

Acta Médica

Grupo Ángeles

Volumen **3**
Volume

Número **4**
Number

Octubre-Diciembre **2005**
October-December

Artículo:

Tomografía por emisión de positrones y
tomografía computada (PET-CT)

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Grupo Ángeles Servicios de Salud

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



Tomografía por emisión de positrones y tomografía computada (PET-CT)*

José Antonio Serna Macías,** Antonio Maldonado Suárez,*** Juan Pablo Suárez,***
José Luis Ramírez Arias,**** Constanza Luviano*****

Resumen

La tomografía por emisión de positrones con 18-F fluorodeoxiglucosa, fusionada con la tomografía computada de 16 cortes (PET/CT-FDG), es una técnica de diagnóstico por imagen cuyo uso se ha generalizado alrededor del mundo durante la última década. Existen una serie de indicaciones concretas, en las cuales el PET/CT-FDG ha demostrado exhaustivamente su superioridad con respecto a los métodos convencionales de diagnóstico. Es recomendable, por ello, realizar el estudio PET/CT principalmente en las siguientes situaciones: La estadificación de tumores pulmonares y linfomas, la re-estadificación de tumores de tiroides, colorrectales, de cabeza-cuello, linfomas y melanomas; la localización de tumores de origen desconocido, la localización del nódulo pulmonar solitario, y por último, el diagnóstico diferencial recidiva/radionecrosis en tumores cerebrales.

Palabras clave: Tomografía por emisión de positrones/tomografía computada (PET/CT), flúor 18 deoxiglucosa 18 FDG.

Summary

The fusion of positron emission tomography with 18-F fluorodeoxyglucose, with computed tomography (FDG-PET/CT) is a diagnostic procedure which has been progressively incorporated to clinical practice around the world during the last decade. There are several indications in which FDG. PET/CT has demonstrated a better diagnostic accuracy when compared with conventional methods. In order to optimize the use of this new technique it is recommendable to select those cases where FDG- PET/CT has shown to be clearly better than the conventional techniques, as staging of lung cancer and lymphoma, thyroid, colorectal and head and neck cancer and melanoma, also useful in localization of unknown primary site carcinomas; diagnosis of solitary pulmonary nodules and differentiation of tumor recurrence from radionecrosis in brain tumors.

Key words: Positron emission tomography/computed tomography (PET/CT), 18 fluorodeoxyglucose 18 FDG.

INTRODUCCIÓN

La tomografía por emisión de positrones (PET), por sus siglas en inglés, es una técnica de medicina nuclear que permite obtener imágenes de la distribución “*in vivo*” de diferentes moléculas. Es parte de la imagen molecular, es un complemento de la información anatómica que proporciona la tomografía computarizada (TAC). La fusión de las 2 tecnologías nos permite obtener las imágenes PET/CT que proporcionan imágenes anatomo-metabólicas mejorando de esta forma la sensibilidad y especificidad de diferentes enfermedades oncológicas, cardíacas y cerebrales. La adición del TAC al PET ofrece muchas ventajas, incluyendo la obtención de escaneo de transmisión rápida y relativamente con bajo ruido, acortando la duración del estudio y sumando información anatómica pre-

* Por sus siglas en inglés Positron Emission Tomography Computed Tomography.

** Jefe de PET Hospital Ángeles del Pedregal.

*** Centro PET Complutense. Madrid, España.

**** Jefe del Departamento de Radiología e Imagen del Hospital Ángeles del Pedregal.

***** PET Hospital Ángeles del Pedregal.

Correspondencia:

Dr. José Antonio Serna Macías
Hospital Ángeles del Pedregal
Camino a Santa Teresa 1055
Col. Héroes de Padierna, México, D.F.
Correo electrónico: aserna7@aol.com

Aceptado: 03-08-2005.

cisa a las imágenes funcionales. Sin embargo, el uso de TAC para corrección de atenuación produce ciertos artefactos que el médico especialista debe de conocer para la correcta interpretación de las imágenes. Las mediciones cuantitativas se alteran cuando se utilizan medios de contraste IV u orales a altas dosis. Este procedimiento se consigue mediante la administración intravenosa de un radiofármaco, que es la unión de un isótopo radiactivo con una molécula determinada, tras lo cual se realiza la adquisición de las imágenes en una cámara PET/CT, previa corrección de atenuación con las imágenes CT.

En la práctica clínica diaria, la molécula que se utiliza es la fluorodesoxiglucosa (FDG) que va unida al ^{18}F isótopo radiactivo emisor de positrones de periodo de semi-desintegración muy corto (110 minutos). La FDG es un análogo de la glucosa, es captada por las células normales y también por las cancerosas, pero no sigue el ciclo bioquímico normal de la glucosa, por lo que queda atrapada en su interior. De forma fisiológica, algunos tejidos como el cerebro, el miocardio o el hígado tienen una alta demanda de glucosa, lo que se va a traducir en una alta retención de FDG. En el caso de las células malignas, su alta tasa metabólica implica igualmente una gran avidéz por la FDG, cuyo paso al interior celular está además muy potenciado, lo que permite a priori diferenciar los tejidos malignos de los benignos.

No obstante, la imagen obtenida tiene limitaciones en cuanto a la detección de la enfermedad de muy bajo grado de malignidad, debido precisamente a una menor avidéz por la glucosa, del mismo modo, también puede mostrar zonas de elevada actividad celular de causas benignas, como la inflamación o la infección, que serán causas potenciales de falsos positivos. Además, aunque las cámaras PET/CT poseen una aceptable resolución espacial (4-5 mm), cabe señalar que la imagen obtenida no será capaz de detectar la enfermedad microscópica.

El PET es una técnica de imagen que surge en la década de los 70 en Estados Unidos, implantándose en la práctica clínica diaria durante la década de los 90. El PET/CT fue introducida en Estados Unidos a partir del año 2000 y fue nombrado producto del año en 2001 por Frost y Sullivan. En la actualidad se está incrementando esta técnica alrededor del mundo en forma muy rápida. Desde el año 2000, se está incorporando esta tecnología a la batería de pruebas diagnósticas existentes en forma rutinaria y es reembolsable en ese país por Medicare. La ^{18}F -FDG es el radiofármaco que ha permitido la introducción de la técnica PET a nivel hospitalario, a pesar de que existen en la actualidad cerca de 3,000 radiofármacos sintetizados; de aquí en adelante, se sobreentenderá al referirnos al PET/CT como aquél realizado con ^{18}F -FDG (PET/CT-FDG).

La oncología es la principal indicación clínica del PET/CT-FDG (más del 90% de las indicaciones). Debido a su capacidad de poder demostrar lesiones malignas de moderado-alto grado, el PET/CT-FDG es de gran utilidad en la evaluación de neoplasias malignas de alta incidencia en la población, tales como las de pulmón, mama, colon, linfomas, cabeza y cuello o melanoma. Dado que estamos analizando el metabolismo de las células cancerosas, su detección será más precoz que las alteraciones morfológicas, utilizando por la TAC o la IRM. Además, se podrán evaluar también de forma precoz los efectos de los tratamientos de quimio y radioterapia. De esta forma al tener las imágenes fusionadas de PET/CT es posible detectar en forma oportuna alteraciones bioquímicas dentro de un rango anatómico y de esta forma poder definir y delimitar adecuadamente las lesiones. La falta de definición anatómica de la PET en un inicio, definitivamente ha mejorado en forma considerable por la introducción de los nuevos equipos combinados de PET-CT. Éstos proporcionan al especialista una visión más integral de la enfermedad, especialmente cuando se planifican procedimientos quirúrgicos o la localización exacta del área para aplicar radioterapia.

Las indicaciones particulares que ofrece la realización de estudios con los equipos PET/CT son evidentes en las regiones de la cabeza y el cuello, abdomen y pelvis y también al nivel del tórax en lesiones tumorales del mediastino. Definitivamente los estudios PET/CT tienen un valor agregado sobre las imágenes individuales de PET.

INDICACIONES CLÍNICAS DEL PET/CT EN ONCOLOGÍA

En Europa se autoriza la realización de estudios PET/CT - FDG en las siguientes situaciones clínicas, recogidas por el Protocolo de Uso Tutelado de mayo de 2002:^{1,2}

Melanoma maligno recurrente, carcinoma colorrectal recurrente, nódulo pulmonar solitario, estadificación NS-CLC, recidiva contra radionecrosis en tumores del sistema nervioso central, linfoma maligno, estadificación y re-estadificación, recurrencias de tumores de cabeza y cuello e identificación de tumores de origen desconocido.

TUMORES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL

En el tratamiento de los tumores del sistema nervioso central se han introducido técnicas tales como la radioterapia intersticial, la braquiterapia y la radiocirugía estereotáxica, que permiten una mayor supervivencia de los pacientes. Como contrapartida, existe una mayor incidencia de daño cerebral post-radioterapia, que se suele producir en un 50% de los casos después de radiocirugía y en un 65% posterior a radioterapia intersticial. Transcurrido un cierto

periodo de tiempo, el paciente puede experimentar nuevamente síntomas que dependen de las secuelas de la terapia o bien de una recidiva, en muchas ocasiones es difícil diferenciar una causa de otra, lo que dificulta la conducta terapéutica que se debe seguir. Las técnicas de imagen anatómicas o funcionales son la TAC, IRM y SPECT son poco específicas en dicho diagnóstico diferencial. La sensibilidad del PET/CT -FDG en esta situación clínica varía, según los trabajos y protocolos empleados, del 73 al 100%. La especificidad el PET/CT-FDG es del 56 al 100% y los valores predictivos positivos y negativos son 80 y 46%, respectivamente. Comparada con la IRM, el PET/CT resulta ser superior, tanto en la detección de recidiva/res-tos tumorales como en la encefalopatía post-tratamiento.^{3,4} El máximo rendimiento se obtiene con la imagen de fusión PET-RM.

Actualmente, el criterio de indicación del PET/CT FDG en los tumores del SNC es:^{1,2}

- Pacientes con gliomas grados I y II que presenten síntomas compresivos y/o irritativos, con IRM con contraste que no permite diferenciar entre recidiva tumoral y secuelas post-tratamiento por radionecrosis o cicatrización.

CÁNCER DE CABEZA Y CUELLO

La sobrevivencia de pacientes con tumores de cabeza y cuello del 60% no ha variado aún con el advenimiento de la terapia combinada de cirugía y radioterapia, lo anterior debido a la frecuencia de las metástasis y de los segundos tumores primarios. La detección temprana de las recurrencias disminuiría la mortalidad en estos pacientes. El PET/CT-FDG es un método más seguro para el diagnóstico diferencial entre recurrencia tumoral y cambios por fibrosis y/o necrosis post-tratamiento que la TAC o la IRM, tiene además un importante papel en la detección precoz de dichas recurrencias y en la detección de segundos tumores primarios. El PET/CT-FDG puede resultar también útil para determinar el lugar más adecuado para realizar la biopsia. En ocasiones, nos encontramos ante metástasis ganglionares cervicales de tumor de origen desconocido a pesar de un completo estudio de extensión. En estos casos el PET-CT presenta una capacidad diagnóstica superior a otras técnicas. Por último, en la monitorización del tratamiento el PET/CT-FDG muestra una mayor especificidad que las técnicas morfoestructurales, diferenciando a los pacientes que responden al tratamiento y los que no responden, en estos últimos será posible modificar el tratamiento.^{5,6} Una ventaja del PET/CT es su alto valor predictivo negativo (es decir excluye la enfermedad con gran facilidad).

Actualmente, el criterio de indicación del PET/CT en paciente con cáncer de cabeza y cuello es:^{1,2}

- Pacientes con sospecha de recurrencia, posterior a la realización de todas las pruebas diagnósticas convencionales, así como en los que están considerados para cirugía radical.

CÁNCER DE TIROIDES

El PET/CT-FDG ha demostrado ser un método eficaz en el diagnóstico de recurrencia locoregional, ganglionar regional y a distancia del carcinoma diferenciado de tiroides aun cuando el rastreo con ¹³¹I en medicina nuclear sea negativo, las cifras de tiroglobulinas se encuentran elevadas y el paciente está bajo terapia sustitutiva. El PET/CT-FDG resulta superior en la detección de recurrencias ganglionares cervicales a los demás métodos de imagen que basan su diagnóstico en el tamaño de la lesión. El PET/CT-FDG ha demostrado la existencia de metástasis en ganglios de tamaño normal y en un 45% de pacientes sin elevación de tiroglobulinas. Los resultados del PET/CT-FDG en estos pacientes implican cambios en el manejo terapéutico de los mismos, llevándoles en determinados casos a cirugías con intención curativa.^{7,8} Por otro lado, el hecho de realizar PET/CT-FDG con estimulación, preferentemente exógena de la TSH, puede producir un incremento de su rendimiento diagnóstico. También es de gran utilidad en el carcinoma medular ante la elevación progresiva de la calcitonina en sangre, la sensibilidad es del 92% y la especificidad de 80%.⁹

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en el cáncer de tiroides son:^{1,2}

- Pacientes en seguimiento después de un diagnóstico y tratamiento iniciales de un cáncer diferenciado de tiroides con sospecha de recurrencia o metástasis susceptibles de tratamiento (aumento de la tiroglobulina con rastreos con ¹³¹I negativos), posterior a la realización de todas las pruebas diagnósticas convencionales.
- Pacientes diagnosticados y tratados previamente de un carcinoma medular de tiroides con calcitonina alta y pruebas de imagen negativas o indeterminadas con el objeto de identificar restos de tejido tiroideo susceptibles de ser resecados quirúrgicamente.

CÁNCER DE PULMÓN

El carcinoma broncogénico representa el 95% de los tumores primarios pulmonares, es la primera causa de mortalidad por cáncer. El 75% de ellos son pacientes con car-

cinomas no microcíticos que al ser localizados están en posibilidad de tratamiento quirúrgico potencialmente curativo. La detección de infiltración ganglionar por TAC es difícil, ya que existe la posibilidad de confundir ganglios aumentados de tamaño con metástasis ganglionares.

En el diagnóstico de tumor primario de > 2 cm, el PET-FDG presenta igual sensibilidad que el SPECT con ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI o $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmín, pero para lesiones de menor tamaño es claramente superior el PET/CT-FDG. El PET/CT es superior a la TAC y al SPECT con MIBI o tetrofosmín en la detección de ganglios mediastínicos afectados por el cáncer de pulmón y mejora la estadificación N cuando se asocian PET y CT. El alto valor predictivo de esta técnica permite evitar procedimientos agresivos diagnósticos como la mediastinoscopia, reduciendo por lo tanto, los costos diagnósticos y evitando así al paciente la morbilidad asociada a los mismos. El PET/CT-FDG detecta metástasis extratorácicas no sospechadas por otros procedimientos, lo que permite un cambio en la estadificación tumoral en un porcentaje considerable de pacientes, descartando en ellos la resección quirúrgica como tratamiento curativo y evitando cirugías innecesarias. En la detección de metástasis óseas, El PET/CT-FDG presenta la ventaja adicional de ser más específica y presentar un mayor valor predictivo positivo que la gammagrafía ósea. También resulta más adecuada

que la TAC para predecir la respuesta a la quimioterapia de inducción tanto del tumor como a nivel ganglionar, por lo que se puede considerar como buena técnica para seleccionar los pacientes que se beneficiarán de un tratamiento locorregional con intención curativa.^{10,11}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en el cáncer de pulmón son:^{1,2}

- Pacientes con cáncer de pulmón no microcítico, posterior a la realización de todas las pruebas diagnósticas convencionales de estadificación, con el fin de establecer la extensión y grado de progresión de la enfermedad para evaluar cirugía radical.
- No se realizará PET/CT con la indicación de re-estadificación (*Figura 1*).

NÓDULO PULMONAR SOLITARIO

Un nódulo pulmonar solitario (NPS) es una lesión única, esférica, dentro del pulmón, que no está asociada a agrandamiento hiliar o atelectasia y cuyo tamaño es generalmente menor de 4 cm de diámetro. Cuando son malignos representan aproximadamente el 15% de los tumores malignos pulmonares. La mitad de los NPS suelen ser benignos (el 80% de ellos son granulomas). Cuando resultan

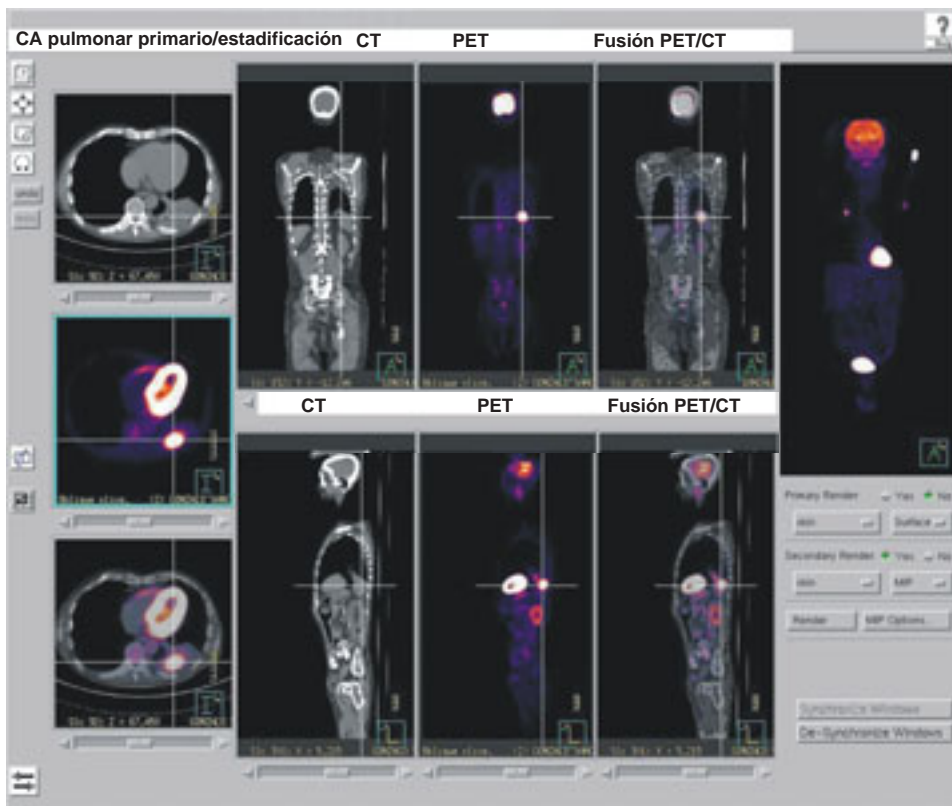


Figura 1. Cáncer pulmonar primario. Estadificación PET/CT.

ser malignos suelen ser carcinomas broncogénicos que se consideran en estadio I de la clasificación TNM, siendo potencialmente curables mediante la resección. Entre el 10 y el 20% de los NPS malignos son metastásicos de origen extrapulmonar. El propósito primario de la caracterización de los nódulos pulmonares solitarios es determinar la verosimilitud de la malignidad de tales nódulos con el objetivo de planificar el tratamiento. El método radiológico diagnóstico estándar utilizado ha sido la TAC y, aunque se han empleado modalidades nuevas de TAC como la que utiliza contraste yodado o bien el TAC con densitometría de alta resolución (HRCT), aún se clasifica a muchos de ellos como indeterminados. Lo mismo ha ocurrido al utilizar la IRM. La sensibilidad del PET/CT-FDG en esta situación clínica es del 93 al 100% y la especificidad del 78 al 88%, con una exactitud diagnóstica del 92 al 94%. El PET/CT ha demostrado tener gran capacidad para diferenciar entre los de carácter benigno y maligno. Estos valores mejoran cuando no se incluyen pacientes con procesos infecciosos-inflamatorios activos como tuberculosis o granulomas, cuando el tamaño del NPS es > 1.5 cm, y también puede mejorar la diferenciación benigno/maligno si se realiza estudio semicuantitativo calculando el SUV (Standard Uptake Value o valor estándar de captación). Cuando un NPS se informa como maligno en un PET/CT, la probabilidad de malignidad es muy alta y cuando el PET/CT es normal, la probabilidad de que un NPS sea maligno es muy baja, además de tener un gran valor predictivo negativo. En diferentes estudios se ha descrito la influencia del PET/CT en el manejo terapéutico de los pacientes, en unos casos al evitar otros procedimientos diagnósticos invasivos, y en otros por evitar cirugías al detectar metástasis ganglionares a distancia no sospechadas previamente.^{12,13}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en NPS son:^{1,2}

- Pacientes con NPS < 4 cm, radiológicamente indeterminado por TAC. Se requiere estudio clínico y exámenes de laboratorio completos.
- No se realizará PET/CT como prueba de escrutinio poblacional ni en pacientes con diagnóstico previo de cáncer reciente.

CÁNCER COLORRECTAL

En el adenocarcinoma colorrectal son comunes las metástasis y la recurrencia tras resección quirúrgica con intención curativa del tumor primario. La utilidad clínica del PET/CT-FDG consiste en su relativa capacidad de predecir si la intervención quirúrgica será efectiva en el tratamiento del paciente. La sospecha de dicha recurrencia puede estar basada en datos clínicos, de imagen o por

elevación de marcadores tumorales y el PET/CT-FDG podría ayudar a confirmar o descartar esta sospecha. Por otro lado, la detección de las metástasis extrahepáticas es importante de demostrar, ya que evitan la cirugía innecesaria cuando existen. El PET/CT-FDG es útil para la re-estadificación tumoral, cuando después de haber sido intervenido el paciente del tumor primario colorrectal se presenta sospecha de recurrencia local o a distancia, fundamentalmente a nivel hepático, que es el sitio más frecuente de diseminación. Tanto para la estadificación en general como para el diagnóstico de recurrencia locoregional, de metástasis hepáticas y de otras metástasis a distancia, el PET/CT-FDG presenta valores diagnósticos superiores a los demás medios de diagnóstico convencionales y en especial ante la TAC, que es la modalidad que se utiliza con más frecuencia. Los resultados del PET/CT-FDG conducen a un cambio en la terapéutica en un alto porcentaje de pacientes, en unos casos evitando la cirugía cuando el PET/CT detecta enfermedad irreseccable (18-50% casos); por ejemplo, al detectar más lesiones hepáticas en casos en los que se suponía una única, o al detectar lesiones a distancia no sospechadas modificando la estadificación tumoral, o, por el contrario, al indicar una cirugía con intención curativa en el 10-28% de los casos. Las cirugías innecesarias que se evitan por el PET/CT-FDG dan lugar a una reducción en los costos de tratamiento, además de reducir la morbilidad asociada y mejorar la calidad de vida de los pacientes. El PET/CT-FDG puede valorar la respuesta del cáncer rectal al tratamiento, pues permite detectar dicha respuesta en el 100% de los casos frente al 78% de la TAC, según recientes estudios. Igualmente, se logra una mayor supervivencia libre de enfermedad en los pacientes estadificados mediante PET/CT, lo que se relacionó con una mejor selección de pacientes que se beneficiarán de la cirugía. En otros casos, el PET/CT-FDG permite guiar la biopsia disminuyendo el número de biopsias negativas.^{14,15}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en cáncer colorrectal son:^{1,2}

- Pacientes con sospecha clínica, radiológica o exámenes de laboratorio de recurrencia tras la realización de todas las pruebas diagnósticas convencionales, susceptibles de cirugía radical.
- No realizar PET/CT con fines de estadificación o de valoración del tumor primario, ni en casos de ausencia de elevación de marcadores tumorales o en casos en que no se haya realizado colonoscopia o TAC previamente.

LINFOMAS

La efectividad del PET/CT-FDG en esta patología consiste en su capacidad de determinar la malignidad o benigni-

dad de las lesiones encontradas y si el tratamiento aplicado va siendo eficaz para el paciente, por lo cual el PET/CT-FDG se utiliza también en la re-estadificación de estos enfermos posterior a los ciclos de tratamiento por quimioterapia. El PET/CT ha demostrado gran capacidad diagnóstica en la valoración de tejido viable tumoral residual detectado por TAC posterior al tratamiento, la sensibilidad es comparable o superior a la TAC y con una especificidad muy superior, permitiendo además valorar con gran exactitud la presencia de tejido viable donde la TAC presenta resultados equívocos. En este sentido, el PET/CT-FDG juega un papel en el manejo terapéutico de pacientes con linfomas al identificar aquellos que requieren tratamiento adicional. Se ha comprobado una supervivencia libre de enfermedad significativamente superior en pacientes con estudios de PET/CT-FDG negativos, lo que implica que el PET/CT-FDG tiene mayor valor tanto diagnóstico como pronóstico que la TAC.

También ha sido muy útil en la estadificación inicial y re-estadificación, para valorar afectación ganglionar y extraganglionar e infiltración de médula ósea, sus parámetros son superiores a la TAC, siendo especialmente útil en los linfomas de alto grado de agresividad. El PET/CT-FDG permite detectar las mismas lesiones que la TAC pero, además, detecta otras que no habían sido sospe-

chadas con otros procedimientos diagnósticos hasta en un 16-48% de los pacientes, lo que conduce a un cambio en la estadificación que se traduce, en muchos casos, en cambios en la estrategia terapéutica en un número considerable de pacientes. Al tener similares resultados que la biopsia de médula ósea, el PET/CT-FDG podría utilizarse en sustitución de esta técnica invasiva, que, por otro lado, presenta en algunos casos falsos negativos. En otros casos el PET/CT-FDG serviría de guía para indicar el lugar más favorable a biopsiar y reducir el número de biopsias negativas.^{16,17}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en los linfomas son:^{1,2}

- Pacientes con evidencia histológica de linfoma maligno (Hodgkin y no Hodgkin), en fase de estadificación, después de realizar pruebas convencionales.
- Pacientes con masa residual posterior a terapia de linfoma maligno (*Figura 2*).

TUMORES PRIMARIOS DE ORIGEN DESCONOCIDO

En ocasiones, el diagnóstico de cáncer se fundamenta por la presencia de marcadores tumorales séricos ele-

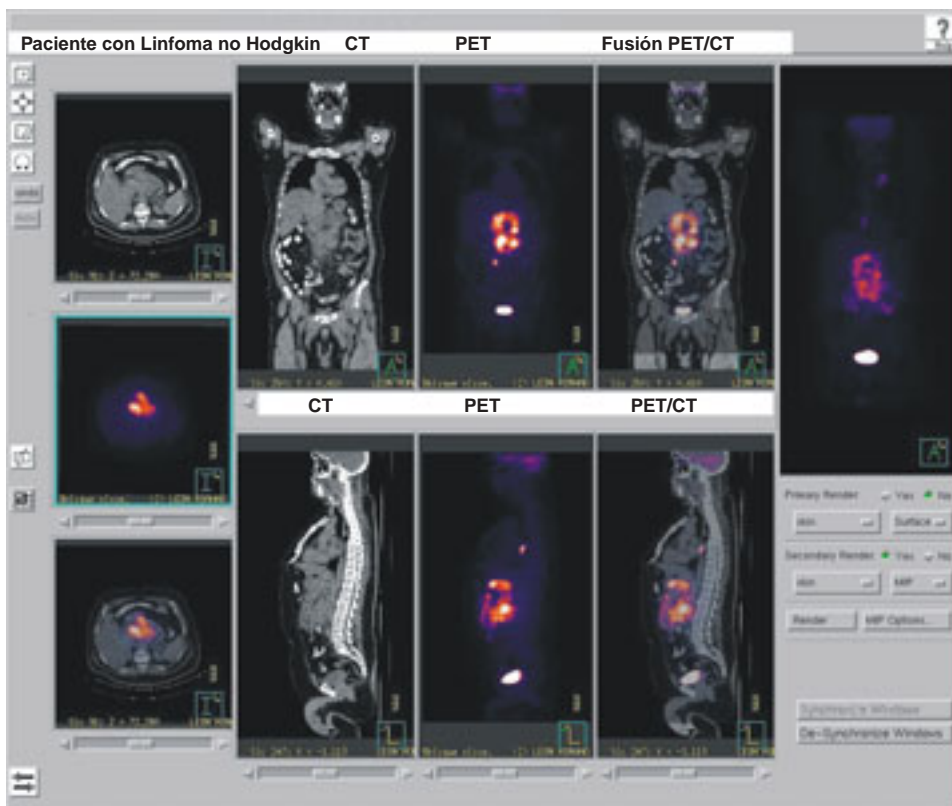


Figura 2. Linfoma no Hodgkin PET/CT.

vados o por detección de metástasis regionales o a distancia, siendo los métodos diagnósticos convencionales no concluyentes. Es evidente que los marcadores tumorales cuando están elevados indican con más especificidad que el PET/CT-FDG que existe un tumor activo, aunque estos marcadores por sí solos no demuestran la localización del tumor. Sin embargo, el PET/CT-FDG es más sensible y puede determinar la localización y contribuir al diagnóstico de la naturaleza y extensión (estadificación) del tumor. En efecto, el PET/CT-FDG puede, en diferentes neoplasias gastrointestinales como en el hígado, en tumores de colon y recto y de otras localizaciones, detectar recurrencias y tumores primarios o metastásicos en casos en que exista elevación del marcador CEA, o bien cuando los datos de la TAC e IRM sean equívocos.^{18,19}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT en el cáncer de origen desconocido son:^{1,2}

- Pacientes con metástasis de origen desconocido sin evidencia de tumor primario con las técnicas diagnósticas convencionales y que sean susceptibles de tratamiento radical.
- No se realiza PET/CT en pacientes con metástasis generalizadas.

MELANOMA

La incidencia del melanoma maligno está aumentando con más rapidez que otras patologías tumorales malignas. Los melanomas pueden metastatizar en cualquier parte del cuerpo, siendo muy difícil predecir su localización. A causa de la pobre respuesta a la inmunoterapia y quimioterapia es importante detectarlas con rapidez y extirparlas, ya que el pronóstico de un enfermo con metástasis a distancia es de 4 a 6 meses de vida.

Para la estadificación de los melanomas se utilizan diversos estudios como radiografía de tórax, ultrasonidos, TAC, IRM, gammagrafía y biopsias. La ventaja que ofrece el PET/CT-FDG se basa en que, con un solo examen, se tiene una visión del cuerpo entero. Ello puede suministrar información importante sobre la malignidad del proceso patológico. Por lo anterior, se está utilizando el PET/CT-FDG para la estadificación de los melanomas siempre que las lesiones sean mayores de 5 mm. Este estudio puede ser útil en la evaluación tumoral, tiene una sensibilidad que se sitúa en un rango del 74 al 94% y una especificidad que va del 67 al 93%, la exactitud diagnóstica es del 92%. Comparando el PET/CT-FDG con el TAC, la ultrasonografía y la gammagrafía planar, estas técnicas dan valores para la sensibilidad y especificidad inferiores a los del PET/CT-FDG.

Sin embargo, la incapacidad de la técnica en la detección de la enfermedad microscópica, hace necesario el complementar el estudio de la afectación ganglionar con la técnica del ganglio centinela. Como elemento a destacar, la utilidad clínica de esta técnica consiste en su capacidad de determinar si existe afectación ganglionar y si la intervención quirúrgica sería efectiva en este contexto, y en el tratamiento del paciente con sospecha de recurrencia operable.^{20,21}

Actualmente, los criterios de indicación del PET/CT FDG en melanoma son:^{1,2}

- Pacientes con sospecha de recurrencia, susceptibles de cirugía radical, posterior a la realización de todas las pruebas diagnósticas convencionales.
- Sólo se realizará PET/CT como estudio de estadificación en caso de melanomas con alta probabilidad de metastatización (Breslow > 4 mm.)

VENTAJAS DEL EQUIPO PET/CT

Las principales ventajas en la utilización del estudio PET/CT son las siguientes:

- Permite diagnósticos y estadificación tumoral más precisos de cuerpo entero al obtener imágenes funcionales moleculares y anatómicas en una sola sesión.
- Los datos de co-registro anatómico y funcionales se unen con facilidad por la adquisición casi simultánea de ambos estudios, eliminando de esta manera los registros inadecuados consecuentes del movimiento del paciente entre los dos estudios.
- Diagnóstico de alteraciones metabólicas que permiten demostrar cambios morfológicos incipientes o que pueden ser confundidos únicamente utilizando TAC.
- Permite la planeación de los tratamientos quirúrgicos y de quimio y radioterapia.
- Facilita la evaluación de la respuesta a los tratamientos de quimio y radioterapia.

De la misma forma, estas imágenes fusionadas se pueden aprovechar cuando con la estadificación se planea la terapia de radiación, así como el monitoreo de los tratamientos quirúrgicos, médicos o de radiación. En resumen, nos ayuda a mejorar la localización anatómica en concordancia con la detección de la lesión (PET).

REFERENCIAS

1. Tomografía por emisión de positrones (PET) con 18FDG en oncología clínica (Revisión Sistemática). Informe de la Agencia de

- Evaluación de Tecnologías Sanitarias N° 30. Instituto de Salud Carlos III. *Ministerio de Sanidad y Consumo*. Madrid, Noviembre de 2001.
2. Protocolo de uso tutelado para la recogida de información sobre la utilización de la ¹⁸F-DG-PET. Informe de la Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias. Instituto de Salud Carlos III. *Ministerio de Sanidad y Consumo*. Madrid, Mayo de 2002.
 3. Henze M, Mohammed A, Schlemmer HP, Herfarth KK, Hoffner S, Haufe S et al. PET and SPECT for detection of tumor progression in irradiated low-grade astrocytoma: A receiver-operating-characteristic analysis. *J Nucl Med* 2004; 45: 579-586.
 4. Chao ST, Suh JH, Raja S, Lee SY, Barnett G. The sensitivity and specificity of FDG PET in distinguishing recurrent brain tumor from radionecrosis in patients treated with stereotactic radiosurgery. *Int J Cancer* 2001; 96: 191-197.
 5. Gibson MK, Forastiere AA. Multidisciplinary approaches in the management of advanced head and neck tumors: state of the art. *Curr Opin Oncol* 2004; 16: 220-224.
 6. Nowak B, Di Martino E, Janicke S, Cremerius U, Adam G, Zimny M et al. Diagnostic evaluation of malignant head and neck cancer by F-18-FDG PET compared to CT/MRI. *Nuklearmedizin* 1999; 38: 312-318.
 7. Masahiro I, Kanji K, Takashi M, Keiichi M, Yasuhiro I, Takayoshi I et al. Comparison of whole-body 18F-FDG PET, 99mTc-MIBI SPET, and post-therapeutic 131I-Na scintigraphy in the detection of metastatic thyroid cancer. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2004; 31: 491-498.
 8. Frilling A, Gorges R, Tecklenborg K, Gassmann P, Bockhorn M, Clausen M et al. Value of preoperative diagnostic modalities in patients with recurrent thyroid carcinoma. *Surgery* 2000; 128: 1067-1074.
 9. Plokin et al. *Thyroid* 2002 ; 12: 155-161.
 10. Kelly RF, Tran T, Holmstrom A, Murar J, Segurolo RJ Jr. Accuracy and cost-effectiveness of [18F]-2-fluoro-deoxy-D-glucose-positron emission tomography scan in potentially resectable non-small cell lung cancer. *Chest* 2004; 125: 1413-1423.
 11. Kelly RF, Tran T, Holmstrom A, Murar J, Segurolo RJ Jr. Accuracy and cost-effectiveness of [18F]-2-fluoro-deoxy-D-glucose-positron emission tomography scan in potentially resectable non-small cell lung cancer. *Chest* 2004; 125: 1413-1423.
 12. Fischer BM, Mortensen J, Dirksen A, Eigtved A, Hojgaard L. Positron emission tomography of incidentally detected small pulmonary nodules. *Nucl Med Commun* 2004; 25: 3-9.
 13. Dewan NA, Shehan CJ, Reeb SD, Gobar LS, Scott WJ, Ryschon K. Likelihood of malignancy in a solitary pulmonary nodule: comparison of Bayesian analysis and results of FDG-PET scan. *Chest* 1997; 112: 416-422.
 14. Ruers BS, Langenhoff N, Neeleman GJ, Jager S, Strijk Th, Wobbes F et al. Value of positron emission tomography with [F-18]fluorodeoxyglucose in patients with colorectal liver metastases: A prospective study TJM. *J Clin Oncol* 2002; 20: 388-395.
 15. Topal B, Flamen P, Aerts R, D'Hoore A, Filez L, Van Cutsem E et al. Clinical value of whole-body emission tomography in potentially curable colorectal liver metastases. *Eur J Surg Oncol* 2001; 27: 175-179.
 16. Friedberg JW, Fischman A, Neuberger D, Kim H, Takvorian T, Ng A et al. FDG-PET is superior to gallium scintigraphy in staging and more sensitive in the follow-up of patients with de novo Hodgkin lymphoma: a blinded comparison. *Leuk Lymphoma* 2004; 45: 85-92.
 17. Filmont JE, Yap CS, Ko F, Vranjesevic D, Quon A, Margolis DJ et al. Conventional imaging and 2-deoxy-2-[(18)F]fluoro-D-glucose positron emission tomography for predicting the clinical outcome of patients with previously treated Hodgkin's disease. *Mol Imaging Biol* 2004; 6: 47-54.
 18. Jerezek-Fossa BA, Jassem J, Orecchia R. Cervical lymph node metastases of squamous cell carcinoma from an unknown primary. *Cancer Treat Rev* 2004; 30: 153-164.
 19. Bohuslavizki KH, Klutmann S, Kroger S, Sonnemann U, Buchert R, Werner JA et al. FDG PET detection of unknown primary tumors. *J Nucl Med* 2000; 41: 816-822..
 20. Fink AM, Holle-Robatsch S, Herzog N, Mirzaei S, Rappersberger K, Lilgenau N et al. Positron emission tomography is not useful in detecting metastasis in the sentinel lymph node in patients with primary malignant melanoma stage I and II. *Melanoma Res* 2004; 14: 141-145.
 21. Gulec SA, Faries MB, Lee CC, Kirgan D, Glass C, Morton DL et al. The role of fluorine-18 deoxyglucose positron emission tomography in the management of patients with metastatic melanoma: impact on surgical decision making. *Clin Nucl Med* 2003; 28: 961-965.