

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.**

**CENTRO PROVINCIAL DE HIGIENE EPIDEMIOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA.  
LABORATORIO DE QUÍMICA. BAYAMO. GRANMA.**

**Calidad sanitaria del agua para hemodiálisis en el Hospital Carlos Manuel de  
Céspedes de Bayamo.**

**Health quality of water for hemodialysis at Carlos Manuel de Céspedes  
hospital in Bayamo.**

*Esther María Pedreira Fonseca<sup>i</sup>; Isabel Calderius Espinosa<sup>ii</sup>.*

**Resumen.**

La hemodiálisis es una modalidad de terapia sustitutiva de la función renal. Se realiza con una máquina conocida como riñón artificial; para lograrlo es necesario e importante el empleo del líquido de diálisis ultra puro, preparado a partir de agua altamente purificada, para obtener la misma, es necesario un sistema de tratamiento para remover los contaminantes químicos y microbiológicos que pueden estar presentes en el agua potable, los que al pasar al torrente sanguíneo del paciente pueden producir reacciones adversas en forma aguda a corto o a largo plazo. Este trabajo tiene como objetivos evaluar los resultados de los análisis Físico-Químico y Microbiológico al agua de la planta de ósmosis inversa, empleada para preparar el líquido de diálisis, procedente del Hospital Provincial Carlos Manuel de Céspedes de Bayamo, Granma, en el período enero-diciembre 2009, para ello se analizaron 12 y 24 muestras en el laboratorio de química y microbiología respectivamente, en el CPHEM de Bayamo, Granma. Determinándose los siguientes parámetros químicos: pH, conductividad eléctrica, dureza total, cloro libre, cloro total, nitratos y sulfatos, utilizando los métodos referidos en el estándar de agua de 1985. Para realizar el estudio de los indicadores microbiológicos, conteo total de heterótrofos se empleó la "Técnica del spread plate" y *Pseudomona aeruginosa* según la técnica del número más probable (NMP). Con relación al pH, el 58.33% de las muestras investigadas se encontraron por debajo de los valores que reporta la norma. En cuanto a la Dureza Total, el 66.66% resultó por encima de las cifras permisibles. El 100% de las muestras que se le determinaron conductividad eléctrica están por encima de la norma. En las muestras analizadas no se detectó cloro libre ni cloro residual total, tampoco sulfatos y nitratos. No hubo presencia en los indicadores microbiológicos: Unidades Formadoras de Colonias y *Pseudomona*. Se evidenció que el agua empleada presentó índices de buena calidad microbiológica. Se detectaron algunos parámetros físico-químicos (pH, dureza total y conductividad) con valores fuera de las normas establecidas.

## ***Descriptores DeCS: DIÁLISIS RENAL; CALIDAD DEL AGUA.***

### **Abstract.**

Hemodialysis is a therapy modality that substitutes the renal function. It is developed with a machine known as artificial kidney, to obtain it, it is necessary and important the ultra-pure dialysis liquid, prepared with highly purified water. To get this water it is necessary a treatment system to remove the chemical and microbiological contaminants that may be present in the drinking water, because at the time of passing through the bloodstream of the patients, these contaminants may produce acute adverse reactions at short and long terms. The objective of this work is to evaluate the results of the Physical- Chemical and Microbiological analysis of the reverse osmosis water plant, used to prepare the dialysis liquid from Carlos Manuel de Céspedes Province Hospital in Bayamo, Granma during the period January –December, 2009. For this purpose there were analysed 12 and 24 samples in the chemistry and microbiology laboratory in the CPHEM from Bayamo, Granma. The following chemical patterns were determined: ph, electric conductivity, total hardness, chlorine, nitrates and sulphates, using the referred methods in the water standard of 1985. To perform the research of the microbiological patterns and total heterotrophos count there was applied the Spread plate and Pseudomona techniques according to the technique of the most appropriated number. According to the ph, the 58.33% of the researched samples were under the required values. According to the total hardness, the 66.66% was over the admitted numbers. The 100% of the samples with electric conductivity are over the established pattern. In the analyzed samples the chlorine, sulfates and nitrates were not detected. The microbiological indicators like colonies formation units and pseudomonas, were not present. It was evidenced that the water contained a high microbiological quality index. There were spotted some physical – chemical patterns (ph, total hardness and conductivity) with values out of the established rules.

### **KEY WORKS: RENAL DIÁLISIS; WATER QUALITY**

### **Introducción.**

Desde el triunfo de la Revolución, el tratamiento de hemodiálisis a pacientes con insuficiencia renal crónica se ha venido desarrollando e incrementando paulatinamente en todo el país. La Unidad Nacional de Salud Ambiental (UNSA) en coordinación con el Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología (INHEM), ejecutan un plan para la organización de un sistema de vigilancia de la calidad sanitaria del agua en las unidades de hemodiálisis de todos los hospitales del país que brindan este servicio, debido a los problemas de contaminaciones cada vez mas frecuentes que se vienen presentando, que afectan la calidad del servicio y amenazan la vida de los pacientes sometidos a estos tratamientos.

El agua es determinante en la calidad de la hemodiálisis, ya que la sangre del paciente en tratamiento, se pone en contacto con esta a través de una membrana, es tratada previamente para remover los contaminantes químicos y microbiológicos, que puedan estar presentes en el agua potable, evitando que pasen estos elementos indeseables al torrente sanguíneo del paciente, y produzcan reacciones adversas que lo afecten a corto o largo plazo. La sangre de un paciente con este tratamiento, está en contacto con 20 000 a 25 000 litros de agua por año a través de una membrana. Una de las funciones del agua es en el empleo como líquido de diálisis, también se utiliza en el reprocesamiento de dializadores.

La asociación para el desarrollo de instrumentos médicos (AAMI) ha identificado un grupo de contaminantes químicos y microbiológicos que no deben estar presentes en las aguas para hemodiálisis por encima de concentraciones específicas para cada uno de estos, ya que pueden producir efectos adversos a la salud. El pH del agua osmotizada debe ser superior a 6,8, si se encuentra en cifras menores puede ocasionar coagulación sanguínea, náuseas y vómitos. Las sales en exceso son causantes del Síndrome de Agua Dura, provocan: náuseas, vómitos, enrojecimiento ocular, fluctuaciones en la tensión arterial y debilidad muscular. El cloro puede provocar anemia hemolítica. N – Nitrato puede provocar hemólisis, también metahemoglobinemia, con cianosis, náuseas, vómitos e hipotensión. Los sulfatos producen náuseas, vómitos y acidosis metabólica (exceso de ácidos en la sangre) y la contaminación microbiológica a corto plazo provoca fiebre, escalofríos, náuseas y vómitos, hipotensión, sepsis hematológica, muerte y a largo plazo inflamación crónica.

El número de pacientes con enfermedad renal final tratada por hemodiálisis de mantenimiento ha aumentado rápidamente durante los últimos 30 años. En Cuba más de 2500 personas necesitan del tratamiento de hemodiálisis por padecer la enfermedad. El tratamiento de hemodiálisis a los pacientes que lo necesitan es un procedimiento sensible, que el Estado Cubano asume totalmente. Implica cuantiosos gastos en recursos que generalmente son importados, aún con los problemas económicos mundiales existentes. El costo anual se estima entre 9 000 y 11 000 dólares por paciente.

En la provincia Granma hay dos Unidades de Hemodiálisis, ubicadas en los Hospitales Provinciales Celia Sánchez Manduley de Manzanillo y Carlos Manuel de Céspedes de Bayamo. El agua empleada para estos fines es analizada en los laboratorios de higiene y microbiología del CMHEM y CPHEM respectivamente

Motivados por todo lo anteriormente planteado y la importancia que reviste garantizar la vida y la salud de los pacientes aquejados de insuficiencia renal crónica, nos trazamos el objetivo de evaluar la calidad sanitaria del agua de ósmosis inversa utilizada para preparar el líquido de diálisis en la sala de hemodiálisis del Hospital Provincial Carlos

Manuel de Céspedes de Bayamo, en el Centro Provincial de Higiene Epidemiología y Microbiología de Bayamo en la provincia Granma.

### **Objetivos.**

Evaluar los resultados de los análisis Físico-Químico y Microbiológico al agua de la planta de ósmosis inversa, empleada para preparar el líquido de diálisis, procedente de la sala de hemodiálisis del Hospital Provincial Carlos Manuel de Céspedes de Bayamo. Granma, en el período enero- diciembre 2009.

Realizar los análisis químicos de dureza total, conductividad eléctrica, pH, cloro residual total, cloro libre disponible, nitratos y sulfatos.

Determinar los análisis microbiológicos de Pseudomona A. y Unidades Formadoras de Colonia.

### **Material y Método.**

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo en el Laboratorio de Química y Microbiología del CPHEM de Bayamo, Granma, para evaluar la calidad del agua de ósmosis inversa (agua potable procesada mediante el uso de dispositivos de tratamiento), empleada para preparar el líquido de diálisis en la sala de hemodiálisis del Hospital Provincial Carlos Manuel de Céspedes de Bayamo en el período comprendido enero-diciembre 2009.

Los parámetros estudiados se analizaron de la siguiente manera:

Físico-Químicos (Mensual): pH, conductividad, dureza total, cloro total, cloro libre, nitratos y sulfatos, empleando los Métodos del Estándar de Agua de 1985.

Microbiológicos (Quincenal): Determinación del número de colonias formadas por los microorganismos por unidad de volumen (recuentos microbianos=unidades formadoras de colonias UFC, aplicando la "Técnica del spread plate") y Pseudomona aeruginosa, según la técnica del número más probable (NMP)

Se aplicó el cálculo del porcentaje expresándose en la tabla No.1

Los resultados obtenidos se compararon con los parámetros establecidos del agua para hemodiálisis:

Parámetros	Salida de la ósmosis inversa
Cloro libre (mg/L)	< 0,5
Cloro total (mg/L)	< 0,1
Dureza total (mg/L)	< 21,5

expresada como  
CO<sub>3</sub>Ca  
Conductividad ≤ 10  
eléctrica  
(μS/cm.)  
Nitrate (mg/L) < 2  
expresado como N  
Sulfato (mg/L) 100  
pH > 6,8

Conteo total de  
heterótrofos < 1  
(UFC/mL)

***Pseudomona***  
***aeruginosa*** < 2  
(NMP/100 mL)

## Resultados.

Se analizaron en el Laboratorio del Centro Provincial de Higiene, Epidemiología y Microbiología, de Bayamo, un total de 36 muestras (12 físico- químicos y 24 de microbiología) de agua de ósmosis inversa (agua potable procesada mediante el uso de dispositivos de tratamiento), empleada para preparar el líquido de diálisis en la sala de hemodiálisis del Hospital Provincial Carlos Manuel de Céspedes, en el período de enero-diciembre 2009. Los análisis físico- químicos y microbiológicos realizados fueron: Físicos-químicos (mensual): pH, conductividad eléctrica, Dureza total, cloro libre y total, nitratos y sulfatos. Microbiológicos (quincenal): Unidades formadoras de colonia y *Pseudomona*.

Se aprecia en la tabla No.1 el comportamiento de los Parámetros Físico-Químicos y Microbiológicos determinados. Analizamos con relación al pH, que el 58.33% de las

muestras investigadas se encuentran por debajo de los valores que reporta la norma. En cuanto a la conductividad eléctrica el 100% resultó por encima de las cifras permisibles. El 66.66% de las muestras que se le determinó la Dureza Total están por encima de la norma. A ninguna de las muestras analizadas se les detectó cloro total ni cloro libre, por lo que el 100% están dentro de los parámetros establecidos. En los análisis realizados no se detectó sulfatos y nitratos, lo que indica que están dentro de los límites permitidos. En las 24 muestras analizadas no se detectó Unidades Formadoras de Colonias ni Pseudomona.

**Tabla No1. Comportamiento de los valores obtenidos en las determinaciones realizadas al compararlos con las normas establecidas.**

<b>Parámetros Físicos Químicos:</b>	<b>No de Muestras analizadas</b>	<b>Muestras fuera de norma</b>	<b>% Fuera de norma</b>
pH	12	7	58.33
Conductividad Eléctrica $\mu\text{s/cm}$	12	12	100
Dureza Total mg/l	12	8	66.66
Cloro Total mg/l	12	0	0
Cloro Libre mg/l	12	0	0
Nitratos mg/l	12	0	0
Sulfatos mg/l	12	0	0
<b>Parámetros Microbiológicos:</b>			
Conteo total de heterótrofos (UFC/mL)	24	0	0
Pseudomona <i>aeruginosa</i> (NMP/100 mL)	24	0	0

**Conclusiones.**

Para asegurar la salud y la vida de los pacientes que son hemodializados es necesario eliminar los riesgos asociados al agua utilizada para preparar el líquido de diálisis. La calidad del agua es fundamental para la hemocompatibilidad de la diálisis. En nuestra investigación se evidenció que el agua empleada presentó índices de buena calidad microbiológica; pero algunos parámetros físicos- químicos estuvieron con valores fuera de las normas establecidas para cada uno de ellos, como son: pH, conductividad y dureza total.

### **Bibliografía.**

1. Favero M S, Petersen N J, Boyer K M, Carson La, Bond W W: Microbial contamination of health risk. *Trans Am Soc Artif Organs* 20:175-183, 1974.
2. Kechaviah P, Luehmann D: The importance of Water treatment in haemodialysis and haemofiltracion. *Proc Eur Dial Transplant Assoc* 21:111, 1984.
3. Greenberg A E, APHA, Rhodes R, AWWA, Clesceri L S, WPCF: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 16 Edition, 1985.
4. Bommer J, Ritz E: Water Quality A neglected problem in Hemodialysis. *Nepron* 46: 1-6, 1987.
5. Arduino M J, Bland L A, Favero M S: Adverse Patient reactions due to chemical contamination of hemodialysis fluids. *Dial / Transplant* 18(12): 655-658, 1989.
6. Hasokawa S, Oyamaguchi A, Yoshida O: Trace elements and Complications in patients undergoing chronic hemodialysis. *Nephron* 55(4): 375-379, 1990.
7. AAMI Standards and recommended practices, Arlington, Virginia, published by the Association for the Advancement of medical Instrumentation, vol 3: Dialysis, 1993.
8. The Scientific committee of the Japan Society of Dialysis Medicine Subcommittee for the study of water Quality and Pyrogen Filter Evaluation Standars: a report on the development of dialysate safety standards, January, 1995.
9. Ismail N, Becker B N, Hakim R M: Water treatment for hemodialysis. *Am J Nephrol* 16: 60-72,1996.
10. European Pharmacopocia: *Haemodialysis Solutions, concentrated, water for diluting*, 1997.
11. Swedish Pharmacopeia: *Lakemedelsstandard for Finland och Sverige: Preparation and Handling of solutions for haemodialysis*, 1997.
12. Dras. Cs. e Investigadores Titulares González González M I, García Melian M, Lic. Chiroles Rubalcaba S: *Sistema de vigilancia de la calidad del agua físico químico*

- y microbiológico al agua de la planta de Hemodiálisis. INHEM. Ciudad de la Habana, 2008.
13. Dra.Cs. García Melián M: Caracterización ambiental de las plantas de tratamiento de aguas para hemodiálisis Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Unidad Nacional de Salud Ambiental, 2008.
  14. Especialista UNAS, Lic. Lorenzo Reyes M: Vigilancia de la calidad del agua para la mejoría de los servicios de Hemodiálisis. MINSAP. La Habana, 2008.
  15. Instituto Nacional de Higiene Epidemiología y Microbiología. Importancia del agua en la Hemodiálisis, 2008.
  16. Viceministerio de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Unidad Nacional de Salud Ambiental (UNSA). Resultados de visitas a diez plantas de tratamiento de aguas para hemodiálisis, 2008.
  17. Tratamiento de Agua. Trabajos realizados en función de los 18 aspectos planteados por el Departamento de Salud Ambiental, INHEM, 2008.
  18. Lic Hidalgo R: Recomendaciones para garantizar la calidad del agua en las Unidades de Hemodiálisis, INHEM, 2010.

Palabras claves:

Hemodiálisis: Es una modalidad de terapia sustitutiva de la función renal. Se realiza con una máquina conocida como riñón artificial; en donde sangre del paciente circula a través del equipo, donde se producen fundamentalmente procesos físicos de difusión y ultrafiltración, que logran eliminar las toxinas y el exceso de líquido del organismo y aportar elementos esenciales a los pacientes.

Ósmosis inversa: Es un proceso de purificación del agua por medio de separación a través de una membrana, basado en un tamizado molecular y una exclusión iónica. Las membranas de Ósmosis Inversa están diseñadas para una filtración de flujo cruzado, se separan dos corrientes: un permeado de agua purificada que pasa a través de la membrana y un concentrado con una alta concentración de contaminantes.

Líquido de diálisis: Agua tratada enriquecida con el llamado concentrado para diálisis resultando un líquido de diálisis de bicarbonato o de acetato. Líquido que entra al compartimiento externo del dializador y durante la diálisis.

---

<sup>i</sup> Lic. en Química. Especialista B de Medios Diagnósticos e Investigaciones de Salud.

<sup>ii</sup> Lic. en Química. Especialista A de Medios Diagnósticos e Investigaciones de Salud.