

# Programa de monitoreo bacteriológico y de regulación de uso de antibióticos. Experiencia en una unidad de cuidados intensivos

Raymundo Rodríguez-Badillo,\* Guillermo Castorena Arellano,† Fernando González Domínguez,‡ Miguel Suárez Velázquez,‡ Sara Arroyo Escalante,§ David Moncada Barrón,§ Lourdes Puga Chávez,§ Nicandro Guillen Austria<sup>II</sup>

## RESUMEN

Las infecciones nosocomiales y la resistencia antimicrobiana son problemas relevantes a nivel hospitalario. La adecuada prescripción antimicrobiana reduce mortalidad y costos. Se necesita contar con sistemas de información que permitan conocer la realidad en cada área médica para adecuar la prescripción antimicrobiana y mejorar las medidas preventivas para infecciones nosocomiales.

**Material y métodos:** Se monitoreó durante 5 años el uso de antimicrobianos y del patrón de resistencia antimicrobiana en una Unidad de Cuidados Intensivos mediante el desarrollo de un programa en computadora para captura de datos respecto a uso de antimicrobianos e infecciones nosocomiales.

**Resultados.** Los programas desarrollados permitieron obtener información veraz y oportuna respecto a uso de antimicrobianos y de resistencia hacia éstos. Se observó predominio endémico de bacterias como *P aeruginosa*, *K pneumoniae* y *A calcoaceticus* multirresistentes. Los carbapenémicos fueron el principal antimicrobiano utilizado (25%), neumonía asociada a ventilación mecánica fue la principal infección documentada (30%). Se documentaron dos brotes dentro de la UCI en forma temprana. Se realizaron e implementaron guías de manejo antimicrobiano y se trabajó en conjunto con Epidemiología. Con

## SUMMARY

*Nosocomial infections and the antimicrobial resistance are the most important problems in hospitals. The best antimicrobial prescription reduce mortality and costs. We need to have information systems that lets us know the real situation in each medical area to improve the antimicrobial prescription and prevent nosocomial infections.*

**Material y métodos:** *We monitored during 5 years the antimicrobial prescription and the antimicrobial resistance in an Intensive Care Unit using a computer program developed by us related to antimicrobial prescription and nosocomial infections.*

**Results:** *The computer program developed let us have information related to an antimicrobial resistance and development of resistance. *P aeruginosa*, *K pneumoniae* and *A baumannii* were the predominant pathogens and were considered as multi drug resistance (MDR). Carbapenems were the main antibiotics used (25%), ventilator associated pneumonia were the predominant infection found (30%). It was documented two epidemics events in a early way. It were elaborated and used guidelines of antimicrobial prescription for ICU and it was required work with the Epidemiologic department. With the use of both programs we improved de prescription of antibiotics (50% to 70%).*

\* División de Cuidados Intensivos.

† Subdirección Áreas Críticas.

‡ Departamento de Proyectos Estratégicos y Apoyo a la Dirección Médica.

§ Laboratorio Bacteriología Clínica.

II División Terapia Intensiva.

Hospital General Dr. Manuel Gea González, Secretaría de Salud

Fecha de recepción 8 de agosto 2010

Fecha de aceptación 14 de agosto 2010

la implementación de los programas se mejoró el uso de tratamientos empíricos adecuados de 50% a 70% de las prescripciones.

**Conclusiones:** Es importante contar con sistemas de monitoreo de uso de antibióticos y del patrón de resistencia para prescribir esquemas de tratamiento adecuados, establecer patrones endémicos y realizar procesos para reducir resistencia antimicrobiana y desarrollo de infecciones nosocomiales, documentar brotes epidémicos y brindar una herramienta al personal médico para proporcionarle las bases para mejorar la toma de decisiones respecto al uso de antibióticos.

**Palabras clave:** Monitoreo, bacterias, programa, nosocomial, antibióticos, resistencia.

## INTRODUCCIÓN

Con el descubrimiento de los microorganismos como causantes de infección y de muerte, se creó la necesidad de contar con armas terapéuticas para combatirlas, surgiendo así la elaboración de los primeros antibióticos (1877), y en 1936 inicia la era moderna de la quimioterapia con el uso de la sulfanilamida y en 1941 surge la «edad de oro antibiótica» con la producción de la penicilina.<sup>1</sup>

Con la creación de más antibióticos se generó el desarrollo de resistencia bacteriana a los antibióticos.<sup>2</sup> Este fenómeno es el responsable de infecciones por bacterias multi-resistentes a los antibióticos generando infecciones más severas y mortales, con altos costos de atención<sup>1-8</sup> presentándose tanto en infecciones comunitarias,<sup>9</sup> y sobre todo en las nosocomiales, lugares donde se utilizan en forma inadecuada la mayoría de los antibióticos.

Las infecciones son la quinta causa de muerte en nuestro país,<sup>10</sup> por lo que representan un número importante de ingresos hospitalarios. En el 2002 se documentaron en México 290,549 egresos hospitalarios por enfermedades infecciosas.<sup>11</sup> Se ha demostrado que se emplean antibióticos en pacientes hospitalizados entre 20 a 40%<sup>12-14</sup> y en ocasiones llegando a ser hasta 80.9%<sup>13</sup> por lo que se han convertido en el segundo medicamento más empleado mundialmente.<sup>15</sup> En 1983 se gastaron en el mundo 9,000 millones de dólares en antibióticos,<sup>15,16</sup> mientras que en el 2002 las casas farmacéuticas reportaron una inversión por este concepto de 26,000 millones de dólares.<sup>17</sup>

El uso inadecuado de antibióticos varía de 45% a 60% siendo mayor el porcentaje cuando la prescripción del antibiótico es en forma empírica

**Conclusions:** It's important to have programs related to antimicrobial prescription and evidence of antimicrobial resistance to do best antimicrobial prescription, to establish endemical patrons and realize medical process to reduce antimicrobial resistance and nosocomial infections and can give to medical staff tools that let them can do a best antimicrobial prescription.

**Key words:** Monitoring, pathogens, program, nosocomial, antibiotics, resistance.

a diferencia de los tratamientos empíricos secundariamente documentados o bien en infecciones documentadas.<sup>8</sup> El uso de antibióticos suele ser más racional en las áreas médicas que en las áreas quirúrgicas (26.3% y 55.1% respectivamente).<sup>7,18</sup> Los factores que favorecen el desarrollo de la resistencia a los antibióticos son: (1) uso de antibióticos de amplio espectro, (2) el uso de terapia empírica inadecuada, (3) dosis inadecuada (cantidad, intervalos de tiempo, duración del tratamiento) y (4) la ausencia de adherencia rigurosa a las prácticas para el control de infecciones.<sup>3,4</sup> Contribuye el desconocimiento del equipo médico en el ámbito hospitalario de los principales sitios anatómicos de infección, de los gérmenes causales predominantes y de sus patrones de resistencia y sensibilidad a los antibióticos específicos y en cada una de las áreas de atención médica.<sup>4,5</sup>

Actualmente el médico se enfrenta al rápido desarrollo en la emergencia y diseminación de bacterias resistentes a los antibióticos, sobre todo en infecciones nosocomiales (*Staphylococcus aureus* meticilino y vancomicina resistentes, así como *Pseudomonas aeruginosa* multi-resistente) derivado del uso desmesurado de antibióticos anti-*Pseudomonas* (ceftazidima, ciprofloxacina, carbapenémicos).<sup>18,19</sup>

Proporcionar a los médicos la información que sirva como guía para tomar los fundamentos necesarios a lo largo del proceso de selección de un antibiótico ha demostrado mejorar la selección de los antibióticos, controlar los costos, y hacer lenta la emergencia de resistencia. Tales estrategias son más que medidas administrativas que preservan la autonomía del médico y la satisfacción en el control de las prácticas de prescripción.<sup>20-24</sup>

El objetivo del presente estudio es mostrar la experiencia obtenida en lograr una adecuada prescripción de antibióticos a través de establecer programas de control y de retroalimentación respecto al consumo de éstos y del conocimiento de la epidemiología bacteriana hospitalaria.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente programa fue desarrollado en dos etapas. En la primera etapa se procedió al diseño de dos bases de datos, una para la captura de la información relacionada al uso de antibióticos dentro de la Unidad de Cuidados Intensivos, y otra donde se incluyó la información referente a los reportes de cultivos tomados en la Unidad de Cuidados Intensivos.

Una vez desarrolladas las bases de datos se procedió a la captura diaria generada en la Unidad de Cuidados Intensivos. Para el monitoreo bacteriológico se capturó la información incluida en el reporte del laboratorio de bacteriología que contiene los siguientes datos: germen(es) aislados, antibióticos probados y su patrón de sensibilidad (incluyó valores de MIC [concentración mínima inhibitoria]), sitio donde se tomó la muestra, tipo de muestra (urocultivo, hemocultivo, lavado broncoalveolar, etc.), antibióticos utilizados en el momento, así como los datos generales del paciente.

Respecto al uso de antibióticos, se cuenta con un formato de solicitud de éstos el cual debe ser previamente llenado antes del inicio de los antibióticos. En este formato se cuenta con la siguiente información: datos generales del paciente, fecha de solicitud del antibiótico, indicación (empírico, terapéutico [basado en antibiograma], profilaxis), origen de la infección (nosocomial, comunitaria, relacionada a cuidados de la salud), tipo de esquema (inicial, subsecuente), dosis e intervalo de la dosis del medicamento y diagnóstico infeccioso. Una vez obtenida esta información se procedió a realizar, primero un diagnóstico situacional respecto al uso de antibióticos y de la epidemiología bacteriana en la terapia intensiva; posteriormente se realizaron intervenciones de acuerdo a los resultados antes obtenidos.

## RESULTADOS

El estudio se desarrolló en una Unidad de Cuidados Intensivos general, que cuenta con 6 camas, en un hospital de 200 camas censables, con

personal médico de base en todos los turnos así como médicos residentes de la especialidad de Medicina Crítica. El periodo de desarrollo del monitoreo comprende 5 años, iniciado en el 2003 y concluido en el 2008. Durante el primer semestre de 2003 se elaboraron los programas denominados ANTIBIO (uso de antibióticos) y NOSO (monitoreo bacteriológico) en Fox Pro 10 que lo hace compatible para su instalación en cualquier PC. Los programas además de la capacidad de captura de datos, tienen la posibilidad de desplegar informes preestablecidos que permiten tener un panorama completo de las condiciones que se analizan (pueden ser vistos en pantalla o ser impresos). Con el programa NOSO se puede obtener la siguiente información: (1) bacterias aisladas, (2) patrón de resistencia antimicrobiana, (3) tipo de infección, (4) sitio de infección, (5) cuadro que correlaciona la resistencia de todas las bacterias contra todos los antimicrobianos probados en el laboratorio y (6) diagnósticos infecciosos donde se integran las bacterias aisladas en orden de frecuencia (porcentaje) y sensibilidad antimicrobiana para cada una de las bacterias aisladas. Con el programa ANTIBIO se permite obtener la siguiente información: (1) antimicrobianos utilizados, (2) indicación de éstos, (3) tipo de infección tratada, (4) monoterapia o terapia combinada, entre otros (figura 1).

Los informes se realizaron cada mes durante el periodo de 2003 hasta 2008; cabe mencionar que el programa puede desarrollar informes en los periodos de tiempo que el usuario quiera analizar (semanal, mensual, bimestral, semestral, anual, etc.) (figura 2).

Al analizar los datos relacionados a infecciones nosocomiales encontramos lo siguiente: (1) La neumonía asociada a ventilación mecánica tardía es la principal infección nosocomial que se presenta en la UTI (30%-35% del total de infecciones) causadas por *P aeruginosa*, *S aureus* y en forma de brote por *K pneumoniae* y *A baumannii*; y las infecciones relacionadas a catéter vascular (10%-20% del total de infecciones: *S aureus*) (figura 3). Las infecciones en tracto urinario o de heridas quirúrgicas son relativamente infrecuentes.

Las bacterias nosocomiales aisladas son: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* principalmente, y en menor proporción *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* y *Escherichia coli* (figura 4). Las características de estas bacterias es que son consideradas multi-resistentes a los anti-

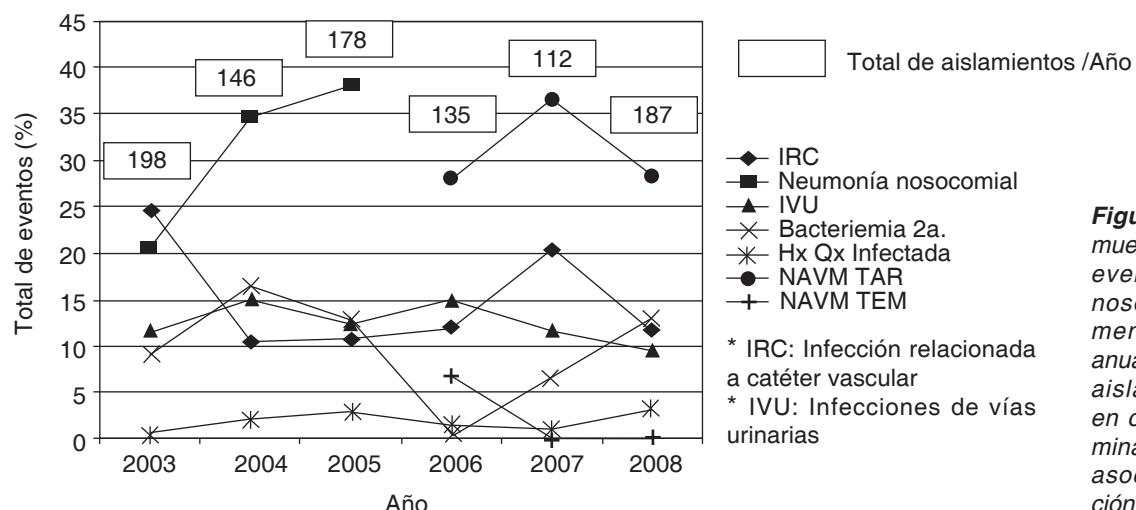
**Figura 1.** En ésta se presenta la ventana de captura de información relacionada a eventos infecciosos en los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos. Este programa además tiene la capacidad de generar informes previamente programados respecto a la información requerida en esta área médica (Programa de Monitoreo Bacteriológico 2003-2008).



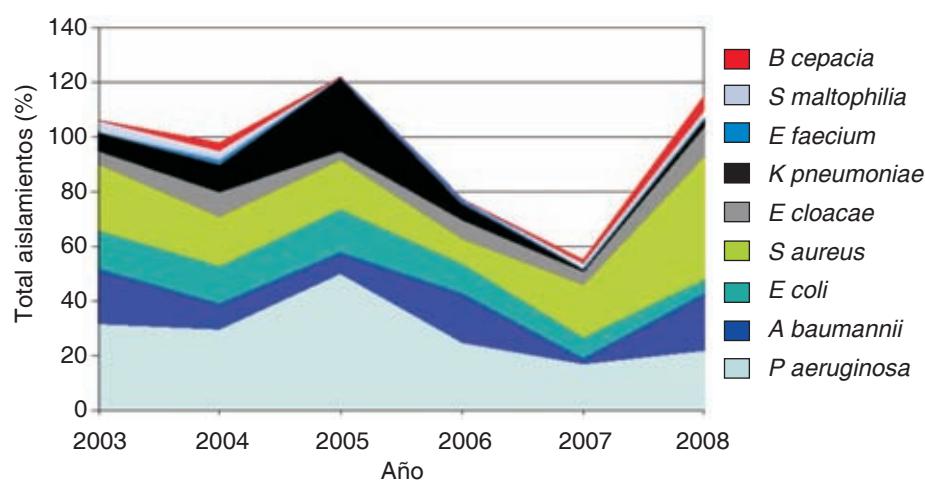
**Figura 2.** Imagen de pantalla donde aparece el reporte generado por el programa NOSO. Se puede observar el diagnóstico infeccioso, así como las bacterias aisladas y el patrón de resistencia y sensibilidad para cada uno de ellos. Esto no ofrece la herramienta para realizar una adecuada selección de antimicrobianos (Programa de Monitoreo Bacteriológico 2003-2008).

microbianos (de acuerdo a patrón de resistencia encontrado se catalogaron como portadoras de BLES [betalactamas de espectro extendido]) (figuras 5 y 6). Con estos datos en colaboración con el área de Epidemiología se pudieron desarrollar los canales endémicos respecto a estos gérmenes: de esta manera se pudo documentar y actuar en forma oportuna ante la presencia de dos brotes, uno en 2005 con *Klebsiella pneumoniae* y otro en el 2009 con *Acinetobacter baumannii complex*. Las bacte-

rias antes mencionadas mantenían una frecuencia de aislamiento relativamente baja y con patrón de sensibilidad adecuado (< 20% resistencia) por lo que no eran considerados como patógenos problema. En ambos casos la inclusión de ambas cepas se desarrolló a partir de pacientes provenientes de otras áreas médicas (obstetricia y urgencias de adultos). Se observó un incremento durante el periodo de monitoreo de *Candida albicans* y de *Candida sp.* debido éste a un mayor monitoreo y a la



**Figura 3.** Gráfica que muestra los diferentes eventos infecciosos nosocomiales documentados en forma anual (%) y el total de aislamientos totales en cada año. Predominan las neumonías asociadas a ventilación mecánica tardía.



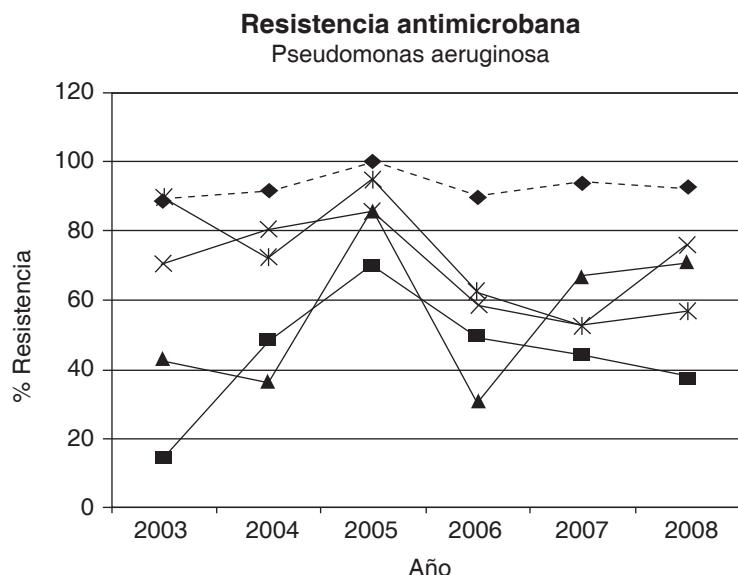
**Figura 4.** Describe las bacterias aisladas en forma anual durante un periodo de 5 años. Se aprecia predominio por parte de *P. aeruginosa* con incremento en los dos últimos años de *S. aureus* (MRSA). Bacterias en rango medio *A. baumannii*, *E. coli*. Existió un brote por *K. pneumoniae* en el 2005.

mejora en las técnicas de aislamiento que nos ha permitido reconocer las especies de las catalogadas como sp. (*krusei*, *tropicalis*, *glabrata* y *parapsilosis*) y de igual forma la realización de patrones de sensibilidad que han modificado la manera cómo se aborda el manejo terapéutico de los pacientes afectos de candidiasis/candidemia.

El conocimiento de los procesos infecciosos más frecuentes y de los gérmenes aislados obligó a mejorar los criterios de diagnóstico principalmente en los casos de neumonía asociada a ventilación mecánica, ya que inicialmente sólo se hacia lavado bronquial con reporte cualitativo, y ahora se realizan lavados bronquio-alveolares por broncoscopia en todos los casos de sospecha de neumonía y los reportes del laboratorio son cuantitativos lo que ayuda en definir mejor el diagnóstico de esta pato-

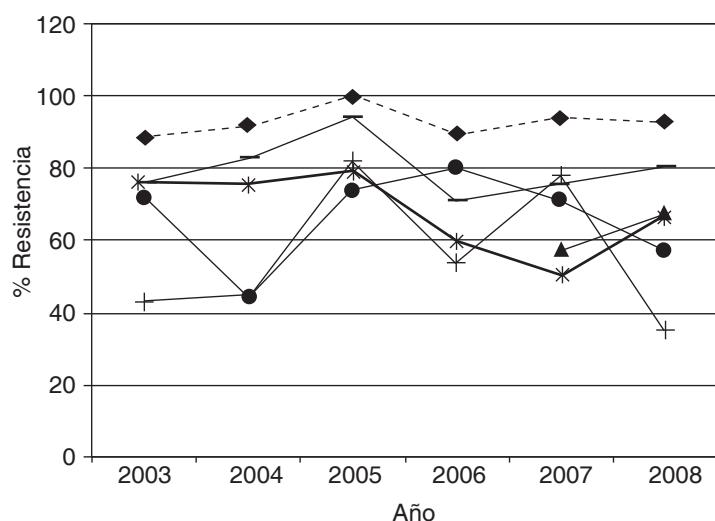
logía nosocomial y poder definir mejor las entidades infecciosas: neumonía nosocomial vs traqueítis asociada a ventilación vs colonización de vías aéreas. Lo mismo sucedió en el resto de las entidades infecciosas nosocomiales.

En lo referente al uso de antibióticos se concluye que la Unidad de Cuidados Intensivos consume el 2.5% (promedio) del total de antibióticos a nivel hospitalario. Durante el periodo de monitoreo entre el 35% y el 64% de los pacientes ingresados a la UCI recibieron al menos una dosis de antibiótico; esta proporción correlaciona con el porcentaje de pacientes admitidos con procesos infecciosos (figura 7). Las infecciones de origen comunitario fueron la principal indicación del uso de antimicrobianos, manteniéndose en el 69% en promedio durante 2005-2008; las infecciones nosocomiales justifica-



- - ◆ - Total  
- ■ - Amikacina  
- ▲ - Cefepime  
- × - Ceftazidima  
- \* - Ciprofloxacin

**Figura 5.** Muestra el comportamiento de *Pseudomonas aeruginosa* respecto a los antimicrobianos a que fue evaluada en el laboratorio de bacteriología. Se aprecia la presencia de beta-lactamasas de espectro extendido y de resistencia a quinolonas.



- - ◆ - Total  
- ● - Imipenem  
- + - Meropenem  
- - - Pip-Tazabactam  
- \* - Ticar-Clavunalato  
- ▲ - Aztreonam

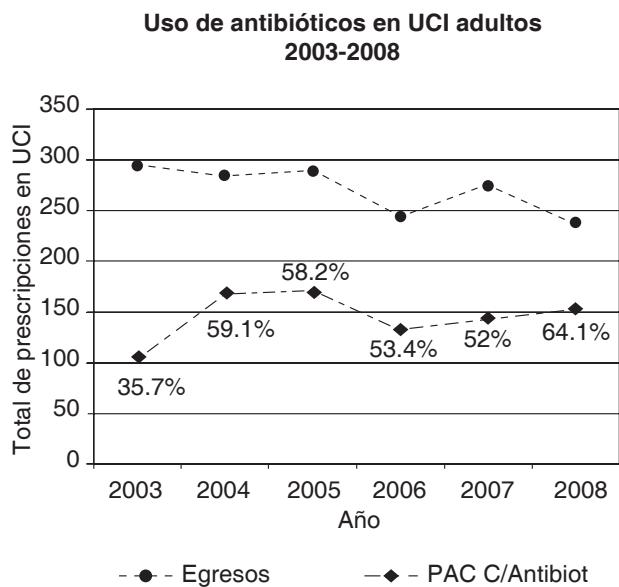
**Figura 6.** Presenta el patrón de resistencia antimicrobiana de *Pseudomonas aeruginosa*. Se documentó un porcentaje de resistencia de 85% promedio para todos los antimicrobianos. En el caso de carbapenémicos el porcentaje de resistencia es de 70% promedio, lo que traduce la presencia de metalo-beta-lactamasas.

ron el uso de antimicrobianos en el 40-45% durante el periodo 2003-2004 y posteriormente muestra un descenso hasta 25% donde se mantuvo hasta el final del estudio (figura 8).

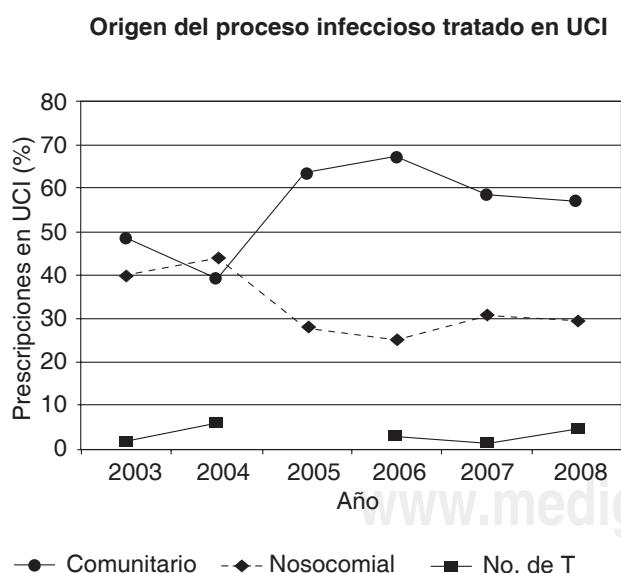
La indicación de prescripción de los antimicrobianos fue de la siguiente manera: principalmente fue de manera empírica, su porcentaje inicial fue de 60% y al final fue de 80%; esta tendencia se contrapone a la indicación basada en antibiograma ya que al inicio del estudio fue de 30% y que disminuyó hasta 20% al final del monitoreo. Este descenso se justifica en el hecho de que una vez que se conoció el patrón bacteriano y de sensibilidad antimicrobia-

na dentro de la unidad de cuidados intensivos se elaboraron guías de manejo que en la mayoría de los casos nos permitió realizar terapia de de-escalación (90% de los casos), que fue más evidente en los casos de neumonía asociada a ventilación mecánica (tardía y temprana).

Los grupos de antimicrobianos utilizados preferentemente en el periodo de monitoreo fueron en orden de frecuencia: (1) carbapenémicos (20%), cefalosporinas 3<sup>a</sup> generación (ceftriaxona preferentemente [12%]), quinolonas (12% [ciprofloxacina preferentemente]), vancomicina 8%: el resto de antibióticos se describen en la figura 9.



**Figura 7.** Presenta el porcentaje de uso de los antimicrobianos por año en la Terapia Intensiva. Se aprecia que el promedio de uso es de 53.7%. El incremento en el año 2008 se debe a un aumento en el número de pacientes portadores de procesos infecciosos.



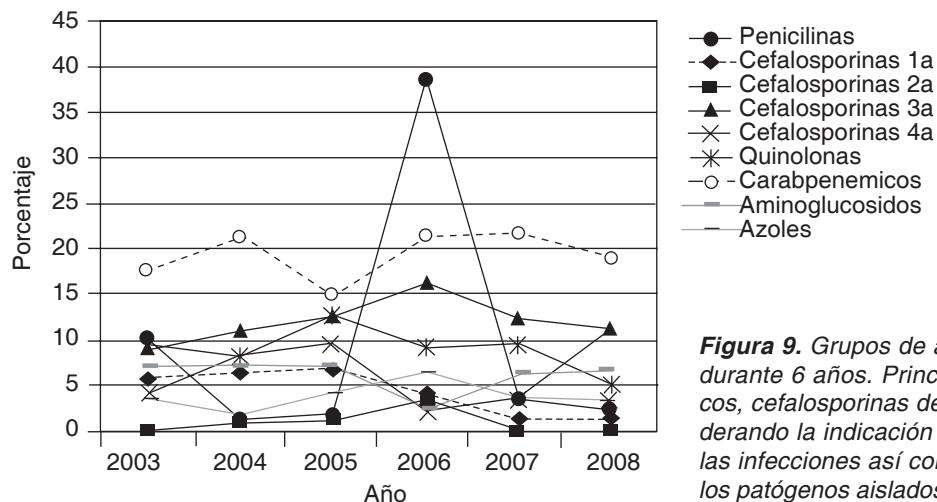
**Figura 8.** Cambios en el porcentaje de antimicrobianos utilizados respecto al origen de la infección (comunitaria vs nosocomial). Las infecciones comunitarias muestran incremento desde 2006 y sostenido hasta el año de estudio (60%). Las infecciones nosocomiales descendieron desde el 2004 de 45 a 25% en el 2005 y posteriormente no se observaron cambios sustanciales respecto a este valor.

Cuando se realizó la correlación entre el desarrollo de resistencia antimicrobiana y uso de antimicrobianos tomamos como referencia a *Pseudomonas aeruginosa* por sus características bacteriológicas, y se pudo observar en relación al uso de ciprofloxacina, amikacina y ceftazidima que el desarrollo de resistencia mantuvo una relación directamente proporcional al uso de éstos. En el caso de los carbapenémicos no se observó modificación de la resistencia a pesar de modificaciones en su uso, esta situación puede estar vinculada al uso de este grupo de antimicrobianos en otras áreas médicas (figura 10). Debido a este patrón de *P aeruginosa* y resistencia a carbapenémicos es que se utilizaron sólo carbapenémicos en casos de infecciones con bacterias con sensibilidad demostrada a imipenem/meropenem o en casos de neumonía nosocomial donde sabemos que existe una alta posibilidad de *P aeruginosa* como agente causal, a fin de evitar desarrollo en forma cruzada de resistencia.

Con esta información fue posible desarrollar las siguientes acciones dentro de la unidad de cuidados intensivos: (1) Guía de prescripción de antimicrobianos en base a los patrones de resistencia y sensibilidad locales y en las principales patologías que se atienden, y que se actualizan cada año, (2) hacer énfasis en las medidas de prevención principalmente en lo que se refiere a neumonía nosocomial e infecciones relacionadas a líneas vasculares, (3) permitió detectar el desarrollo de brotes de bacterias en forma temprana y que se pudieron manejar en forma temprana sin repercusiones mayores (brote de *Acinetobacter baumannii* [2009] y de *Klebsiella pneumonia* multi-resistentes [2005]), (4) implementar programa de educación respecto a infecciones nosocomiales dentro de la unidad, (5) ajustar el cuadro básico de antibióticos de acuerdo a nuestras necesidades reales, y (6) servir como servicio de referencia para el monitoreo de todo el hospital, entre otras.

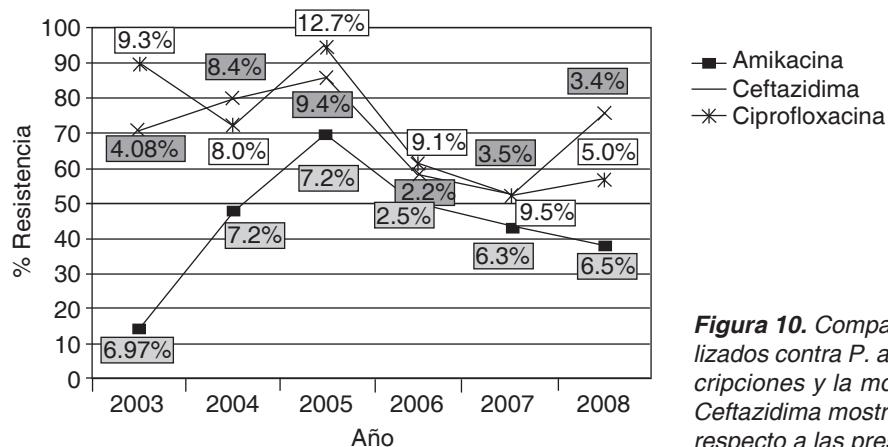
Una manera de evaluar la forma en cómo se prescribió el antimicrobiano fue el determinar si éstos se hicieron en forma ADECUADA o INADECUADA, tomando en cuenta la selección del antimicrobiano en base a patrón de resistencia y sensibilidad, la combinación de éstos, las dosis e intervalos de éstos, la suspensión cuando no se consideró necesario o bien dar el tiempo de administración suficiente en base a respuesta clínica. Así, de esta manera podemos describir que el porcentaje de prescripción adecuada fue de 70%, 67.2%, 74.8% y

### Grupo de antimicrobianos utilizados en UCI



**Figura 9.** Grupos de antimicrobianos utilizados en la UTI durante 6 años. Principalmente se utilizan carbapenémicos, cefalosporinas de 3<sup>a</sup> generación y quinolonas, considerando la indicación de éstos en base a la severidad de las infecciones así como a los patrones de resistencia de los patógenos aislados.

### Resistencia antimicrobiana Pseudomonas aeruginosa



**Figura 10.** Comparamos el uso de tres antimicrobianos utilizados contra *P. aeruginosa* en relación al número de prescripciones y la modificación de la resistencia hacia éstos. Ceftazidima mostró una relación directamente proporcional respecto a las prescripciones vs porcentaje de resistencia.

75.4% respectivamente por año, a partir del 2005 y hasta el 2008. Los porcentajes obtenidos están por arriba de los rangos considerados como adecuados (60%) en términos generales.

### DISCUSIÓN

El contar con información real y de calidad en lo referente a infecciones nosocomiales permite al médico contar con mejores bases para poder prescribir de manera más adecuada los antibióticos. Este hecho se relaciona con los resultados obtenidos en múltiples estudios en que observó reducción de la mortalidad, de la estancia hospitalaria y de los cos-

tos de atención. Por otra parte, hacer un uso más juicioso de los antibióticos y basado en las necesidades particulares permite no sólo la reducción en los conceptos antes referidos, sino también en el desarrollo de resistencia por parte de las bacterias hacia los antibióticos utilizados.

El desarrollar e implementar un programa de monitoreo de los patrones de resistencia y sensibilidad antimicrobiana y del uso de los antimicrobianos dentro de una unidad de cuidados intensivos y tenerlos a disposición del personal médico que ahí labora, le ofrece y le proporciona las herramientas necesarias para realizar una prescripción adecuada de los antimicrobianos. Esta primera elección

es primordial, ya que diversos estudios han demostrado que con el simple hecho de hacer una selección acertada del antimicrobiano inicial reduce considerablemente la mortalidad y si se agrega mejorar dosis e intervalos de dosis se reduce en forma importante las posibilidades de falla terapéutica. La mejor manera de iniciar un tratamiento empírico inicial adecuado es contar con una base de datos importante que permita guiar estas prescripciones, de ahí la importancia de promover la «cultura del cultivo», que además de ser parte del entorno diagnóstico infeccioso del paciente proporciona la información que acumulada permite conocer el entorno bacteriológico en que se encuentra el paciente grave.

Los resultados que se derivan en términos generales de un monitoreo de bacterias y del uso de antimicrobianos en una unidad de cuidados intensivos son muchos y que las diferentes acciones que se pueden desarrollar dependerá de las características particulares de cada una de ellas. Las acciones derivadas pueden ser de carácter administrativo, asistencial, educativo y de investigación dentro de las más importantes. Lo más importante es establecer un diagnóstico situacional en ambos rubros y definir prioridades a seguir. Dentro de las acciones que se pueden desarrollar en forma subsecuente como en nuestro caso es: implementar guías de manejo antimicrobiano para la Unidad de Cuidados Intensivos, la revaloración diaria de los esquemas de tratamiento utilizados, llevar a cabo la toma de muestras para cultivos en todo paciente infectado o potencialmente infectado antes del inicio de la terapia antimicrobiana.

Desde el punto de vista epidemiológico, el tener información veraz y oportuna de lo que se presenta en una Unidad de Cuidados Intensivos permite reconocer los problemas prevalentes y establecer cuáles son las medidas de prevención requeridas para reducir en manera sustancial éstos; por otra parte, ante el conocimiento de canales endémicos es posible reconocer en forma temprana el desarrollo de brotes (epidemias) dentro de esta área médica e implementar las medidas necesarias para contenerlas y realizar un análisis de cuáles son las condiciones que permitieron el desarrollo de éstas.

La metodología que hemos desarrollado puede ser implementada en cualquier Unidad de Cuidados Intensivos y puede redituar resultados positivos importantes, y debe ser una herramienta complementaria a las actividades diarias dentro del proceso de atención del paciente gravemente enfermo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sande MA, Kapsnik-Uner JE, Mandell GL. *Agentes Antimicrobianos. Consideraciones Generales.* En: Godman y Gilman. *Las Bases Farmacológicas de la Terapéutica.* Panamericana 8<sup>a</sup> Ed. 1991:991-1017.
2. Alder JL, Burke JP, Finland M. Infection and antibiotic usage at Boston City Hospital, 1970. *Archs Intern Med* 1971; 127: 460-465.
3. Bauer AW, Kirby WM, Sherris JC, Turk M. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. *Am J Clin Pathol* 1966;45:493-496.
4. Niederman MS. Impact of antibiotic resistance on clinical outcomes and the cost of care. *Crit Care Med* 2001;29(4):N114-N120.
5. Kollef M, Niederman M. Antimicrobial resistance in the ICU: The time for action is now. *Crit Care Med* 2001; 29(4): N63.
6. Fridkin SK. Increasing prevalence of antimicrobial resistance in intensive care units. *Crit Care Med* 2001; 29(4):N64-N68.
7. Tanger O, Dinc G, Özbakkaloglu B, Atman UC, Algún U. Evaluation of rational antibiotic use International. *J Antimicrobial Agents* 2000;15:131-135.
8. Thuong M, Shortgen F, Zazempa V, Girou E, Soussy CJ, Brun-Buisson C. Apropriate use of restricted antimicrobial agents in hospitals: the important of empirical therapy and assisted re-evaluation. *J Antimicrob Chemotherapy* 2000;46:501-508.
9. Cizman M. The use and resistance to antibiotics in the community. *Inter J Antimicrobial Agents* 2003;21:297-307.
10. INEGI, Estadísticas de Mortalidad en México: muertes registradas en el 2001. *Sal Pub Méx* 2002;44(6):565-81.
11. INEGI, Estadísticas de egresos hospitalarios del sector público del Sistema Nacional de Salud, 2002. *Sal Püb Méx* 2003;45(6):512-33.
12. Shapiro M. Use of antimicrobial drugs in general hospitals. *N Engl J Med* 1979;381(7):351-5.
13. Maldonado C. Uso y prescripción de medicamentos antimicrobianos en el Hospital de Apoyo de la Merced. *Rev Perú Med Exp Salud Pública* 2002;19(4):181-85.
14. Rivero M. Uso de antimicrobianos en el Servicio de Medicina Interna de un Hospital General. *Rev Epidem Esp* 1999;35(6):159-167.
15. Geddes AM. Antibiotic Therapy. A resume. *Lancet* 1988;(8580):286-9.
16. Liss RH, Batchelor FR. Economic evolutions of antibiotics use and resistance, a prospective. *Rev Infect Dis* 1987;9:297-312.
17. OMS. *Cómo desarrollar y aplicar una política farmacéutica nacional.* Perspectivas políticas de la OMS sobre medicamentos, 2003:1-6.
18. Lesch CA, Itokazu GS, Danziger LH, Weinstein RA. Multi-hospital analysis of antimicrobial usage and resistance trends. *Diagnostic Microbiology and Infectious Disease* 2001;41:149-154.
19. Brown EM. Guidelines for antibiotic usage in hospitals. *J Antimicrobial Chemotherapy* 2002;49:587-592.
20. Pestotnik SL, Classen DC, Evans RS, et al. Implementing antibiotic practice guidelines through computer-assisted decision support: Clinical and financial outcomes. *Ann Intern Med* 1996;124:884-890.
21. Evans RS, Pestotnik SL, Classen DC, et al. A computer-assisted management program for antibiotics and other antiinfective agents. *N Engl J Med* 1998;338:232-238.

22. Pestotnik SL, Evans RS, Burke JP, et al: Therapeutic antibiotic monitoring: surveillance using a computerized expert system. *Am J Med* 1990;88:43-48.
23. Ringold DJ, Santell JP, Scheneider PJ, et al. ASHP national survey of pharmacy practice in acute care settings: Prescribing and transcribing-1988. *Am J Health Syst Pharm* 1999;56:142-157.
24. DeLisle S, Perl TM. Antimicrobial management measures to limit resistance: A process-based conceptual framework. *Crit Care Med* 2001;29(4):N121-N127.
25. Bouza E, Garcia-Gorrote F, Cercenado E, Marin M, Díaz MS. *Pseudomonas aeruginosa*: a survey of resistance in 136 hospitals in Spain. The Spanish *Pseudomonas aeruginosa* study group. *Antimicrob Agents Chemother* 1999;43(4):981-2.
26. Bonfiglio G, Carciotto V, Russo G, Stefani S, Schito GC, Debbaia E, et al. Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: an Italian survey. *J Antimicrob Chemother* 1984;41(2):307-10.
27. Spencer RC. An 8-year microbe base survey of the epidemiology, frequency and antibiotic susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* hospital isolates in the United Kingdom. *J Antimicrob Chemother* 1996;37(2):295-301.

Correspondencia:

Dr. Raymundo Rodríguez-Badillo  
Hospital General Dr. Manuel Gea González,  
Secretaría de Salud  
Teléfono hospital 4000 3078,  
teléfono celular 55 54 51 42 69,  
E-mail: r\_rodriguezb25@hotmail.com