

ARTÍCULOS ORIGINALES

Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología

Características químicas de las aguas destinadas a la hemodiálisis en hospitales de Cuba

[Dra. Maricel García Melián¹ e Inq. Carmen C. Terry Berro²](#)

RESUMEN

Se evaluó la calidad química de las aguas empleadas en la hemodiálisis en 9 hospitales del país que brindan este servicio a pacientes con insuficiencia renal crónica terminal. En estos hospitales están representados los tipos de aguas y sistemas de tratamiento de éstas más frecuentemente utilizados en el país. Los contaminantes químicos analizados en el agua fueron: aluminio, cloro, cobre, nitratos, zinc, cadmio, plomo, calcio, magnesio, sodio y potasio. Se desarrolló un método para la determinación del aluminio en el agua por espectrofotometría de absorción atómica con atomización electrotérmica. Los resultados se evaluaron tomando como referencia las normas de la Asociación para el Progreso de los Instrumentos Médicos de los Estados Unidos de América (AAMI). De forma general, las aguas de peor calidad empleadas en la hemodiálisis correspondieron a las efluentes de ablandadores.

Descriptores DeCS: CONTAMINANTES QUIMICOS DEL AGUA/efectos adversos; TRATAMIENTO DEL AGUA/método; CALIDAD DEL AGUA; HEMODIALISIS/efectos adversos; INSUFICIENCIA RENAL CRONICA/terapia; ALUMINIO/análisis; CLORO/análisis; CADMIO/análisis; PLOMO/análisis; MAGNESIO/análisis; COBRE/análisis; NITRATOS/análisis; CINC/análisis; CALCIO/análisis; SODIO/análisis; POTASIO/análisis; ESPECTROFOTOMETRIA POR ABSORCION ATOMICA/métodos; CUBA.

El agua utilizada en la hemodiálisis debe tener una buena calidad química para prevenir complicaciones clínicas intradialíticas, fundamentalmente a los pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC) terminal.

Los principales sistemas de tratamiento de aguas para hemodiálisis consisten en: ósmosis inversa, desionizadores y ablandadores. Se necesita, además, un pretratamiento para eliminar partículas, cloro y los materiales orgánicos no iónicos, contaminantes que pueden dañar el sistema de tratamiento.¹

Los hospitales que brindan el servicio de hemodiálisis a pacientes de IRC terminal en Cuba utilizan aguas subterráneas y superficiales que son tratadas con diversos sistemas, entre los que se encuentran con mayor frecuencia los señalados anteriormente.²

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad química de las aguas para hemodiálisis en los hospitales seleccionados.

MÉTODOS

El universo de trabajo estuvo constituido por los hospitales del país que brindan el servicio de hemodiálisis a pacientes con IRC terminal y cuentan con sistemas de tratamiento para las aguas. Para la investigación se seleccionaron, mediante un muestreo a juicio, 9 hospitales, se

tomó en consideración que estuvieran representados los tipos de agua y sistemas de tratamiento más frecuentemente utilizados en el país.

Durante 1 año, que abarcó las épocas de lluvia y sequía, se colectaron para el análisis químico 15 muestras de agua como promedio por hospital, a la entrada y salida del sistema de tratamiento.

La selección de los contaminantes para su análisis se efectuó a partir de los normalizados por la Asociación para el Progreso de los Instrumentos Médicos de los Estados Unidos de América (AAMI).³ Se consideró la abundancia de éstos en el ambiente y el peligro que representan para la salud. Se dividen en 3 grupos:

- Contaminantes que producen efectos adversos comprobados en los pacientes: aluminio, cloro, cobre, nitratos y zinc.
- Agentes tóxicos que pueden estar presentes en el agua de los acueductos: cadmio y plomo.
- Sustancias que pueden causar daños a los pacientes si se encuentran en altas concentraciones: calcio, magnesio, sodio y potasio.

La recolección, la preservación, el almacenamiento y el análisis de las muestras se realizó según lo recomendado para este fin. En el laboratorio se ejecutaron actividades de control interno de la calidad analítica.⁴

Se desarrolló un método para el análisis del aluminio en el agua, que emplea la espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica. Las condiciones instrumentales fueron: longitud de onda, 309,3 nm; paso de banda, 0,2 nm e intensidad de corriente de la lámpara, 8 mA. Como gas de purga se empleó argón con un flujo de $0,5 \times 10^{-2}$ m³/s. Las cubetas de grafito fueron pirolíticas y la corrección de fondo se efectuó con deuterio.

El programa para el horno de grafito, con control de temperatura, se muestra en la tabla 1.

La curva analítica tuvo un comportamiento lineal en el intervalo de 0,01 a 0,03 mg/L, según se comprobó mediante un análisis de varianza.

El límite de detección fue 0,001 mg/L. La precisión expresada como desviación típica relativa fue 0,1 % a un nivel de concentración de aluminio de 0,02 mg/L. El sesgo fue 10,6 %.

Las concentraciones de los contaminantes que se hallaron se compararon con las normas de la AAMI.³ Se calcularon los percentiles de los resultados de aluminio en las aguas efluentes de 6 hospitales.

TABLA 1. Programa para el análisis de aluminio en agua por espectrometría de absorción atómica con atomización electrotérmica

de	Temperatura	Velocidad	
to	(°	Tiempo	calentamien
Fases			

C/s)	Secado	(s)	(°			
Incineración			120		20	5
500		20	1	50		
500		3	2 000	Atomización*		2
700		5	2 000	Limpieza		2

* En esta fase se interrumpió el flujo del gas de purga.

RESULTADOS

En las aguas afluentes a los sistemas de tratamiento, de forma general, se transgredieron las normas de algunos contaminantes químicos, tales como: aluminio, cloro, nitratos, zinc, cadmio, plomo, calcio, magnesio y sodio.

Los resultados de los análisis de las aguas efluentes fueron los siguientes:

- Valores elevados de aluminio (tabla 2) y sodio en aguas efluentes de ablandadores.
- Transgresión de la norma de aluminio en aguas efluentes de equipos de ósmosis inversa y desionización (tabla 2).
- Valores superiores a la norma de calcio en las aguas tratadas de todos los hospitales.
- Transgresiones eventuales de la norma de cobre, nitratos, zinc, cadmio, plomo, magnesio y potasio, en todos los hospitales.
- No se observaron concentraciones de cloro en las aguas, superiores a la norma.

TABLA 2. Resultados de aluminio en las aguas efluentes según los sistemas de tratamiento

) Sistema de tratamiento	Percentiles			(P)	(mg/L)
	P25	P50	P75		
inversa	0,009	0,021	0,129	Ósmosis	
nizador	0,015	0,024	0,075	Desio	
landador	0,111	0,258	0,327	Ab	

Norma de la Asociación para el Progreso de los Instrumentos Médicos, EE.UU.: 0,01 mg/L.

DISCUSIÓN

Las concentraciones de los contaminantes que se hallaron en las aguas afluentes a los sistemas de tratamiento en los hospitales estudiados pudieran provocar efectos agudos y crónicos en los pacientes, de ahí la importancia de que sean reducidas por los tratamientos empleados.

Los principales problemas detectados en las aguas efluentes pueden dividirse en 2 grupos. El primero agrupa a los problemas atribuibles a la selección, diseño e instalación del sistema de tratamiento, específicamente en el caso de los ablandadores. Las aguas efluentes de éstos fueron las de peor calidad. Resulta conveniente, por tanto, proceder a la sustitución de los ablandadores en los hospitales que los utilizan, por un sistema de tratamiento que permita la desmineralización del agua.

El otro grupo abarca los problemas atribuibles a la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento, por lo cual es necesario perfeccionar los procedimientos que con este fin se desarrollan en los hospitales del país con servicios de hemodiálisis.

Se puede concluir que:

1. Los contaminantes químicos que se necesita remover de las aguas afluentes a los sistemas de tratamiento son: aluminio, cloro, nitratos, zinc, cadmio, plomo, calcio, magnesio y sodio.
2. Los contaminantes químicos detectados con mayor frecuencia en las aguas efluentes de los sistemas de tratamiento en concentraciones superiores a las normalizadas fueron: aluminio, calcio y sodio.
3. De forma general, las aguas efluentes de peor calidad correspondieron a las de los ablandadores.

SUMMARY

The chemical quality of water employed for hemodialysis in 9 hospitals of the country which render this service to patients presenting with end chronic renal failure was assessed. The types of water and the most frequently used systems of water treatment in the country are represented in these hospitals. The chemical pollutants analyzed in the water were: aluminium, chlorine, copper, nitrates, zinc, calcium, lead, magnesium, sodium, and potassium. A method for the determination of aluminium in water was developed by atomic absorption spectrophotometry with electrothermic atomization. Results were assessed taking as reference the standards from the Association for the Progress of Medical Instruments of the United States of America (AAMI). Overall, waters having the worst quality and employed for hemodialysis were found to be the ones corresponding to effluents of softenings.

Subject headings: WATER POLLUTANS, CHEMICAL/adverse effects; WATER TREATMENT/methods; WATER QUALITY; HEMODIALYSIS/adverse effects; KIDNEY FAILURE, CHRONIC/therapy; ALUMINIUM/analysis; CHLORINE/analysis; CADMIUM/analysis; LEAD/analysis; MAGNESIUM/analysis; COPPER/analysis; NITRATES/analysis; ZINC/analysis; CALCIUM/analysis; SODIUM/analysis; POTASSIUM/analysis; SPECTROPHOTOMETRY ATOMIC ABSORPTION/methods; CUBA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Terry CC, García Melián M, Torres T, Castanedo I, Pérez Oliva J. Evaluación de la calidad de aguas destinadas a hemodiálisis en hospitales de La Habana. En: AIDIS. Memorias del XXIII Congreso Internacional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. 22 al 28 de noviembre de 1992, La Habana. La Habana: AIDIS, 1992;vol.1:528-36.
2. Terry CC. Factores a considerar en el tratamiento de las aguas para hemodiálisis en Cuba. En: Memorias del II Congreso AIDIS de Norteamérica y el Caribe. 5 al 9 de junio de 1995, Santiago de Cuba. Santiago de Cuba: AIDIS, 1995;vol.1:115-26.
3. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. American National Standards for Hemodialysis Systems. Arlington: AAMI, 1982:1-3.
4. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18 ed. Washington: APHA, 1992:1-4.

Recibido: 29 de enero de 1996. Aprobado: 17 de febrero de 1997.

Dra. *Maricel García Melián*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Infanta No. 1158 entre Llinás y Clavel, Centro Habana, Ciudad de La Habana 10300, Cuba.

¹ Doctora en Ciencias Químicas. Investigadora Titular. Jefa del Departamento de Química y Toxicología.

² Ingeniera Hidráulica. Especialista en Ingeniería Sanitaria.