

Calibración de cámaras gamma para el monitoreo individual de trabajadores ocupacionalmente expuestos a I-131

Susana Gonzáles*, Luis Zapata

Dirección de Servicios, Instituto Peruano de Energía Nuclear, Av. Canadá 1470, Lima 41, Perú

Resumen

El Laboratorio de Dosimetría Interna se encuentra ubicado en el Centro Nuclear RACSO, muy alejado de los Servicios de Medicina nuclear (SMN), por eso es necesario buscar métodos alternativos para el monitoreo de los Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOEs) que manipulan fuentes abiertas de radioiodos en medicina nuclear, ya sea para monitoreo rutinario o casos de accidente. En medicina nuclear el mayor riesgo ocurre durante la preparación de las dosis terapéuticas de I-131. El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa para el monitoreo individual de los TOEs expuestos a fuentes abiertas de I-131.

Calibration of gamma cameras for individual monitoring of workers occupationally exposed to I-131

Abstract

Internal Dosimetry Laboratory is located in the RACSO Nuclear Center, far from the Nuclear Medicine Service (NMS), it is necessary to seek alternative methods for monitoring Occupationally Exposed Workers (TOEs) that manipulate radioiodine open source in Nuclear Medicine Services, either for routine monitoring or in case of accident. The highest risk occurs during preparation of therapeutic doses of I-131. The aim of this paper is to propose an alternative for individual monitoring of TOEs exposed to open sources of I-131.

1. Introducción

El I-131 es un producto de fisión ampliamente usado en medicina nuclear con fines de diagnóstico y terapia de cáncer, y otras enfermedades tiroideas. Debido a su alta volatilidad, a temperatura ambiente, el yodo puede ser inhalado por las personas que trabajan con fuentes abiertas incrementándose el riesgo de contaminación interna, principalmente durante la preparación de las dosis terapéuticas de yodo. En el caso de adultos el 30 % del yodo inhalado es absorbido por la glándula tiroides.

La normativa peruana señala que la contaminación interna de los trabajadores expuestos (TOEs) debe ser evaluada cuando se manipule I-131, en función de la carga de trabajo o cuando exista una sospecha de incorporación incidental [1].

El criterio para establecer la necesidad de la implementación del monitoreo individual se encuentra descrito en el documento IAEA Safety Guide RSG 1.2 [2], que muestra los criterios para evaluar el requerimiento de

monitoreo individual, considerando que el potencial de dosis efectiva comprometida es de 1 mSv o más en un año. El mismo documento enfatiza que los trabajadores que manipulan grandes cantidades de radiofármacos, como el I-131 para terapia, deberían tener una vigilancia rutinaria de la contaminación interna. La aplicación de los parámetros sugeridos en la mencionada Guía de Seguridad para la evaluación del riesgo de exposición interna en un centro típico de medicina nuclear conduce al límite de actividad anual de 500 MBq (13.5 mCi).

Los documentos técnicos del OIEA [3,4] indican, que los TOEs que manipulan actividades significativas de I-131 deberían ser sometidos a un monitoreo individual interno para calcular la dosis efectiva y se lleve un registro por un oficial de radioprotección.

En el Perú existen aproximadamente 43 instalaciones licenciadas en medicina

* Correspondencia autor: sgonzales@ipen.gob.pe

nuclear, de los cuales 12 son públicas y 31 privados. Todos los servicios de medicina nuclear trabajan, entre otros radionucleídos, con I-131.

El oficial de radioprotección es el encargado de identificar a los trabajadores con riesgo de exposición e indicar al titular de la instalación para que proporcione los medios para las medidas de protección radiológica eficaces. De ser el caso, también recomienda la implementación de un programa de monitoreo individual debido a la contaminación interna, el cual puede realizarse en períodos de 7, 14 o 30 días, dependiendo de la carga de trabajo, sensibilidad del equipo de detección, etc.

En nuestro país no hay, a la fecha, proveedores de servicios externos para la medición *in vivo* de I-131 en tiroides; por tal razón, se ha iniciado un trabajo con los hospitales y clínicas para calibrar cámaras gamma para que puedan utilizarse en el monitoreo del personal ocupacionalmente expuesto al I-131.

El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa para el monitoreo individual de los TOEs expuestos a fuentes abiertas de I-131 y contribuir de esa manera a mejorar la protección radiológica de los trabajadores ocupacionalmente expuestos a fuentes abiertas.

2. Metodología

La calibración se llevó a cabo utilizando un fantoma de cuello-tiroides con una actividad conocida de Ba-133 ($3.284\text{E}+04$ Bq) y se determinó el factor de calibración en cpm/Bq para la determinación de I-131 *in vivo* y su dependencia con la distancia al detector. Se determinó que es preferible realizar las mediciones sin el colimador de las cámaras. Se realizaron mediciones de 5 minutos a distancias de 10, 15 y 20 cm del detector. También se realizaron mediciones a individuos no expuestos para determinar la Actividad Mínima Detectable (AMD), asimismo se utilizó el software AIDE para calcular la Dosis Efectiva Mínima Detectable (DEMD), considerando que la medición se realiza un día después de la fecha de incorporación.

Se determinó el factor de calibración de cámaras gamma de dos instalaciones radiactivas.

3. Resultados y Discusión

En la práctica, las cuentas por minuto (cpm) se dividen entre el FC (cpm/Bq), obteniéndose la actividad presente (Bq), este dato de actividad se divide entre el $m(t)$ dependiente del tiempo transcurrido y el resultado se multiplica por el Coeficiente de dosis por inhalación para I-31, $e(50)$ Sv/Bq, para obtener el resultado de dosis en Sv.

Los resultados indican que los valores de DEMD determinados para la medición *in vivo* de tiroides, en las diferentes distancias, para un intervalo de monitoreo de 30 días se encuentran por debajo del nivel de registro de 1 mSv. En la Tabla 1 y 2 se detallan los resultados encontrados, donde se observa la dependencia de la distancia a los parámetros evaluados; sin embargo, los valores de dosis se encuentran muy por debajo de la dosis para el público en general (1 mSv) evidenciándose la utilización de esta metodología para el monitoreo individual interno.

En la Figura 1, se muestra el simulador de cuello con la tiroides utilizados en la calibración de las cámaras gamma. El simulador se colocó a las distancias estudiadas lo que permitió calcular el factor de calibración.

En la Figura 2 se muestra el uso de las cámaras gamma para el automonitoreo, colocando el cuello de la persona a 20 cm del detector.

Tabla 1. Determinación del factor de calibración, AMD y DEMD en función de la distancia – Instalación 1.

Distancia (cm)	FC (cpm Bq ⁻¹)	AMD (Bq)	DEMD* (mSv)
10	5.10 +/- 0.016	71	0.781 E-03
15	3.87 +/- 0.014	95	1.045 E-03
20	3.36 +/- 0.013	111	1.221 E-03

* DEMD: Dosis Efectiva Mínima Detectable. (mSv)

Tabla 2. Determinación del factor de calibración, AMD y DEMD en función de la distancia – Instalación 2.

Distancia (cm)	FC (cpm Bq ⁻¹)	AMD (Bq.)	DEMD* (mSv.)
10	0.329 +/- 3.98E-03	336	3.696E-03
15	0.242 +/- 3.41E-03	473	5.203E-03
20	0.174 +/- 2.89E-03	658	7.238E-03

* DEMD: Dosis Efectiva Mínima Detectable. (mSv)



Figura 1. Calibración de Cámara Gamma con simulador de cuello – tiroides a diferentes distancias para calcular el Factor de Calibración.



Figura 2. Uso de cámaras gamma para el automonitoreo a 20 cm del detector.

4. Conclusiones

Los valores de Dosis Efectiva Mínima Detectable (DEMD) determinados para la medición in vivo de tiroides en las 3 distancias para un intervalo de monitoreo de 30 días se encuentran por debajo del nivel de registro de 1 mSv.

Este procedimiento puede ser utilizado en los servicios de medicina nuclear para el monitoreo individual de los trabajadores que manipulan fuentes abiertas de I-131.

Este estudio contribuye a mejorar la Protección Radiológica Ocupacional en los servicios de medicina nuclear.

5. Agradecimientos

Al Hospital de Enfermedades Neoplásicas y a la Clínica Ricardo Palma por su valioso aporte para realizar el presente estudio.

6. Bibliografía

- [1] Instituto Peruano de Energía Nuclear. Requisitos de protección radiológica y seguridad en medicina nuclear. Norma Técnica IR.002.2012. Lima, Perú. 2012.
- [2] International Atomic Energy Agency. Assessment of occupational exposure due to intakes of radionuclides. Safety Guide N° RS-G-1.2. Vienna: IAEA; 1999.
- [3] International Atomic Energy Agency. Radiation protection and safety of radiation sources: International basic safety standards. Iterim Edition. IAEA Safety Standards Series GSR Part 3. Vienna: IAEA; 2011.
- [4] Organismo Internacional de Energía Atómica. Protección radiológica ocupacional. Guía de Seguridad N° RS-G-1.1. Viena: OIEA; 2004.