

EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA TASA DE DOSIS EN UNA INSTALACIÓN DE MEDICINA NUCLEAR DURANTE PROCEDIMIENTOS DIAGNOSTICOS

Gastelo, E.^{1,2,3}.

¹Universidad Nacional de Ingeniería, Escuela de Postgrado, Lima, Perú.

²Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Escuela Profesional de Física, Lambayeque, Perú.

³ONCOIMAGEN, Lima, Perú.

RESUMEN

En una instalación de medicina nuclear, se cuentan con diferentes ambientes involucrados en el procedimiento de diagnóstico y tratamiento, tales como: Sala de adquisiciones, cuarto caliente, sala de pacientes inyectados, sala de inyección, y recepción [1]. Durante los procedimientos de diagnóstico, el paciente que ya ha sido previamente administrado con material radiactivo, (Tc-99m por ejemplo), ingresa a la sala de adquisiciones para el correspondiente estudio. Esto hace que los niveles de tasa de dosis alrededor de la sala de adquisición sean elevados.

Ya que es un importante problema de estudio tener una idea acerca de estos niveles de radiación, en este trabajo, se ha realizado la medición de la tasa de dosis durante el procedimiento de diagnóstico con Tc-99m, para ello se ha simulado el estudio considerando un fantoma de llenado para pruebas de uniformidad extrínseca y se ha realizado la medición de tasa de dosis en los alrededores de la sala de adquisición, usando un detector tipo Geiger Müller propio de la instalación marca ECOTEST modelo MKS-05. Los resultados obtenidos, están acorde a la norma EM. 100 instalaciones de alto riesgo [2].

1.-INTRODUCCIÓN

El uso de material radiactivo en medicina nuclear, conlleva a la exposición a la radiación del personal involucrado. Asimismo, dicho personal está expuesto principalmente durante la preparación, administración del radiofármaco y posteriormente en la proximidad del paciente radiactivo [3].

El objetivo de este estudio parcial fue medir los niveles de radiación (tasa de dosis) alrededor de un fantoma (simula un paciente) durante la adquisición de imágenes, en procedimientos diagnósticos con Tecnecio 99 metaestable (Tc-99m).

El hecho de que se haya considerado el uso de Tc-99m, es debido a que hay una mayor carga de trabajo con este radioisótopo en la instalación. Sin embargo, también se debe de tener en cuenta los procedimientos que usan Iodo-131 y Samario-153.

2.-MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Monitor de Radiación

Las mediciones de tasa de dosis equivalente en los ambientes, $\dot{H}^*(10)$ $\mu\text{Sv/h}$, fueron realizadas con un monitor de radiación marca ECOTEST modelo MKS-05. Asimismo, tiene un rango de medición para tasa de dosis equivalente en rayos x y gamma de 0.1 -

9999 $\mu\text{Sv/h.}$, con una dependencia en energía relativa a Cesio-137 de $\pm 25\%$ y trabaja en un rango de energía entre 0.05-3.00 MeV.

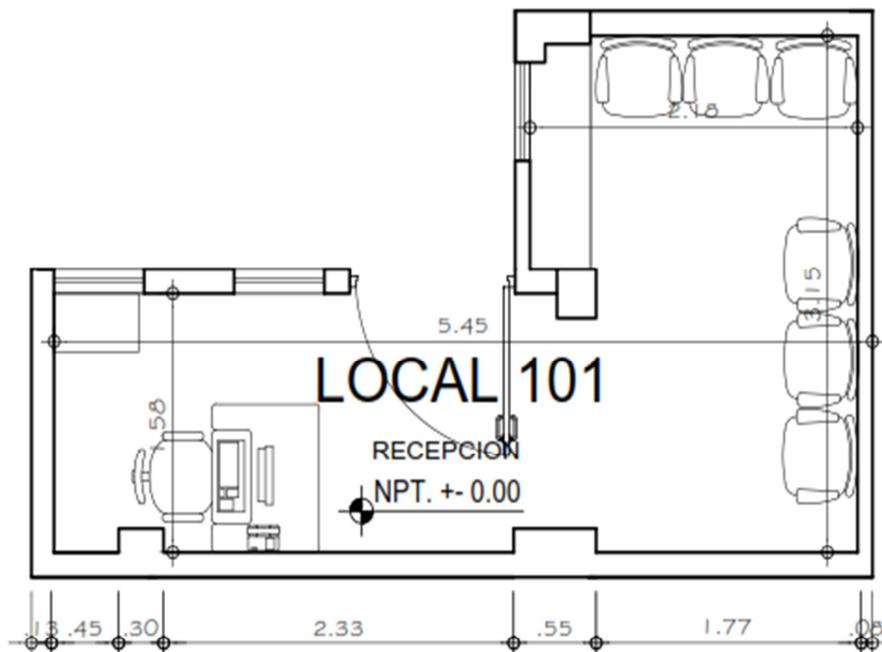
Este monitor tiene calibración vigente realizada por el Instituto Peruano de Energía Nuclear (IPEN) con un factor de calibración de 1.130, con una incertidumbre del 4.6 % (factor de cobertura $k=2$), el monitor de radiación fue calibrado en un rango de 8-8000 $\mu\text{Sv/h.}$

2.2. Fantoma para pruebas de uniformidad extrínseca.

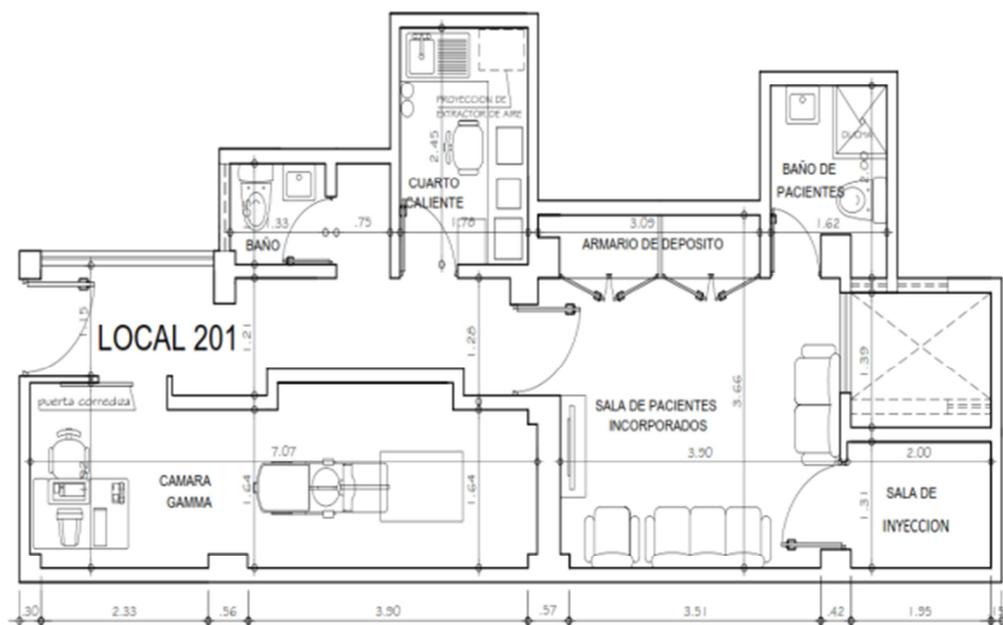
Con el fin de tener en cuenta la dispersión de la radiación, se usó un fantoma para pruebas de uniformidad extrínseca como material dispersor. Para ello se llenó el fantoma con agua y luego se inyectó una determinada cantidad de material radiactivo.

2.3. Ambientes para realizar la medición de $\dot{H}^*(10)$ $\mu\text{Sv/h.}$

Las mediciones fueron realizadas en diferentes ambientes de la instalación de medicina nuclear, ver figura 1(a) y figura 1 (b).



(a)



(b)

Figura 1. (a) Plano de la instalación 1° Piso, (b) Plano de la instalación 2° Piso.

2.4. Procedimiento de medición de $\dot{H}^*(10) \mu\text{Sv/h}$.

Las mediciones se realizaron en el centro de cada uno de los ambientes a una altura del piso - detector de 1,40 cm (a nivel de tórax de una persona promedio). Primero se realizaron 5 mediciones de $\dot{H}^*(10) \mu\text{Sv/h}$, debida al fondo de radiación natural en cada uno de los ambientes.

Posteriormente se procedió a fraccionar la actividad de Tc-99m a usar, en principio se tomó en cuenta usar 800 MBq (21.62 mCi aproximadamente) de Tc-99m, que es un nivel orientativo propuesto en la referencia [1]. Para ello, se realizaron 5 mediciones de la actividad fraccionada, con la ayuda de un calibrador de dosis marca Carpintec Modelo CRC 15-PET, calibrado por el IPEN, con factor de calibración para Tc-99m de 1.017 con una incertidumbre de 4.9%.

Posteriormente, se inyectó la actividad fraccionada en el fantoma (lleno con agua) y se procedió a distribuir uniformemente el material radiactivo. Luego, el fantoma se colocó sobre la camilla de la sala de adquisiciones y se procedió con el estudio. Por lo general en esta instalación los estudios de gammagrafía ósea tardan alrededor de 30 minutos, durante el cual se realizó las mediciones de tasa de dosis equivalente ambiental.

3.-RESULTADOS

3.1. Mediciones de $\dot{H}^*(10) \mu\text{Sv/h}$ por el fondo de radiación natural.

Los resultados de $\dot{H}^*(10) \mu\text{Sv/h}$ por el fondo de radiación natural, se muestran en la tabla 1. Todas las mediciones de tasa de dosis, fueron multiplicadas por el factor de

calibración respectivo, que se encuentra en el certificado de calibración entregado por el Instituto Peruano de Energía Nuclear.

Tabla 1: Tasas de dosis equivalente ambiental ($\dot{H}^{*(10)}$ $\mu\text{Sv/h}$) debido al fondo de radiación natural. (Antes del procedimiento diagnóstico)

Ambiente	Media \pmSD*
Sala de adquisiciones	0.18 \pm 0.03
Cuarto Caliente	0.27 \pm 0.02
Sala de pacientes inyectados	0.19 \pm 0.04
Baño de pacientes	0.19 \pm 0.03
Sala de inyección	0.17 \pm 0.01
Sala de recepción -1° Piso	0.17 \pm 0.02
Baño de personal	0.17 \pm 0.01

*SD = Desviación estándar

3.2. Mediciones de la actividad de Tc-99m a usar.

Los resultados de la medición de la actividad de Tc-99m a usar, se muestran en la tabla 2-a y 2-b. Primero se muestra la medición de fondo registrada en el calibrador de dosis y luego la lectura de actividad con el vial de Tc-99m.

Tabla 2-a: Lectura de Fondo en μCi (dial=086 -Tc-99m).

Lectura (μCi)	Media \pmSD
Fondo	41.9 \pm 0.996

Tabla 2-b: Lectura de Actividad de Tc-99m en mCi (dial=086 -Tc-99m).

Lectura (mCi)	Media \pmSD
Tc-99m	21.4 \pm 0.021

3.3. Mediciones de $\dot{H}^{*(10)}$ $\mu\text{Sv/h}$, durante el procedimiento diagnóstico

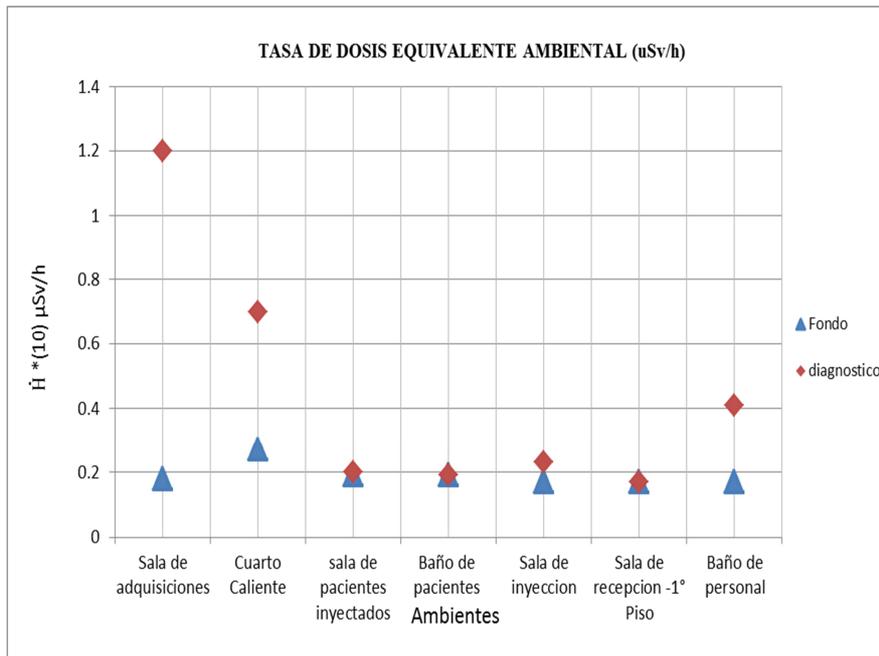
Luego que se tuvo la actividad requerida de Tc-99m, se inyectó el radioisótopo en el fantoma y este fue llevado a la sala de adquisiciones, el fantoma colocó sobre la camilla durante media hora, que es el tiempo que demora la adquisición para una gammagrafía

ósea, durante ese tiempo se realizaron mediciones de tasa de dosis en los ambientes, los resultados se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Tasas de dosis Equivalente ambiental ($\dot{H}^*(10)$ $\mu\text{Sv/h}$) durante el procedimiento de adquisición de imágenes.

Ambiente	Media \pm SD
Sala de adquisiciones	1.20 \pm 0.16
Cuarto Caliente	0.70 \pm 0.05
Sala de pacientes inyectados	0.20 \pm 0.02
Baño de pacientes	0.19 \pm 0.03
Sala de inyección	0.23 \pm 0.03
Sala de recepción -1° Piso	0.17 \pm 0.04
Baño de personal	0.41 \pm 0.09

Con el fin de comparar los resultados de fondo con los medidos durante el procedimiento diagnóstico, se presenta la gráfica 1.



Grafica 1. Comparación de las mediciones de $\dot{H}^*(10)$ $\mu\text{Sv/h}$, debida al fondo de radiación natural y durante el procedimiento de diagnóstico

4.-CONCLUSIONES

Se han obtenido los valores de tasa de dosis ambiental, antes y durante el procedimiento diagnóstico de una gammagrafía ósea. En la gráfica 1, se observa que los niveles de tasa de dosis ambiental durante procedimientos diagnósticos son mayores a la tasa de dosis ambiental debido al fondo de radiación natural, en tres ambientes: la sala de adquisiciones, el cuarto caliente y el baño del personal.

Los valores de tasa de dosis netos son $1.02 \pm 0.13 \mu\text{Sv/h}$, $0.43 \pm 0.03 \mu\text{Sv/h}$ y $0.24 \pm 0.08 \mu\text{Sv/h}$, para la sala de adquisiciones, cuarto caliente y baño del personal respectivamente. Este aumento, se debe principalmente a que estos ambientes están muy próximos al fantoma con material radiactivo.

Si tomamos en cuenta que el tiempo de estudio de una gammagrafía ósea es aproximadamente media hora, la dosis equivalente para un personal expuesto presente en la sala de adquisiciones, por estudio diagnóstico será de $1.02 \pm 0.13 \mu\text{Sv/h} \times 0.5 \text{ h} = 0.51 \pm 0.07 \mu\text{Sv/estudio diagnóstico}$ con Tc-99m ($A=21.4 \pm 0.02 \text{ mCi}$).

Estos resultados están muy por debajo de los que se pueden obtener en una instalación PET-CT [4]. Sin, embargo, un estudio posterior tendrá en cuenta las contribuciones debidas a todos los radiofármacos usados en la instalación de medicina nuclear mediante el uso de dosímetros colocados en los diferentes ambientes [5], teniendo un especial cuidado en la sala de adquisiciones, cuarto caliente y baño del personal.

5.-AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Oncoimagen S.A.C con licencia de operación en Medicina Nuclear, por prestarnos sus ambientes para realizar las mediciones.

6.- REFERENCIAS

- [1] Norma IR.002.2012, Requisitos de protección Radiológica y Seguridad en Medicina Nuclear. Res 048-12-IPEN/PRES, 23 de febrero del 2012.
- [2] Reglamento nacional de edificaciones, Norma EM 100, Instalaciones de alto riesgo.
- [3] Dose and dose rate measurements for radiation exposure scenarios in nuclear medicine Ferdinand Sudrock, Klara Uhrhan, Arndt Rimpler, Harald Schicha, Sci. Dir. Radiation Measurements, 46 (2011) 1303e1306.
- [4] Radiation Exposure to Staff in a PET/CT Facility, G. S. Pant and S. Senthamizhchelvan. Department of Nuclear Medicine, All India Institute of Medical sciences, New Delhi 110029.
- [5] Monitoring of radiation dose rates around a clinical nuclear medicine site, Chia-Ho Shao, Cheng-Chang Lu, Tou-Rong Chen, Jui-Hung Weng, Shang-Lung Dong, Ming-Jen Chou. Sci. Dir., Radiation Physics and Chemistry, 104 (2014) 124–128.