. *MMWR* 2002; 51 (No. RR-10): 2.
5. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, et al. Education of physicians in training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000; 132: 641-8.
6. Eggimann P, Harbarth S, Constantin MN, Touveneau S, Chevrolet JC, Pittet D. Impact of a prevention strategy targeted at vascular access care on incidence of infections acquired in intensive care. *Lancet* 2000, 355: 1864-8.
7. Soifer NE, Borzak S, Edlin BR, Weinstein RA. Prevention of peripheral venous catheter complications with an intravenous therapy team: a randomized controlled trial. *Arch Intern Med* 1998; 158: 473-7. (Abstract)
8. Davis D, O'Brien MA, Freemantle N, Wolf FM, Mazmanian P, Taylor-Vaisey A. Impact of formal continuing medical education: do conferences, workshops, rounds and other traditional continuing education activities change physician behavior or health care outcomes?. *JAMA* 1999; 282: 867-74.
9. Tomford JW, Hershey CO, McLaren CE, Porter DK, Cohen DI. Intravenous therapy team and peripheral venous catheter-associated complications: a prospective controlled study. *Arch Intern Med* 1984; 144: 1191-4. (Abstract)
10. Wenzel RP. The development of academic programs for quality assessment. *Arch Intern Med* 1991; 151: 653-4.
11. Robert J, Fridkin SK, Blumberg HM, et al. The influence of the composition of the nursing staff on primary bloodstream infection rates in a surgical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21: 12-7. (Abstract)
12. Vicca AF. Nursing staff workload as a determinant of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* spread in an adult intensive therapy unit. *J Hosp Infect* 1999; 43: 109-13.



13. Bijma R, Girbes AR, Kleijer DJ, Zwaveling JH. Preventing central venous catheter-related infection in a surgical intensive-care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 618-20.
14. Cohran J, Larson E, Roach H, Blane C, Pierce P. Effect of intravascular surveillance and education program on rates of nosocomial bloodstream infections. *Heart Lung* 1996; 25: 161-4.
15. Pearson ML. Guideline for prevention of intravascular device-related infections. Part I. Intravascular device-related infections: an overview. The Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. *Am J Infect Control* 1996; 24: 262-77.
16. White MC, Raglan KE. Surveillance of intravenous catheter-related infections among home care clients. *Am J Infect Control* 1994; 22: 231-5.
17. Pittet D, Tarara D, Wenzel RP. Nosocomial bloodstream infection in critically ill patients. Excess length of stay, extra costs and attributable mortality. *JAMA* 1994; 271: 1598-601. (Abstract)
18. Raad II, Baba M, Bodey GP. Diagnosis of catheter-related infections: the role of surveillance and targeted quantitative skin cultures. *Clin Infect Dis* 1995; 20: 593-7.
19. Widmer AF, Nettleman M, Flint K, Wenzel RP. The clinical impact of culturing central venous catheters: a prospective study. *Arch Intern Med* 1992; 152: 1299-302. (Abstract)
20. Larson EL, Rackoff WR, Weiman M, et al. APIC guideline for handwashing and hand antisepsis in health care settings. *Am J Infect Control* 1995; 23: 251-69.
21. Bischoff WE, Reynolds TM, Sessler CN, Edmon MB, Wenzel RP. Handwashing compliance by health care workers: the impact of introducing an accessible, alcohol-based hand antiseptic. *Arch Intern Med* 2000; 160: 1017-21.
22. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. *Arch Intern Med* 1999; 159: 821-6.
23. Simmons B, Bryant J, Neiman K, Spencer L, Arheart K. The role of handwashing in prevention of endemic intensive care unit infections. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1990; 11: 589-94.
24. Boyce JM, Kelliher S, Vallande N. Skin irritation and dryness associated with two hand-hygiene regimens: soap-and-water hand washing versus hand antisepsis with and alcoholic hand gel. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21: 442-8.
25. Raad II, Hohn DC, Gilbreath BJ, et al. Prevention of central venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 1994; 15: 231-8.



26. Capdevila JA. Catheter-related infection: an update on diagnosis, treatment, and prevention. *Int J Infect Dis* 1998; 2: 230-6.
27. Abi-Said D, Raad II, Umphrey J, Gonzalez V, Richardson D, Marts K, Hohn D. Infusion therapy team and dressing changes of central venous catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 101-5.
28. CDC. Update: universal precautions for prevention of transmission of human immunodeficiency virus, hepatitis B virus, and other bloodborne pathogens in health-care settings. *MMWR* 1998; 37: 377-82,388.
29. Povoski SP. A prospective analysis of the cephalic vein cutdown approach for chronic indwelling central venous access in 100 consecutive cancer patients. *Ann Surg Oncol* 2000; 7: 496-502.
30. Arrighi DA, Farnell MB, Mucha P Jr, Istrup DM, Anderson DL. Prospective, randomized trial of rapid venous access for patients in hypovolemic shock. *Ann Emerg Med* 1989; 18: 927-30.
31. Ahmed Z, Mohyuddin Z. Complications associated with different insertion techniques for Hickman catheters. *Postgrad Med J* 1998; 74: 104-7.
32. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ. Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters. *Lancet* 1991; 338: 339-43.
33. Garland JS, Buck RK, Maloney P, et al. Comparison of 10% povidone-iodine and 0,5% chlorhexidine gluconate for the prevention of peripheral intravenous catheter colonization in neonates: a prospective trial. *Pediatr Infect Dis J* 1995; 14: 510-6.
34. Little JR, Murray PR, Traynor PS, Spitznagel E. A randomized trial of povidone-iodine compared with iodine tincture for venipuncture site disinfection: effects on rates of blood culture contamination. *Am J Med* 1999; 107: 119-25.
35. Mimos O, Pieroni L, Lawrence C, et al. Prospective, randomized trial of two antiseptic solutions for prevention of central venous or arterial catheter colonization and infection in intensive care unit patients. *Crit Care Med* 1996; 24: 1818-23.
36. Maki DG, McCormack KN. Defatting catheter insertion sites in total parenteral nutrition is of no value as an infection control measure. Controlled clinical trial. *Am J Med* 1987; 83: 833-40.
37. Maki DG, Stolz SS, Wheeler S, Mermel LA. A prospective, randomized trial of gauze and two polyurethane dressings for site care of pulmonary artery catheters: implications for catheter management. *Crit Care Med* 1994; 22: 1729-37.
38. Madeo M, Martin CR, Turner C, Kirkby V, Thompson DR. A randomized trial comparing Arglaes (a transparent dressing containing silver ions) to Tegaderm (a



- transparent polyurethane dressing) for dressing peripheral arterial catheters and central vascular catheters. *Intensive Crit Care Nurs* 1998; 14: 187-91.
39. Rasero L, Degl'Innocenti M, Mocali M, et al. Comparison of two different time interval protocols for central venous catheter dressing in bone marrow transplant patients: results of a randomized, multicenter study. *Haematologica* 2000; 85: 275-9.
  40. Zakrzewska-Bode A, Muytjens HL, Liem KD, Hoogkamp-Korstanje JA. Mupirocin resistance in coagulase-negative staphylococci, after topical prophylaxis for the reduction of colonization of central venous catheters. *J Hosp Infect* 1995; 31: 189-93.
  41. Flowers RH, Schwenzer KJ, Kopel RF, Fisch MJ, Tucker SI, Farr BM. Efficacy of an attachable subcutaneous cuff for the prevention of intravascular catheter-related infection. A randomized, controlled trial. *JAMA* 1989; 261: 878-83.
  42. McKee R, Dunsmuir R, Whitby M, Garden OJ. Does antibiotic prophylaxis at the time of catheter insertion reduce the incidence of catheter-related sepsis in intravenous nutrition?. *J Hosp Infect* 1985; 6: 419-25.
  43. Ranson MR, Oppenheim BA, Jackson A, Kamthan AG, Scarffe JH. Double-blind placebo controlled study of vancomycin prophylaxis for central venous catheter insertion in cancer patients. *J Hosp Infect* 1990; 15: 95-102.
  44. Miller MA, Dascal A, Portnoy J, Mendelson J. Development of mupirocin resistance among methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* after widespread use of nasal mupirocin ointment. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996; 17: 811-3.
  45. Howell PB, Walters PE, Donowitz GR, Farr BM. Risk factors for infection of adult patients with cancer who have tunneled central venous catheters. *Cancer* 1995; 75: 1367-75.
  46. Goetz AM, Wagener MM, Miller JM, Muder RR. Risk of infection due to central venous catheters: effect of site of placement and catheter type. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1998; 19: 842-5.
  47. Martin C, Viviani X, Saux P, Gouin F. Upper-extremity deep vein thrombosis after central venous catheterization via the axillary vein. *Crit Care Med* 1999; 27: 2626-9.
  48. Robinson JF, Robinson WA, Cohn A, Garg K, Armstrong JD. Perforation of the great vessels during central venous line placement. *Arch Intern Med* 1995; 155: 1225-8.
  49. Lederle FA, Parenti CM, Berskow LC, Ellingson KJ. The idle intravenous catheter. *Ann Intern Med* 1992; 116: 737-8.



50. Parenti CM, Lederle FA, Impola CL, Peterson LR. Reduction of unnecessary intravenous catheter use: internal medicine house staff participate in a successful quality improvement project. *Arch Intern Med* 1994; 154: 1829-32.
51. Cook D, Randolph A, Kernerman P, et al. Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature. *Crit Care Med* 1997; 25: 1417-24.
52. Coob DK, High KP, Sawyer RG, et al. A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters. *N Engl J Med* 1992; 327: 1062-8.
53. Lai KK. Safety of prolonging peripheral cannula and i.v. tubing use from 72 hours to 96 hours. *Am J Infect Control* 1998; 26: 66-70.
54. Garland JS, Dunne WM Jr., Havens P, et al. Peripheral intravenous catheter complications in critically ill children: a prospective study. *Pediatrics* 1992; 89: 1145-50.
55. Garland JS, Nelson DB, Cheah TE, Hennes HH, Johnson TM. Infectious complications during peripheral intravenous therapy with Teflon catheters: a prospective study. *Pediatr Infect Dis J* 1987; 6: 918-21.
56. Shimandle RB, Johnson D, Baker M, Stotland N, Karrison T, Arnow PM. Safety of peripheral intravenous catheters in children. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1999; 20: 736-40.
57. O'Grady NP, Barie PS, Bartlett J, et al. Practice parameters for evaluating new fever in critically ill adult patients. Task Force of the American College of Critical Care Medicine of the Society of Critical Care Medicine in collaboration with the Infectious Disease Society of America. *Crit Care Med* 1998; 26: 392-408.
58. Mermel LA, Farr BM, Sherertz RJ, et al. Guidelines for the management of intravascular catheter-related infections. *Clin Infect Dis* 2001; 32: 1249-72.
59. Josephson A, Gombert ME, Sierra MF, Karanfil LV, Tansino GF. The relationship between intravenous fluid contamination and the frequency of tubing replacement. *Infect Control* 1985; 6: 367-70.
60. Maki DG, Botticelli JT, LeRoy ML, Thielke TS. Prospective study of replacing administration sets for intravenous therapy at 48-vs 72-hours intervals: 72 hours is safe and cost-effective. *JAMA* 1987; 258: 1777-81.
61. Melly MA, Meng HC, Schaffner W. Microbiol growth in lipid emulsions used in parenteral nutrition. *Arch Surg* 1975; 110: 1479-81.
62. Maki DG, Martin WT. Nationwide epidemic of septicemia caused by contaminated infusion products. IV. Growth of microbial pathogens in fluids for intravenous infusions. *J Infect Dis* 1975; 131: 267-72.



63. Bennett SN, McNeil MM, Bland LA, et al. Postoperative infections traced to contamination of an intravenous anesthetic, propofol. *N Engl J Med* 1995; 333: 147-54.
64. Jarvis WR, Highsmith AK. Bacterial growth and endotoxin production in lipid emulsion. *J Clin Microbiol* 1984; 19: 17-20.
65. Crocker KS, Noga R, Filibeck DJ, Krey SH, Markovic M, Steffee WP. Microbial growth comparisons of five commercial parenteral lipid emulsions. *J Parenter Enteral Nutr* 1984; 8: 391-5.
66. Didier ME, Fischer S, Maki DG. Total nutrient admixtures appear safer than lipid emulsion alone as regards microbial contamination: growth properties of microbial pathogens at room temperature. *J Parenter Enteral Nutr* 1998; 22: 291-6.
67. Barrett BB, Andersen JW, Anderson KC. Strategies for the avoidance of bacterial contamination of blood components. *Transfusion* 1993; 33: 228-33.
68. Blajchman MA. Reducing the risk of bacterial contamination of cellular blood components. *Dev Biol Stand* 2000; 102: 183-93.
69. Salzman MB, Isenberg HD, Rubin LG. Use of disinfectants to reduce microbial contamination of hubs of vascular catheters. *J Clin Microbiol* 1993; 31: 475-9.
70. Luebke MA, Arduino MJ, Duda DL, et al. Comparison of the microbial barrier properties of a needleless and a conventional needle-based intravenous access system. *Am J Infect Control* 1998; 26: 437-41.
71. Plott RT, Wagner RF Jr., Tyring SK. Iatrogenic contamination of multidose vials in simulated use. A reassessment of current patient injection technique. *Arch Dermatol* 1990; 126: 1441-4.
72. Herruzo-Cabrera R, Garcia-Caballero J, Vera Cortes ML, Vazquez Encinar A, Garcia-Caballero F, Rey-Calero J, Garcia de Lorenzo A. Growth of microorganisms in parenteral nutrient solutions. *Am J Hosp Pharm* 1984; 41: 1178-80.
73. ASPH Council on Professional Affairs. ASPH guidelines on quality assurance for pharmacy-prepared sterile products. *Am J Health Syst Pharm* 2000; 57: 1150-69.
74. Green KA, Shouldachi B, Schoer K, Moro D, Blend R, McGeer A. Gadolinium-based MR contrast media: potential for growth of microbial contaminants when single vials are used for multiple patients. *Am J Roentgenol* 1995; 165: 669-71.
75. Ryder MA. Peripheral access options. *Surg Oncol Clin N Am* 1995; 4: 396-427.
76. Maki DG, Goldman DA, Rhame FS. Infection control in intravenous therapy. *Ann Intern Med* 1973; 79: 867-87.
77. Yeung C, May J, Hughes R. Infection rate for single lumen v triple lumen subclavian catheters. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1988; 9: 154-8.



78. Hilton E, Haslett TM, Borenstein MT, Tucci V, Isenberg HD, Singer C. Central catheter infections: single- versus triple-lumen catheters: influence of guide wires on infection rates when used for replacement of catheters. *Am J Med* 1988; 84: 667-72.
79. Groeger JS, Lucas AB, Thaler HT, et al. Infectious morbidity associated with long-term use of venous access devices in patients with cancer. *Ann Intern Med* 1993; 119: 1168-74.
80. Pegues D, Axelrod P, McClarren C, et al. Comparison of infections in Hickman and implanted port catheters in adult solid tumor patients. *J Surg Oncol* 1992; 49: 156-62.
81. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001; 286: 700-7.
82. Mermel LA, McCormick RD, Springman SR, Maki DG. The pathogenesis and epidemiology of catheter-related infection with pulmonary artery Swan-Ganz catheters: a prospective study utilizing molecular subtyping. *Am J Med* 1991; 91(suppl): S197-S205.
83. Powell C, Kudsk KA, Kulich PA, Mandelbaum JA, Fabri PJ. Effect of frequent guidewire changes on triple-lumen catheter sepsis. *J Parenter Enteral Nutr* 1988; 12: 462-4.
84. Snyderman DR, Murray SA, Kornfeld SJ, Majka JA, Ellis CA. Total parenteral nutrition-related infections: prospective epidemiologic study using semiquantitative methods. *Am J Med* 1982; 73: 695-9.
85. Garland JS, Alex CP, Mueller CD, et al. A randomized trial comparing povidone-iodine to a chlorhexidine gluconate-impregnated dressing for prevention of central venous catheter infections in neonates. *Pediatrics* 2001; 107: 1431-6.