Capítulo 15

Medicina nuclear

F.M. González García, J.A. Vallejo Casas, L. Jiménez Murillo, C. Pacheco Capote, J. Martínez Fernández y F.J. Montero Pérez

INTRODUCCIÓN

La medicina nuclear se basa en la administración intravenosa de radiofármacos (radioisótopo + fármaco), que se distribuyen por el organismo hasta localizarse en su órgano diana específico, y donde pueden detectarse mediante una gammacámara. Las imágenes obtenidas reflejan el metabolismo de un órgano o sistema (imagen funcional) y su distribución espacial (imagen anatómica). Pueden ser: estáticas (planar o rastreos), secuenciales (estudios dinámicos), tomográficas (tomografía computarizada por emisión de fotón único [SPECT]) y, actualmente, imágenes multimodalidad SPECT/TC (híbrido de SPECT y tomografía computarizada [TC]).

Al tratarse de imágenes funcionales es necesario esperar un tiempo entre la administración del radioisótopo y la obtención de la imagen. Durante este período el radiofármaco alcanza su órgano diana (fase vascular) e interacciona específicamente con él (fase de captación), momento en el que se obtienen las imágenes y comienza a eliminarse, fundamentalmente por vía urinaria o hepática.

Con carácter general, no existen contraindicaciones absolutas en las exploraciones urgentes, ya que si la indicación es correcta, el balance riesgo-beneficio siempre es muy favorable. Como contraindicaciones relativas se encuentran el embarazo y la alergia conocida al radiofármaco (casos excepcionales).

INDICACIONES URGENTES DE LA MEDICINA NUCLEAR

Las indicaciones principales y los tipos de exploraciones nucleares urgentes que deben realizarse son las siguientes:

- *Tromboembolia pulmonar (TEP):* gammagrafía de ventilación/perfusión pulmonar.
- *Hemorragia digestiva:* gammagrafía abdominal con coloides o hematíes marcados.
- *Colecistitis aguda:* gammagrafía hepatobiliar.
- *Insuficiencia renal aguda:* renograma isotópico.
- *Infarto agudo de miocardio:* gammagrafía de perfusión miocárdica basal y después del esfuerzo.
- *Síndrome escrotal agudo:* gammagrafía de perfusión escrotal.

GAMMAGRAFÍA DE VENTILACIÓN/PERFUSIÓN

- **Indicación.** Actualmente está indicada cuando no es posible o aconsejable realizar una angio-TC, bien por insuficiencia renal, embarazo o alergia a los contrastes yodados.
- **Fundamento.** Se administra por vía inhalatoria un seudogas (Technegas) o un microaerosol, marcados con ^{99m}Tc, que se distribuye de forma homogénea por todo el espacio alveolar y permite obtener las imágenes de ventilación (anterior, posterior, oblicuas posteriores izquierda y derecha, y oblicuas anteriores izquierda y derecha). Después, se administra una dosis de macroagregados de albúmina marcados con ^{99m}Tc y se realiza el estudio de perfusión pulmonar, obteniendo imágenes en las mismas proyecciones. Deben valorarse todos los segmentos pulmonares, detectando la existencia de concordancia o discordancia entre la ventilación y la perfusión.
- **Hallazgos normales.** En los pacientes sanos, la distribución tanto de la ventilación como de la perfusión es homogénea en ambos pulmones (fig. 15.1). En los pacientes con EPOC, la distribución de ambos radiotrazadores es heterogénea, con múltiples defectos de ventilación que coinciden generalmente (no siempre) con defectos de perfusión (concordancia ventilación/perfusión).
- **Hallazgos patológicos.** La semiología típica consiste en una ventilación normal en zonas sin perfusión en la imagen de perfusión pulmonar (discordancia ventilación/perfusión).
- **Interpretación.** Es imprescindible disponer de una radiografía de tórax reciente (<12 h) y de buena calidad técnica. La estimación es la siguiente:
  - **Probabilidad baja:** es improbable que el cuadro clínico se deba fundamentalmente a una TEP.
  - **Probabilidad alta:** es probable que la TEP justifique la mayor parte del cuadro clínico.
  - **Probabilidad intermedia:** no puede descartarse la TEP del diagnóstico diferencial. Es imprescindible la realización, cuando sea posible, de una angio-TC para confirmar el diagnóstico.

© 2015. Elsevier España, S.L. Reservados todos los derechos

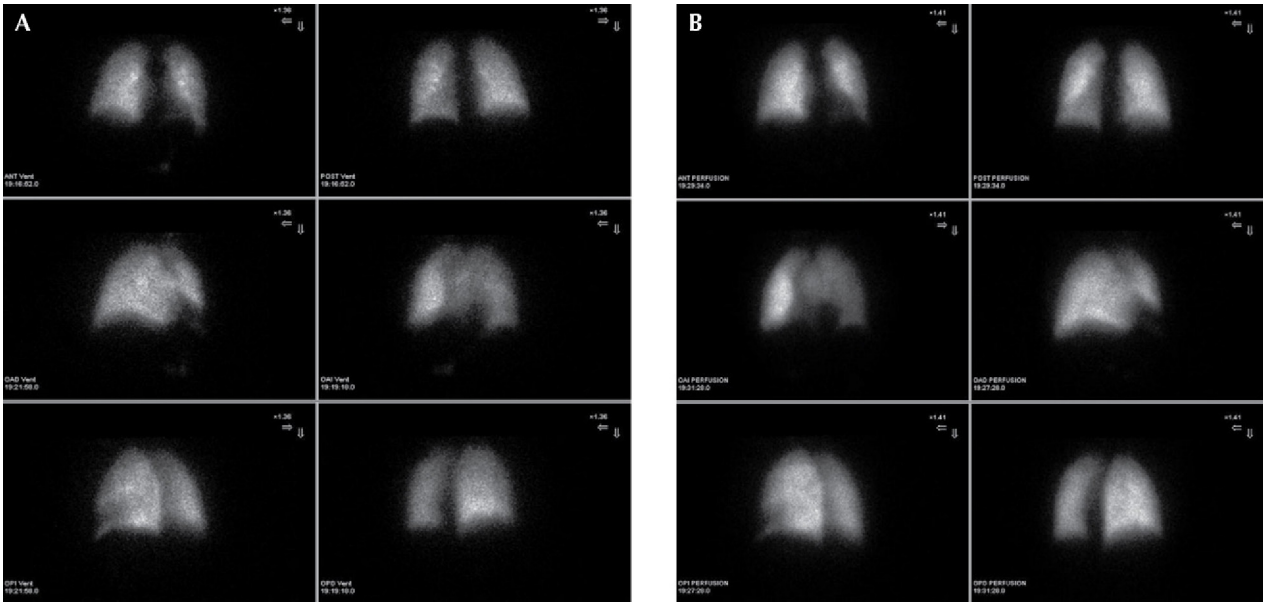


FIGURA 15.1 Estudio normal de perfusión pulmonar (A) y ventilación (B).

GAMMAGRAFÍA ABDOMINAL CON COLOIDES

- **Indicación.** Paciente con cuadro de hemorragia gastrointestinal activa y grave, sin localización del punto hemorrágico y con criterios de indicación quirúrgica urgente.
- **Fundamento.** Se administran por vía intravenosa dosis consecutivas de sulfuro coloidal marcado con ^{99m}Tc. Una vez inyectadas, circulan por el lecho vascular, hasta ser retiradas progresivamente por el sistema reticuloendotelial. La desaparición del lecho vascular es rápida y se visualiza fácilmente cualquier extravasación abdominal.
- **Hallazgos normales.** Después de cada dosis puede verse el paso del trazador en el abdomen, primero por el sistema arterial y después por el venoso, con rápida desaparición de su actividad y acumulación en el bazo, el hígado y la médula ósea.
- **Hallazgos patológicos.** Se detecta un foco hipercaptante extravascular en el abdomen (extravasación a la luz intestinal), que suele progresar por el tubo gastrointestinal, a veces muy rápidamente y en ambas direcciones (anterógrada y retrógrada).
- **Interpretación.** Mediante esta técnica raramente puede identificarse anatómicamente el punto sangrante; sin embargo, permite establecer las siguientes aproximaciones diagnósticas:
  - **Ausencia de hemorragia abdominal:** el estudio concluye, pero no se consiguen evidencias de hemorragia.
  - **Presencia de hemorragia abdominal:** evidencia de hemorragia activa y sus localizaciones probables (intestino delgado, colon derecho, colon izquierdo).

GAMMAGRAFÍA ABDOMINAL CON HEMATÍES MARCADOS

- **Indicación.** Paciente con cuadro de hemorragia gastrointestinal activa y grave, sin localización del punto hemorrágico y sin criterios de indicación quirúrgica urgente.
- **Fundamento.** Se administran hematíes autógenos marcados con ^{99m}Tc, que una vez inyectados circulan por el lecho vascular y permanecen en él hasta finalizar el estudio. Permiten una exploración prolongada del paciente, aunque para detectar la hemorragia es necesario un sangrado mayor.
- **Hallazgos normales.** Después de la administración, se visualiza en el abdomen el paso del trazador, primero por el sistema arterial y después por el venoso, con acumulación en los grandes vasos venosos abdominales, el hígado y el bazo.
- **Hallazgos patológicos.** Se detecta un foco hipercaptante extravascular en el abdomen (extravasación a la luz intestinal), que suele progresar por el tubo gastrointestinal (fig. 15.2), a veces muy rápidamente y en ambas direcciones (anterógrada y retrógrada).
- **Interpretación.** Es idéntica a la gammagrafía con coloides.

GAMMAGRAFÍA HEPATOBILIAR

- **Indicación.** Paciente con alta sospecha clínica de colecistitis aguda con estudio ecográfico dudoso o negativo. Tiene el inconveniente de que las condiciones óptimas de realización implican un ayuno de menos de 12-24 h.
- **Fundamento.** Se administran por vía intravenosa derivados del ácido iminodiacético (IDA) marcados con ^{99m}Tc (generalmente BrIDA). Este es captado por los hepatocitos y secretado al árbol biliar, alcanzando primero los conductos hepáticos (derecho e izquierdo) y luego el colédoco hasta llegar al duodeno. Cuando el esfínter de Oddi se encuentra cerrado el trazador pasa por el conducto cístico hasta rellenar la vesícula biliar. Si esta no se visualiza a los 60 min, se administra una pequeña dosis de morfina para contraer el esfínter de Oddi y se continúa el estudio durante otros 30 min.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

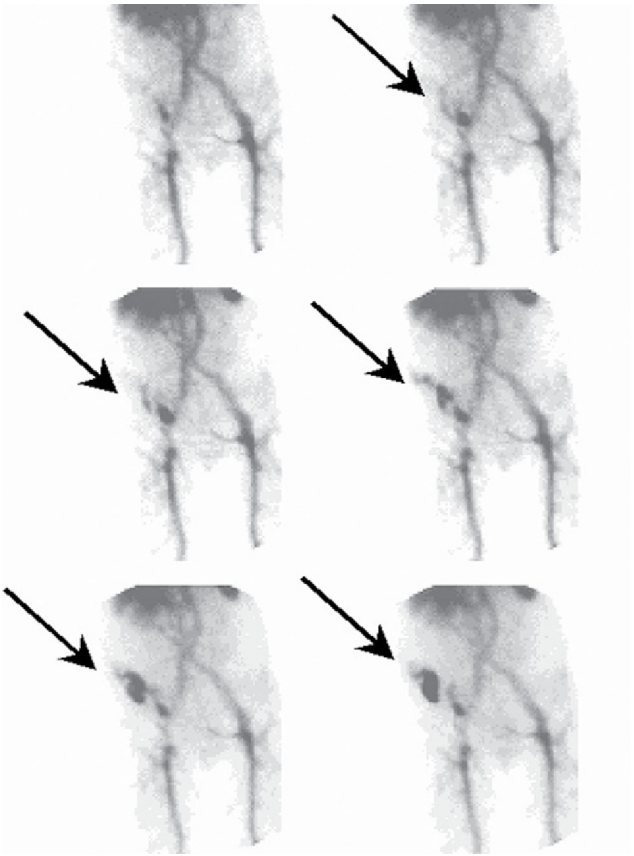


FIGURA 15.2 Gammagrafía abdominal con hematíes marcados, positiva para hemorragia activa: extravasación en fosa ilíaca derecha, que incrementa su intensidad y extensión a lo largo del estudio, siguiendo el trayecto de las asas intestinales.

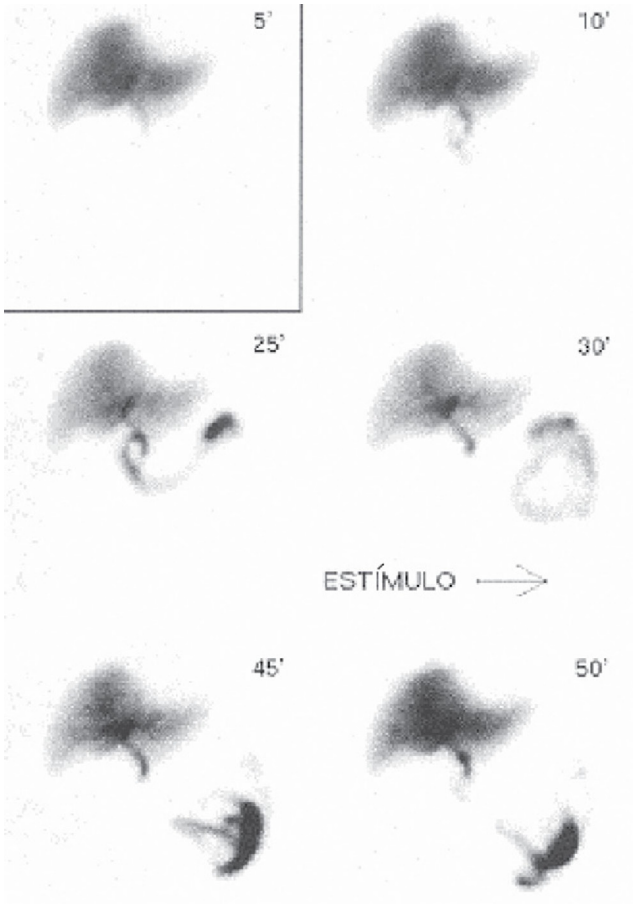


FIGURA 15.3 Gammagrafía hepatobiliar en colecistitis aguda: no se visualiza actividad vesicular a pesar de la administración de morfina.

- **Hallazgos normales.** Visualización de actividad en el parénquima hepático, los conductos hepáticos, el colédoco, la vesícula biliar y paso de actividad a la luz intestinal, todo ello antes de transcurridos 60 min desde la inyección del radiotrazador.
- **Hallazgos patológicos.** Durante los primeros 60 min no se visualiza la vesícula biliar. Después de la administración de morfina puede ocurrir que se visualice o que continúe invisible (fig. 15.3).
- **Interpretación.** Es la siguiente:
  - **Estudio normal:** visualización de la vesícula biliar antes de los 60 min después de la inyección.
  - **Colecistitis aguda:** no se visualiza la vesícula después de 30 min del estímulo con morfina.
  - **Otros:** se visualiza la vesícula antes de transcurridos 30 min después del estímulo con morfina. Puede deberse a colecistitis crónica o a falsos positivos y negativos de la técnica, generalmente relacionados con ayuno prolongado.

RENOGRAMA ISOTÓPICO

- **Indicación.** Paciente sin antecedentes de nefropatía y con sospecha de trombosis renal arterial o venosa unilateral, o con oligoanuria brusca de causa desconocida.
- **Fundamento.** Se administra, por vía intravenosa, MAG3 marcado con ^{99m}Tc. Este radiotrazador es captado por el riñón y eliminado por secreción tubular hacia las vías urinarias. Permite valorar globalmente la función renal, estudiando las fases de flujo arterial y venoso, la fase parenquimatosa y la fase excretora. Si se sospecha obstrucción, se administra furosemida antes de comenzar el estudio y se fuerza la hidratación.
- **Hallazgos normales.** Buena perfusión bilateral, intensa captación parenquimatosa y rápida eliminación hacia el sistema pielocalicial, los uréteres y la vejiga.
- **Hallazgos patológicos.** Disminución unilateral o bilateral de la perfusión arterial o la captación parenquimatosa, o retención del trazador en cualquier punto del sistema excretor, sin respuesta adecuada a la hidratación o a la administración de diuréticos.
- **Interpretación.** Es la siguiente:
  - **Trombosis arterial:** imagen de defecto de captación en el riñón (menor actividad en el riñón que en los tejidos que lo rodean) durante todas las fases del renograma (fig. 15.4).
  - **Trombosis venosa:** pobre perfusión, escasa y retrasada captación parenquimatosa en un riñón aumentado de tamaño. No suele visualizarse actividad en el sistema pielocalicial, o es escasa o muy tardía.

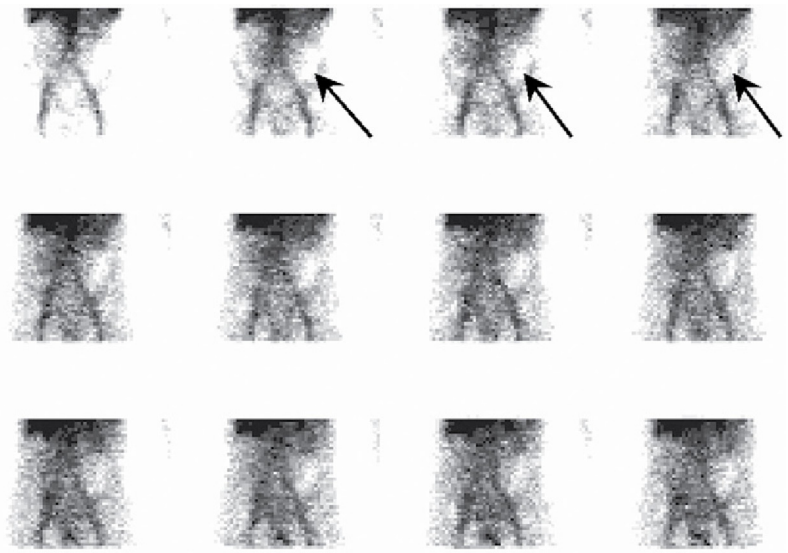


FIGURA 15.4 Renograma isotópico en una trombosis de la arteria renal: imagen fotopénica o «fría» en zona correspondiente al trasplante, justificada por la falta de flujo arterial renal *(flechas)*.

- **Necrosis tubular aguda:** buena perfusión renal, progresiva e intensa captación parenquimatosa. No suele visualizarse actividad en el sistema pielocalicial, o es escasa o muy tardía.
- **Nefropatía parenquimatosa grave:** escasas perfusión y captación renales (casi igual que los tejidos que lo rodean), y escasa y tardía producción de orina.
- **Uropatía obstructiva aguda:** perfusión y captación parenquimatosa conservadas, con defecto de captación correspondiente a las vías intrarrenales dilatadas, y retención de la actividad en las vías urinarias que no responde a la administración de diuréticos.

GAMMAGRAFÍA DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA BASAL

- **Indicación.** Paciente con dolor torácico atípico, sin sospecha de angina inestable, con electrocardiograma no interpretable (bloqueo de rama izquierda) y acompañado de una elevación enzimática cardíaca no concluyente.
- **Fundamento.** Se administra tetrofosmin o sestamibi por vía intravenosa marcados con ^{99m}Tc, que se distribuye por el miocardio en función de su irrigación.
- **Hallazgos normales.** Distribución relativamente homogénea del trazador por todo el ventrículo izquierdo.
- **Hallazgos patológicos.** Defecto de captación en cualquier localización miocárdica (fig. 15.5).
- **Interpretación.** Es la siguiente:
  - **Perfusión miocárdica normal:** no necesita ingreso urgente y puede seguirse estudio ambulatorio. Se interpreta como paciente sin coronariopatía, o con ella pero sin isquemia en el momento del estudio.
  - **Perfusión miocárdica patológica:** debe ingresar para completar el estudio, ya que puede tratarse de una isquemia miocárdica aguda, un infarto agudo de miocardio o una cicatriz de un infarto previo.

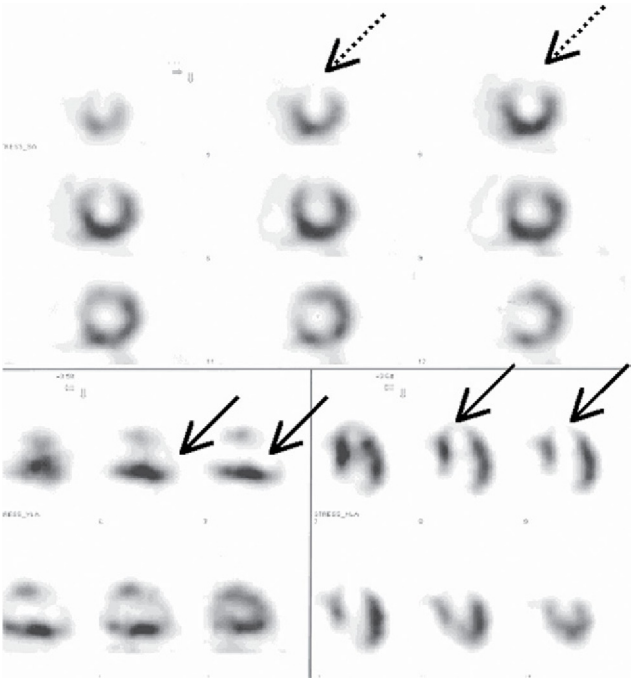


FIGURA 15.5 Tomografía de perfusión miocárdica patológica: defecto de perfusión en la cara anterior miocárdica, evidenciada fundamentalmente en los cortes de eje corto *(flechas discontinuas)* y en el ápex cardíaco *(flechas continuas)*.

GAMMAGRAFÍA DE PERFUSIÓN ESCROTAL

- **Indicación.** Es un exploración de segunda línea, que está indicada cuando no se ha podido realizar una ecografía Doppler. Se realiza a los pacientes con dolor testicular de menos de 6 h de evolución y sospecha de torsión testicular aguda.
- **Fundamento.** Se administra un radiotrazador por vía intravenosa, lo que permite visualizar su paso arterial y la fase de *pool* sanguíneo en la región escrotal.

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

- **Hallazgos normales.** Se evidencia una distribución homogénea de la vascularización arterial y del *pool* sanguíneo en ambos hemiescrotos.
- **Hallazgos patológicos.** Asimetría entre ambos hemiescrotos en la fase de vascularización arterial, en la del *pool* sanguíneo o en ambas.
- **Interpretación.** Es la siguiente:
  - **Torsión testicular aguda:** fase arterial con imagen de colapso (se ve raramente) y fase de *pool* con disminución de la actividad en el hemiescroto doloroso.
  - **Orquiepididimitis:** aumento de la actividad, tanto en la fase arterial como en la de *pool* sanguíneo, en el hemiescroto doloroso. Puede estar aumentado de tamaño y la actividad puede tener una distribución heterogénea en el lado afectado.
  - **Otros:** la torsión diferida se evidencia como un aumento de la actividad en forma de anillo en el hemiescroto doloroso, con un defecto de captación situado en la localización del testículo (fig. 15.6).



FIGURA 15.6 Imagen gammagráfica de torsión diferida: zona fotopénica en el área testicular izquierda rodeada de un halo hipercaptante.

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Amini B, Patel CB, Lewin MR, Kim T, Fisher RE. Diagnostic nuclear medicine in the ED. Am J Emerg Med 2011;29:91-101.

Freeman LM, Glaser JE, Haramati LB. Planar ventilation-perfusion imaging for pulmonary embolism: the case for "outcomes" medicine. Semin Nucl Med 2012;42:3-10.

Uliel L, Mellnick VM, Menias CO, Holz AL, McConathy J. Nuclear medicine in the acute clinical setting: indications, imaging findings, and potential pitfalls. Radiographics 2013;33:375-96.