

## Calidad microbiológica del agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología

MSc. Yamiris Teresa Gómez D'Angelo,<sup>1</sup> Dra. María Isabel González González,<sup>2</sup> Lic. Sergio Chiroles Rubalcaba<sup>3</sup> y Téc. Cosset García Cruet<sup>4</sup>

### RESUMEN

Durante los meses de agosto de 2004 a abril de 2005 se analizaron un total de 48 muestras de agua de diferentes puntos de la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología, con el objetivo de evaluar su calidad microbiológica por el riesgo que representa para la salud de los pacientes hemodializados. Se obtuvieron diferentes resultados en el conteo total de heterótrofos. Los mayores valores de casi todas las muestras analizadas se concentraron en el mes de agosto, al ser el agua suavizada la que presentó el conteo más elevado de bacterias heterótrofas, con un valor de 100 U formadoras de colonias por mL (UFC/mL). No obstante, los resultados obtenidos no trascienden los 200 UFC/mL, que es el límite máximo reportado para este tipo de agua por la Asociación para el Progreso de los Instrumentos Médicos de los Estados Unidos de América (AAMI). No se detectaron *Pseudomonas aeruginosas* en las muestras analizadas.

*Palabras clave:* Calidad microbiológica, agua de hemodiálisis, pacientes hemodializados, *Pseudomonas aeruginosas*.

Durante los últimos años se ha incrementado notablemente el número de personas con enfermedades renales que son sometidas a hemodiálisis. La calidad del agua para la fabricación del líquido de diálisis es un requisito imprescindible a tener en cuenta, ya que la sangre de los pacientes dializados se pone en contacto con 300-400 litros de agua semanales y lo hace a través de una membrana no selectiva. Por otra parte, la insuficiencia renal les impide eliminar los contaminantes acumulados, lo que les puede ocasionar una verdadera intoxicación.<sup>1,2</sup>

Las principales causas de muerte de los pacientes dializados se deben a los accesos vasculares y a la deficiente calidad del agua, lo cual demuestra que las infecciones constituyen el segundo motivo de muerte.<sup>3</sup> Además, las endotoxinas derivadas de los gérmenes Gram negativos pueden atravesar la membrana de diálisis y producir efectos adversos a la salud.<sup>4</sup>

Las unidades de hemodiálisis están sujetas a unas normas de funcionamiento en cuanto a la calidad del agua y al líquido de diálisis.<sup>5</sup> Estas normas varían de unos países a otros y están evolucionando en el sentido de exigir más calidad.<sup>6</sup> Las mejoras técnicas del tratamiento del agua y del líquido de diálisis han logrado que su calidad en cuanto a contaminación por partículas y solutos sea buena. Sin embargo, no ha sucedido así con la contaminación bacteriana y las endotoxinas, pues han persistido como un problema importante.

Algunos estudios internacionales revelan que las condiciones de humedad de los equipos de diálisis proporcionan un ambiente adecuado para el crecimiento bacteriano

y, por tanto, la aparición de reacciones adversas en pacientes de riesgo tales como: reacciones a pirógenos, síndrome posdiálisis, alteraciones de la respuesta inmunitaria, arteriosclerosis, debilidad muscular, pérdida de masa ósea, y otras.<sup>1</sup>

Entre las bacterias Gram negativas reportadas con frecuencia en las aguas efluentes de los sistemas de tratamiento de las unidades de diálisis se encuentran especies de los géneros *Pseudomonas*, *Moraxella*, *Klebsiella*, *Candida*, *Xanthomonas*, *Flavobacterium*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Achromobacter* y *Serratia*.<sup>7,8</sup> La *Pseudomona aeruginosa* se considera como uno de los microorganismos más comunes en las unidades de diálisis y en la sepsis intrahospitalaria.<sup>4,9</sup>

El recuento de bacterias heterótrofas viables es una de las técnicas más utilizadas para verificar la calidad del tratamiento del agua de diálisis. Los resultados de este análisis permiten comprobar la efectividad de los procedimientos de limpieza y desinfección, determinar el origen de la contaminación durante el proceso de diálisis y verificar las condiciones óptimas de almacenamiento y transporte del agua utilizada para alimentar el sistema.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad microbiológica del agua en distintos puntos de la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología, durante un período de 7 meses.

## MÉTODOS

Durante los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre de 2004, así como de enero, febrero y abril de 2005, se analizaron un total de 48 muestras de agua en los siguientes puntos de la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología:

- Agua suavizada.
- Entrada al lazo.
- Salida del lazo.
- Salón 1, riñón.
- Salón 3, riñón.
- Reuso.
- Salida del filtro de carbón.

La toma, conservación y transporte de las muestras se realizó según lo establecido por los métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales. El conteo total de bacterias heterótrofas se realizó de acuerdo con los lineamientos de la Asociación para el Progreso de los Instrumentos Médicos de los Estados Unidos de América (AAMI)<sup>10</sup> y se efectuó por la técnica de placa vertida mediante el uso del medio de cultivo agar para conteo en placa (PCA). Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por mL (UFC/mL).

Para el análisis de *Pseudomonas aeruginosa* se empleó la técnica de concentración por filtración de membrana, con el uso de membranas de acetato de celulosa de 0,45 µm. Se filtraron 100 mL de la muestra y posteriormente las membranas fueron colocadas asépticamente en unas placas que contienen agar cetrimida. Se prepararon 2 réplicas por muestra. Las placas se incubaron 24-48 h a 37 °C. Las colonias de *Pseudomonas aeruginosa* se caracterizan por la producción de un pigmento amarillo-verdoso

(piocianina) y por la fluorescencia bajo la luz UV. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por 100 mL (UFC/100mL).

## RESULTADOS

La tabla muestra el conteo total de bacterias heterótrofas obtenidas en los diferentes puntos de muestreo durante los meses de estudio. Se puede observar que en el mes de agosto se encontraron los mayores niveles de contaminación bacteriana en casi todos los puntos analizados, y el agua suavizada fue la muestra que presentó el mayor conteo de bacterias heterótrofas, con un valor de 100 UFC/mL.

Tabla. Conteo de bacterias heterótrofas (UFC/mL) en los puntos de muestreo de la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología. INHEM. Agosto 2004-abril 2005

Puntos muestreados						
	Agua suavizada	Entrada al lazo	Salida del lazo	Salón 1: riñón	Salón 3: riñón	Salida del filtro de carbón
Meses	UFC/mL					
Agosto	100	90	50	10	10	NR
Septiembre	5	4	3	2	2	42
Octubre	0	0	0	0	0	0
Diciembre	3	5	0	3	1	14
Enero	0	20	0	10	4	0
Febrero	0	0	0	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0

NR: No realizado.

UFC/mL: Unidades formadoras de colonias por mililitro.

Diferentes investigaciones corroboran que el agua suavizada es susceptible a contaminarse muy fácilmente, pues presenta altos niveles de contaminación bacteriana, con valores que oscilan entre  $2,3 \times 10^2$  hasta  $6,5 \times 10^4$  UFC/mL.<sup>3,11</sup>

En un estudio efectuado en Norteamérica Central, en 51 centros de hemodiálisis que cumplieran las normas AAMI se recogieron muestras aleatorias que demostraron contaminación en un 35,5 % de casos de agua suavizada.<sup>6</sup>

Estos resultados y los reportados por los investigadores mencionados constatan que el agua de los suavizadores permite un rápido y elevado crecimiento bacteriano, lo cual puede estar dado, entre otros factores, por la calidad del agua suministrada por la red municipal y por el almacenamiento del agua suavizada. Se ha planteado que la principal desventaja del almacenamiento radica en la posibilidad de que pueda ocurrir una contaminación bacteriana.<sup>12,13</sup>

Además, se recomienda que los depósitos tengan una capacidad suficiente para todo un día de diálisis. Lo ideal sería que el caudal de tratamiento del agua fuera igual al máximo de consumo posible, conocido como los tratamientos en línea, es decir, la

alimentación directa a los monitores desde el tratamiento sin el almacenaje del agua tratada.<sup>1,14</sup>

Como se observa en la tabla, la contaminación bacteriana de los puntos *entrada al lazo* y *salida del lazo* alcanzaron valores máximos de 90 y 50 UFC/mL respectivamente. El agua que entra al lazo proviene de la red de distribución de agua potable, por lo que es posible encontrar alguna contaminación bacteriana proveniente de la propia fuente u origen, del proceso de tratamiento o del sistema de distribución, incluyendo los depósitos de almacenamiento de agua.<sup>15</sup>

En la salida del lazo es de esperar que el nivel de contaminación se reduzca a ínfimos valores, ya que el agua se ha sometido a todo un proceso de tratamiento; por ejemplo, en un estudio realizado en Grecia, los resultados obtenidos en este punto fueron menores de 10 UFC/mL.<sup>4</sup> Por otra parte, existen varios factores que pueden influir de forma negativa en la calidad bacteriológica del agua tratada, como por ejemplo: el diseño de la planta de tratamiento, el sistema de distribución, el método de desinfección del circuito y el método de control que utilizamos. Es fundamental la metodología empleada para cultivar las muestras de agua, cómo y cuándo tomarlas y cómo procesarlas.<sup>14,16,17</sup>

El conteo total de heterótrofos encontrados en el agua que entra a los riñones durante el período analizado no presentó valores elevados (menores o iguales a 10 UFC/mL). Similares resultados fueron obtenidos en Japón por *Oie*.<sup>18</sup> El crecimiento bacteriano en este punto puede ocurrir por las causas anteriormente mencionadas.<sup>14,16,17</sup> En lo que respecta al sistema de distribución, es recomendable que los tubos tengan un pequeño grosor para conseguir la mayor velocidad de circulación; además, las tomas de distribución a los riñones deben estar directamente en el circuito o tener la menor longitud posible.<sup>1</sup>

En la salida del filtro de carbón se obtuvieron resultados de 42 y 14 UFC/mL en septiembre y diciembre respectivamente, y fue cero en el resto de los meses. Este punto constituye un elemento del sistema de pretratamiento del agua procedente de la red de distribución, por lo que es probable la presencia de alguna contaminación, por las razones anteriormente planteadas.

## DISCUSIÓN

Se ha encontrado que las resinas del carbón activado pueden ser fuentes de contaminación bacteriana;<sup>11</sup> es por esto que los filtros son considerados como uno de los puntos del sistema de tratamiento del agua que favorece el crecimiento bacteriano.<sup>13</sup> Por estas razones, a continuación de este filtro se dispone de nuevos microfiltros necesarios para retener los posibles contaminantes que atraviesan el filtro de carbón continuado de la ósmosis inversa.

La presencia de *Pseudomonas* en las unidades de hemodiálisis es muy frecuente.<sup>7</sup> Diferentes resultados confirman la afirmación anterior; por ejemplo, en un estudio realizado por *Arvanitidou*, las bacterias del género *Pseudomonas* se aislaron en un 22 % de las muestras de agua tratada.<sup>4</sup> También en el agua suavizada se ha detectado la presencia de esta bacteria con una concentración de  $1,8 \times 10^3$  NMP/100mL,<sup>19</sup> así como en las membranas de ósmosis inversa se han reportado diferentes especies de este

género; por ejemplo: *Pseudomonas cepacia*, *Pseudomonas stutzeri*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas maltophilia*, entre otras.<sup>9</sup>

En conclusión, es importante destacar que el agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología durante el período analizado cumple con la calidad bacteriológica requerida, si tenemos en cuenta que el límite máximo del conteo de bacterias heterótrofas recomendada por la AAMI para este tipo de agua es de 200 UFC/mL. El agua suavizada fue la muestra más contaminada con un valor de 100 UFC/mL. El análisis de *Pseudomonas aeruginosa* fue negativo en el 100 % de las muestras estudiadas durante los 7 meses de muestreo. Esta bacteria es un patógeno oportunista que provoca serias complicaciones en los pacientes con enfermedades renales crónicas. El sistema de tratamiento del agua de hemodiálisis demanda un cuidadoso diseño, un riguroso monitoreo y una estricta adherencia a protocolos de desinfección efectiva.

## SUMMARY

### Microbiological quality of the water used at the Hemodialysis Unit of the Nephrology Institute

A total of 48 water samples from different points of the Hemodialysis Unit of the Nephrology Institute were analyzed aimed at evaluating their microbiological quality taking into account the risk it represents for the hemodialysis patients. Different results were obtained in the total count of heterotrophic bacteria. The highest values of almost all the analyzed samples were concentrated in August, on being softened water the one that presented the most elevated count of heterotrophic bacteria with a value of 100 colony-forming units per mL (UFC/mL). However, the results obtained are not over 200 UFC/mL, which is the maximum limit reported for this type of water by the Association for the Advance of Medical Instruments of the United States of America (AAMI). No *Pseudomonas aeruginosa*s were detected in the samples analyzed.

*Key words:* Microbiological quality, hemodialysis water, hemodialysis patients, *Pseudomonas aeruginosa*s.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pérez García R, Rodríguez Benítez P. La calidad del líquido de hemodiálisis. II Congreso Internacional de Nefrología, 2001. Disponible en URL: <http://www.uninet.edu/cin>
2. Hoenich NA, Levin R. The implications of water quality in hemodialysis. *Semin Dial.* 2003;16(6):492-7.
3. Pansini S, Degaetano R, Boccassini D, Turi E. Microbiological survey of dialysate: advantage of use of sterile concentrate. *Edtna Erca J.* 2001;27(3):132-4.
4. Arvanitidou M, Spaia S, Katsina C, Pangidis P, Constantinidis T, Katsouyannopoulos V, et al. Microbiological quality of water and dialysate in all haemodialysis centers of Greece. *Nephrol Dial Transplant.* 1998;32(4):949-54.
5. Colectivo de autores. Agua para dilución de disoluciones concentradas para hemodiálisis. *Real Farmacopea Española.* 1997;1167:375-7.

6. Pérez García R, Rodríguez Benítez P, Ayala JA. Tratamiento del agua para hemodiálisis. Características del líquido de diálisis. En: Edit Médica Jims SL, eds. Tratado de Hemodiálisis. Barcelona: F Valderrábano. 1999:75-90.
7. Bland LA. Microbiological and endotoxins assays of hemodialysis fluids. *Advances Renal Replacement Therapy*. 1995;2(1):70-9.
8. Guías de gestión de la calidad del líquido de diálisis (LD). Sociedad Española de Nefrología. 2003.
9. Gary CM, Coleman EC, Hedley W. Bacterial colonization and endotoxin content of a new renal dialysis water system composed of acrylonitrile butadiene styrene. *Appl Environm Microbiol*. 1987;53(6):1322-6.
10. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. American National Standards for Hemodialysis Systems. Arlington: AAMI. 2004.
11. Favero MS, Carson LA. Factors that influence microbial contamination of fluids associated with hemodialysis machines. *Appl Environm Microbiol*. 1994;28(5):528-36.
12. Pérez SM, Martín MS, Ordas IF. Unidades de hemodiálisis. En: Guías de programación y diseño, eds. Ministerio de Sanidad y Consumo, Secretaría General Técnica. Madrid. 1989:1-85.
13. Zunino P, Beltrán L, Zunino L, Méndez H, Percovich V, Rocca R, et al. Microbiological quality of hemodialysis water in a three-years multicenter study in Uruguay. *J Nephrol*. 2002;15(4):374-9.
14. Sobrino PE. Nuevas tecnologías del tratamiento del agua. III Congreso Internacional de Nefrología, 2003. Disponible en URL: <http://www.uninet.edu/cin>
15. Panichi V, Migliore M, De Pietro S, Metelli MR, Taccola D, Pérez-García R, et al. Plasma C-reactive protein in hemodialysis patients: A cross-sectional, longitudinal clinic survey. *Blood Purif*. 2000;18(5):30-6.
16. Spittle MA. Chronic inflammation and water quality in hemodialysis patients. *Nephrol News Issues*. 2001;15(6):24-6.
17. Nistrand R. Dialysis fluid contamination of pathways and life of microbes. *Edtna Erca J*. 2001;27(3):135-9.
18. Oie S, Kamiya A, Yoneda I, Uchiyama K, Tsuchida M, Takai K. Microbial contamination of dialysate and its prevention in haemodialysis units. *Hosp Infect*. 2003;54(2):115-9.
19. Torres VT, Esnard SC, Guillermo S, Díaz O. Estudio microbiológico del agua para hemodiálisis. *Rev Cubana Hig Epidemiol*. 1999;37(1):21-4.

Recibido: 24 de junio de 2005. Aprobado: 15 de noviembre de 2005.

MSc. *Yamiris Teresa Gómez D'Angelo*. Unidad Nacional de Salud Ambiental, Ministerio de Salud Pública, Ciudad de La Habana, Cuba. Email: [walber@infomed.sld.cu](mailto:walber@infomed.sld.cu)

<sup>1</sup>MSc. en Microbiología. Aspirante a Investigadora.

<sup>2</sup>Dra. en Ciencias de la Salud. Investigadora Auxiliar. Instructora.

<sup>3</sup>Lic. en Microbiología. Aspirante a Investigador.

<sup>4</sup>Técnico Medio en Procesos Biológicos.