

## Enfoque actual sobre la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis

### Current approach to microbiological quality of haemodialysis water

**Dra. C. María Isabel González González**

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.

---

#### RESUMEN

La calidad microbiológica del agua para los tratamientos de hemodiálisis en los pacientes con enfermedad renal crónica es de vital importancia, con el fin de evitar o reducir el riesgo por infección al paciente, ya que la sangre de un paciente se pone en contacto con 20 000 a 25 000 litros de agua por año a través de una membrana. Hoy en día existen muchas discrepancias en las normativas y guías para la evaluación del agua de hemodiálisis, especialmente con respecto a los parámetros microbiológicos los que se encuentran en fase de armonización y son de crucial significado actual. El objetivo de este trabajo es aportar el enfoque actual existente para la evaluación de la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis a nivel internacional y nacional y su incorporación en la vigilancia sanitaria nacional.

**Palabras clave:** calidad microbiológica, agua hemodiálisis, estándares.

---

#### ABSTRACT

The microbiological quality of haemodialysis water is vital for the treatment of patients suffering renal chronic disease, in order to avoid or reduce the risk of infection, since a patient's blood gets in contact with 20 000 to 25 000 litres of water per year through a membrane. There are many controversies at present regarding the regulations and guidelines for the evaluation of haemodialysis water, particularly the microbiological parameters which are undergoing a harmonization process and are highly significant. The paper was aimed at providing the current

approach for the evaluation of the microbiological quality of haemodialysis water at domestic and international levels and the incorporation of such approach into the national health surveillance.

**Key words:** microbiological quality, haemodialysis water, standards.

---

## INTRODUCCIÓN

La calidad microbiológica del agua para los tratamientos de hemodiálisis en los pacientes con enfermedad renal crónica (ERC) es de vital importancia, con el fin de evitar o reducir el riesgo por infección al paciente, ya que la sangre de un paciente se pone en contacto con 20 000 a 25 000 litros de agua por año a través de una membrana. De ahí que sea necesario purificar el agua potable para minimizar los niveles de posibles contaminantes presentes y tomar todas las medidas para garantizar un agua con excelente calidad a la entrada del sistema de hemodiálisis y durante todo el tratamiento. Además, la implementación de un sistema de gestión de la calidad y su programa en dichas unidades se hace indispensable para poder medir en todos los pasos las acciones ejecutadas y prevenir cualquier eventualidad que se presente para tomar las acciones pertinentes.

Un paciente en diálisis es tratado tres veces a la semana con aproximadamente 150 litros de líquido de diálisis cada vez y expuesto a 23 400 litros por año. Este líquido de diálisis consiste de alrededor de 99 % de agua de ósmosis inversa y de productos químicos adicionados tales como ácidos, sales y bicarbonato. Una unidad de diálisis produce como promedio más de 1 000 000 de litros de líquido de diálisis por año. Mundialmente, la producción de líquido de diálisis es alrededor de 25 000 000 000 litros, lo cual hace que este líquido sea uno de los mayores productos por volumen usado en medicina.<sup>1</sup>

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS),<sup>2</sup> el agua de consumo en los centros de atención de salud que incluyen los hospitales, los centros de salud, las residencias, los centros de cuidados paliativos, las clínicas dentales y las unidades de diálisis, entre otros, debe ser apta para el consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. No obstante, puede no ser adecuada para todos los usos o para algunos pacientes en los centros de atención de salud, y que sea preciso someterla a un proceso o tratamiento adicional (como microfiltración o esterilización, de acuerdo al uso previsto) o adoptar otras medidas preventivas de protección. Por ejemplo, en la diálisis renal donde se utilizan grandes volúmenes de agua, la calidad del agua debe ser superior a la de consumo, y tiene que ser sometida a tratamientos especiales para reducir al mínimo los contaminantes posibles como es la presencia de microorganismos, endotoxinas y toxinas.

La OMS hace énfasis que el enfoque de riesgo en estas entidades debe ser sistemático, la ecología de los patógenos transmitidos por el agua es bien conocida y todas las fuentes y vías deben ser evaluadas, además, es bien importante la elaboración de un programa adecuado con múltiples barreras para asegurar la calidad del agua de uso humano.<sup>2,3</sup>

El desarrollo técnico y uso clínico de los sistemas de hemodiálisis mejoraron en las décadas de 1960-1970 (últimos años de 1960 y los primeros de 1970). Sin embargo, un número de parámetros microbiológicos no fueron contemplados en el

---

diseño de algunas máquinas de hemodiálisis y su respectivo sistema de suministro de agua. Existen algunas situaciones donde ciertos tipos de bacterias Gram negativas presentes en el agua pueden persistir y hasta multiplicarse en ambientes acuosos asociados con el equipo de hemodiálisis.<sup>4</sup>

En Cuba, desde 1961 se realizó la primera hemodiálisis en un enfermo portador de un fallo renal agudo y en 1968, comenzó el tratamiento por diálisis en pacientes crónicos que se extendió a cuatro territorios del país. Sin embargo, en el año 2002, comenzó una nueva etapa de desarrollo de hemodiálisis en el país incorporando este servicio dentro de los programas priorizados de la revolución en salud.<sup>5</sup> Esto hace que la vigilancia de la calidad del agua de hemodiálisis se incremente notablemente para garantizar la calidad de vida del paciente tratado.

Hoy en día existen muchas discrepancias en las normativas y guías para la evaluación del agua de hemodiálisis, especialmente con respecto a los parámetros microbiológicos, los que se encuentran en fase de armonización y son de vital importancia. El objetivo de este trabajo es aportar el enfoque actual existente para la evaluación de la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis a nivel internacional y nacional.

## PRINCIPALES CONTAMINANTES EN AGUAS DE HEMODIÁLISIS

El agua potable que llega al sistema de diálisis no es estéril, puede presentar contaminantes químicos y microbiológicos que pueden provenir de la fuente de abasto o de la red de distribución de agua.<sup>6,7</sup> Estos contaminantes pueden ser:

1. Partículas (arcilla, arena, sílice, hierro).
2. Sustancias disueltas (aluminio, calcio, magnesio, cloraminas, cobre, flúor, nitrato, sulfato, zinc, pirógenos microbianos y endotoxinas).
3. Microorganismos (bacterias, virus, hongos y levaduras). Los principales microorganismos reportados en aguas de hemodiálisis se observan en el recuadro 1.<sup>4,8</sup>

El objetivo principal de la evaluación de la calidad microbiológica del agua de consumo es proteger a los consumidores de enfermedades relacionadas con el consumo de agua que pudiera contener patógenos tales como bacterias, virus y protozoos y prevenir los brotes de enfermedades de transmisión hídrica, lo que en la actualidad ha presentado cambios importantes.<sup>4,8</sup>

Con la finalidad de eliminar estos contaminantes, en las instituciones de salud se recomienda la implementación de planes de seguridad de agua, una sistemática evaluación de riesgo con múltiples etapas y un especial énfasis sobre la identificación de patógenos relevantes y el conocimiento de sus vías de infección (desde la fuente al consumidor/paciente). Las etapas que deben ser incluidas son: la identificación del riesgo, la evaluación de la exposición, la evaluación de dosis respuesta y la caracterización del riesgo con el conocimiento del criterio ecológico (por ejemplo, la identificación de la fuente y los reservorios de los patógenos transmitidos por el agua en el sistema de distribución).<sup>2,3</sup>

**Recuadro 1.** Principales géneros de microorganismos en aguas de hemodiálisis

Bacilos gram negativos	Hongos y levaduras	Otros
<i>Pseudomonas</i>	<i>Candida</i>	<i>Mycobacterium</i>
<i>Flavobacterium</i>	<i>Rhodotorula</i>	<i>Staphylococcus</i>
<i>Acinetobacter</i>	<i>Cryptococcus</i>	<i>Legionella</i>
<i>Serratia</i>	<i>Aspergillus</i>	
<i>Aeromonas</i>	<i>Streptomyces</i>	
<i>Alcaligenes</i>	<i>Cladosporium</i>	
<i>Burkholderia</i>	<i>Penicillium</i>	
<i>Enterobacter</i>	<i>Phialemonium</i>	
<i>Moraxella</i>	<i>Fusarium</i>	
<i>Stenotrophomonas</i>	<i>Acremonium</i>	
<i>Sphingomonas</i>		
<i>Variovax</i>		
<i>Achromobacter</i>		
<i>Agrobacterium</i>		
<i>Ralstonia</i>		

Fuente: Arduino y otros, 2010; Pasmore, 2008.

En estos casos, teóricamente, la evaluación del riesgo puede ser estimada por la siguiente fórmula (Duncan y Edberg, 1995):<sup>10</sup>

$$\text{Riesgo de la infección} = \frac{\text{No. de microorganismos} \times \text{factores de virulencia de los microorganismos}}{\text{Estado inmunológico específico del órgano diana del hospedero}}$$

La fórmula no expresa un resultado cuantitativo, solo una idea teórica sobre la intensidad de todos los determinantes de la infección donde el denominador (por ejemplo pacientes inmunodeprimidos contra saludables) es opuesto al numerador (por ejemplo comparativamente, un microbio muy virulento requiere un número menor de microorganismos para infectar).<sup>3,11</sup>

El desarrollo de una estrategia de control de patógenos transmitidos por el agua tiene que estar basada en dos aspectos:<sup>3</sup>

1. la reducción del número de microorganismos que pueden dañar al paciente y
2. la protección específica de los pacientes al alto riesgo de infección.

La mayoría de las bacterias heterótrofas en agua potable no son patógenos humanos. Sin embargo, algunas de las especies bacterianas detectadas pueden ser patógenos oportunistas de riesgo a individuos inmunodeprimidos tales como *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., *Moraxella* spp., *Xanthomonas* spp. y diferentes hongos.<sup>11</sup> El indicador bacteriano recomendado para evaluar la calidad del agua de hemodiálisis es el conteo de bacterias heterótrofas, es de suma

importancia efectuar este método con toda la calidad requerida pues el índice de conteo detectado indica como se está ejecutando el proceso de tratamiento del agua.

El crecimiento bacteriano en el agua de hemodiálisis depende de los tipos de sistemas de tratamiento de agua empleados, del sistema de distribución del dializado, del tipo de máquina de diálisis y del método de desinfección.<sup>4,12</sup>

Como se observa en el recuadro 2, algunos componentes del sistema de tratamiento de hemodiálisis podrían permitir la proliferación de las bacterias en el agua, por ejemplo, los intercambiadores iónicos y el carbón activado. También, existen en el mercado una variedad de filtros para el control de la contaminación bacteriana pero la mayoría son inadecuados sin no son desinfectados de forma rutinaria y cambiados frecuentemente.

**Recuadro 2.** Factores que influyen en la contaminación microbiana en sistemas de hemodiálisis

Factores	Comentarios
Fuente de agua	
Agua subterránea	Contiene endotoxinas y bacterias
Agua superficial	Contiene altos niveles de endotoxinas, bacteria y otros organismos
Tratamiento de agua en la unidad de diálisis	
Ninguno	No recomendado
Filtración	
Prefiltro	Filtro específico, no remueve microorganismos
Filtro (profundidad o membrana)	Remueve bacterias pero al menos que se cambie o desinfecte frecuentemente, las bacterias podrían acumularse y crecer a través del filtro; actúa como un reservorio significativo de bacteria y endotoxina
Carbón granular activado (GAC)	Remueve orgánicos y cloro disponible o cloraminas, reservorio significativo para bacterias y endotoxinas
Dispositivos para el tratamiento de agua	
Intercambiador iónico (suavizador, deionizador)	Suavizadores y desionizadores remueven cationes y aniones, contaminantes desde la fuente de agua, reservorio significativo para bacterias y endotoxinas
Ósmosis inversa	Remueve bacteria, endotoxinas, químicos, y debe ser limpiada y desinfectada, la mayoría de los sistemas usados para aplicaciones de diálisis operan con alta presión
Radiación ultravioleta germicida	Elimina la mayoría de las bacterias, pero no tiene efecto residual, algunas bacterias resistentes a la luz UV pueden desarrollarse
Ultrafiltro	Remueve bacterias, endotoxinas, opera con una presión normal en línea, puede

	ser situado distal al tanque de almacenaje y el desionizador, debe ser desinfectado o cambiado
Sistema de distribución del agua y dializado	
- Tuberías de distribución	
Tamaño	El tamaño superior del diámetro y la longitud disminuye el flujo del fluido e incrementa el reservorio en la forma de biofilm para el agua tratada y el sistema central de dializado en el caso de que exista
Materiales	Los materiales de las tuberías influyen en la colonización bacteriana y la formación de <i>biofilm</i> y los tipos de desinfectantes que pueden ser usados.
Construcción	Las juntas rugosas, tramos "muertos" y ramas sin usar pueden actuar como reservorios de bacterias
Altura	Las llaves de desagües deben ser localizadas a mayor altura
Tanques de almacenamiento	Generalmente indeseable debido a la gran área de superficie y puede actuar como reservorio de bacteria; un tanque propiamente diseñado puede minimizar el riesgo
- Máquinas de diálisis	
Simple paso	El desinfectante debe tener el tiempo de contacto con todas las partes de la maquina que están en contacto con el agua tratada o el dializado
Simple paso con recirculación	El diseño de las bombas de recirculación y la máquina permite niveles de contaminación masiva si no es adecuadamente desinfectado

Fuente: Arduino y otros, 2010.

### Niveles estándares de conteo total de heterótrofos en agua potable

Desde 1883, *Robert Koch* introdujo los conteos bacterianos para evaluar la calidad del agua reconociéndolo como un excelente indicador de filtración. El método introducido consistía en adicionar 1 mL de agua a un gel nutritivo y cultivarlo a 22 °C por 48 h. Las observaciones sistemáticas después de 1883 demostraron que la filtración por arena podía prevenir brotes de enfermedades transmitidas por el agua si 1 mL de agua no contenía más de 100 bacterias crecidas en el medio observadas con una lupa.<sup>13</sup>

El nivel de contaminación microbiana del agua potable a la entrada de la planta de tratamiento puede estar alrededor de 100 UFC/mL (100 000 UFC/L) de conteo total de heterótrofos y dependiendo de algunas normativas nacionales, hasta 500 UFC/mL. Las guías o normativas de diferentes países para sistemas de agua públicos y privados recomiendan niveles de conteo total de bacterias de no más de

100 o 500 UFC/mL o ningún cambio apreciable en la concentración de bacterias heterótrofas en el sistema. En el presente, el conteo de heterótrofos puede ser empleado para validar y verificar la producción de agua de consumo, ya que si existen cambios anormales en los conteos bacterianos puede ser un indicador de que hay problemas en el proceso de tratamiento.<sup>14</sup>

Por lo general, los requerimientos de agua de consumo incluyen valores especiales para algunos microorganismos específicos, tales como *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*, los cuales son incluidos con un límite < 1UFC/100 mL.<sup>15</sup>

Las tecnologías actuales basadas en ósmosis inversa son incapaces de producir grandes volúmenes de agua sin algún nivel de contaminación microbiana y los dos métodos disponibles para la producción de agua estéril (agua envasada tratada por autoclave y por pirodestilación) no son factibles para estos grandes volúmenes de agua que necesita la hemodiálisis.<sup>8,16</sup>

De ahí que se establezcan las normativas por los organismos internacionales de reconocido prestigio para el agua de hemodiálisis con énfasis en los parámetros microbiológicos, las cuales están aún en discusión a nivel internacional para conciliar criterios al respecto.

### **Límites microbiológicos recomendados internacionalmente según normativas para el agua de hemodiálisis**

La Asociación para el Avance de Instrumentos Médicos (AAMI) y la Farmacopea Europea (EP) han desarrollado estándares para la pureza del agua usada para preparar soluciones de diálisis y también ha hecho recomendaciones relacionadas a la pureza de la solución de diálisis producida. La EP ha elaborado recomendaciones más rigurosas para los contaminantes microbiológicos. Estos estándares y recomendaciones tienen niveles para químicos que pueden ser tóxicos y para bacterias y endotoxinas que pueden ser un riesgo para la salud.

Con el fin de tener documentos normalizados confiables y uniformes, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) ha elaborado una serie de estándares para la preparación de líquidos de diálisis los cuales son los siguientes:

- Un estándar para agua (ISO/FDIS 13959).
- Un estándar para concentrados (ISO/FDIS 13958).
- Un estándar para el líquido de diálisis y líquido (ISO/FDIS 11663).
- Un estándar para el equipo de agua (ISO/FDIS 26722).
- Un estándar como una guía racional y de consejo para los cuatro estándares mencionados (ISO/NP 23500).

Actualmente no existe una armonización internacional en los criterios con respecto a los límites microbiológicos recomendados, los medios de cultivo empleados así como los tiempos de incubación. Esta situación de tener un gran número de recomendaciones nacionales e internacionales con diferentes límites, no es satisfactoria. Cada día se hace muy necesaria la armonización de las normativas y como definir la calidad de los líquidos de diálisis, ya sea en términos de límites como de métodos, sobre todo si se considera lo siguiente:<sup>15</sup>

- La diálisis es un tratamiento similar a pesar del área geográfica.
- Los pacientes presentan los mismos o similares problemas.

- El equipamiento de las plantas de hemodiálisis de algunos fabricantes es casi idéntico y empleado a nivel internacional.
- En los estudios científicos participan más de un país.

En la tabla 1 se observan las diferencia de los límites propuestos. Por ejemplo, la edición de la AAMI RD52:2004 tiene un límite de endotoxinas ocho veces mayor que la EP (2005), también el límite de microorganismos en la AAMI es el doble de la EP. Por otra parte, algunos países exigen otros parámetros como la determinación de *Pseudomonas aeruginosa* (<1UFC/50mL en Austria, <1UFC/100 mL en Alemania y <1UFC/250 mL en Italia), la cual también se realiza en otros países de Hispanoamérica (Uruguay, Argentina y Cuba). En Japón, las endotoxinas han sido empleadas como un marcador de la calidad microbiológica pero recientemente, los métodos de cultivo se han incrementado después de las discrepancias que existen sobre la sensibilidad de las pruebas de endotoxinas, ya que se considera que estas pruebas se realizan por un método biológico y su precisión no es exacta y debe ser validado cuidadosamente, además de que en general, las bacterias Gram negativas transmitidas por el agua tienen una actividad relativamente baja de endotoxinas.<sup>1,15</sup>

**Tabla 1.** Normativas internacionales para el agua de hemodiálisis

Normativa Nacional e internacional	Año	Microorganismos UFC/mL	Endotoxinas EU/mL	Nota
Alemania Instituto "Robert Koch"	1996	100	-	<i>E.coli</i> < 1 UFC/100 mL <i>P. aeruginosa</i> < 1 UFC/100 mL
ISO 13959	1998	10 <sup>2</sup>	5	
JSDT	1998	-*	0,25	*No cultivo
ISO 13959	2002	10 <sup>2</sup>	1 - (5)	
EDTNA	2001	<10 <sup>2</sup>	< 0,25	
EDTA	2001	<10 <sup>2</sup>	< 0,25	
AAMI RD52	2004	200 (alerta 50)	2 (alerta 1)	
Dinamarca (Sociedad Danesa de Nefrología)	2004	0,1	0,05	
Italia	2005	<10 <sup>2</sup>	< 0,25	<i>P. aeruginosa</i> < 1 UFC/250 mL
Alemania	2005	<10 <sup>2</sup>	< 0,25	
Pharmacopea Europea, 5ta ed.	2005	<10 <sup>2</sup>	< 0,25	
USP XXX	2007	100	2	
Noruega	2007	100	< 0,25	
Suecia SLS	2007	< 10 <sup>2†</sup>	< 0,25	† de los cuales < 10 <sup>1</sup> hongos y/o levaduras
ISO/DIS 13959	2007	100	< 0,25	
JSDT	2008	<100	< 0,050	

AAMI: Asociación para el Avance de Instrumentos Médicos, ISO: Organización Internacional para la Estandarización, EDTNA: Asociación Europea de Enfermería de Diálisis y Transplante, EDTA: Asociación Europea de Diálisis y Transplante, USP: Farmacopea de Estados Unidos, SLS: Libro sueco de drogas, JSDT: Sociedad Japonesa para Terapia de Diálisis, UFC: Unidades Formadoras de Colonias, EU: Unidades de endotoxinas.

En la tabla 2 se observan las diferencias entre los tiempos y temperatura de incubación y medio de cultivo recomendados para el método de conteo total de heterótrofos según las normativas por países.

**Tabla 2.** Métodos recomendados para el conteo total de heterótrofos según normativas nacionales e internacionales

Normativa Nacional e internacional	Año	Medio de cultivo	Temperatura de incubación (°C)	Tiempo de incubación
AAMI	1982	TSA	35	48 h
Pharmacopea Europea, 2da ed.	1992	TSA	30-35	5 días
ISO 13959	2002	TSA	35	48 h
AAMI RD52	2004	TSA	35	
Pharmacopea Europea, 4ta ed.	2002	R2A	30-35	-
Suecia LS	1990-2007	TGEA	22	> 5 días
Alemania	1998-2005	TGEA	17-23	7 días
Francia Circ 311	2000	TGEA	17-23	7 días
EDTNA	2001	TGEA	17-23	7 días
EDTA	2001	TGEA	17-23	7 días
Italia	2005	TGEA	17-23	7 días
Dinamarca	2006	TGEA	17-23	7 días
Noruega	2007	TGEA	17-23	7 días
ISO/DIS 13959	2007	TGEA	17-23	7 días

AAMI: Asociación para el Avance de Instrumentos Médicos, ISO: Organización Internacional para la Estandarización, EDTNA: Asociación Europea de Enfermería de Diálisis y Transplante, EDTA: Asociación Europea de Diálisis y Transplante, TSA: Agar Triptona Soya, TGEA: Agar Triptona Glucosa extracto, R2A: Agar de Reasoner.

*Fuente: Nystrand, 2008, 2009.*

Los métodos de cultivo microbiológicos son la combinación de medios de cultivo, la temperatura y el tiempo de incubación, por lo que distintos métodos difieren en su capacidad para mostrar el crecimiento microbiano. En este método de conteo total de heterótrofos, especialmente en aguas de hemodiálisis, es esencial un buen medio de cultivo general, baja temperatura (similar al sistema) y un largo tiempo de incubación (que hace posible que las especies de lento crecimiento puedan formar colonias visibles) (recuadro 3).

Como se observa en la tabla 2 y recuadro 3, hoy en día se mantienen los métodos tradicionales de cultivo, otras técnicas tales como las medidas de actividades bioquímicas y fisicoquímicas, no son suficientemente sensibles. Los métodos inmunológicos y el análisis de ADN pudieran ser mas específicos pero se requiere el conocimiento de la microflora para investigar determinado microorganismo presente, no son útiles cuando existe una microflora mixta. Recientemente, un grupo de investigadores japoneses han llevado a cabo un método de tinción por microscopia de fluorescencia con DAPI para un monitoreo rápido de bacterias en los líquidos de diálisis que sería útil ensayar.<sup>17</sup>

**Recuadro 3.** Métodos microbiológicos que se ejecutan actualmente y los que se recomiendan implementar

Determinación	Método microbiológico que se ejecutan actualmente	Método microbiológico que se debieran ejecutar
Conteo total de heterótrofos	Por placa vertida (UFC/mL) Por filtración por membrana (UFC/100mL)* A 35-37 °C	Por placa vertida (UFC/mL) Por filtración por membrana (UFC/100mL) A diferentes temperaturas
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Por la técnica de fermentación de tubos múltiples (NMP/100mL)	Por filtración por membrana (UFC/100mL) con agar Cetrimida o agar mPA con suplemento
Detección de endotoxinas	No se realiza	Método del LAL u otro sensible

UFC: Unidades Formadoras de Colonias, NMP: Número Más Probable, \*en escasos laboratorios, ej. INHEM

Se debe considerar, que las guías recomendadas internacionalmente por organismos reconocidos tales como la OMS, la ISO, la AAMI, entre otros, para evaluar la calidad de cualquier tipo de agua, son un instrumento valioso para que cada país valide y adopte las normativas, criterios o lineamientos, basado también en resultados científicos técnicos de investigaciones realizadas en el territorio. Es válido destacar, que todas esas normativas son de países desarrollados y se deben tomar los criterios convenientes para el sistema cubano.

## SITUACIÓN EN CUBA

Las normativas internacionales para la evaluación de la calidad microbiológica del agua de hemodiálisis se basan en el conteo total de heterótrofos (principalmente por el método de placa vertida o filtración por membrana) y detección de endotoxinas por la técnica del LAL con amebocitos de cangrejo. Sin embargo, esta última técnica no se ha llevado a cabo en los laboratorios de la red y solo tienen la posibilidad de realizar conteo total de heterótrofos y *P. aeruginosa*. Por otra parte, se recomienda la implementación paulatina de estos métodos de cultivo por filtración por membrana, como se refiere en el recuadro 3.

En conclusión, los criterios y métodos microbiológicos para la evaluación de la calidad del agua de hemodiálisis están aún en discusión y armonización pero es necesaria la implementación paulatina de los recomendados en el sistema de vigilancia sanitaria de Cuba con el nuevo enfoque aportado sobre esta temática.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nystrand R. Microbiology of water and fluid for haemodialysis. J Chin Med Assoc. 2008; 71:224-9.

2. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 4 ed. WHO: Geneva; 2011.
3. Exner M, Kramer A, Lajoie L, Gebel J, Engelhart S, Hartemann P. Prevention and control of health care-associated waterborne infections in health care facilities. *Am J Infect Control*. 2005;33(5):S26-S40.
4. Arduino MJ, Patel PR, Thompson ND, Favero MS. Hemodialysis-associated infections. En: Himmelfarb J, Sayeh MH, editors. *Chronic Kidney Diseases, Dialysis and Transplantation*. 3er ed. USA: Saunders Elsevier, PA; 2010. p. 335-53.
5. García M. Calidad del ambiente en los servicios de hemodiálisis. *Rev Cubana Hig Epidemiol*. 2011 49(1):1-3.
6. Botta R. Contribución a la normalización de la metodología analítica en el control microbiológico de agua y líquido de hemodiálisis. Recopilación y ordenamiento de documentos nacionales e internacionales. *Revista Electrónica de PortalesMedicos.com* [Internet] 2008 [citada 25 ene 2011]; 3(1-6). Disponible en: <http://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/886/1/Contribucion-a-la-normalizacion-de-la-metodologia-analitica-en-el-control-microbiologico-de-agua-y-líquido-de-hemodialisis-Recopilacion-y-ordenamiento-de-documentos-nacionales-e-internacionales.html>
7. Jeremy L, Morgan J, Brown E. *Oxford Handbook of Dialysis*. 2 ed. United Kingdom: Oxford University Press; 2004.
8. Pasmore M. Biofilms in Hemodialysis. En: Springer-Verlag Heidelberg, editor. *The Role of Biofilms in Device-Related Infections*. Berlin: Springer Series on Biofilms; 2008. p. 1-25.
9. Figueras MJ, Borrego JJ. New perspectives in monitoring drinking water microbial quality. *Int J Environ Res Public Health*. 2010;7:4179-202.
10. Duncan HE, Edberg SC. Host-microbe interaction in the gastrointestinal tract. *Crit Rev Microbiol*. 1995;21:85-100.
11. Glasmacher A, Engelhart S, Exner M. Infections from HPC organisms in drinking water amongst immunocompromised. En: Bartram J, Cotruvo J, Exner M, Fricker C, Glasmacher A, editors. *Heterotrophic plate counts and drinking-water safety*. Londres: WHO IWA Publishing; 2003. p. 137-45.
12. Keshaviah P. Water treatment for hemodialysis. En: Henderson LW, Thuma RS, editors. *Quality Assurance in Dialysis*. 2da ed. Gran Bretaña: Kluwer Academic Publisher; 1999. p. 173-87.
13. Exner M, Vacata V, Gebel J. Public Health aspects of the roles of HPC-an introduction. En: Bartram J, Cotruvo J, Exner M, Fricker C, Glasmacher A, editors. *Heterotrophic plate counts and drinking-water safety*. Londres: WHO IWA Publishing; 2003. p. 12-9.
14. Robertson W, Brooks T. The role of HPC in managing the treatment and distribution of drinking water. En: Bartram J, Cotruvo J, Exner M, Fricker C, Glasmacher A, editors. *Heterotrophic plate counts and drinking-water safety*. Londres: WHO IWA Publishing; 2003. p. 137-45.

15. Nystrand R. Official recommendations for quality of fluids in dialysis-the need for standardisation. J Renal Care. 2009;74-81.

16. Lonnemann G. When good water goes bad: how happens, clinical consequences and possible solutions. Blood Purif. 2004;22:124-9.

17. Yamaguchi N, Baba T, Nakagawa S, Saito A, Nasu M. Rapid monitoring of bacteria in dialysis fluids by fluorescent vital staining and microcolony methods. Nephrol Dial Transplant. 2007;22:612-6.

Recibido: 7 de diciembre de 2011.

Aprobado: 31 de enero de 2012.

*María Isabel González González.* Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). Infanta 1 158 e/ Clavel y Llinás. La Habana 10300, Cuba. Teléf.: (53-7) 870-5531-34 ext. 143, Fax (53-7) 863-63-20. Correo electrónico: [isa@inhem.sld.cu](mailto:isa@inhem.sld.cu); [mariaisa@infomed.sld.cu](mailto:mariaisa@infomed.sld.cu)