

El nivel del aluminio (Al) en el agua producto (AP) y en el baño de diálisis (BD): un problema de control de calidad (CC) y normas de acción

M. S. Chaves, M. A. Acosta, S. E. Prudkin, G. H. Izaguirre, G. Schroeder y A. Echarren *

Centro de Enfermedades Renales, Paraná, Entre Ríos.

* Laboratorio de Espectrometría de Absorción Atómica CERIDE, Santa Fe, Santa Fe, Argentina.

Introducción

La morbimortalidad que es capaz de ocasionar la intoxicación por Al en los pacientes sometidos a hemodiálisis crónica, la importancia como fuente de aporte de Al que tiene el agua con que se prepara el dializado y el papel crítico que juega la cifra de Al en el BD en la prevención de la acumulación corporal de Al¹⁻⁶ fueron algunos de los hechos que nos impulsaron por los años 85-86 a implementar un CC reglado que nos informara periódicamente si las medidas tomadas en el tratamiento del agua (TA) nos permitían cumplir las normas para Al en agua y dializado^{1,5,7,8}.

El análisis de los resultados de un período de cinco años (87-91) nos permite concluir que el CC reglado es el único método que permite conocer si estamos en norma tanto para AP como para BD y realizar, de acuerdo a los resultados obtenidos, las correcciones que procederán.

Material y métodos

Se tomaron muestras de agua pre-ósmosis inversa (OI) y post-OI en tres oportunidades durante el año 87, dos el 88, tres el 89, cuatro el 89 y dos el 91. A partir del año 89 se agregó una muestra de BD. Se promediaron los valores pre-OI, post-OI y de BD. Los equipos de OI se hallaban montados con membranas de acetato de celulosa los años 87 y 88 y a partir del año 89 con membranas TFC. Desde el año 91, el TA se basa en un sistema de doble OI en línea (DOIL): el AP del primer equipo de OI alimenta el segundo equipo de OI. Los concentrados de sales (CS) son marcas comerciales nacionales. Todas las muestras se enviaron al CERIDE (Instituto dependiente del CONICET) y se sometieron a espectrometría de absorción

atómica con horno de grafito en un equipo Perkin Elmer 5.000.

Resultados

Año 87: pre-OI, 370 µg/l; post-OI, 48,0 µg/l. Rechazo, 87,02 %.

Año 88: pre-OI, 105 µg/l; post-OI, 50,0 µg/l. Rechazo, 52,30 %.

Año 89: pre-OI, 240 µg/l; post-OI, 10,0 µg/l. Rechazo, 95,83 %. BD: 10 µg/l.

Año 90: pre-OI, 567 µg/l; post-OI, 41,5 µg/l. Rechazo, 92,60 %. BD, 44 µg/l.

Año 91: pre-OI, 190 µg/l; post-OI, 1,2 µg/l. Rechazo, 99,36 %. BD, 17 µg/l.

Nota: A partir del año 91 se cuenta con un sistema DOIL de TA.

Discusión

«No hay duda que la contaminación con Al del agua usada para preparar el líquido de diálisis puede ocasionar encefalopatía, osteomalacia fracturante resistente a la vitamina D y anemia microcítica en los pacientes que reciben hemodiálisis»¹. Esta afirmación se halla basada en trabajos epidemiológicos de investigación clínica y de experimentación en animales¹⁻⁴. Igualmente está firmemente establecido que la cifra dializable de Al sérico se halla entre un 10 y un 20 % del valor medido, debido a que el 80 al 90 % se halla firmemente unido a su proteína transportadora y no es dializable^{1,2,4,5}; así, un paciente con una cifra de Al sérico de 50 µg/l necesitaría un BD con una concentración de Al menor de 5 µg/l para que no se produzca pasaje de Al del dializado al paciente durante la sesión.

De ambas comprobaciones (la toxicidad de Al y el bajo nivel de Al que debe lograrse en el BD) surge una de las razones que obligan a tratar el agua: *lograr un AP virtualmente libre de Al*. Un método seguro y eficiente de TA para diálisis es la OI, puesto que logra la remoción del

Correspondencia: Dr. Marcelo S. Chaves.
Centro de Enfermedades Renales.
Corrientes, 793.
3100 Paraná - Entre Ríos. Argentina

95 % (promedio) de los contaminantes inorgánicos, produce altas tasas de depuración de contaminantes orgánicos y rechaza (virtualmente) el 100 % de la contaminación biológica (incluyendo bacterias, virus, hongos y pirógenos) y del material particulado y coloidal^{9, 10}. Esta capacidad de optimizar globalmente la calidad del agua le otorga a la OI una clara ventaja sobre otros métodos de TA para diálisis.

Establecida la necesidad de tratar el AA, la colocación, de un equipo de OI en el sistema de TA parecería la solución del problema. Sin embargo, esto no es tan simple. Los equipos de OI tienen una tasa de rechazo de solutos inorgánicos «fija»; por tanto, la concentración de un soluto en el AP depende directamente de su concentración en el AA del equipo; por ejemplo, si tomamos la norma AAMI para Al (10 µg/l)⁷, un equipo de OI que rechace el 95 % de Al logrará entrar en norma si el AA tiene una cifra de Al de 100 µg/l, pero si la misma es de 500 µg/l no lo hará. Adicionalmente, las membranas de OI son elementos que requieren niveles de calidad en el AA para evitar dos complicaciones frecuentes: la oclusión o el deterioro de las mismas; en cualquiera de los dos casos, el rechazo de sales cae, disminuyendo en forma neta la calidad del AP. Por último, debemos recordar que el AP es uno de los componentes del BD; el otro son los CS que, al menos en nuestro país, ocasionalmente pueden tener una concentración de Al que lleven al BD fuera de la norma.

Observando la figura 1, vemos cómo una carga importante de Al en el AA no permitirá lograr la norma a pesar del adecuado funcionamiento del equipo (año 90); el mal funcionamiento de las membranas (por oclusión o deterioro) produce una rápida caída del rechazo de sales (años 87-88), no pudiendo entrar en norma a pesar de que durante el año 88 se tuvo la menor carga de Al en el AA. Debido a estos problemas se realizaron tareas tendientes

a optimizar la calidad del pretratamiento y se rediseñó el TA implementándose un sistema DOIL (fig. 2). De esta manera intentábamos *garantizar la calidad* tanto del agua con que se alimenta el sistema DOIL como la del agua con que se prepara el dializado. No obstante ello, al analizar los resultados del CC del año 91 observamos un AP con niveles de Al de 1,2 µg/l, que al agregar el CS suben a 17 µg/l. Nuevamente el CC mostraba la persistencia del problema (aunque en un nivel menor) y en qué lugar se debían tomar medidas y realizar correcciones.

Conclusiones

1. El CC es el único método que permite conocer si estamos en norma tanto para AP como para BD.
2. La simple colocación de un TA con OI no soluciona el problema de los contaminantes inorgánicos, debido a problemas frecuentes como:
 - 2.1. Dimensionamiento inadecuado de la planta de TA respecto a la carga de solutos del AA (año 90).
 - 2.2. Mal funcionamiento del equipo de OI (por oclusión o por deterioro de las membranas); el porcentaje de rechazo cae rápidamente (años 87-88).
3. La obtención de agua ultrapura (DOIL), si bien es condición necesaria para diálisis de alta calidad, no es suficiente debido a que el agregado de CS (al menos en nuestro país) puede contaminar el BD más allá de la norma (año 91).
4. Normas de acción. En base a los resultados del CC se debería:
 - 4.1. Dimensionar el TA de acuerdo a la carga de solutos habitual para el AA.
 - 4.2. Realizar el mantenimiento o reemplazo que sea necesario para el buen funcionamiento de la OI.

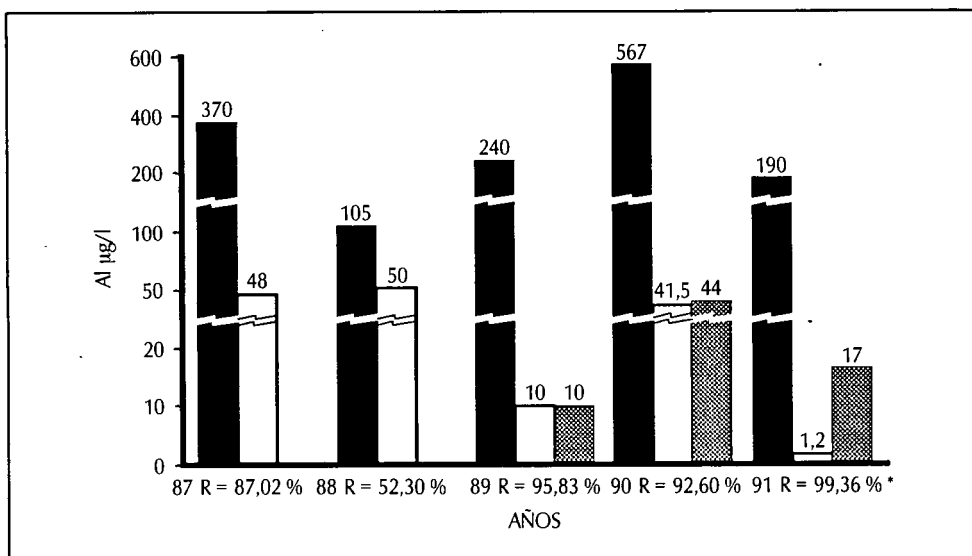


Fig. 1.—Control de calidad del tratamiento de agua. Solutos controlador Al. Período 87-91. Las barras muestran los valores anuales medios pre-ósmosis inversa (OI) post-OI y en el baño de diálisis (BD). R: rechazo (%) de Al del equipo de OI. * Rechazo (%) de Al del sistema DOIL (año 91).

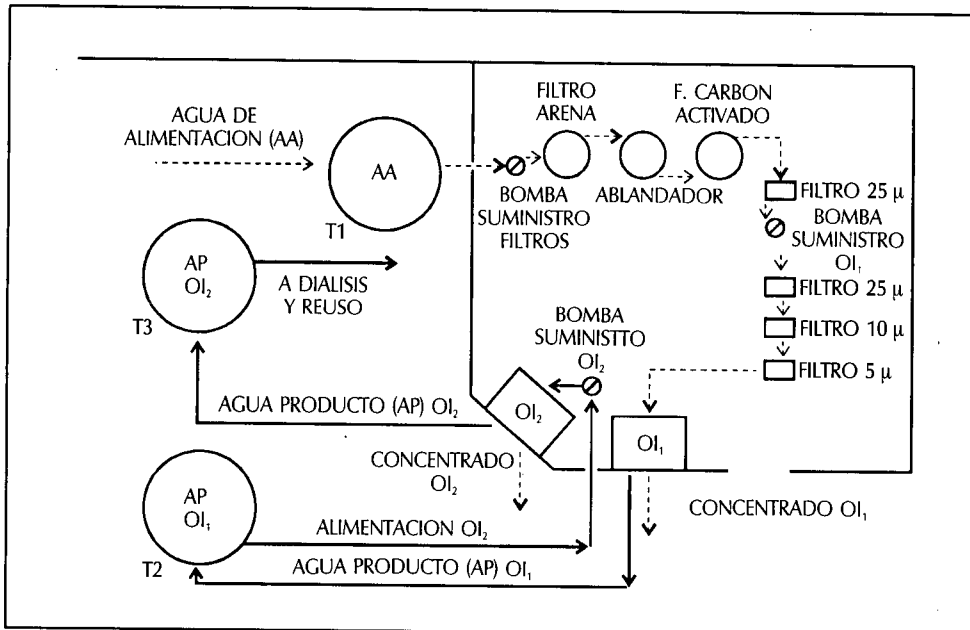


Fig. 2.—Sistema DOIL (doble línea) de tratamiento de agua. El AP de la OI₁ alimenta la OI₂. El AP de la OI₂ es enviada a diálisis y reuso.

4.3. Establecer la capacidad contaminante del CS y solicitar las correcciones del caso para entrar en norma.

Bibliografía

1. Tomson ChR, Ward MK: «Aluminium toxicity in renal failure». En John Maher (ed.): *Replacement of renal function by dialysis*, pp. 1104-1017, 1989.
2. Llach F, Coburn JW: «Renal osteodystrophy and maintenance dialysis». En John Maher (ed.): *Replacement of renal function by dialysis*, pp. 911-952, 1989.
3. Hodsmán AB, Cordi PE, Fraher LJ: «Parathyroid hormone, vitamin D, and metabolic bone disease in dialysis patients». En Allen R Nissenson, Richard N Fine y Dominick E Genile (eds.): *Clinical Dialysis*, pp. 494-534, 1990.
4. Coburn JW, Slatopolsky E: «Vitamin D, parathyroid hormone and

the renal osteodystrophies». En Barry M Brenner y Floyd C Rector (eds.): *The Kidney*, pp. 2036-2120, 1991.

5. Cannata JB, Fernández Martín JL, Gómez Alonso C y Serrano M: «Control de oligoelementos en el líquido de diálisis: un aspecto fundamental en la calidad de la diálisis en los 90». *Nefrología X* (Suppl. 3):28-32, 1990.
6. McGonigle PJS, Parson V: «Aluminium-induced anaemia in haemodialysis patients». *Nephron*, 39:1-9, 1985.
7. Tice JE: «Water quality monitoring». *Water Requirements for Dialysis*. Published by AAMI, pp. 23-46, 1984.
8. Stewart WK: «The composition of dialysis fluid». En John Maher (ed.): *Replacement of renal function by dialysis*, pp. 199-217, 1989.
9. La Barge SJ: «Reverse osmosis: how does it figure into a dialysis water system?». *Contempl Dial Nephrol*, sept,32-46, 1990.
10. Keshaviah PR: «Pretreatment and preparation of city water for hemodialysis». En John Maher (ed.): *Replacement of renal function by dialysis*, pp. 189-198, 1989.