



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE MEDICINA

**TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN TECNOLOGÍA EN
MEDICINA NUCLEAR MOLECULAR.**

TÍTULO:

No todo es cáncer en PET CT: Evaluando endometriosis con ^{18}F -FDG

AUTOR:

Edwin Rubén Acevedo Toralva

ASESORES:

Dr. Cesar Caldas Valdez

Dr. Paul Rubén Alfaro Fernández

LIMA - PERÚ

2018

ASESORES:

Médico especialista en Medicina Nuclear

Cesar Caldas Valdez.

Doctor en Medicina

Paul Rubén Alfaro Fernández.

Dedico este trabajo académico:

A mi familia, por tolerar mi ausencia y ser fuente inspiradora de superación permanente.

Agradezco infinitamente por su contribución para la culminación de este trabajo académico:

A mis asesores el Dr. Paul Rubén Alfaro Fernández y el Dr. César Caldas Valdez por su colaboración en la revisión de este trabajo y sus sugerencias.

A las Autoridades de la escuela profesional de tecnología médica de la Universidad Peruana Cayetano Heredia por la insistencia motivadora para desarrollar la investigación.

Trabajo Autofinanciado.

DECLARACIÓN DE AUTOR

Declaro que el presente trabajo académico es original y se han seguido los lineamientos respectivos respetando la ética en investigación y será utilizado para obtener el Título de Segunda Especialidad de Tecnología en Medicina Nuclear Molecular.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

INTRODUCCIÓN.....01

OBJETIVO.....04

CUERPO05

Tecnología PET CT

Tomografía por emisión de positrones y Tomografía Computada.....05

Física de detección del PET.....07

Preparación del paciente.....08

Distribución normal del ¹⁸F-FDG.....09

Endometriosis

Definición.....10

Epidemiología.....11

Características Clínicas.....12

Diagnóstico.....13

PET CT en endometriosis

Medicina basada en evidencias de la endometriosis y PET CT.....14

CONCLUSIONES.....19

BIBLIOGRAFÍA.....20

ANEXOS

RESUMEN

ANTECEDENTES: La endometriosis se constituye como una patología muy común en las mujeres, de difícil evaluación clínica por presentar síntomas similares a otras enfermedades ginecológicas, se revisa bibliografía que reporta el uso de PET CT con ^{18}F -FDG (fluorodesoxiglucosa) en el diagnóstico de estas enfermedades.

OBJETIVO: Describir el uso de la tecnología híbrida multimodal PET CT con ^{18}F -FDG en el diagnóstico de endometriosis en la unidad PET CT del hospital nacional Guillermo Almenara Irigoyen tomando como referencia la experiencia de diversas instituciones del mundo que cuentan con esta tecnología.

CONCLUSIONES: La tecnología multimodal híbrida PET CT con ^{18}F -FDG está siendo utilizada cada vez con mayor frecuencia en el diagnóstico de endometriosis, sin embargo, la cantidad de casos de la gran mayoría de estudios es todavía pequeña por lo que se requiere de investigaciones futuras con mayor número de casos para poder valorar adecuadamente el método.

PALABRAS CLAVE: PET CT, Endometriosis, ^{18}F -FDG.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de esta monografía es describir el uso de la tecnología híbrida multimodal PET CT con ^{18}F -FDG en el diagnóstico de endometriosis realizada por diversas instituciones en el mundo.

La Tecnología PET CT es una técnica multimodal híbrida que combina en un mismo equipo, la tomografía por emisión de positrones (PET) y la tomografía computada (CT) que basada en las características físico químicas y biológicas del radiofármaco ^{18}F -FDG administrada por vía endovenosa en los pacientes, es utilizada en el diagnóstico de enfermedades que tienen la particularidad de un elevado consumo de glucosa, haciéndose evidente en las imágenes que se adquieren por esta modalidad diagnóstica.

La endometriosis es una patología común, cuya característica es la presencia de tejido endometrial por fuera de la cavidad uterina, cuya prevalencia oscila entre 4% y 17% de las mujeres en edad fértil (1). Los principales síntomas de la enfermedad son inflamación pélvica acompañada de dolor, dismenorrea e infertilidad. En las pacientes con dolor pélvico crónico, la prevalencia de la enfermedad es mucho más alta, alcanzando un 25% a 38.3%. Hay estudios que señalan que también la padecen un 25% a 50% de mujeres infértiles (2). Los procedimientos disponibles para realizar el diagnóstico de esta enfermedad como la ecografía transvaginal, la resonancia magnética, las pruebas de CA-125 (proteína CA 125, antígeno del cáncer 125) en la sangre. tienen baja sensibilidad y especificidad para diagnosticar la enfermedad, el estándar de oro para establecer el diagnóstico es el hallazgo laparoscópico (3).

La PET CT en endometriosis está siendo utilizada debido a la particularidad de presentar hipermetabolismo celular de ^{18}F -FDG lo que se encuentra documentado en algunas investigaciones (4). Diversas instituciones que realizan procedimientos de PET CT con ^{18}F -FDG que han tenido casos de endometriosis diagnosticados utilizando esta tecnología ya sea como hallazgo debido a sospecha inicial de otra enfermedad con sintomatología similar o por indicación expresa en pacientes que han tenido evaluación clínica minuciosa y en los que existe alta probabilidad de padecer la enfermedad y no ha sido posible evidenciarse con otros métodos de diagnóstico por imágenes como ecografía, tomografía o resonancia magnética.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se sugiere la posibilidad de implementar la realización de este procedimiento en pacientes con sospecha clínica de endometriosis en la unidad PET CT del hospital nacional Guillermo Almenara Irigoyen, debido a que los servicios de ginecología cuentan con una población considerable que padecen la enfermedad y debido a la falta de acceso oportuno a los otros métodos de diagnóstico por imágenes, además de las limitaciones que presentan y teniendo en cuenta que esta enfermedad tiene un comportamiento metabólico similar a las enfermedades oncológicas de consumo elevado de glucosa, es posible diagnosticarla utilizando PET CT con lo cual se daría uso a otra de las aplicaciones de esta tecnología con grandes beneficios para la población femenina que padece de esta enfermedad ginecológica, contribuyendo además a disminuir los tiempos de espera para el diagnóstico definitivo, con lo cual la institución ahorra recursos e inicia tratamientos tempranos para este grupo de pacientes. *Kefallonitou D et al en su investigación: Cost analysis and evaluation of a PET/CT system-department in a public Greek hospital (Grecia 2019)* señalaron que pese a no ser

apropiado evaluar con términos financieros la salud, concluyeron que la inversión para resolver y operar la unidad de PET/CT bajo examen en el hospital público fue financieramente rentable.

OBJETIVO:

En nuestro medio, existen dos centros PET CT; Uno de ellos ubicado en el Hospital Edgardo Rebagliati Martins y el otro en una entidad privada de nombre PET SCAN, sin embargo, en ninguna de estas dependencias se han desarrollado estudios que involucren endometriosis.

El objetivo de este trabajo es describir el uso de la tecnología híbrida multimodal PET CT con ^{18}F -FDG en el diagnóstico de endometriosis en la unidad PET CT del hospital nacional Guillermo Almenara Irigoyen tomando como referencia la experiencia de diversas instituciones del mundo que cuentan con esta tecnología.

CUERPO

1. Tecnología PET CT

1.1. Tomografía por Emisión de Positrones y Tomografía Computada (PET CT).

La tomografía por emisión de positrones (PET) se constituyó como una modalidad de imagen diagnóstica por medicina nuclear el año 1960, basado en la administración endovenosa de un radiofármaco emisor de positrones.

La biodistribución de la molécula es conocida y el átomo emisor de positrones señala la ubicación de esta molécula, registrándose ésta en un equipo PET (5-7). Por la condición del sistema PET, que no proporciona una referencia anatómica que permita determinar la localización exacta de las patologías, Townsend y sus colaboradores el año 1994 iniciaron el proceso de fusión del PET con la tomografía computarizada (CT) (8).

Esta nueva modalidad híbrida se empezó a desarrollar el año 1998 y se le puso la denominación de PET/CT su principal característica es que fusiona las dos modalidades en un mismo equipo; los estudios son realizados uno seguido del otro, obteniéndose la determinación de la actividad del radiofármaco con el PET, y la referencia anatómica con la CT (9). Fig. 1

Para realizar un PET/CT es adquirido en primer lugar un topograma, que vendría a ser el área total que va ser evaluado, en seguida se adquiere la tomografía computada, que dura aproximadamente 10 12 segundos y posterior a este se adquiere el PET que se tarda entre 10 a 20 minutos dependiendo de la longitud del paciente, del protocolo utilizado y de la

tecnología con la que cuenta el equipo. En el caso de esta unidad, se dispone de un equipo PET CT marca Philips modelo Gemini TF, en el que podemos realizar adquisiciones de 1 minuto por cada lecho. En algunos casos debidamente evaluados y documentados, se administra sustancia de contraste no iónico para valorar con más detalle la CT. En algunos casos donde existe afectación en la región pélvica, se administra un diurético, en otros se adquirirán controles tardíos de regiones o áreas específicas, con la finalidad de a fin de diferenciar áreas de concentración anormal de orina o establecer diferencias de concentraciones tempranas y tardías en casos de dudas de procesos inflamatorios asociados. Una vez terminado los dos rastreos, la computadora del PET/CT fusiona los dos rastreos, obteniendo en cuestión de minutos imágenes sobrepuestas que pueden reconstruirse en forma multiplanar, con el propósito de localizar la patología en estudio. Las ventajas de esta fusión es permitir la realización de dos estudios en un mismo tiempo; limitando el error por movimiento se obtiene una verdadera fusión intrínseca de imágenes, sin error humano porque el proceso no depende de un operador, con una verdadera integración de imágenes morfológicas y metabólicas.

El rastreo inicial con CT del cuerpo completo en fase simple permite la corrección de atenuación de tejidos de manera rápida y exacta. En un solo procedimiento al paciente, se asocian técnicas de imagen que incrementan la sensibilidad y exactitud diagnósticas y se integran diferentes disciplinas en el diagnóstico: medicina nuclear, radiología, oncología, radioterapia, neurología, cardiología, etc.

1.2. Física de detección de PET

Los átomos radiactivos presentes en el cuerpo del paciente liberan positrones que, al chocar con los electrones orbitales por la atracción de las cargas, se aniquilan, desapareciendo la masa y generándose dos fotones que se proyectan en sentido opuesto de 180° los que serán detectados por los cristales centelladores que se encuentran distribuidos alrededor del Gantry del PET/CT. En la unidad del HNGAI contamos con un equipo marca PHILIPS Gemini TF 64 funcionando completamente en 3D y cuenta con 24000 cristales de ortosilicato de lutecio dopado con Ytrio. Por consiguiente, se requiere de varios millones de pares de fotones, también llamados eventos en coincidencia que permita producir la imagen. Los referidos eventos en coincidencia se producen en todos los lugares del cuerpo en los que esté presente el isótopo, que luego son sumados y reconstruidos tridimensionalmente con cortes tomográficos de PET: axial, coronal y sagital (10). Fig. 2.

El PET/CT (Tomografía de Emisión de Positrones + Tomografía Axial Computarizada) es un equipo multimodal compuesto por un equipamiento de medicina nuclear que produce imágenes de gammagrafía, a través de la detección de 2 fotones gamma de 511 keV (PET) producidos por la aniquilación positrón-electrón y otro equipamiento de tomografía axial computarizada (CT) con lo cual obtenemos de forma simultánea imágenes metabólicas (PET) y anatómicas. Una vez fusionadas estas imágenes, mostrarán la ubicación anatómica exacta de la enfermedad y a la vez su actividad metabólica con una resolución espacial de 6 milímetros.

1.3. Preparación del paciente

El paciente no debe realizar actividades que representen esfuerzos físicos e día previo al examen, para evitar que producto de la actividad muscular exista un aumento de la fijación del radiofármaco en esas regiones. Otro requisito es mantener una dieta disminuida o nula en carbohidratos y un ayuno de por lo menos seis horas previas al examen, con la finalidad de eliminar la competencia de los receptores de membrana celular entre la glucosa y la ^{18}F -FDG, lo que se traduce en fijación del radiofármaco en todo el sistema muscular. Cuando el paciente llega al servicio se procede a acceder a una vena periférica y se mide el nivel de glucemia. Únicamente se administrará si los niveles de glucemia no supera el valor de 140 mg/dl; ya que si se administra en esas condiciones las imágenes adquiridas serán similares a las que se visualizan cuando el paciente no ha realizado el ayuno o no ha suspendido los carbohidratos, lo que produce una disminución de concentración del radiofármaco en áreas anormales y eso genera una disminución de la sensibilidad del método. Los pacientes diabéticos deben ser manejados de forma especial, en ellos el radiofármaco no debe administrarse por lo menos hasta después de cuatro horas que se haya administrado la insulina.

Una vez administrado el radiofármaco a razón de 0.12 mCi por kilogramo de peso, se traslada al paciente a un ambiente denominado sala de incorporación, con temperatura cálida, luz y sonido muy tenues, que se le denomina sala de incorporación y se le indica que ingiera líquido aproximadamente en un volumen de 1000 ml durante una hora, tiempo

después del cual se realiza la adquisición de las imágenes de PET CT. Esta adquisición abarca generalmente desde la base del cráneo hasta la región media del fémur (11).

1.4. Distribución normal de ^{18}F -FDG

Los órganos que acumulan el radiofármaco frecuentemente son el cerebro, corazón y el tracto urinario. El cerebro, debido a que es el mayor consumidor de glucosa del cuerpo humano, siempre concentrará mayoritariamente en relación a los demás órganos del cuerpo. La sustancia gris supratentorial y la infratentorial metabolizan ávidamente ^{18}F -FDG, y su nivel de metabolismo está dentro de los límites establecidos de las neoplasias con metabolismo de ^{18}F -FDG. El músculo cardiaco metaboliza ^{18}F -FDG de forma similar parecido en el estado postprandial, sin embargo, con un ayuno mayor a 12 horas, el metabolismo del miocardio cambia al consumo de ácidos grasos como fuente de energía, y la captación del miocardio se hace indistinguible de la actividad del radiofármaco en sangre. La ^{18}F -FDG se elimina por vía urinaria, por lo que se requiere una hidratación para forzar la diuresis y aún con eso siempre se visualizará la vejiga y el tracto urinario superior.

La distribución en los grandes vasos mediastinales y cardiacos es imperceptible comparativamente con la captación disminuida de los pulmones. El hígado y el bazo presentan una concentración de actividad discretamente más elevada que el lecho vascular, y se pueden identificar juntamente con los riñones en el abdomen. El páncreas normalmente es

indetectable. Las asas intestinales se observan en grados variables, al igual que el estómago. La médula ósea presenta niveles de captación discretamente más elevados que la actividad sanguínea, los cuerpos vertebrales generalmente son mostrados al igual que otras estructuras esqueléticas que contienen médula ósea como la pelvis, cadera y esternón. El tejido linfóide en el cuello en asociación con las amígdalas palatinas es visible claramente. La musculatura laríngea y la tiroides es observada frecuentemente. El tejido mamario presenta baja captación (12). Fig. 3 y 4.

2. Endometriosis

2.1. Definición

La endometriosis está definida como la presencia de las glándulas y el estroma endometriales funcionales fuera de la cavidad uterina. Antiguamente la literatura clasificó la endometriosis como interna y externa. Endometriosis interna haciendo referencia a presencia de tejido endometrial dentro de la musculatura uterina, y endometriosis externa en relación a tejido endometrial en todos los demás lugares del cuerpo. Esta enfermedad representa un importante problema clínico de las mujeres, sobre todo de aquellas en edad reproductiva. El análisis patológico, puede variar desde focos microscópicos a grandes quistes endometriósicos visibles llamados endometriomas (13). Fig. 5

2.2. Epidemiología

La endometriosis es una enfermedad que se presenta de forma predominante en mujeres que se encuentran en edad fértil. El promedio de las edades al momento del diagnóstico es 25-29 años, pero suele ser mayor en mujeres que presenten infertilidad en lugar de dolor pélvico (14). La endometriosis también se presenta entre los adolescentes. Alrededor del cincuenta por ciento de mujeres menores de 20 años de edad que tienen dolor pélvico crónico o dispareunia presentan la enfermedad (15). En pacientes menores de 17 años el síntoma más frecuente es la obstrucción del conducto mülleriano del cuello uterino o la vagina (17). El 5% de casos de endometriomas se presentan en mujeres posmenopáusicas ya que aparentemente la terapia exógena de estrógenos influye en ella (18). Ocasionalmente, en varones sometidos a terapia estrogénica se puede presentar la enfermedad (18). Determinar con precisión la prevalencia de la endometriosis es difícil. La laparoscopia o cirugía es requerido para el diagnóstico definitivo. La endometriosis ha sido reportada en 4.1% de pacientes mujeres asintomáticas sometidas a laparoscopia para ligadura de trompas; Pero también, el 20% de las pacientes que se realizaron laparoscopia para infertilidad y el 24% de las mujeres con dolor pélvico tenían endometriosis (19). La prevalencia general, que incluye ambos grupos de mujeres sintomáticas y asintomáticas, se encuentra entre el 5% - 10% (20,21). No parece haber diferencias entre los factores sociales, económicos y la raza (22,23). Las características menstruales debido a la exposición peritoneal del líquido menstrual aumentarían el riesgo de

desarrollar endometriosis. La única característica menstrual que se asoció significativamente con la endometriosis fue una duración del ciclo menstrual de menos de 28 días (24). También se ha observado una permanencia de la enfermedad en las familias que la padecen por lo que al parecer hay una influencia genética (25).

2.3. Características clínicas

Los síntomas incluyen infertilidad y dolor pélvico, sin embargo, al ser inespecíficos, éstos se presentan en una amplia variedad de trastornos y no son patognomónicos para la endometriosis. Se pueden presentar síntomas inusuales que se relaciona con ubicaciones atípicas de la patología y no siempre guarda relación con la gravedad de los síntomas. La infertilidad, con o sin dolor pélvico, suele ser la forma de presentación típica en mujeres con endometriosis. Se estima que 30% -50% de las mujeres con endometriosis son infértiles (19,26). Esto al parecer porque los endometriomas y las adherencias causan distorsión pélvica, que conduce a una alteración de la capacidad de las trompas de Falopio para capturar el óvulo (20,26). Los síntomas clásicos incluyen dismenorrea, dispareunia, dolor pélvico crónico, dolor de espalda y malestar rectal (21). El dolor no siempre es cíclico (26). Cuando los implantes se presentan en lugares atípicos, los síntomas son variados. En el tracto gastrointestinal puede manifestarse con diarrea catamenial, hemorragia rectal, y estreñimiento. A nivel vesical puede resultar en micción frecuente y hematuria. La afectación ureteral puede causar problemas urinarios obstrucción y dolor de flanco.

Cuando hay afectación pulmonar, se presenta con dolor de pecho pleurítico, neumotórax, derrames pleurales o hemoptisis (27). Cuando el compromiso es en el cerebro se presentan cefaleas cíclicas, convulsiones y hemorragia subaracnoidea (28,29). Las lesiones cutáneas pueden manifestarse con sangrado y sensibilidad catamenial (26). Fig. 6

2.4. Diagnóstico

2.4.1. Examen físico

Los hallazgos físicos son inespecíficos, al examen clínico se observa sensibilidad localizada a lo largo del ligamento útero-sacro. Se palpa ligamento rectovaginal. Si hay compromiso ovárico se aprecia sensibilidad anexial o masas (20) El examen físico debe ser realizado durante la menstruación temprana porque es más probable que los implantes sean grandes y tiernos en este momento del ciclo. Sin embargo, la mayoría de las mujeres con endometriosis presenta resultados normales o inespecíficos de exámenes físicos, y la laparoscopia es necesaria para el diagnóstico definitivo (30).

2.4.2. Exploración laparoscópica

Es el estándar de referencia para el diagnóstico de endometriosis. Los hallazgos típicos son los implantes endometriósicos, endometriomas y adherencias. La precisión del diagnóstico depende de la capacidad del cirujano para reconocer la enfermedad (21).

2.4.3. Exploraciones radiológicas

La evaluación radiológica de los pequeños los implantes endometriósicos son limitados; Los pacientes pueden ser referidos para un conjunto diverso de estudios de imágenes, incluida la ecografía, urografía excretora, estudios de bario y tomografía computarizada. Estas técnicas carecen de sensibilidad y especificidad, y una variedad inespecífica de hallazgos pueden ser vistos. La Ultrasonografía es la modalidad de imagen más común utilizada para evaluar sospecha de endometriosis. Las imágenes de resonancia magnética han demostrado ser muy útil y más específica técnica de imagen y se utiliza a menudo como una herramienta de resolución de problemas (31,32).

3. PET CT en endometriosis

PET CT con 18F-FDG es una técnica de imagen que integra la evaluación simultánea de características funcionales con las morfológicas y contribuye en la precisión diagnóstica de algunas enfermedades benignas que tienen una alta actividad metabólica de glucosa, tal es el caso de la endometriosis, así también en otras enfermedades benignas asociadas con la inflamación como la artritis reumatoidea, artritis o vasculitis (33,34).

3.1 Medicina basada en evidencias: Endometriosis y PET CT.

Fastrez M et al (Valor del ⁶⁸Ga-DOTATATE PET-CT en el diagnóstico de endometriosis. Un estudio piloto, 2017, Bélgica) realizaron una investigación cuyo objetivo fue valorar la utilidad del ⁶⁸Ga-DOTATATE

PET-CT para diagnosticar endometriosis, debido a que algunos estudios señalan que la somatostatina estaría involucrada en la génesis de su patología estando unida a los subtipos 2 y 5 del receptor de somatostatina. Para lo que diseñaron una investigación prospectiva en todas las pacientes sospechosas de padecer endometriosis. El estudio consistió en realizar un PET CT con ^{68}Ga -DOTATATE preoperatorio, que fueron programadas para laparoscopia, también se realizaron pruebas inmunohistoquímicas de receptores de SST1, 2 y 5, además de exámenes histopatológicos, los cuales fueron contrastados con los resultados obtenidos en el PET CT con ^{68}Ga -DOTATATE. Se obtuvieron los siguientes resultados; De los 12 pacientes evaluados, 04 mostraron metabolismo confirmando endometriosis infiltrante profunda (DIE) en el recto, vagina y en otra paciente un adenomioma, todas las pacientes presentaron expresión de SST1,2 y 5 además de confirmación inmunohistoquímica. En cinco de ellas no se encontró metabolismo peritoneal ni superficial, la endometriosis y el endometrioma ovárico no presentaron metabolismo, tampoco tuvieron confirmación inmunohistoquímica. Concluyen que en base a este estudio se puede confirmar la expresión de receptores de somatostatina en DIE rectovaginales y adenomiosis circunscrita, sin embargo, la utilidad de ^{68}Ga PET-CT es incierta para esta patología.(35)

Maffione AM et al. (Retroperitoneal Endometriosis: A Possible Cause of False Positive Finding at ^{18}F - Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography, 2015, Italia) Reportaron el caso

de una paciente afectada por infiltración de endometriosis retroperitoneal falsamente interpretada como una masa maligna mediante resonancia magnética con contraste y ^{18}F -FDG con PET CT. Ellos indican que la endometriosis es un problema frecuente y clínicamente relevante en mujeres jóvenes. La laparoscopia sigue siendo el estándar de oro para el diagnóstico de la endometriosis, pero con frecuencia ambas técnicas de imagen morfológicas y funcionales están involucradas, logrando un diagnóstico concluyente. (36) Fig. 10 y 11

Jeffrey L et al. (Endometriosis con captación de FDG por PET, 20014, Francia). Realizaron un reporte de casos el año 2004 señalando que el valor de la captación de ^{18}F -FDG por PET CT en la endometriosis aún no se ha informado ampliamente. Revisaron el caso de una mujer de 32 años de edad que presentaba dolor pélvico derecho asociado con dolor subcostal del mismo lado. Una tomografía computarizada (TC) fue compatible con un hemangioma o un foco de endometriosis en el hígado. La ecografía transvaginal y la resonancia magnética (RM) mostraron un quiste ovárico complejo a la izquierda. Los niveles en sangre de CA125 eran elevados. La ^{18}F -FDG en la PET reveló un foco de captación en el área paravesical derecha. La laparoscopia mostró un endometrioma izquierdo asociado con adherencias pélvicas inflamatorias difusas. Después de la cirugía y luego de 3 meses de tratamiento con agonistas de GnRH, el dolor había desaparecido y ni la RM ni la ^{18}F -FDG de PET mostraron anormalidad pélvica. El paciente posteriormente presentó dispareunia y dolor rectal como resultado

de un nódulo útero sacro derecho y un nódulo rectal, que fueron resecados laparoscópicamente. Después de un seguimiento de 1 año, el paciente está bien. Concluyen señalando que la captación de FDG en este caso particular de endometriosis parece haberse debido a inflamación más que a un quiste. Este informe destaca la relación entre algunas de las características biológicas de la endometriosis y algunas observado en lesiones neoplásicas.(37) Fig. 7

Akiyama M et al. (¹⁸F-Fluorodeoxyglucose Tomografía por emisión de positrones/Tomografía computarizada. Endometriosis del ganglio linfático enmascarado como metástasis en un ganglio linfático maligno, 2014, Japón). Realizaron un reporte de casos, haciendo referencia a la endometriosis de los ganglios linfáticos, que es un tipo raro, pero clínicamente importante y describen un caso de endometriosis de los ganglios linfáticos que imitaba los ganglios metastásicos de un tumor maligno y mostró un resultado positivo para esta enfermedad, concluyendo que la endometriosis de los ganglios linfáticos se presentan como ganglios inflamados positivos con ¹⁸F-FDG PET CT y esta técnica proporciona importante información para determinar una estrategia de tratamiento apropiada en este tipo de pacientes. (38) Fig. 8

Fastrez M et al (Evaluación del PET CT con ¹⁸F-FDG en el diagnóstico de endometriosis: Un estudio prospectivo, 2011, Bélgica) Estudiaron prospectivamente 18 estudios de PET CT con ¹⁸F-FDG para evaluar la presencia de endometriosis, aprovechando la propiedad de

hipermetabolismo que tiene este radiofármaco ante la presencia de enfermedades inflamatorias, reflejando el grado inflamatorio y agresividad de la patología. Fueron seleccionados prospectivamente 10 pacientes de los que se sospechaba endometriosis a los que se les realizó PET CT con ^{18}F -FDG preoperatorio en la fase folicular del ciclo menstrual, tiempo durante el cual se realizaron cirugía laparoscópica, se compararon el estadio quirúrgico de endometriosis y los resultados histopatológicos con los del PET CT con ^{18}F -FDG. Obtuvieron los siguientes resultados: De los 10 pacientes, 9 tuvieron endometriosis que se confirmó laparoscópicamente, 6 tenían enfermedad avanzada y 5 tenían lesiones corroboradas histológicamente, no obstante, ninguno presentó metabolismo mediante PET CT con ^{18}F -FDG. Por lo que concluyen que en esta serie estudiada no observan actividad hipermetabólica de este método que la relaciones con endometriosis y consideran que no es específico para esta enfermedad. (39)

Derman AY et al (Presentación de endometrioma como una masa pulmonar cavitaria con captación intensa de ^{18}F -FDG en PET-CT, 2007, Estados Unidos). revisaron el caso de una mujer de 47 años de edad que presenta una masa pulmonar cavitaria con captación intensa de ^{18}F -FDG en PET-CT. Señalando al PET CT como una herramienta útil para sugerir el diagnóstico de procesos malignos. Sin embargo, se presentan también falsos positivos en lesiones benignas que tienen una alta actividad metabólica como es el caso de la endometriosis. (40) Fig. 9

4. CONCLUSIONES

1. La endometriosis tiene un comportamiento metabólico similar al de las células cancerígenas, lo que la hace visualizable al administrarse ^{18}F -FDG en los estudios de PET CT, pudiendo evidenciarse su presencia si se utiliza la técnica con una preparación adecuada de las pacientes.
2. La endometriosis es una enfermedad ginecológica que afecta a un sector importante de la población femenina de prácticamente todas las edades, que se presenta con una clínica bastante difusa y sobre todo dolorosa para las pacientes, con algunos agravantes como la infertilidad.
3. Si se protocoliza adecuadamente, poniendo en consideración algunos aspectos particulares de la fisiopatología de la enfermedad endometriósica, se puede considerar al ^{18}F -FDG como una herramienta de diagnóstico de mucha utilidad en la evaluación de las pacientes que la padecen.
4. Se puede precisar con claridad que el ^{18}F -FDG PET CT está indicado mayoritariamente para la evaluación de enfermedades oncológicas, ya que realiza una correcta valoración del metabolismo de la glucosa traducido en incremento de la captación del radiotrazador por parte de las células cancerígenas.
5. El principal inconveniente que se puede apreciar es que el número de pacientes que formaron parte de estas investigaciones es demasiado pequeño, por lo que sería conveniente retomar la revisión en el futuro con estudios con mayor número de pacientes.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Laufer MR, Sanfilippo J, Rose G. Adolescent endometriosis: diagnosis and treatment approaches. *J Pediatr Adolesc Gynecol.* 2003 Jun;16(3 Suppl):S3-11.
2. Giudice LC, Kao LC. Endometriosis. *Lancet* 2004 Nov 13-19;364(9447):789-99.
3. Kennedy S, Bergqvist A, Chapron C, D'Hooghe T, Dunselman G, Greb R, Hummelshoj L, Prentice A, Saridogan E; ESHRE Special Interest Group for Endometriosis and Endometrium Guideline Development Group. ESHRE guideline for diagnosis & treatment of endometriosis. *Hum Reprod.* 2005 Oct;20(10):2698-704.
4. Fenchel S, Grab D, Nuessle K, Kotzerke J, Rieber A, Kreienberg R, Brambs HJ, Reske SN. Asymptomatic adnexal masses: correlation of FDG PET and histologic findings. *Radiology.* 2002 Jun;223(3):780-8.
5. Khul DE, Edwards RQ. Image separation radioisotope scanning. *Radiology* 1963; 80:653-662.
6. Ziegler S. Physical principles, dedicated/coincidence-PET. In: Oehr P, Biersack HJ, Coleman RE, eds. *PET and PET/CT in Oncology.* New York: Springer; 2004:3-7.
7. Vega-González IF, Graef-Sánchez A, García-Reyna JC, Ornelas-Arrieta M. Nuevas modalidades de imagen: PET/CT. *Rev Med Sur* 2005; 12:11-25. L
8. Townsend DW, Cherry SR. Combining anatomy and function, the path of the true image fusion. *Eur Radiol* 2001; 11:1968-1974.
9. McCarthy TJ, Schwarz SW, Welch MJ. Nuclear medicine and PET: an overview. *J Chem Ed* 1994; 71:830-836.
10. Zasadny KR, Wahl RL. Standardized uptake values of normal tissues at PET with 2-[fluorine-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose: variations with body weight and a method for correction. *Radiology* 1993; 189:847-850.
11. MCA medical center of Arlington PET/CT Imaging (Imágenes PET/TC) preparación del paciente [Internet]. Disponible en http://alabimn.net/ec/recursos/PET_Preparacion_paciente.pdf
12. Roldán-Valadez E, Vega-González I, Valdivieso-Cárdenas G, Rumoroso-García A, Morales-Santillán O y Osorio-Cardiel L. Conceptos básicos del ¹⁸F-FDG PET/CT. Definición y variantes normales. Unidad PET/CT, Fundación Clínica Médica Sur, México D.F., México. *Gac Méd Méx* Vol. 144 No. 2, 2008
13. Woodward PJ, Sohaey R, Mezzetti TP. From the Archives of the AFIP Endometriosis: Radiologic-Pathologic Correlation. *RadioGraphics* 2001; 21:193-216
14. Dmowski WP, Lesniewicz R, Rana N, Pepping P, Noursalehi M. Changing trends in the diagnosis of endometriosis: a comparative study of women with pelvic endometriosis presenting with chronic pelvic pain or infertility. *Fertil Steril* 1997; 67:238-243.
15. Goldstein DP, de Cholnoky C, Emans SJ, Leventhal JM. Laparoscopy in the diagnosis and management of pelvic pain in adolescents. *J Reprod Med* 1989; 24:251-256.

16. Chatman DL, Ward AB. Endometriosis in adolescents. *J Reprod Med* 1982; 27:156–160.
17. Huffman JW. Endometriosis in young teen-age girls. *Pediatr Ann* 1981; 10:44–49.
18. Clement PB. Pathology of endometriosis. *Pathol Ann* 1990; 25:245–295.
19. Eskanazi B, Warner M. Epidemiology of endometriosis. *Obstet Gynecol Clin North Am* 1997; 24:235–258.
20. Olive DL, Schwartz LB. Endometriosis. *N Engl J Med* 1993; 328:1759–1769.
21. Lu PY, Ory SJ. Endometriosis: current management. *Mayo Clin Proc* 1995; 70:453–463.
22. Scott RB, Te Linde RW. External endometriosis: the scourge of the private patient. *Ann Surg* 1950; 131:697–720.
23. Lloyd FP. Endometriosis in the Negro woman: a five-year study. *Am J Obstet Gynecol* 1954; 89: 468–469.
24. Arumgam K, Lim JM. Menstrual characteristics associated with endometriosis. *Br J Obstet Gynaecol* 1997; 104:948–950.
25. Ranney B. Endometriosis IV. Hereditary tendency. *Obstet Gynecol* 1971; 37:734–737.
26. Schenken RS. Endometriosis. In: Scott JR, Di Saia PJ, Hammond CB, Spellacy WN, eds. *Danforth's obstetrics and gynecology*. 8th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins 1999;669–676.
27. Foster DC, Stern JL, Buscema J, Rock JA, Woodruff JD. Pleural and parenchymal pulmonary endometriosis. *Obstet Gynecol* 1981; 58:552–556.
28. Thibodeau LL, Prioleau GR, Manuelidis EE, Merino MJ, Haefner MD. Cerebral endometriosis: case report. *J Neurosurg* 1987; 66:609–610.
29. Duke R, Fawcett P, Booth J. Recurrent subarachnoid hemorrhage due to endometriosis. *Neurology* 1995; 45:1000–1002.
30. Wellberry C. Diagnosis and treatment of endometriosis. *Am Fam Physician* 1999; 60:1753–1768.
31. Patel MD, Feldstein VA, Chen DC, Lipson SD, Filly RA. Endometriomas: diagnostic performance of US. *Radiology* 1999; 210:739–745.
32. Guerriero S, Ajossa S, Paoletti AM, Mais V, Angiolucci M, Melis GB. Tumor markers and transvaginal ultrasonography in the diagnosis of endometrioma. *Obstet Gynecol* 1996; 88:403–407.
33. Beckers C, Ribbens C, Andre´ B, Marcelis S, Kaye O, Mathy L, Kaiser MJ, Hustinx R, Foidart J, Malaise MG. Assessment of disease activity in rheumatoid arthritis with (18)F-FDG PET. *J Nucl Med*. 2004 Jun;45(6):956-64.
34. Henes JC, Muller M, Krieger J, Balletshofer B, Pfannenber AC, Kanz L, Kotter I. [18F] FDG-PET/CT as a new and sensitive imaging method for the diagnosis of large vessel vasculitis. *Clin Exp Rheumatol*. 2008 May-Jun;26(3 Suppl 49): S47-52.
35. M. Fastrez et al. Value of the 68Ga-DOTATATE PET-CT in the diagnosis of endometriosis. A pilot study. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* [internet] 2017[citado el 02 de setiembre de 2019]; 69–74. Recuperado a partir de: <https://scihub.tw/10.1016/j.ejogrb.2017.03.022>

36. Maffione AM, Panzavolta R, Lisato LC, Ballotta M, Zanforlini D'Isanto M, Rubello D. Retroperitoneal Endometriosis: A Possible Cause of False Positive Finding at ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography. *World Journal of Nuclear Medicine*/Vol 14/Issue 2/May 2015
37. Jeffry L, Kerrou K, Camatte S, Metzger U, Lelievre L, Talbot JN, Lecuru F. Endometriosis with FDG uptake on PET. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 117 (2004) 236–239 doi: 10.1016/j.ejogrb.2004.04.034
38. Akiyama M, Suganuma I, Mori T, Kusuki I, Kuroboshi H, Ito F, Matsushima H, Sawada M, and Kitawaki J. ¹⁸F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography-Positive Lymph Node Endometriosis Masquerading as Lymph Node Metastasis of a Malignant Tumor *Hindawi Publishing Corporation Case Reports in Obstetrics and Gynecology* Volume 2014, Article ID 648485, 3 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2014/648485>
39. Fastrez M, Nogarède C, Tondeur M, Sirtaine N, Rozenberg S. Evaluation of ¹⁸F-FDG PETCT in the diagnosis of endometriosis: a prospective study. *Reprod Sci.*[internet] 2011 [citado el 02 de setiembre de 2019];Jun;18(6):540-4 Recuperado a partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21285451>
40. Derman AY, Sperling D, Merav A, Jain VR, Levin M, Jana S, y Haramati LB, Endometrioma Presenting as a Cavitary Lung Mass with Intense ¹⁸F-FDG Uptake on PET-CT. *J Thorac Imaging* Volume 22, Number 2, May 2007.

ANEXOS:



Figura 1. Equipo PET CT marca Philips modelo VEREOS. Tomado de Philips Health care. © Koninklijke Philips N.V., 2004 - 2018. Todos los derechos reservados.

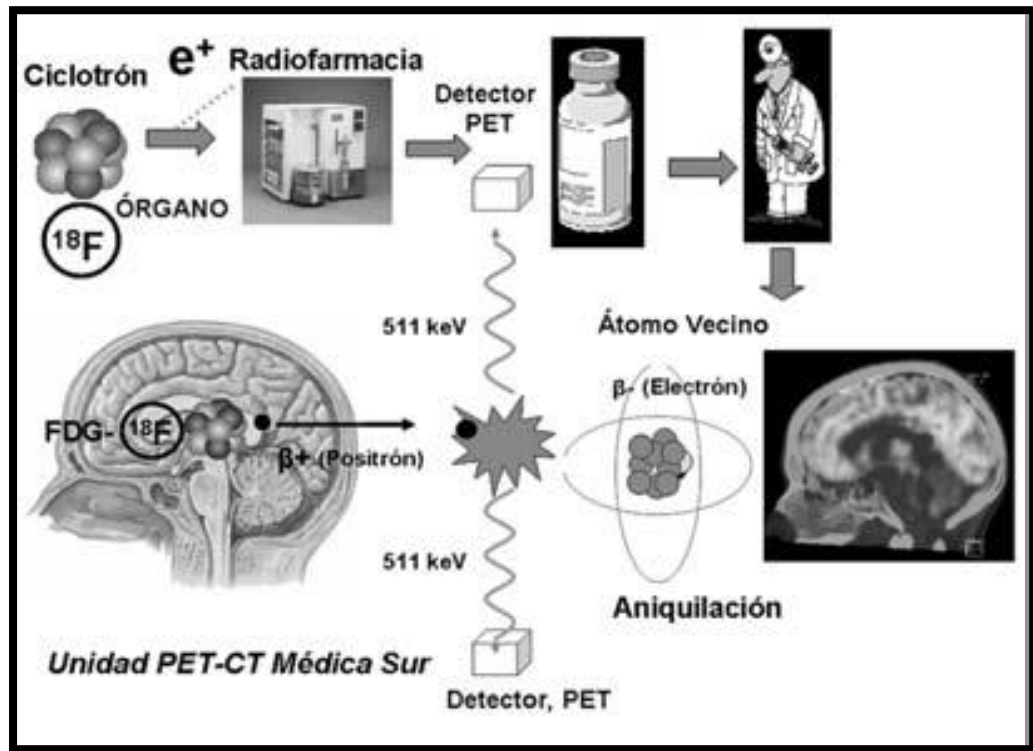


Figura 2. Esquema que muestra los principios físicos básicos en la producción de ^{18}F -FDG y la física de detección del PET. Tomado de Conceptos básicos del ^{18}F -FDG PET/CT. Definición y variantes normales. Ernesto Roldán-Valadez et al.

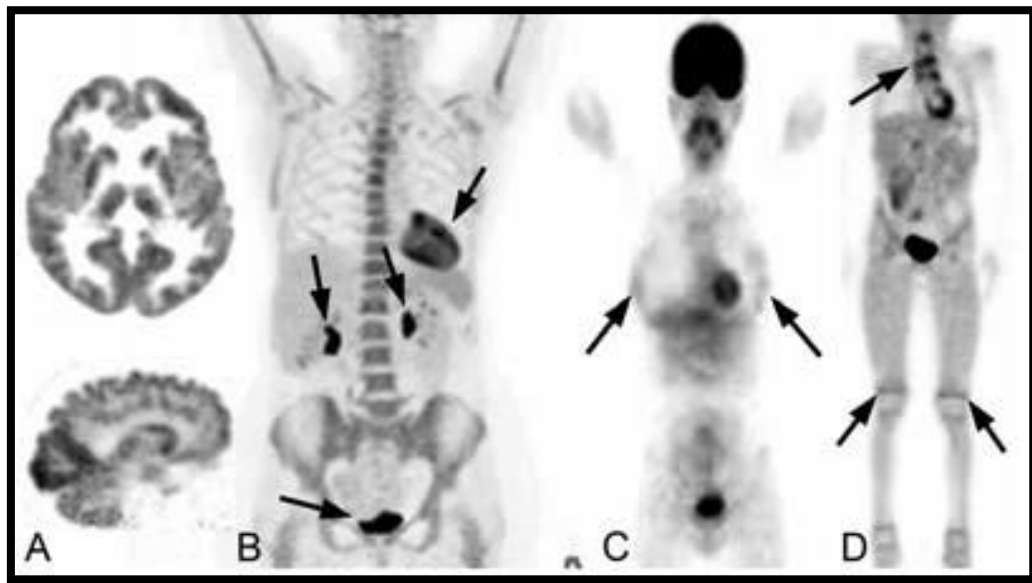


Figura 3. Imágenes que muestran la captación normal de ^{18}F -FDG. A) En el cerebro. B) En el corazón y el sistema genitourinario. C) Glándula mamaria y vejiga. D) En el timo, corazón, vejiga y cartílagos de crecimiento en las rodillas. Tomado de Conceptos básicos del ^{18}F -FDG PET/CT. Definición y variantes normales. Ernesto Roldán-Valadez et al.

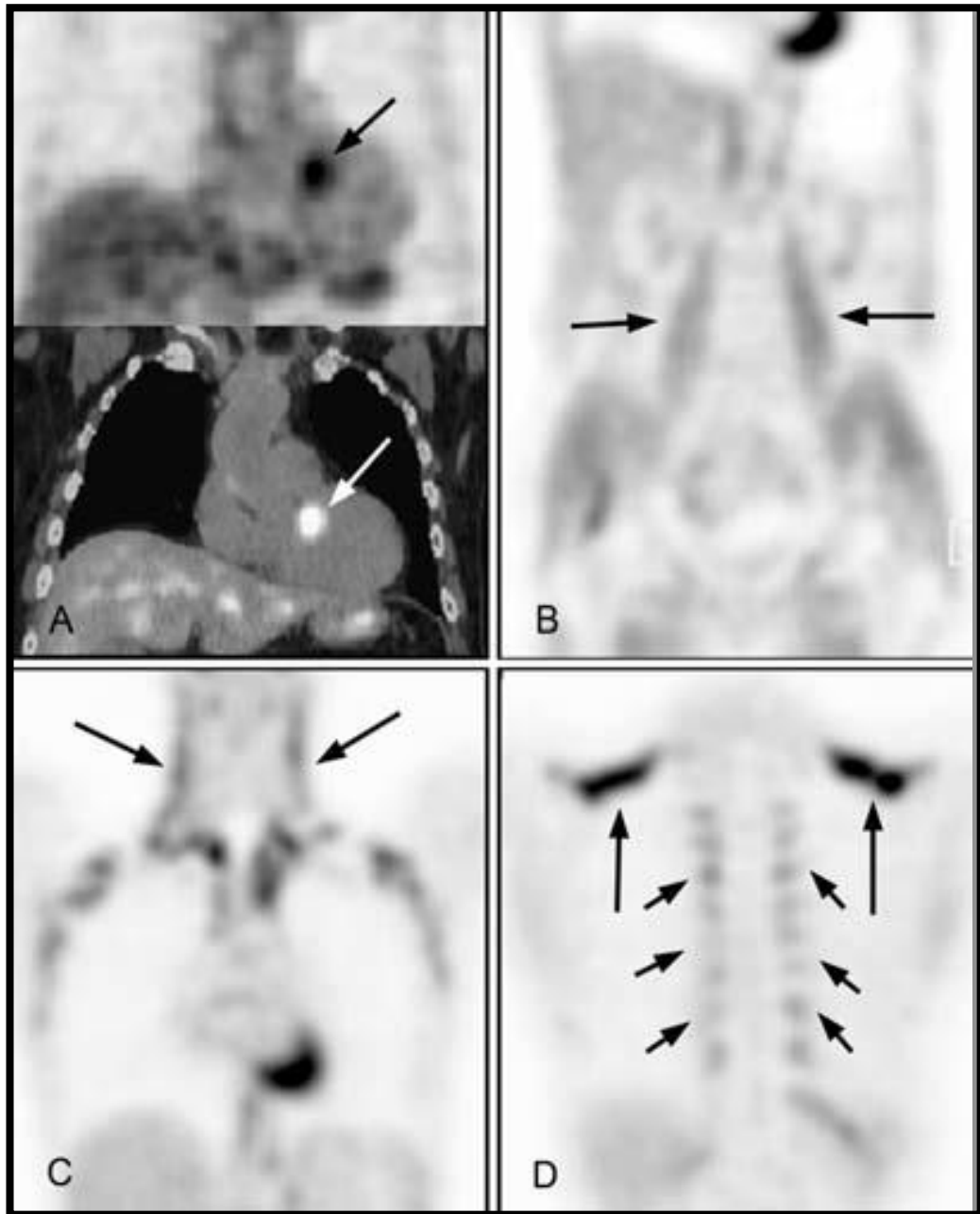


Figura 4. Variantes normales. A) Captación focal normal de ^{18}F -FDG en el miocardio. B) Captación de los músculos psoas. C, D) En los músculos del cuello. Tomado de Conceptos básicos del ^{18}F -FDG PET/CT. Definición y variantes normales. Ernesto Roldán-Valadez et al.



Figura 5. Glándulas y estromas endometriales fuera de la cavidad uterina. Tomado de la Asociación Afectadas Endometriosis Estatal ADAEC.

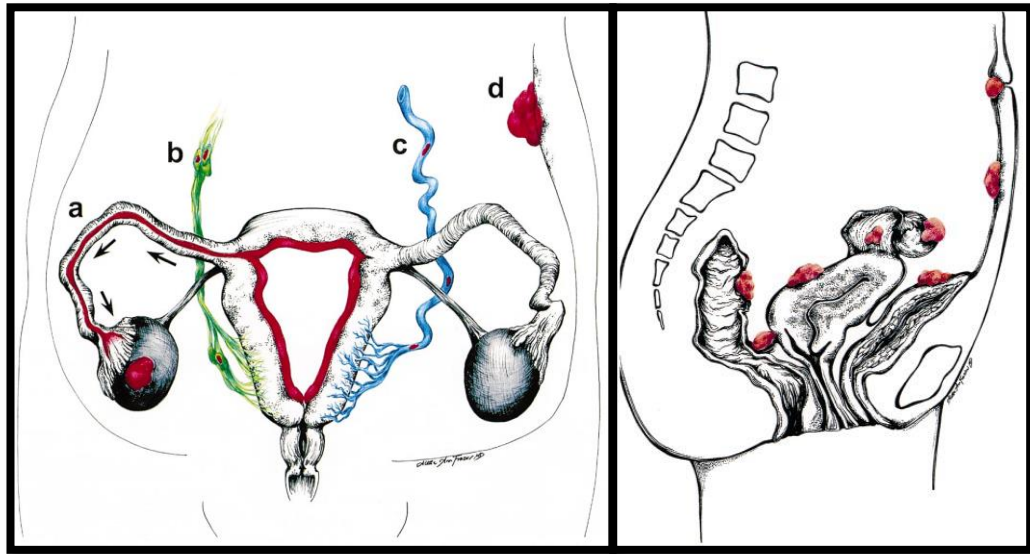


Figura 6. Ubicación diversificada de tejido endometriósico en la pelvis femenina. Tomado de From the Archives of the AFIP. Endometriosis: Radiologic-Pathologic Correlation. Paula J. Woodward

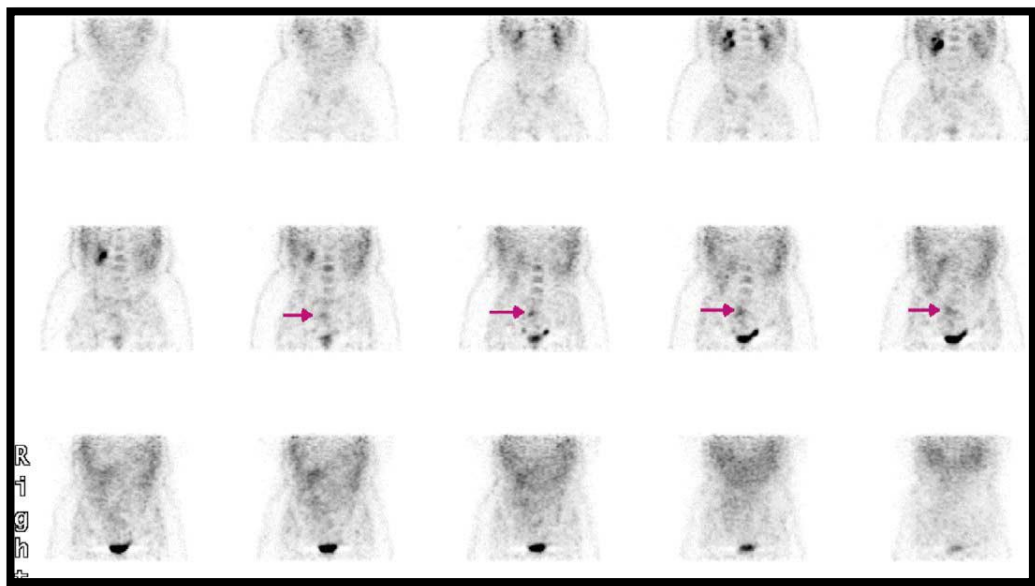


Figura 7. Captación paravertebral derecha de ^{18}F -FDG adquirido una hora después del período estipulado. Tomado de *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 117 (2004) 236–239.

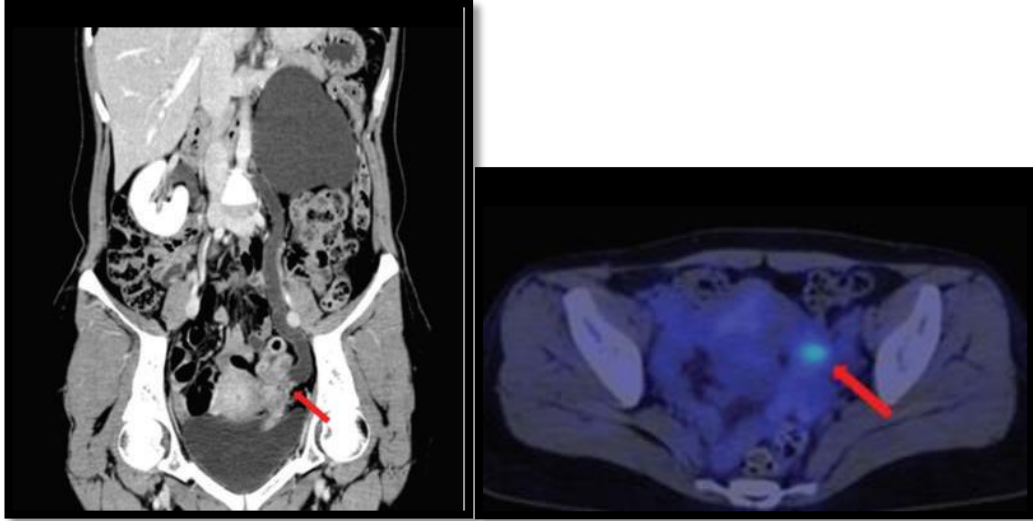


Figura 8. A la izquierda, imagen coronal de CT mostrando una masa anexial izquierda que involucra el uréter y la vejiga. A la derecha imagen PET CT con ^{18}F -FDG que muestra captación en un nódulo linfático iliaco interno izquierdo que correspondía a endometriosis. Tomado de Case Reports in Obstetrics and Gynecology Volume 2014.

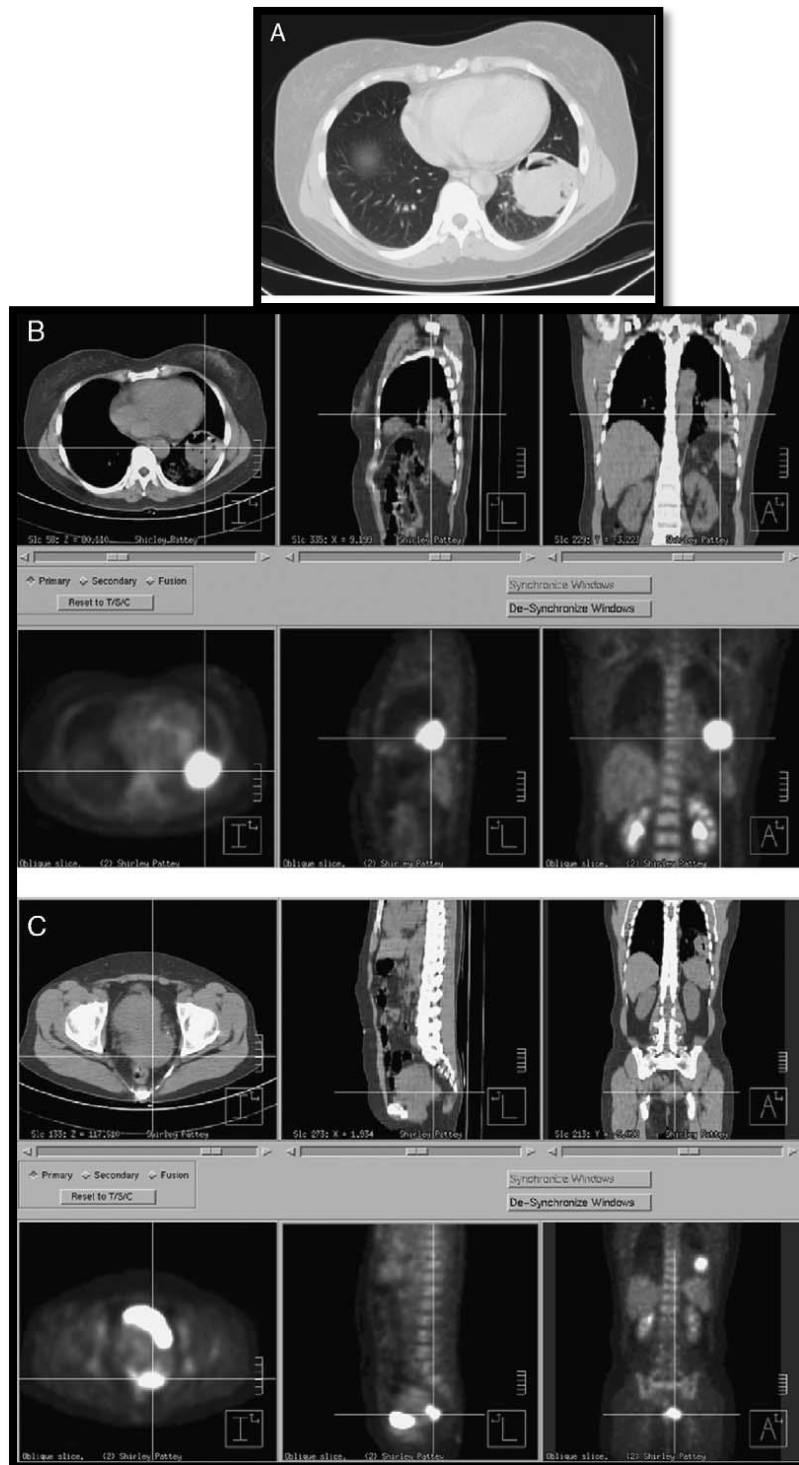


Figura 9. A, CT pulmonar que muestra una masa cavitada en el lóbulo izquierdo de 5.5 cm. B, Imagen de ^{18}F -FDG PET-CT que muestra una masa cavitada de 5.5 cm el lóbulo inferior izquierdo del pulmón con área intensa de captación del radiofármaco. C, imagen de ^{18}F -FDG PET-CT que muestra área intensa de captación del radiofármaco en la región medio posterior de la pelvis, la citología posterior señalaría que son focos endometriósicos. Tomado de J Thorac Imaging Volume 22, Number 2, May 2007.

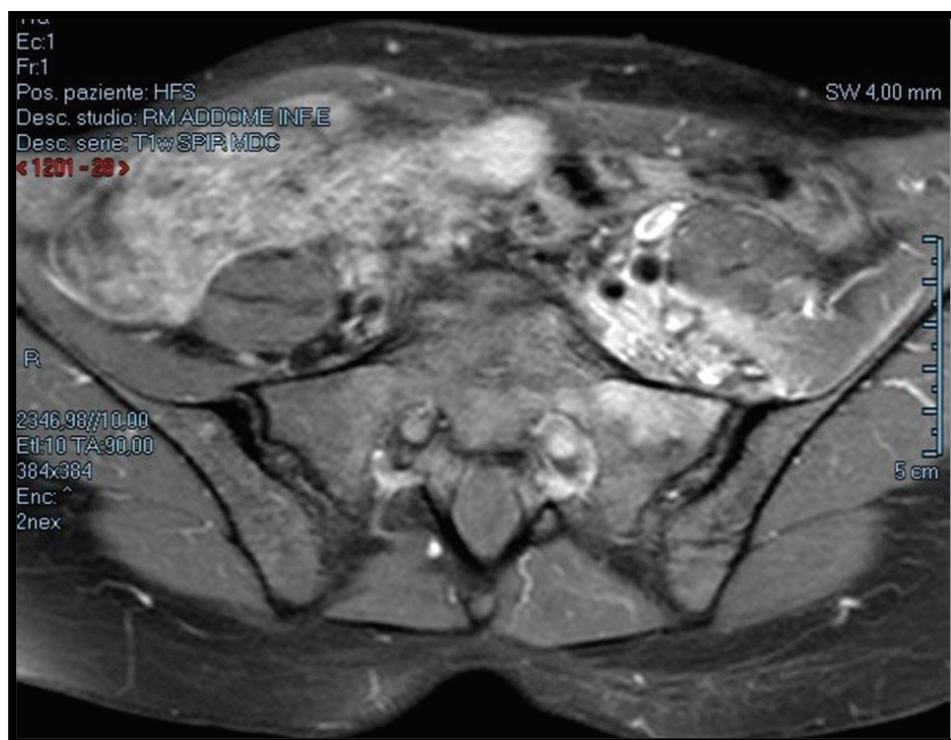


Figura 10. MRI en T1 que muestra una masa retroperitoneal que infiltra el músculo psoas e iliaco izquierdo, L5-S1 edema en el hueso sacro. Tomado de World Journal of Nuclear Medicine/Vol 14/Issue 2/May 2015.

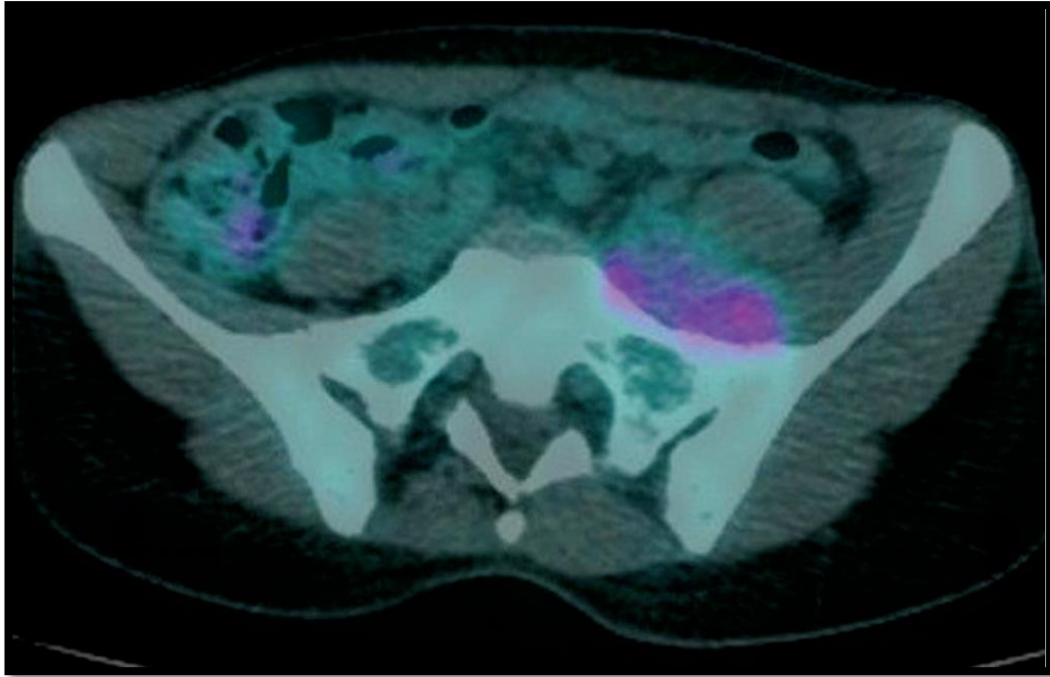


Figura 11. ^{18}F -FDG en PET CT que muestra una fijación difusa en la región iliaca izquierda. Tomado de World Journal of Nuclear Medicine/Vol 14/Issue 2/May 2015.