

## ALUMINIO: PAPEL DEL A.T.S. DE NEFROLOGIA EN EL RIESGO DE CONTAMINACION \*

### Importancia del tratamiento del material a utilizar para la extracción de aluminio en suero y agua

*M. Serrano Arias, L. Fernández González, M. R. Reguera Alvarez,  
A. González Carcedo, R. González*

Unidad de Hemodiálisis. Servicio de Nefrología. Hospital General de Asturias.  
Cátedra de Química analítica, Facultad de Ciencias

#### INTRODUCCION

El aluminio juega un importante papel tóxico en los pacientes con insuficiencia renal crónica. Sin embargo, el aluminio corporal, en condiciones normales, no suele ser superior a 30 mgr (1), de lo que se deduce, que el organismo pone en marcha una serie de mecanismos para protegerse de su intoxicación, basados fundamentalmente en la eliminación renal del aluminio, único vía eficaz de aclaramiento de dicho elemento.

Siendo el aluminio un elemento ampliamente diseminado en la superficie terrestre, las posibilidades de contaminación son importantes y su efecto tóxico se hace más notorio en los pacientes con insuficiencia renal crónica debido a:

1) La dificultad intrínseca de su organismo en la eliminación de dicho elemento.

2) Una mayor exposición al aluminio a la que se ven sometidos con relativa frecuencia estos pacientes, a través del agua utilizada en la diálisis y de la ingesta del hidróxido de aluminio (a veces en cantidades excesivas), utilizado como medida terapéutica en el tratamiento de la hiperfosforemia.

La acción tóxica del aluminio en el sistema hematopoyético es habitualmente reversible, pero no ocurre lo mismo cuando la toxicidad alcanza al cerebro y al hueso, ya que en estos últimos las alteraciones producidas son más difíciles de modificar, a pesar de los tratamientos de los que se dispone en la actualidad.

Por tanto la atención general debe fijarse en la prevención de la toxicidad provocada por el aluminio, intentando que los pacientes mantengan niveles bajos de aluminio sérico. Pero para poder interpretar estos niveles, resulta esencial el poder discernir hasta dónde una cifra elevada de aluminio encierra un riesgo real de toxicidad, o se trata simplemente de una contaminación de la muestra.

#### OBJETIVO

El año pasado presentamos nuestros resultados preliminares que alertaban sobre la necesidad de un pretratamiento del material a utilizar (2), siguiendo la misma línea durante este último año nos propusimos averiguar:

**Estudio A.** - Durante cuánto tiempo y en qué concentración deben ser tratados los tubos de recogida de muestras para la determinación de aluminio.

**Estudio B.** - ¿Qué tipo de tubos, entre la gama que hoy ofrece el mercado y que habitualmente se usan en laboratorio, son los más aptos para recoger muestra?

**Estudio C.** - Conocer la cantidad de aluminio que se desprende de los materiales utilizados a diario por nuestros pacientes, para la preparación y conservación de alimentos; como cacerolas de distintos tipos y papel de aluminio.

## MATERIAL Y METODOS

En todos nuestros estudios la metodología general de tratamiento de los tubos fue (fig. 1): lavado con ácido nítrico, aclarado con agua desionizada y secado.

La técnica empleada para lectura de las muestras fue por espectrometría de absorción atómica en horno de grafito.

**Estudio A.** - Se trataron 95 tubos; 47 de polipropileno y 47 de poliestireno, con diferentes concentraciones de ácido nítrico, en distintos tiempos y aclarados durante el mismo tiempo en que estuvieron sumergidos en el ácido nítrico. Se dividieron en cuatro grupos (I, II, III, y IV), según lo demuestra la tabla I. Después de dicho tratamiento, los tubos fueron llenados con una solución que contenía 30 ( $\mu\text{g/l}$  de aluminio).

Las muestras fueron leídas a las 24 h de recogidas durante cuatro días, y repitiéndose tres veces la lectura de cada muestra, comenzándose la lectura por el grupo 1.

**Estudio B.** - Fueron estudiados siete tipos de tubos de distintos plásticos y formatos, y que habitualmente se usan en laboratorio (fig. 2).

El estudio se realizó en 84 tubos; 42 se trataron con ácido nítrico al 10 % 24 h y se aclararon durante el mismo tiempo, los 42 restantes no fueron tratados. Todos fueron llenados con una solución preparada con 15  $\mu\text{g/l}$  de aluminio (tabla II).

Las muestras fueron leídas 24 h después de recogidas durante dos días, y repitiéndose la lectura del análisis tres veces.

**Estudio C.** - Valoramos el aluminio que se desprende de recipientes y materiales usados, para preparar y conservar alimentos.

Se llenaron los recipientes descritos en la tabla III (A-C), con una solución que contenía 5  $\mu\text{g/l}$  de aluminio, A continuación se procedió a sacar muestras de dicha solución, según se detalla en la mencionada tabla.

En la tabla III, apartado D) se valoró si el papel de aluminio es capaz de liberar este elemento.

Se introdujo un trozo de papel de aluminio en una olla de porcelana llena de solución conteniendo 5  $\mu\text{g/l}$  de aluminio, y se sometió a ebullición en los tiempos indicados en la tabla III, tratando de algún modo semejar con este procedimiento una cocción habitual en la que se usa este material.

## RESULTADOS

**Estudio A.** - Como lo demuestra la tabla IV, en líneas generales todos los tubos tratados dieron cifras próximas a 30  $\mu\text{g}$ , que fue la concentración de aluminio, con la que fueron llenados los tubos después de haber sido tratados. Como se puede apreciar, en los tubos de poliestireno, se consiguieron valores más bajos de aluminio, 24 horas

con ácido nítrico al 10 % o 12 horas al 20 %, parece ser el tratamiento de elección, la prolongación de tiempo no conlleva ningún beneficio.

**Estudio B.** - Como se demuestra en la tabla II y en la figura 3, en todos los tubos de poliestireno las diferencias entre tubos tratados y no tratados fueron mínimas y no significativas, si bien, en otras partidas anteriormente analizadas por nosotros, hemos encontrado diferencias algo mayores.

Sin embargo, como puede comprobarse, los tubos de poliestireno (A y F), tabla II, figura 3, representan una importante fuente de contaminación y su utilización sin tratamiento previo expone a resultados erróneos.

**Estudio C.** - Como queda claramente expuesto en la tabla III, todos los elementos de cocina desprenden aluminio. Pero las ollas de aluminio, y especialmente el papel, desprenden cantidades que pueden llegar a ser peligrosas.

## CONCLUSIONES

Estos resultados confirman nuestros hallazgos preliminares y los de otros autores (2-5), demostrando la importancia de la contaminación en las determinaciones de aluminio, fundamentalmente en la interpretación de aquellos valores no excesivamente elevados. La disparidad encontrada en los resultados obtenidos en tubos no tratados con ácido nítrico que en ocasiones cuadruplican el valor real de aluminio, demuestran que los tubos de plástico considerados en líneas generales como muy seguros y fiables, no lo son y precisan de un tratamiento previo para que sean idóneos para la recogida y conservación de muestras de aluminio. Si bien la técnica de tratamiento previo resulta muy simple y económica, en caso de emergencia, y si es necesario utilizar el material no tratado, los tubos de poliestireno son los de elección, ya que en nuestros repetidos estudios han demostrado ser los de menor índice de contaminación.

Parece también claro que las 24 horas de tratamiento con ácido nítrico al 10 % y 24 horas de aclarar con agua desionizada, de las que se sepa no contiene aluminio, son suficientes para obtener un material adecuado, prolongar el tiempo no reporta ningún beneficio, por el contrario, las cifras de aluminio parecen elevarse, tal vez debido a un mayor ataque del plástico por el ácido nítrico.

Si consideramos que el aluminio está ampliamente distribuido en la naturaleza y de ahí su fácil poder contaminante, comprendemos con facilidad que un retraso en la lectura de las muestras traiga aparejada una mayor contaminación, probablemente atmosférica, lo que queda claro, al observar en nuestros resultados el incremento de las desviaciones típicas (stándar), a medida que la muestra pasa mayor tiempo sin ser leída. Por eso es aconsejable analizar las muestras antes de 48 horas de su extracción, conservarlo. Por eso es aconsejable analizar las muestras antes de 48 horas de su extracción, conservándolas en nevera hasta su lectura, y sin congelar.

Dado que el aluminio se analiza habitualmente en sueros, es preciso para su correcta lectura, el obtener sueros nítidos y claros, ya que por un lado el frigorífico obstaculiza la lectura de la muestra y por otro, promueve la formación de un nuevo coágulo, en cuyas paredes se producen probablemente fenómenos electroquímicos en los que el aluminio se vería implicado. Los sueros deben conservarse en nevera y sin congelar, ya que el proceso de congelación-descongelación puede afectar a la matriz proteica y ocasionar errores y problemas técnicos en la determinación de la muestra.

Si bien, en condiciones normales, el aluminio se elimina por vía renal y la exposición al mismo debe ser muy elevada para llegar a niveles tóxicos, en los pacientes en hemodiálisis la situación es diferente, y hay que tratar por todos los medios el evitar la exposición al mismo. Algo tan simple como el uso del papel de aluminio, como conservante de alimentos o como la cocción en recipientes aluminicos, puede representar una fuente no despreciable de contaminación y que deberíamos evitar instruyendo adecuadamente a nuestros pacientes.

La concentración de aluminio en cualquier fluido (agua, sangre) o tejidos, termina siendo un simple número que puede ser la base sobre la que se fundamenten tratamientos médicos, más o menos prolongados y más o menos costosos. Por tanto un extremo cuidado en la elección y tratamiento del material a utilizar, como asimismo una cuidadosa manipulación de las muestras, hasta su lectura son tareas que están siempre bajo nuestra responsabilidad.

El mantenimiento de forma permanente de todos estos detalles ayudarán a evitar los errores por contaminación y podrán también ayudar a la verdadera selección de pacientes, con niveles elevados de aluminio, que se puedan beneficiar de los tratamientos que hoy en día se propugnan.

**TABLA I**

**Tubos de polipropileno y poliestileno tratados a diferentes concentraciones de ácido nítrico y en distintos espacios de tiempo.**

(n = números de tubos)

<b>Grupos</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>
Tubos poliestireno				
Núm. de tubos = 47	n = 11	n = 12	n = 12	n = 12
Núm. de tubos = 47	n = 11	n = 12	n = 12	n = 12
Tubos prolopropieleno				
Concentración de ácido nítrico y tiempo	10 %/24 h	10 %/48 h	20 %/12 h	20 %/24 h
Aclarado tiempo	24 h	48 h	12 h	24 h

**TABLA II**

**Concentraciones de aluminio en los 7 diferentes tipos de tubos analizados (12 por grupo; total 84).**

Siete tipos de tubos.	A	B	C	D	E	F	G
	Polipropileno	Poliestireno cristalizado	Poliestireno cristalizado con eparina	Poliestireno cristalizado con silicona	Poliestireno TH-55 11	Cubeta de polipropileno	Cubeta cilíndrica
Tubos tratados con ácido nítrico 10 % 24 h y aclarado 24 h							
- Resultados . . . . .	18,0 ± 1,1	17,6 ± 2,7	19 ± 4	21,5 ± 8	17 ± 5	20 ± 4	23 ± 6
Tubos sin tratar.							
- Resultados . . . . .	25,5 ± 11	18,3 ± 2,3	18,5 ± 4	23,4 ± 11	17,5 ± 6	59 ± 11	23 ± 6

(Resultados en ug/l ±SD)

x = p < 0,01

**TABLA III**

**Diferentes recipientes de distintos materiales (A, B, C) y papel de aluminio (D), sumergido en recipiente de porcelana.**

		1.er Tiempo Comienzo ebullición	2.º Tiempo a los 15' de ebullición	3.º Tiempo 30' de ebullición	4.º Tiempo 45' de ebullición > ets. etc.
Olla de porcelana . . . .	A	400	245.000	399.000	
Olla de barra . . . . .	B	1.200	1.700	4.000	8.800
Olla de aluminio . . . . .	C	170	3.300	8.500	45.000
Papel de aluminio . . . .	D	1.400	12.600	24.400	+ > 30,000

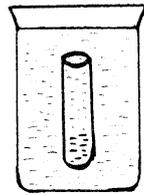
(Resultados en ug/l ± SD)

GRUPOS		I	II	III	IV
Poliestireno	26,9=1,3 --- xx --- ----x---	32,5=1,9	r28,3=2,6	32,8=5,8	
Polipropileno	29,2=2	29,8=2,6	32,8=4,5	30,5=3,3	
Acido Nítrico	10% /24h	10% /48h.	20% /12h.	20% /24h.	
Tiempo					
Aclarado	24 h.	48 h.	12 h.	24 h.	

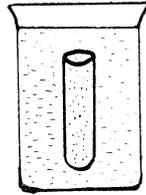
TABLA IV : Tratamiento de tuMs con diferentes tiempos y -  
concentraciones de ácido nítrico.  
(Resultados de aluminio en pg/l = SD)

xx - p 4 0, 002  
x = p <0,02

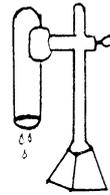
(tubos y tapones)                      LAVADO                      ACLARADO                      SECADO



ACIDO NITRICO



Agua desionizada



Temperatura  
ambiente

Figura 1. - Metodología general del tratamiento de los tubos

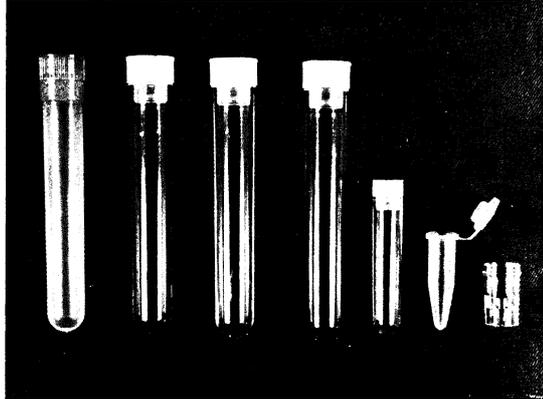


Figura 2

- A. Polipropileno.
- B. Poliestireno cristalizado.
- C. Poliestireno cristalizado con eparina.
- D. Poliestireno cristalizado con silicona.
- E. Poliestireno TH-55 11.
- F. Cubeta de polipropileno.
- G. Cubeta cilíndrica.

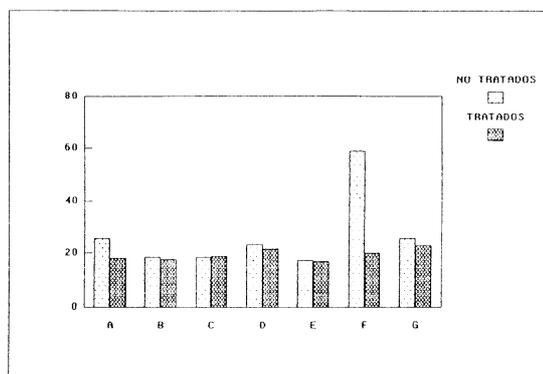


Figura 3. - Concentraciones de aluminio en los 7 tipos de tubos analizados (12 por grupo, total = 84), tras haber sido llenada con una solución con 15 ug/l de aluminio (ug/l  $\pm$  SD).

#### BIBLIOGRAFIA

1. Alfrey, A. C., Hegg, B. S., Crasweil, P. Metabolism and toxicity of aluminium in renal failure. *Am J. Clin Nutr.*, 1980; 33: 1.509-16.
  2. Fernández y González, L., Serrano Arias, M., González Carcedo, A., Reguera Alvarez, R. Determinación de aluminio: importancia de la contaminación del material utilizado en la extracción y conservación de muestras. Resumen IX Congreso de ATS. de Nefrología. Palma de Mallorca, 1984, pág. 191.
  3. Versieck, J., Cornielis, R., Andersen, K. J.- Juulian, K.: Measuring aluminium levels. *N. Engl. J. Med.* 302: 468-69, 1980.
  4. Mauras, Y., Allain, P.: le dosage de l'aluminium dans les échantillons géologiques par la technique du plasma induit- En: *Aluminium et insuffisance rénale*. Garnier, 85-98, Paris, 1984.
- FeU, G. S.: Accuracy of trace element analysis in biological samples. *trends in anal chem* 3: 9, 1984.