

ARTICULO ORIGINAL

Calidad de agua para hemodiálisis utilizada en un Hospital de Asunción, Paraguay

Water quality hemodialysis used in Hospital of Asunción, Paraguay

***Ojeda M, N.G.¹; Fretes, S.²**

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. Paraguay

²Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Asunción. Paraguay

Realizado en el Laboratorio Eco Natura: Díaz Gill, Laboratorio de agua de la Facultad de Ciencias Químicas y el CEMIT de la Universidad Nacional de Asunción. Paraguay

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la calidad del agua usada en el proceso de hemodiálisis, utilizada en un hospital de la ciudad de Asunción para pacientes que presentan problemas de insuficiencia renal. Para el logro de este cometido fue necesario tomar las muestras necesarias por un período de tiempo determinado, analizarlas y buscar las consideraciones generales de purificación sujetas a normas internacionales y del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social en nuestro país. Las muestras analizadas cumplen con los requisitos de calidad establecida por las normativas vigentes.

Palabras clave: Calidad, Hemodiálisis, Agua.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the quality of water used in the hemodialysis process used in a hospital in the city of Asuncion for patients with renal insufficiency problems. To achieve this goal it was necessary to take the necessary samples for a period of time analyzed the general considerations seek purification subject to international standards and the Ministry of Public Health and Social Welfare in our country. The analyzed samples meet the quality requirements set by the regulations.

Keywords: Quality, Hemodialysis, Water.

INTRODUCCIÓN

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 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. Las principales causas de muerte de los pacientes dializados se deben a los accesos

***Autor Correspondiente: Sonia Lorena Fretes Lopez.** Facultad de Ciencias Químicas, UNA, Paraguay

E-mail: soniafretescom@yahoo.com.ar.

Fecha de recepción: setiembre 2016; Fecha de aceptación: octubre 2016.

vasculares y a la deficiente calidad del agua, lo cual demuestra que las infecciones constituyen el segundo motivo de muerte. Además, las endotoxinas derivadas de los gérmenes Gram negativos pueden atravesar la membrana de diálisis y producir efectos adversos a la salud. Las unidades de hemodiálisis están sujetas a normas de funcionamiento en cuanto a la calidad del agua y al líquido de diálisis. Estas normas varían de un país a otro y están evolucionando en el sentido de exigir más calidad en el agua utilizada para diálisis (Sarceño Zepeda, 2007).

Las enfermedades renales crónicas afectan a cerca del 10% de la población mundial. Actualmente en Paraguay, unas 1300 personas con insuficiencia renal son sometidas a procedimientos de diálisis para seguir viviendo, debido a que los riñones no funcionan. El 69% de estos pacientes son cubiertos por el Ministerio de Salud Pública. El resto es absorbido por la seguridad social, la Sanidad Policial y Militar (Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, 2016).

La seguridad del tratamiento de diálisis tiene como uno de sus determinantes la calidad de agua empleada en el proceso de diálisis (Resolución N° 534, 2007).

Las diversas etapas del tratamiento de agua deben ser realizadas en sistemas especificados y dimensionales de acuerdo con el volumen y las características del agua que abastece las salas de diálisis (Resolución N° 534, 2007).

El agua utilizada en la preparación de la solución para diálisis en los servicios de nefrología, debe tener su calidad garantizada en todas las etapas de su tratamiento mediante el monitoreo de los parámetros microbiológicos y físico químicos, así como, de los propios procedimientos del tratamiento (Resolución N° 534, 2007).

El objetivo del estudio fue evaluar la calidad del agua usada en el proceso de hemodiálisis, utilizada en un hospital de la ciudad de Asunción para pacientes que presentan problemas de insuficiencia renal, conforme a un patrón de calidad de agua establecido por el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social de Paraguay y normas internacionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado para el estudio, fue agua para hemodiálisis producida por ósmosis inversa (OI), utilizada en un Hospital privado de la ciudad de Asunción.

Las muestras fueron tomadas en frascos de plásticos de 500mL y 1000mL estériles, muestreados cada semana para los análisis físicos, químicos y microbiológicos. Los compendios oficiales como la USP 38, y la Resolución S.G. N° 534 Terapia Renal de la Legislación de Establecimientos de Salud y Afines, proporcionan un listado de pruebas bacterianas y químicas del agua para dicho fin, para ajustar los parámetros a niveles aceptables de calidad para el agua de hemodiálisis. Semanalmente, se verificaron las características físicas y organolépticas, como color aparente, turbidez, olor, pH y conductividad, utilizando para estos dos últimos parámetros un pH metro PC 510 OAKTON en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ciencias Químicas.

Al agua en dicho Hospital, por OI se reduce la concentración de sólidos totales disueltos, incluyendo una variedad de iones, metales y partículas muy pequeñas en suspensión. La OI también remueve contaminantes orgánicos, algunos detergentes y pesticidas específicos entre otros.

Estos compuestos podrían o no estar presentes en el agua que llega de la red pública, la cual es utilizada para la producción de agua para hemodiálisis por OI. La capacidad de retención de cada compuesto depende del tipo de membrana usada en el equipo y las condiciones de uso.

El método utilizado para las determinaciones químicas fueron por Espectrometría de absorción atómica para sodio, potasio, cloro, cromo, cadmio, cobre y zinc; método titulométrico con EDTA para calcio, método basado en cálculo para magnesio, método turbidimétrico para sulfato, método colorimétrico Megregian-Meier para fluoruro y el método colorimétrico de sulfato de brucina para la determinación de nitrato, los cuales fueron realizadas en el Laboratorio de Agua de la Facultad de Ciencias Químicas.

MUESTREO

Los frascos utilizados para el análisis, fueron enjuagados de 2 a 3 veces de manera consecutiva con las muestras de agua a ser analizadas, cerrados herméticamente con tapa y contratapa, identificados correctamente cada envase.

Para el análisis bacteriológico se utilizaron frascos de plástico estériles identificados correctamente, utilizando guantes nuevos para cada toma de muestra, los frascos fueron enjuagados 3 veces de manera consecutiva con la muestra de agua a ser analizada, tomadas del grifo de salida que corresponde al tanque reservorio del agua tratada de la semana correspondiente, luego fueron cerrados herméticamente con tapa y contratapa. El recuento microbiano y endotoxinas bacterianas fueron realizadas en los Laboratorios Eco Natura: Díaz Gill y CEMIT (Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas).

Las muestras fueron transportadas con material aislante, refrigerados en hielo y al abrigo de la luz hasta el laboratorio donde fueron analizados.

En la Tabla 1 se presentan las concentraciones máximas permitidas y la frecuencia con que deben realizarse cada determinación.

Tabla 1. Frecuencia para el análisis de agua para hemodiálisis

Elemento o Compuesto	Concentración máxima permitida (mg/L)	Frecuencia de Análisis
Contaminantes con toxicidad documentada en hemodiálisis		
Cobre	0,1	Semestral
Fluoruro	0,2	Semestral
Plomo	0,005	Semestral
Nitrato	2	Semestral
Sulfato	100	Semestral
Zinc	0,1	Semestral
Aluminio	0,01	Semestral
Cloramina	0,1	Semestral
Cloro	0,5	Semestral
Contaminantes incluidos normalmente en soluciones de diálisis		
Calcio	2	Semestral
Magnesio	4	Semestral
Potasio	8	Semestral
Sodio	70	Semestral
Otros Contaminantes		
Cadmio	0,001	Semestral
Cromo	0,014	Semestral
Arsénico	0,005	Semestral
Bario	0,1	Semestral
Mercurio	0,0002	Semestral
Selenio	0,09	Semestral
Plata	0,005	Semestral
Recuento Microbiano	200 UFC/mL	Mensual
Endotoxinas	1 mg/mL	Mensual

USP 38. 33ª ed., 2015 y Resolución N° 534, 2007. Fuente: elaboración propia, 2016.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio fue realizado durante cuatro semanas en forma consecutiva, realizándose los ensayos físicos y químicos durante estas cuatro semanas y el control microbiológico entre la 2 y 3 semana.

Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Ensayos físicos, químicos y microbiológicos en agua de hemodiálisis

ENSAYOS FÍSICOS						
Ensayos	Especificaciones USP 38	Especificaciones MSP y BS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Turbidez	Ausente	Ausente	✓	✓	✓	✓
Color aparente	Ausente	Ausente	✓	✓	✓	✓
pH	5,0 – 7,0	-	6,45 (a 16°C)	5,95 (a 16°C)	6,60 (a 16°C)	6,60 (a 16°C)
Conductividad	<2 µS	-	14,4µS (a 15°C)	13,3µS (a 15°C)	12,7µS (a 15°C)	13,8µS (a 15°C)
ENSAYOS QUÍMICOS						
Elemento o Compuesto	Especificaciones USP 38 Concentración máxima permitida (mg/L)	Especificaciones MSP y BS Concentración máxima permitida (mg/L)	Semana 1 (mg/L)	Semana 2 (mg/L)	Semana 3 (mg/L)	Semana 4 (mg/L)
<i>Contaminantes con toxicidad documentada en hemodiálisis</i>						
Cobre	0,1	0,1	<0,030	<0,010	<0,010	<0,010
Fluoruro	0,2	0,2	0,11	0,19	0,21	0,21
Plomo	0,005	0,005	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrato	2	2	0,12	0,13	0,12	<0,005
Sulfato	100	100	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Zinc	0,1	0,1	<0,20	0,068	<0,020	0,018
<i>Contaminantes incluidos normalmente en soluciones de diálisis</i>						
Calcio	2	2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Magnesio	4	4	0,80	1,00	0,81	0,72
Potasio	8	8	0,59	0,65	0,54	0,58
Sodio	70	70	2,07	2,24	1,92	2,89
<i>Otros Contaminantes</i>						
Cadmio	0,001	0,001	0,003	<0,001	<0,001	<0,001
Cromo	0,014	0,014	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Ensayos	Especificaciones USP 38 Concentración máxima permitida	Especificaciones MSP y BS Concentración máxima permitida	Resultados			
Endotoxinas	1 mg/mL	1 mg/mL	<1mg/mL			
Recuento de microorganismos aerobios	100UFC/mL	200 UFC/mL	7UFC/mL			

Fuente: elaboración propia, 2016

Los resultados de esta investigación en cuanto a los ensayos físicos realizados en las muestras de agua tratada para uso en hemodiálisis, en las semanas 1, 2, 3 y 4, no se pudo visualizar por observación directa ninguna turbidez en las mismas luego de las tomas de muestras, lo que nos indica bajos valores de partículas, ya sea de minerales o coloides que son los que generalmente producen la turbidez del agua; tampoco se pudo observar contra un fondo oscuro, la presencia de algún color aparente.

El pH de las distintas muestras se encontró en un intervalo de 5,0-7,0; todas fueron medidas a una temperatura de 16°C, por lo que cumplen con las especificaciones de la USP 38. El pH es uno de los parámetros de cuidado, un valor por encima de lo especificado podría causar coagulación sanguínea, náuseas y vómitos en el paciente (Pérez & Rodríguez, 2010).

Los valores de conductividad obtenidos fueron elevados con respecto a lo requerido, a mayor conductividad existe mayor concentración de electrolitos por ende menor concentración de "agua libre", por lo cual, a pesar de que la

conductividad no es un factor crítico, es muy importante controlarlo diariamente o a lo sumo, en forma semanal, además de mantenerlo a niveles bajos debido a que mejora la tolerancia por parte del paciente; ocasiona un menor porcentaje de hipotensión y menos complicaciones tales como náuseas o vómitos durante la sesión de hemodiálisis (Pérez & Rodríguez, 2010).

La calidad del agua con el cual son alimentadas las máquinas de hemodiálisis es importante para que sean mínimas las reacciones secundarias de dicho tratamiento en el paciente y pueda llevar una vida normal cuando se encuentre desconectado de la máquina. Una mala calidad del agua, puede acelerar el padecimiento de un paciente con insuficiencia renal que es tratado con el mismo, ya que ésta puede contribuir a la aparición de un infarto, derrame cerebral y otras complicaciones en su salud, por lo que tener controlados los parámetros se hace necesario por el bien del paciente tratado (Sarceño Zepeda, 2007).

En los ensayos químicos realizados, los contaminantes con toxicidad documentada en hemodiálisis, como el cobre, fluoruro, nitrato, sulfato y zinc, resultaron ser menor a la concentración máxima permitida por especificaciones de la USP 38 y del M.S.P. y B.S., excepto los valores de plomo, el cual su presencia podría deberse a restos de desinfectantes o desechos industriales que provienen del agua de red y que no han sido totalmente eliminados durante el tratamiento. Para evitar su existencia, lo recomendable sería, comprobar el funcionamiento del ciclo de lavado del pre filtro y filtro si son lavables y realizar los cambios necesarios, el control debería ser mensual, comprobar en el equipo de ósmosis el funcionamiento de lavados automáticos de las membranas, elementos de control y protección, realizar desinfección de la membrana de acuerdo a las especificaciones del fabricante, respetar caudales y presiones indicadas por el mismo, realizar un control diario de la intensidad luminosa de la lámpara UV y en cuanto a la red de distribución, fijar un calendario de desinfecciones en función de las características y longitud de la red, calidad de agua producida, tipo de desinfección (térmica, química)(Sarceño Zepeda, 2007).

Debe registrarse cada desinfección y los motivos (protocolo o por contaminación), de esta manera no solo se evitaría la presencia de plomo en el agua tratada, si no de cualquier otro elemento que puede resultar perjudicial para el paciente renal.

Los contaminantes incluidos normalmente en soluciones de diálisis como, calcio, magnesio, potasio y sodio, se encuentran dentro de los requisitos especificados. Y otros contaminantes como cadmio, que en la muestra de la primera semana resultó fuera de rango pudiéndose deber a la presencia de algún desinfectante utilizado para el tratamiento antes de la toma de muestra, en las siguientes semanas, todos los valores se encontraron dentro de las especificaciones permitidas.

Según estudios realizados sobre la calidad microbiológica del agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología realizada en los años 2004-2005,(Gómez, González, Chiroles & García, 2006), estos resultados realizados en este Hospital, 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 ensayo de Endotoxina Bacteriana, es ideal realizarlo en el agua tratada, en las tomas de las máquinas y en el líquido de diálisis predializador, con la misma pauta indicada para bacteriología (Sarceño Zepeda, 2007).

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, por lo cual es aconsejable las determinaciones una vez por mes (Gómez, González, Chiroles & García, 2006).

Se recomienda, que en la planta de tratamiento del sistema de distribución del agua tratada debe tener un *resistivímetro/conductivímetro* de lectura continua, lo ideal, conectado a una alarma que se active cuando la resistividad del agua caiga por debajo de un límite preestablecido. Estos aparatos miden en general, la conductividad (en $\mu\text{S}/\text{cm}$) y su lectura debe estar corregida para la temperatura del agua (Sarceño Zepeda, 2007).

Los filtros, precisan de lavados periódicos, que es conveniente realizar, preferiblemente de forma automática, con una periodicidad fijada en función del flujo y la calidad del agua de la red. Su aspecto externo y la caída de la presión deberán ser también aspectos que controlar y así, una caída de más de $0,5\text{-}1\text{ kg}/\text{cm}^2$ indicaría la necesidad de un recambio (Sarceño Zepeda, 2007).

Las resinas intercambiadoras de iones (descalcificadores y desionizadores) deben controlarse midiendo la dureza, niveles de calcio, el pH y la conductividad del agua tratada. La regeneración debe ser automática en función de los resultados. Precisan de un control diario.

Los sistemas germicidas necesitan de una revisión periódica de lámparas de radiación ultravioleta. Debe medirse la radiación y controlar el tiempo de funcionamiento (Sarceño Zepeda, 2007).

CONCLUSIONES

En cuanto a los ensayos microbiológicos, la determinación de recuento de microorganismos aerobios, de acuerdo y en base al resultado hallado, cumple con los requisitos de calidad bacteriológica establecida por las normativas dictadas por la USP 38 y las del M.S.P y B.S.

La prueba de Endotoxinas bacterianas resultó con 1 unidad menor de endotoxina por mililitro, por lo que la muestra cumple con los requisitos establecidos tanto por la USP 38 y el M.S.P. y B.S.

Los resultados fisicoquímicos de los contaminantes con toxicidad documentada en hemodiálisis, como el cobre, fluoruro, nitrato, sulfato y zinc, cumplen con las especificaciones de la USP 38 y del M.S.P. y B.S., excepto los valores de plomo y la conductividad del agua, el cual fueron elevados con respecto a las especificaciones vigentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González González, M. I., Gómez D' Angelo Y. T., García Crucet C, Chiroles Rubalcaba S. (2006). Calidad microbiológica del agua utilizada en la Unidad de Hemodiálisis del Instituto de Nefrología. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223214849003>
- Pérez García, R. & Rodríguez Benítez, P. (2010). Tratamiento del Agua para Hemodiálisis. Nefrología al día. Disponible en: <http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-tratamiento-del-agua-hemodialisis-XX342164212000254>.
- Resolución S. G. N° 534/07. Legislación de Establecimientos de Salud y Afines; Nefrología, Asunción, Paraguay, 14 de agosto de 2007.
- Sarceño Zepeda, E. (2007). Evaluación del sistema que alimenta Agua tratada a las máquinas de hemodiálisis donde son conectados los pacientes del Centro Médico Militar que padecen insuficiencia renal (tesis). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0121_MT.pdf
- USP 38. 33ª ed. (2015). Farmacopea de los Estados Unidos. Estados Unidos: United libro Press, Inc., Baltimore, MD.