

# Hallazgos incidentales (pitfalls) en estudios PET/CT

---

Victoria Soroa<sup>1</sup>, Mariano Volpacchio<sup>1</sup>, Estefanía Sol Otero<sup>1</sup>, Jorge Guillermo Arashiro<sup>1</sup>, Víctor Gustavo Rodríguez<sup>1</sup>, Santiago Rossi<sup>1</sup>.

1 - Centro Diagnóstico Dr. Enrique Rossi (CDR), Buenos Aires, Argentina..

---

## Resumen / Abstract

### Resumen

En el presente artículo se muestra nuestra experiencia a propósito de 2400 casos derivados a PET/CT por diferentes patologías oncológicas. Se aplicaron cuidadosos protocolos de preparación, adquisición y procesamientos de los estudios, aceptados por grupos de trabajo similares. Describimos la mayoría de los hallazgos fisiológicos e incidentales (pitfalls) a ser tenidos en cuenta en la interpretación de los estudios PET/CT, que creemos pueden ser de utilidad para nuestros colegas con el fin de disminuir los resultados falsos positivos y falsos negativos.

### Abstract

In this paper we present our experience out of 2400 cases referred with different oncologic pathologies. We applied careful patient preparation, acquisition and processing protocols accepted by similar working groups. We describe the majority of encountered physiological and incidental findings (pitfalls) that should be taken into account when reading PET/CT scans, which we believe could be helpful to our colleagues in order to minimize false positive and false negative results.

## Introducción

Existen variantes fisiológicas y anatómicas que habitualmente pueden inducir la captación de FDG-F18, con las cuales debemos estar familiarizados a fin de tenerlas en cuenta a la hora de informar los estudios PET/CT con administración de contraste yodado o sin él.

Las captaciones asimétricas pueden visualizarse particularmente en los estudios de cabeza y cuello, y las mismas pueden carecer de significancia patológica. Esta circunstancia se plantea especialmente en pacientes con tratamiento quirúrgico previo o radioterapia localizada, donde se producen distorsiones de los planos anatómicos que usualmente poseen expresión tanto en CT como en resonancia magnética (RM).

Los equipos híbridos que proveen co-registro de imágenes son los más eficientes del punto de vista del diagnóstico molecular<sup>(1)</sup>. La limitación de la resolución espacial (lesiones mínimas detectables del orden de 0,8mm), la captación inespecífica por ulceraciones, infecciones, inflamaciones y la presencia de tejido granulomatoso (circunstancias que se acompañan de aumento de la glicólisis), disminuyen la especificidad diagnóstica de la FDG-F18<sup>(2)</sup>.

En este artículo realizamos una revisión de 2400 estudios de PET/CT de nuestra institución y comentamos algunos hallazgos o "pitfalls" que consideramos puedan ser de utilidad a los especialistas en medicina nuclear y diagnóstico por imágenes.

## Materiales y métodos

Se evaluaron 2400 estudios consecutivos de PET/CT efectuados utilizando equipo Philips Gemini de 16 filas de detectores. Las imágenes se reconstruyeron con modalidad 3D. El 25% de los estudios fueron referidos para seguimiento de patología oncológica y en algunos casos (2%) se trataba del 4to estudio consecutivo realizado.

Las patologías estudiadas fueron: linfoma en todas sus estirpes y en diferentes localizaciones, cáncer de pulmón, mesotelioma, melanoma, mieloma múltiple, cáncer ginecológico, tumor cerebral para diagnosticar recidiva local o patología cicatrizal, fiebre de origen desconocido, carcinoma de tiroides, esófago y tracto digestivo, colon, próstata, riñón y urotelio.

Todos los pacientes fueron instruidos acerca de la importancia de adherir la noche previa a dieta hipoglucémica e hipergrasa. Esta preparación es necesaria para disminuir la captación miocárdica aún más que solamente una dieta restrictiva en azúcares y el ayuno de 6 hs, ya que la energía preferencial del miocito son los ácidos grasos libres<sup>(3)</sup>. A los pacientes diabéticos insulino dependientes se les aconsejó suspender la insulina y controlar la glucemia con hipoglucemiantes orales, además de restringir el ejercicio<sup>(3)</sup>. Si la residencia habitual del paciente era alejada, se le aconsejó desplazarse a nuestra área con 24 hs de anticipación, para disminuir la presencia de actividad muscular y la captación en grasa parda (grasa metabólicamente activa con inervación simpática)<sup>(4)</sup>. Se mantuvo al paciente en ambiente cálido y se le suministró abrigo necesario, también con el fin de disminuir la posible captación por parte de la grasa parda. A los pacientes delgados se les administró beta bloqueantes en la medida de lo posible, debido a que esta medicación ayuda a eliminar el efecto de la grasa parda por bloqueo simpático (administramos como máximo 40 mg de propanolol por vía oral)<sup>(5)</sup>. La actividad muscular estriada fue disminuida en caso necesario mediante la administración previa de diazepam<sup>(6)</sup>. Se cuidó que el paciente estuviera adecuadamente hidratado.

Se registró el historial clínico del paciente mediante interrogatorio dirigido por un residente de diagnóstico por imágenes, incluyendo todos los antecedentes y los estudios previos pertinentes.

Se utilizó contraste oral yodado diluido y contraste endovenoso yodado no iónico, excepto en aquellos pacientes que se negaran a firmar el consentimiento escrito informado para recibir la administración del mismo, o que presentaran antecedentes de alergia, daño o insuficiencia renal o ser monorreno, o portador de mieloma múltiple activo. Tampoco se suministró contraste yodado si el paciente cursaba patología tiroidea oncológica, aunque ésta se asociara con otra patología tumoral maligna que hubiese motivado el pedido del estudio.

Se efectuó control glucémico, no realizándose el estudio si las cifras eran mayores de 150 mg/dL.

La administración de la FDG-F18 se efectuó a razón de 0,150 mCi (5,6 MBq) por Kg de peso corporal. A la hora de la administración y post evacuación vesical, se comenzó el estudio PET/CT (desde la mitad del cráneo hasta la mitad de los muslos). En pacientes con melanoma, primario desconocido, sarcoma de partes blandas o con fiebre de origen desconocido, el rastreo corporal fue total. De ser necesario, se obtuvieron imágenes tardías con o sin diurético (furosemida) con enfoque de áreas localizadas con el fin de aclarar áreas de hipercaptación cercanas al aparato urinario o a zonas de patología ginecológica<sup>(7,8)</sup>.

Se calculó el Valor de la Captación Estándar (SUV), que es un parámetro de índole semicuantitativa, en las diferentes áreas en estudio especialmente para comparaciones posteriores. Particular importancia requiere la correcta introducción de datos al equipo sobre hora del estudio, tiempo transcurrido desde la inyección del trazador, residuo radioactivo de la inyección y peso del paciente.

En algunos hallazgos se procedió a obtener imágenes localizadas complementarias de PET/CT en fase tardía, más allá de 2 hs desde la inyección de la FDG-F18 con el fin de aclarar si el proceso detectado era de naturaleza maligna o inflamatoria<sup>(9)</sup>. En ningún caso se utilizó sedación.

Los errores en el co-registro entre los sistemas CT y PET fueron tenidos en cuenta y corregidos manualmente por software. Los estudios fueron evaluados por un médico especialista en diagnóstico por imágenes y por un médico especialista en medicina nuclear.

## Resultados

En los estudios realizados se observó que, en aquellos pacientes a quienes se administró furosemida endovenosa, se logró disminuir los artefactos causados por la excreción fisiológica de la FDG-F18 por el sistema renal cuando los mismos estaban presentes. No hubo necesidad de cateterización urinaria y se evitó generalizar el uso de diurético como lo hacen otros grupos de trabajo<sup>(7,8)</sup>.

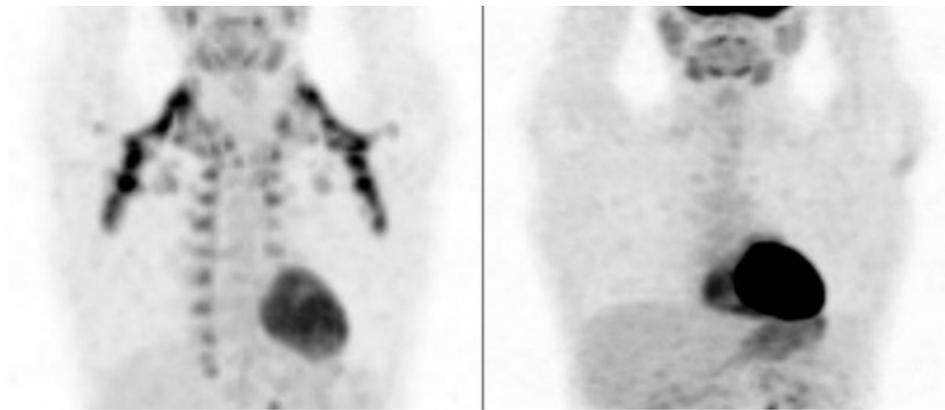
Se encontró captación variable en músculos del cuello y de los miembros superiores, hallazgo común en pacientes contracturados, debido a la captación fisiológica de la glucosa en la masa muscular.

La captación en los músculos rectos de los ojos y los pterigoideos es habitual; cuando la misma no es simétrica no es considerada fisiológica. Las amígdalas linguales es un hallazgo fisiológico; si existe asimetría primeramente debe comprobarse la posición de la cabeza.

Las cuerdas vocales presentan captación simétrica cuando el paciente permanece hablando durante el período de captación de la FDG-F18. La visualización asimétrica puede relacionarse con antecedente de parálisis del nervio recurrente; en tal caso la cuerda vocal paralizada se muestra hipocaptante.

La lengua puede presentar captación en los trastornos odontológicos asociados a inflamación de la misma.

La grasa parda representa un hallazgo fisiológico que se observa con cierta frecuencia, distribuyéndose de forma relativamente simétrica y predominando en la región cervical, supraclavicular, dorsal y paravertebral (fig. 1).



**Figura 1.** Paciente joven, delgado, portador de linfoma no-Hodgkin. Izquierda, visualización de tejido adiposo pardo. Derecha, mismo paciente estudiado 48 hs más tarde sin observarse grasa parda.

La captación en glándulas parótidas y submaxilares es un hallazgo frecuente y sin valor patológico.

El timo puede observarse fisiológicamente en pacientes pediátricos y adultos jóvenes (hasta los 30 años aproximadamente). También puede aparecer post quimioterapia como un fenómeno de repuesta o de "rebote".

La visualización del miocardio es muy variable y puede estar relacionada con el grado de adhesión al instructivo dietario de preparación. Puede haber captación patológica en la isquemia miocárdica crónica y si se observa en aurícula o ventrículo derecho se suele atribuir a patología de esas cámaras. En cuatro casos hubo visualización de grasa parda interauricular.

Las placas ateroscleróticas vasculares activas y la aortitis suelen captar la FDG debido al componente inflamatorio, de modo que representan un hallazgo colateral en pacientes oncológicos.

Puede existir captación esofágica fisiológica o por reflujo, debido a que éste provoca esofagitis, involucrando especialmente el tercio distal del órgano.

La actividad gástrica e intestinal es variable en su aparición e intensidad, no encontrándose relacionada con la dieta pero sí con el metabolismo del GLUT. A pesar de ello, debe descartarse la presencia de pólipos en sufrimiento cuando existe hiperactividad focal sin alteraciones en la CT.

Las pelvis renales son habitualmente visibles debido a la excreción renal de la FDG; los uréteres presentan variabilidad.

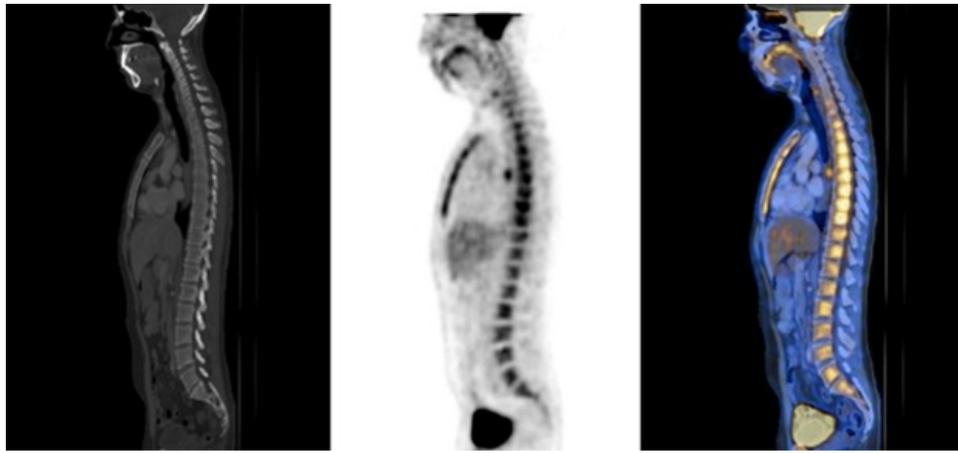
La captación difusa testicular es también un hallazgo fisiológico.

Es común la visualización de fibromas uterinos, así como captación ovárica y tenue captación en mamas. En la figura 2 se presenta un caso de actividad ovárica normal con un SUV máximo de 4.0.



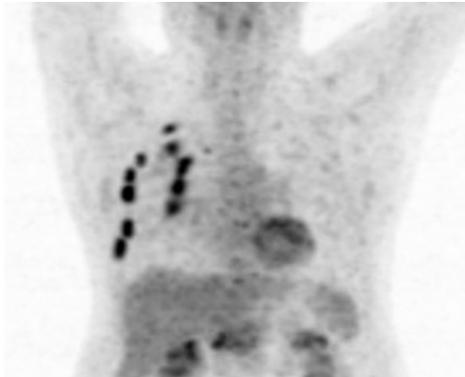
**Figura 2.** Captación normal en ovario derecho.

Puede existir actividad médula ósea reaccional a tratamientos estimulantes de colonias granulocíticas, post quimioterapia y/o por anemias severas (fig.3).



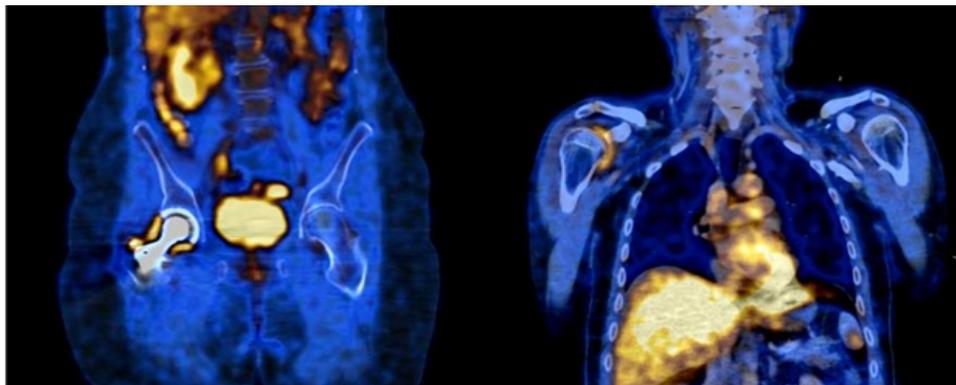
**Figura 3.** Captación positiva en médula ósea vertebral y esternal en cortes sagitales. También se observa captación focal en esófago medio (izquierda: CT; centro: PET; derecha: fusión PET/CT)..

Las fracturas en remisión y los callos óseos pueden captar la FDG (fig. 4).



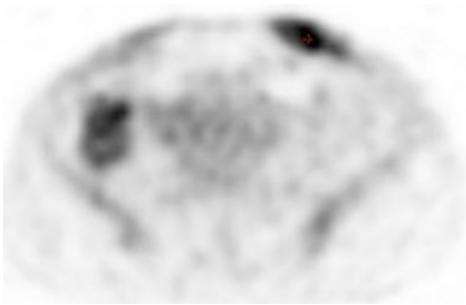
**Figura 4.** Fracturas costales en hemitórax derecho, con captación focal de la FDG-F18.

Las bursitis, trocanteritis, enfermedades degenerativas o inflamatorias articulares y complicaciones protésicas son motivo de hallazgos positivos en estudios PET/CT. En la figura 5 se muestran ejemplos de aflojamiento de prótesis femoral y de bursitis de hombro.



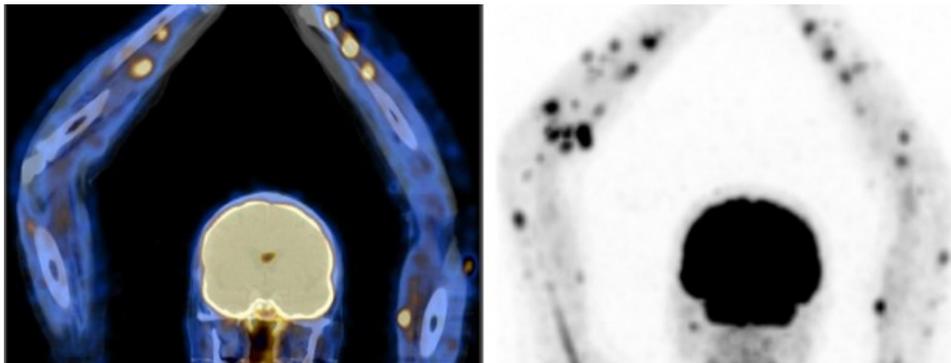
**Figura 5.** Izquierda: Aflojamiento de prótesis femoral derecha. Derecha: Bursitis de hombro derecho.

Los sitios de inyección de la FDG-F18, o de insulina y heparina, pueden provocar una reacción inflamatoria local con captación de FDG (fig. 6). Del mismo modo, las cicatrices y úlceras pueden mostrar captación.



**Figura 6.** Corte transversal de abdomen. Se observa positividad en pared abdominal izquierda por inyección de heparina intradérmica.

Enfermedades granulomatosas (tuberculosis, sarcoidosis, abestosis), infecciones fúngicas y lesiones inducidas por injuria radiante pueden ser también hallazgos en un estudio PET con FDG-F18. En la Figura 7 (a, b) se observan múltiples sitios de hipercaptación en piel por fusariosis en un paciente portador de linfoma.



**Figura 7.** Fusariosis cutánea en un paciente portador de linfoma. Izquierda, imagen de fusión PET/CT. Derecha, imagen PET.

La pleurodesis tálica (inflamación crónica pleural) fue motivo de captación de FDG en un paciente (fig. 8).



**Figura 8.** Pleurodesis tálica en hemitórax derecho.

Otros hallazgos se dieron en casos de tiroiditis y granulomas post cirugía tiroidea. En la figura 9 (a) se observa hiperfijación tiroidea bilateral con un SUV MAX demarcado en el lóbulo tiroideo izquierdo de 6.0, hallazgo incidental de tiroiditis en paciente portador de cáncer de próstata. La figura 9 (b) muestra un falso positivo del PET en un granuloma postquirúrgico de un paciente al que se extirpó la tiroides por un carcinoma papilar, con rastreos de I-131 negativos y tiroglobulina algo elevada.



**Figura 9.** (a): Tiroiditis. (b): Granuloma en cicatriz quirúrgica post-tiroidectomía.

## Discusión

Si bien la FDG-F18 constituye hoy en día el trazador universal en PET para oncología, se trata de un marcador de actividad metabólica poco específico, capaz de dar resultados positivos en una variedad de condiciones fisiológicas y patológicas

benignas. Sin embargo, existe importante actividad de investigación para el desarrollo de nuevos radiofármacos específicos para determinados cánceres, que disminuirán los hallazgos incidentales y que servirán para diferenciar fehacientemente la patología inflamatoria y granulomatosa de los procesos malignos.

La tendencia actual en países en vías de desarrollo, donde las unidades PET/CT carecen habitualmente de un ciclotrón en el propio hospital, es obtener los radiofármacos marcados con F-18 que se distribuyen desde los centros de producción.

Los protocolos de preparación del paciente, de adquisición y reconstrucción no pueden ser arbitrarios, a pesar de lo cual aún no existe completo consenso entre los diferentes grupos académicos. Sin embargo, se han publicado recomendaciones que son apropiadas para establecer formas óptimas de trabajo en una unidad PET/CT<sup>(10,11)</sup>.

El tamaño de la lesión es un factor fundamental a recordar para disminuir los falsos negativos, debido a la baja resolución espacial del PET que detecta lesiones de mayor tamaño que el CT, habitualmente mayores a 8-9 mm.

No todas las patologías oncológicas son detectadas por el PET, lo cual deberá tenerse en cuenta al momento de la interpretación. Por ejemplo, el cáncer medular de tiroides y otros tumores con bajo metabolismo como el renal, prostático, carcinoma bronquioloalveolar y el mucinoso de pulmón pueden no ser detectados con la FDG-F18.

El tecnólogo que introduce los datos del paciente en la consola debe ser cuidadoso ya que errores de fecha, hora, peso corporal, actividad de jeringa y su residuo afectan significativamente los valores del SUV.

La prolija recolección de datos que contenga información completa sobre tratamientos, maniobras intervencionistas, enfermedades intercurrentes y lapsos con respecto al momento de efectuarse el PET/CT servirán para la precisión diagnóstica del estudio<sup>(12)</sup>.

## Referencias

01. Branstetter B, Blodgett T, Raman S, Snyderman C, Zimmer L, Meltzer C. PET/CT improves radiologist's confidence compared to CT or PET alone. Oak Brook, Ill: American Society of Neuroradiology 2003;8-9.
02. Bleeker-Rovers CP, De Kleijn EM, Corstens FH, Van Der Meer JW, Oyen WJ. Clinical value of FDG PET in patients with fever of unknown origin and patients suspected of focal infection or inflammation. Eur J Nucl Med Mol Imaging 2004; 31:29-37.
03. Nuutila P, Koivisto VA, Knuuti J, et al. Glucose-free fatty acid cycle operates in human heart and skeletal muscle in vivo. J.Clin Invest 1992;89:1767-74.
04. Cohade C, Mourtzikos KA, Wahl RL. "USA-Fat": prevalence is related to ambient outdoor temperature-evaluation with 18F-FDG PET/CT. J Nucl Med 2003; 44:1267-70.
05. Tatsumi M, Engles JM, Ishimori T, Nicely O, Cohade C, Wahl RL. Intense (18)F-FDG uptake in brown fat can be reduced pharmacologically. J Nucl Med 2004;45:1189-93.
06. Lynch TB. PET/CT in Clinical Practice. Chapter 9. Springer-Verlag, London 2007.
07. López-Gandul S, Pérez-Moure G, García-Garzón JR, Soler-Peter M, Simó-Perdigó M, Lomeña F. Intravenous furosemide injection during 18F-FDG PET acquisition. J Nucl Med Technol 2006;34:228-31.
08. Moran JK, Lee HB, Blaufox MD. Optimization of urinary FDG excretion during PET imaging. J Nucl Med 1999;40:1352-7.
09. Zhuang H, Pourdehnad M, Lambright ES, Yamamoto AJ, Lanuti M, Li P, Mozley PD, et al. Dual time point 18F-FDG PET imaging for differentiating malignant from inflammatory processes. J Nucl Med 2001;42:1412-7.
10. Beyer T, Czernin J, Lutz S, Freudenberg L. Variations in Clinical PET/CT operations: Results of an international survey of active PET/CT users. J Nucl Med 2011;52:303-10.
11. Graham MM, Badawi RD, Wahl RL. Variations in PET/CT methodology for oncologic imaging at U.S. academic medical centers: An imaging response assessment team survey. J Nucl Med 2011;52:311-7.
12. Soroa VE, Velázquez Espeche MH, Rank G, Rossi S, Volpacchio MM. Hallazgos no oncológicos y variaciones técnicas para aumentar la especificidad de estudios PET/CT (Abstract). Alasbimn Journal 12(46), Octubre 2009.