

***Monitoreo de la contaminación interna de personal ocupacionalmente expuesto en servicios de medicina nuclear mediante el uso de gamma cámaras***

Terán. M<sup>1</sup>, Paolino.A<sup>1</sup>, Hermida.J.C<sup>2</sup>, Savio,E<sup>1</sup>,Dantas.B.M<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Cátedra de Radioquímica- Facultad de Química. Montevideo-Uruguay.

<sup>2</sup>Centro de Medicina Nuclear-Hospital de Clínicas. Facultad de Medicina. Montevideo-Uruguay.

<sup>3</sup>Laboratório de Medidas In Vivo - Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Rio de Janeiro. Brasil

La incorporación de radionucleidos puede ocurrir como resultado de diversas actividades; estas incluyen el trabajo asociado con los diferentes estadios del ciclo de combustible nuclear, el uso de fuentes radiactivas en medicina, la investigación científica, la agricultura y la industria. En el Uruguay las principales actividades vinculadas a la manipulación de fuentes abiertas corresponden a las de Medicina Nuclear y desde 2004, en el marco del Proyecto Arcal RLA 049 y basándose en las Guías de Seguridad del OIEA se está implementando un programa de monitoreo interno en forma conjunta el Centro de Medicina Nuclear del Hospital de y la Cátedra de Radioquímica de la Facultad de Química.

De acuerdo con la publicación de la ICRP 75 el énfasis de cualquier programa de monitoreo debe estar en el estudio formal de las dosis en los trabajadores a quienes se les considera plausibles de recibir en forma rutinaria una fracción relevante del límite de dosis o quienes trabajan en áreas donde las exposiciones pueden ser significativas en caso de accidente.

Desde abril de 2004 a la fecha se ha puesto en marcha un plan piloto mediante en el que se establecieron condiciones adecuadas de procedimientos y de seguridad en un grupo reducido de trabajadores del área de Medicina Nuclear. En ese período se determinaron los primeros lineamientos de trabajo, ajuste de equipamiento, calibraciones y sistemas de registro. El sistema de monitoreo implementado hasta el momento se realiza con un equipo de captación tiroidea.

*(Implementation Of An Internal Monitoring Programme*

*In Occupationally Exposed Workers Terán, M.A , M; Paolino, A; Savio, E.O; Hermida, J.C*

*Congreso de la FIP El Cairo-Egipto Setiembre 2005).*

Sin embargo estas mediciones se realizan en el hospital universitario abarcando el 40 % de los trabajadores involucrados de nuestro país, con la finalidad de alcanzar la cobertura de la mayor cantidad de personal ocupacionalmente expuesto de clínicas privadas. Asimismo se desarrolló una nueva propuesta de trabajo que permita contar con un método alternativo de medida, en caso de no disponer del equipo utilizado habitualmente.

### ***Objetivo***

Establecer las condiciones óptimas de medida utilizando gamma cámaras para determinar  $^{131}\text{I}$  incorporado a trabajadores ocupacionalmente expuestos.

### ***Materiales***

Se trabajó con una gamma cámara Sophy Camera con detector de 3/8", campo rectangular, con colimador de altas energías, con una ventana de 20% centrada en 364 keV. Asimismo se realizaron estudios con la gamma cámara sin colimador.

Para llevar a cabo la calibración se utilizó un fantoma físico antropomórfico de cuello-tiroides, realizado con material tejido equivalente con fuente de  $^{133}\text{Ba}$ .

### ***Método***

Para determinar el conteo en el área completa se utilizó un fantoma con una cantidad conocida de  $^{133}\text{Ba}$  con las dimensiones de acuerdo a Dantas BM & Azeredo, 2000.

Se adquirieron imágenes con colimador de altas energías y sin colimador. Los tiempos de estudio fueron de 5,10 y 15 minutos a 15, 20, 25 y 30 cm de distancia entre el detector y el fantoma. Se realizaron medidas de radiación de fondo (*background*) a los mismos tiempos.

## Resultados

Se graficaron los valores de Factor de Calibración (FC) en función de las distancias para cada tiempo de estudio, tanto con colimador como sin él. Los FC obtenidos con colimador muestran, en la figura 1, que no se ajustan a un perfil lineal como el observado en la figura 2 en que los FC fueron obtenidos con colimador. Asimismo los valores de FC sin colimador no muestran variaciones con el tiempo de medida en todo el rango de distancias estudiados.

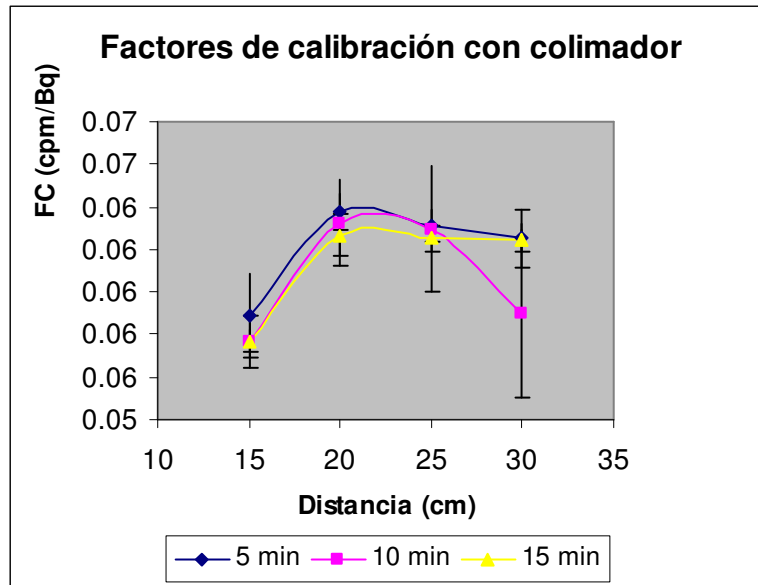


Figura 1.- Factores de calibración con colimador

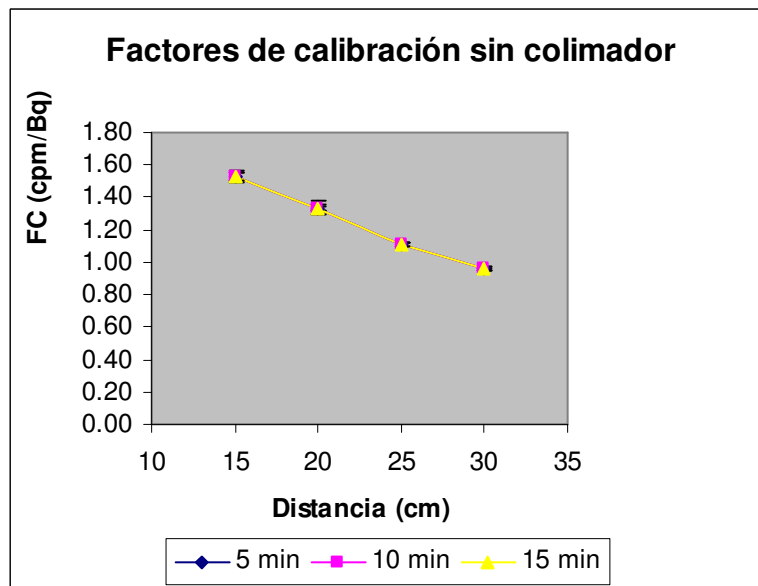


Figura 2.- Factores de calibración sin colimador

En las figuras 3 y 4 se visualizan las Actividades Mínimas Detectables (AMD) para los dos sistemas de obtención de datos trabajados. En aquellos obtenidos con colimador, los valores presentan poca variación con la distancia, lo que indica escasa sensibilidad a los cambios de la misma, sin embargo los valores de AMD son menores al aumentar el tiempo de medida.

Para la serie de datos obtenida sin colimador, las AMD son de un orden de magnitud menor que en el caso anterior y se aprecian variaciones al modificar la distancia, lo cual verifica mayor sensibilidad del método.

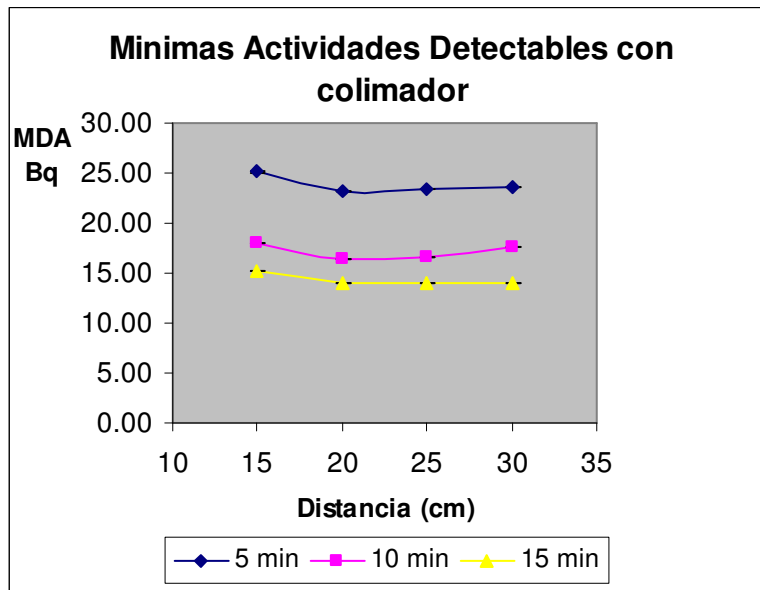


Figura 3.- Mínimas Actividades Detectables obtenidas con colimador

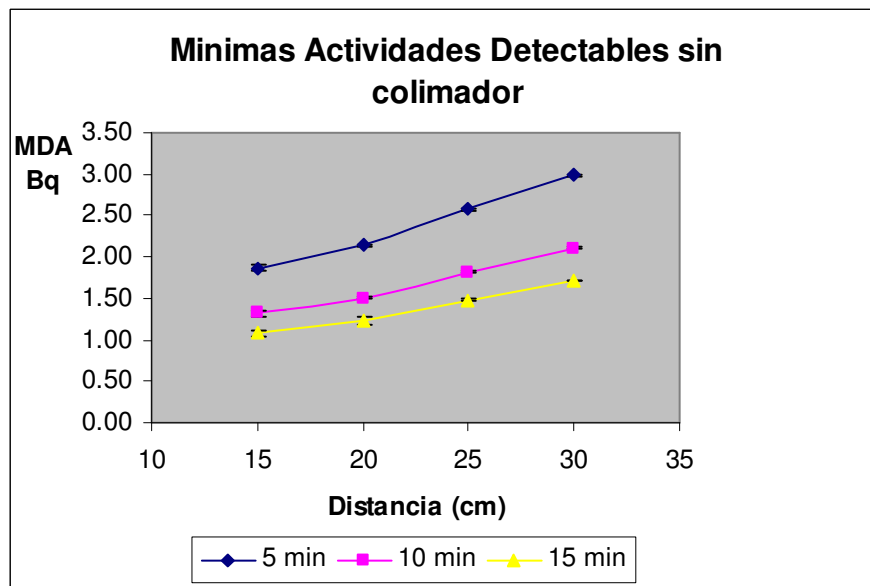


Figura 4.- Mínimas Actividades Detectables obtenidas sin colimador

Con los valores obtenidos de AMD se determinaron las Dosis efectivas Mínimas Detectables (DMD) utilizando el software AIDE considerando una incorporación aguda de  $^{131}\text{I}$  por inhalación y que la medición se realizó en la mitad del período de monitoreo es decir en el día 7 posterior a la incorporación de acuerdo a la ICRP 78. Las figuras 5 y 6 muestran los valores de DMD con y sin colimador, revelando mayor sensibilidad en el segundo caso no solo mostrando variaciones con la distancia detector-fuente sino también registrando un orden de magnitud de dosis por debajo de las DMD determinadas con colimador.

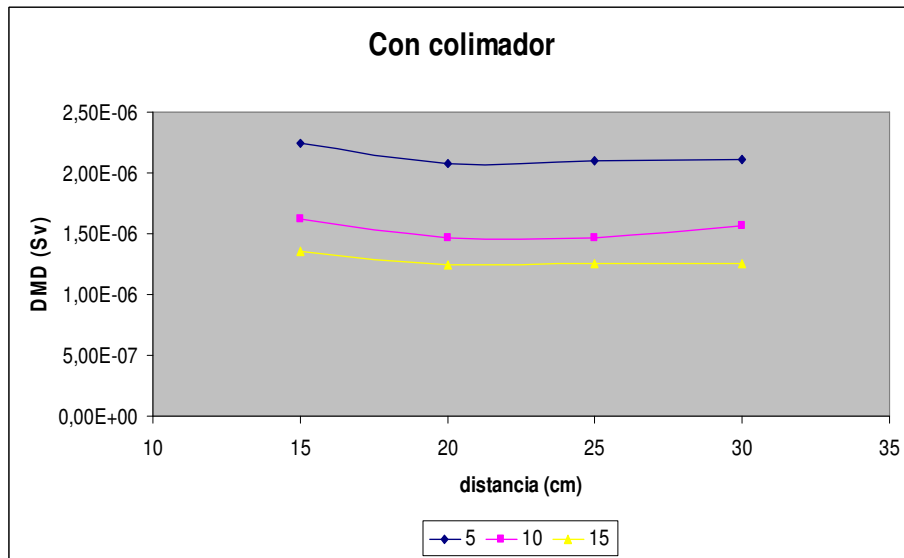


Figura 5.- Dosis Mínimas Detectables con colimador

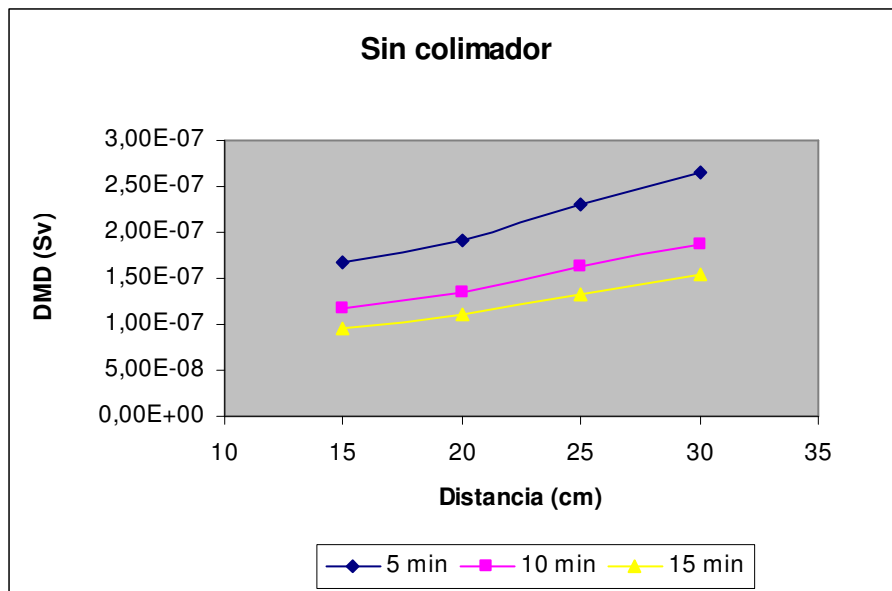


Figura 6.- Dosis Mínimas Detectables sin colimador

## ***Conclusiones***

En función de los resultados se escogieron las mejores condiciones de medición en la gamma cámara teniendo en cuenta las distancias, colimadores y tiempos de conteo óptimos.

Todos los parámetros determinados con colimador indican que esa metodología de adquisición de datos no es adecuada para realizar estudios dosimétricos en los que no se busca optimizar una imagen sino utilizar la gamma cámara como un contador de centelleo sólido con una mayor sensibilidad de medida. Los FC determinados sin colimador presentaron escasa variación dentro de las distancias 15, 20 y 25 cm. en los tiempos de medida. Por otra parte las AMD y DMD revelan que las medidas de 15 minutos son las de mayor sensibilidad y menor error, la distancia más adecuada que se desprende de esos gráficos es la de 20 cm. pues los parámetros varían escasamente pero presentan mayor comodidad para el usuario. De esta forma los valores de DMD se encuentran todos por debajo del nivel de registro de 1 mSv para una inhalación aguda de  $^{131}\text{I}$  en fase vapor.

Por lo antes expuesto se consideran las condiciones de medida más adecuadas las siguientes:

### **Gamma Cámara sin colimador**

**Tiempo de medidas: 15 minutos**

**Distancia detector- fuente: 20 cm.**

En las condiciones determinadas es posible mantener el servicio de monitoreo de trabajadores utilizando gamma cámaras como método alternativo ante la falta de un equipo de captación tiroidea, permitiendo una continuidad de trabajo sin detener el monitoreo y se abre la posibilidad de implementar esta metodología en clínicas de medicina nuclear alejadas del centro universitario.

## ***Agradecimientos***

IAEA, Centro de Medicina Nuclear, Hospital de Clínicas Montevideo-Uruguay.

## ***Bibliografía***

Bertelli, L., A.I.D.E. Activity and Internal Dose Estimates. Instructions Manual, 2004

Dantas BM & Azeredo AMGF. Determinação dos fatores de calibração para medidas in vivo de  $^{123}\text{I}$ ,  $^{125}\text{I}$  e  $^{131}\text{I}$  na tireóide. *V Encontro Nacional de Aplicações Nucleares (ENAN)*. Rio de Janeiro

Dantas B.M. Bases para calibração de contadores de corpo inteiro utilizando simuladores físicos antropomórficos. Tese de Doutorado em Biociências Nucleares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Biofísica e Biometria, 1998.

International Atomic Energy Agency (IAEA). *Direct methods for measuring radionuclides in the human body*. Safety Series n. 114, 1996

International Atomic Energy Agency (IAEA). *Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides* - Safety Standards Series, no. RS-G-1.2, IAEA, 1999.

International Atomic Energy Agency (IAEA). *Indirect Methods for assessing intakes of radionuclides causing occupational exposure*. Safety Reports Series no. 18, 2000.

International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 23: Reference Man: Anatomical, Physiological And Metabolic Characteristics, 1975

International Commission on Radiological Protection (ICRP) Publication 78: Individual Monitoring for Internal Exposure of Workers, 1998

TERÁN, Mariella; PAOLINO, Andrea; HERMIDA, Juan Carlos; SAVIO, J C; DANTAS, Bernardo Maranhão. Calibración de gamma cámaras para monitores de la contaminación interna de personal ocupacionalmente expuesto en servicios de medicina nuclear. XX CONGRESO ALASBIMN - ASOCIACIÓN LATINO AMERICANA DE SOCIEDADES DE BIOLOGÍA Y MEDICINA NUCLEAR, Punta del Este. 2005.

Health Physics Society (HPS). Performance Criteria For Radiobioassay, HPS N13.30 (1996).