

## ARTÍCULO ORIGINAL

# Costos atribuibles y factores de riesgo de infección nosocomial en un Hospital Pediátrico del Estado de Sonora, 2008

*Attributable costs and risk factors for pediatric nosocomial infection at a Pediatric Hospital of the State of Sonora (2008)*

Gerardo Álvarez-Hernández<sup>1</sup>, Citlalyn Amaro-Ortega<sup>2</sup>

## Resumen

**Introducción.** Las infecciones nosocomiales (IN) provocan una considerable carga económica a los presupuestos institucionales. La identificación de los factores de riesgo vinculados a su presencia permite reducir indirectamente los costos que provoca su atención.

**Métodos.** Se realizó un estudio transversal en tres servicios clínicos del Hospital Infantil del Estado de Sonora, durante el período Octubre de 2007 - Enero de 2008. Se empleó regresión logística para estimar el riesgo de IN. El impacto económico fue evaluado mediante un análisis parcial de costos.

**Resultados.** Tres factores fueron asociados a las IN: estancia prolongada  $\geq 7$  días (RM =34.1, IC95% [5.2, 59.9]); uso de sondas (RM =10.2, IC95% [3.3-17.7]); e inserción de catéter central (RM =7.5, IC95% [2.2, 12.4]). El costo de las IN ascendió a \$1 138 445 82 y el costo promedio por cada episodio fue de \$21 380 88.

**Conclusiones.** Los costos atribuibles a IN provocan el 56% de exceso en el costo total de hospitalización de los pacientes, lo que supone un costo anual de 6.5 millones de pesos. Intervenciones para mejorar el cuidado de catéteres y sondas, así como reducir la estancia hospitalaria, pueden disminuir el riesgo de las IN y evitar el excesivo costo que provoca su atención.

**Palabras clave:** infección nosocomial, análisis de costos, niños, Sonora.

## Abstract

**Background:** Hospital acquired-infections (HAI) generate substantial financial burden to the budget of medical institutions, mainly due to the additional costs derived from risk factors associated with medical procedures.

**Methods:** A cross-sectional study was carried out at a pediatric Hospital of the State of Sonora from October 2007-January 2008. Multivariate logistic regression was performed to estimate the risk of HAI. Economic burden was assessed through a partial analysis of costs.

**Results:** We found that length of hospital stay [OR = 34.1, 95% CI (5.2, 59.9)] and device utilization [central catheter (OR = 7.5, 95% CI (2.2, 12.4)] or peripheral catheter [OR = 10.2, 95% CI (3.3, 17.7)] were associated with the development of HAI. The total economic cost of 51 HAI episodes was \$109 841 USD, whereas the average cost/episode was \$2062 USD.

**Conclusion:** The economic costs attributable to HAI caused an excess of 56% in the global costs of hospitalized patients. Strategies to reduce the length of hospital stay as well as to improve catheter manipulation can contribute to reduce the risk of HAI and to avoid the excessive cost generated by its occurrence.

**Key words:** hospital-acquired infections, cost analysis, pediatrics, Sonora.

<sup>1</sup>Departamento de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora; <sup>2</sup> Residente de primer año de Neonatología, Hospital Infantil del Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

Fecha de recepción: 11-06-09

Fecha de aceptación: 19-10-09

## Introducción

Las infecciones nosocomiales (IN) son un problema relevante de salud pública, de importancia clínica y epidemiológica debido a que condicionan altas tasas de morbilidad y mortalidad, e incremento en los días de hospitalización y los costos de su atención.<sup>1,2</sup>

Los problemas asociados a las IN son diversos y rebasan el puro ámbito clínico. Uno de esos se refiere a la carga económica que origina su atención. Diversos estudios han mostrado que existe una considerable pérdida económica que afecta a los presupuestos institucionales.<sup>3-6</sup> Ningún servicio hospitalario está exento de sufrir los negativos impactos financieros de las IN, pero se reconoce que el funcionamiento de programas de control puede reducir el deterioro económico que produce su ocurrencia, especialmente si son dirigidos a los principales factores de riesgo que les originan.<sup>7</sup>

En México se ha estimado que el costo promedio de atención de un caso de IN es de \$55 000.<sup>7</sup> En 2003, a través de la Red Hospitalaria de Vigilancia Epidemiológica, que incluye a 133 hospitales de los 1 005 que consta el Sector Público, se registraron 28 500 casos de IN. Esto implicaría que se gastaron \$1 567 500 000 en ese año. Esta cifra es mayor al 6% del presupuesto total asignado a la Secretaría de Salud para el año 2004. Se estima que la ejecución de medidas de control, como las recomendadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-EM-002-SSA2 –2003, pudo prevenir alrededor de 9,400 casos de IN y reducir los costos de atención en \$517 275 000.<sup>8</sup>

La evaluación económica de la incidencia de las IN es una estrategia de investigación que identifica los costos generados por su ocurrencia, así como las repercusiones en la salud de los pacientes que son hospitalizados; dichas evaluaciones constituyen un apoyo médico y administrativo en las tareas para el control de IN que todo hospital debe tener. Dichas tareas implican, entre otras cosas, la identificación de los principales factores de riesgo asociados a las IN para poder diseñar intervenciones de mayor costo-beneficio.

Por lo anterior, se realizó un estudio para evaluar, por un lado, factores de riesgo relacionados a la incidencia de IN, y por el otro, estimar los costos económicos directos que ocasionan, sin buscar una correlación entre ambos hechos dado el carácter exploratorio del estudio. Para tal efecto, se realizó una investigación en los servicios clínicos de medicina interna, infectología y la unidad de cuidados intensivos (UCI) del *Hospital Infantil del Estado de Sonora* (HIES).

## Métodos

Es un estudio transversal, aprobado por el Comité de Ética del HIES, que se realizó entre el 1º de octubre de 2007 y el 31 de enero de 2008. El HIES es el mayor hospital pediátrico del estado de Sonora, consta de 122 camas y atiende a población de 0 a 18 años de edad sin seguridad social. Se seleccionaron los servicios de cuidados intensivos (6 camas censables), infectología (30 camas) y medicina interna (17 camas) para elegir a los sujetos de estudio.

Se incluyó mediante un muestreo no probabilístico a todos los pacientes con edad  $\geq$  1 mes y hasta 18 años, que hubieran estado hospitalizados al menos por 48 horas en los servicios de interés y que tuvieran un diagnóstico de IN. Para incluir un caso como IN, se emplearon los criterios establecidos en la Norma Oficial Mexicana 045-SSA2-2005 (para la vigilancia epidemiológica, prevención y control de las infecciones nosocomiales). Estos criterios consideran una IN como la condición localizada o generalizada resultante de la reacción adversa a la presencia de un agente infeccioso o su toxina y que no estaba presente o en periodo de incubación en el momento de ingreso del paciente al hospital. Sólo se incluyó el primer episodio de IN de cada sujeto. Los sujetos fueron detectados mediante la búsqueda intencionada por parte de un médico y una enfermera adiestrados para tal propósito; para esto, se revisaron fuentes secundarias de datos como hojas de ingreso, libretas de enfermería y reportes de casos sospechosos por parte de los médicos

becarios. Para que un sujeto fuera seleccionado como participante del estudio debería, invariablemente, contar con el consentimiento informado y firmado por el familiar responsable del menor, aún en los casos de adolescentes.

Fueron excluidos del estudio todos los pacientes que cursaran con una IN no adquirida en el sitio de estudio, no desarrollada dentro del periodo de hospitalización o que la hubieran adquirido en servicios clínicos distintos a los seleccionados. Fueron eliminados los sujetos que no contaban con expediente clínico completo o que no contaran con hoja de registro de IN.

La población final incluyó 51 casos de IN y 141 controles. Todos los casos fueron pareados por fecha de ingreso, edad y sexo con controles hospitalizados en los mismos servicios clínicos, pero que no contaban con diagnóstico de sospecha o confirmado de cualquier tipo de IN al momento de la selección de los casos. Así, los controles fueron sujetos hospitalizados por un padecimiento distinto a IN y que cursaron con una resolución adecuada de su patología de ingreso.

Un médico adiestrado recolectó los datos a través de un cuestionario estructurado de respuestas cerradas, para explorar las siguientes variables: edad, sexo, diagnóstico de ingreso, total de días de hospitalización, estancia prolongada [ $>$  a 3.9 días, el promedio de estancia del sitio de estudio, más una desviación estándar (3.1)], intervenciones quirúrgicas, uso de sondas (pleural, nasogástrica, Foley), antecedentes de traqueostomía o gastrostomía, nutrición parenteral, catéter central, venodisección o venopunciones y fecha de aplicación de los mismos, cultivos tomados (sanguíneo, urinario, heces, líquido cefalorraquídeo) y fechas, antibióticos y días utilizados, y la condición final del paciente. Adicionalmente se agregaron ítems específicos para estimar los costos de las intervenciones médicas relacionadas a la IN.

Las características generales del estudio fueron examinadas mediante estadística descriptiva. Tasas de incidencia e intervalos de confianza al 95% fue-

ron estimados para cada servicio clínico. Para el cálculo de la incidencia de IN se empleó como denominador al indicador día-persona en riesgo, un indicador de incidencia que estima los días en que el sujeto se encuentra libre del evento de interés, en este caso, la IN. Valores de  $P < 0.05$  a dos colas, fueron considerados como significativos.

Para investigar la relación entre potenciales factores de riesgo y los episodios de IN, se obtuvieron razones de momios (RM). Para evaluar su significancia se obtuvieron intervalos de confianza al 95%. Las variables que mostraron significancia en el análisis bivariado fueron modeladas mediante una regresión logística multivariada para obtener razones de momios ajustadas. Nuevos intervalos de confianza al 95% fueron calculados para probar la significancia de estos estimadores. La pertinencia estadística del modelo final fue evaluada mediante una prueba de  $\chi^2$  de Hosmer y Lemeshow.

Los costos directos de la atención (CDA) de las IN se refieren al costo atribuible a la hospitalización, e incluyen la evaluación del costo por días de hospitalización, consumo de antimicrobianos, intervenciones médicas, pruebas diagnósticas y curaciones (Organización Panamericana de la Salud, Protocolo OPS/HCP/HCT/16/00). Para la estimación de los CDA se efectuó un análisis parcial de costos que fue expresado en dólares americanos. Para tal fin, se investigaron los costos de los exámenes diagnósticos y los procedimientos terapéuticos empleados, así como los ocasionados por el exceso de estancia hospitalaria debido a IN. El análisis de costos directos incluyó la estimación de los costos globales y el costo día/cama; otras variables examinadas fueron el consumo de antibióticos, reintervenciones quirúrgicas, curaciones, visitas profesionales (interconsultas médicas), necesidad de aislamiento o de trasladado a un servicio de mayor complejidad.

Toda la información recolectada se capturó en una hoja electrónica que sirvió como la base de datos que fue analizada en el paquete estadístico Stata® versión 9.0.

## Resultados

La tasa global de incidencia de IN fue de 9.1 por 100 días-persona-en riesgo. En el periodo, se identificaron 51 casos de IN, 74.5% fueron varones y 25.5% mujeres ( $P = 0.000$ ). Con respecto a la edad, el 58.8% de pacientes eran menores de 1 año, una diferencia significativa ( $P = 0.000$ ) en relación al resto de grupos. Dado que los casos fueron pareados por edad y sexo con los controles, no se apreciaron diferencias significativas en la distribución proporcional por sexo ni por grupo de edad. La distribución por servicio clínico mostró una discreta diferencia, aunque significativa ( $P = 0.0076$ ), con la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCIP) teniendo la proporción más alta (37.3%). Se observó que las bacteremias fueron las IN más frecuentes (52%), seguidas por las neumonías (18%) y las urosepsis (8%).

Acerca del análisis bivariado de los factores de riesgo, se identificó que la estancia prolongada  $\geq 7$  días [ $RM = 17.0$ , IC95% (2.10, 31.26)]; el uso de sondas [ $RM = 9.7$ , IC95% (2.30, 18.61)]; la ventilación mecánica asistida [ $RM = 6.6$ , IC95% (2.15, 10.51)]; la inserción de catéter central [ $RM = 4.9$ , IC95% (1.79, 8.38)]; y el bajo peso para edad y sexo [ $RM = 3.9$ , IC95% (1.82, 10.73)] incrementaron el riesgo de IN. Otras variables como edad, sexo y uso de antibióticos, no mostraron estar asociadas.

Las cinco variables que mostraron significancia estadística en el análisis bivariado fueron examina-

das mediante regresión logística multivariada. En ésta, se apreció que las únicas variables que mantuvieron su significancia fueron la estancia prolongada  $\geq 7$  días, que incluso duplicó su peso al registrar una  $RM = 34.1$ , IC95% (5.21, 59.93); el uso de sondas se mantuvo prácticamente igual,  $RM = 10.2$ , IC95% (3.34, 17.65) y la inserción de catéter central que se incrementó a una  $RM = 7.5$ , IC95% (2.24, 12.36). El modelo global mostró ser estadísticamente significativo ( $\chi^2 = 133.45$ , valor de  $P < 0.0001$ ) (Tabla 1).

Un paso preliminar para analizar el costo directo de las IN, fue identificar los procedimientos médicos que se realizaron a los pacientes hospitalizados. Se observó que en promedio cada paciente estuvo 10.8 días con IN; esta media fue más alta (13.3) en los pacientes hospitalizados en la UCI, que también fue el servicio donde más dispositivos médicos (catéteres, sondas, cánulas, ventiladores y soluciones) fueron empleados. Se utilizaron en promedio 26.3 dispositivos por paciente con IN, así como exámenes de laboratorio requeridos (31.9 por paciente). El servicio de medicina interna fue el que más unidades de antibióticos prescribió para la IN (20.4 por paciente). Finalmente no hubo mayores diferencias en los cultivos realizados (2 por caso) y estudios de gabinete solicitados (3 por paciente), tal como se puede apreciar en la Tabla 2.

En referencia a los costos globales, la hospitalización de los sujetos con IN implicó un costo total

**Tabla 1. Modelo multivariado de factores asociados al riesgo\* de infección nosocomial en pacientes hospitalizados en tres servicios clínicos. Hospital Infantil del Estado de Sonora**  
1° Octubre 2007 – 31 Enero 2008

Variable	Razón de momios**	Error estándar	IC 95%
Estancia prolongada [ $> 7$ días] (1 =sí; 0 =no)	34.1	0.82	(5.21, 59.93)
Uso de sondas a/(1 =sí; 0 =no)	10.2	0.75	(3.34, 17.65)
Inserción de catéter central (1 =sí; 0 =no)	7.5	0.67	(2.24, 12.36)
Bajo peso para edad y sexo (1 =sí; 0 =no)	4.9	1.71	(0.17, 14.60)
Ventilación Mecánica Asistida (1 =sí; 0 =no)	0.1	1.35	(0.00, 0.94)

\* Basado en una muestra de 192 observaciones (51 casos y 141 controles)

Resultados de la prueba de hipótesis para el modelo final: LR  $\chi^2 = 133.45$  (1 DF); Valor de  $P < 0.0001$

\*\* Razón de momios ajustada por las variables incluidas en el modelo

para la institución de \$195 581 (un promedio de \$3 761 por cada paciente). De este costo, los CDA sumaron \$109 841, lo que representó el 56.2% del total. Cada episodio de IN costó en promedio \$2 062. Del total de CDA, 57% (\$62 606) fue debido a los días/cama, dato consistente con el hecho de que el costo promedio por este atributo fue de \$1 204. Cabe mencionar que este costo corresponde sólo al periodo en el que el sujeto cursó con IN y no al periodo completo de estancia hospitalaria. Los exámenes de laboratorio fueron el siguiente procedimiento de mayor costo, pues provocaron el 23.3% (\$25 636) del CDA a la IN; le

siguieron el uso de dispositivos médicos (7.8%) y el uso de antibióticos (6.1%). De hecho, por la realización de exámenes de laboratorio, el costo promedio por paciente fue de \$493, mientras que el uso de dispositivos costó en promedio \$164. Los costos promedio por cada procedimiento y por paciente son detallados en la Tabla 3.

De acuerdo a lo observado, 62.3% (\$68 452) del total de los CDA de la IN fueron generados en la UCIP, donde los días/cama contribuyeron con 67.5% (\$46 196) del costo total del servicio clínico (Tabla 4). El servicio de infectología generó 22.7% (\$22 979), en

**Tabla 2. Promedio de intervenciones en la atención médica hospitalaria de pacientes con infección nosocomial (IN), de acuerdo al servicio clínico de ocurrencia. Hospital Infantil del Estado de Sonora, 1° Octubre 2007-31 Enero 2008**

Servicio clínico	Días de estancia hospitalaria	Días de estancia con IN	Exámenes de laboratorio	Anti-biótico	Dispositivos médicos*	Cultivos para la IN**	Otros procedimientos médicos en la IN***	Estudios de gabinete durante la IN
Infectología	38.9 (26.3) <sup>†</sup>	11.9 (3.4)	27.8 (1.8)	10.2 (2.8)	24.5 (4.3)	2.1 (0.5)	33.4 (5.7)	2.9 (1.0)
Medicina interna	44.0 (39.9)	7.3 (2.9)	17.2 (2.3)	20.4 (2.3)	18.6 (3.5)	1.8 (0.5)	18.1 (4.4)	2.5 (1.2)
UCIP	51.7 (27.1)	13.3 (2.7)	31.9 (4.5)	13.8 (3.9)	26.3 (4.7)	2.0 (0.9)	44.9 (6.8)	3.0 (2.1)

\* Catéteres, sondas, cánulas, ventiladores y soluciones

\*\* Hemocultivo, urocultivo, cultivo de líquido cefalorraquídeo, cultivo de punta de catéter, de sonda Foley, nasogástrica, secreciones, silastic

\*\*\* Venopunción, material de curación

† Promedio de intervenciones (desviación estándar)

**Tabla 3. Costos directos, totales y promedio, según distintos procedimientos de la atención médica hospitalaria de pacientes con infección nosocomial. HIES, 1° Octubre de 2007- 31 de Enero de 2008.**

Procedimiento	Promedio por paciente	Total de procedimientos utilizados	Costo promedio de cada procedimiento*	Costo promedio por cada paciente*	Costo total*
Días de estancia hospitalaria	44.9	2 308	84.84	3 761.19	195 581.79
Días de estancia debidos a IN	10.8	559	111.99	1 203.97	62 606.42
Exámenes de laboratorio	20.3	1 057	24.25	493.01	25 636.31
Antibióticos para IN	14.4	751	8.92	128.81	6 698.10
Dispositivos médicos <sup>1</sup>	21.7	1127	7.59	164.56	8 569.77
Cultivos <sup>2</sup>	1.9	101	31.31	60.82	3 162.75
Otros procedimientos médicos <sup>3</sup>	32.3	1 678	0.77	24.72	1 285.47
Estudios de gabinete	2.75	143	13.26	36.46	1 895.91

<sup>1</sup> Catéteres, sondas, cánulas, ventiladores y soluciones

<sup>2</sup> Hemocultivo, urocultivo, cultivo de líquido cefalorraquídeo, cultivo de punta de catéter, de sonda Foley, nasogástrica, secreciones, silastic

<sup>3</sup> Venopunción, material de curación

\* Costos estimados en dólares americanos al día 22 de mayo de 2008 (Tasa de intercambio: 10.3644 pesos mexicanos por 1 dólar americano)

tanto que el de medicina interna contribuyó con el restante 15.3% (\$16 410). Como se señaló previamente, en general el CDA promedio por caso de IN fue de \$2 062; sin embargo, este costo fue mayor si el episodio ocurrió en la UCI (\$3 597), mientras en infectología fue de \$1 565 y en medicina interna de \$1 025. Es decir, el CDA de la UCI fue poco más del doble que en los otros dos servicios (Fig. 1).

## Discusión

Los hallazgos más significativos de este estudio indican que, en adición a la sobreestancia hospitalaria, el uso de catéteres y sondas contribuyen significativamente al riesgo de adquirir una IN; esto después de controlar algunas variables biológicas (p.e. peso al ingreso, edad) y otros procedimientos médicos como el uso de ventilación mecánica, el

**Tabla 4. Costos directos de la atención de infecciones nosocomiales, según servicio clínico de ocurrencia, Hospital Infantil del Estado de Sonora 1º Octubre 2007 - 31 de Enero 2008**

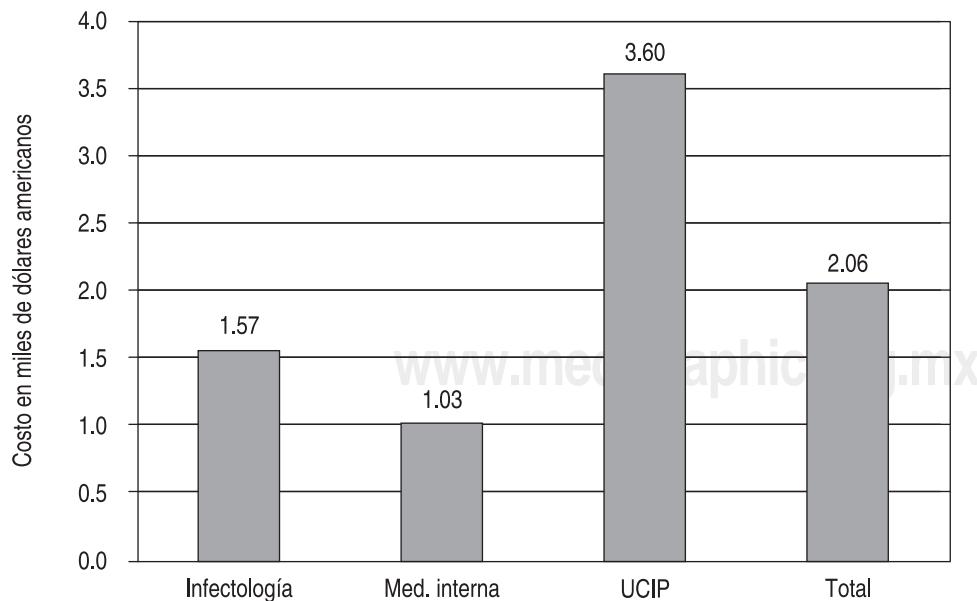
	Infectología	Medicina Interna	UCIP	Total
Costo total de hospitalización*	52 525 73	63 855 25	79 200 82	195 581 79
Costo total directo atribuible a IN*	24 979 40	16 410 02	68 452 53	109 841 94
— Días/cama debidos a IN	10 209 37	6 200 46	46 196 60	62 606 42
— Exámenes de laboratorio	8 757 86	5 403 11	11 475 34	25 636 31
— Antibióticos para IN	1 385 55	1 129 06	4 183 49	6 698 10
— Dispositivos médicos <sup>1</sup>	2 677 15	1 648 60	4 231 22	8 556 97
— Cultivos <sup>2</sup>	1 101 85	981.24	1 079 66	3 162 75
— Otros procedimientos médicos <sup>3</sup>	413.43	290.15	581.90	1 285 47
— Estudios de gabinete	434.18	757.40	704.33	1 895 91
Costo* promedio por caso de IN	1 565 43	1 025 63	3 597 69	2 062 92

<sup>1</sup> Catéteres, sondas, cánulas, ventiladores y soluciones

<sup>2</sup> Hemocultivo, urocultivo, cultivo de líquido cefalorraquídeo, cultivo de punta de catéter, de sonda foley, nasogástrica, secreciones, silastic

<sup>3</sup> Venopunción, material de curación e interconsulta médica

\* Costos estimados en dólares americanos al día 22 de mayo de 2008 (Tasa de intercambio: 103 644 pesos mexicanos por 1 dólar americano)



**Figura 1. Costo promedio por caso de IN en tres servicios clínicos del Hospital Infantil del Estado de Sonora, 1º Octubre 2007-31 de Enero de 2008.**

uso de antibióticos y soluciones parenterales y la aplicación de nebulizadores. Tal exceso generó que 56% de los costos globales de hospitalización fueran directamente atribuibles a la atención del episodio de IN.

Los hallazgos del estudio corroboran la conveniencia de examinar la relación entre factores de riesgo y la incidencia de IN pediátricas pues, como es aceptado, estos eventos indeseables frecuentemente se asocian con prácticas profesionales del personal de salud y la infraestructura hospitalaria.<sup>9</sup> Por esta razón, la tasa de IN podría ser usada como un indicador de la calidad de atención que se brinda a pacientes hospitalizados, ya que su cálculo no sólo ayuda a determinar la carga de enfermedad, sino que puede señalar el impacto sobre los presupuestos institucionales.

El costo promedio por episodio de IN fue de \$2 062 dólares americanos (USD); en nuestro estudio es considerablemente menor al de reportes similares publicados en México; en uno de ellos, el costo promedio fue de \$8990 USD,<sup>10</sup> mientras que Higuera y cols. reportaron un costo de \$10 424 USD por episodio de bacteremia relacionada a catéter.<sup>11</sup> Una explicación a esta diferencia es que esos estudios incluyeron únicamente a pacientes hospitalizados en unidades de cuidados intensivos (UCI), donde se sabe que los costos se incrementan considerablemente debido a la complejidad tecnológica y médica que requieren los pacientes hospitalizados en tales unidades.

Lo expuesto anteriormente pudo ser corroborado en nuestro estudio, pues el costo promedio de un episodio de IN ocurrido en la UCI (\$3 597 USD) fue 3.5 veces superior al de un episodio ocurrido en medicina interna y 2.3 veces mayor al de un paciente con IN hospitalizado en el servicio de infectología. Toda vez que incluimos pacientes de distintos servicios clínicos, el costo promedio se diluyó considerablemente, aunque el rango de los CDA osciló entre \$240,94 y \$11 110, 60 USD; este último justamente fue observado en un paciente con bacteremia nosocomial internado en la UCI del hospital.

Se sabe además, que uno de los principales efectos de las IN es que extienden la estancia hospitalaria hasta en tres veces, aumentando el promedio de 7 a 21 días, lo que contribuye decididamente al incremento de costos, independientemente de cuál sea el diagnóstico de IN y en qué servicio sea atendido. Por ejemplo, Jarvis reportó en 1996 que el costo promedio de una infección urinaria era de \$593, \$2 734 para heridas quirúrgicas, \$4 947 para neumonías, y desde \$3061 hasta \$40,000 en caso de bacteremias (en USD).<sup>12</sup>

Tales costos son notoriamente distintos al CDA promedio identificado en el presente estudio; por ejemplo, un episodio de bacteremia costó en promedio \$2 219, 18 USD; uno de neumonía costó \$3 174, 34 USD; uno de infección de vías urinarias significó una erogación de \$2 078, 53 USD, mientras el de otro tipo de IN tuvo un costo por episodio de \$1 361, 64 USD. Tales diferencias son difíciles de aclarar pues, como se reconoce, el cálculo del costo de las IN es muy complejo y está sujeto al objetivo de la investigación, por lo que las comparaciones tienen que ser cuidadosamente examinadas antes de obtener conclusiones.

Sin embargo, hay una posible explicación para las diferencias observadas en este estudio. En general, para estimar el costo de una IN hay dos grandes tipos de diseños: (a) los estudios que atribuyen el costo de acuerdo a la estimación que un grupo de expertos haga respecto a los recursos gastados en la atención de la IN (p.e. días de hospitalización, antibióticos y otros insumos); y (b) los estudios comparativos que determinan el costo generado por el uso de recursos en pacientes con IN y lo contrastan con el de otro grupo de pacientes.<sup>13</sup>

El reporte de Jarvis (1996)<sup>12</sup> señaló costos promedio atribuidos a la morbilidad y mortalidad por IN, mientras que nuestro estudio fue comparativo y por ende, los resultados pueden no explicar del mismo modo el evento. Ahora bien, aún cuando los estudios comparativos son los de mayor precisión y rigor metodológico, no es fácil su ejecución porque, por un lado, el proceso de pareamiento de los con-

roles es laborioso y no siempre es posible efectuarlo adecuadamente, lo que puede introducir sesgos—aún en presencia de registros computarizados de los expedientes médicos—y por el otro, dependen en gran medida de la calidad de los datos hospitalarios de algunas variables. Ésta es, probablemente, otra explicación que podemos ofrecer para tratar de entender las grandes diferencias observadas en esta investigación con respecto a otros estudios publicados.

Hubo, en adición, otras dificultades operacionales que pudieron contribuir a una subestimación de los CDA de los sujetos de estudio. Por ejemplo, el costo de insumos y medicamentos proporcionado por el Departamento de Recursos Financieros del hospital,\* fue notoriamente inferior al precio público promedio. En el año 2006, de acuerdo a la Oficina de la Presidencia de la República, el precio de un frasco de ampicilina 500 mg de solución inyectable, era de aproximadamente \$2.00 USD; sin embargo, el precio que nos fue proporcionado en 2008 fue únicamente de \$0.62 USD. Por referir otras diferencias en precios,† la amikacina 500 mg inyectable tiene un precio público de promedio de \$18.22 USD, mientras que para este hospital el costo fue de \$0.31 USD; la cefotaxima 1 g inyectable tiene un precio público de \$15.8 USD en contra de \$0.91 USD para el hospital; y finalmente, la vancomicina 500 mg inyectable tiene un precio público promedio de \$26.5 USD, lo que contrasta con \$5.7 USD en el hospital. Tales diferencias pueden haber producido una subestimación de los CDA de las IN en este hospital. La participación y apoyo del personal administrativo es crucial cuando se evalúan costos de IN, de modo que el respaldo del departamento administrativo hospitalario es crucial para examinar la carga financiera del evento.

Por otro lado, la incidencia que observamos (9.1 por 100 días-persona) es muy semejante a la publicada en otros estudios mexicanos de IN pediátrica, como el multicéntrico de Ávila-Figueroa que reportó 9.8%;<sup>14</sup> o el de Tinoco y colaboradores, que encontró una prevalencia de 9%.<sup>15</sup> La prevalencia que nosotros observamos fue, sin embargo, menor a la de otros reportes, como el del *Hospital Infantil de México*, de aproximadamente 20%.<sup>16</sup> Es posible que la diferencia se deba a que el citado estudio sólo fue realizado en la unidad de cuidados intensivos, lo que puede asociarse a un incremento en el riesgo de adquirir una IN.

No obstante lo anterior, donde sí se apreciaron diferencias notorias fue en la naturaleza de la infección, pues en el estudio de Tinoco la primera causa fue la onfalitis, únicamente 12% de los casos fueron debidos a bacteremias y sólo 4.5% fueron neumonías. En el reporte de Ávila-Figueroa, la neumonía constituyó 25% de la incidencia, 19% fueron bacteremias y 5% infecciones del tracto urinario. En nuestro estudio, las bacteremias contribuyeron con 51% de las IN, seguidas por la neumonía (18%) y las infecciones urinarias (8%). Comparadas con otros estudios, principalmente de los Estados Unidos, las infecciones urinarias fueron menos frecuentes en nuestra muestra, ya que en algunos hospitales significan hasta el 60% de la incidencia de IN.<sup>17,22</sup>

Respecto a los potenciales factores de riesgo de IN, se encontró que tres factores estuvieron asociados al evento: (a) estancia hospitalaria prolongada ( $\geq 7$  días); (b) el uso de sondas urinarias o nasogástricas; y (c) la aplicación de catéter central. En relación al primero de ellos, se ha observado que su efecto puede deberse a que exponen al sujeto a un mayor contacto con gérmenes patológicos intrahospitalarios, así como su relación con el incremento de procedimientos médicos.<sup>18</sup> No obstante, una limitación potencial de nuestro hallazgo es que no controlamos el efecto de días de estancia hospitalaria en los controles, lo que pudo provocar un sesgo de selección, de modo que es posible que

\* Los precios de insumos y medicamentos fue proporcionada mediante el documento «Lista de Insumos para protocolo de tesis: costos directos de infecciones nosocomiales» por el Departamento de Recursos Financieros del HIES.

† Precios obtenidos vía telefónica en tres farmacias de la localidad, en el periodo del 12 al 18 de Julio de 2008.

haya una sobreestimación del efecto de esta variable. Aún cuando es reconocido el papel que juega este factor en la ocurrencia de las IN,<sup>19</sup> sugerimos cautela al interpretar nuestro hallazgo y realizar nuevas investigaciones que controlen este efecto, incluso en este mismo hospital.

Por lo que se refiere al segundo, el uso de sondas de Foley incrementa el riesgo de urosepsis y muerte, así como un mayor uso de antibióticos, resistencia bacteriana, e incremento de los costos de estancia intrahospitalaria.<sup>20</sup> También se ha observado que la mayoría de las infecciones urinarias asociadas a las sondas pasan desapercibidas y sin embargo, provocan la mayor cantidad de bacterias antibiótico-resistentes en el hospital.<sup>21</sup>

Se acepta que en el caso de las sondas, las rutas de entrada de los microorganismos son secundarias a tres procedimientos: lugar de inserción, interrupción del circuito y contaminación del dispositivo.<sup>22</sup> En cualquiera de los tres mecanismos, tanto médicos como enfermeras participan. La manipulación inadecuada, la falta de aseo adecuado previo a la colocación, que no se verifique el cierre hermético del circuito, o que no se tomen las medidas necesarias cuando se vacían los recipientes, son mecanismos que contribuyen a la adquisición de IN. Para corroborar o descartar si tales mecanismos se asocian a la IN, es conveniente que se realicen investigaciones específicas al respecto en este hospital, lo que pudiera reducir la carga financiera y de morbilidad que producen las infecciones hospitalarias del tracto urinario.

Con respecto al otro factor identificado, la inserción de catéter central, incrementó siete veces el riesgo de IN en los sujetos de estudio, algo que ha sido reportado como el principal procedimiento médico que se asocia a bacteremias nosocomiales en pacientes pediátricos.<sup>23</sup> Se acepta que su aplicación altera los mecanismos defensivos del huésped, neutraliza la propiedad antiadhesiva del catéter e incrementa la supervivencia bacteriana y resistencia a antibióticos, todo ello contribuyendo al incre-

mento del riesgo de IN.<sup>24</sup> Algunos de los mecanismos que pueden explicar tal riesgo son: inserción no aséptica, duración excesiva del procedimiento, contaminación del catéter y manipulación inadecuada; en todos los casos, la adecuada participación del personal de salud es crucial para reducir el riesgo de IN asociado a este dispositivo.

En nuestro estudio, se les aplicó un catéter central al 68% de los pacientes con IN, por lo que es muy conveniente diseñar estrategias y actividades en el HIES para mejorar su aplicación, cuidado y manejo. También parece pertinente que nuevos estudios sean efectuados en el hospital, a fin de identificar eventos adversos y complicaciones relacionadas a su inserción, como desplazamientos o roturas del catéter, neumotórax, hemotórax, embolia gaseosa o lesión de estructuras anatómicas adyacentes, y las complicaciones tardías, que son fundamentalmente de dos tipos, infecciosas y trombóticas.<sup>25</sup>

En conclusión, el diseño y ejecución de investigaciones que examinen el papel de procedimientos médicos rutinarios en el riesgo de IN y el impacto financiero que éstas provocan sobre los presupuestos institucionales, puede generar información útil para implementar medidas de control que por un lado, disminuyan la carga de morbilidad de las IN, y por el otro, que contribuyan a la contención de costos que lesionan las finanzas de un hospital. Debido a la complejidad metodológica, diferencias en la estructura y capacidades de un hospital, e incluso las diferencias económicas, los estudios que evalúan el costo directo atribuible a la IN son difícilmente comparables. No obstante, parece conveniente que otras investigaciones en el tema sean desarrolladas sistemáticamente en hospitales asistenciales del estado de Sonora y metodologías similares a las adoptadas en este estudio pueden contribuir positivamente en la generación de conocimiento para la toma de decisiones.

*Autor de correspondencia:* Dr. Gerardo Álvarez Hernández  
*Correo electrónico:* galvarez@guayacan.uson.mx

## Referencias

1. Martínez G, Anaya MC, Ávila C. Incidencia de bacteriemia y neumonía nosocomial en una unidad de pediatría. *Salud Pública Mex* 2001;43:515-523.
2. Díaz RD, Solórzano F, Padilla G, Miranda MG, González R, Trejo JA. Infecciones nosocomiales. Experiencia en un hospital pediátrico de tercer nivel. *Salud Pública Mex* 1999;41(suppl 1):S12-S17.
3. Mendivil C1, Egúes J, Polo P, Ollaquindia P, Ruin M, Del Real C. Infección nosocomial, vigilancia y control de la infección en Neonatología. *Ana Sis San Navarra*. 2000;23(suppl 2):177-184.
4. Aguilar M, García B, Hernández I, Rosas M. Las infecciones nosocomiales: registrar para prevenir. *Rev Enferm IMSS* 2004;12:89-92.
5. Organización Panamericana de la Salud. Protocolo para determinar el costo de la infección hospitalaria. Washington, D.C.: OPS; 1999 (OPS/HCP/HCT/16/00).
6. Nercelles P, Herrera R, Peirano L, Villaruel M. Exceso y estructura de costos de las infecciones intrahospitalarias en un hospital de nivel terciario de Valparaíso, Chile. *Costo de la infección nosocomial en nueve países de América Latina*. OPS. Disponible en línea: <http://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/ear-amr-costo-infecc-nosoc-chi.pdf> (consultado: 28-09-2008).
7. Pooli L, Nocetti-Fasolino M, De Califano GM, Rial MJ, Martín MT. Incidencia de infección hospitalaria y factores de riesgo asociados en una unidad de cuidados intensivos e intermedios neonatales. *Rev Hospital Pedro de Elizalde*. 2002;1:1-7. Disponible en línea en: [http://www.elizalde.gov.ar/area\\_medica/Revista/vol1\\_2002/area\\_rev\\_art5.asp](http://www.elizalde.gov.ar/area_medica/Revista/vol1_2002/area_rev_art5.asp). (consultado: 04-10-2009).
8. Cantón E, Viudes A, Pemán J. Infección sistémica nosocomial por levaduras. *Rev Iberoam Micol* 2001; 18:51-55.
9. Gianino M, Vallino A, Minniti D, Abbona F, Mineccia C, Silvaplana P. A model for calculating costs of hospital-acquired infections: an Italian experience. *J Health Org Manag* 2007;21:39-53.
10. Navarrete-Navarro S, Armengol-Sánchez G. Costos secundarios por infecciones nosocomiales en dos unidades pediátricas de cuidados intensivos. *Salud Pública Mex* 1999;41(suppl 1):S51-S58. Disponible en línea en: <http://www.scielosp.org/pdf/spm/v41s1/v41s1a08.pdf> (consultado: 04-10-2009).
11. Higuera F, Rangel-Frausto MS, Rosenthal VD, Martínez J, Castaño J, Franco G, et al. Attributable cost and length of stay for patients with central venous catheter-associated bloodstream infection in Mexico City intensive care units: a prospective, matched analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:31-35.
12. Jarvis WR. Selected aspects of the socioeconomic impact of nosocomial infections: morbidity, mortality, cost, and prevention. *Infect Control Hosp Epidemiol* 1996;17:552-557.
13. Organización Panamericana de la Salud. Protocolo para determinar el costo de la infección hospitalaria. Washington USA, 2000. pp 6-8. Disponible en línea en: <http://www.paho.org/Spanish/AD/DPC/CD/protocolo.pdf> (consultado: 17-07-2008).
14. Ávila C, Caschat M, Aranda E, León AR, Justiniani N, Pérez L, et al. Prevalencia de infecciones nosocomiales en niños: encuesta de 21 hospitales en México. *Salud Pública Mex* 1999;41(suppl 1):S18-S25.
15. Tinoco JC, Salvador J, Pérez J, Santillán G, Salcido M. Epidemiología de las infecciones nosocomiales en un hospital de segundo nivel. *Salud Pública Mex* 1997;39:25-31.
16. Uribe L, Moguer G, Pérez M, Santos J. Aplicación de la cédula de verificación para la prevención y control de enfermedades nosocomiales en unidades pediátricas de cuidados intensivos. *Bol Med Hosp Inf Mex* 2006;63:76-83.
17. Hernández E, Zamora F, Martínez M, Valdez M, Alberti E. Características epidemiológicas, clínicas y microbiológicas de las infecciones nosocomiales urinarias en las lesiones medulares espinales. *Actas Urol Esp* 2007;31:764-770.
18. Morales C, Gutiérrez F, Martínez C, Hernández C. Costos de las infecciones nosocomiales en pacientes atendidos en una unidad de cuidados intermedios. *Rev Cubana Enfermer* 2004;20. Disponible en línea en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-03192004000200004&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s0864-03192004000200004&script=sci_arttext) (consultado: 31-10-2007).
19. Graves N, Weinhold D, Tong E, Birrell F, Dodge S, Ramritu P, et al. Effect of health care-acquired infection on length of stay and cost. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28:280-292.
20. Weist K, Pollege K, Schulz I, Rüden H, Gastmeier P. How many nosocomial infections are associative with cross-transmission? A prospective cohort study in a surgical intensive care unit. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002;23:127-132.
21. Weinstein R. Controlling antimicrobial resistance in hospitals: infection control and use of antibiotics. *Emerg Infect Dis* 2001;7:188-192.
22. Darouiche R, Thornby J, Cerra C, Donovan W, Hull R. Bacterial interference for prevention of urinary tract infection: a prospective, randomized, placebo-controlled, double-blind pilot trial. *Clin Infect Dis* 2005;41:1531-1534.
23. Gastmeier P, Loui A, Stamm-Balderjahn S, Hansen S, Zuschneid I, Sohr D, et al. Outbreaks in neonatal intensive care units? they are not like others. *Am J Infect Control* 2007;35:172-176.
24. Trautner B, Darouiche R. Catheter-associated infections. *Arch Intern Med* 2004;164:842-850.
25. Verso M, Agnelli G. Venous thromboembolism associated with long term use of central venous catheters in cancer patients. *J Clin Oncol* 2003;21:3665-3675.