

RESULTADO DE NICARAGUA EN LA INTERCOMPARACIÓN REGIONAL DE DOSIMETRIA IN VIVO DE YODO 131 (¹³¹I) EN TIROIDES

Somarriba, F.I., Roas, N.A. y Castillo, A. M.

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)

RESUMEN

Bajo el proyecto de cooperación técnica RLA9066 se llevó a cabo la Intercomparación de sistemas de medición In Vivo para el monitoreo de los trabajadores ocupacionalmente expuestos al ¹³¹I con riesgo de incorporación interna, Nicaragua participó a través del Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología (LAF-RAM), UNAN-Managua para lo cual se utilizó el sistema de captación de tiroides Marca Capintec CAPTUS 3000, donde se pudo verificar la capacidad de medición In Vivo de yodo en tiroides del mismo; considerando las recomendaciones establecidas por el OIEA [3]; el cual está constituido de un detector de NaI CAPTUS 3000, de tamaño del colimador 5.1 x 5.1 cm (2" x 2").

Este ejercicio consistió en la determinación de la actividad de una fuente desconocida enviada por el Laboratório de Monitoração In Vivo de IRD, se calibró el sistema utilizando una fuente patrón de ¹³³Ba ubicada en un simulador de cuello-tiroides a una distancia de 22cm, el factor de calibración fue de 4.0×10^{-3} cps/Bq, posteriormente se determinó la actividad reportada de (3848 ± 119) Bq respecto a la actividad de referencia (3850 ± 69) Bq, obteniendo la razón entre reportada y referencia de $R=0.999$, cuyo resultado es aceptable según criterio ANSI ($0.75 < R < 1.25$).

1. INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Física de Radiaciones y Metrología LAF-RAM es el único prestador de servicio de monitoreo por incorporación en Nicaragua, este servicio inició a finales de noviembre del 2011 después del proceso de recepción y calibración del equipo captador de tiroides. El monitoreo por incorporación se realiza a los trabajadores del área de medicina nuclear del Centro Nacional de Radioterapia, a la fecha el único en el país con este tipo de práctica médica.

El Organismo Internacional de Energía Atómica OIEA, en coordinación con el Instituto de Radioprotección y Dosimetría IRD, Brasil propusieron la intercomparación bajo el proyecto RLA 9066 y enviaron a los países participantes un maniquí con una fuente de ¹³³Ba con actividad desconocida y el protocolo de la Intercomparación de Mediciones In Vivo de yodo 131 en tiroides en el año 2013 [2], con la finalidad de verificar las características experimentales de cada Laboratorio de Mediciones In Vivo y asegurar la confiabilidad de sus resultados. Este trabajo presenta el resultado de la Intercomparación del sistema de medición *In Vivo* utilizado un captador de tiroides CAPTUS 3000.

2. MÉTODO Y MATERIALES

El captador de tiroides consta de dos espectrómetros ubicados uno en la sonda y otro en el detector de pozo, el sistema de medición utiliza dos fuentes de referencia (^{137}Cs y ^{152}Eu) para realizar los controles de calidad al equipo CAPTUS 3000 [1] lo cual permite evaluar el buen funcionamiento del equipo siguiendo la periodicidad recomendado por el fabricante, los controles principales que se realizan son las pruebas de exactitud, linealidad, chi-cuadrado y la actividad mínima detectable MDA.

El ejercicio de Intercomparación consistió en realizar mediciones con el captador de tiroides calibrado, utilizando un simulador de cuello con una fuente de ^{133}Ba y posteriormente medir en el simulador de tiroides la actividad de ^{133}Ba desconocida que se recibió por parte del IRD (Brasil).

2.1 Determinación de Factor de Calibración:

La actividad desconocida está en función en la determinación del factor de calibración del equipo y cuyo procedimiento de determinación fue el siguiente: se colocó el simulador de cuello sin la fuente de referencia de ^{133}Ba a una distancia fuente-detector de 22cm para realizar las mediciones del fondo (Background) en unidades de cuentas por segundo (cps), el esquema de medición se muestra en la figura 1.

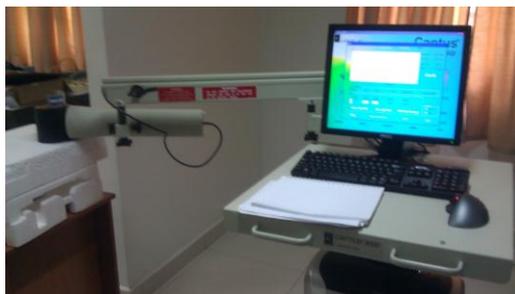


Figura 1. Esquema de medición

Sea M_{backg} la medición de las cuentas por segundo de fondo en la región de interés ROI en la opción MULTICANAL DEL CAPTUS 3000, que abarcó las energías similares de fotones del ^{133}Ba , iniciando el contaje desde el canal 130 al canal 210. El tiempo de adquisición fue 200 s y la lectura obtenida de fondo fue:

$$M_{backg} = 10,54 \text{ cps} \quad (\text{Ec. 1})$$

Por lo tanto para el fondo en número de cuentas totales es

$$Backg = 2108 \text{ cuentas} \quad (\text{Ec. 2})$$

La incertidumbre asociada al fondo [4] es

$$\sigma_{Backg} = \frac{\sqrt{2108}}{200} = 0,23 \quad (\text{Ec. 3})$$

$$BackG = (10,54 \pm 0,23)cps \quad (Ec. 4)$$

Luego se procedió a colocar la fuente de ^{133}Ba en el simulador de cuello para obtener las cuentas por segundo, siendo $M_{Fantoma}$ la medición en cuentas por segundo del maniquí (con el radionúclido) medido también en el MULTICANAL en la ROI escogida anteriormente, obteniendo.

$$M_{Fantoma} = 59,38 cps \quad (Ec. 5)$$

Por lo tanto el número de cuentas totales del maniquí es:

$$fantomia = 11876 \text{ cuentas} \quad (Ec. 6)$$

La incertidumbre asociada a la medición de cuentas del maniquí es:

$$\sigma_{fantomia} = \frac{\sqrt{11876}}{200} = 0,54 \quad (Ec. 9)$$

Las cuentas por segundo obtenidas con el maniquí con su incertidumbre es:

$$Fantoma = (59,38 \pm 0,54)cps \quad (Ec. 8)$$

Por lo tanto para el maniquí de tiroides el número de cuentas por segundo netas es:

$$M_{netas} = 59,38 - 10,54 = 48,84 cps \quad (Ec. 9)$$

La incertidumbre asociada a la medición es [5]

$$\sigma_{netas} = \sqrt{(0,54)^2 + (0,23)^2} = 0,59cps \quad (Ec. 10)$$

La actividad del maniquí corregida por decaimiento al día de la medición es:

$$Act_{decaida} \text{ } ^{133}\text{Ba} = 11947Bq \quad (Ec. 11)$$

Para la determinación de la incertidumbre de la actividad del maniquí es necesario hacer la corrección por los valores inicial de actividad del ^{133}Ba con 14480 Bq con una incertidumbre 104. Por tanto

$$\sigma_{Act_{decaida} \text{ } ^{133}\text{Ba}} = \frac{104}{14480} * 11947 = 86Bq \quad (Ec. 12)$$

El factor de calibración se determina por medio de la siguiente relación

$$F_c^{133}Ba = \frac{M_{netas}}{\text{Actividad del }^{133}Ba} = \frac{48,84}{11947} = 0,00409cps/Bq \quad (\text{Ec. 13})$$

Por tanto el factor de calibración se expresa como:

$$F_c^{133}Ba = (0,00409 \pm 0,00006)cps/Bq \quad (\text{Ec. 14})$$

2.2 Cálculo de la actividad desconocida

Sea M_{FD} es el número de cuentas por segundo de la medición correspondiente a la muestra con la Actividad desconocida, $M_{FD} = 26,28cps$ manteniendo las mismas condiciones de medición anteriores solo cambiando el inserto del simulador de cuello.

El número total de cuentas obtenidas en un tiempo de 200 segundos es:

$$FD = 26,28 * 200 = 5256 \text{ cuentas} \quad (\text{Ec.15})$$

La incertidumbre para este conteo es:

$$\sigma_{FD} = \sqrt{5256} = 72,49 \quad (\text{Ec. 16})$$

La incertidumbre asociada a las cps

$$\sigma_{M_{FD}} = \frac{72,49}{200} = 0,36 \quad (\text{Ec. 17})$$

Expresando las cps de la muestra con su incertidumbre asociada

$$M_{FD} = (26,28cps \pm 0,36)cps \quad (\text{Ec. 18})$$

Considerando que el fondo utilizado es el mismo, las cps de la muestra desconocida es:

$$M_{FDnetas} = 26,28 - 10,54 = 15,74cps \quad (\text{Ec. 19})$$

La incertidumbre de las cuentas netas es:

$$\sigma_{FDnetas} = \sqrt{(0,36)^2 + (0,23)^2} = 0,43cps \quad (\text{Ec. 20})$$

Expresando las cps de la fuente desconocida

$$M_{FDnetas} = (15,74 \pm 0,43)cps \quad (\text{Ec. 21})$$

De acuerdo con los resultados de la ecuación 13, del factor de calibración, y los resultados de la ecuación 19 es decir las cuentas por segundo del inserto, se calculó la Actividad de la fuente desconocida

$$Act_{FD} = \frac{M_{FD}}{F_c^{133Ba}} = 15,74/0,00409 = 3848Bq \quad (\text{Ec. 22})$$

Siendo la incertidumbre asociada a esta actividad

$$\sigma_{ActFD} = 3848 * \sqrt{\left(\frac{0,43}{15,74}\right)^2 + \left(\frac{0,06 \times 10^{-8}}{4,09 \times 10^{-8}}\right)^2} = 119Bq \quad (\text{Ec. 23})$$

Por tanto la actividad desconocida determinada, con su incertidumbre es:

$$Act_{F_{antdes}} = (3848 \pm 119)Bq \quad (\text{Ec. 24})$$

3. CONCLUSIONES

Se determinó la actividad de la fuente desconocida de ^{133}Ba siguiendo el PROTOCOLO DE LA INTERCOMPARACIÓN DE MEDICIONES IN VIVO DE YODO 131 EN TIROIDES, determinando el factor de calibración del sistema siendo el utilizado para la determinación de la actividad desconocida F_c^{133Ba} ($0,00409 \pm 0.00006$)

El certificado de la intercomparación enviada por el IRD muestra que la Actividad de ^{133}Ba de referencia era (3850 ± 69) Bq y la Actividad reportada (3848 ± 119) Bq obteniendo la razón entre reportada y referencia de $R = 0.999$, cuyo resultado es aceptable según criterio ANSI ($0.75 < R < 1.25$).

4. REFERENCIAS

1. Capintec, Inc., “*THYROID UPTAKE SYSTEM OWNER’S MANUAL*”, 2009.
2. Dantas, B., “*Guía de trabajo para cálculo de la actividad equivalente de ¹³¹I y determinación del factor de calibración utilizando ¹³³Ba como patrón*”, 2013.
3. IAEA., “*SAFETY GUIDE, Assessment of Occupational Exposure Due to Intakes of Radionuclides*”, RS-G-1.2, 1999
4. Glenn, F. Knoll., “*Radiation Detection and Measurement*” ISBN-13: 978-0470131480, 2010.
5. Barry N. Taylor and Chris E. Kuyatt., “*Guidelines for evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results*”. 1999