



Evaluación de un método para optimización de la exposición médica de gammagrafías óseas de cuerpo entero

Method Evaluation for Whole-Body Bone Scintigraphy Medical Exposition Optimization

 <https://doi.org/10.52948/mare.v4i1.680>

YUDMILA REYES GONZÁLEZ

 <https://orcid.org/0000-0002-7685-1683>


Dirección de Servicios Biomédicos, Centro de Isótopos (DSB-CENTIS), Cuba
yudmilareyes@gmail.com

LEONEL TORRES-AROCHE

 <https://orcid.org/0000-0001-5019-1915>

Dirección de Servicios Biomédicos, Centro de Isótopos (DSB-CENTIS), Cuba
leonel.torres.cuba@gmail.com

KARLA BATISTA-GARCÍA RAMO

 <http://orcid.org/0000-0003-1042-7369>

Dirección de Servicios Biomédicos, Centro de Isótopos (DSB-CENTIS), Cuba
kbatista.gr@gmail.com

YOLAINE SÁNCHEZ-GONZÁLEZ

 <http://orcid.org/0000-0003-1042-7369>

Dirección de Servicios Biomédicos, Centro de Isótopos (DSB-CENTIS), Cuba
yolaine.sanchez@gmail.com

Artículo de investigación

Recepción: 18 de enero de 2022

Aceptación: 13 de septiembre de 2022

Cómo citar este artículo

Y. Reyes, L. Torres-Aroche, K. Batista-García y Y. Sánchez-González, "Evaluación de un método para optimización de la exposición médica de gammagrafías óseas de cuerpo entero," *Mare Ingenii*, vol. 4, n.º 1, abril. 2022.

Resumen:

La medicina nuclear utiliza diversos radiofármacos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. En el caso de los estudios óseos, las técnicas de medicina nuclear son útiles para evaluar condiciones traumáticas y ortopédicas. Cada año en Cuba aumenta el número de estudios de medicina nuclear. Estos procedimientos diagnósticos implican la administración de niveles de actividad que mantengan el riesgo asociado con la exposición a radiaciones ionizantes en el nivel mínimo compatible con el propósito diagnóstico. Los estudios de cuerpo entero se encuentran entre los que más contribuyen a las dosis poblacionales. El objetivo de este trabajo es establecer y validar un método fantasma para optimizar el procedimiento y así encontrar el equilibrio entre calidad de imagen y dosis de radiación. La estrategia consiste en realizar adquisiciones dinámicas de cuerpo entero consistentes en cuatro escaneos con diferentes velocidades de traducción asegurando que la imagen sumada sea equivalente a la imagen original de 12cm/min. Permitiría simular diferentes niveles de actividad administrada, combinando las imágenes recopiladas. Durante la validación del método se encontró que existe una dependencia lineal entre el número total de cuentas de cada adquisición y los niveles de dosis simulados de las imágenes adquiridas. El método propuesto es una propuesta válida, aplicable a estudios tipo cuerpo entero, donde las condiciones del equipo lo permitan. Este resultado contribuirá a reducir los niveles de actividad administrados a los pacientes y las dosis de radiación a la población.

Palabras clave: cuerpo entero; optimización de dosis; medicina nuclear.

Abstract:

Nuclear medicine uses various radiopharmaceuticals for the diagnosis and treatment of diseases. In bone studies case, nuclear medicine techniques are useful in evaluating traumatic and orthopedic conditions. Every year in Cuba the number of nuclear medicine studies increases. These diagnostic procedures imply the administration of activity levels that maintain the risk associated with exposure to ionizing radiation to the minimum level compatible with the diagnostic purpose. Of these, whole body studies are among those that contribute the most to population doses. The objective of this work is to establish and validate a phantom method to optimize the procedure and thus find the balance between image quality and radiation dose. The strategy consists of performing dynamic whole-body acquisitions consisting of four scans with different translation speeds ensuring that the summed image is equivalent to the original 12cm/min image. It would allow to simulate different levels of administered activity combining the collected images. During the method validation this research found that there is a linear dependence between the total count number of each acquisition and the simulated dose levels of the acquired images. The proposed method is a valid proposal, applicable to whole body type studies, where the equipment conditions allow it. This result will contribute to reduce the activity levels administered to patients and the population radiation doses.

Keywords: whole body; dose optimization; nuclear medicine.

Introducción

La medicina nuclear es una especialidad de la medicina en la que se utilizan radiofármacos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Las imágenes que se obtienen de utilizar dicha técnica, a diferencia de la mayoría de las obtenidas en radiología [1], [2], son imágenes funcionales que permiten detectar alteraciones antes de que las enfermedades presenten síntomas visibles, repercutiendo significativamente en tratamientos tempranos, más efectivos y pronósticos más favorables.

En el caso de las patologías óseas las técnicas de medicina nuclear son útiles para evaluar afecciones traumáticas y ortopédicas. Se detectan lesiones óseas benignas como displasia fibrosa, endondromatosis, enfermedad de Paget, osteomalacia, entre otros; su indicación frecuente es la evaluación de sospecha de tumores a la radiografía, para confirmar etiología. La utilidad de la gammagrafía ósea ante la presencia de los tumores primarios malignos radica sobre todo en el caso del osteosarcoma; más que para detectar la extensión local del osteosarcoma (en que tiene mayor utilidad la resonancia magnética), se trata de descubrir si se trata de una lesión única o no. Las metástasis óseas son las enfermedades que con más frecuencia tienen indicaciones en la medicina nuclear [3], [4].

El número de exploraciones y procedimientos médicos que emplean radiaciones ionizantes ha aumentado de forma continua en los últimos años. Según los datos presentados en el último informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los Efectos de las Radiaciones Atómicas (UNSCEAR, 2019), las exposiciones médicas a la radiación de pacientes de todo el mundo representan el tipo principal de exposición del ser humano a fuentes artificiales de radiaciones

ionizantes; además, se ha registrado una tendencia ascendente constante en las dosis colectivas recibidas por la población [5]. Cada año en Cuba se incrementa el número de estudios de medicina nuclear, y este número seguirá aumentando a partir de la instalación de nuevos equipos híbridos en las distintas instalaciones del país.

Estos procedimientos de diagnóstico implican la administración de niveles de actividad compatible con la finalidad diagnóstica. Por esta razón, es esencial que se aplique el procedimiento apropiado con la dosis, el paciente y en el momento correcto. Si es apropiado, el procedimiento debe realizarse de la manera más óptima, que mantenga la dosis de radiación al paciente lo más baja posible y, al mismo tiempo, proporcione al médico del paciente la información necesaria para diseñar un plan de seguimiento y tratamiento médico [6]. Los estudios del tipo cuerpo entero son considerados entre los que más aportan a las dosis poblacionales. Precisamente, el objetivo de la optimización en medicina nuclear es hallar el equilibrio entre la calidad de la imagen y la dosis de radiación. Las características del equipamiento y otros aspectos como la disponibilidad de radiofármacos, los protocolos de adquisición y procesamiento son diversos factores que influyen en la determinación de la actividad necesaria a administrar, para cumplir con el principio de optimización [7]. Entonces, el objetivo de este trabajo es establecer y validar un método en maniquí para optimizar el procedimiento y así hallar el equilibrio entre la calidad de la imagen y la dosis de radiación.

Metodología

Método propuesto para la simulación de distintos niveles de actividad a partir de adquisiciones dinámicas.

Se decidió emplear un método que simula la colección de estudios dinámicos de cuerpo entero, basada en el empleo de varias velocidades de traslación, simulando diferentes niveles de actividad, que recombinados suman el 100% de la actividad inicial administrada al paciente.

Para optimizar los protocolos de cuerpo entero planar, la estrategia de optimización consiste en adquirir cuatro imágenes de cuerpo entero con diferentes números de escaneo de camilla, sin cambiar ningún otro parámetro de adquisición, la imagen 1 con una velocidad de 20cm/min, la imagen 2 y 3 con una velocidad de escaneo de camilla de 80cm/min y la imagen 4 con 120cm/min, en lugar de una imagen de 12cm/min. Esto simularía cuatro niveles de actividades administradas diferentes.

La estadística de conteo de un cuerpo entero planar según lo establecido sugiere que el total de cuentas acumuladas sea $\geq 1,5\text{Mcps}$, para 12cm/min. La suma de la imagen de 20cm/min, 80cm/min y 120cm/min de estudio simulará que el paciente recibía una actividad administrada del 60%, 15% (dos escaneos suman 30%) y 10% de la actividad respectivamente.

A. Evaluación del método en maniqués: simulación de la adquisición y procesamiento de datos en condiciones similares a la clínica.

Para la evaluación del método de optimización de estudios óseos planares se empleó el maniquí de barras paralelas PLES de NEMA sobrepuesto en el maniquí de fuente plana rellenable con una actividad de 7mCi (277.88MBq), como se muestra en la Fig. 1.

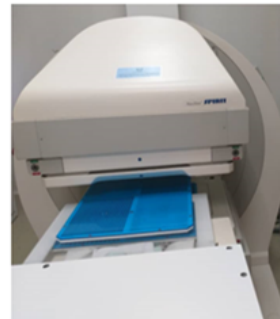
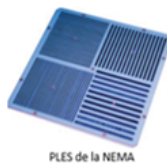


Fig. 1. Posicionamiento del maniquí para simular estudios cuerpo entero.

Todas las adquisiciones se realizaron bajo los mismos parámetros, solo varió la velocidad de traslación de la camilla. Los parámetros de adquisición fueron los siguientes:

- Colimadores: Low Energy High Resolution (LEHR), en español, Baja energía-alta resolución.
- Formato de matriz: 512x1024x8.
- Zoom:0.88.

B. Evaluación del método, adquisición y procesamiento de datos en condiciones clínica.

Al igual que con el maniquí, en la clínica se realiza la adquisición de cuatro imágenes que simularán los niveles de actividad descritos anteriormente. Esto no implica ninguna sobreexposición de los pacientes y se hará con su consentimiento.

La primera imagen es de 120cm/min, la segunda de 80cm/min, la tercera de 80cm/min y la cuarta 20cm/min. Se harán combinaciones para obtener niveles tales como 30%, 40%, 60%, 75%, 90% y 100%, el último para verificar que esté en concordancia con la imagen original.

Las mencionadas combinaciones se harán sumando las imágenes como se expresa a continuación:

- 30%= suma de las imágenes (2+3)
- 40%=suma de las imágenes (1+2+3)
- 60%=imagen 4
- 75%=suma de las imágenes (3+4)
- 90%=suma de las imágenes (2+3+4)
- 100%=suma de las imágenes(1+2+3+4)

Resultados y discusión

Luego de la adquisición de las imágenes para validar el método propuesto, a continuación se demuestra la dependencia lineal del número de cuentas totales de cada una de las imágenes con los cuatro niveles de actividad simuladas.

La siguiente tabla muestra los valores resultantes del total de conteos en las imágenes adquiridas:

TABLA I

Resultados de los conteos totales en las cuatro imágenes.

cm/min	%	Total de conteos en la imagen	
		Vista anterior	Vista posterior
120	10	146374	160476
80_1	15.1	219625	238571
80_2	15.2	217301	235520
20	60	859201	923337
Imagen suma		1442501	1557904

Un resultado esperado es que exista una relación lineal entre el nivel de actividad y el número de cuentas totales. Por tanto, se graficaron los distintos niveles de actividad con el número de cuentas total de cada estudio como se muestra en la Fig. 2.

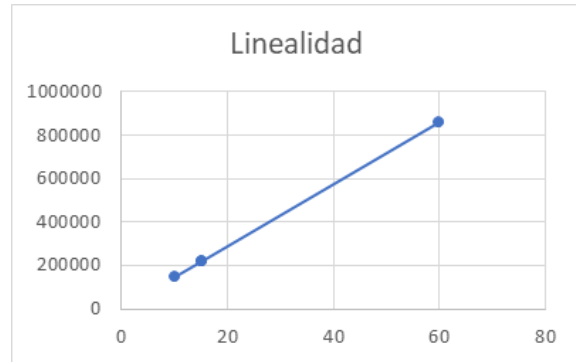


Fig. 2. Gráfico de dependencia lineal entre el número de conteos totales en las imágenes y los diferentes niveles de actividad.

Igualmente se realizó un análisis visual cualitativo de los resultados, para asegurarse de que las imágenes obtenidas del maniquí tuvieran la calidad mínima para su procesamiento posterior.

Las imágenes obtenidas para los diferentes niveles de actividad simulados se observan en la Fig. 3

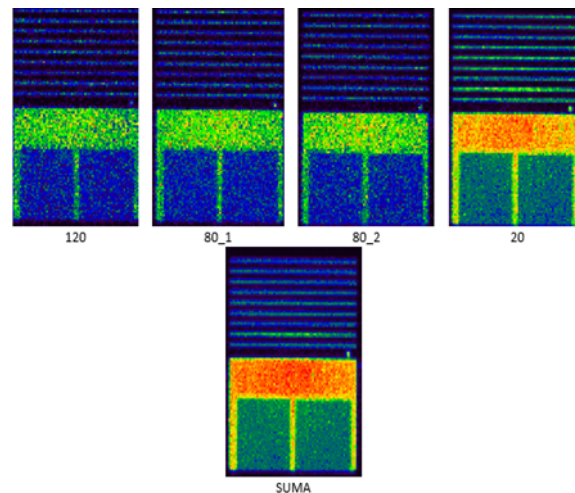


Fig. 3. Imágenes resultantes para los diferentes tiempos de escaneo.

Como se muestra en la Fig. 4, del procesamiento de los datos de adquisición de un paciente se obtuvo que mientras aumenta el porcentaje de niveles de actividad simulada 30%, 40%, etc., aumenta el total de conteos. Significa que existe

una dependencia entre ellos y corrobora la gráfica mostrada en la Fig. 5. Como se muestra en la Fig. 4, del procesamiento de los datos de adquisición de un paciente se obtuvo que mientras aumenta el porcentaje de niveles de actividad simulada 30%, 40%, etc., aumenta el total de conteos. Significa que existe una dependencia entre ellos y corrobora la gráfica mostrada en la Fig. 5.

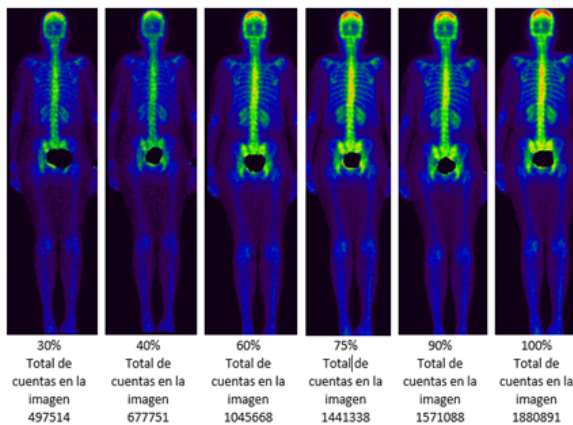


Fig. 4. Imágenes resultantes de la combinación de la suma de los diferentes niveles de actividades simuladas con el total de conteos de cada una.

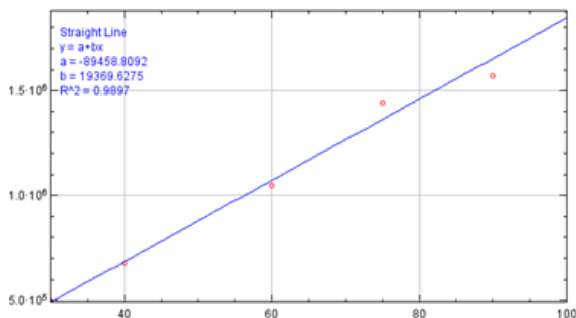


Fig. 5. Gráfico de linealidad entre el número de cuentas totales vs niveles simulados.

La comparación entre la imagen suma (1+2+3+4) y simula el 100% de actividad administrada. Por su parte, la imagen original de 12cm/min (imagen utilizada actualmente en la clínica) dio lo siguiente:

TABLA III
Imagen y total de cuentas

Imagen	Total de cuentas
Imagen suma	1880891
Imagen original	1870809

Conclusión

El estudio realizado en maniquí permite evaluar y validar los métodos propuestos para la optimización de las exposiciones médicas debido a estudios cuerpo entero planar. Se demostró la linealidad entre el número de cuentas totales de cada imagen para cada adquisición y los distintos niveles de actividades simulados durante la investigación. El método propuesto para la optimización de los niveles de actividad es de fácil implementación en aquellos servicios que cuenten con similar equipamiento.

De las futuras simulaciones en estudios reales con pacientes se podrán evaluar parámetros de calidad de imagen y así obtener una relación entre la reducción de la actividad inyectada y la calidad de la imagen para que tenga valor diagnóstico. Es válido mencionar que la decisión sobre qué actividad será la que se utilizará para la práctica diaria, partiendo del análisis de las imágenes, es de los médicos, pues ellos son los que saben el valor diagnóstico de la imagen.

Referencias

- [1] S. Cherry, J. Sorenson & M. Phelps, *Physics in Nuclear Medicine*, 4a ed., Philadelphia, EE. UU, 2012.
- [2] X. Setoain Perego y J. Pavía Segura, "Fundamentos de la Medicina Nuclear", en *Fundamentos de física médica. Medicina nuclear: bases físicas, equipos y control de calidad*; A. Brosed y R. Puchal, eds., vol.

- 6, Andalucía, España: Sociedad Española de Física Médica, 2012, pp. 23-46. Disponible en https://socios.sefm.es/fisicamedica/fundamentos_fm_V6_web.pdf
- [3] D. Hernández, L. Marrero y O. Ledea Lozano, "Empleo de la medicina nuclear y las técnicas de imágenes en las afecciones del sistema óseo", *Rev. Cubana de Ortop. y Traumatol.*, vol. 26, no. 2, pp. 190-212, jun 2012. Disponible en <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=40943>
- [4] C. Love, A. Din, M. Tomas, T. Kalappambath y C. Palestro, "Radionuclide Bone Imaging: An Illustrative Review", *RadioGraphics*, vol. 3, n.º 2, pp. 341-357, mar 2003.
- [5] Naciones Unidas, "Informe del Comité Científico de las Naciones Unidas para el Estudio de los efectos de las radiaciones atómicas", Naciones Unidas, Nueva York, suplemento n.º 46, 2016. https://www.unscear.org/docs/GAreports/2016/A-71-46_s_V1604699.pdf
- [6] W. Hendee y E. Russell, *Medical Imaging Physics*, New York: Wiley-Liss, 2002.
- [7] L. Torres Aroche, "Optimización de exposiciones médicas", comunicación personal, jun 2021.