

Correlación entre gammagrafía ósea y PET-CT con ^{18}F -FDG para la evaluación de enfermedad ósea metastásica en pacientes con cáncer de mama

Juan Pablo Chávez Torres¹, José Rafael García Ortiz¹, Ai-lan Hitandhui Barrientos Priego¹, Erika Morrongo Bastida¹, Irma Soldevilla Gallardo¹, Miguel Ángel Olarte Casas¹, María Mayela León Sánchez¹, Antonio Maffuz Asis¹.

1 - Departamento de Medicina Nuclear e Imagen Molecular, The American British Cowdray Medical Center I.A.P. México, D.F..

Resumen

Introducción. El gammagrama óseo en cáncer de mama se recomienda para evaluar lesiones aún por encima del PET-CT con ^{18}F -FDG. Sin embargo, existe poca bibliografía que compare ambos métodos y en nuestro país no hay antecedentes disponibles. **Material y métodos.** Se trata de un análisis observacional, retrospectivo, transversal. Se realizó análisis por lesión en pacientes con antecedente de cáncer de mama metastásico que hubieran sido evaluadas por gammagrafía ósea con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP y PET-CT con ^{18}F -FDG, en un periodo no mayor a 2 meses, sin recibir tratamiento entre los estudios. **Resultados.** Se incluyeron 52 pacientes. El promedio de días transcurridos entre estudios fue de 10,46. La sensibilidad global del PET-CT para detectar secundarismo óseo fue de 97,18%, mientras que la gammagrafía alcanzó 89,71% ($p=0,0004$). **Conclusiones.** El PET-CT con ^{18}F -FDG es superior al gammagrama óseo para detectar lesiones óseas metastásicas líticas, mixtas y blásticas en pacientes con cáncer de mama; sin embargo, la sensibilidad del gammagrama óseo es adecuada y puede utilizarse cuando el acceso al PET-CT es limitado.

Abstract

Introduction. Bone scintigraphy is recommended over FDG PET-CT for the evaluation of bone involvement in breast cancer patients. However, there is little literature regarding this comparison, none published in our country. **Material and methods.** This was a transversal, retrospective, observational study. We evaluated patients with metastatic breast cancer history in a per-lesion analysis who had undergone bone scintigraphy and FDG PET-CT, with up to 2 months difference between both studies and without receiving any treatment during this period. **Results.** Fifty-two patients were included in the study. Average elapsed time between studies was 10.46 days. The sensitivity for detection of bone metastases was 97.18% for FDG PET-CT and 89.71% for bone scintigraphy ($p=0.0004$). **Conclusions.** This study shows that FDG PET-CT is superior to bone scan in the detection of osteolytic, osteoblastic and mixed lesions in breast cancer patients; however, sensitivity of bone scintigraphy is acceptable, and can be used when there is limited access to PET-CT.

Introducción

El cáncer de mama continúa siendo un problema de salud en México, afectando a 24 de cada 100 mujeres de 20 años y más, que cursan con tumores malignos⁽¹⁾. La detección temprana es importante para la pronta instauración de medidas terapéuticas, sin embargo de acuerdo a datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) sólo 15% de las mujeres entre 40 y 49 años y 26% de aquellas entre 50 y 69 años acudió a realizarse una mastografía durante dicho año⁽²⁾.

En una paciente con cáncer de mama, la estadificación inicial es esencial para determinar el tratamiento y evaluar el pronóstico; la misma se lleva a cabo a través de la clínica y la detección de ganglio centinela por medio de gammagrafía (mapeo linfático) para la determinación de involucro microscópico⁽³⁾. En cuanto a las metástasis a distancia, el esqueleto es el sitio más frecuentemente involucrado; para la detección de dichas metástasis el gammagrama óseo se considera el método más sensible. Las guías de la National Comprehensive Cancer Network (NCCN 2015) lo señalan como el primer estudio de extensión en el caso de cáncer de mama invasivo, reservando la indicación de PET-CT (Positron Emission Tomography) con ^{18}F -FDG (Fluor-Desoxiglucosa) para estadios avanzados (etapa clínica IIIA)^(3,4). Sin embargo, lesiones puramente líticas o metástasis confinadas a la médula ósea pueden ser difíciles de detectar por medio de gammagrafía ósea debido a falta de una respuesta osteoblástica suficiente.

Existe escasa bibliografía que haga referencia a la correlación entre ambos estudios (gammagrafía ósea y PET-CT con ^{18}F -FDG) y en México no hay antecedentes al respecto. El objetivo de este trabajo es establecer la relación existente entre dichos métodos para la evaluación de metástasis óseas en pacientes con cáncer de mama, evaluar las ventajas de utilizar una u otra técnica y sus desventajas en base a un análisis por lesión, en pacientes con historia de cáncer de mama metastásico.

Material y métodos

En un análisis observacional, retrospectivo y transversal, se evaluó a las pacientes con diagnóstico de cáncer de mama que hubieran sido sometidas a estadificación mediante gammagrafía ósea con metilenedifosfonato marcado con Tecnecio 99-metaestable ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP) y tomografía por emisión de positrones / tomografía computada con fluordesoxiglucosa marcada con Flúor-18 (PET-CT con ^{18}F -FDG) para establecer la correlación entre ambos estudios y realizar un análisis por lesión que permita determinar el método más certero para detección de metástasis en el esqueleto.

Los estudios se realizaron en una gammacámara SPECT-CT Infinia Hawkeye 4 (Xeleris Workstation, General Electric, USA) y un equipo PET-CT Discovery ST de 16 cortes (AW volume share 4 sdc, General Electric, USA). Para la realización del gammagrama óseo no se requirió una preparación especial; se interrogó a cada paciente para conocer los antecedentes oncológicos y otros datos que pudieran interferir con la concentración de los difosfonatos condicionando probables resultados falsos positivos en la imagen (procesos inflamatorios, antecedentes traumáticos o quirúrgicos, patología renal). Se administraron 1110 MBq (30 mCi) de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP por vía intravenosa y se indicó a las pacientes que se mantuvieran hidratadas posterior a la administración del radiotrazador, adquiriendo imágenes 3 horas después. En el caso del PET-CT se indicó 6 horas de ayuno como mínimo, se realizó un interrogatorio para conocer la historia clínica incluyendo posibles contraindicaciones para la administración del material de contraste yodado y causas probables de falsos positivos (antecedentes traumáticos, quirúrgicos, inflamatorios). Se cuantificó una glucemia menor a 180 mg/dl inmediatamente antes de la administración del radiotrazador por vía endovenosa, que se calculó a una dosis de 5,55 MBq (0,15 mCi) por kg de peso. Se administró contraste por vía oral e intravenoso en las pacientes en que no hubo contraindicación para el mismo. El tiempo esperado de concentración del radiotrazador fue de 60 minutos, durante el cual se mantuvo a las pacientes en una habitación con luz tenue y evitando todo tipo de estímulos. El tiempo de adquisición de las imágenes de PET fue de 2,5 minutos por cama. Los resultados del gammagrama óseo fueron evaluados por un médico nuclear y los del PET-CT por un médico nuclear y un médico radiólogo y posteriormente revisados para este trabajo a partir de los sistemas RIS-PACS.

Criterios de inclusión: Pacientes del sexo femenino con antecedente de cáncer de mama metastásico a hueso que se hayan realizado estudios de gammagrafía ósea y PET-CT con ^{18}F -FDG entre el 01 de enero de 2011 y el 31 de marzo de 2014, con menos de 2 meses de separación entre uno y otro examen.

Criterios de exclusión: Pacientes que hayan recibido tratamiento en el lapso entre ambos estudios.

Criterios de eliminación: Pacientes en quienes no se haya podido establecer correlación entre los hallazgos reportados por PET-CT y gammagrafía y los estudios de extensión, datos clínicos y/o reporte de histopatología.

Análisis estadístico: Se evaluó la correlación entre los hallazgos obtenidos por PET-CT y los obtenidos por gammagrafía ósea utilizando la prueba de Mc Nemar, mediante una tabla de 2x2, de acuerdo a la cual se obtuvo el valor de Chi cuadrado en base a la fórmula: $\chi^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$, en donde O_i = frecuencia observada en la i ésima celda, E_i = frecuencia esperada en la i ésima celda, k = número de celdas. En base a los resultados, se realizó el cálculo de p y se estableció un valor $p < 0,05$ como estadísticamente significativo. Se evaluó la sensibilidad para cada método.

Resultados

Se incluyeron 52 pacientes del sexo femenino, con una edad promedio de 57,32 años (rango 30 a 84 años), con antecedente de cáncer de mama metastásico a hueso que se sometieron a estudios de gammagrafía ósea con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP y PET-CT con ^{18}F -FDG de forma subsecuente, entre el periodo de tiempo establecido. El promedio de días transcurridos entre uno y otro estudio fue de 10,46.

Análisis por paciente

Del total de pacientes, en 30 (57,69%) ambos estudios fueron negativos para metástasis óseas, mientras que en los restantes 22 (42,31%) los hallazgos fueron sugestivos de metástasis óseas por gammagrafía, PET-CT o ambas modalidades. Del total de estudios considerados positivos, 2 (3,8%) lo fueron únicamente por gammagrafía y 2 únicamente por PET-CT. En los dos estudios positivos por gammagrafía y negativos por PET-CT se correlacionó con hallazgos clínicos y estudios de seguimiento, en los que se encontró que los sitios con incremento de actividad osteoneogénica correspondían a procesos degenerativos; en cuanto a los dos estudios en que se encontraron hallazgos sólo por PET-CT, en uno de ellos se comprobó que correspondían a lesiones metastásicas, mientras que el otro correspondió a patología benigna.

Análisis por lesión

Se realizó de acuerdo al resultado de cada estudio. Se encontró un total de 334 lesiones óseas por ambos métodos, 150 (44,91%) por gammagrafía y 184 (55,09%) por PET-CT ($p < 0,001$), siendo 131 (78,44%) concordantes en ambos estudios. De las

lesiones restantes no concordantes, 19 (5,68%) se detectaron únicamente por gammagrafía y 53 (15,86%) por PET-CT. Durante el seguimiento clínico y con otros métodos de imagen (CT, RM, PET-CT subsecuente) se estableció que del total de lesiones detectadas únicamente por gammagrafía, 14/19 (4,1%) correspondieron a falsos positivos relacionados a procesos degenerativos o inflamatorios, distribuidas en 4 pacientes diferentes (9 correspondientes a huesos del cráneo, 2 en clavículas, 2 en húmeros y 1 en fémur). En cuanto al PET-CT, se encontraron 4/53 lesiones falsas positivas relacionadas a sitios de médula ósea reactiva (1,2%), todas ellas correspondientes a una sola paciente. En una paciente en quien se realizó de inicio el PET-CT hasta el tercio medio de los muslos, no se detectó una lesión localizada en la epífisis distal del fémur izquierdo, la cual fue visualizada por gammagrafía ósea. Sin embargo, el PET-CT evidenció lesiones en huesos pélvicos que no habían sido detectadas por la gammagrafía. La sensibilidad global del PET-CT fue de 97,18%, mientras que la del gammagrama óseo alcanzó el 89,71% ($p=0,0004$). La tasa global de falsos positivos fue de 12,51% (10,29% para el gammagrama óseo y 2,22% para el PET-CT).

Al correlacionar las 316 lesiones positivas (136 por gammagrafía y 180 por PET-CT) con los cambios morfológicos visualizados en el componente tomográfico del PET-CT, el gammagrama óseo detectó 6 lesiones blásticas (1,89%), 100 lesiones mixtas (31,65%), 29 lesiones líticas (9,18%) y una zona de incremento en la osteoneogénesis que no correlacionaba con ningún cambio morfológico (0,31%). Las lesiones visualizadas por PET-CT se clasificaron en 7 lesiones blásticas (2,22%), 118 mixtas (37,35%), 51 líticas (16,14%) y 4 sitios con incremento en la actividad metabólica que no se correlacionaron con cambios morfológicos (1,26%).

De acuerdo a su localización, la mayoría de las lesiones se encontraron en la columna vertebral (torácica y lumbar), hueso iliaco derecho, arcos costales, esternón, sacro y fémur derecho.

Discusión

La gammagrafía ósea es el método estándar para la evaluación de metástasis óseas en pacientes con cáncer de mama. Una de las ventajas principales del gammagrama óseo para detectar enfermedad ósea metastásica es la capacidad de evaluar el esqueleto completo. Cuando se ha detectado una anomalía por gammagrafía a menudo se deben obtener radiografías para asegurar que la misma no representa un proceso benigno; si no se ha podido esclarecer la naturaleza de la lesión, se recomiendan otros estudios de extensión. El ACR (American College of Radiology) no recomienda estudios para búsqueda de enfermedad ósea metastásica en estadio I, pero el gammagrama óseo y el PET-CT han demostrado utilidad en estadios II, III y IV, bajo ciertas circunstancias⁽⁵⁾.

El PET-CT con ^{18}F -FDG ha reportado algunas ventajas que sugieren que dicho estudio podría ser de mayor utilidad para la estadificación del paciente, lo que es muy importante teniendo en cuenta que el manejo médico cambia totalmente al modificarse el estadije. Sin embargo, no existen diferencias en calidad de vida o sobrevida en mujeres que durante la estadificación se someten a una evaluación intensiva (con PET-CT, resonancia magnética cerebral, ultrasonido de hígado, radiografía de tórax) respecto a quienes no la realizan, por lo que no se justifica el uso indiscriminado del PET-CT para estadificación⁽⁶⁾.

El hueso es uno de los principales sitios de metástasis en cáncer de mama, iniciando en la médula ósea y teniendo predilección por el esqueleto axial antes que el apendicular en este tipo de neoplasia. Pocos estudios han correlacionado los hallazgos obtenidos por gammagrafía ósea con los de PET-CT para la evaluación de lesiones óseas metastásicas secundarias en pacientes con cáncer de mama; la mayoría de ellos describe diseños metodológicos muy parecidos al presente.

Acerca de la utilidad del PET-CT con ^{18}F -FDG para la evaluación de lesiones óseas en pacientes con cáncer de mama, hay escasa bibliografía que apoye o rechace su uso, sin embargo ha sido evaluada por diferentes autores a lo largo del tiempo. En 2001 Ohta et al estudiaron a 51 mujeres con cáncer de mama metastásico, encontrando una especificidad superior para el PET con FDG contra el gammagrama óseo (97,6 vs 80,9%), sin diferencias en la sensibilidad (77,6%) pero con mayor certeza diagnóstica para el PET (94,1 vs 80,3%)⁽⁷⁾. En 2002, Yang et al compararon la utilidad del PET y la gammagrafía ósea, reportando una sensibilidad para el PET con FDG del 95,2% y certeza diagnóstica del 94,5%, mientras que para el gammagrama óseo dichos valores fueron 93,3% y 78,7% respectivamente⁽⁸⁾. En un metaanálisis de 2013 realizado por Jiang Rong et al, que buscó correlacionar la certeza diagnóstica de ambos estudios, se encontraron únicamente siete artículos elegibles para ser analizados. Dicho metaanálisis arroja como resultado mayor sensibilidad y certeza diagnóstica para el PET-CT con ^{18}F -FDG al comparar con la gammagrafía ósea⁽⁹⁾. Hahn et al en 2011 evaluaron 29 mujeres con diagnóstico de cáncer de mama de forma retrospectiva, 21 de ellas con cáncer localmente avanzado y 8 con historia de cáncer avanzado, todas ellas sometidas a los métodos de estadificación inicial recomendados, incluyendo el gammagrama óseo, además de PET-CT con ^{18}F -FDG y resonancia magnética de cuerpo completo, que se utilizó como “gold standard” para determinar la naturaleza de las lesiones discordantes entre los estudios previos. Durante la evaluación por lesión encontraron una sensibilidad del 76% para el gammagrama óseo y del 96% para el PET-CT con ^{18}F -FDG, una especificidad del 95% y 92% y una certeza diagnóstica del 84% versus 94% respectivamente, favoreciendo la utilidad del PET-CT con ^{18}F -FDG sobre la gammagrafía ósea⁽¹⁰⁾. En el metaanálisis realizado por Philip et al en 2008, comparando las propiedades diagnósticas de gammagrafía y PET-CT con FDG para la detección de metástasis óseas, se encontró una sensibilidad y especificidad de 81% y 93% para el PET-CT, contra 78% y 95% respectivamente para la gammagrafía ósea, resaltando la mayor especificidad del PET-CT y su utilidad en el monitoreo de respuesta al tratamiento⁽¹¹⁾. En el presente trabajo se evaluó únicamente la sensibilidad de ambos métodos, la que correspondió a 97,78% para el PET-CT y 89,71% para el gammagrama óseo, apoyando lo que la mayoría de los estudios

reportan a este respecto.

En un estudio realizado por Morris et al se correlacionaron los hallazgos obtenidos por gammagrafía ósea y PET-CT con FDG en la búsqueda de lesiones óseas metastásicas en 163 pacientes con cáncer de mama localmente avanzado. El PET-CT y el gammagrama óseo fueron en general altamente concordantes para metástasis óseas (81%); sin embargo en el 19% los resultados fueron discordantes y la mayoría de falsos negativos fueron encontrados con gammagrafía ósea⁽¹²⁾. En nuestro trabajo, el porcentaje de estudios que resultaron concordantes correspondió al 92,3% al realizar el análisis por paciente. Sin embargo, teniendo en cuenta el tamaño de la muestra, dicho resultado apunta hacia la ventaja de utilizar el PET-CT con FDG para la evaluación y seguimiento de metástasis óseas, considerando que además servirá como un método de estadificación integral gracias a su mayor sensibilidad, dada por la mejor resolución, su capacidad de precisar la localización anatómica y la caracterización de las lesiones por el componente tomográfico.

En una revisión realizada por Ben Haim e Israel, los datos recolectados indican que el PET-CT con ¹⁸F-FDG puede ser de mayor utilidad para detectar lesiones líticas metastásicas por cáncer de mama. En el caso de las lesiones blásticas, el PET con FDG pierde sensibilidad pero aporta mayor especificidad, al comparar con la gammagrafía ósea (con o sin SPECT-CT) y PET-CT con ¹⁸F-NaF (fluoruro de sodio marcado con ¹⁸F), por lo que concluyen que de forma global la utilidad del PET-CT con ¹⁸F-FDG es mayor tanto para detectar lesiones líticas como blásticas⁽¹³⁾.

Abe et al realizaron un estudio retrospectivo evaluando la utilidad del PET-CT con ¹⁸F-FDG en la detección de lesiones óseas en un grupo de 44 pacientes con cáncer de mama. Al comparar con el gammagrama óseo, el PET brindó mayor sensibilidad y especificidad, resaltando su utilidad para la evaluación de la infiltración a médula ósea por encima de la gammagrafía, así como su desventaja relativa al evaluar metástasis de tipo blástico⁽¹⁴⁾. Nakai et al evaluaron 89 pacientes con cáncer de mama por medio de gammagrafía y PET-CT con ¹⁸F-FDG, investigando de forma semicuantitativa a través del SUV (standard uptake value) las lesiones de aspecto lítico, blástico y mixtas. Encontraron los valores más altos ($4,14 \pm 2,20$) en las lesiones de tipo lítico y concluyen que la utilidad del PET-CT con ¹⁸F-FDG es limitado en lesiones de tipo blástico, sin diferencias significativas con respecto a la gammagrafía ósea⁽¹⁵⁾.

Uematsu et al realizaron un análisis por lesión en 15 pacientes, determinando la naturaleza de las lesiones de acuerdo a otros estudios de imagen y la evolución clínica del paciente, encontrando una sensibilidad del 85% para el SPECT y de solo el 17% para el PET (ambos no incluían el componente CT como parte de la evaluación), sin diferencias significativas en cuanto a la especificidad. Al realizar la clasificación de acuerdo a las características tomográficas de la lesión, el SPECT encontró 92% de metástasis osteoblásticas y 35% de metástasis osteolíticas, mientras que el PET detectó sólo 6% de metástasis osteoblásticas y 90% de metástasis osteolíticas⁽¹⁶⁾. Los resultados de sensibilidad fueron mayormente favorables al PET-CT en nuestro estudio, así como en los metaanálisis que aparecen en la bibliografía disponible, ya que el PET-CT y el gammagrama óseo detectaron respectivamente 7 y 6 lesiones blásticas, 51 y 29 lesiones líticas, y 118 y 100 lesiones mixtas.

En un estudio publicado por Du et al⁽¹⁷⁾ se monitorizaron las lesiones óseas con PET-CT con FDG, evaluando su utilidad clínica de acuerdo a la presentación radiológica de las metástasis óseas. Investigaron 67 pacientes con lesiones óseas morfológicas o con incremento del metabolismo (aún sin cambios anatómicos), encontrando que la mayoría de lesiones osteolíticas (93,5%) y de patrón mixto (81,8%) presentaban incremento en la captación de FDG, lo cual fue superior a las lesiones blásticas detectadas (61%). Concluyeron que la captación de FDG en lesiones óseas refleja la actividad tumoral inmediata, basados en la respuesta a la terapia que presentaban, mientras que los cambios morfológicos varían en gran medida de acuerdo a cada paciente⁽¹⁷⁾. A pesar de que efectivamente los cambios morfológicos son variables, en este estudio pudimos observar cómo la mayoría de lesiones mixtas y líticas fueron las que más concentraron FDG. Sin embargo, hubo algunas lesiones puramente blásticas con hipermetabolismo y algunas lesiones puramente líticas con incremento de actividad osteoneogénica, contrario a lo que se ha publicado en la mayoría de la literatura, lo que sugiere estudiar estos fenómenos a nivel molecular para esclarecer su causa. El hecho de que ambos métodos hayan detectado tanto lesiones líticas como blásticas incrementa su sensibilidad.

Discusión II

El PET-CT con ¹⁸F-FDG mostró superioridad sobre el gammagrama óseo para la detección de lesiones óseas metastásicas en pacientes con cáncer de mama. Su sensibilidad fue mayor, haciendo notar sin embargo que la sensibilidad calculada para el gammagrama óseo es adecuada y puede utilizarse cuando el acceso al PET CT es limitado. El PET-CT mostró superioridad sobre el gammagrama óseo al detectar tanto lesiones líticas, mixtas y blásticas.

En lugares en los que se cuenta con PET-CT se recomienda utilizar dicho método por encima de la gammagrafía ósea, para la evaluación de lesiones óseas metastásicas en pacientes con cáncer de mama.

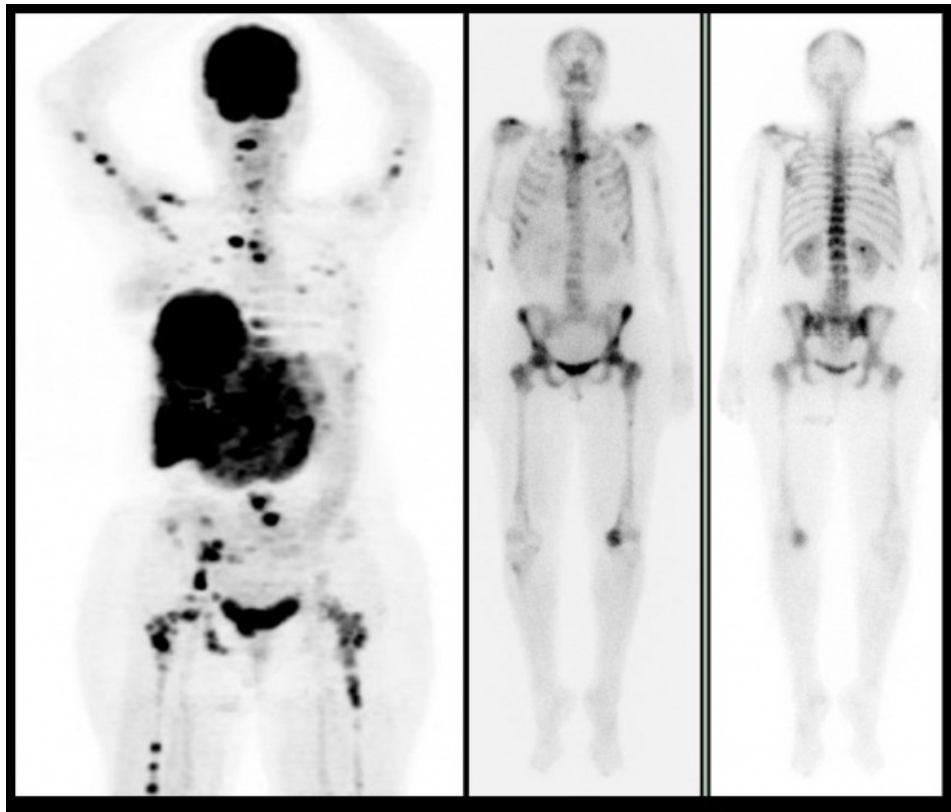


Figura 1. Paciente de 55 años, con diagnóstico de cáncer de mama ductal infiltrante metastásico de 12 años de evolución. Las diferencias en la resolución y detección de lesiones óseas son notables al comparar la proyección de máxima intensidad del PET-CT (izquierda) con el rastreo óseo (derecha), siendo mucho mayor la sensibilidad para el primer método. De acuerdo a los hallazgos tomográficos, las lesiones óseas encontradas eran mixtas.

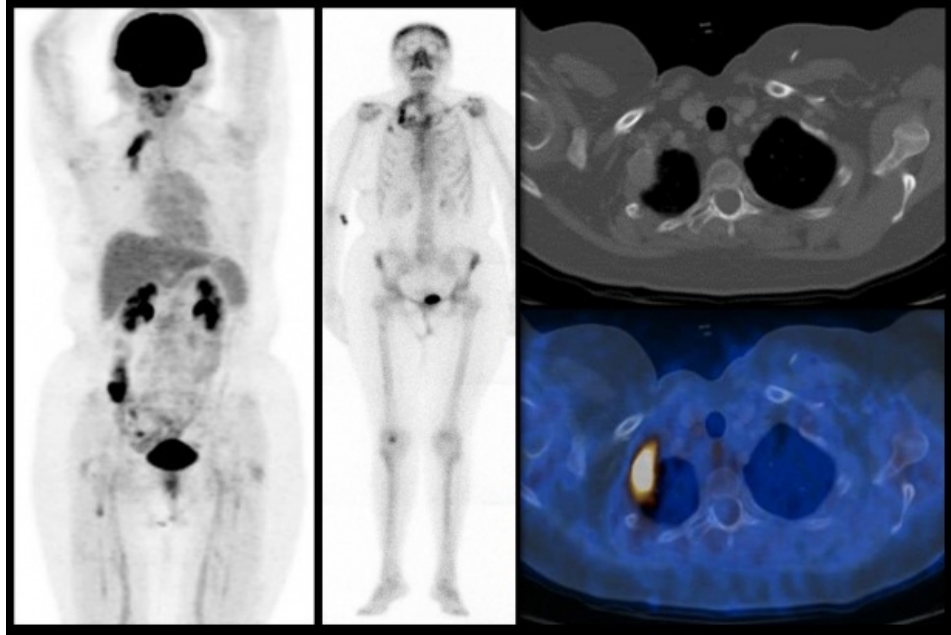


Figura 2. Paciente de 62 años con historia de cáncer de mama de 20 años de evolución. Derecha, PET-CT con FDG; centro, gammagrama óseo; derecha, cortes transvrsales del CT (arriba) y fusión PET-CT (abajo). Se observa una lesión lítica en el segundo arco costal derecho con intenso incremento en el metabolismo, que muestra además intenso incremento en la actividad osteoneogénica.

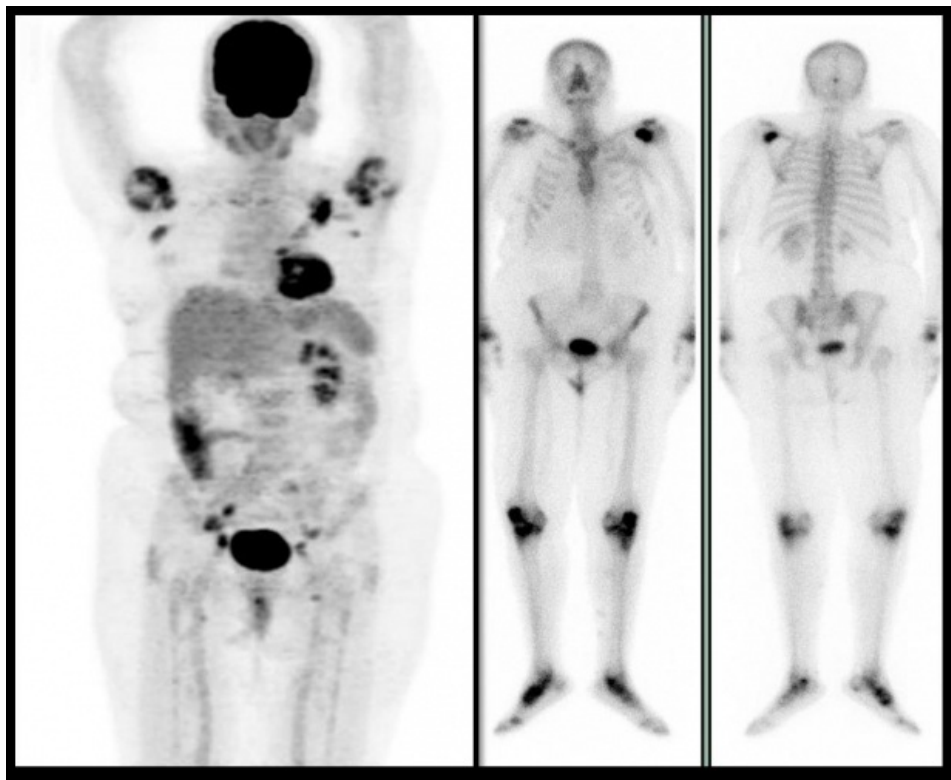


Figura 3. Paciente de 63 años con diagnóstico reciente de cáncer de mama, con patología articular inflamatoria de larga evolución. El gammagrama óseo (imágenes de la derecha) pone de manifiesto los cambios inflamatorios en grandes articulaciones, pero no hace evidentes lesiones en pelvis vistas en el PET (izquierda). En escápula izquierda se aprecia claramente una lesión que puede confundirse con etiología inflamatoria de hombro.

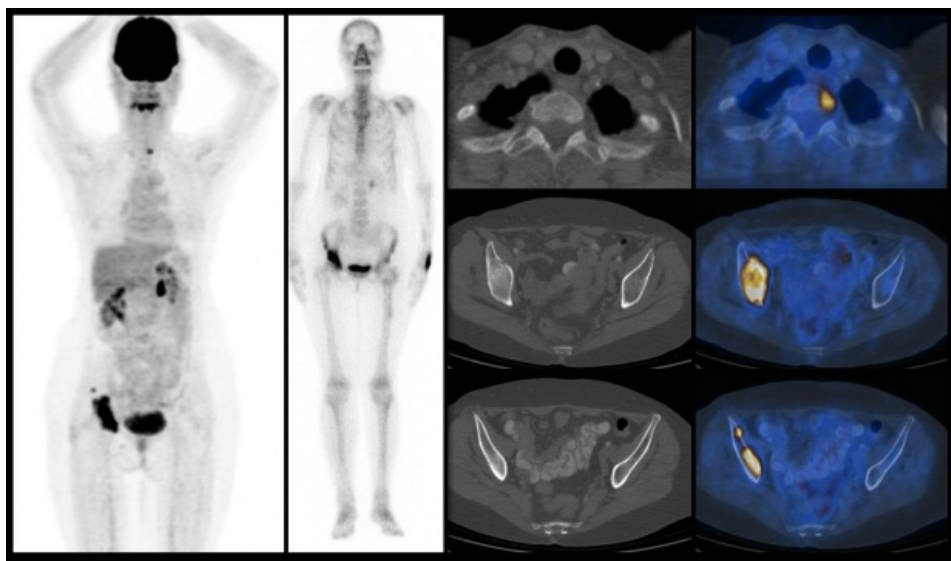


Figura 4. Paciente de 62 años cáncer de mama de 18 años de evolución, que presenta lesiones blásticas hipermetabólicas en articulación coxofemoral derecha, las que además expresan incremento intenso en la actividad osteoneogénica (imágenes de la izquierda, PET y gammagrama óseo respectivamente). Sin embargo, el estudio PET-CT con FDG también evidencia zonas focales de incremento metabólico en cuerpo vertebral de T2 e íliaco derecho, (columna de la derecha) que no muestran cambios morfológicos y no son identificadas en el rastreo óseo con MDP.

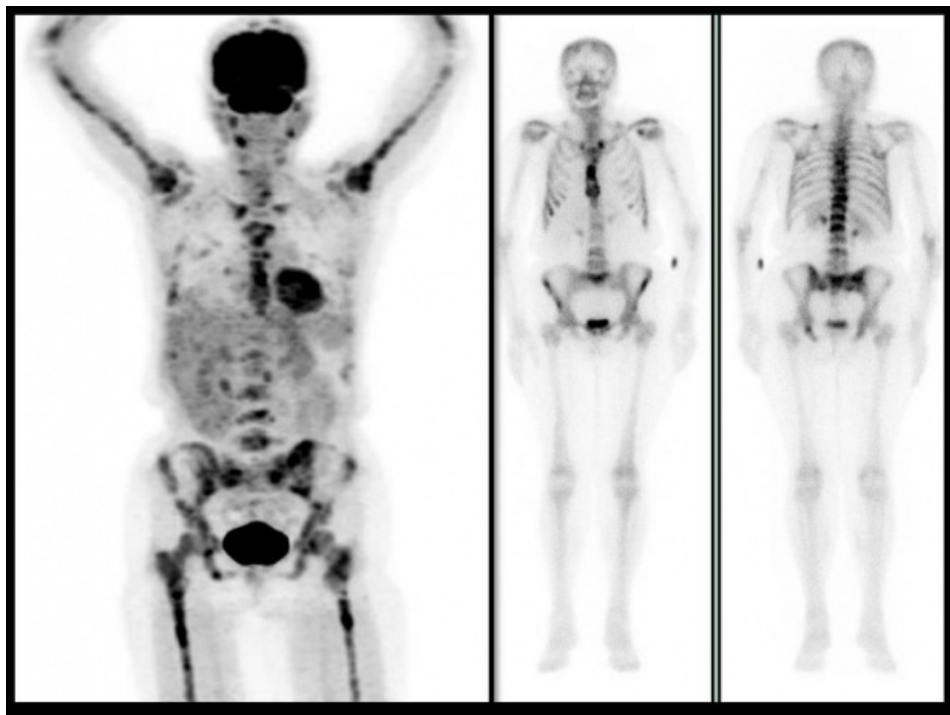


Figura 5. Paciente de 73 años, con cáncer de mama metastásico de 4 años de evolución. Las diferencias en la captación de FDG (izquierda) y MDP (imágenes de la derecha) son notables. Las zonas de hipercaptación de MDP son menores en número y extensión que lo visualizado por PET-CT. El hipermetabolismo en el esqueleto apendicular, de patrón heterogéneo, corresponde a concentración en médula ósea compatible con infiltración neoplásica, cambios poco visualizados por la gammagrafía.

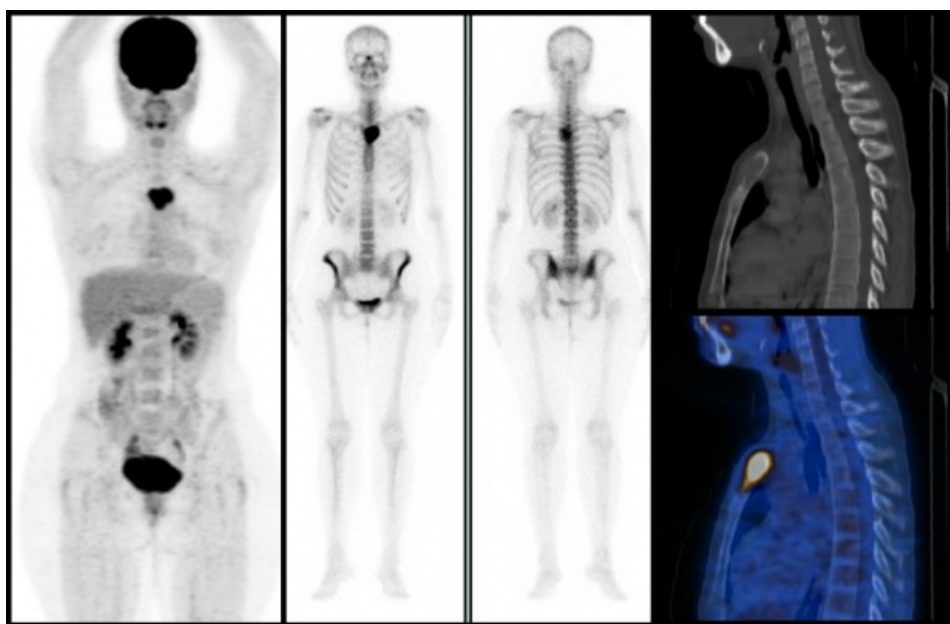


Figura 6. Paciente de 35 años con antecedente de cáncer de mama de 3 años de evolución. En el estudio PET-CT con ^{18}F -FDG se identifica una lesión lítica esternal con intensa actividad metabólica. Dicha lesión se asocia a incremento de actividad osteoneogénica en la gammagrafía ósea con $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MDP (imágenes centrales), contrario a lo que se esperaría por la naturaleza de la lesión.

Referencias

01. Estadísticas a propósito del día mundial contra el cáncer. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI) 2013. México, D.F.
02. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) 2012.
03. Eubank WB, Mankoff DA. Evolving role of positron emission tomography in breast cancer imaging. *Semin Nuc Med* 2005; 35:84-99.

04. National Comprehensive Cancer Network (NCCN) guideline, version 3.2014.
05. Roberts C, Daffner R, Weissman B. ACR appropriateness criteria on metastatic bone disease. *J Am Coll Radiol* 2010; 7:400-9.
06. Toung P, Lemeshko S, Mahoney M, et al. ACR Appropriateness criteria stage I breast carcinoma. *J Am Coll Radiol* 2012; 9:463-7.
07. Ohta M, Tokuda Y, Suzuki Y, et al. Whole body PET for the evaluation of bony metastases in patients with breast cancer: comparison with 99mTc-MDP bone scintigraphy. *Nucl Med Commun* 2001; 22:875-9.
08. Yang S, Liang J, Lin F, et al. Comparing whole body 18F-2-deoxyglucose positron emission tomography and technetium-99m methylene diphosphonate bone scan to detect bone metastases in patients with breast cancer. *J Cancer Res Clin Oncol* 2002; 128:325-8.
09. Rong J, Wang S, Young M, et al. Comparison of 18FDG PET-CT and bone scintigraphy for detection of bone metastases in breast cancer patients. A meta-analysis. *Surg Oncol* 2013; 22:86-91.
10. Hahn S, Heusner T, Kümmel S, et al. Comparison of FDG-PET/CT and bone scintigraphy for detection of bone metastases in breast cancer. *Acta Radiol* 2011; 52:1009.
11. Shie P, Cardarelli R, Brandon D, et al. Positron emission tomography and bone scintigraphy in the detection of bone metastases in patients with breast cancer. *Clin Nucl Med* 2008; 33:97-101.
12. Morris P, Lynch C, Feeney J, et al. Integrated positron emission tomography/computed tomography may render bone scintigraphy unnecessary to investigate suspected metastatic breast cancer. *J Clin Oncol* 2010; 28:3154-9.
13. Ben-Haim S, Israel O. Breast cancer: Role of SPECT and PET imaging bone metastases. *Sem Nucl Med* 2009; 39:408-15.
14. Abe K, Sasaki M, Kuwabara Y, et al. Comparison of 18FDG-PET with 99mTc-HMDP scintigraphy for the detection of bone metastases in patients with breast cancer. *Ann Nucl Med* 2005; 19:573-9.
15. Nakai T, Okuyama C, Kubota T, et al. Pitfalls of FDG-PET for the diagnosis of osteoblastic bone metastases in patients with breast cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imag* 2005; 32:1253-8.
16. Uematsu T, Yuen S, Yukisawa S, et al. Comparison of FDG PET and SPECT for detection of bone metastases in breast cancer. *Am J Roentgenol* 2005; 184:1266-73.
17. Du Y, Cullum I, Illidge T, et al. Fusion of metabolic function and morphology: sequential [18F]Fluorodeoxyglucose Positron-Emission Tomography / Computed Tomography studies yield new insights into the natural history of bone metastases in breast cancer. *J Clin Oncol* 2007; 25:3440-7.