

Original

# Detección y cuantificación de la captación de $^{223}\text{Ra}$ en metástasis óseas en pacientes con carcinoma de próstata resistente a la castración con vistas a la determinación de la dosis absorbida en dichas metástasis

P. Mínguez<sup>a,\*</sup>, A. Gómez de Iturriaga<sup>b</sup>, I.L. Fernández<sup>c</sup> y E. Rodeño<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Protección Radiológica y Radiofísica, Hospital Universitario Cruces-Gurutzeta, Barakaldo, España

<sup>b</sup> Servicio de Oncología Radioterápica, Hospital Universitario Cruces-Gurutzeta, Barakaldo, España

<sup>c</sup> Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Cruces-Gurutzeta, Barakaldo, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 14 de febrero de 2017

Aceptado el 24 de abril de 2017

On-line el xxx

### Palabras clave:

Carcinoma de próstata resistente a la castración  
Dicloruro de  $^{223}\text{Ra}$   
Cuantificación de actividad  
Dosis absorbida

## R E S U M E N

**Objetivos:** Obtener los parámetros necesarios, tanto de calibración como de adquisición, para poder estudiar la posibilidad de detectar y cuantificar la actividad captada en metástasis óseas en pacientes con carcinoma de próstata resistente a la castración tratados con  $^{223}\text{Ra}$ . Además, en los casos en los que sea posible cuantificar la actividad, estimar la dosis absorbida.

**Material y métodos:** Se han realizado adquisiciones en la gammacámara de una placa Petri con  $^{223}\text{Ra}$ , que han sido complementadas con simulaciones Monte Carlo para estudiar el efecto de volumen parcial. Las fórmulas matemáticas para obtener los límites de detección y cuantificación de actividad de  $^{223}\text{Ra}$  fueron aplicadas a las imágenes planares de 2 pacientes 7 días postadministración de 55 kBq/kg de  $^{223}\text{Ra}$ . Para una localización previa de las lesiones se adquirieron barridos de cuerpo completo e imágenes SPECT/TC con  $^{99\text{m}}\text{Tc-HDP}$ .

**Resultados:** La ventana de adquisición óptima es de 82 keV con un colimador de energías medias MEGP. De las lesiones presentes en los 2 pacientes, solo fueron cuantificables las lesiones que habían podido ser detectadas en las 2 proyecciones anterior y posterior. Estas lesiones eran las que captaban más actividad de  $^{99\text{m}}\text{Tc-HDP}$ . Los valores estimados de dosis absorbidas estuvieron en un rango de 0,7 a 7,8 Gy.

**Conclusiones:** De entre las lesiones que se pueden detectar, en algunas no es posible cuantificar la actividad captada, ni por lo tanto determinar la dosis absorbida. Esto no implica que la dosis absorbida en esas lesiones pueda considerarse despreciable.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMNIM. Todos los derechos reservados.

## Detection and quantification of $^{223}\text{Ra}$ uptake in bone metastases of patients with castration resistant prostate carcinoma, with the aim of determining the absorbed dose in the metastases

### A B S T R A C T

### Keywords:

Castration resistant prostate carcinoma  
 $^{223}\text{Ra}$  dichloride  
Activity quantification  
Absorbed dose

**Purposes:** To obtain the necessary acquisition and calibration parameters in order to evaluate the possibility of detecting and quantifying  $^{223}\text{Ra}$  uptake in bone metastases of patients treated for castration resistant prostate carcinoma. Furthermore, in the cases in which the activity can be quantified, to determine the absorbed dose.

**Material and methods:** Acquisitions from a Petri dish filled with  $^{223}\text{Ra}$  were performed in the gamma camera. Monte Carlo simulations were also performed to study the partial volume effect. Formulae to obtain the detection and quantification limits of  $^{223}\text{Ra}$  uptake were applied to planar images of two patients 7 days post-administration of 55 kBq/kg of  $^{223}\text{Ra}$ . In order to locate the lesions in advance, whole-body scans and SPECT/CT images were acquired after injecting  $^{99\text{m}}\text{Tc-HDP}$ .

**Results:** The optimal energy window was found to be at 82 keV with a medium-energy collimator MEGP. Of the lesions found in the patients, only those that had been detected in both the AP and PA projections could be quantified. These lesions were those which had shown a higher  $^{99\text{m}}\text{Tc-HDP}$  uptake. The estimated values of absorbed doses ranged between 0.7 Gy and 7.8 Gy.

**Conclusions:** Of the lesions that can be detected, it is not possible to quantify the activity uptake in some of them, which means that the absorbed dose cannot be determined either. This does not mean that the absorbed dose in these lesions can be regarded as negligible.

© 2017 Elsevier España, S.L.U. y SEMNIM. All rights reserved.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: pablo.minguezgabina@osakidetza.eus (P. Mínguez).

## Introducción

El uso del dicloruro de  $^{223}\text{Ra}$  (Xofigo<sup>®</sup>, Bayer HealthCare) para el tratamiento de las metástasis óseas en pacientes con carcinoma de próstata resistente a la castración ha demostrado una prolongación de la supervivencia general<sup>1</sup> y un retraso en la aparición de los primeros eventos esqueléticos sintomáticos<sup>2</sup>.

El  $^{223}\text{Ra}$  es un elemento radioactivo con un periodo de semi-desintegración de 11,43 días, que decae hasta el  $^{207}\text{Pb}$  emitiendo principalmente partículas alfa, aunque también emite partículas beta negativas, radiación gamma y rayos X<sup>3</sup>. Las partículas alfa, por su alta transferencia lineal de energía, causan un mayor daño biológico en las lesiones que la radiación beta negativa de otros radionucleidos como el  $^{89}\text{Sr}$  o el  $^{153}\text{Sm}$ , usados también en pacientes con metástasis óseas. Las emisiones gamma y los rayos X, aunque de poca probabilidad, pueden ser utilizadas para adquirir imágenes en la gammacámara.

La localización de las lesiones puede realizarse mediante barridos de cuerpo completo previos al tratamiento con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HDP o  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP. Los tratamientos con  $^{223}\text{Ra}$  se llevan a cabo en 6 ciclos, administrando en cada ciclo una actividad de 55 kBq por kilogramo de peso, lo cual para un paciente medio de 75 kg se traduciría en una actividad de 4,125 MBq. Con actividades de este orden, notablemente inferiores incluso a las administradas en los procedimientos diagnósticos, no es posible ver la captación en las lesiones con imágenes SPECT/CT ni con barridos de cuerpo completo, y hay que adquirir imágenes planares estáticas<sup>4</sup>. Las metástasis solo captan un pequeño porcentaje de la actividad administrada de  $^{223}\text{Ra}$  y, como se ha mencionado, la probabilidad de emisión de radiación gamma y rayos X de este radionucleido es muy baja. Por lo tanto, es razonable pensar que, salvo con tiempos de adquisición excesivamente largos, pueda haber dificultades para ver algunas lesiones en las 2 proyecciones anterior y posterior de las imágenes planares estáticas adquiridas, o incluso que no sean visibles en ninguna de las 2 proyecciones. Las lesiones de columna lumbar inferior y lumbosacra pueden aparecer superpuestas con la captación intestinal<sup>5</sup>, ya que la eliminación del  $^{223}\text{Ra}$  se realiza principalmente por heces. Asimismo, algunas captaciones anteriores, como la del esternón, pueden superponerse con captaciones vertebrales. El hecho de que algunas lesiones no sean visibles, no tiene por qué significar que no haya habido captación de  $^{223}\text{Ra}$ , ni que la dosis absorbida en la lesión sea despreciable.

El objeto de este estudio es investigar sobre los parámetros de adquisición óptimos en las imágenes planares estáticas adquiridas en la gammacámara después de la administración terapéutica del  $^{223}\text{Ra}$ , y estudiar la detectabilidad y cuantificación de actividad en las lesiones en dichas imágenes, con vistas a determinar la dosis absorbida en dichas lesiones.

## Material y métodos

### Maniqués

Para decidir las condiciones de adquisición de los maniqués con  $^{223}\text{Ra}$  y de los pacientes tratados con  $^{223}\text{Ra}$  (ventana de energía y colimador), se obtuvieron imágenes planares estáticas en una gammacámara de doble cabezal de General Electric (GE, Fairfield, CT, EE.UU.) Infinia Hawkeye de una placa Petri de diámetro 8,5 cm en la ventana de energía de 82 keV con un colimador de energías bajas LEHR y con un colimador de energías medias MEGP, y en la ventana de energía de 154 keV con un colimador MEGP. En los 3 casos la anchura de ventana fue del 20%. La actividad utilizada fue de 3,86 MBq y el tiempo de adquisición de 5 min. En la figura 1 se muestran las imágenes de los 3 casos. Para una región de interés (ROI) circular de 10 píxeles de diámetro, la relación entre

las cuentas promediadas en diferentes posiciones dentro de la ROI correspondiente a la imagen de la placa Petri y en diferentes posiciones fuera de esa ROI, en la ventana de 82 keV con un colimador MEGP, es aproximadamente 6 veces mayor que en los otros 2 casos. Por este motivo se decidió adquirir las imágenes de maniqués y de los pacientes en esas condiciones.

La sensibilidad de cada detector para el  $^{223}\text{Ra}$  se obtuvo a partir de la imagen en aire de una placa Petri de diámetro 8,5 cm situada sobre la camilla de la gammacámara, adquiriendo con el detector situado encima de la placa. La actividad usada para la determinación de la sensibilidad fue de 3,86 MBq. Esta actividad fue medida en un activímetro calibrado Capintec CRCR-15R (Capintec, Inc., Ramsey, NJ, EE. UU.) y la diferencia con el valor dado por el fabricante fue inferior al 1%. El tiempo de adquisición fue de 60 s. Se midió el efecto de la distancia fuente-colimador, adquiriendo imágenes a diferentes distancias en un rango de 10 a 25 cm. Para medir la atenuación de la camilla se adquirieron imágenes de la placa Petri con los cabezales a 0 y a 180°.

Se midió el coeficiente de atenuación efectivo en PMMA,  $\mu_{\text{ef,PMMA}}$ , usando como fuente de  $^{223}\text{Ra}$  la placa Petri, y láminas de PMMA desde un espesor de 2,4 hasta 16,9 cm. El coeficiente de atenuación efectivo en agua,  $\mu_{\text{ef,agua}}$ , se obtuvo a partir de la siguiente expresión:

$$\mu_{\text{ef,agua}} = \mu_{\text{ef,PMMA}} \cdot \frac{\rho_{\text{agua}}}{\rho_{\text{PMMA}}} \quad (1)$$

donde  $\rho_{\text{agua}}$  y  $\rho_{\text{PMMA}}$  son las densidades del agua y de PMMA, respectivamente.

### Simulaciones Monte Carlo

Es conocida la baja resolución espacial de las imágenes obtenidas con  $^{223}\text{Ra}$ <sup>6</sup>. Ante la falta de placas Petri de diferentes diámetros, se decidió estudiar el efecto de volumen parcial (la disminución con el tamaño de la fuente en el número de cuentas en una ROI con el mismo tamaño que la fuente) mediante simulaciones Monte Carlo con el programa SIMIND<sup>7</sup>. Este programa fue utilizado para verificar la función de respuesta a una fuente puntual de  $^{223}\text{Ra}$  con resultados satisfactorios<sup>8</sup>, y ha sido también validado en otros estudios<sup>9,10</sup>.

Se simularon imágenes planares estáticas de placas Petri de radios de 0,5; 0,7; 1,0; 1,5; 2,0 y 2,5 cm, situadas dentro de un maniquí cúbico lleno de agua de dimensiones 30 × 30 × 30 cm. El maniquí se colocó a una distancia de 5 cm del colimador y las placas Petri a unas profundidades en el maniquí de 3; 5; 10; 15 y 20 cm. Las simulaciones se realizaron centradas en una ventana de energía de 82 keV y con una anchura de ventana del 20% utilizando todo el espectro de emisión del  $^{223}\text{Ra}$ . Se simuló un colimador MEGP igual al utilizado en las adquisiciones en la gammacámara. La matriz utilizada en la simulación fue de 256 × 256, con un tamaño de píxel de 0,22 cm. El factor para determinar el efecto de volumen parcial se obtuvo como el cociente entre la actividad calculada a partir de una ROI circular del diámetro nominal de la placa en la imagen simulada y la actividad utilizada en la placa para la simulación.

Como validación de los resultados de las simulaciones, se simuló una placa Petri de diámetro de 8,5 cm apoyada sobre un maniquí de espesor de 10 cm, para comparar el resultado con una de las medidas realizadas para calcular el coeficiente de atenuación.

### Pacientes

Como aplicación práctica, se incluyeron en el estudio imágenes de 2 pacientes, llamados en lo que sigue P1 y P2. Para ver la localización de las lesiones se adquirieron barridos de cuerpo completo tras la administración de 740 MBq de  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HDP, con una velocidad de la camilla de 10 cm/min, y un tamaño de matriz de 256 × 1.024. Se utilizó una ventana de energía centrada en 140 keV

Download English Version:

<https://daneshyari.com/en/article/8825772>

Download Persian Version:

<https://daneshyari.com/article/8825772>

[Daneshyari.com](https://daneshyari.com)