

## **Hallazgos incidentales en resonancia de estudios de PET-RM de cuerpo completo en el paciente oncológico.**

**Tipo:** Presentación Electrónica Educativa

**Autores:** Virginia Perez Dueñas, Ana Ortiz De Mendivil Arrate, Lina Garcia Cañamaque, Maria Victoria Torres Isidro, Ángel Acosta Rojas, Marjorie Garcerant Tafur

### **Objetivos Docentes**

1. Recaltar la importancia de la revisión de las imágenes de resonancia en PET-RM por un radiólogo con experiencia en RM, dado el escaso conocimiento para la interpretación básica de resonancia actualmente de los especialistas en Medicina Nuclear. Sumado a esta realidad consideramos también la experiencia en centros en los que la interpretación del PET-TC se realiza considerando únicamente los hallazgos del PET, es decir, describiendo la patología mostrada en el estudio metabólico y utilizando el TC obtenido únicamente como guía anatómica para la interpretación del PET, sin considerar posible patología en el TC o hallazgos que requieran recomendar estudio específico y que pasar desapercibidos en el PET por la ausencia de traducción en captaciones patológicas de radiotrazador.
2. Conocer el tipo de patología concomitante susceptible de ser detectada en los estudios de cuerpo completo en los que se emplea el protocolo de PET-RM más básico y su frecuencia.
3. Analizar la necesidad de administrar Gadolinio iv. disponiendo del PET y qué información aporta el estudio postcontraste.

### **Revisión del tema**

**A. Introducción a la técnica**

**B. Hallazgos incidentales**

**A. Introducción a la técnica**

La PET-RM es la última y más novedosa de las técnicas de imagen llamadas multimodalidad, que

suma la utilidad de dos técnicas diagnósticas cuyo valor ha sido ampliamente demostrado durante los últimos 25 años: PET (Tomografía por emisión de positrones) y RM (Resonancia magnética). Pensando en la experiencia vivida tras la aparición del PET-CT, el cual desplazó rápidamente al PET a demostrar que la información obtenida por la suma de ambas técnicas mostraba un valor añadido respecto al estudio de ambas técnicas por separado, no es difícil pensar que algo paralelo está por ocurrir con la aparición del PET-RM.

Se ha solucionado el gran reto tecnológico que impedía la integración de ambas tecnologías en un mismo escáner para la adquisición simultánea de imágenes gracias a la sustitución de los clásicos tubos fotomultiplicadores del PET-TC y los cristales tradicionales por fotodiodos de avalancha y cristales de centelleo de orto-oxisilicato de lutecio que pueden integrarse en el gantry del imán y apenas alteran la homogeneidad del campo magnético (1) (Fig.1-2).

El segundo problema para poner en marcha esta técnica era el de la corrección de atenuación dado que el método conocido utilizado en el CT basado en la absorción de los rayos X no era aplicable a la resonancia. Esto se ha solventado gracias a la segmentación del mapa de atenuación en cuatro: fondo, tejido pulmonar, grasa y tejido blando (2). El mapa de atenuación basado en RM se crea usando la secuencia Dixon de Siemens, obteniéndose imágenes sólo del agua y sólo de la grasa, que posteriormente se combinan (3). A partir de la secuencia Dixon se obtiene el  $\mu$ -map que da los valores de corrección de atenuación para el PET similares a los que se obtienen con el TC (Fig. 3-4). Estos avances tecnológicos permiten la comercialización del primer escáner que integra ambas modalidades de imagen: Biograph mMR de Siemens (Fig.5), posibilitando imagen fusionada de PET-RM de adquisición simultánea (Fig.6).

Como consecuencia de estos cambios tecnológicos, el valor del SUV (standardized uptake values) que obtenemos en el PET-RM no es superponible al de los equipos de PET-CT quedando infraestimado, por lo que hasta que no contemos con una mayor experiencia este valor debe ser interpretado con precaución (4).

Su complejidad tecnológica, su potencial de información morfometabólica sumado a las técnicas de RM funcional y su limitada disponibilidad hacen que sea una técnica que podríamos describir como prometedora, y cuyas indicaciones teóricas están aún por concretar, así como los beneficios que tendrá frente a otras técnicas ya están claramente establecidas.

Entre los claros beneficios aportados está el importante aspecto de la disminución de radiación para los pacientes respecto al PET-CT, lo que la hace la PET-RM especialmente valiosa en niños y jóvenes con enfermedades potencialmente curables (5) y que requieren seguimiento a largo plazo.

La adquisición simultánea de imágenes es de especial relevancia en los estudios cerebrales en los que se evita el artefacto en la fusión de imágenes por movimiento del paciente, dificultad insalvable en los equipos secuenciales, en los que se obtiene el PET y la RM de manera consecutiva, por ejemplo en pacientes que no cooperan o con temblores.

La superioridad de la RM frente a la TC en la diferenciación tisular y resolución espacial especialmente en los estudios cerebrales y en la pelvis, convierte a esta técnica en estudio de elección frente a la PET-TC para patología neurológica y estadificación o reevaluación de tumores pélvicos.

Por tanto a pesar de ser una técnica muy reciente, a la que le quedan muchos años de desarrollo, su superioridad en las imágenes cerebrales y el potencial investigador con imágenes funcionales y nuevos radiotrazadores, hace del PET-RM una herramienta tecnológica muy esperanzadora.

En nuestra opinión el principal objetivo de esta técnica no es utilizarla como una mera fusión de imágenes, sino realizar estudios en el que se valoren las posibilidades de ambas técnicas combinadas.

considerando la RM funcional y con un adecuado flujo de trabajo.

Como desventaja debemos de señalar que técnicamente el tiempo de adquisición del estudio de cuerpo completo en PET-RM sigue siendo significativamente superior al del PET-TC, lo que unido a la incomodidad de las antenas incluida la de cráneo que incrementa la claustrofobia en el escáner, motivará que algunos pacientes no sean capaces de finalizar el estudio.

En nuestra aún reducida experiencia durante 15 meses desde la instalación del Biograph mMR en nuestro hospital hemos conseguido PET de calidad con una dosis de  $^{18}\text{F}$ -FDG de entre 259 y 296 MBq (inferior a la que se inyecta para el PET-TC) para cuerpo completo (desde órbitas hasta tercio proximal de fémures, en 4 estaciones). En el protocolo más empleado se obtienen secuencias HASTE T2, difusión con valores de b 0, 500, 1000 y secuencia Vibe (EG T1FS) postcontraste iv. Este es el protocolo de cuerpo completo que aplicamos en estudios indicados por elevación de marcadores tumorales, para descartar enfermedad diseminada en el paciente oncológico con estudio de estadificación locorregional ya completado, en seguimiento de patología tumoral o para el estadiaje de linfomas fundamentalmente.

En este trabajo resumimos hallazgos radiológicos en la parte de RM del estudio, revisados los todos los PET-RM en los que se emplea el protocolo descrito (y detallado en la figura 7) , generalmente además de secuencias específicas, dirigidas en relación con la patología y el objetivo del estudio en una estación concreta (cerebral/ cabeza y cuello/ tórax/ abdomen o pelvis). La parte del estudio de cuerpo completo, supone unos 18 min de duración total, puesto que para obtener un PET de calidad es necesario un tiempo de adquisición de al menos 4 minutos por estación.

## **B. Hallazgos incidentales**

Hemos registrado los hallazgos en resonancia descritos en 213 informes de PET-RM con  $^{18}\text{F}$ -FDG de estudios de cuerpo completo en pacientes oncológicos sin relación con su enfermedad de base y únicamente visualizados en RM, sin traducción en captación patológica en el PET.

Las secuencias revisadas por los radiólogos son en todos los casos HASTE T2 y T1 con supresión grasa con Gadolinio iv, en adquisición axial, sin considerar en este trabajo el posible valor añadido para la detección de patología por la secuencia de difusión, si bien sí que valoramos su utilidad para caracterizar lesiones.

Únicamente un 9% de los estudios no mostró ningún hallazgo únicamente diferenciado en la RM sin traducción en el PET.

Los quistes hepatorrenales fueron los hallazgos más frecuentes (35%).

Ocupación o engrosamiento mucoso de senos paranasales y nódulos tiroideos fueron las patologías más frecuentes en cabeza y cuello.

La administración de contraste iv. permitió la detección de lesiones sólidas hepáticas en un 13%.

Colelitiasis, diverticulosis, hiperplasia prostática y miomas uterinos fueron no infrecuentes.

El 95% de los estudios con patología pulmonar mostraba expresión en RM y PET.

Otros hallazgos observados: nódulos adrenales, quistes renales complejos/complicados, derrame pleural o ascitis, lesiones quísticas pancreáticas, quistes mamarios, patología endometrial, quistes ováricos, esplenomegalia, paniculitis, coledocolitiasis, aneurismas de aorta, hernias de pared abdominal, hernias de hiato, colecciones o cambios inflamatorios postquirúrgicos, encondromas, angiomas vertebrales y muy frecuentemente patología articular degenerativa que habitualmente muestra algo de captación en el PET.

En otros casos se describen variantes anatómicas que pueden ser de relevancia especialmente en los

pacientes cuyo tratamiento será quirúrgico (como riñón pélvico o en herradura previo a cirugía abdominopélvica o quistes perineurales sacros prominentes con insinuación hacia el espacio presacro en el cáncer de recto).

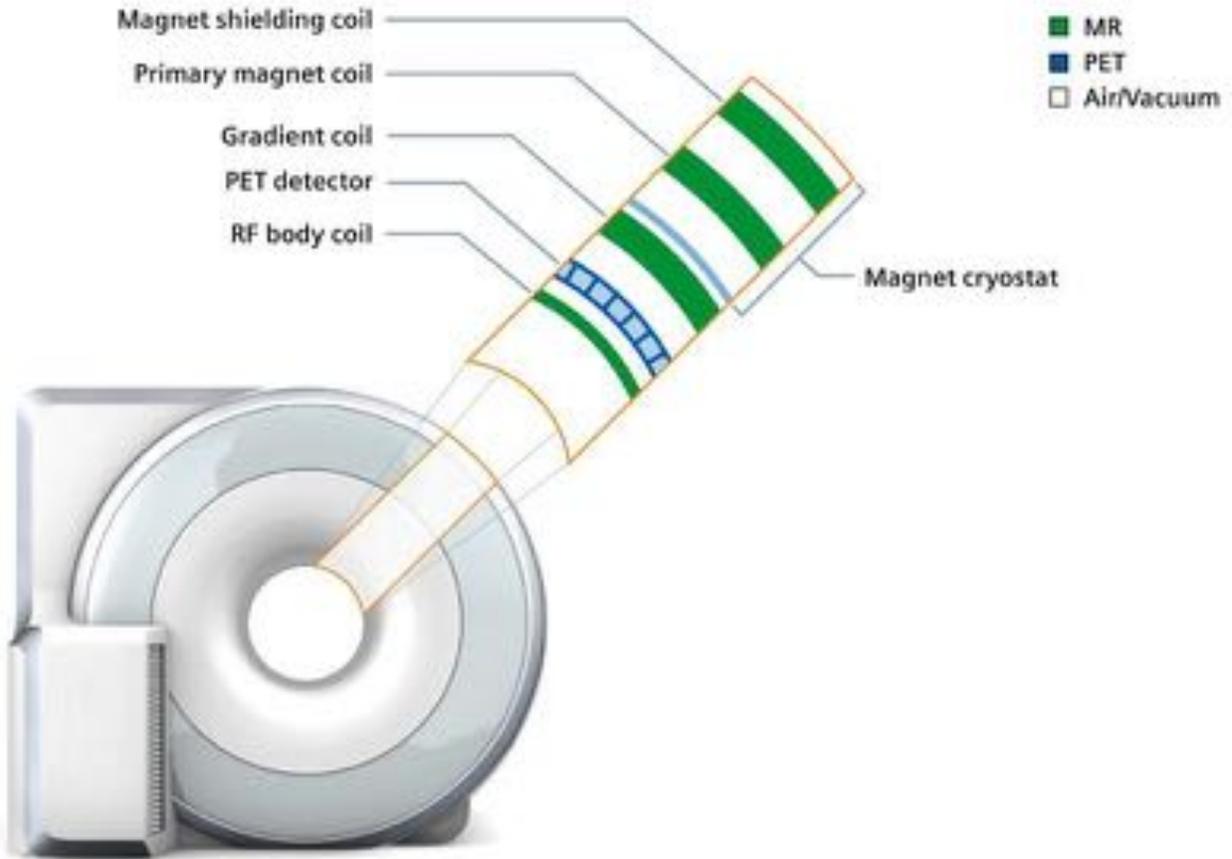
A continuación se adjunta una serie de figuras con ejemplos de patología incidentalmente detectada en la resonancia, en ciertos casos de especial mención en el contexto clínico del paciente, otros variantes anatómicas de importancia, algunas patologías que requieren seguimiento, o bien hallazgos que deberán ser estudiados mediante otras pruebas complementarias, sin olvidar otros muy frecuentemente encontrados de menor importancia.

Enumeramos la temática de cada figura:

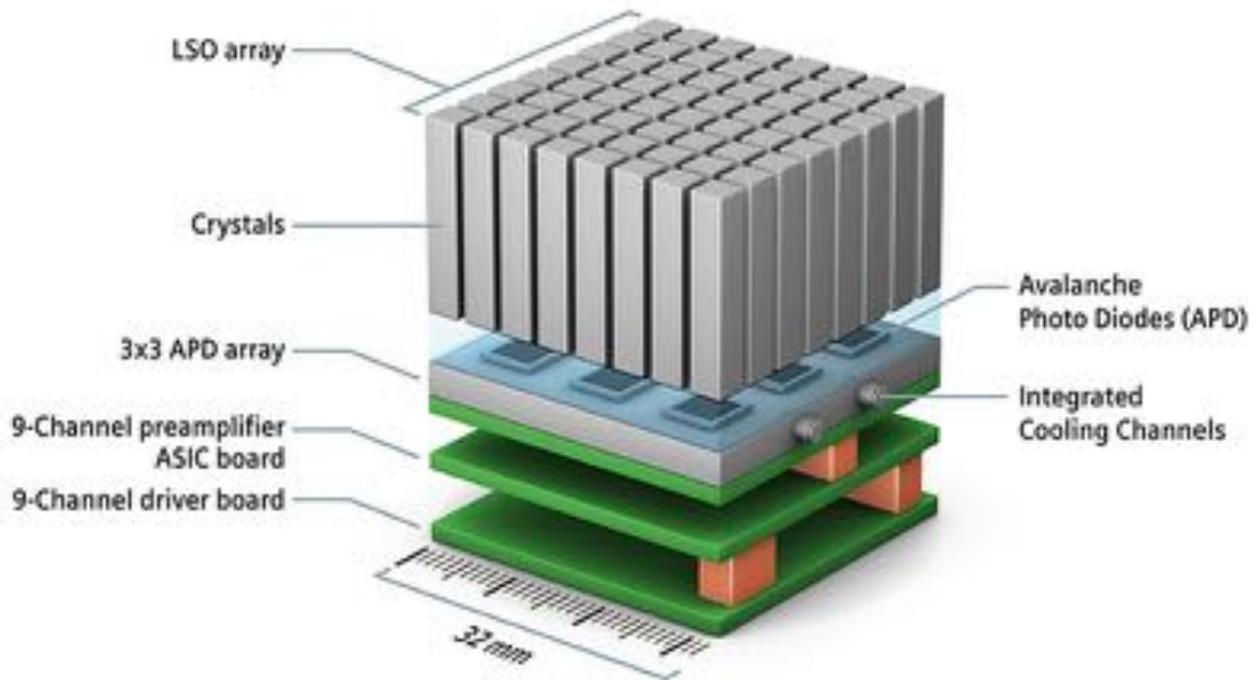
- Fig. 8.....Patología gastrointestinal diversa.
- Fig. 9.....Riñón pélvico. Paniculitis mesentérica.
- Fig. 10.....Hemangioma hepático, lipoma muscular y patología pulmonar.
- Fig. 11.....Quistes perineurales presacros.
- Fig. 12.....Coledocolitiasis y litiasis intrahepática.
- Fig. 13.....Nódulo tiroideo y dilatación aneurismática de la aorta abdominal.
- Fig. 14.....Fuga en endoprótesis aórtica. Quistes renales. Gran hernia hiatal.
- Fig. 15.....Engrosamiento endometrial patológico.
- Fig. 16.....Nódulo renal complejo.
- Fig. 17.....Lesión perihepática (probable hematoma organizado).
- Fig. 18.....Lesión compleja en peritoneo parietal.
- Fig. 19.....Colección postquirúrgica. Quiste biliar.

Por último, no debemos olvidar que la  $^{18}\text{F}$ -FDG, el radiotrazador más frecuentemente empleado en PET, no revela toda la patología maligna o tumoral, dado que hay tumores que no presentan apenas avidéz por la FDG, como el hepatocarcinoma o el colangiocarcinoma, los tumores neuroendocrinos y el adenocarcinoma de próstata, o incluso tumores de bajo grado como algunos de endometrio. Por ello se deben describir todas las alteraciones en la RM, como nódulos hepáticos, pancreáticos, focos sospechosos en la próstata o engrosamiento endometrial, muchas veces diferenciados en las secuencias HASTE T2 y/c en la secuencia de difusión, tal y como hemos podido corroborar en algún estudio por nódulo sólido pancreático sin captación en el PET y que posteriormente resultó corresponder a un tumor neuroendocrino o pacientes con hepatocarcinoma o colangiocarcinoma a los que se les solicita PET-RM.

**Imágenes en esta sección:**



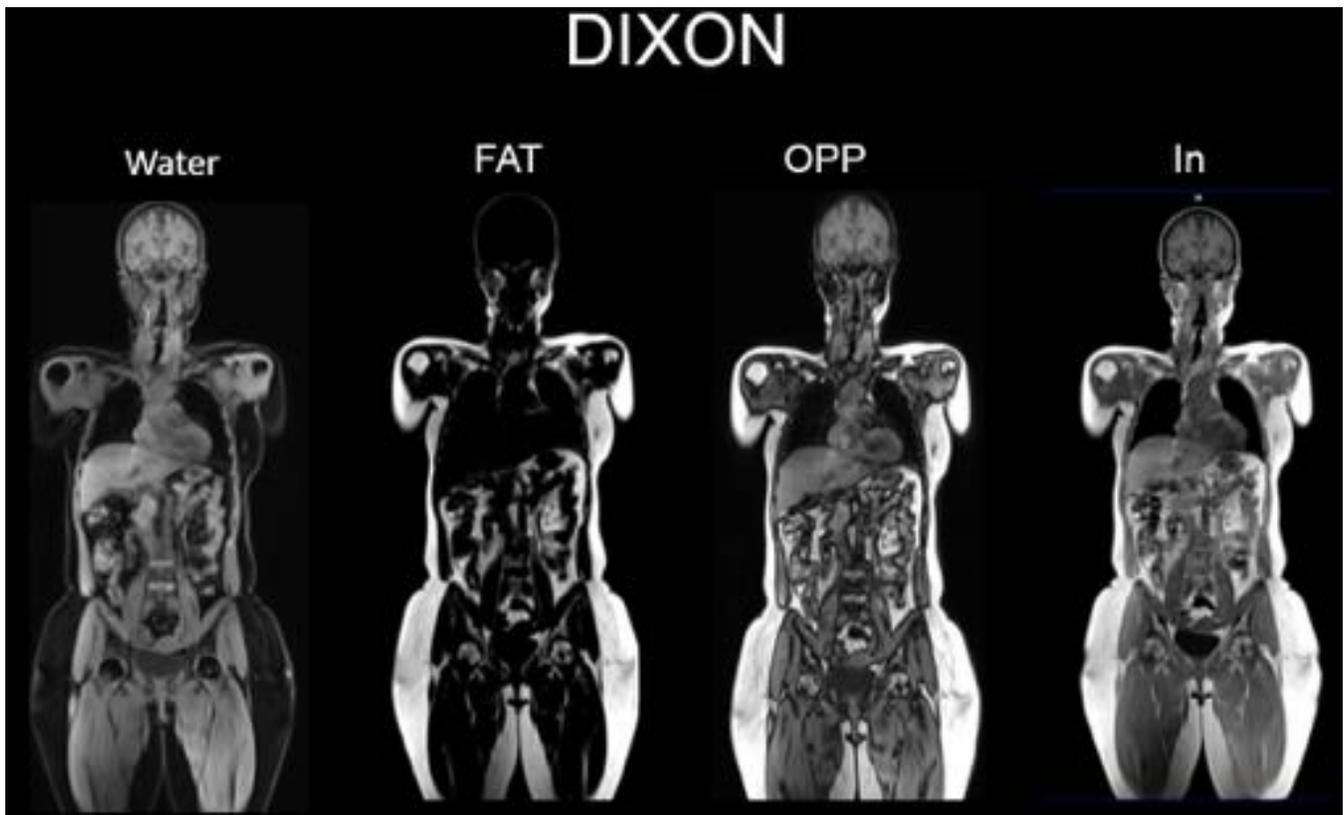
**Fig. 1:** Estructura del gantry del PET-RM Biograph mMR de Siemens. Los detectores del PET van integrados en el mismo gantry para de este modo obtener imagen de RM y de PET de manera simultánea, sin cambios en la posición del paciente.



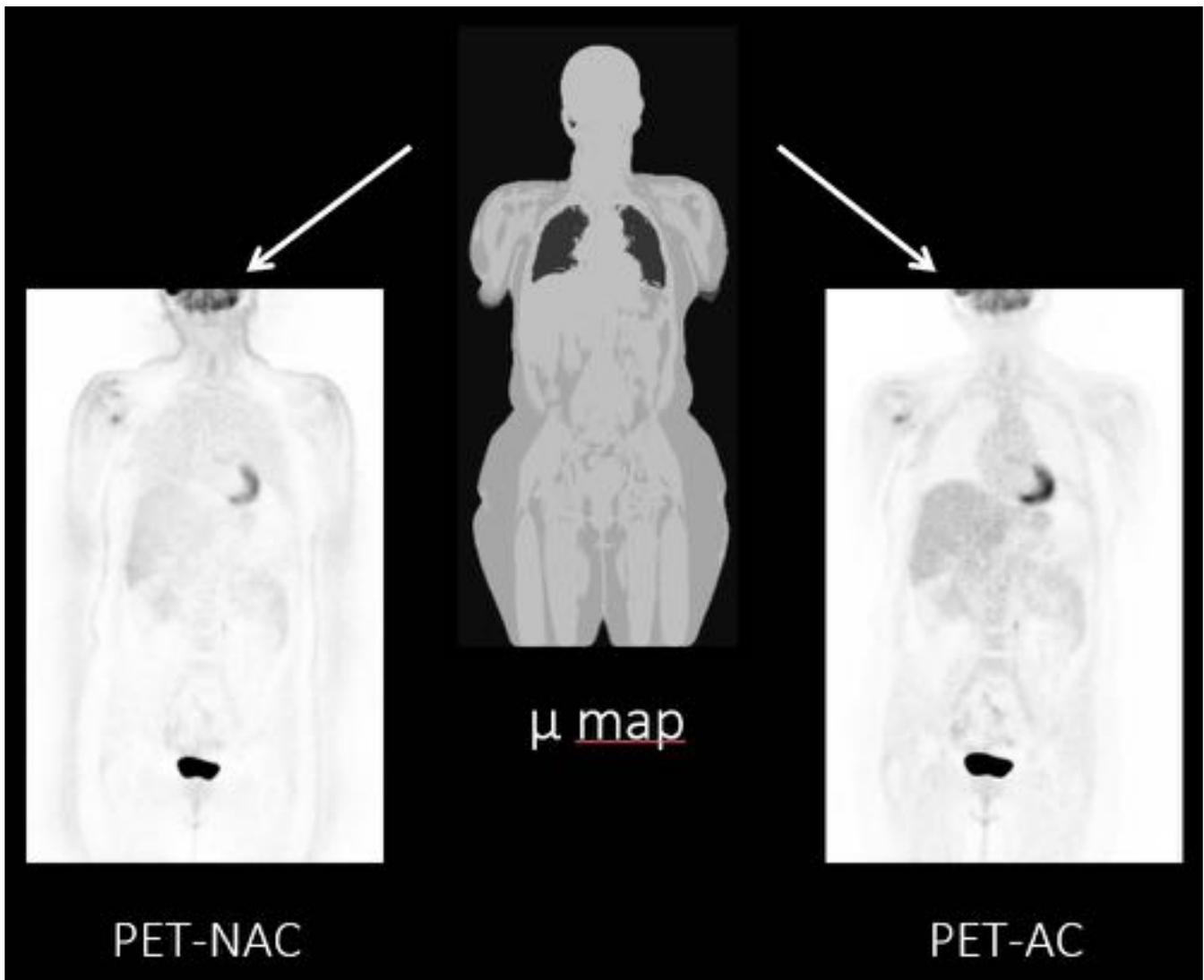
**Fig. 2:** Detalle de los componentes PET-RM en el gantry. Vemos la posición de los nuevos cristales de centelleo de orto-oxisilicato de Lutecio, que apenas alteran la homogeneidad del campo magnético y los fotodiodos de avalancha que sustituyen a los tubos fotomultiplicadores del PET-TAC no compatibles con RM.



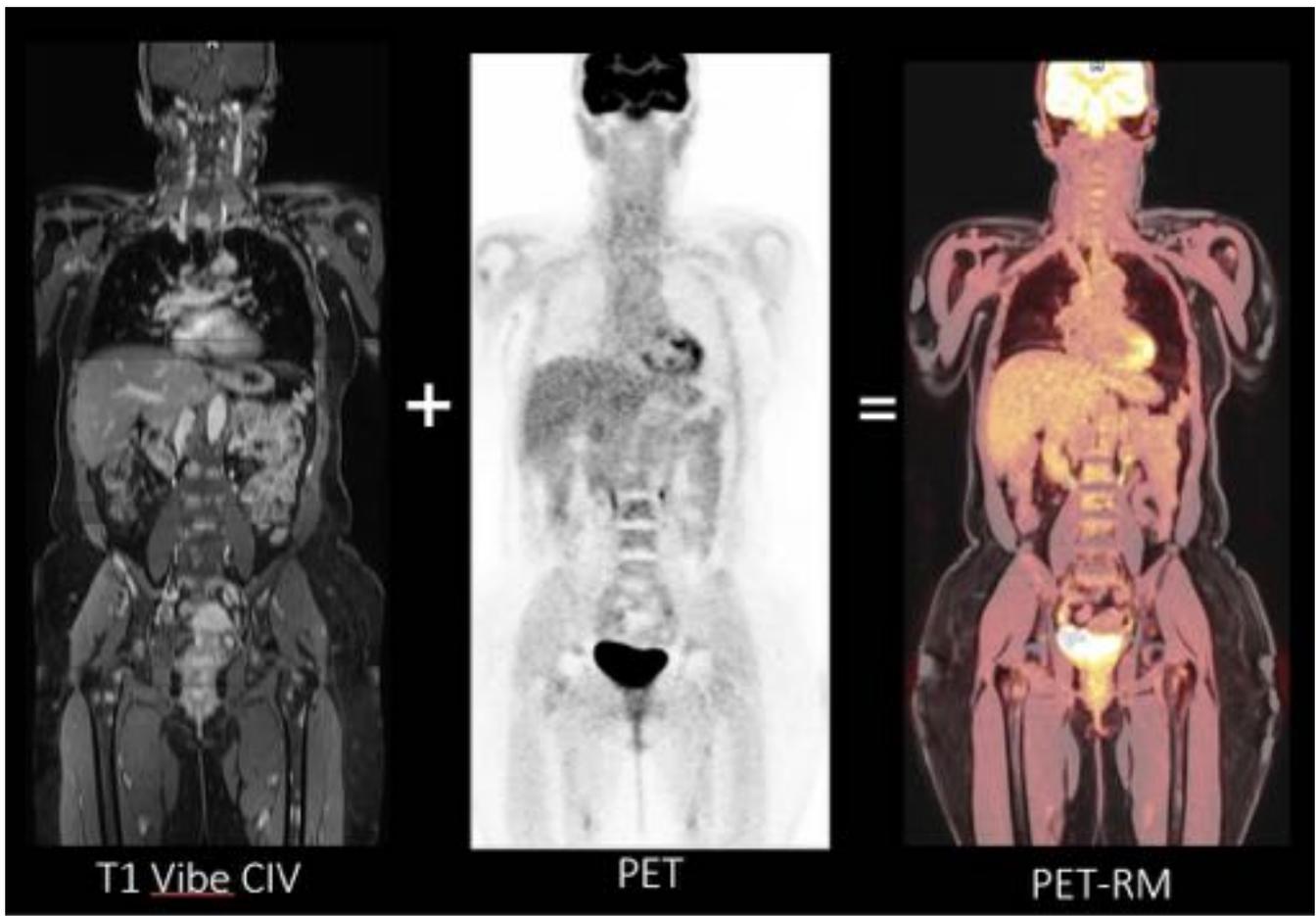
**Fig. 3:** Biograph mMR de Siemens. Vease las escasas diferencias con una resonancia 3T por las características exteriores.



**Fig. 4:** Secuencia Dixon de Siemens. Base para la corrección de atenuación del PET.



**Fig. 5:** Corrección de atenuación en PET-RM. De los datos de las imágenes de la secuencia Dixon se sintetiza el  $\mu$ -map, a partir del cual se obtiene la imagen de PET corregido desde la imagen de PET no corregido.

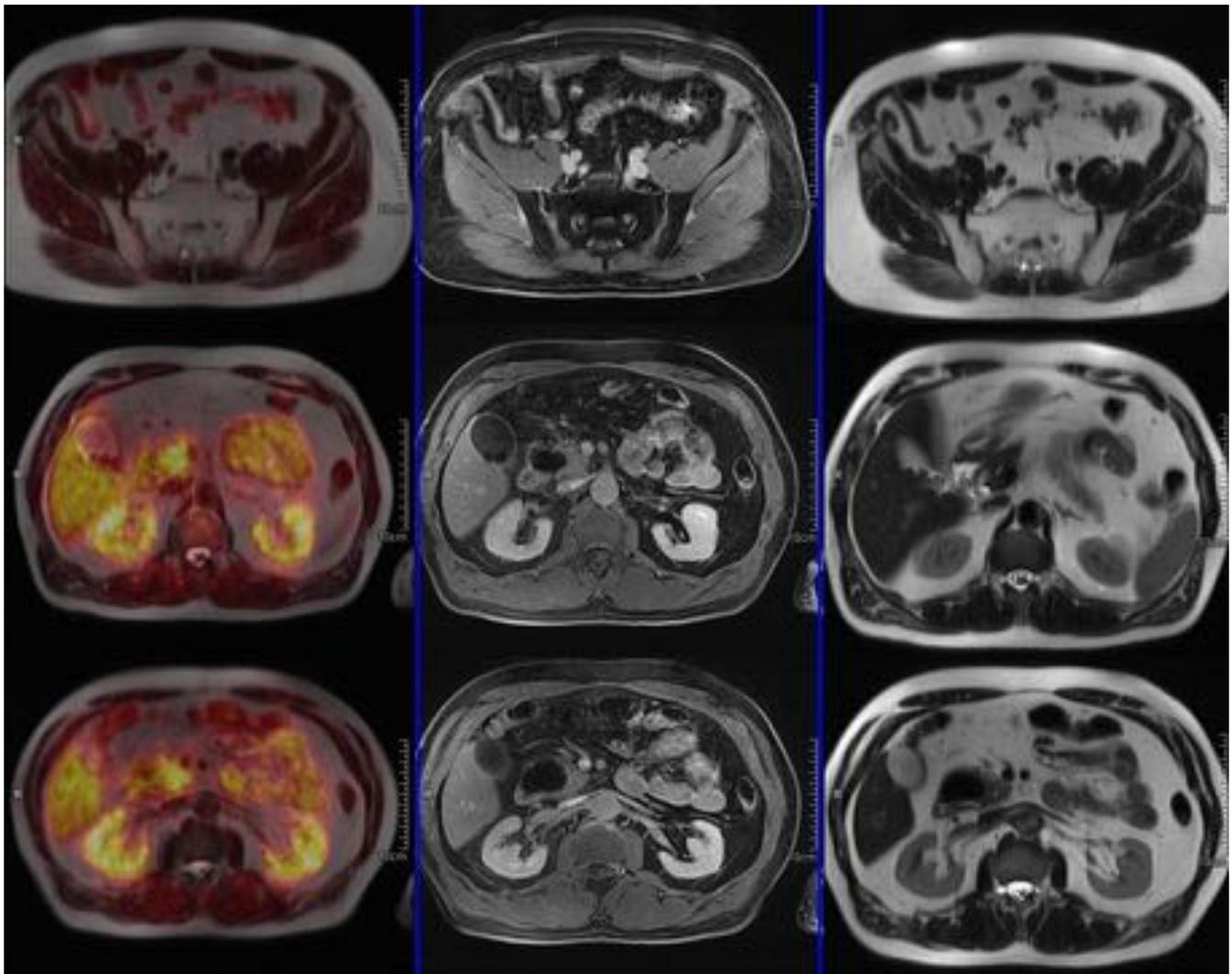


**Fig. 6:** Imagen de PET-RM de cuerpo completo. MPR coronal. La fusión del PET puede hacerse a cualquier secuencia de RM. En esta figura a la izda. secuencia Vibe (T1FS) postcontraste iv, PET en el centro y fusión de ambos estudios a la dcha.

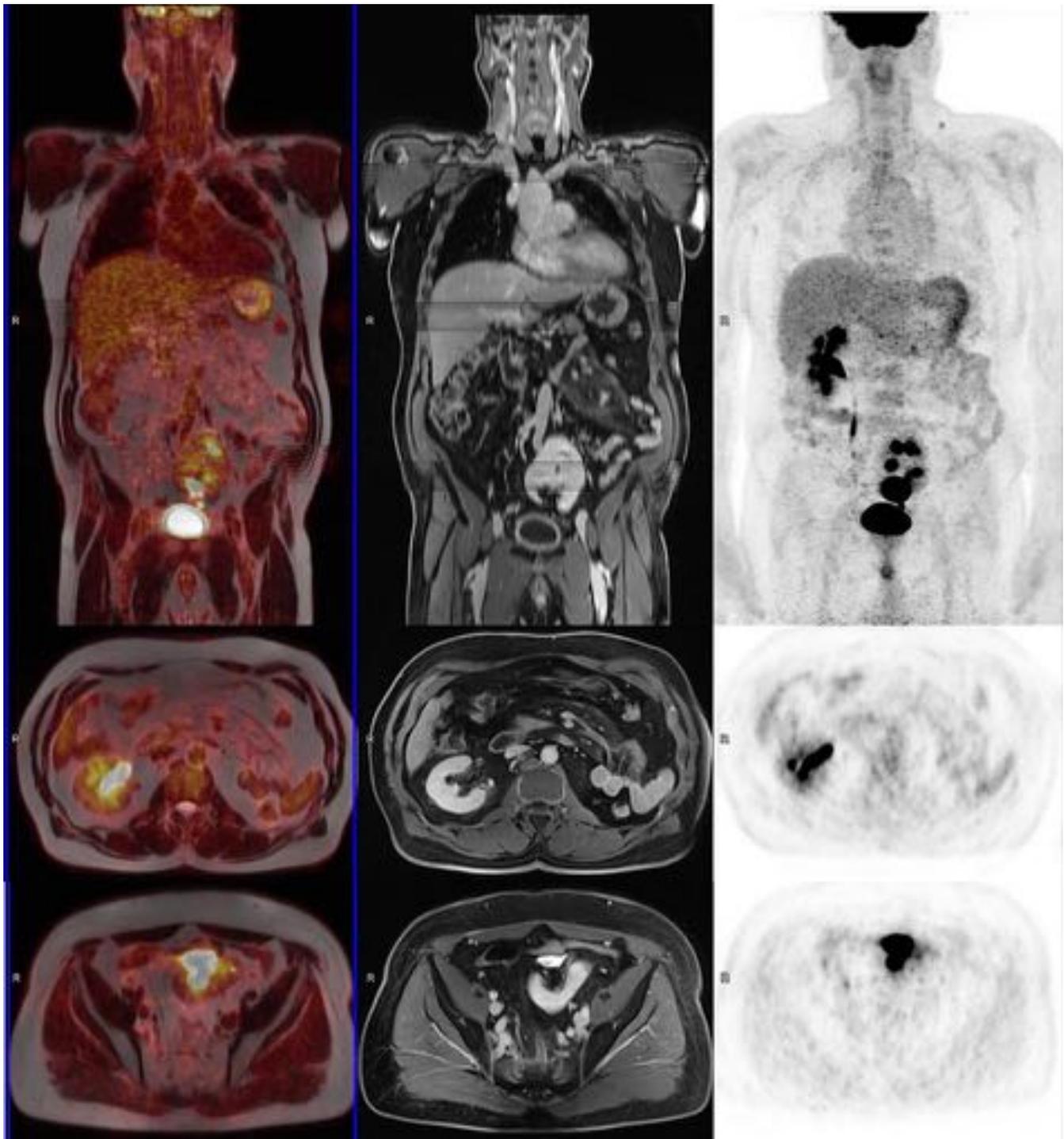
## PROTOCOLO PET-RM CUERPO COMPLETO

| SECUENCIA                         | Plano | TR/TE     | FOV(mm) | Grosor Corte | GAP   | Matriz      | Nex | Valores de b | Tiempo de adquisición |
|-----------------------------------|-------|-----------|---------|--------------|-------|-------------|-----|--------------|-----------------------|
| <b>Estudio de cuerpo completo</b> |       |           |         |              |       |             |     |              |                       |
| HASTE T2                          | AXIAL | 1500/117  | 450     | 5            | 0     | 320 x 259,2 | 1   |              | 00:01:15              |
| DWI                               | AXIAL | 14200/71  | 380     | 6            | 0,6mm | 120 x 108   | 1   | 0_500_1000   | 00:02:22              |
| VIBE T1 FS +CIV                   | AXIAL | 4,08/1,51 | 400     | 3,5          | 0,7mm | 512 x 307,2 | 1   |              | 00:18:00              |

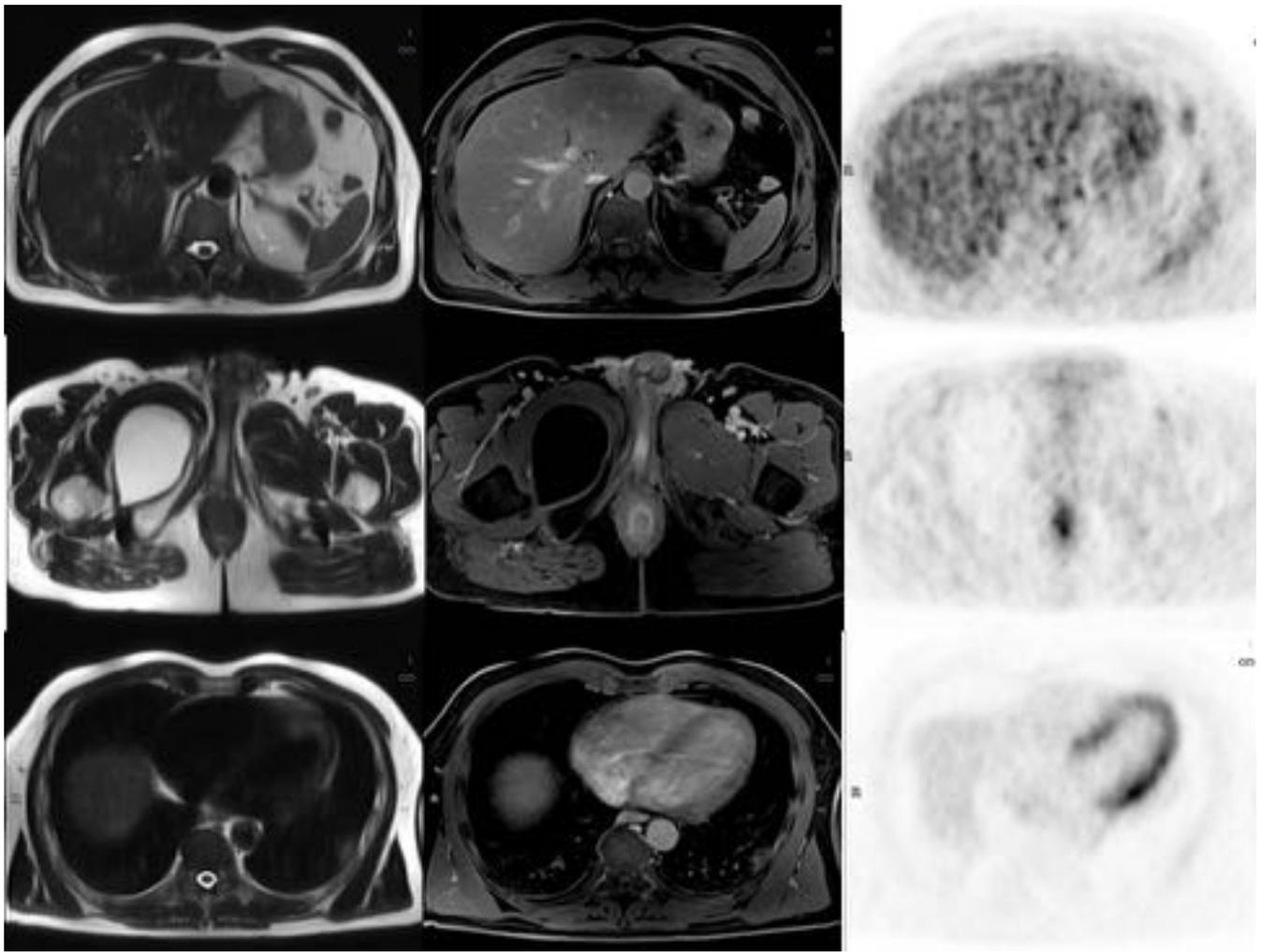
**Fig. 7:** Detalles secuencias de RM en protocolo de cuerpo completo inicial.



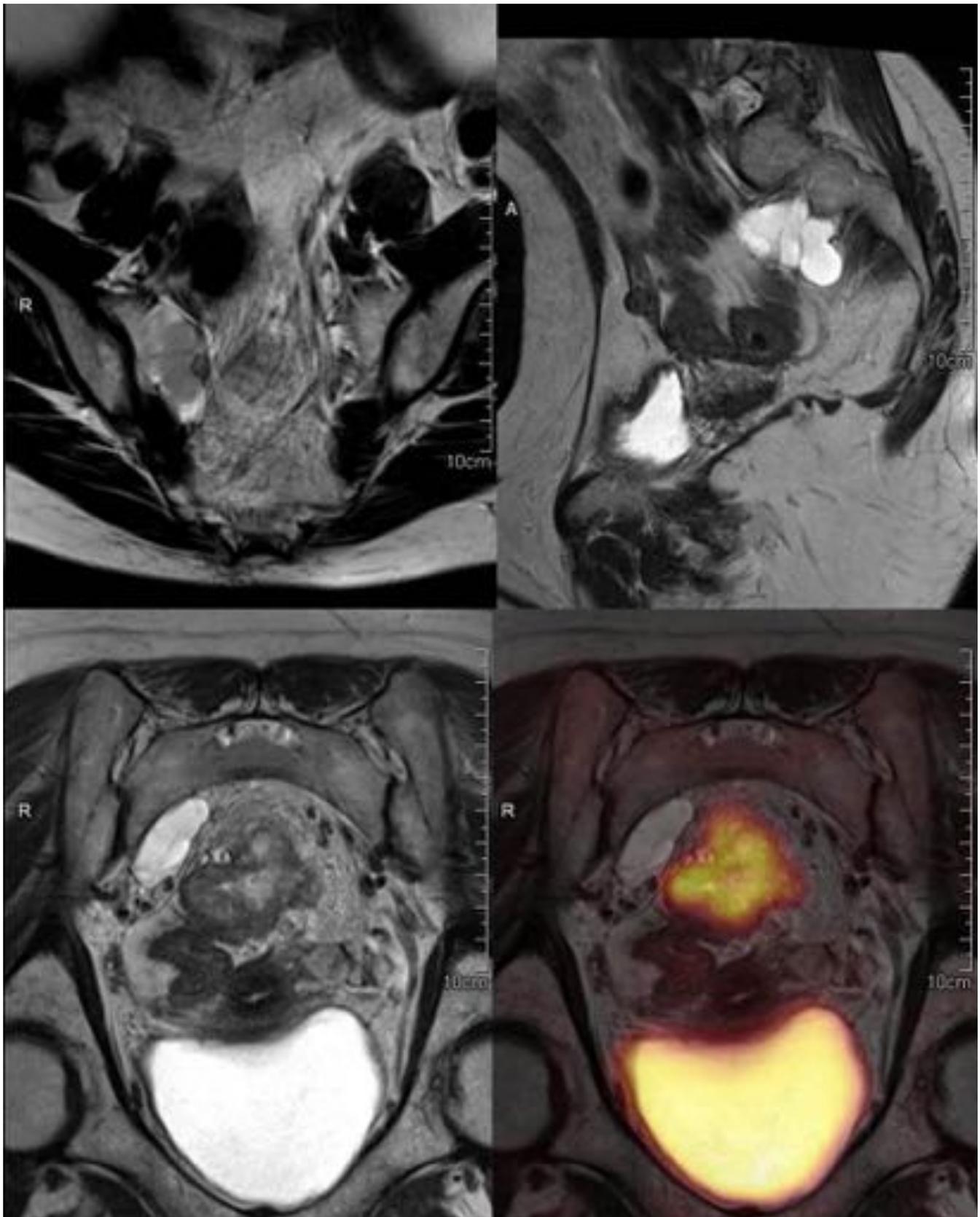
**Fig. 8:** Patología gastrointestinal. Diverticulosis colónica (arriba), colelitiasis múltiple (centro) y divertículo en 2ª rodilla duodenal (abajo) en estudio de reevaluación de cáncer de mama, por elevación de marcadores, sin signos morfometabólicos de enfermedad. De izda a dcha. imagen fusionada HASTE T2 y PET, estudio postcontraste iv y secuencia HASTE T2.



**Fig. 9:** Riñón pélvico en paciente en estudio de estadificación por cáncer de recto. MPR coronal e imágenes axiales de izda. a dcha. PET fusionado a HASTE T2, estudio postcontraste iv (secuencia Vibe), MIP coronal del PET e imágenes axiales de PET a nivel de hilos renales y pelvis. Véase discreto incremento de la intensidad de señal de la grasa en la imagen T1 con supresión grasa (secuencia Vibe) en raíz del mesenterio sugestivo de paniculitis.

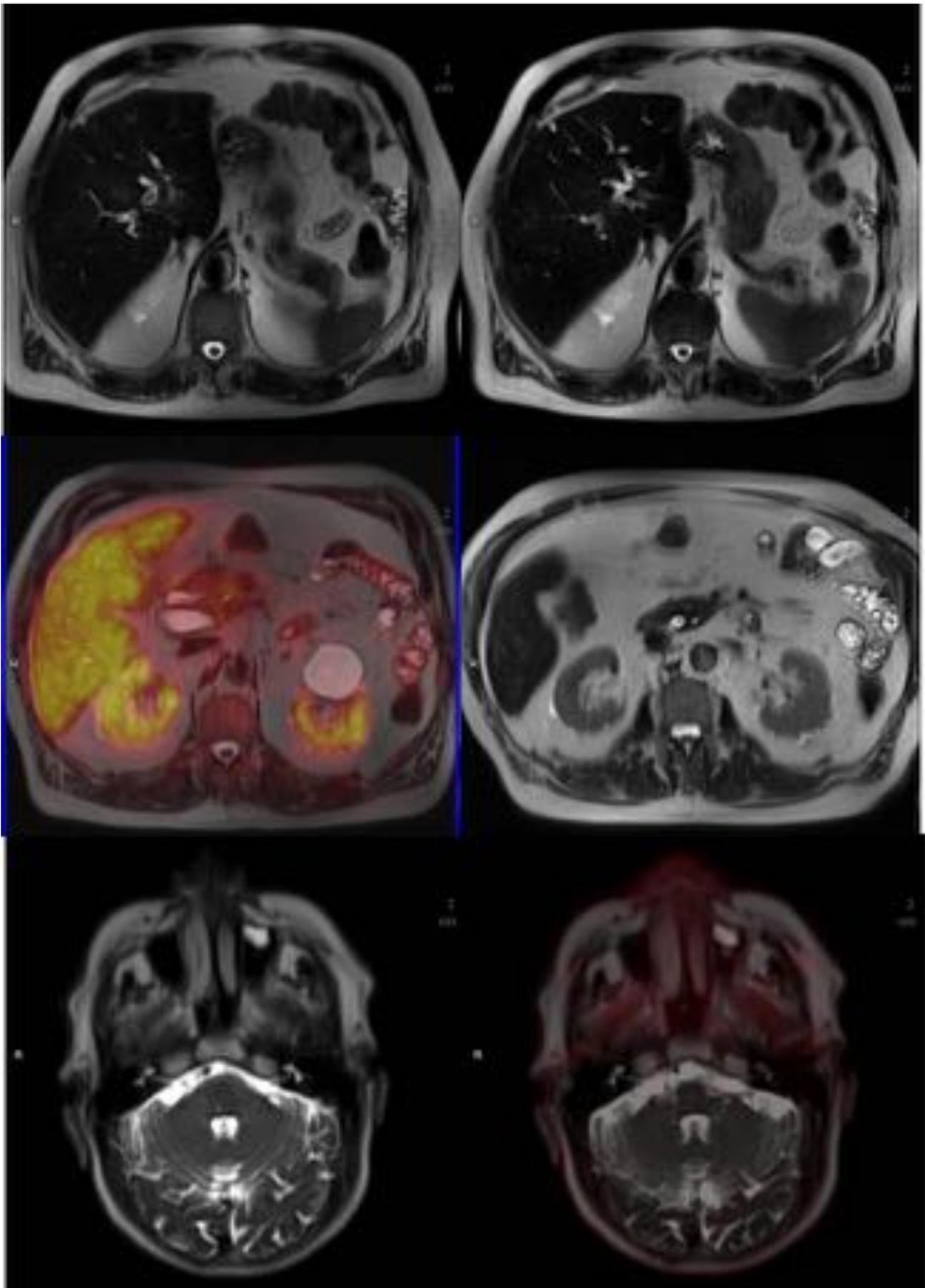


**Fig. 10:** PET-RM de estadificación de cáncer de recto. Arriba lesión en lóbulo hepático izq, probable hemangioma por moderada hiperseñal T2 y realce homogéneo en toda la lesión tardío, sin captación de FDG. Centro: Voluminoso lipoma en adductores raíz muslo dcho. sin realce y sin captación PET, con intensidad de señal similar a la grasa en T2. Abajo: Alteración de señal en base pulmonar izda, sin traducción PET que obliga a realizar TC. De izda. a dcha. HASTE T2, T1 postcontraste y PET.

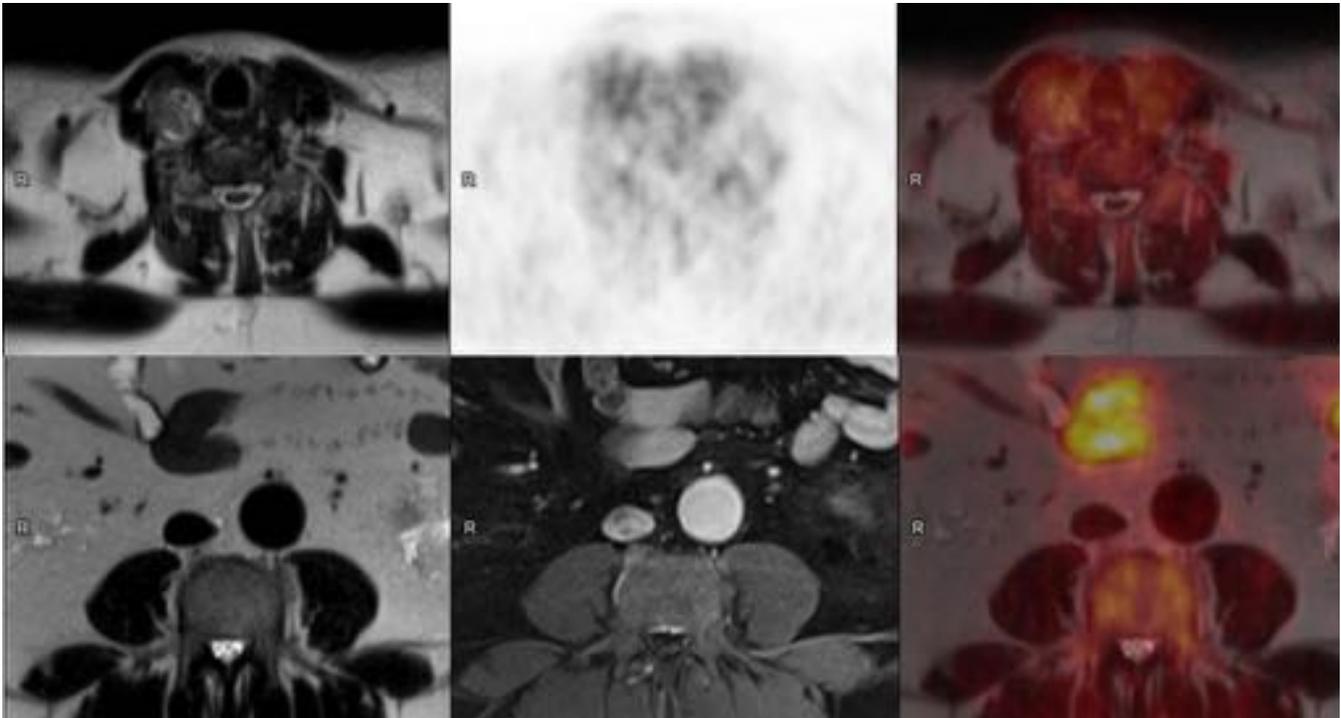


**Fig. 11:** Quistes perineurales en estudio de reevaluación postneoadyuvancia de cáncer de recto. Voluminosos quistes siguiendo el trayecto de raíces neurales derechas hacia el espacio presacro en proximidad de la fascia mesorrectal y del tumor (con evidente captación en PET en la imagen fusionada).

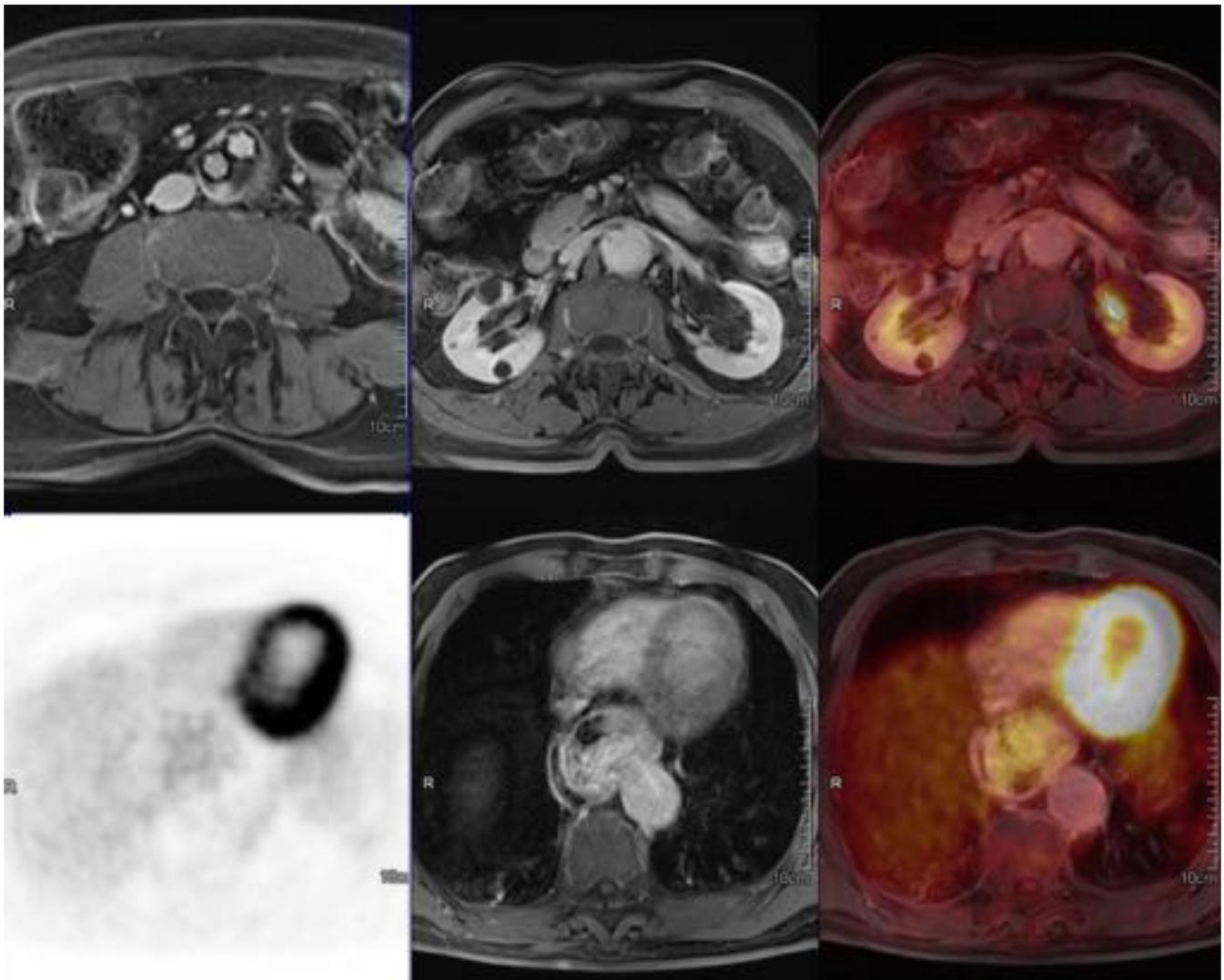
con marcada hiperintensidad de señal en T2, identificados como tal en la cirugía. Arriba secuencias TSE T2 axial y sagital de la pelvis. Abajo TSE T2 coronal y fusión del PET-RM de la pelvis.



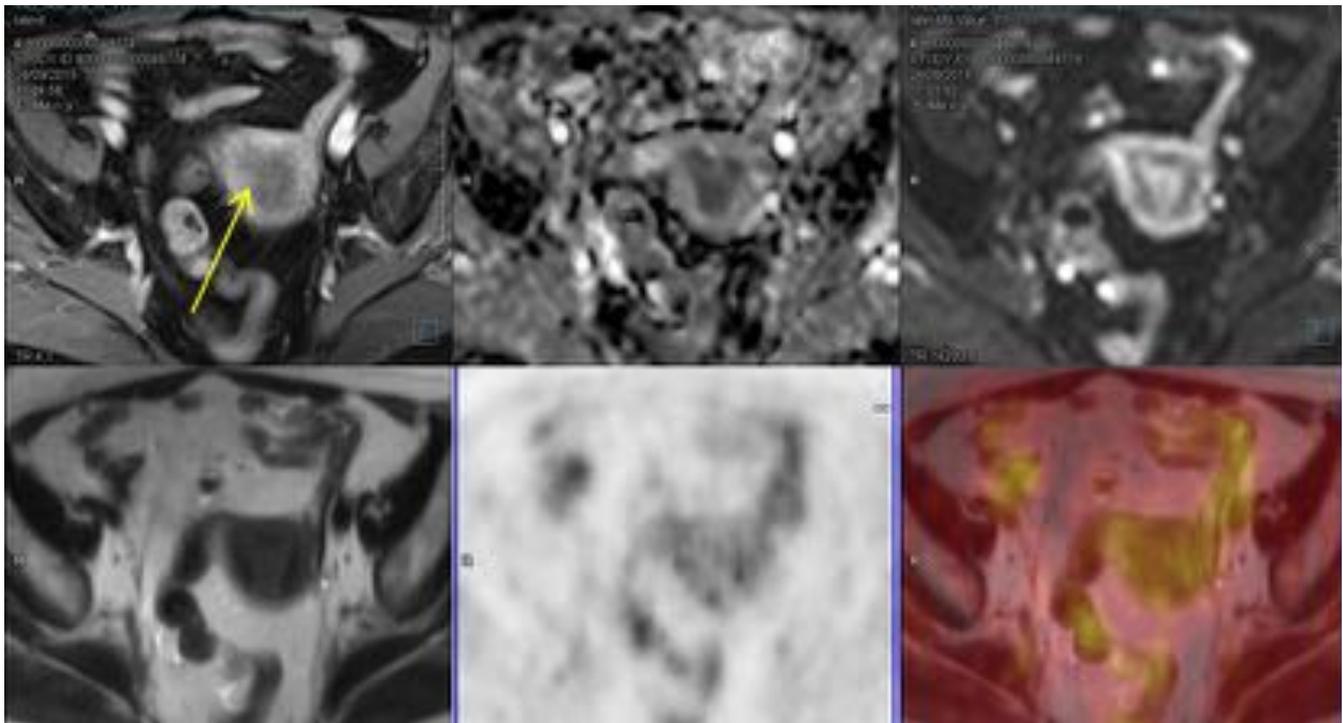
**Fig. 12:** PET-RM de reevaluación de linfoma folicular sin evidencia de enfermedad residual. Coledocolitiasis y litiasis en la confluencia con dilatación significativa de la vía biliar intrahepática. Voluminoso quiste cortical renal izquierdo. Contenido en seno maxilar izq. compatible con quiste mucoso de retención. Secuencia HASTE T2 y fusión con PET, sin captaciones patológicas de FDG.



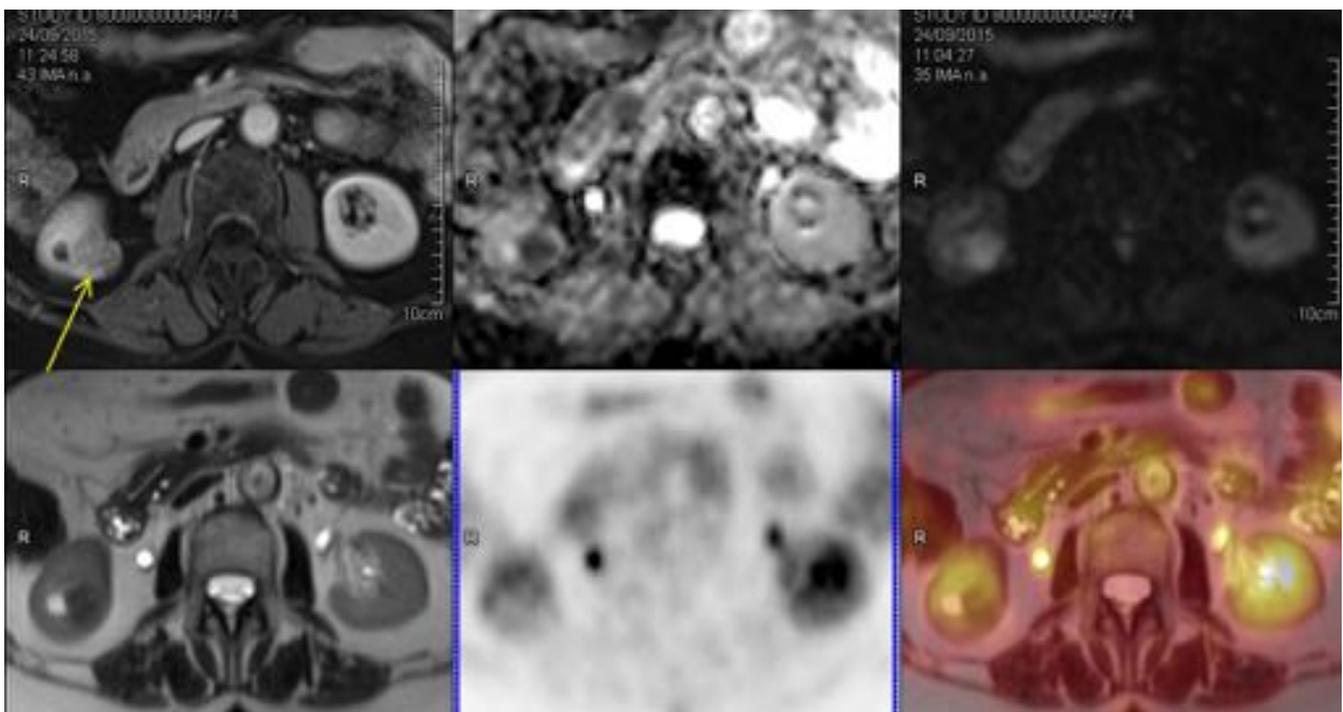
**Fig. 13:** PET-RM de estadificación de cáncer de colon. Hallazgos sin captación en rango patológico de FDG: Arriba: Nódulo tiroideo heterogéneo en lóbulo derecho de 3cm, no conocido que requiere estudio ecográfico. De izq a dcha. HASTE T2, PET y fusión. Abajo: Dilatación de aorta abdominal infrarrenal de 3cm, que requiere seguimiento clínicorradiológico. De izq a dcha. HASTE T2, RM postcontraste y fusión T2 y PET.



**Fig. 14:** PET-RM de seguimiento de linfoma, sin signos de recidiva. Hallazgos en RM: Arriba Izq. secuencia postcontraste iv. Véase fuga en endoprótesis aórtica. Dcha. numerosos quistes parapiélicos y quistes corticales renales. Abajo voluminosa hernia hiatal sin captación en PET (izq.), con llamativo engrosamiento parietal y realce en RM (centro). Fusión PET-RM imágenes de la dcha.

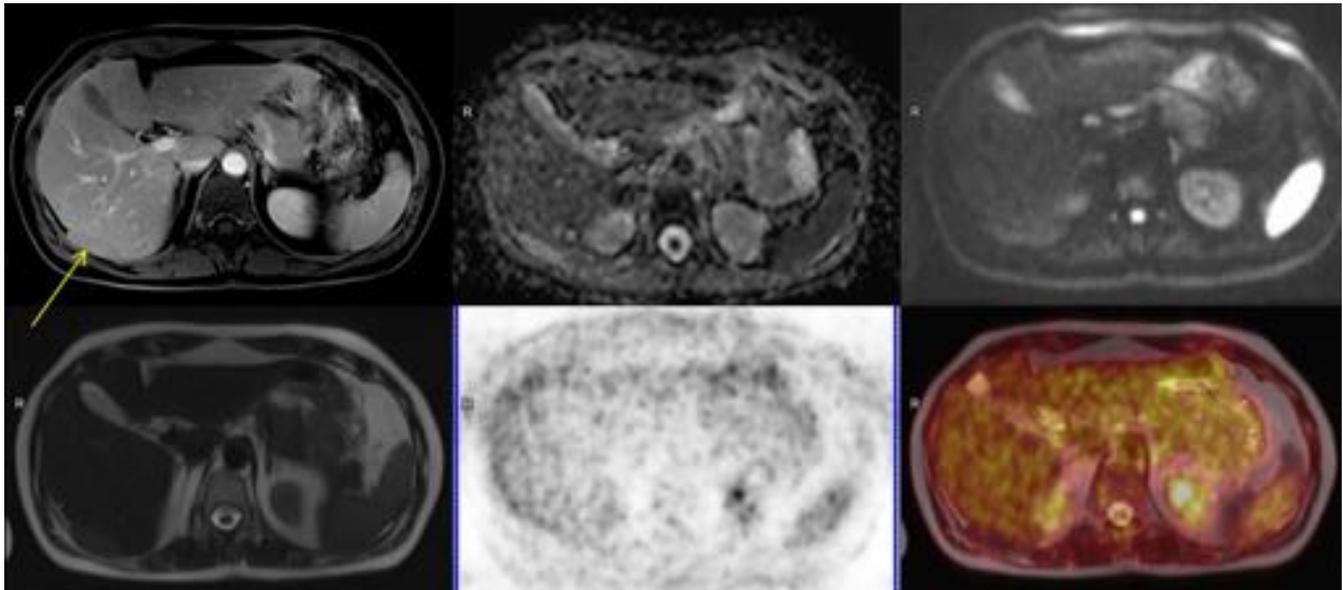


**Fig. 15:** PET-RM para descartar posible recidiva ganglionar de cáncer de tiroides en mujer de 75 años. Como patología concomitante en el estudio de cuerpo completo vemos leve engrosamiento endometrial con restricción de la difusión y captación de FDG con SUV máx. de 2,90, que requiere estudio ginecológico. Arriba: T1 FS postcontraste iv., mapa ADC y difusión con b=1000. Abajo: HASTE T2, PET y fusión de ambos.

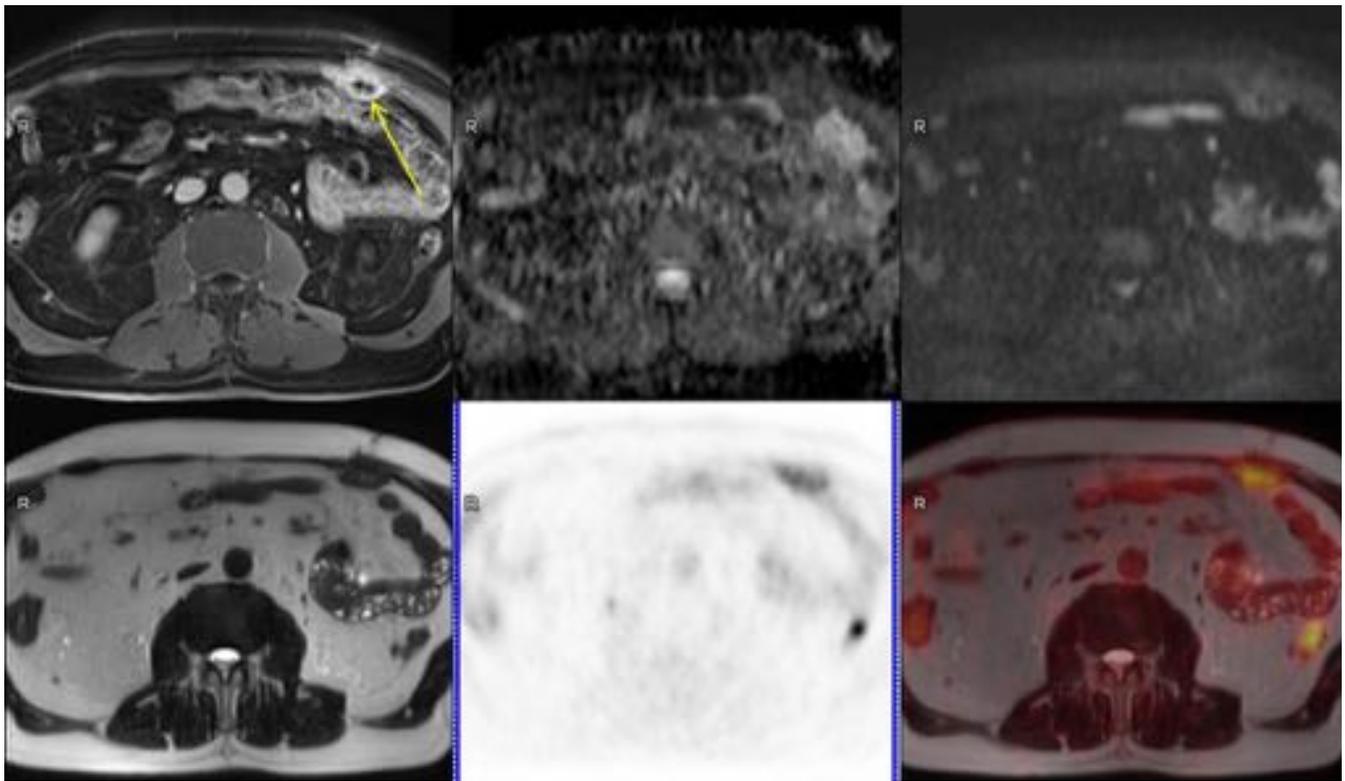


**Fig. 16:** Mismo estudio que en figura anterior. Como hallazgo incidental vemos un nódulo renal derecho, hiperintenso en estudio postcontraste iv., con restricción de la difusión, e hipointenso en T2, que aunque

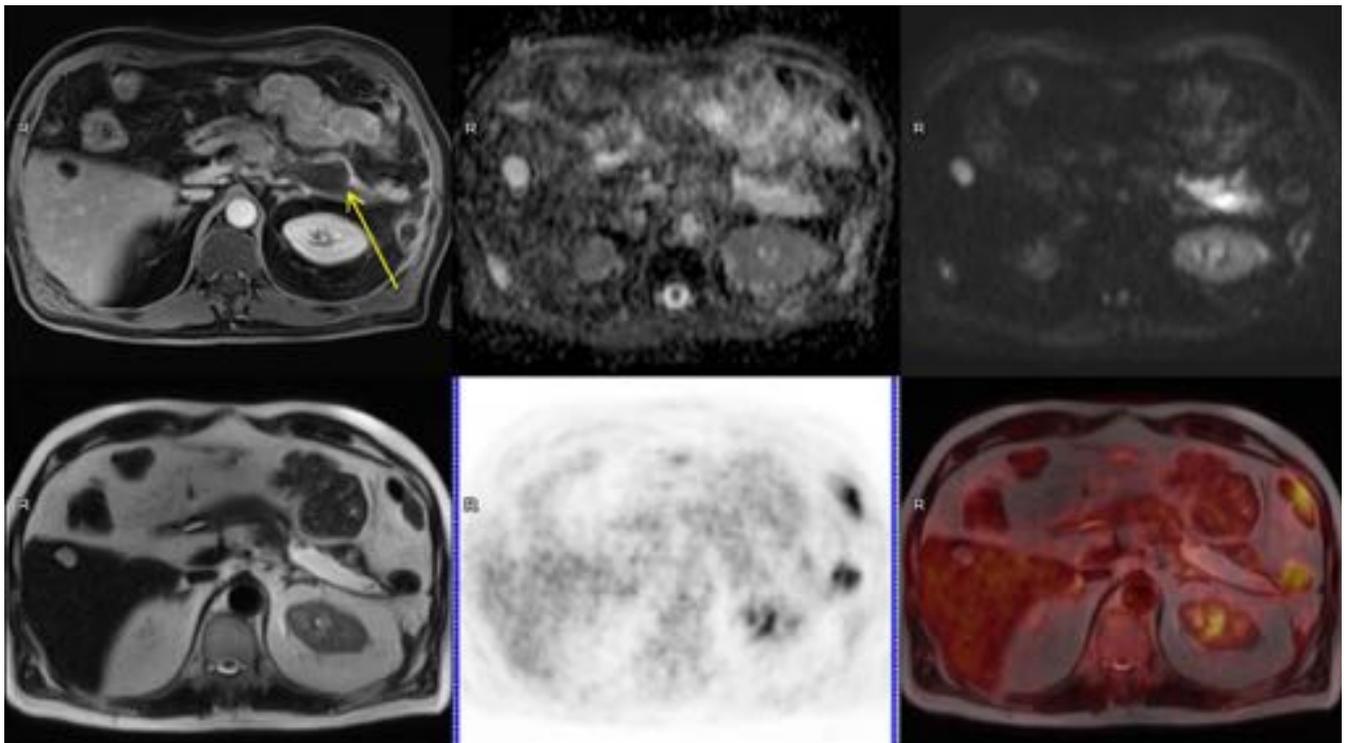
no muestra captación patológica de FDG requiere estudio radiológico dirigido y seguimiento, pues puede corresponder a nódulo sólido o sangrado intraquístico. Arriba: T1 FS postcontraste iv., mapa ADC y difusión con  $b=1000$ . Abajo: HASTE T2, PET y fusión de ambos.



**Fig. 17:** Paciente operado de carcinoma urotelial de bajo grado. Se solicita estudio de PET-RM por recidiva vesical y dudas en afectación ganglionar. Lesión perihepática homogénea bien delimitada, levemente hipointensa al hígado en el estudio postcontraste iv., sin restricción en difusión, levemente hiperintensa al hígado en T2, sin captación en PET, sin criterios de malignidad, probable hematoma. Arriba: T1 FS postcontraste iv., mapa ADC y difusión con  $b=1000$ . Abajo: HASTE T2, PET y fusión de ambos.



**Fig. 18:** PET-RM en seguimiento oncológico de paciente operada de cáncer de páncreas. Lesión peritoneal en pared abdominal heterogénea, con moderada restricción de la difusión en la periferia, hipointensa en T2 y con captación de FDG con SUV máx. de 5,29, que en el contexto obliga a descartar implante peritoneal. La BAG fue de tejido mesotelial reactivo. Arriba: T1 FS postcontraste iv., mapa ADC y difusión con  $b=1000$ . Abajo: HASTE T2, PET y fusión de ambos.



**Fig. 19:** Estudio de PET-RM de caso de la figura anterior. Colección en lecho de resección pancreática. Obsérvese discreta nodularidad y engrosamiento de la pared anterior de la colección, sin captación en el PET en rango patológico. Quiste simple hepático en segmento V. Arriba: T1 FS postcontraste iv., mapa ADC y difusión con  $b=1000$ . Abajo: HASTE T2, PET y fusión de ambos.

## Conclusiones

1. La **doble valoración** e informe conjunto por especialistas en Medicina Nuclear y Radiología de los estudios de PET-RM es fundamental, dada la frecuencia de hallazgos patológicos detectados en resonancia que pasan desapercibidos en PET en ocasiones relevantes o de importancia en el contexto clínico del paciente.
2. La **administración de contraste iv.** confirma hallazgos tales como:
  - Lesiones sólidas hepáticas ya sean benignas, lo cual es importante en el estudio de estadificación inicial para posterior seguimiento con TC, o incluso metástasis hepáticas sin captación en el PET por su pequeño tamaño, demostrando la RM mayor sensibilidad en este caso. De hecho podemos observar también nódulos con criterio de hepatocarcinoma si obtenemos estudio dinámico hepático en casos de sospecha clínica.
  - Lesiones pancreáticas de baja actividad metabólica tales como los tumores neuroendocrinos bien diferenciados, que no demuestran a penas incremento de la captación de  $^{18}\text{F}$ -FDG, indicándose estudio específico con Octreoscan si se requiere mayor especificidad en el diagnóstico.
  - Lesiones quísticas complejas renales u ováricas, con componente sólido nodular o tabiques gruesos con realce significativo, sin captación en el PET ya sea por su pequeño tamaño o por su histología.

## Bibliografía / Referencias

1. Drzezga A, Souvatzoglou M, Eiber M, et al. First clinical experience of integrated whole-body PET/MR: comparison to PET/CT in patients with oncological diagnoses. *J Nucl Med.* 2012;53:845–855.
2. Martinez-Möller A, Souvatzoglou M, Del-so G, et al. Tissue classification as a potential approach for attenuation correction in whole-body PET/MRI: evaluation with PET/CT data. *J Nucl Med* 2009; 50:520–526.
3. Felix Nensa, Karsten Beiderwellen, Philipp Heusch, Axel Wetter. Clinical applications of PET/MR: current status and future perspectives. *Diagn Interv Radiol* 2014;20(5):438-47.
4. Kim JH, Lee JS, Song IC, Lee DS. Comparison of segmentation-based attenuation correction methods for PET/MRI: evaluation of bone and liver standardized uptake value with oncologic PET/CT data. *J Nucl Med* 2012; 53:1878–1882.
5. Hirsch FW, Sattler B, Sorge I, et al. PET/MR in children. Initial clinical experience in paediatric oncology using an integrated PET/MR scanner. *Pediatr Radiol* 2013; 43:860–875.
6. Jadvar H. Competitive advantage of PET/MRI. *Eur J Radiol* 2014;83(1):84-94.
7. Wetter A et al. Combined PET imaging and diffusion-weighted imaging of intermediate

and high-risk primary prostate carcinomas with simultaneous [18F] choline PET/MRI. PLoS One 2014 17;9(7):e101571.

8. Buchbender C et al. Oncologic PET/MRI, Part 1: Tumors of the brain, head and neck, chest, abdomen and pelvis. J Nucl Med 2012;53(6):928-938.
9. Beiderwellen K et al. [18F]FDG PET/MRI vs. PET/CT for whole-body staging in patients with recurrent malignancies of the female pelvis: initial results. Eur J Nucl Med Mo Imaging 2014.
10. Buchbender C et al. Oncologic PET/MRI, Part 2: bone tumors, soft-tissue tumors, melanoma and lymphoma. J Nucl Med 2012(8); 53:1244–1252.
11. Beiderwellen K et al. Depiction and characterization of liver lesions in whole body [18F]-FDG PET/MRI. Eur J Radiol 2013;82(11):e669-75.
12. Beiderwellen K et al. Whole-body [18F]FDG PET/MRI vs. PET/CT in the assessment of bone lesions in oncological patients: initial results. Eur Radiol 2014;24(8):2023-30.