

# Infecciones asociadas a catéteres venosos centrales en pacientes críticos

Rosa Reina, Carina Balasini, Elisa Estenssoro, Cecilia Loudet, Marcela López Argüello, Daniela Vázquez, Federico Cicora, Luis Barbosa, Laura Acuario, Ana Ferreyra, Héctor Canales, Sebastián Baquero, Pablo Badíe

Unidad de Terapia Intensiva, Hospital General de Agudos "General San Martín", La Plata, Argentina.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la incidencia de las distintas infecciones asociadas a catéteres (IAC): colonización del catéter (CC), bacteriemia asociada a catéter (BAC) e infecciones del sitio de salida (ISS), de acuerdo a las definiciones del CDC.

**Diseño:** Estudio observacional, prospectivo, realizado en una UTI polivalente de 8 camas de un hospital escuela, durante el período de un año.

**Materiales y métodos:** Fueron incluidos todos los pacientes ingresados a UTI desde el 01/01/00 al 01/01/01 que requirieran catéteres venosos centrales (CVC) durante más de 24 hs. Se consideró CC como el crecimiento de  $\geq 15$  UFC en un recuento semicuantitativo o de  $\geq 10^3$  UFC en un recuento cuantitativo de la punta distal del catéter con hemocultivos negativos; BAC el aislamiento del mismo germen (idéntica tipificación y sensibilidad) en la punta del catéter por cultivo semicuantitativo o cuantitativo y en hemocultivos periféricos; e ISS ante la presencia de eritema, induración o purulencia hasta 2 cm del sitio de salida del catéter. Los accesos utilizados fueron yugular, femoral y subclavio.

**Resultados:** Durante el período mencionado ingresaron 209 pacientes a la UTI, de los cuales sólo 80 (38%) requirieron CVC (268 catéteres en total). El tiempo promedio de permanencia de los catéteres fue de  $6 \pm 5$  días. Ciento treinta y dos de los 268 catéteres (49%) fueron retirados por sospecha clínica de BAC; 19 (7%) debido a ISS: 14 (74%) yugulares, 3 (16%) femorales, y 2 (10%) subcla-

vias; y 117 (44%) por otros motivos, hallándose en este último grupo 22 (19%) IAC: 2 BAC y 20 CC. Se encontraron 70 (26%) CC: 37 (14%) en yugulares, 32 (12%) en femorales y 1 (0,4%) en subclavias. Se registraron 7 episodios de BAC: 2 en yugulares, 5 en femorales y ninguno en subclavias, siendo nuestra incidencia de BAC de 4,2 por 1000 días catéter: 1,2, 3,1 y 0 por 1000 días catéter para yugulares, femorales y subclavias respectivamente. De los CC, 42 (61%) fueron monomicrobianos; los gémenes prevalentes fueron bacilos gram negativos ( $n=26$ , 17 Acinetobacter) seguidos por cocos gram positivos ( $n=14$ , 8 estafi lococos coagulasa negativos metilino resistentes). Con respecto a las infecciones polymicrobianas, nuevamente predominaron los bacilos gram negativos ( $n=25$ ; 12 Acinetobacter) sobre los cocos gram positivos ( $n=15$ ; 6 estafi lococos coagulasa negativos metilino resistentes). Las levaduras fueron aisladas en dos oportunidades. De las 19 ISS, 10 (53%) también tenían CC. Ninguna de las BAC tuvieron ISS.

**Conclusiones:** 1) Nuestra incidencia de IAC estuvo en concordancia con los reportes en la literatura. 2) Nuestra prevalencia de BG negativos fue superior a la habitualmente descripta. 3) La utilización de femorales fue mayor al aconsejado aunque las BAC estuvieron dentro de las tasas aceptadas.

**Palabras clave:** infecciones asociadas a catéteres, infección bacteriémica.

## Central venous catheter-related infections in critically ill patients

### ABSTRACT

**Objectives:** To determine the incidence of different catheter-related infections (CRI): Colonized catheter (CC), catheter-related bloodstream infection (CR-BSI), exit-site infection (ESI), according to CDC definitions

**Design:** One-year observational, prospective study done in a 8-bed medical/surgical ICU in a university-affiliated hospital.

**Patients:** All consecutive patients admitted to the ICU from 01/01/00 to 01/01/01 who required central venous catheter (CVC) during  $> 24$ hs. CC was considered as the growth of  $\geq 15$  colony-forming units (CFU) in a semi quantitative culture, or  $\geq 10^3$  CFU in a quantitative culture from distal catheter segment in absence of bloodstream infection; CR-BSI as the isolation of the same organism a semi quantitative or quantitative culture of a catheter tip and blood drawn from a peripheral vein; and ESI: erythema, tenderness, induration, or purulence within 2 cm at the exit site of the catheter. Jugular, femoral, and subclavian accesses were used.

**Results:** Of the 209 adult patients admitted to the ICU, 80 (38%) underwent central venous catheterization (268 catheters). Mean indwelling time of catheters was  $6 \pm 5$  days. 132 of 268 catheters (49%) were drawn for clinical suspicion of CR-BSI; 19 (7%) due

to ESI: 14 (74%) jugular, 3 (16%) femoral, and 2 (10%) subclavian. 117 catheters (44%) were drawn for other reasons. However, CRI was present in 22 catheters (19%) of this last group: CR-BSI and 20 CC. 70 (26%) CC were found; 37 (14%) jugular, 32 (12%) femoral; and 1 (0,4%) subclavian. Our CR-BSI rate was 4,2 per 1000-catheter-days, and for jugular, femoral and subclavian accesses: 1.2, 3.1, and none per 1000 catheter-days, respectively. Forty-two (61%) of the CC were monomicrobial infections, mainly by gram-negative species ( $n=26$ ; 17 Acinetobacter), followed by gram-positive coccus ( $n=14$ ; 8 Coagulase-negative Staphylococcus). Among polymicrobial infections, gram-negative rods were also prevalent ( $n=25$ ; 12 Acinetobacter). Candida species were isolated only twice. Of the 19 ESI, 10 (53%) had also CC. No CR-BSI had ESI.

**Conclusions:** 1) Our incidence of CRI was in accordance to most reported studies. 2) Our prevalence of GN infections was higher than that usually described. 3) Our use of femorals was higher than the generally advised, but CR-BSI showed an acceptable rate.

**Key words:** catheter-related infection, bloodstream infection.

## Introducción

Los pacientes críticamente enfermos usualmente requieren catéteres venosos centrales (CVC) en forma temporaria para administración de líquidos intravenosos, drogas, productos de la sangre, nutrición parenteral, monitoreo hemodinámico y otros procedimientos. Los accesos más frecuentemente utilizados son las vías yugulares, femorales y subclavia, preferentemente por punción. Si bien suelen ser procedimientos que insumen poco tiempo y que no generan inconvenientes en manos entrenadas, no están exentos de riesgos para el paciente, fundamentalmente mecánicos e infecciosos. La creciente gravedad y comorbilidad de los pacientes internados en UTI ha llevado a un incremento en las infecciones asociadas a catéteres (IAC).<sup>1,2,3</sup> Estas infecciones se asocian con un incremento en la morbilidad, en la tasa de mortalidad del 20-30%,<sup>2,4</sup> y en los costos médicos.<sup>3</sup> El número de IAC puede ser disminuido implementando múltiples estrategias de prevención.<sup>5</sup>

Nuestro objetivo fue determinar la incidencia de las distintas infecciones asociadas a catéteres (IAC) colonización del catéter (CC), bacteriemia asociada a catéter (BAC), e infecciones del sitio de salida (ISS), de acuerdo a las definiciones del CDC.

## Material y métodos

La colocación del CVC es parte de la estrategia habitual de tratamiento de los pacientes en la UTI, por lo que el Comité de Ética del hospital no requirió la solicitud de consentimiento informado a los pacientes o a sus familiares cercanos. Las indicaciones para colocación de catéteres fueron las habituales, y no se efectuaron intervenciones adicionales. Durante un período de un año, y en forma prospectiva, fueron ingresados al protocolo de seguimiento todos los pacientes admitidos a la UTI que requirieran CVC por más de 24 hs. La gravedad de los pacientes al ingreso fue evaluada por medio del score APACHE II<sup>6</sup> las enfermedades preexistentes por el score de McCabe<sup>7</sup> y las intervenciones durante las primeras 24 hs por medio del TISS 28.<sup>8</sup> Los datos demográficos de los pacientes se muestran en la Tabla 1.

Los CVC fueron colocados por los médicos residentes (80%), y el resto por los médicos de planta. Ninguna de las vías del estudio fue colocada en situación de emergencia. El material de todos los catéteres utilizados era de poliuretano. Los accesos utilizados fueron yugular, femoral y subclavia, indistintamente. Todos los catéteres fueron insertados por la técnica de Seldinger; el operador se vistió con gorro, barbijos, guantes y camisolines estériles. La limpieza de la piel en el sitio de inserción se realizó primeramente con iodopovidona; se dejó secar dos minutos y luego, previo cambio de guantes, se efectuó una segunda limpieza con iodopovidona. Se utilizó un campo estéril de 1 m<sup>2</sup>. Se realizó infiltración con lidocaína al 2% sin epinefrina para anestesia local. Una vez colocada la vía venosa, se aseguró con sutura a la piel y se cubrió con gasas estériles, previa limpieza de todo resto de sangre con agua oxigenada y luego con iodopovidona. Las curaciones se cambiaron una vez al día, o de acuerdo a necesidad (presencia de secreciones o sangre, salidas del sitio, etc). No fueron aplicados ungüentos con antibióticos sobre el sitio de inserción.

Las IAC se consideraron según las definiciones del CDC<sup>9</sup> a la presencia de: colonización del catéter (CC) como el crecimiento de  $\geq 15$  UFC en un recuento semicuantitativo o de  $\geq 10^3$  UFC en un recuento cuantitativo de la punta distal del catéter con hemocultivos negativos; bacteriemia asociada a catéter (BAC) al aislamiento de un mismo germen (idéntica tipificación y sensibilidad) en la punta del catéter por cultivo semicuantitativo o cuanti-

**TABLA 1: Datos demográficos**

|   |               |
|---|---------------|
| Nº pacientes ingresados                   | 209           |
| Nº pacientes con catéteres (%)            | 80 (38%)      |
| Nº total de catéteres                     | 268           |
| Edad ( $\pm$ DS)                          | 41 $\pm$ 17   |
| Sexo masculino (Nº, %)                    | 49 (61%)      |
| APACHE II al ingreso ( $\pm$ DS)          | 21 $\pm$ 7    |
| TISS <sub>28</sub> al ingreso ( $\pm$ DS) | 33 $\pm$ 7    |
| Mortalidad                                |               |
| Predicha (%)                              | 37 %          |
| Real (%)                                  | 34 %          |
| Procedencia                               |               |
| Médica (%)                                | 25 (31%)      |
| Quirúrgica (%)                            | 24 (30%)      |
| Trauma (%)                                | 31 (38%)      |
| Pacientes en ARM (%)                      | 76 (95%)      |
| Días de ARM (mdna, rango)                 | 11 (1-19)     |
| Estadía en UTI (mdna, rango)              | 15 (2-19)     |
| Score McCabe ( $\pm$ DS)                  | 1,2 $\pm$ 0,5 |
| 1 (n, %)                                  | 61 (76%)      |
| 2 (n, %)                                  | 12 (15%)      |
| 3 (n, %)                                  | 3 (4%)        |
| Utilización de:                           |               |
| Swan Ganz (Nº,%)                          | 16 (20%)      |
| Presión intracraneana (Nº,%)              | 23 (29%)      |
| Tonometría gástrica (Nº,%)                | 15 (19%)      |

tativo y en hemocultivos periféricos; e infección del sitio de salida (ISS).

Los criterios de sospecha de IAC incluyeron los siguientes: presencia de uno o más de los criterios del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS)<sup>10</sup> (temperatura mayor de 38°C o menor de 36°C, frecuencia cardíaca mayor de 90 por minuto, frecuencia respiratoria mayor de 20 por minuto o PaCO<sub>2</sub> menor de 32 mm Hg, y recuento de glóbulos blancos mayor de 12000/mm<sup>3</sup> o menor de 4000/mm<sup>3</sup> o presencia de más del 10% de neutrófilos inmaduros o células en banda), y/o hipotensión arterial de causa no explicada que requiriera aporte de líquidos extra y/o inotrópicos, o la evidencia de infección del sitio de salida (ISS), sin la necesidad de la presencia de los síntomas de SIRS. Los motivos de retiro del catéter fueron sospecha y/o evidencia clínica de IAC, mala posición, mal funcionamiento u obstrucción, o ese del requerimiento de su uso. En todos los casos la punta del catéter retirado se envió a bacteriología para cultivo semicuantitativo o cuantitativo, junto con un par de hemocultivos de sangre periférica extraídos aproximadamente 1 hora antes del retiro del catéter. Los nuevos catéteres fueron colocados en sitios diferentes. No se realizaron cambios bajo guía por cuerda de alambre.

**Análisis de los datos.** Los datos continuos de distribución normal se presentan como media ± desvío standard (DS), y los de distribución no normal como mediana y rango. Las diferencias se exploraron con el test de t de Student para las variables continuas de distribución normal, con el test de suma de rangos de Wilcoxon para las de distribución no normal, y con el test de chi<sup>2</sup> para las variables categóricas.

### Resultados

Durante el período mencionado ingresaron 209 pacientes a la UTI, de los cuales sólo 80 (38%) requirieron CVC, 268 catéteres en total (127 yugulares, 119 femorales y 22 subclavias). El tiempo promedio de permanencia de los catéteres (± SD) fue de 6 ± 5 días. Diecinueve (7%) de los 268 catéteres fueron retirados por ISS: 14 yugulares (74%), 3 femorales (16%) y 2 subclavias (10%). Ciento treinta y dos (49%) fueron retirados por sospecha clínica de BAC. En ellos, se encontraron 70 CC (26%): 37 (14%) yugulares, 32 (12%) femorales y 1 (0,4%) subclavia. Se registraron 7 episodios de BAC: 2 a partir de accesos yugulares, 5 en femorales, y ninguna en subclavias. La incidencia de BAC fue de 4,2 por 1000 días-catéter (1,2; 3,1 y 0 por 1000 días-catéter para yugulares, femorales y subclavias, respectivamente). La incidencia de infecciones entre las distintas vías se presenta en la Tabla 2.

La bacteriología de las BAC y CC se describen en la Tabla 3. De las 19 ISS, 10 (53%) coexistieron con

**TABLA 2: Incidencia de infecciones según acceso venoso**

|          | Yugular | Femoral | P     |
|----------|---------|---------|-------|
| CC (70)  | 37      | 32      | NS    |
| BAC (7)  | 2       | 5       | NS    |
| ISS (19) | 14      | 3       | 0,008 |

CC. Ninguna de las BAC presentó ISS. No se encontraron diferencias significativas en la incidencia de infección entre yugulares y femorales con respecto a CC y BAC, pero sí en las ISS (p < 0,008; RR 1,67, IC 1,29-2,16). No se analizaron estadísticamente las subclavias debido al escaso número de las mismas con IAC, 3 en total (1 con CC, 2 con ISS y ninguna con BAC). Ciento diecisiete catéteres (44%) fueron retirados por otros motivos; igualmente, en este grupo, se encontraron 22 IAC (2 BAC y 20 CC).

### Discusión

Los pacientes críticamente enfermos internados en Terapia Intensiva son habitualmente multiafectados, por lo que se encuentran en alto riesgo de desarrollar infecciones. Las IAC, que se encuentran en segundo lugar luego de las neumonías nosocomiales, presentan un impacto importante en la evolución de estos pacientes. El análisis de los factores de riesgo para desarrollar infección nosocomial, incluyendo IAC, está relacionado con las admisiones a la UTI, la ARM, el monitoreo hemodinámico invasivo, y cualquier tipo de shock.<sup>1</sup> Cada uno de estos factores parecen incrementar el riesgo de infección por un factor de 2-2,5.<sup>1,11</sup>

**TABLA 3: Bacteriología de BAC y CC**

|           | Monomicrobianas  |                 |           | Polimicrobianas |
|-----------|------------------|-----------------|-----------|-----------------|
|           | Bacilos gram (-) | Cocos gram (+)  | Levaduras |                 |
| BAC (n=7) | 4                | 1               | 1         | 1               |
| CC (n=70) | 26 <sup>a</sup>  | 14 <sup>b</sup> | 1         | 40 <sup>c</sup> |

<sup>a</sup>Incluye 17 *Acinetobacter*

<sup>b</sup>Incluye 8 *Stafilococcus Coagulasa (-) meticilino resistente (E CoN MR)*,

<sup>c</sup>Incluye 12 *Acinetobacter* y 6 *E CoN MR*

La incidencia de IAC difiere de acuerdo a los diferentes reportes (entre el 1% y más del 40%).<sup>3,12,13</sup> La tasa de incidencia de BAC reportada por el NNIS<sup>14</sup> varía entre 2,1 a 32 por 1000 días-catéter para las UTI respiratorias y de quemados respectivamente.<sup>5</sup> Entre estas incidencias se encuentran las correspondientes a las UTI neuroquirúrgicas (4,5 por 1000 días-catéter)

ter), médico-quirúrgicas (5,1 por 1000 días-catéter), trauma y quirúrgicas (5,8 por 1000 días-catéter para cada una), y médicas (6,9 por 1000 días-catéter). La UTI del Hospital Interzonal de Agudos "General San Martín" recibe pacientes politraumatizados, médicos, neuroquirúrgicos y postoperatorios de cirugía general. En la Tabla 1 se observa que el diagnóstico de ingreso más frecuente es el trauma. La incidencia de BAC de 4,2 por 1000 días-catéter resulta acorde a los datos de la literatura.

Los accesos más frecuentemente usados en la UT fueron yugular y femoral, y con mucho menor frecuencia la subclavia. El riesgo de infección parecía ser más alto con la vena femoral, menor con la vena yugular, y mucho menor aún con la vena subclavia.<sup>16,17,8</sup> Durbec y col. y Merrer y col. han reportado una baja tasa de incidencia de BAC relacionada a acceso femoral.<sup>19,20</sup> En el actual estudio la tasa de incidencia de BAC discriminada por accesos utilizados fueron 1,2, 3 y 0 por 1000 días-catéter para yugular, femoral y subclavia, respectivamente.

El tipo de bacterias que causan IAC también difieren según el sitio de acceso.<sup>16,17</sup> En la región inguinal predominan los bacilos gram negativos, mayormente Enterobacterias y Pseudomonas sp. En cambio, en el cuello y hombros suelen ser más frecuentes los cocos gram positivos, fundamentalmente estafilococos coagulasa negativos. Probablemente esta predominancia ayudaría a explicar la incidencia de bacilos gram negativos en primer lugar y de estafilococos coagulasa negativos en segundo lugar.

El 95% de los pacientes con CVC estuvieron en ARM, la mayoría de ellos con PEEP  $\geq 10$  cm H<sub>2</sub>O y ventilados en modos controlados por presión. Teniendo en cuenta los riesgos descriptos en la literatura en este tipo de pacientes,<sup>20,26</sup> se evitó usar el acceso subclavio, excepto en situaciones muy particulares, como nutrición parenteral, o imposibilidad de usar los otros accesos. De hecho, 4 subclavias fueron utilizadas para nutrición parenteral y ninguno de los catéteres presentaron IAC (datos no mostrados) pese a la evidencia existente en la literatura de que la nutrición parenteral es un factor de riesgo significativo para el desarrollo de IAC.<sup>21,22</sup>

Está descripta una fuerte correlación entre tiempo de permanencia de los catéteres y el riesgo de in-

fección. Si el tiempo de permanencia es menor de 3 días, el riesgo de BAC es virtualmente de cero. Si el tiempo de permanencia se encuentra entre 3 y 7 días, este riesgo se incrementa entre 3 a 5%. Y si es mayor a 7 días, el riesgo acumulativo se incrementa en 5 a 10%.<sup>3,10,11</sup> Los estudios en los cuales los CVC fueron reemplazados cada 3 ó 7 días no reportaron descenso en las tasas de infección;<sup>23,24</sup> al contrario, el riesgo de infección pareció incrementarse por este procedimiento.<sup>23,25</sup> El reemplazo a los 7 días tampoco redujo la tasa de infección.<sup>27,25</sup> La incidencia registrada de BAC en la población estudiada fue del 3% con un tiempo de permanencia promedio de los catéteres de 6 días.

Con respecto a las ISS se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,008$ ) entre las yugulares y femorales. Hubo mayor dificultad para mantener cubiertos los accesos yugulares probablemente relacionadas al sitio (despegamiento de los apósitos, salidas de los mismos, contaminación con las secreciones respiratorias, cabellos, etc). En cambio, las femorales tendieron a permanecer más tiempo cubiertas permitiendo el cambio de los apósitos una vez por día.

### Conclusión

La tasa de IAC y específicamente de BAC reportadas en este trabajo fue acorde con las reportadas por la literatura<sup>14</sup> pese a la gravedad de los pacientes evidenciado por el APACHE II, el Mc Cabe score, TISS 28, y el alto porcentaje de uso de dispositivos para monitoreo invasivo. No se hallaron diferencias estadísticas con respecto a CC y BAC entre yugulares y femorales. En cambio, se encontró un riesgo incrementado de ISS en accesos yugulares con respecto a femorales ( $p<0,008$ ; RR 1,67, IC 1,29-2,16). Dada la aceptable incidencia de BAC en las femorales, se la podría considerar un sitio alternativo atractivo y seguro cuando existen dificultades para utilizar los accesos yugulares o subclavios. Sin embargo, serían necesarios estudios randomizados y con mayor número de catéteres para determinar los riesgos respectivos de los diferentes sitios de cateterización comúnmente usados en la UTI: yugular, femoral y subclavia.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Maki DG: Nosocomial infections in the intensive care unit. In: Parrillo JE, Bone RC (eds): Critical care medicine: principles of diagnosis and management. Mosby, St Louis, pp 893-954; 1995.
2. Smith RL, Meixler SM, Simberkoff MS: Excess mortality in critically ill patients with nosocomial blood-stream infections. Chest 1991; 100:164-167
3. Pittet D, Tarara D, Wenzel RP: Nosocomial blood-stream infection in critically ill patients: excess length of stay, extra costs, and attributable mortality. JAMA 1994; 271:1598-1560
4. Renaud B, Brun-Buisson C: The ICU-Bacteremia Study Group. Outcomes of primary and catheter-related bacteremia: a cohort and case-control study

in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163:1584-1590

5. Eggiman n P, Harbart h S, Constanti n 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; 355:1864-1868

6. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE: APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 10:818 .

7. McCabe WR, Jackson GG: Gram-negative bacteremia. I. Etiology and Ecology. *Arch Int Med* 1962; 110:845-847.

8. Miranda DR, de Rijk A, Schaufeli W: Simplified Therapeutic Interventions Scoring System: the TISS-28 items- results from a multicenter study. *Crit Care Med* 1996; 24:64-73.

9. Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia. *Am J Infect Control* 1996; 24:262-93.

10. Bone RC and Members of the American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference Committee: Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med* 1992; 20:864.

11. Maki DG: Infections caused by intravascular devices used for infusion therapy: pathogenesis, prevention and management In: Bisno AL, Waldvogel FA (eds) *Infections associated with indwelling devices*, 2nd edn. Washington DC American Society for Microbiology 1994.

12. Reed CR, Sessler CN, Glauser FL, Phelan BA: Central venous catheter infections: concepts and controversies. *Intensive Care Med* 1995; 21:177-183

13. Siegman Igra Y, Anglim A, Shapiro DE, Adal KA, Strain BA, Farr BM: Diagnosis of vascular catheter-related bloodstream infection: a meta-analysis. *J Clin Microbiol* 1997; 35:928-936.

14. Richards MJ, Edwards Jr, Culver DH, Gaynes RP: The National Nosocomial Infection Surveillance System. Nosocomial infections in combined medical-surgical intensive care units in the United States. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1997; 21:510-515

15. Jarvis W, Edwards J, Culver D, et al: Nosocomial infection rates in adult and pediatric intensive care units in the United States. *Am J Med* 1991; 91:185 S-191 S

16. Peters JL, Moore R: Cardiorespiratory monitoring: central venous catheterization. In:

*Oxford textbook of Critical Care*. Webb AR, Shapiro MJ, Singer M, Suter PM (eds) Oxford University, Oxford, 1999 pp 1090-1094

17. Collignon P, Soni N, Pearson I, Sorrell T, Woods P: Sepsis associated with central vein catheters in critically ill patients. *Intensive Care Med* 1988; 14:227-231.

18. Pearson ML: Guideline for prevention of intravascular device-related infections: an overview. The Hospital Infection Control Practice Committee. *Am J Infect Control* 1997; 24:262-293.

19. Durbec O, Vivand X, Potie F, Vialet R, Albanese J, Martin C: A prospective evaluation of the use of femoral venous catheters in critically ill adults. *Crit Care Med* 1997; 25:1986-1989 .

20. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, Rigaud JP, Casciani D, Misset B, Bosquet C, Outin H, Brun-Buisson C, Nitemberg G: For the French Catheter Study Group of Intensive Care: Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients, A randomized controlled trial. *JAMA* 2001; 286:700-707.

21. 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; 73:695-699.

22. Thomas JH, Mac Arthur RI, Pierce GE, Hermereck AS: Hickman-Broviac catheters. Indications and results. *Am J Surg* 1980; 140:791-796

23. Cobb DK, High K, Sawyer RG, Sable CA, Adams RB, Lindley DA, Pruett TL, Schwenzer KJ, Farr BM: A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary artery catheters. *New Engl J Med* 1992; 327:1062-1068

24. Snyder RH, Archer FJ, Endy T, Allen RW, Condon B, Kaiser J, Whatmore D, Harrington G, McDermott CJ: Catheter infection: a comparison of two catheter maintenance techniques. *Ann Surg* 1988; 208:651-653.

25. Cook D, Randolph A, Kermerman P, et al: Central venous catheter exchange strategies: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care Med* 1997; 25:1417-1424.

26. Polderman KH, Girbes ARJ: Central venous catheter use. Part 1: Mechanical complications. *Intensive Care Medicine* 2002; 28:1-17

27. Eyer S, Brummitt C, Crossley K, Siegel R, Cerra F: Catheter-related sepsis: prospective, randomized study of three methods of long-term catheter maintenance. *Crit Care Med* 1990; 18:1073-1079