

*Rev Biomed 2003; 14:143-151.*

## ***Bacterias de importancia clínica en respiradores y aires acondicionados de hospitales de San José, Costa Rica.***

**Artículo Original**

María del M. Gamboa, Evelyn Rodríguez, Marianela Rojas.

Laboratorio de Investigación en Bacteriología Anaerobia y Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

### **RESUMEN.**

**Introducción.** El riesgo de adquirir infecciones nosocomiales respiratorias, cuya tasa de mortalidad puede ser hasta del 76%, aumenta con el uso de respiradores y aires acondicionados, de manera que detectando bacterias de importancia médica en ellos se pretende contribuir a controlar dichas infecciones en hospitales costarricenses.

**Material y métodos.** En cuatro hospitales, se analizaron 120 muestras de agua acumulada en 79 respiradores y 41 aires acondicionados; cada una se concentró por filtración, se resuspendió y se inoculó en medios de cultivo adecuados. Los aislamientos se identificaron utilizando un sistema semiautomatizado API® y el método de Kirby y Bauer o tiras ATB® para las pruebas de sensibilidad.

**Resultados.** El 80% de los aires acondicionados y 53% de los respiradores fueron positivos, lo que representa un 63% de muestras positivas. La mayoría de los aislamientos fueron bacilos Gram negativos (73%), *Pseudomonas* y géneros relacionados el grupo más frecuente (47%), mostrando mayor resistencia antimicrobiana hacia cefalotina (77%),

menor a imipenem (6%) y una multirresistencia de 64%. *Staphylococcus* fue el género más frecuente de los cocos Gram positivos (84%), con la mayor resistencia a rifampicina (86%), la menor a penicilina (25%) y una multirresistencia del 50%; seis cepas (todas coagulasa negativas) fueron resistentes a vancomicina.

**Discusión.** El alto porcentaje de muestras positivas con bacterias de importancia médica representa un riesgo para los pacientes, especialmente en salas de cuidados intensivos y de cirugía. El predominio de Gram negativos concuerda con su importancia en neumonías nosocomiales; su presencia indica contaminación con el ambiente hospitalario o mala higiene al manipular el equipo. La alta multirresistencia encontrada es preocupante y debe llamar la atención de las autoridades en salud.

**(Rev Biomed 2003; 14:143-151)**

**Palabras clave:** Respiradores, aires acondicionados, bacterias Gram negativos, infecciones nosocomiales, resistencia bacteriana.

*Solicitud de sobretiros: María del Mar Gamboa, Facultad de Microbiología, Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio", Costa Rica, América Central. E-mail: mgamboac@cariari.ucr.ac.cr*  
*Recibido el 7/Febrero/2003. Aceptado para publicación el 23/Mayo/2003.*

Este artículo está disponible en <http://www.uady.mx/sitios/biomedic/revbiomed/pdf/rb031433.pdf>

**Vol. 14/No. 3/Julio-Septiembre, 2003**

*M del M Gamboa, E Rodríguez, M Rojas.*

## SUMMARY.

### Clinically relevant bacteria in mechanical ventilators and air conditioners in hospitals in San José, Costa Rica.

**Introduction.** The risk of acquiring respiratory nosocomial infections, whose mortality rate can be as high as 76%, increases with the use of mechanical ventilators and air conditioning. Therefore, our goal was to detect clinically relevant bacteria in them in order to help to control such infections in Costa Rican hospitals.

**Material and methods.** In four hospitals, 120 samples of accumulated water from 79 mechanical ventilators and 41 air conditioners were analysed; each sample was concentrated by filtration, resuspended, and inoculated in suitable culture media. Isolates were identified using an API<sup>®</sup> semiautomated system and the sensitivity tests were done with the Kirby and Bauer method or ATB<sup>®</sup> strips.

**Results.** 80% of air conditioners and 53% of the mechanical ventilators were positive for clinically significant bacteria, resulting in 63% positive samples. Most of the isolates were Gram negative bacilli (73%), *Pseudomonas* and related genera were the most frequent (47%), showing the highest resistance to cephalothin (77%), the lowest to imipenem (6%), and an antimicrobial multiresistance of 64%. *Staphylococcus* was the most frequent gender of Gram positive cocci (84%), with the highest resistance to rifampicin (86%), the lowest to penicillin (25%), and an antimicrobial multiresistance of 50%; six strains (all coagulase negative) were vancomycin resistant.

**Discussion.** This high percentage of positive samples of clinically significant bacteria represents a risk for patients, especially those in intensive care and surgery units. The predominance of Gram negative bacteria tallies with its importance in nosocomial pneumonia; its presence indicates contamination of the hospital environment or bad hygiene during the manipulation of the equipment. The high antimicrobial multiresistance found is worrying and should draw health authorities attention to it.

*(Rev Biomed 2003; 14:143-151)*

**Key words:** ventilators, air conditioners, Gram negative bacterias, nosocomial infections, bacterial resistance.

## INTRODUCCIÓN.

Tanto en países industrializados como en desarrollo, las infecciones nosocomiales han ido en aumento (1), estimándose que de 5 a 15% de los pacientes hospitalizados las adquieren (2). En Costa Rica se calcula que anualmente unos 400 pacientes sufren infecciones nosocomiales, para una prevalencia del 9.4% (3).

Las enfermedades respiratorias representan del 10 al 15% del total de infecciones nosocomiales (4), de las cuales las neumonías ocurren en el 0.5 al 1.5% de todos los pacientes hospitalizados y en el 10 al 30% de aquellos que están con ventilación artificial (5); y la tasa de fatalidad puede ser hasta de 76% (6). Entre los factores que influyen en el desarrollo de neumonías nosocomiales están la edad avanzada del paciente, el uso de equipo de asistencia respiratoria, ya sea por contaminación o mala manipulación del mismo o por ruptura de las membranas del paciente al colocarlo (7). Los agentes etiológicos más comunes en estas neumonías son *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus* (5, 8, 9).

El uso de respiradores representa un alto riesgo de desarrollar neumonía o traqueobronquitis nosocomiales y, en general, la frecuencia de infección aumenta con la duración de la ventilación mecánica (10). Por otra parte, el empleo de aires acondicionados representa un riesgo, ya que al permitir la diseminación de aerosoles contaminados aumenta la posibilidad de infecciones nosocomiales (11). Algunos patógenos, como *Legionella*, *Pseudomonas* o *Clostridium*, pueden ser distribuidos en el ambiente hospitalario a través de sistemas de aire acondicionado defectuosos (12).

Los pacientes admitidos a las unidades de cuidados intensivos (UCI) tienen un mayor riesgo de adquirir infecciones nosocomiales que aquellos pacientes de otras áreas del hospital (13). Así Eggimann y Pittet (2) refieren que de 25 a 33% de los pacientes admitidos en UCI las presentan;

**Bacterias en respiradores y aires acondicionados de hospitales.**

específicamente, la neumonía asociada a ventiladores ocurre en 8 a 28% de los pacientes con ventilación mecánica (6).

La prevención de las neumonías nosocomiales es uno de los pasos más importantes para reducir los costos de hospitalización, de manera que este trabajo pretende contribuir al control de infecciones nosocomiales en hospitales de San José de Costa Rica, mediante la determinación de la presencia de bacterias de importancia clínica en sistemas de ventilación asistida y aires acondicionados de unidades de cuidados intensivos y otros servicios donde se encuentren pacientes con mayor riesgo de adquirir infecciones respiratorias.

### MATERIAL Y MÉTODOS.

Se analizaron 120 muestras de agua acumulada en respiradores (79) y aires acondicionados (41), provenientes de cuatro hospitales de San José, desglosadas así: 29 del Hospital A, 26 del B, 37 del C y 28 del D (Cuadro 1). El agua acumulada en cada equipo se colocó en bolsas estériles que fueron transportadas en frío y analizadas en menos de dos horas. Cada muestra se concentró utilizando un filtro de policarbonato con poros de 0,22 mm que se colocó en un frasco con 10 ml de la muestra original y se agitó con Vórtex por 30 seg. Se inoculó, por esparcimiento, 0,1 ml de esta suspensión en agares sangre, chocolate, manitol sal, MacConkey y cetrimida. Todas las placas se incubaron a 37°C, excepto las de agar Cetrimida que fueron a 30°C, por un máximo de 7 días; las de agar sangre y chocolate se incubaron en atmósfera aumentada de dióxido de carbono.

A cada morfotipo colonial se le hizo tinción de Gram y pruebas de oxidasa y catalasa. Para su identificación, de acuerdo con su morfología, se utilizó alguno de los sistemas semiautomatizados API (Biomérieux®), siguiendo las recomendaciones del fabricante. Para la prueba de sensibilidad a los antibióticos de los bacilos Gram negativos se utilizó el método de Kirby y Bauer de acuerdo con las recomendaciones del Comité Nacional para Estándares del Laboratorio Clínico (NCCLS, por sus

siglas en inglés, 14), para los estreptococos ATB STREP 5 (Biomérieux®) y para los estafilococos ATB STAPH 5 (Biomérieux®). Para determinar la sensibilidad de los estafilococos a la oxacilina se siguió la técnica de Kirby y Bauer modificada (15).

**Cuadro 1**  
**Respiradores y aires acondicionados positivos por bacterias de importancia clínica en cuatro hospitales de San José, Costa Rica.**

Hospital	Aires acondicion.		Respiradores		Total
	Muestras+/ total	%	Muestras+/ total	%	Muestras %
A	6/9	67	14/20	70	69
B	9/9	100	7/28	25	43
C	9/9	100	13/17	76	85
D	9/14	64	8/14	57	61
Total	33/41	80	42/79	53	63

### RESULTADOS.

En 75 de las 120 muestras analizadas (63%) se aislaron bacterias de importancia clínica, desde 43% hasta 85% según el hospital. En términos generales y de acuerdo con el tipo de muestra, el 80% de los aires acondicionados y el 53% de los respiradores fueron positivos. Es importante destacar que dos de los hospitales (B y C) tuvieron todos los aires acondicionados con resultados positivos; por otra parte, en uno (B) sólo el 25% de los respiradores fue positivo y en otro (C) el 76% de los respiradores fue positivo (cuadro 1).

Se aislaron 143 bacterias, de las cuales 105 (73%) eran bacilos Gram negativos y 39 (27%) eran cocos Gram positivos. Este predominio de los bacilos Gram negativos se dio en todos los hospitales: 55% en el hospital A, 76% en el B, 71% en el C y 89% en el D. Al identificarlas se encontró que la mayoría eran *Pseudomonas* y géneros relacionados (47%), seguido de las enterobacterias (16%) y del grupo de *Acinetobacter* (13%) (cuadro 2). En todos los hospitales *Pseudomonas* fue el bacilo Gram negativo más aislado, excepto en el B, en el cual *Flavobacterium* y *Acinetobacter* fueron los más

M del M Gamboa, E Rodríguez, M Rojas.

**Cuadro 2**  
Frecuencia de bacilos Gram negativos de importancia clínica aislados en cuatro hospitales de San José, Costa Rica.

Bacterias	Hospitales*				Total
	A	B	C	D	
	%	%	%	%	%
<i>Pseudomonas</i> †	47	22	63	59	47
<i>Enterobacteriaceae</i>	35	22	4	9	16
<i>Acinetobacter</i>	12	25	0	13	13
<i>Flavobacterium</i> ‡	6	25	8	0	10
<i>Moraxella</i>	0	6	4	19	9
<i>Pasteurella</i>	0	0	8	0	2
<i>Alcaligenes</i>	0	0	4	0	1
<i>Flavimonas</i>	0	0	8	0	2

\* N° de aislamientos por hospital: 17 en A, 32 en B, 24 en C y 32 en D.

† incluye *Ralstonia*, *Burkholderia*, *Brevundimonas* y *Stenotrophomonas*.

‡ incluye *Chryseobacterium* y *Weeksella*.

frecuentes (25% cada uno) (cuadro 2).

*Staphylococcus* fue el género de cocos Gram positivos que se aisló con más frecuencia (77%), situación que se mantuvo en todos los hospitales y que osciló desde 50% hasta 100% (cuadro 3); las dos especies más frecuentes fueron *S. haemolyticus* y *S. hominis*. Por otro lado, los géneros *Micrococcus* y *Aerococcus* sólo se aislaron en uno de los hospitales (cuadro 3).

Respecto a la sensibilidad a los antimicrobianos

**Cuadro 3**  
Frecuencia de cocos Gram positivos de importancia clínica aislados en hospitales de San José, Costa Rica.

Bacterias	Hospitales*				Total
	A	B	C	D	
	%	%	%	%	%
<i>Staphylococcus</i>	79	64	100	50	77
<i>Streptococcus</i>	21	0	0	50	13
<i>Micrococcus</i>	0	27	0	0	8
<i>Aerococcus</i>	0	9	0	0	2

\* N° de aislamientos por hospital: 14 en A, 11 en B, 10 en C y 4 en D.

**Cuadro 4**  
Porcentaje de sensibilidad a los antimicrobianos de bacilos Gram negativos aislados en cuatro hospitales de San José, Costa Rica.

Antibiótico	Hospitales*				Total
	A	B	C	D	
Imipenem	93	88	100	94	94
Ciprofloxacina	87	63	92	84	84
Tetraciclina	60	63	92	81	81
Piperacilina	67	46	100	73	73
Cloranfenicol	53	67	83	67	67
Trimetro.Sulfa	60	38	67	66	66
Gentamicina	87	58	67	63	63
Cefuroxime	47	21	71	59	59
Tobramicina	73	58	50	53	53
Amoxicilina	13	25	50	29	29
Cefalotina	27	25	8	23	23

\* N° de aislamientos por hospital: 15 en A, 24 en B, 24 en C y 32 en D.

**Cuadro 5**  
Porcentaje de sensibilidad a antimicrobianos de *Staphylococcus* aislados de cuatro hospitales de San José, Costa Rica.

Antibiótico	Hospitales*				Total
	A	B	C	D	
Rifampicina	73	80	100	100	86
Oxacilina	91	40	90	100	82
Teicoplanina	73	80	90	100	82
Tetraciclina	73	60	100	100	82
Nitrofurantóina	73	80	80	100	79
Ampicil. sulbactam	73	40	100	100	79
Vancomicina	73	40	90	100	79
Ciprofloxacina	73	20	90	100	71
Netilmicina	73	40	80	100	71
Cotrimazole	55	20	100	100	68
Cefalotina	63	20	80	100	64
Gentamicina	55	20	90	100	64
Pefloxacina	73	0	70	100	61
Clindamicina	45	20	80	100	57
Eritromicina	27	20	70	50	43
Penicilina	0	0	60	50	25

\* N° de aislamientos por hospital: 11 en A, 5 en B, 10 en C y 2 en D.

### *Bacterias en respiradores y aires acondicionados de hospitales.*

de los bacilos Gram negativos y considerando todos los hospitales, el de mayor valor fue al imipenem (94%), seguida de la ciprofloxacina (84%, cuadro 4). La mayor resistencia fue a la amoxicilina y a la cefalotina, ya que sólo 29% y 23% de las cepas, respectivamente, fue sensible a estos antibióticos. El desglose de sensibilidad de las cepas de bacilos Gram negativos en los diferentes hospitales se muestra en el cuadro 5, observándose una sensibilidad antimicrobiana similar para ciertas drogas como el imipenem (88 a 100% de las cepas sensibles) y diferentes para otras, como la piperacilina (de 46 a 100% de cepas sensibles) o el cefuroxime (de 21 a 71% de cepas sensibles).

Referente a la sensibilidad del grupo de los *Staphylococcus*, la rifampicina fue el antibiótico al que la mayoría de las cepas fue sensible (86%); la menor sensibilidad fue hacia penicilina (25%) (cuadro 5). A pesar de que el 82% de las cepas fue sensible a la oxacilina, es importante hacer notar que en uno de los hospitales (B) sólo el 40% de las cepas lo fue (cuadro 5). Aunque se encontraron cepas resistentes a vancomicina en tres de los cuatro hospitales (cuadro 5), todas eran *Staphylococcus coagulasa* negativas. En los hospitales A y B ninguna cepa fue sensible a la penicilina y en el B ninguna a la pefloxacina. En el D se observó que las cepas aisladas eran sensibles a todos los antibióticos evaluados, excepto penicilina y eritromicina; sin embargo, la sensibilidad antimicrobiana hacia estos dos antibióticos fue mayor que el valor promedio de todos los hospitales.

Se analizó la resistencia bacteriana múltiple considerando las cepas con resistencia a tres o más antibióticos, encontrándose que, en todos los hospitales, el 64% de los bacilos Gram negativos y el 50% de los cocos Gram positivos la presentó; el 16% de los Gram negativos fue resistente al menos a seis antibióticos, mientras que el 22% de los cocos fue resistente al menos a 10, situación más acentuada en el hospital B, pues el 75% de los cocos de éste fue resistente a 10 antibióticos. Tomando en cuenta todas las cepas aisladas en cada hospital se observó la mayor multiresistencia en el B (84%), seguida de 65% en el C, 62% en el A y 53% en el D.

### **DISCUSIÓN.**

La posibilidad de transmisión vía aérea, directa o indirecta, de bacterias patógenas hospitalarias ha sido subestimada (12). Por ejemplo, la contaminación de la herida en una cirugía con frecuencia se debe a bacterias que caen directamente del ambiente, lo cual hace necesario controlar la fuente de contaminación (16, 17). El aislamiento de bacterias de importancia clínica en un alto porcentaje de las muestras de aires acondicionados y respiradores (63%) puede representar un riesgo para los pacientes, tomando en cuenta que muchos de los sitios de muestreo fueron salas de cuidados intensivos y salas de operación en donde los pacientes tienen mayor riesgo de adquirir infecciones nosocomiales que los pacientes de otras unidades (7, 13).

Al analizar la distribución de las muestras positivas por hospital se observó que no fue homogénea: en uno de los hospitales (B) el 85% de las muestras lo fue, mientras que en otro hospital (C) sólo el 43%. Esto puede atribuirse a condiciones particulares de cada hospital, localización geográfica, estado de las edificaciones, condiciones de higiene, etc.

El aislamiento de bacterias de importancia clínica a partir de un alto porcentaje de los aires acondicionados (80%) representa un riesgo de infección para los pacientes (11). En dos de los hospitales (B y C) todos los aires acondicionados resultaron positivos, lo que pudo deberse al esquema de mantenimiento de cada hospital y a la frecuencia con que se cambien los filtros.

Aun cuando los respiradores presentaron un menor grado de contaminación con bacterias de importancia clínica (53%) que los aires acondicionados, hay que recalcar que el empleo de dispositivos invasivos es un importante factor de riesgo para infecciones. El uso de ventiladores se ha relacionado con una mayor incidencia de neumonías nosocomiales (7, 18) e incluso, a partir de equipos de ventilación asistida se ha descrito el aislamiento de agentes causales, tales como *Stenotrophomonas maltophilia* (19). Las diferencias en cuanto al porcentaje de respiradores positivos en los diferentes

*M del M Gamboa, E Rodríguez, M Rojas.*

hospitales pueden deberse al tipo de respirador utilizado en cada uno y a la manipulación del equipo. El papel fundamental que pueden jugar los respiradores y los aires acondicionados en la diseminación de microorganismos por vía aérea resalta la importancia del alto grado de contaminación detectado, siendo la dispersión aérea una manera de adquirir infecciones en los hospitales (20).

Según datos de la Organización Mundial de la Salud sobre neumonías nosocomiales, *P. aeruginosa* es el patógeno más frecuente a nivel mundial y el segundo más común, después de *S. aureus*, en los Estados Unidos (7); Barcenilla (13) y Chastre y Fagon (6) los señalan como los agentes etiológicos más importantes en las neumonías asociadas a sistemas invasivos de ventilación mecánica. En Costa Rica en un estudio previo sobre infecciones nosocomiales (3), se encontró que los bacilos Gram negativos fueron las bacterias más frecuentes, particularmente *P. aeruginosa*, mientras que *Staphylococcus* fue el género de Gram positivos más aislado.

El ambiente hospitalario, rico en agua y nutrientes, brinda un nicho a los bacilos Gram negativos que les ha permitido convertirse en importantes agentes de infección nosocomial (7). En este estudio los bacilos Gram negativos predominaron en todos los hospitales desde un 55% hasta un 89%. Numerosos estudios refieren que las neumonías nosocomiales son causadas más frecuentemente por bacilos Gram negativos. Así, en Norteamérica son responsables del 60% (20), en Taiwán del 53% (21) y en Brasil del 54% (22).

Las bacterias Gram negativas que se aislaron en mayor proporción fueron *Pseudomonas* y bacterias que antes pertenecían a este género como *Ralstonia*, *Burkholderia*, *Brevundimonas* y *Stenotrophomonas*, representando en conjunto un 47% de las bacterias Gram negativas (cuadro 2). Éstas son habitantes normales del ambiente y no se consideran parte de la flora normal humana (8), por lo que su presencia en los respiradores es indicadora de contaminación y representa un riesgo, puesto que son capaces de sobrevivir en equipo médico y en

desinfectantes (7). Es importante recalcar que algunas de estas especies, como *Burkholderia cepacia*, *P. aeruginosa* y *S. maltophilia*, son agentes etiológicos de neumonías nosocomiales (8, 19). De las cepas de *P. aeruginosa* sólo una se aisló a partir de un respirador, las demás a partir de aires acondicionados; pero tomando en cuenta el potencial patógeno de esta bacteria esto representa un riesgo para la salud de pacientes que podrían estar en condición crítica.

El aislamiento de especies de *Enterobacteriaceae* como *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae*, el segundo grupo más frecuente (cuadro 2), es preocupante ya que indica una mala higiene al manipular el equipo o bien que se esté utilizando agua contaminada. Otros géneros de Gram negativos que se aislaron, como *Acinetobacter*, *Moraxella* y *Flavobacterium*, también son agentes responsables de infecciones intrahospitalarias (8). Así, Costa *et al.* (22) encontraron que *A. baumannii* fue responsable del 29% de las neumonías nosocomiales.

Como se anotó antes, *Staphylococcus* fue el género de bacterias Gram positivas más importante en infecciones nosocomiales en Costa Rica y lo fue también en este estudio (cuadro 3). Mientras que *S. aureus* ha sido reconocido como una causa importante de morbilidad y mortalidad, el papel de las especies coagulasa negativa como causantes de este tipo de infecciones se ha documentado sólo en los últimos 20 años (23). *S. haemolyticus* y *S. hominis*, las dos especies de estafilococos que más frecuentemente se aislaron en este trabajo, aunque son habitantes normales de la piel humana, con frecuencia se asocian con infecciones en humanos (23).

La aparición de resistencia a los antimicrobianos tiene un papel crítico en las infecciones nosocomiales. Cuando los pacientes con ventilación asistida desarrollan una infección, generalmente están involucrados microorganismos con alta resistencia antimicrobiana (10). Algunos autores señalan que no se deberían usar antibióticos con un alto potencial de resistencia para tratar las neumonías nosocomiales, e incluyen en este grupo, entre otros, al imipenem y a la ciprofloxacina (24). En nuestro estudio, las cepas de bacilos Gram negativos encontradas y que podrían

*Bacterias en respiradores y aires acondicionados de hospitales.*

llegar a causar neumonías por fuentes exógenas, mostraron una alta sensibilidad al imipenem (94%), quizá debido a un uso muy racional de esta droga en los hospitales. Sin embargo, en el hospital B los bacilos Gram negativos presentaron un mayor porcentaje de resistencia hacia el imipem (12%) y las *Pseudomonas* aún mayor (29%). Estos datos están acordes con el comportamiento general de las cepas de este hospital hacia las otras drogas: los porcentajes de sensibilidad hacia ocho antibióticos fueron menores al promedio general de todos los hospitales.

Aunque la sensibilidad a la ciprofloxacina, considerando todos los hospitales, fue de 84%, en uno de los hospitales sólo el 63% de las cepas lo fue (cuadro 4). Aunque Costa y col. (22) señalan que la ciprofloxacina podría usarse como la mejor alternativa para la terapia inicial empírica de las neumonías, nuestros datos sugieren una evaluación más minuciosa para instaurar dicha práctica y están más acordes con Cunha (24) quien señala la necesidad de un uso más cuidadoso al respecto.

La mayor resistencia bacteriana hacia la cefalotina (77%) y a la amoxicilina (71%) podría explicarse por el amplio uso de dichas drogas en nuestro medio; tanto las cefalosporinas de primera generación (incluyendo cefalotina) como la amoxicilina, están dentro de las drogas de mayor uso en los hospitales al momento del estudio.

Al analizar los datos de los cocos Gram positivos, se observó que la mayoría de los *Staphylococcus* fueron sensibles a la rifampicina (86%), antimicrobiano de amplio espectro, efectivo contra cocos Gram positivos e incluso cepas resistentes a meticilina (25). En nuestro estudio, el porcentaje de sensibilidad a la oxacilina (meticilina), considerando todas las cepas, fue de 82%, pero es muy importante señalar nuevamente las diferencias en cada hospital: desde 100% sensibles en el hospital D hasta 40% sensibles en el B (cuadro 5). La alta resistencia en este hospital es preocupante, pues *S. aureus*, incluyendo cepas meticilina resistentes, continúa siendo uno de los agentes más frecuentes en neumonías nosocomiales (26). Las cepas de *Staphylococcus* resistentes a vancomicina correspondieron a especies coagulasa

negativas, situación que ya ha sido informada previamente (27).

La baja sensibilidad hacia la penicilina (25%) de las cepas de todos los hospitales no es de extrañar, pues desde 1980 y cada vez con más frecuencia, se han aislado cepas productoras de beta lactamasas (28). La resistencia múltiple encontrada en este mismo grupo (50%), aunque alarmante, era de esperar, pues la presencia continua de diferentes antibióticos en el ambiente hospitalario ejerce la presión de selección para favorecer a cepas multirresistentes. Los bacilos Gram negativos tampoco han permanecido ajenos a esta situación y no menos preocupante fue el hallazgo de cepas resistentes hasta a nueve antibióticos simultáneamente. La mayor resistencia de las cepas en uno de los hospitales se vio reflejada en la alta frecuencia de multirresistencia, pues el 75% de los *Staphylococcus* de ese centro hospitalario fue resistente a 10 antibióticos.

Al analizar el comportamiento de las cepas de bacilos Gram negativos en cada hospital se encontró un patrón de sensibilidad mayor en el hospital C y menor en el B, puesto que las cepas del primero sólo tuvieron porcentajes de sensibilidad menores al promedio de todos los hospitales hacia dos de las 11 drogas analizadas (tobramicina y cefalotina), en tanto que las cepas del B fueron menos sensibles que el promedio general hacia ocho de las 11 drogas (imipenem, tetraciclina, ciprofloxacina, trimetoprim-sulfa, cefuroxime, piperacilina, gentamicina y amoxicilina, cuadro 4). En lo que respecta a *Staphylococcus* en cada hospital, el patrón de sensibilidad bacteriana hacia los 16 antimicrobianos evaluados fue variado, pues en dos de los hospitales (A y B) las cepas fueron mucho más resistentes que en los otros dos, ya que mostraron una sensibilidad inferior al promedio hacia 12 y 15 drogas, respectivamente.

Las variaciones en cada hospital en cuanto a la sensibilidad de los cocos Gram positivos hacia los antimicrobianos evaluados también fue manifiesta, siendo muy marcada hacia la gentamicina: 100% de las cepas del hospital D sensibles, pero sólo 20% en el B. La gentamicina ha sido incluida dentro de las

*M del M Gamboa, E Rodríguez, M Rojas.*

drogas de alto potencial de resistencia (24) por lo que cada vez es más frecuente la aparición de cepas de *Staphylococcus* resistentes a la gentamicina (29), hallazgo evidente en uno de los hospitales.

Las diferencias encontradas en el comportamiento hacia los antibacterianos en los diferentes hospitales refuerzan la necesidad de que se realicen evaluaciones periódicas tendientes a conocer las cepas bacterianas que permanecen en cada hospital y su perfil de sensibilidad. Esto es especialmente válido en servicios como las unidades de cuidado intensivo, pues de acuerdo con Luna y colaboradores (30) más del 80% de los pacientes de la UCI reciben tratamiento antimicrobiano profiláctico, que debe ser racional y cuidadoso especialmente en aquellos pacientes que requieren ventiladores mecánicos (31); además, las neumonías nosocomiales en pacientes, ya sea con ventilación asistida o no, requieren diferentes tratamientos antimicrobianos empíricos (32).

La prevención de neumonías nosocomiales es el paso más importante para reducir los costos de hospitalización y para lograrlo es necesario adoptar estrategias preventivas que incluyan medidas relacionadas con el mantenimiento del equipo mecánico de ventilación (33) así como de los aires acondicionados. El ambiente hospitalario se volverá más importante a medida que aumenten el número de pacientes inmunosupresos y el número de infecciones nosocomiales debidas a organismos resistentes.

#### AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a Pablo Vargas y a Martín Quesada por su ayuda técnica, y a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica por el financiamiento (N° 430-97-257).

#### REFERENCIAS.

- 1.- Hasan R, Babar SI. Nosocomial and ventilator-associated pneumonias: developing country perspective. *Curr Opin Pulm Med* 2002; 8:188-94.
- 2.- Eggimann P, Pittet D. Infection control in ICU. *Chest* 2001; 120:2059-93.
- 3.- Caja Costarricense del Seguro Social. Primera Prevalencia Nacional. Comisión Gerencial de Prevención y Control de

Infección Intrahospitalaria. San José, Costa Rica, 1997.

- 4.- Ferrer R, Ioanas M, Agusti C, Torres A. Impact of BAL on the diagnosis and treatment of nosocomial pneumonia in ICU patients. *Monaldi Arch Chest Dis* 2001; 56:221-6.
- 5.- Fagon JY. Epidemiology and antibiotic therapy in nosocomial pneumonia. *Rev Pneumol Clin* 2001; 57:132-8.
- 6.- Chastre J, Fagon JY. Ventilator-associated pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 165:867-903.
- 7.- Dembry LM, Zervos MJ, Hierholzer WJ. Nosocomial bacterial infections. En: Evans AS, Brachman PS, editores. *Bacterial Infections of Humans. Epidemiology and Control*. 3rd. ed. New York: Plenum Publishing Co.; 1998. p. 501-28.
- 8.- Forbes BA, Sahm DF, Weissfeld SA. *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology*. 10th. ed. St. Louis: Mosby; 1998. p. 448-61.
- 9.- Akova M. Hospital-acquired respiratory tract infections: clinical experience with beta-lactam/beta-lactamase inhibitors. *Int J Clin Pract Suppl* 2002; 125: 19-27.
- 10.- Ahmed QA, Niederman MS. Respiratory infection in the chronically critically ill patient. Ventilator-associated pneumonia and tracheobronchitis. *Clin Chest Med* 2001; 22:71-85.
- 11.- McDonald LC, Walker M, Carson L, Arduino M, Agüero SM, Gomez P, *et al.* Outbreak of *Acinetobacter* spp. Bloodstream infections in a nursery associated with contaminated aerosols and air conditioners. *Pediatr Infect Dis J* 1998; 17:716-22.
- 12.- Schaal KP. Medical and microbiological problems arising from airborne infection in hospitals. *J Hosp Infect* 1991; 18 (Suppl A): 451-9.
- 13.- Barcenilla F, Gasco E, Rello J, Alvarez-Rocha L. *Drugs Aging* 2001; 18:189-200.
- 14.- Jorgensen JH, Turnidge JD, Washington JA. Antibacterial susceptibility tests: Dilution and disk diffusion methods. En: Murray PR. Editor, *Manual of Clinical Microbiology*. 7th. ed. Washington: ASM Press; 1999. p. 1526-43.
- 15.- Leitch C, Boonlayangoor S. Tests to detect oxacillin (Methicillin)-resistant staphylococci with an oxacillin screen plate. En: Isenberg HD, editor. *Clinical Microbiological Procedures*. Washington: ASM Press; 1992. Vol. 1: p. 5.5.1-5.5.7.



---

***Bacterias en respiradores y aires acondicionados de hospitales.***

- 16.- Duhaim AC, Bonner K, McGowan KL, Schut L, Sutton LN, Plotkin S. Distribution of bacteria in the operating room and its relation to ventricular shunt infections: a prospective study. *Childs Nerv Syst* 1991; 4: 211-4
- 17.- Ritter MA. Operating room environment. *Clin Orthop* 1999; 369: 103-9.
- 18.- Martínez-Aguilar G, Anaya-Arriaga MC, Ávila-Figueroa C. Incidencia de bacteremia y neumonía nosocomial en una unidad de pediatría. *Salud Pública Mex* 2001; 43: 515-23.
- 19.- Rogues AM, Maugein J, Allery A, Fleureau C, Boulestreau H, Surcin S, *et al.* Electronic ventilator temperature sensors as a potential source of respiratory tract colonisation with *Stenotrophomonas maltophilia*. *J Hosp Infect* 2001; 49: 289-92.
- 20.- Herwaldt LA, Wenzel R. Dynamics of hospital-acquired infection. En: Murray PR, editor. *Manual of Clinical Microbiology*. 6th. ed. Washington: ASM Press; 1995. p. 169-81.
- 21.- Hsueh PR, Chen ML, Sun CC, Chen WH, Pan HJ, Yang LS, *et al.* Antimicrobial drug resistance in pathogens causing nosocomial infections at a university hospital in Taiwan, 1981-1999. *Emerg Infect Dis* 2002; 8:63-8.
- 22.- Costa SF, Newbaer M, Santos CR, Basso M, Soares I, Levin AS. Nosocomial pneumonia: importance of recognition of aetiological agents to define an appropriate initial empirical therapy. *Int J Antimicrob Agents* 2001; 17:147-50.
- 23.- Kloos WE, Bannerman TL. *Staphylococcus* and *Micrococcus*. En: Murray PR, editor. *Manual of Clinical Microbiology*. 7th. ed. Washington: ASM Press; 1999. p. 264-282.
- 24.- Cunha BA. Nosocomial pneumonia. Diagnostic and therapeutic considerations. *Med Clin North Am* 2001; 85:79-114.
- 25.- Turnidge JD, Jorgensen JH. Antimicrobial susceptibility testing: General considerations. En: *Manual of Clinical Microbiology*. 7th. ed. Washington: ASM Press; 1999. p.1469-73.
- 26.- Marrie TJ. Pneumonia in the long-term-care facility. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002; 23:159-64.
- 27.- Projan SJ. Antibiotic resistance in the staphylococci. En: Fischetti VA, Novick RP, Ferretti JJ, Portnoy DA, Rood JJ, editores. *Gram-Positive Pathogens*. Washington: ASM Press; 2000. p. 463-70.
- 28.- Bodi M, Ardanuy C, Rello J. Impact of Gram-positive resistance on outcome of nosocomial pneumonia. *Crit Care Med* 2001; 29:82-6.
- 29.- Witte W, Bräulke C, Cuny C, Heuck D, Kresken M. Changing pattern of antibiotic resistance in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from German Hospitals. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001; 22:683-6.
- 30.- Luna CM, Gherardi C, Famiglietti A, Vay C. Bacterial resistance and antimicrobial therapy in respiratory medicine and intensive care. *Medicina (B Aires)* 2001; 61 (5 Pt 1): 603-613.
- 31.- Sintchenko V, Iredell JR, Gilbert GL. Antibiotic therapy of ventilator-associated pneumonia-a reappraisal of rationale in the era of bacterial resistance. *Int J Antimicrob Agents* 2001; 18: 223-9.
- 32.- Ewig S, Walger P, Vetter H. Nosocomial pneumonia. *Ther Umsch* 2001; 58:609-13.
- 33.- Ferrer R, Artigas A. Clinical review: non-antibiotic strategies for preventing ventilator-associated pneumonia. *Crit Care* 2002; 6:45-51.