

XX Reunión anual SNE

Córdoba, Octubre 1994

25.03 ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE URANIO EN ORINA APLICANDO UN EQUIPO DE FOSFORESCENCIA POR EXCITACIÓN LÁSER

Autores: Javier Herrero, Felix Recio, J.Guillermo Sánchez, Olegario Teijón

ENUSA (Fábrica de Juzbado)

Apdo 328

37080 Salamanca

SINOPSIS.-Se ha estudiado las tasas de excreción urinaria de uranio en un grupo profesionalmente expuesto a la inhalación de aerosoles en la fábrica de Juzbado y en un grupo blanco (no expuesto). Se ha detectado uranio en orina tanto en el grupo expuesto como en el grupo blanco. Para ello se ha empleado una técnica de análisis muy novedosa basada en la fosforescencia por excitación láser, con la que se han conseguido límites inferiores de detección entre 0,02 y 0,04 μgUL^{-1} , mucho menores a los que se obtienen por fluorimetría que es la técnica más común para este tipo de análisis. No se ha encontrado correlación entre las incorporaciones estimadas y las tasas de excreción urinaria de uranio. Las razones de lo anterior son atribuibles a dos causas: a) La incorporación de uranio de las personas seleccionadas han sido muy bajas, a pesar de pertenecer a las más expuestas de la Fábrica y b) Los aerosoles inhalados son de solubilidad muy baja. Para comprobar esto último se han calculado, empleando un modelo dosimétrico, las tasas de excreción teóricas suponiendo una constante de decaimiento efectiva correspondiente a compuestos insolubles. El modelo predecía para el grupo expuesto unas concentración de uranio en orina indistinguible del fondo, lo que es coherente con los resultados experimentales obtenidos.

INTRODUCCIÓN

En el Dpto de Seguridad y P.Radiológica, que ENUSA tiene en la Fábrica de Juzbado, se ha puesto a punto un equipo de fosforescencia por excitación láser que permite determinar concentraciones de uranio en orina (y en otro tipo de muestras líquidas) con un límite inferior de detección unas 100 veces menor al método mas usual de la fluorimetría.

Este equipo se ha utilizado para realizar un estudio de las concentraciones en orina en personal profesionalmente expuesto a la inhalación de aerosoles de óxido de uranio. Los resultados se han comparado con un grupo blanco no expuesto a la inhalación de uranio.

ESTUDIO DE LAS EXCRECIONES URINARIAS Y LAS INCORPORACIONES

Se ha seleccionado un grupo de 15 personas de las potencialmente más expuestas a la incorporación de aerosoles de óxido de uranio y se ha sometido a un programa de determinación de uranio en orina. Los análisis se han realizado durante 6 meses con periodicidad mensual. De las seis muestras tomadas de cada persona, cuatro han sido puntuales y dos han correspondido a la excreción urinaria de 24 horas. En todos los casos las muestras se han recogido los domingos, es decir ha habido un período de más de 24 horas sin incorporación. Para las muestras puntuales se ha supuesto una excreción urinaria media diaria de 1,5 L y para las de 24 horas el volumen real. Los resultados de los análisis se muestran en la Tabla 1.

Asimismo se han efectuado análisis de uranio en orina a un grupo blanco de personas a las que no se conoce que hayan estado expuestas a la incorporación profesional de aerosoles de uranio. Los resultados se muestran en la Tabla 1. La mayoría de estos valores están dentro del rango de 0,04-0,4 $\mu\text{gUdía}^{-1}$ que da la *ICRP 23* como excreción urinaria típica de personas no expuestas, y son coherentes con los proporcionados por la bibliografía (Véase por ejemplo *Dang et Al, Health Phys 62(6)-1992* y *M. E. Wrenn et Al, Journal of Radioanalytical 2-1992, Spiz et Al. NUREG/CR2955-1984*). Algunas muestras, tanto de individuos procedentes del grupo de personas expuestas como del grupo blanco dan valores superiores a 0,4 $\mu\text{gU día}^{-1}$. Estos valores son puntuales, es decir un mismo individuo no registra de forma sistemática valores elevados si no sólo en algunos análisis. Las causas de estos valores anormalmente altos pueden ser muy variadas, y no es posible relacionarla con la incorporación profesional.

La técnica analítica utilizada ha sido la fosforescencia por excitación láser pues con ella se obtienen límites inferiores de detección (LIDs) mucho menores a los que se obtienen por fluorimetría, que es la habitualmente utilizada en este tipo de análisis. Su aplicación a la determinación de uranio en orina es novedosa. No se ha encontrado ninguna referencia bibliográfica donde se indique un uso anterior para este fin. Se ha llevado a cabo un exhaustivo programa de cualificación y puesta a punto de la técnica. Se han conseguido valores de límites inferiores de detección, entre 0,02 y 0,04 μgUL^{-1} , sensiblemente inferiores a los obtenidos por fluorimetría, entre 1 y 5 μgUL^{-1} . Los LIDs obtenidos por fosforescencia por excitación láser son comparables a las técnicas más sofisticadas (Por ejemplo: activación neutrónica, espectrometría de masas, espectrometría alfa) y son inferiores a los requeridos por la *ICRP 54*. Esto lo hace especialmente adecuado para medir concentraciones de uranio muy bajas.

TABLA 1
Resultados, en $\mu\text{g U día}^{-1}$, de los análisis de orina

Ident.	Grupo blanco (*)		Grupo profesionalmete expuesto(**)	
	$\mu\text{g U día}^{-1}$	Desv. Típica	$\mu\text{g U día}^{-1}$	Desv. Típica
A	0.298	0.164	0.426	0.108
B	0.187	0.159	0.340	0.491
C	0.767	1.117	0.605	0.613
D	0.152	0.066	0.373	0.111
E	0.318	0.300	0.182	0.091
F	0.406	0.511	0.389	0.359
G	0.191	0.088	0.923	0.517
H	0.167	0.096	0.427	0.303
I	0.234	0.123	0.515	0.242
J	0.136	0.056	0.258	0.080
K			0.316	0.750
L			0.263	0.125
M			0.351	0.281
N			1.315	0.900
O			0.425	0.204

(*) Los resultados corresponden a muestras puntuales de orina, en los que se ha supuesto una excreción urinaria de 1,5 litros/día

(**) Los resultados corresponden a muestras puntuales de orina, en los que se ha supuesto una excreción urinaria de 1,5 litros/día, excepto en dos tandas de análisis donde se han recogido muestras correspondientes a 24 horas.

Las incorporaciones de uranio del grupo profesionalmente expuesto son conocidas a través de tomamuestras ambientales existentes en las áreas donde trabajan estas personas. Con estos valores y con los resultados de los análisis de las excreciones urinarias se ha efectuado un estudio estadístico de intercomparación. En principio, cabría esperar cierto tipo de correlación. Los individuos expuestos a una mayor incorporación deberían presentar una mayor tasa de excreción urinaria de uranio, sin embargo no se ha encontrado ningún tipo de correlación entre las incorporaciones estimadas y los resultados de los análisis de orina. De ello se deduce que el uranio excretado vía urinaria debe ser en su mayor parte atribuible al fondo propio de cada individuo, parte de él probablemente procederá de su exposición profesional pero la proporción debe ser muy pequeña, indistinguible del uranio procedente de otros orígenes (p.ej: hábitos dietéticos).

Asimismo se ha efectuado una intercomparación estadística entre las excreciones urinarias del grupo expuesto con el grupo blanco. Se ha observado que agrupando los datos de las concentraciones medidas entre el grupo expuesto son ligeramente superiores al grupo blanco globalmente, pero un análisis de la varianza no permite detectar diferencias entre datos individuales. El estudio de los resultados del grupo profesionalmente expuesto muestra concentraciones algo superiores al grupo blanco pero en la mayoría de los casos estos valores están dentro de los valores típicos de personas no expuestas, por lo que no es posible distinguir entre el uranio atribuible a la exposición profesional y debido a hábitos (sobre todo dietéticos) y características del individuo.

CONCLUSIONES

El estudio de las tasas de excreción urinaria en un grupo profesionalmente expuesto a la inhalación de aerosoles y en un grupo blanco (no expuesto) se ha detectado la presencia de uranio en orina en ambos grupos. Para ello se ha empleado una técnica de análisis muy novedosa basada en la fosforescencia por excitación láser. Del grupo expuesto se conocían las incorporaciones de uranio del personal que lo forma. No se ha encontrado correlación entre las incorporaciones estimadas y las tasas de excreción urinaria de uranio. Las razones de lo anterior son atribuibles a dos causas: a) La incorporación de uranio de las personas seleccionadas han sido muy bajas, a pesar de pertenecer a las más expuestas de la Fábrica y b) Los aerosoles inhalados de solubilidad muy baja (esto confirma la clasificación de los óxidos de uranio como

insolubles), para ello se han calculado, empleando un modelo dosimétrico (véase ponencia presentada a la XX reunión anual de la SNE: *Estimación de la retención pulmonar, de la tasa de excreción urinaria y fecal para una incorporación no puntual de aerosoles de uranio*) las tasas de excreción teóricas en función de la incorporación. Las incorporaciones del grupo profesionalmente expuesto han sido tan bajas que el modelo predecía una concentración de uranio en orina indistinguible del fondo para el caso de aerosoles de clase Y (insolubles).

REFERENCIAS

- H.S. Dang, V.R. Pullat, K.C. Pillai "Determining the normal concentration of uranium in urine and application of the data to its biokinetics" Health Phys. 62 (6): 562-566; 1992.
- Spitz, H.B.; Simpson, J.C.; Aldridge, T.L. "Analysis of uranium urinalysis and "in vivo" measurement results from eleven participants uranium mills". NUREG/CR-2955. 1984.
- International Commission on Radiological Protection. "Limits for intakes of radionuclides by workers". ICRP publication 30, part 1, Oxford, Pergamon Press, 1979.
- ICRP 54 "Individual Monitoring for Intakes of Radionuclides by Workers Design and Interpretation" 1988).
- Wrenn M.E. y otros "Metabolism of ingested U and Ra." Health Physics Vol. 48. pp 601-633. 1985.