

IMAGEN MOLECULAR PET-TC EN EL CANCER DE MAMA

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Autores: Antonio Maldonado Suarez, Vicente Martinez De Vega, Susana Linares Gonzalez, Silvia Fuertes Cabero, Gines Hernandez Cortes, Javier Hornedo Muguero

Objetivos Docentes

Describir el rendimiento diagnóstico de la prueba en las diferentes situaciones clínicas donde tiene utilidad

Exponer los nuevos avances tanto en instrumentación como en radiofármacos. Explicar la importancia como factor pronóstico de supervivencia y predictor de la respuesta al tratamiento

Revisión del tema

El cáncer de mama es el de mayor prevalencia en mujeres, con una tasa de mortalidad en España de 26,7 de cada 100.000, siendo la principal causa de muerte en las mujeres de entre 40–55 años. La supervivencia a los 5 años varía entre el 98% en las pacientes con enfermedad localizada, el 83% en las pacientes con enfermedad regional y el 27% en las pacientes con enfermedad diseminada, existiendo recidiva de forma general entre un 20–35% de las pacientes, ya sea locorregional o a distancia, en los 10 primeros años. Por este motivo es fundamental realizar un diagnóstico exacto y precoz de la enfermedad así como un seguimiento correcto de ésta, tal y como sugiere la Sociedad Europea para la Oncología Médica, realizando mamografía bilateral o contralateral en pacientes sometidas a mastectomía radical, con carácter anual en las pacientes premenopáusicas y cada 1–2 años en las mujeres posmenopáusicas, sin que existan datos claros de beneficio en la supervivencia tras la realización de múltiples pruebas complementarias (radiología simple, tomografía computarizada [TAC], gammagrafía ósea, etc.) en aquellas pacientes asintomáticas.

El cáncer de mama constituye una enfermedad heterogénea, que requiere un diagnóstico preciso del tumor primario y de su grado de extensión para establecer la estrategia terapéutica más adecuada en cada caso. La mamografía es la principal herramienta para el cribado y diagnóstico precoz pero tiene baja especificidad, de manera que se realizan muchas biopsias de lesiones que, finalmente, no son malignas, con los costes económicos y psicológicos que ello conlleva. El estudio histopatológico de muestras de biopsia con aguja gruesa o tomadas mediante PAAF permite confirmar la malignidad del tumor. La estadificación se realiza para detectar la extensión de la enfermedad a nivel loco-regional y a distancia. El cáncer de mama puede afectar a los ganglios axilares, infra y supraclaviculares y a los de la cadena mamaria interna. Las metástasis a distancia más frecuentes en estas pacientes son óseas, pulmonares y hepáticas. Para realizar el estudio de extensión se utilizan diversas técnicas como la Rx tórax, TAC, ECO abdominal, RM y gammagrafía ósea. En los últimos años, la Tomografía por Emisión de Positrones con

18FDG (PET-FDG) se ha ido incorporando como una nueva tecnología no invasiva en el estudio de pacientes con cáncer de mama. Se han publicado numerosos estudios sobre la utilidad diagnóstica de la PET en diferentes indicaciones clínicas en estas pacientes. Se ha propuesto como posible tecnología para la detección del tumor primario, la valoración de ganglios axilares y de la cadena mamaria interna, y para el estudio de metástasis a distancia, en especial para metástasis óseas y en situaciones de sospecha de recurrencia cuando el único dato patológico es la elevación de marcadores tumorales.

La captación de FDG en el cáncer de mama está influida por varios factores, entre ellos la microvasculatura, la expresión del transportador de glucosa del subtipo I (GLUT-1) y de la enzima de la glucólisis hexocinasa sub-tipo II, la carga tumoral (número de células por unidad de volumen) y la tasa de proliferación. Se ha comprobado que la actividad de fosforilación mediada por la hexocinasa II es más reducida en el cáncer de mama que en el de pulmón, lo cual implica una menor acumulación intracelular de glucosa. También se sabe que el metabolismo de la glucosa se incrementa de manera exponencial con el crecimiento tumoral y que sólo los tumores > 1 cm están principalmente constituidos por clones celulares menos dependientes del oxígeno que utilizan sobre todo la glucólisis anaerobia para la obtención de energía. Las investigaciones en animales de laboratorio han demostrado que la captación de FDG en el cáncer de mama refleja fundamentalmente la tasa de proliferación celular. Sólo el índice proliferativo histológico Ki-67 presenta una correlación significativa con la acumulación intracelular de FDG, entre todos los parámetros de biología molecular tumoral, aunque también se ha relacionado una elevada expresión del antioncogén *p53* con una mayor retención de glucosa.

Este especial comportamiento bioquímico, unido a la capacidad de resolución espacial de los tomógrafos PET humanos, implica que se puedan obtener resultados falsamente negativos al valorar lesiones < 5-10 mm y, en menor grado, en tumores de bajo potencial proliferativo (carcinomas lobulillares, enfermedad de Paget y carcinomas in situ). Además, la capacidad espacial de detección está influida, en parte, por el efecto del volumen parcial, por el cual pequeños tumores pueden pasar inadvertidos al ser mucho menos captantes y proporcionalmente más voluminosos, aunque la acumulación de FDG sea similar a la de tumores > 1 cm.

Es posible que las mamas presenten una captación fisiológicamente aumentada de FDG, sobre todo en pacientes jóvenes y/o en tratamiento hormonal, aunque suele tener un patrón difuso y de baja intensidad que pocas veces interfiere con la interpretación del estudio.

Los tumores benignos de la mama rara vez presentan captaciones significativas de FDG; lo habitual es que no la capten o su grado de captación medido por el SUV (Standard Uptake Value) no exceda de 2,5, valor umbral establecido para el diagnóstico de malignidad. No obstante, como ocurre en el caso de la gammagrafía con ^{99m}Tc-MIBI, hay constancia de que fibroadenomas y displasias pueden mostrar grados de captación propios de tumores malignos. Sea como fuere, los resultados falsos positivos son motivados principalmente por la presencia de fenómenos inflamatorios o infecciosos (tuberculosis, sarcoidosis, histiocitosis) o iatrogénicos (cirugía, radioterapia o biopsia recientes). Es recomendable evitar la inyección de la FDG en la extremidad ipsilateral a la lesión, ya que una extravasación de ésta implicará una migración linfática del radiotrazador hacia los ganglios axilares (fundamento básico de la técnica del ganglio centinela), que puede ser falsamente interpretado como una afectación ganglionar. Pese a estas limitaciones, numerosos estudios han puesto de manifiesto las ventajas de la PET aplicada al cáncer de mama con respecto a las técnicas de diagnóstico convencionales. Como veremos más adelante, la PET es una técnica útil en el diagnóstico diferencial entre lesiones benignas y malignas de la mama, como método complementario de la mamografía, la ecografía y la RM cuando éstas aportan resultados dudosos. Aunque no es una técnica adecuada para el cribado, presenta una mayor exactitud en la evaluación de mamas densas, con prótesis o en presencia de lesiones multicéntricas o bilaterales. También permite una estadificación ganglionar no invasiva de la axila, así como la valoración de la cadena mamaria interna y del plexo braquial, aunque esta indicación, es aún algo controvertida. La capacidad de la PET para obtener imágenes de todo el cuerpo en una única exploración permite una estadificación global de la enfermedad, sobre todo en pacientes de alto riesgo, ya sea por tumores localmente avanzados, por elevación importante de los marcadores tumorales o por sospecha tras la estadificación convencional con otros métodos clínicos o de imagen anatómica. El propio grado de

captación de FDG medido de forma semicuantitativa mediante el SUV parece correlacionarse con el grado de malignidad histológico, y se ha observado una mayor tasa de afección ganglionar regional cuanto mayor es el SUV; de esto se desprende un posible valor pronóstico de la PET que aún no ha sido demostrado. Dado que la captación de FDG refleja el volumen celular tumoral y su grado de proliferación, se ha utilizado con éxito en la predicción precoz de la respuesta al tratamiento, tanto a la quimioterapia neoadyuvante como a la terapia hormonal

Además de los equipos PET-TC, otros enfoques tecnológicos prometedores son el desarrollo de equipos híbridos PET-RM y de tomomamógrafos PET. En el caso de estos últimos, es previsible que lleguen a detectar tumores muy pequeños, del orden de 1-2 mm, solventando así la falta de resolución de la mayoría de los tomógrafos PET-TC

Diagnóstico de tumores primarios malignos de la mama (Figuras 1 a 3)

El diagnóstico precoz del cáncer de mama constituye uno de los factores pronósticos más importantes de esta enfermedad; de ahí que se haya recurrido a métodos de cribado poblacional para su detección. La técnica utilizada hasta la actualidad en el cribado del cáncer de mama es la mamografía, que presenta una sensibilidad del 80-90% en la detección de lesiones malignas; sus principales factores limitantes son la densidad de la mama, los cambios fibrosos-fibroquísticos y las prótesis mamarias. La especificidad es muy baja debido a que muchos procesos benignos cursan con calcificaciones tisulares, uno de los parámetros utilizados para el diagnóstico de malignidad. Así, el valor predictivo positivo no supera el 30%, lo cual se traduce en un número elevado de biopsias innecesarias. La ecografía permite descartar lesiones quísticas, habitualmente benignas, pero no se utiliza como método de cribado debido a que no permite detectar microcalcificaciones y a causa de la alta variabilidad interobservador. Este hecho motiva que la biopsia sea todavía indispensable en las lesiones sólidas, si bien es una técnica útil para dirigirla. La RM dinámica con contraste es una técnica con una sensibilidad muy alta en la detección del cáncer de mama, con un valor predictivo negativo cercano al 100%, y que además no se ve afectado por la alta densidad mamaria, permite explorar a pacientes con prótesis mamarias y es capaz de detectar enfermedades multicéntricas. No obstante, su especificidad es baja, muy parecida a la de la mamografía, lo cual, añadido al coste de la prueba, desaconseja su uso como método de cribado. Otras técnicas, como la gammagrafía con ^{99m}Tc -MIBI, presentan cifras de sensibilidad y especificidad bastante parejas (70-90%). Aunque parece claro que no es un método adecuado para el cribado, tampoco se ha establecido aún su posible uso sistemático en la valoración de lesiones mamarias sospechosas debido a la escasa experiencia acumulada.

Algo parecido al caso de la gammagrafía ocurre con la PET. Su papel como método de cribado casi no ha sido abordado, puede que motivado en gran parte por su escasa disponibilidad y su alto coste. En el futuro es posible que se replantee su papel con la implantación de cámaras PET-RM y tomomamógrafos PET y PET-RM.

Ya hemos adelantado en la introducción las limitaciones de la PET en el diagnóstico del cáncer de mama, motivadas fundamentalmente por lesiones < 1 cm. Ello implica que las cifras de sensibilidad sean algo inferiores, de manera general, a las de especificidad. Se ha descrito una sensibilidad de sólo el 68% en tumores pT1 (< 2 cm), frente a un 92% en tumores pT2. También se describe una tasa de falsos negativos superior en tumores de extirpe lobulillar (65%) frente a los ductales (24%), probablemente debido al patrón de crecimiento difuso de los primeros.

De los estudios publicados, cabe destacar el realizado por la Technology Evaluation Center, Blue Cross and Blue Schield Association, que realizó una revisión sistemática entre junio de 1996 y marzo de 2001, según los criterios de la medicina basada en la evidencia, para estudiar el papel de la PET en el diagnóstico diferencial de benignidad frente a malignidad en mamografías patológicas y/o masas palpables, con unos resultados de sensibilidad y especificidad del 89 y el 80%, respectivamente. El valor predictivo negativo fue del 88%, es decir, ante una PET negativa hay un 12% de posibilidades de no diagnosticar correctamente un cáncer de mama, por lo que no recomiendan usar PET-FDG para ayudar en la decisión de realizar una biopsia.

Como ya se ha comentado, la sensibilidad de la PET no está afectada por la densidad de las mamas y puede ser útil en el estudio de mamografías dudosas. La PET también permite la detección de cáncer de mama multifocal o multicéntrico, con una sensibilidad superior a la de la mamografía y ecografía juntas, y quizá inferior a la de la RM, pero con una especificidad cercana al 100%. En el caso de las prótesis mamarias, la PET puede detectar las lesiones malignas con una excelente sensibilidad y valor predictivo negativo.

Diagnóstico de extensión ganglionar (Figuras 5 y 6)

La correcta estadificación de la afección ganglionar axilar proporciona una importante información pronóstica, aunque su impacto terapéutico es limitado. Los programas de diagnóstico precoz han llevado a que, en la actualidad, sólo una cuarta parte de los tumores pT1 presenten invasión ganglionar de la axila. El desarrollo de técnicas de estadificación no invasivas o mínimamente invasivas, como la detección y biopsia del ganglio centinela, permiten evitar intervenciones innecesarias. De manera general, los métodos de imagen anatómicos presentan limitaciones en cuanto a sensibilidad y, sobre todo, especificidad y no deben aplicarse de forma sistemática. La técnica del ganglio centinela proporciona información, tanto de la afección axilar como de la cadena mamaria interna, con una exactitud del 72-100%

La PET presenta una sensibilidad aceptable, aunque insuficiente, para la detección de lesiones de axila (hasta un 20% de falsos negativos), debido en buena parte a su baja resolución espacial, que impide detectar lesiones < 5-10 mm, como ya hemos comentado en el caso de los tumores primarios. La mayoría de los estudios muestran una sensibilidad superior al 80% y una especificidad cercana al 100%. Como consecuencia, aunque la PET determina la afección ganglionar axilar con probablemente la mayor exactitud diagnóstica de entre todos los métodos de imagen no invasivos, y aunque no haya sido del todo establecido el valor pronóstico de la enfermedad microscópica, no puede reemplazar la estadificación axilar mediante la biopsia selectiva del ganglio centinela. Se ha sugerido que la combinación de la PET y de la técnica del ganglio centinela permitiría una estadificación ganglionar de muy elevada exactitud, aunque la experiencia acumulada es insuficiente para aconsejar ambas exploraciones de forma sistemática

Al igual que la linfogammagrafía del ganglio centinela, la PET puede detectar la afección ganglionar de la cadena mamaria interna, hecho que ocurre en el 10-20% de las pacientes con cáncer de mama, y que en ocasiones pasa inadvertida para la TC o la RM. La presencia de la afección de la mamaria interna es un importante factor pronóstico, ya que estos pacientes presentan un doble riesgo de recurrencia o muerte a los 10 años del diagnóstico. Esta cadena suele estar afectada con más frecuencia en lesiones del cuadrante interno y en los casos con enfermedad localmente avanzada. Se ha descrito una sensibilidad y especificidad para la PET del 85 y 90%, respectivamente, en la estadificación mediastínica y de la mamaria interna.

Debe citarse la posible utilidad de la PET en la diferenciación de la plexopatía braquial metastásica de la inducida por el tratamiento radioterápico. También es de gran utilidad en la planificación de los tratamientos de radioterapia con vistas a una adecuada terapia con disminución de los daños en el tejido sano circundante

Valoración de la respuesta al tratamiento (Figuras 7 y 8)

El tratamiento quimioterápico neoadyuvante tiene como finalidad disminuir el tamaño del tumor primario y tratar las posibles micrometástasis. Como ya hemos mencionado, la PET evalúa fundamentalmente la carga celular tumoral y la tasa de proliferación, por lo que refleja con exactitud y precocidad la respuesta al tratamiento aplicado; en este aspecto se diferencia de los métodos convencionales, que sólo indican cambios en el tamaño, que generalmente suceden más tarde que los cambios metabólicos. La medición del grado de respuesta se basa en el estudio semicuantitativo con el SUV, considerándose como positivo un descenso de la glucólisis > 25% con respecto al estudio basal, aunque un descenso de al menos un 55% predice la remisión histopatológica con una exactitud del

80-90%

Los estudios publicados en este sentido confirman una buena sensibilidad y una excelente especificidad para diferenciar a los respondedores de los no respondedores. La PET puede mostrar una correcta respuesta al tratamiento tras el primer ciclo de quimioterapia, lo que permitiría *a priori* un cambio precoz en la línea de tratamiento en el caso de falta de respuesta o progresión. También se han publicado estudios en los que se ha valorado la respuesta a la hormonoterapia.

Aunque un estudio PET negativo predice un intervalo libre de enfermedad significativamente superior a los estudios positivos, debe recordarse que no permite descartar una enfermedad residual microscópica o lesiones con un importante descenso metabólico como consecuencia del tratamiento quimioterápico.

Detección de recidiva tumoral (Figuras 9 a 11)

La recurrencia de la enfermedad tumoral es factor de mal pronóstico, por su mayor agresividad y su asociación a metástasis a distancia y muerte. Tradicionalmente, el diagnóstico de la recidiva local ha sido realizado mediante mamografía, ecografía, TAC y resonancia magnética (RM), empleándose las dos últimas también en caso de sospecha de recurrencia a distancia, y la gammagrafía ósea en el caso de sospecha de enfermedad ósea metastásica o en aquellos casos que presenten alto riesgo de enfermedad. No obstante, la detección de metástasis puede estar dificultada por la valoración meramente radiológica fundamentada en parámetros morfológicos tales como la densidad radiológica, el crecimiento lesional, el realce de contraste, sin tener en cuenta el comportamiento metabólico de éstas. Por ello, la aportación de la PET-TC a la detección de la recurrencia tumoral en cáncer de mama es de gran relevancia clínica en el momento actual

En el diagnóstico de recidiva de cáncer de mama, la PET-TC según los diversos metaanálisis realizados muestra una alta exactitud diagnóstica con valores de sensibilidad del 90% (intervalo del 86,8–93,2%) y con una tasa de FP del 11% (intervalo del 7,8–14,6%). En los estudios en los que el análisis está basado en las pacientes y no en las lesiones, la sensibilidad aumenta al 92,7%, con una especificidad media del 81,6%.

Al comparar la imagen metabólica con otras técnicas diagnósticas en la valoración de recidiva, como la RM, la PET muestra una mayor especificidad, pero menor sensibilidad para la detección de lesiones; no obstante, son complementarias en la detección y caracterización de metástasis locorregionales. En cambio, al comparar la PET con la mamografía en la detección de recurrencias locorregionales se han obtenido valores superiores, tanto de sensibilidad como de especificidad, siendo, respectivamente, del 52 y el 84% para la mamografía, y del 89 y el 84% para la PET. En el diagnóstico de recidiva, la PET/TAC es superior, en la valoración de lesiones ganglionares, a la PET y la TAC solas

Respecto a la utilidad de la PET/TAC en el diagnóstico de recidiva tanto local como a distancia, se describe una sensibilidad del 84-93% y una especificidad del 92-100% según las diferentes series. Hay que considerar en estos datos que los tumores menores de 2cm presentan menor actividad metabólica, medido mediante el SUV, que aquellos tumores de mayor tamaño. Además, el metabolismo en estas lesiones se encuentra determinado de forma independiente por la capacidad invasiva, la negatividad de los receptores estrogénicos y el grado tumoral de la lesión, medido mediante el sumatorio del nivel de atipias y los procesos mitóticos existentes. El tipo y el grado histológico tumoral, el tamaño, la expresión del marcador de proliferación celular Ki67 y el estado de los receptores estrogénicos están directamente relacionados con el SUV, por lo que se trata de un parámetro ligado a los factores pronósticos del cáncer de mama.

En relación con la PET/TAC y la elevación de marcadores tumorales se objetiva en diversos trabajos un mayor valor predictivo positivo y negativo en aquellos pacientes con elevación de marcadores tumorales (el 100 y el 90%), respecto a los pacientes con marcadores tumorales normales (el 73,6 y el 88,4%). No es posible sin embargo establecer un valor de corte a partir del cual pueda existir mayor probabilidad de recidiva detectable por PET. Sin embargo, las pacientes con PET patológico muestran niveles medios superiores de CA 15/3 con respecto a las pacientes con estudio normal

El impacto en el manejo terapéutico de la PET/TAC alcanza el 40-50% según las series, con cambios

intermodalidad en el 28-34% de los casos e intramodalidad en el 30-40%

Detección de metástasis a distancia (Figuras 12 a 14)

Las metástasis óseas son la manifestación a distancia más frecuente en el cáncer de mama. La necesidad de descartar o confirmar la diseminación hematogena de la enfermedad puede surgir en tumores muy avanzados localmente, en caso de elevación de los marcadores por encima de determinadas cifras o por la detección de lesiones sospechosas por otros métodos de imagen, sobre todo la TC en la afección visceral y la gammagrafía en la afección ósea. La razón es obvia, ya que la afección aislada del pulmón, del hígado o del hueso pueden ser tratadas mediante cirugía o radioterapia, mientras que la enfermedad diseminada sólo puede ser tratada con quimioterapia. En otras palabras, facilita un manejo individual de cada paciente.

Como técnica de cuerpo entero que es, la PET-TC proporciona información acerca de la estadificación sistémica con una alta fiabilidad, ya que todos los datos disponibles apuntan a que presenta mayor sensibilidad que las pruebas convencionales en la detección de la afección ganglionar a distancia y pulmonar, y similar sensibilidad en la detección de metástasis hepáticas y óseas. En el caso concreto de las metástasis óseas, la PET presenta mayor exactitud que la gammagrafía ósea con ^{99m}Tc -ditostonatos (94,1 frente al 80,3%) y una especificidad más elevada (97,6 frente al 80,9%) aunque parece menos sensible en la detección de lesiones puras osteoblásticas. La PET también puede revelar metástasis no sospechadas, ya que podría detectar lesiones óseas en estadios muy tempranos, con afección únicamente de la médula ósea, que escaparían al diagnóstico gammagráfico.

De todo esto se desprende que la PET tiene un importante impacto en el manejo de los pacientes permitiendo modificar la estadificación clínica en el 36% de los casos (en el 28% aumenta el estadio y en el 8% lo reduce).

La bibliografía disponible indica que la PET-FDG en el diagnóstico primario del cáncer de mama tiene especial interés para el estudio de mamas densas, la determinación de lesiones multicéntricas y la valoración de mamas protésicas. No obstante, no evita la realización de biopsias para establecer el diagnóstico correcto de benignidad/malignidad en las lesiones primarias.

En la estadificación ganglionar regional, la exactitud de la PET supera al resto de las técnicas de imagen convencionales y, además, permite la estadificación ganglionar de la mamaria interna, aunque tampoco puede reemplazar a la estadificación quirúrgica ni al estudio de detección y análisis del ganglio centinela. La combinación de este último con el estudio PET podría ser en un futuro el método de elección como estudio prequirúrgico para valorar la afección ganglionar regional.

Al realizar un estudio de todo el cuerpo, la PET también tiene gran utilidad para la estadificación sistémica respecto al resto de las pruebas diagnósticas, juntas y por separado; este hecho permite un manejo individual del paciente y el consiguiente ahorro de recursos.

Por último, la PET valora de forma exacta y precoz el grado de respuesta a los tratamientos de quimioterapia neoadyuvante y hormonoterapia, lo que permitiría eventuales cambios tempranos en la actitud terapéutica, además de añadir un valor pronóstico a la evolución de cada paciente.

Imágenes en esta sección:

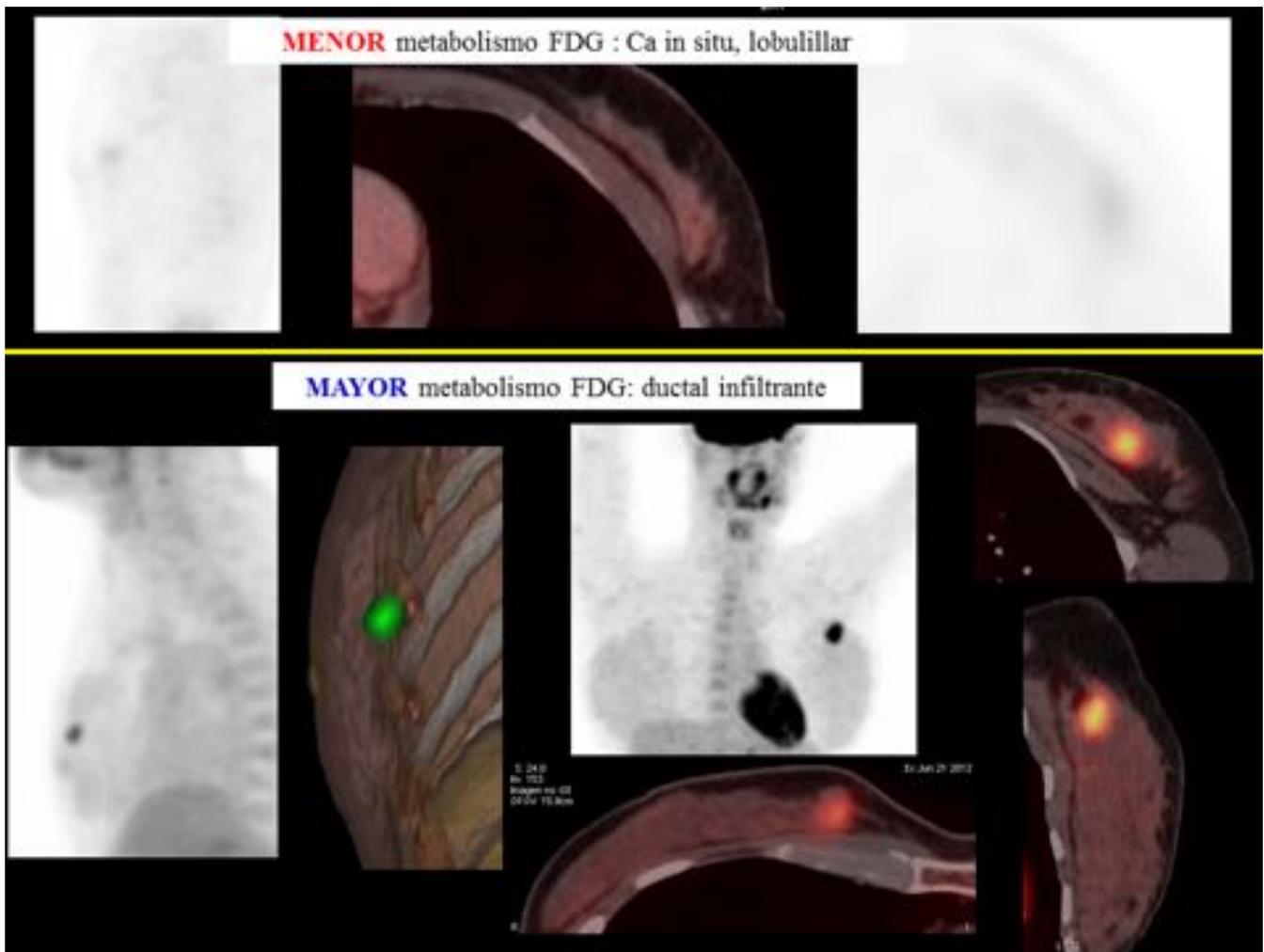


Fig. 1: PET y tipos histologicos

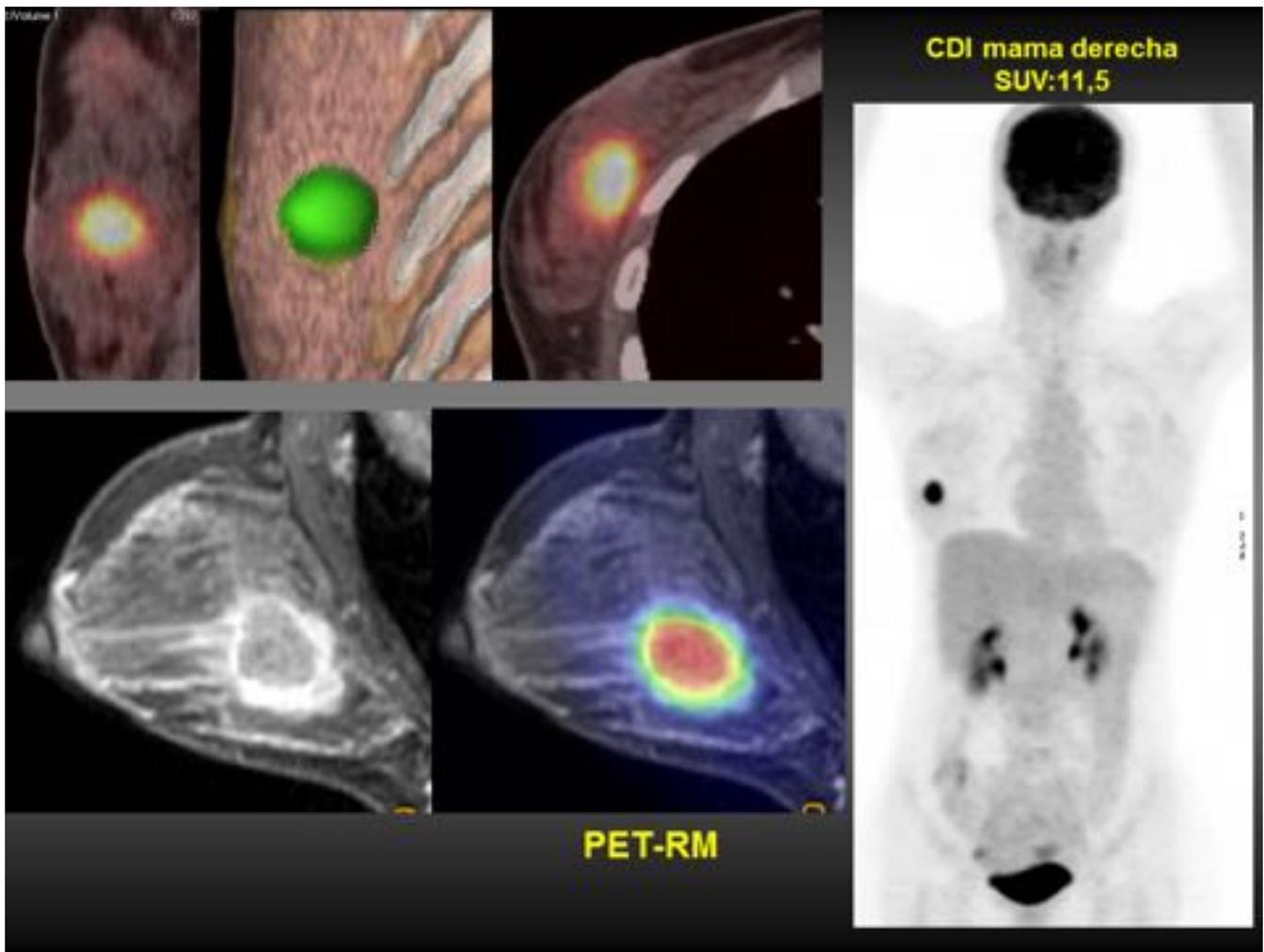


Fig. 2: Primario



Parameter	Mammo	SPECT Gamma	PET-TAC	Breast MRI	PEM
Sensitivity	66-88%	89%(>1cm)	50 - 80%	91%	91%
Specificity	<50%	68%	76%	60-90%	93% - 98%
Resolution		3 mm	4 - 5 mm	2- 3 mm	1,5 - 2 mm

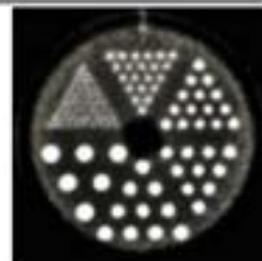
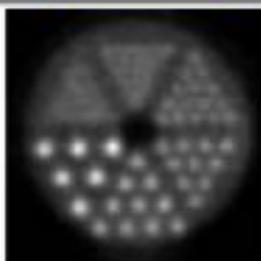


Fig. 3: Resoluciones espaciales PEM y otras tecnicas

High-Resolution Breast PET

Positron Emission Mammography

PEM

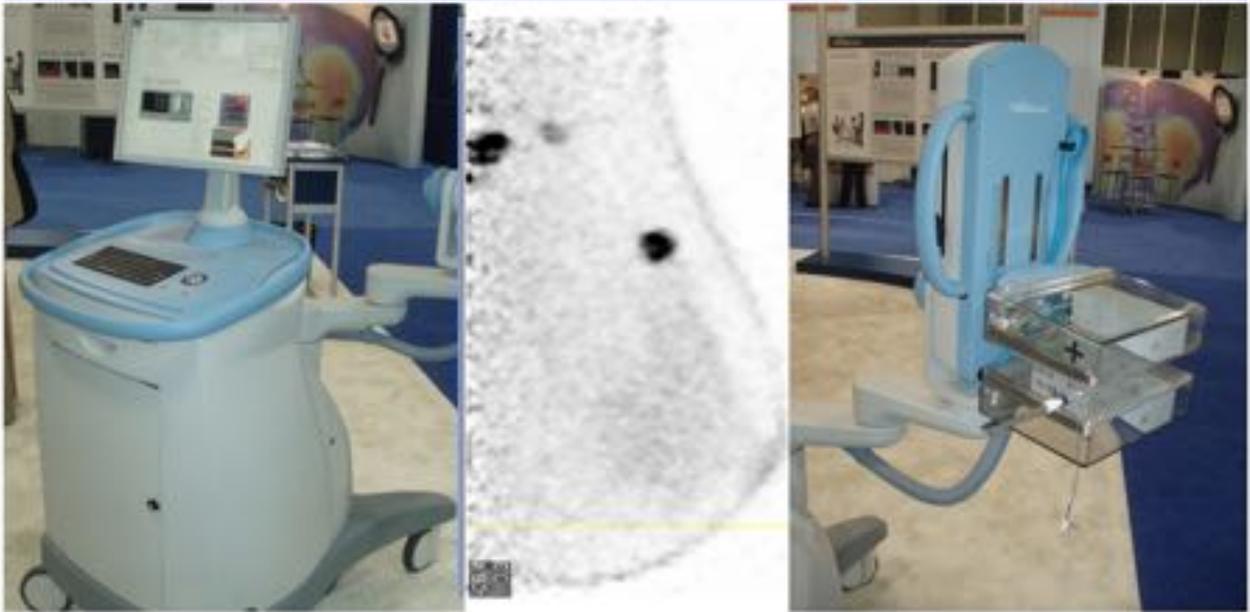


Fig. 4: PEM

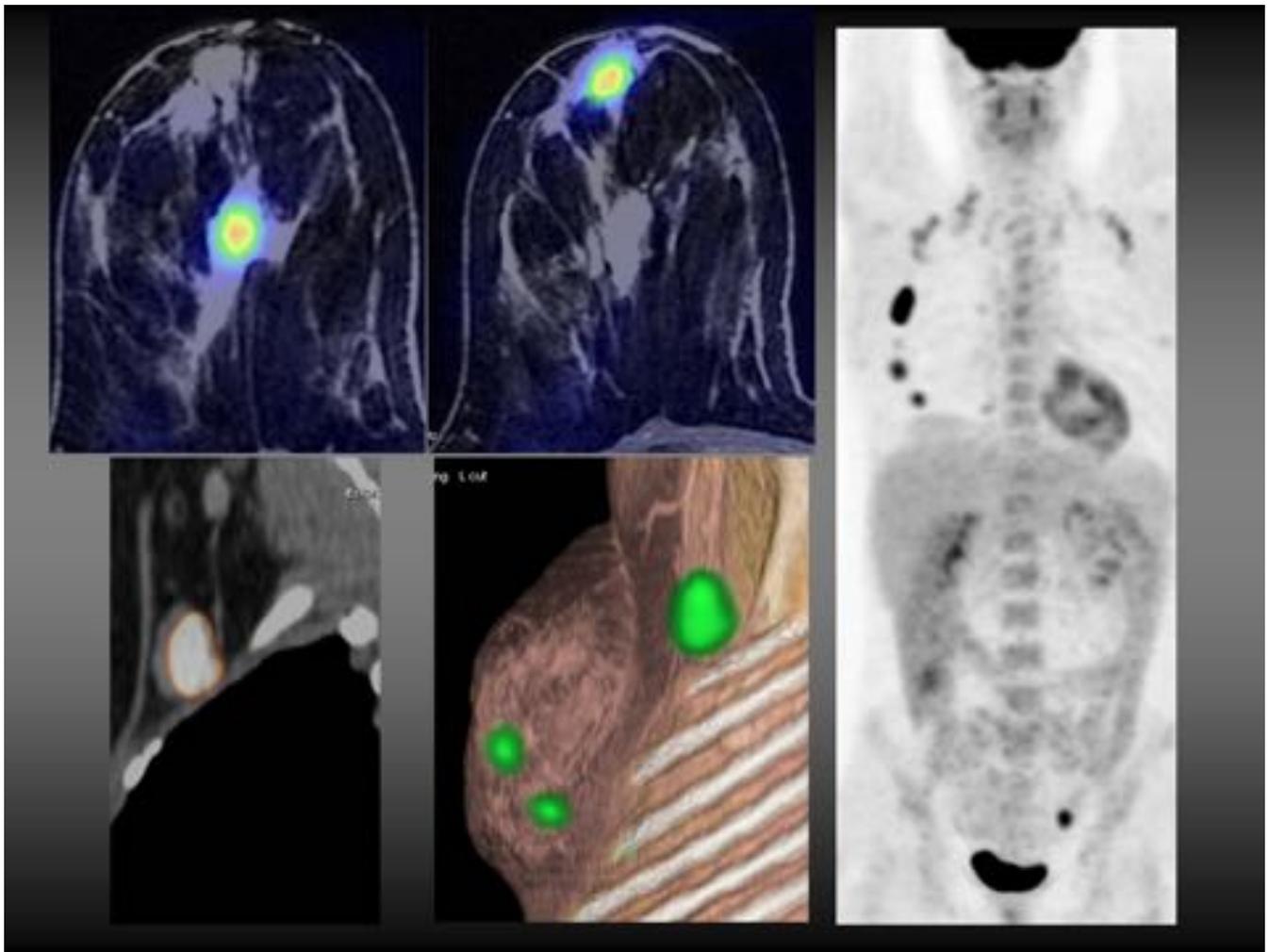


Fig. 5: Primario y afectacion axilar

Masa tumoral mama izquierda con adenopatías axilares y retropectorales izquierdas

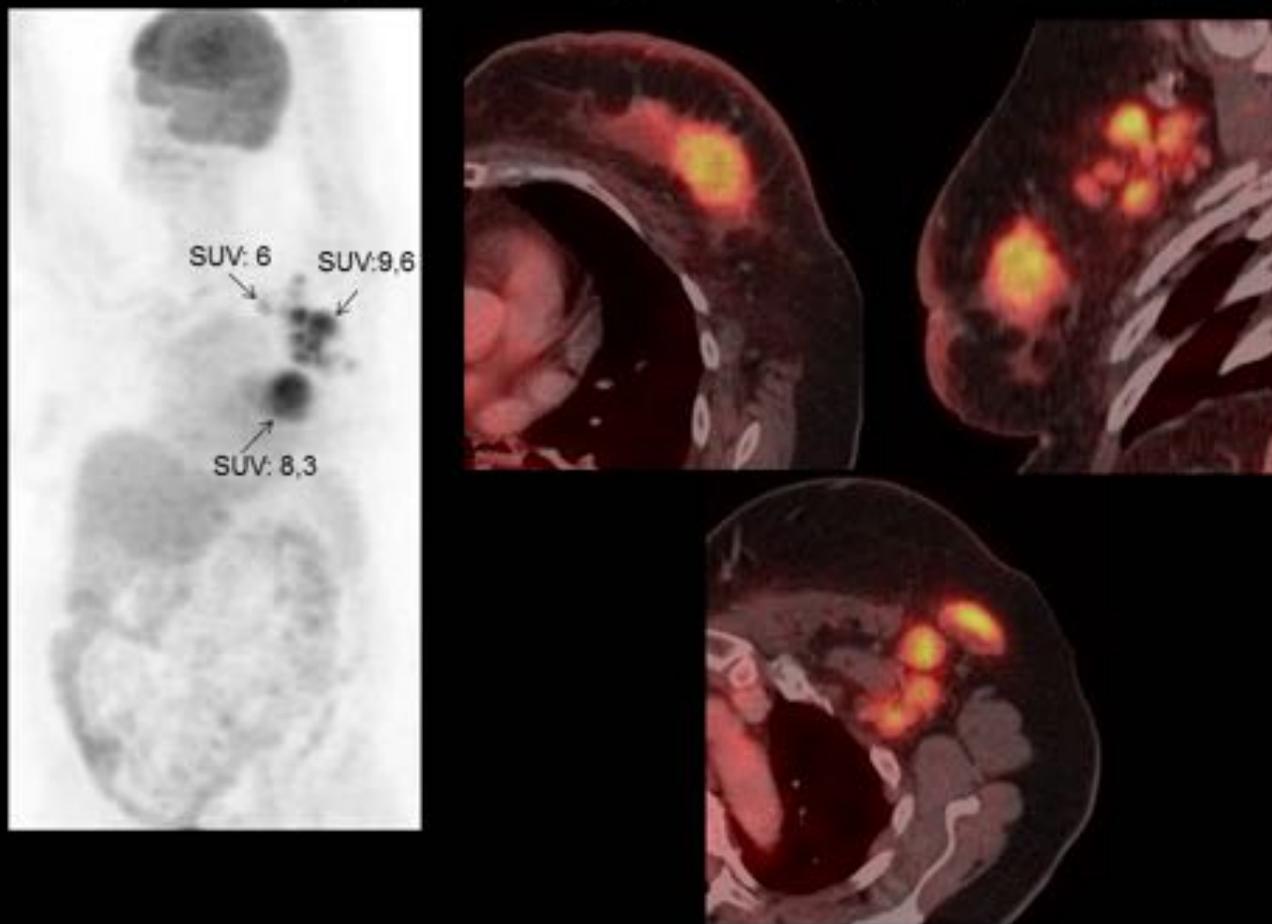


Fig. 6: Primario y afectación axilar

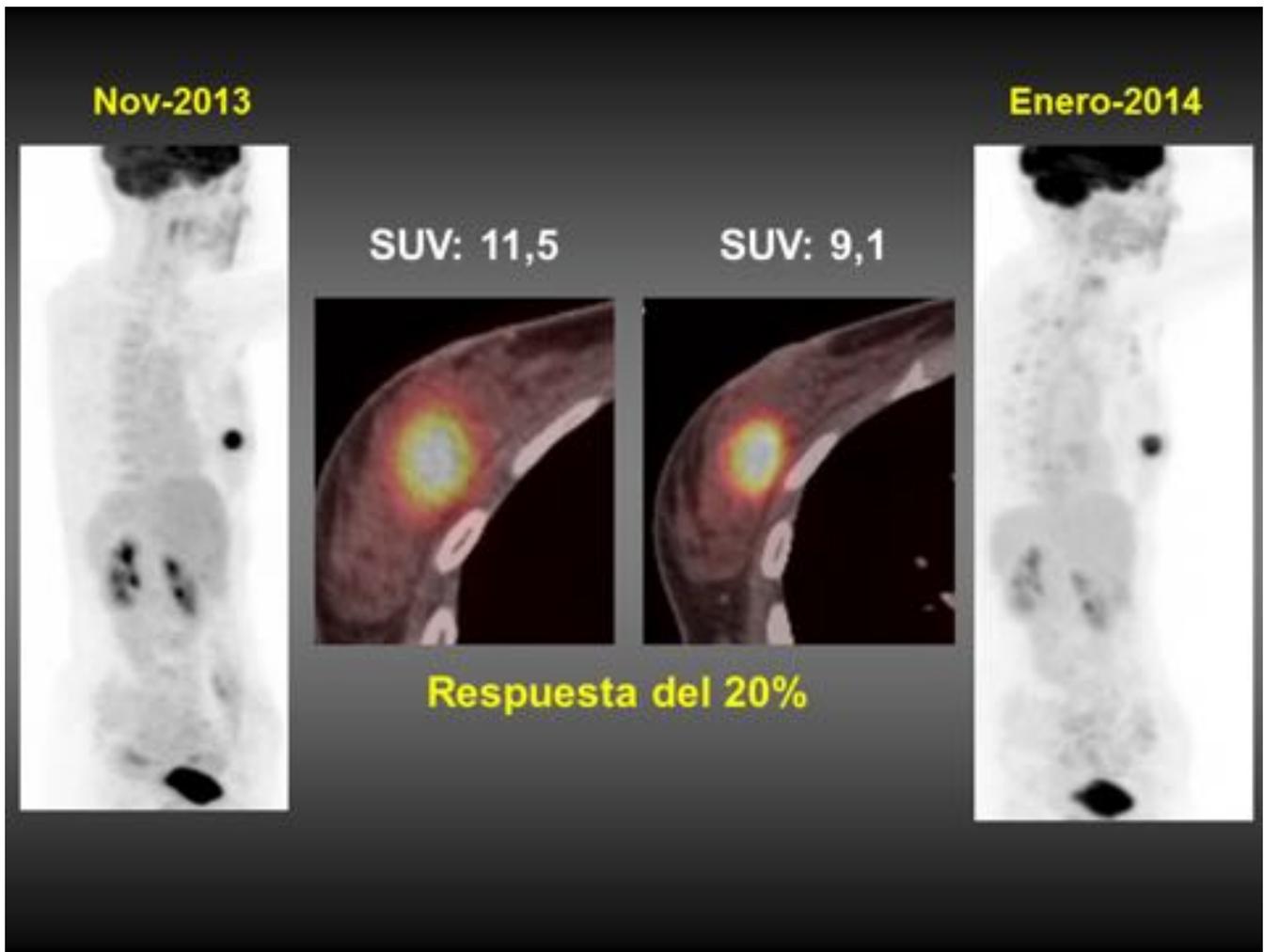


Fig. 7: Valorar respuesta al tratamiento

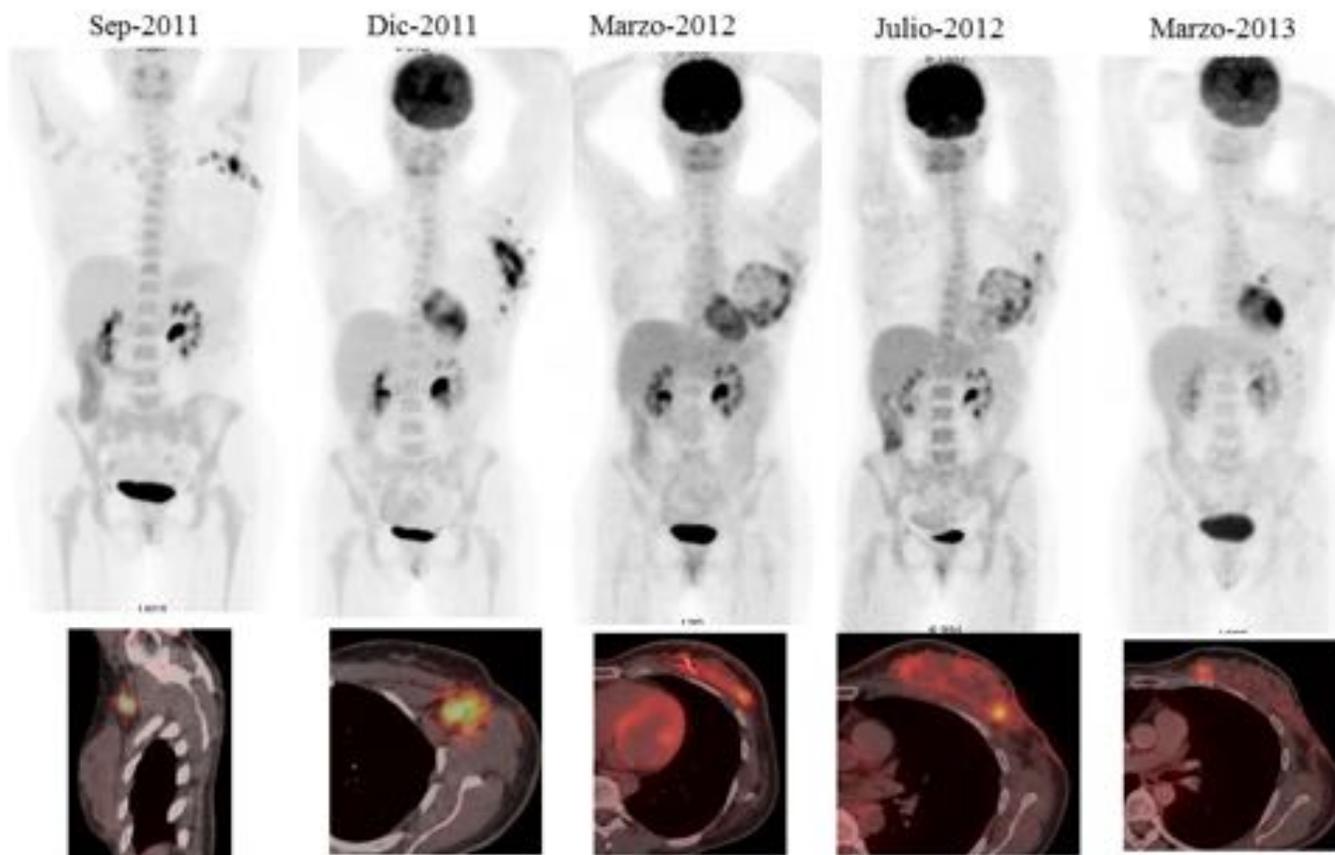


Fig. 8: Valorar respuesta al tratamiento

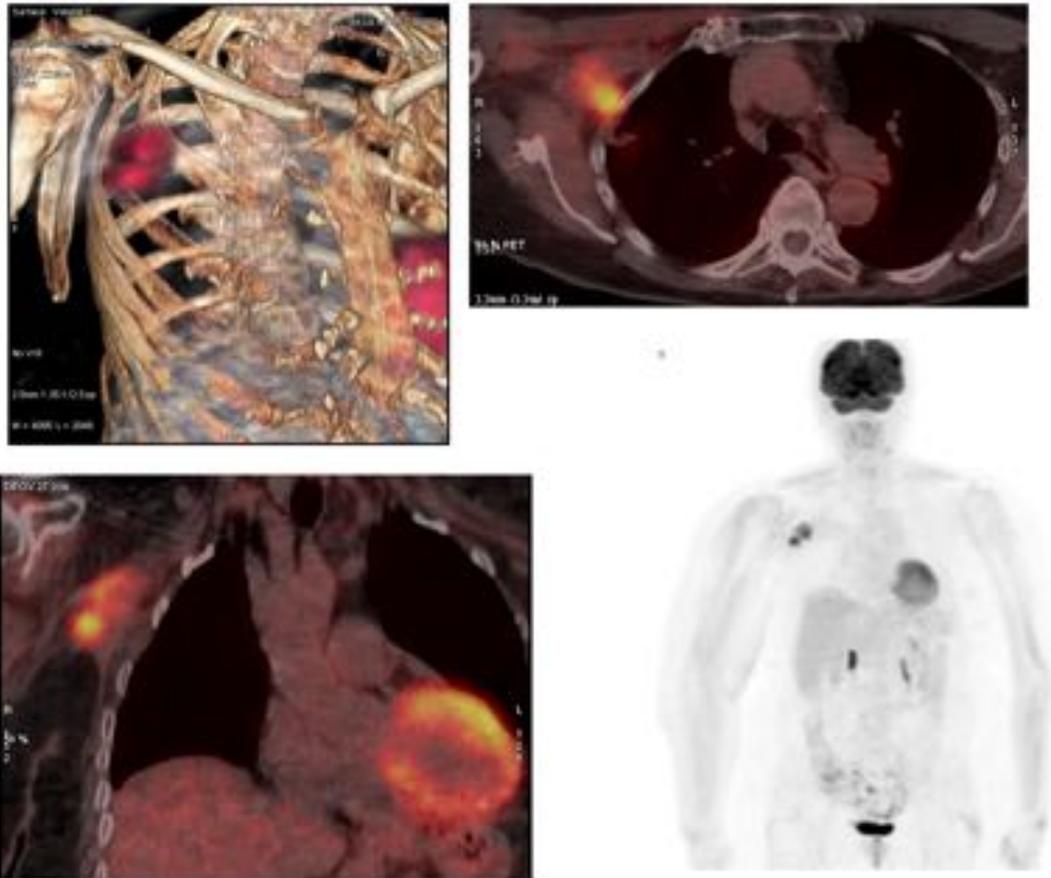


Fig. 9: Recidiva local

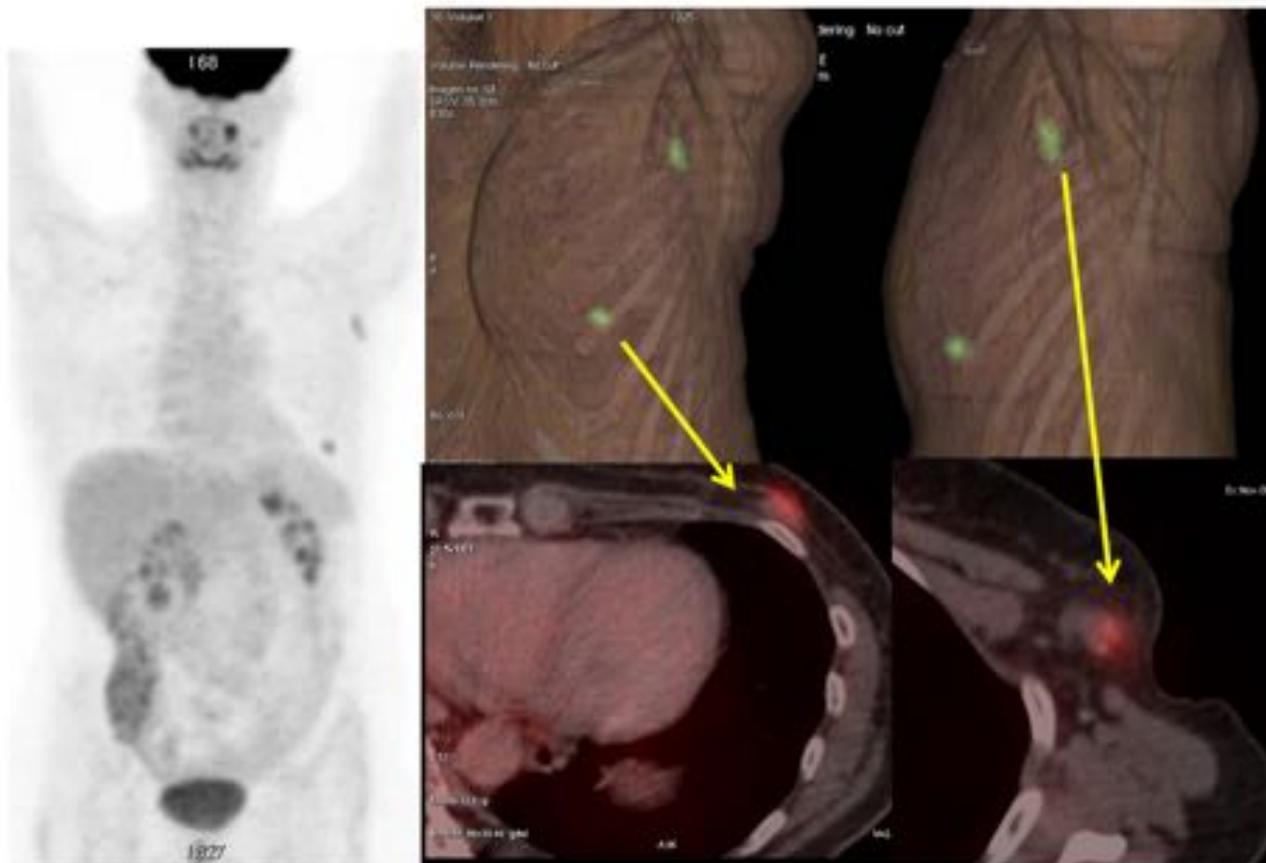


Fig. 10: Recidiva local

Recidiva local en lecho de mastectomía. Metástasis en columna dorsal y esternón

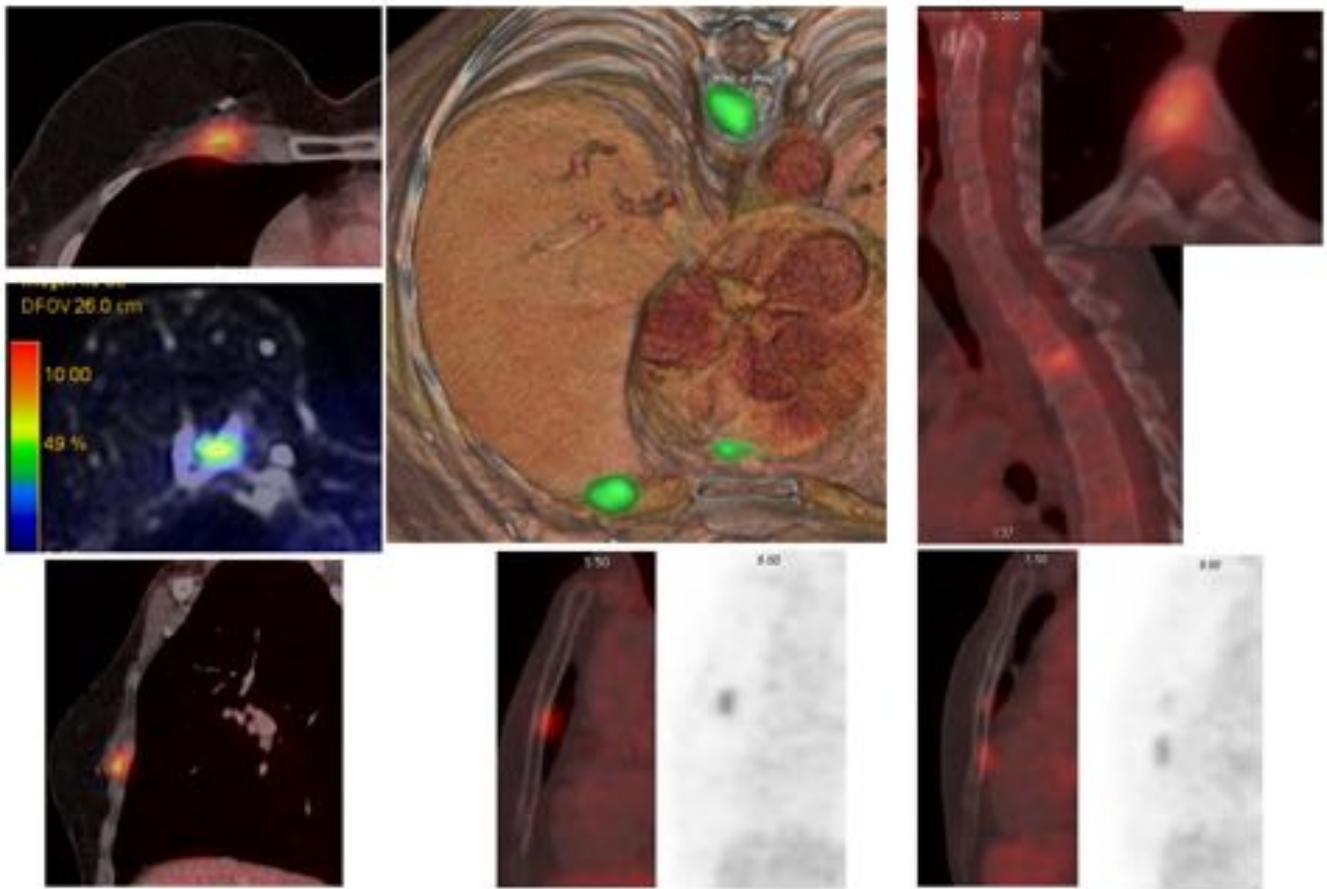


Fig. 11: Metastasis a distancia

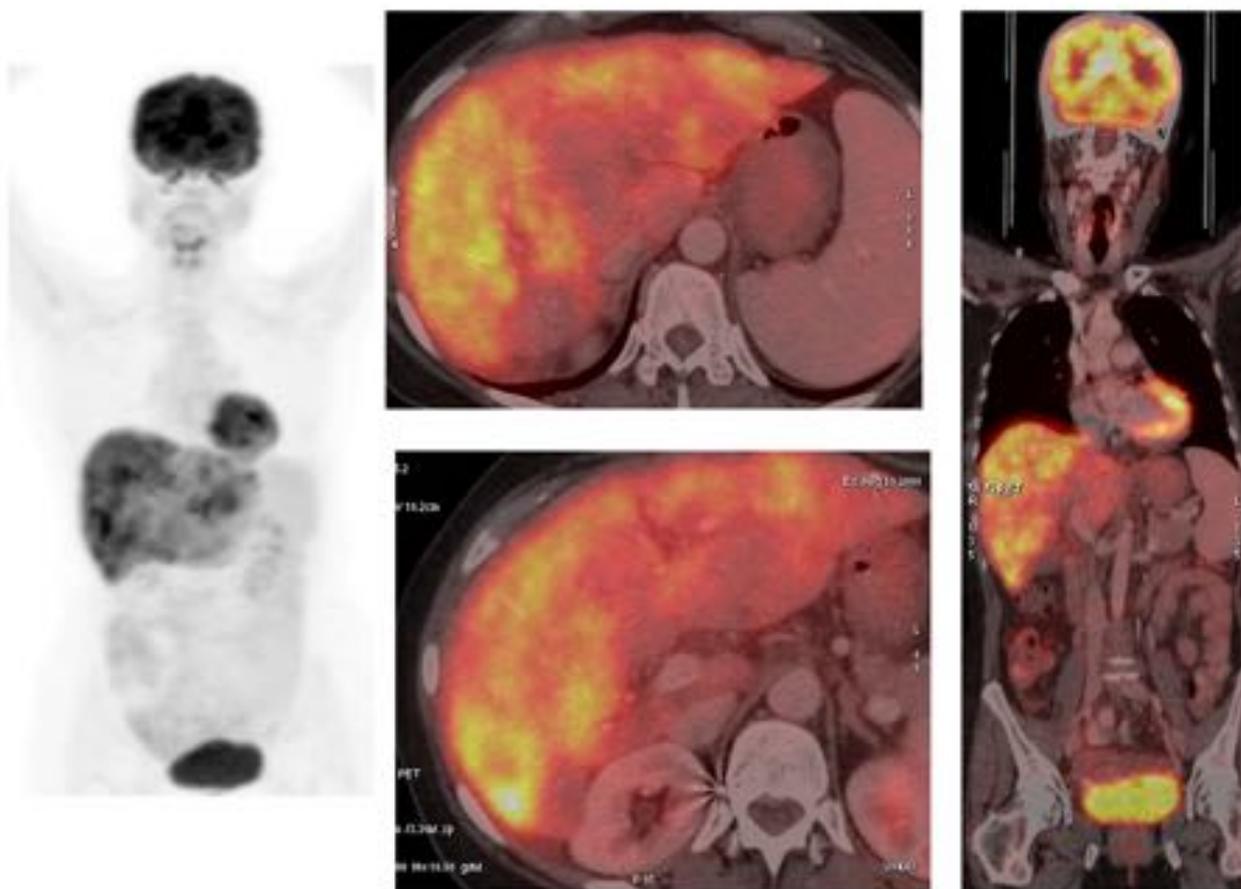


Fig. 12: Metastasis a distancia

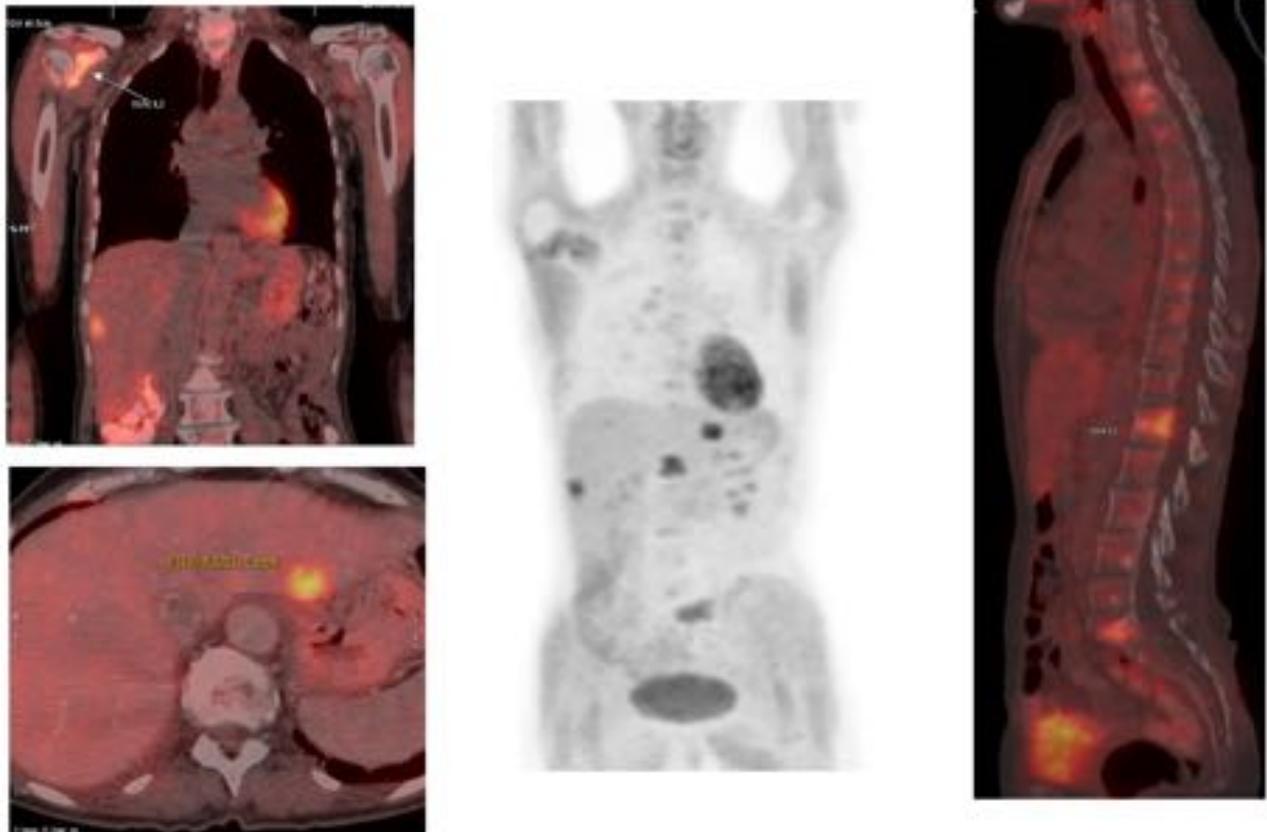


Fig. 13: Metastasis a distancia

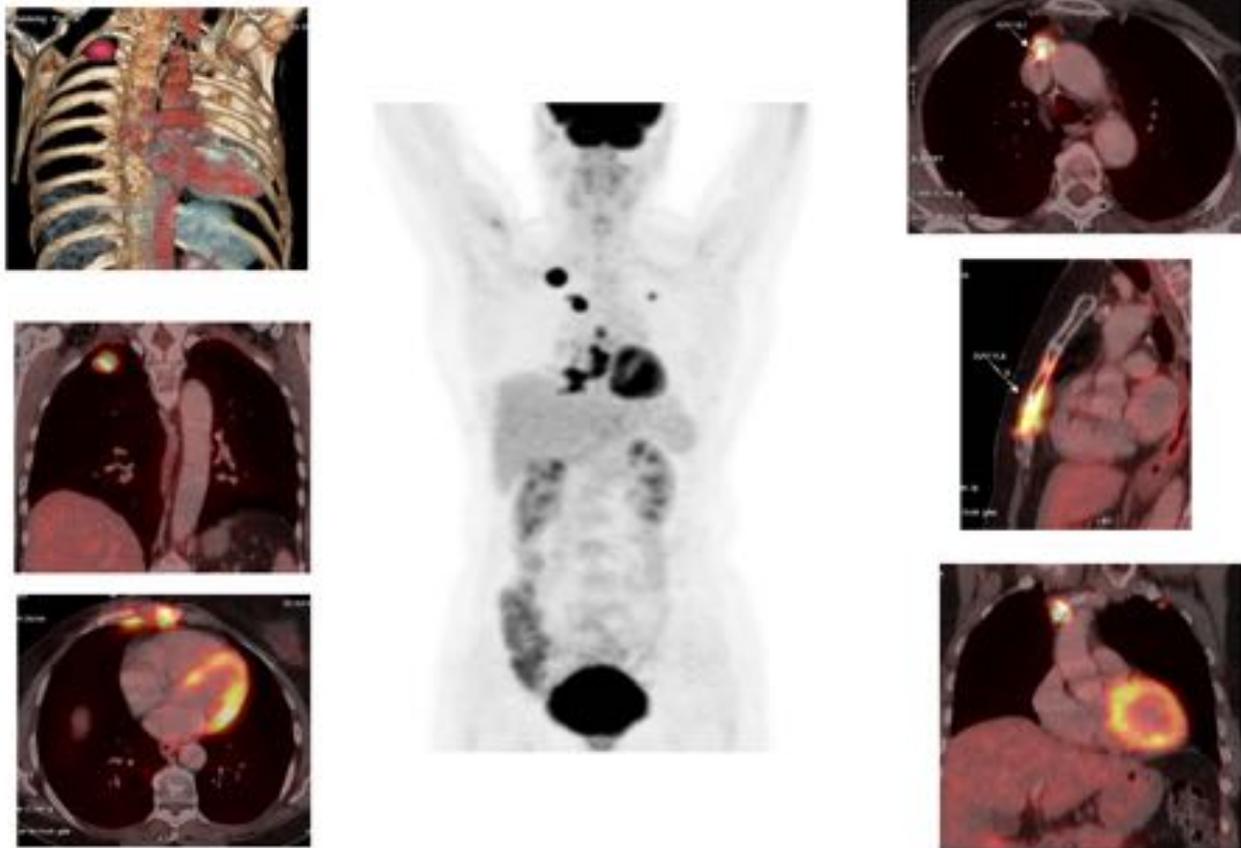


Fig. 14: Metastasis a distancia

Conclusiones

La PET-TC es la técnica indicada en la estadificación de pacientes de alto riesgo y en la detección de recidiva tumoral. Es de importancia en la monitorización de la neoadyuvancia así como en la diferenciación entre respondedor/no respondedor y en predecir la respuesta a los tratamientos. La tecnología PEM permite un incremento de la especificidad con similar sensibilidad en la detección de lesiones primarias

Bibliografía / Referencias

ROLE OF POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY/COMPUTED TOMOGRAPHY IN BREAST CANCER.

Bourgeois AC, Warren LA, Chang TT, Embry S, Hudson K, Bradley YC. Radiol Clin North Am. 2013 Sep;51(5):781-98.

18F-FDG PET/CT provides powerful prognostic stratification in the primary staging of large breast cancer when compared with conventional explorations.

Cochet A, Dygai-Cochet I, Riedinger JM, Humbert O, Berriolo-Riedinger A, Toubeau M, Guiu S, Coutant C, Coudert B, Fumoleau P, Brunotte F. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013 Nov 7

18F-FDG UPTAKE IN BREAST CANCER CORRELATES WITH IMMUNOHISTOCHEMICALLY DEFINED SUBTYPES

Hye Ryoung Koo, European Radiology October 2013

Role of maximum standardized uptake value in fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography predicts malignancy grade and prognosis of operable breast cancer: a multi-institute study.

Kadoya T, Aogi K, Kiyoto S, Masumoto N, Sugawara Y, Okada M. Breast Cancer Res Treat. 2013 Sep;141(2):269-75.

CORRELATION OF 18F-FLUORODEOXYGLUCOSE UPTAKE WITH HISTOPATHOLOGICAL PROGNOSTIC FACTORS IN BREAST CARCINOMA.

Ekmekcioglu O, Aliyev A, Yilmaz S, Arslan E, Kaya R, Kocael P, Erkan ME, Halac M, Sonmezoglu K. Nucl Med Commun. 2013 Nov;34(11):1055-67

MOLECULAR SUBTYPES OF BREAST CANCER: METABOLIC CORRELATION WITH 18F-FDG PET/CT.

García Vicente AM, Soriano Castrejón A, León Martín A, Chacón López-Muñiz I, Muñoz Madero V, Muñoz Sánchez MD, Palomar Muñoz A, Espinosa Aunió n R, González Ageitos A. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013 Apr 30

A NEW METHOD FOR APPARENT DIFFUSION COEFFICIENT MEASUREMENT USING SEQUENTIAL 18F-FDG PET AND MRI: CORRELATION WITH HISTOLOGICAL GRADE OF INVASIVE DUCTAL CARCINOMA OF THE BREAST

Annals of Nuclear Medicine October 2013, Volume 27, Issue 8, pp 720-728
Byung Hyun Byun,

BREAST CANCER DETECTION USING HIGH-RESOLUTION BREAST PET COMPARED TO WHOLE-BODY PET OR PET/CT.

Kalinyak JE, Berg WA, Schilling K, Madsen KS, Narayanan D, Tartar M. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013 Oct 2

-
DETECTION OF INTERNAL MAMMARY LYMPH NODE METASTASIS WITH 18F-FLUORODEOXYGLUCOSE POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY/COMPUTED TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH STAGE III BREAST CANCER.

Seo MJ, Lee JJ, Kim HO, Chae SY, Park SH, Ryu JS, Ahn SH, Lee JW, Son BH, Gong GY, Moon DH. Eur J Nucl Med Mol Imaging. 2013 Nov 6.

18F-FDG PET/CT-POSITIVE INTERNAL MAMMARY LYMPH NODES: PATHOLOGIC CORRELATION BY ULTRASOUND-GUIDED FINE-NEEDLE ASPIRATION AND ASSESSMENT OF ASSOCIATED RISK FACTORS

Carolyn L. Wang^{1, 2}, Marna J. Eissa^{2, 3}, James V. Rogers¹, Aleksandr Y. Aravkin^{2, 4}, Bruce A. Porter¹ and J. David Beatty¹

American Journal of Roentgenology, Vol. 200, No. 5, May: 1138-1144

DIAGNOSTIC PERFORMANCE OF 18F-FDG PET/CT, ULTRASONOGRAPHY AND MRI.
DETECTION OF AXILLARY LYMPH NODE METASTASIS IN BREAST CANCER PATIENTS.
An YS, Lee DH, Yoon JK, Lee SJ, Kim TH, Kang DK, Kim KS, Jung YS, Yim H.
Nuklearmedizin. 2013 Nov 13;53(1).

LYMPH NODE TO PRIMARY TUMOR SUV RATIO BY 18F-FDG PET/CT AND THE
PREDICTION OF AXILLARY LYMPH NODE METASTASES IN BREAST CANCER.
Park J, Byun BH, Noh WC, Lee SS, Kim HA, Kim EK, Choi CW, Lim SM.
Clin Nucl Med. 2013 Oct 22

THE COMPARATIVE STUDY OF ULTRASONOGRAPHY, CONTRAST-ENHANCED MRI, AND
(18)F-FDG PET/CT FOR DETECTING AXILLARY LYMPH NODE METASTASIS IN T1 BREAST
CANCER.
Hwang SO, Lee SW, Kim HJ, Kim WW, Park HY, Jung JH.
J Breast Cancer. 2013 Sep;16(3):315-21

DUAL TIME POINT 2-DEOXY-2-[(18)F]FLUORO-D-GLUCOSE PET/CT: NODAL STAGING IN
LOCALLY ADVANCED BREAST CANCER.
García Vicente AM, et al Rev Esp Med Nucl Imagen Mol. 2013 May 23.

THE CLINICAL VALUE OF TUMOR FDG UPTAKE FOR PREDICTING AXILLARY LYMPH
NODE METASTASIS IN BREAST CANCER WITH CLINICALLY NEGATIVE AXILLARY
LYMPH NODES.
Seok JW, Kim Y, An YS, Kim BS.
Ann Nucl Med. 2013 Jul;27(6):546-53

ROLE OF 18F-FDG PET/CT IN IDENTIFYING DISTANT METASTATIC DISEASE MISSED BY
CONVENTIONAL IMAGING IN PATIENTS WITH LOCALLY ADVANCED BREAST CANCER.
Manohar K, Mittal BR, Bhoil A, Bhattacharya A, Singh G.
Nucl Med Commun. 2013 Jun;34(6):557-61

18FDG PET-CT for diagnosis of distant metastases in breast cancer patients. A meta-analysis.
Hong S, Li J, Wang S.
Surg Oncol. 2013 Apr 5.

THE IMPACT OF PET/CT IMAGING PERFORMED IN THE EARLY POSTOPERATIVE PERIOD
ON THE MANAGEMENT OF BREAST CANCER PATIENTS.
Sen F, Akpınar AT, Ogur U, Duman G, Tamgac F, Alper E.
Nucl Med Commun. 2013 Jun;34(6):571-6

18F-FDG PET/CT PREDICTS SURVIVAL IN PATIENTS WITH INFLAMMATORY BREAST
CANCER UNDERGOING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY
Selin Carkaci , Christopher T. Sherman , Efe Ozkan , Beatriz E. Adrada , Wei Wei , Eric M. Rohren ,
Osama R. Mawlawi , Naoto T. Ueno , Thomas A. Buchholz & Wei T. Yang
Eur J Nucl Med Mol Imaging (2013) 40:1809–1816

18F-FDG PET/CT for Early Prediction of Response to Neoadjuvant Lapatinib, Trastuzumab, and Their
Combination in HER2-Positive Breast Cancer: Results from Neo-ALTTO.

J Nucl Med. 2013 Nov;54(11):1862-8.

Gebhart G, Gámez C, Holmes E, Robles J, García C, Cortés M, de Azambuja E, Fauria K, Van Dooren V, Aktan G, Coccia-Portugal MA, Kim SB, Vuylsteke P, Cure H, Eidtmann H, Baselga J, Piccart M, Flamen P, Di Cosimo S.

CAN FDG-PET/CT PREDICT EARLY RESPONSE TO NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY IN BREAST CANCER?

Andrade WP, Lima EN, Osório CA, do Socorro Maciel M, Baiocchi G, Bitencourt AG, Fanelli MF, Damascena AS, Soares FA.

Eur J Surg Oncol. 2013 Oct 2. pii: S0748-7983(13)

18F-FDG PET-CT imaging in the neoadjuvant setting for stages II-III breast cancer: association of loco regional suvmax with classical prognostic factors.

García García-Esquinas M, García-Sáenz JA, Arrazola García J, Enrique Fuentes Ferrer M, Furió V, Rodríguez Rey C, Román JM, Carreras Delgado JL.

Q J Nucl Med Mol Imaging. 2013 Oct 9.

PRE-CHEMOTHERAPY 18F-FDG PET/CT UPSTAGES NODAL STAGE IN STAGE II-III BREAST CANCER PATIENTS TREATED WITH NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY.

Koolen BB, Valdés Olmos RA, Vogel WV, Vrancken Peeters MJ, Rodenhuis S, Rutgers EJ, Elkhuizen PH.

Breast Cancer Res Treat. 2013 Sep 4

EARLY ASSESSMENT OF AXILLARY RESPONSE WITH 18F-FDG PET/CT DURING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY IN STAGE II-III BREAST CANCER: IMPLICATIONS FOR SURGICAL MANAGEMENT OF THE AXILLA

Annals of Surgical Oncology July 2013, Volume 20, Issue 7, pp 2227-2235 Bas B. Koolen MD

DOES THE PRETREATMENT TUMOR SAMPLING LOCATION CORRESPOND WITH METABOLIC ACTIVITY ON 18F-FDG PET/CT IN BREAST CANCER PATIENTS SCHEDULED FOR NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY?

Koolen BB, Elshof LE, Loo CE, Wesseling J, Vrancken Peeters MJ, Vogel WV, Rutgers EJ, Valdés Olmos RA.

Eur J Radiol. 2013 Aug

PET/CT WITH [18F] FLUORODEOXYGLUCOSE IN THE ASSESSMENT OF METABOLIC RESPONSE TO NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY IN LOCALLY ADVANCED BREAST CANCER.

Duch J, Fuster D, Muñoz M, Fernández PL, Paredes P, Fontanillas M, Skaltsa K, Domènech B, Lomeña F, Pons F. Q J Nucl Med Mol Imaging. 2012 Jun;56(3):291-8.

FLUORINE-18 FLUORODEOXYGLUCOSE POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY-COMPUTED TOMOGRAPHY IN MONITORING THE RESPONSE OF BREAST CANCER TO NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY: A META-ANALYSIS.

Mghanga FP, Lan X, Bakari KH, Li C, Zhang Y. Clin Breast Cancer. 2013 Aug;13(4):271-9.

ESTROGEN RECEPTOR-POSITIVE/HUMAN EPIDERMAL GROWTH FACTOR RECEPTOR 2-NEGATIVE BREAST TUMORS: EARLY PREDICTION OF CHEMOSENSITIVITY WITH (18)F-FLUORODEOXYGLUCOSE POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY/COMPUTED

TOMOGRAPHY DURING NEOADJUVANT CHEMOTHERAPY.

Groheux D, Hatt M, Hindié E, Giacchetti S, de Cremoux P, Lehmann-Che J, Martineau A, Marty M, Cuvier C, Cheze-Le Rest C, de Roquancourt A, Visvikis D, Espié M.. Cancer. 2013 Jun 1;119(11):1960-8

VOLUME-BASED PARAMETERS OF 18F-FLUORODEOXYGLUCOSE POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY/COMPUTED TOMOGRAPHY IMPROVE DISEASE RECURRENCE PREDICTION IN POSTMASTECTOMY BREAST CANCER PATIENTS WITH 1 TO 3 POSITIVE AXILLARY LYMPH NODES

International Journal of Radiation Oncology * Biology * Physics Volume 87, Issue 4 , Pages 738-746, 15 November 2013. Naomi Nakajima, MD