

TECNICAS DE MEDICINA NUCLEAR EN URGENCIAS

Autores:

José Manuel Jiménez-Hoyuela García, Angel Rebollo Aguirre, Gloria Inmaculada Mestre Reoyo* y
Andrés Buforn Galiana*

José Manuel Jiménez-Hoyuela García. Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Virgen
de la Victoria. Málaga

Angel Custodio Rebollo Aguirre. Servicio de Medicina Nuclear, Hospital Universitario Virgen de la
Victoria. Málaga

Gloria Inmaculada Mestre Reoyo. Servicio de Urgencias, Hospital Universitario Virgen de la Victoria.
Málaga

Andrés Buforn Galiana. Servicio de Urgencias, Hospital Universitario Virgen de la Victoria. Málaga

Correspondencia:

Dr. José Manuel Jiménez-Hoyuela García

Servicio de Medicina Nuclear

Hospital Universitario Virgen de la Victoria

Campus Universitario de Teatinos s/n

29010-Málaga

Teléfono: 95-2649399

TECNICAS DE MEDICINA NUCLEAR EN URGENCIAS

Las técnicas de Medicina Nuclear que tienen utilidad en procesos con características urgentes son limitadas. En la actualidad, consideramos que las más representativas en nuestro medio son las que se exponen en estas líneas, destacando entre éstas, tanto por su frecuencia de utilización como por la importante información que nos proporciona, la gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión.

El crecimiento del número de servicios de medicina nuclear en nuestros hospitales, así como la disponibilidad real de los procedimientos isotópicos, han conseguido la generalización del uso de estas técnicas y la posibilidad de disponer de las mismas para diferentes procesos de carácter urgente.

Exponemos de manera somera y situadas en su correspondiente contexto clínico, el uso que debemos realizar y los datos que podemos obtener de las técnicas isotópicas en urgencias. No podemos olvidar un matiz fundamental con relación a otras técnicas de imagen, pues a diferencia de la radiología que nos aportará información morfológica, las técnicas de medicina nuclear nos proporcionarán fundamentalmente información de carácter funcional.

Las técnicas que describiremos serán:

1. Confirmación de la muerte cerebral
2. Urgencias en aparato genitourinario
3. Urgencias del aparato digestivo
4. Gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión para el diagnóstico del tromboembolismo pulmonar

CONFIRMACION DE MUERTE CEREBRAL

Desde hace aproximadamente una década la técnica de la angiogammagrafía cerebral con radionúclidos, ocupa un lugar importante entre las que disponemos en la actualidad para la confirmación de muerte cerebral. Sólo razones de carácter funcional, como son la práctica ausencia en nuestro país de gammacámaras portátiles y la limitación de horario laboral continuo de muchos Servicios de medicina nuclear, han limitado su generalización.

Los estudios de muerte cerebral han ido adquiriendo cada vez mayor importancia desde el inicio de los programas de trasplantes de órganos ¹. La mayor precisión de las técnicas de soporte vital y el aumento de la demanda de donantes, han provocado un creciente interés por conseguir métodos seguros que identifiquen precozmente la existencia de una pérdida irreversible de las funciones cerebrales del paciente. Es ésta realidad última, la que globaliza en la actualidad la definición de muerte, denominada como muerte encefálica, lo que supone el cese irreversible de todas las funciones encefálicas ².

La gammagrafía de perfusión cerebral evalúa la perfusión cerebral regional. Para esto un trazador de flujo es marcado con un isótopo e inyectado intravenosamente al paciente. La acumulación de este radiofármaco en las diferentes regiones cerebrales será proporcional al flujo cerebral existente, lo que proporcionará importante información funcional que otras técnicas estructurales no obtendrán.

Métodos de confirmación de muerte encefálica

Aunque se han desarrollado numerosas técnicas para la confirmación de muerte cerebral: EEG, potenciales evocados, etc, muchas presentan importantes limitaciones. Las que presentan mayor grado de fiabilidad y precisión son las técnicas de imagen que examinan el estado del flujo sanguíneo cerebral. Es aceptado que el cese del flujo intracerebral es incompatible con la viabilidad del tejido neuronal. Esta información es definitiva para la confirmación de muerte cerebral en circunstancias como el coma barbitúrico, situación frecuente en pacientes que pueden ser candidatos a donantes de órganos.

La panarteriografía cerebral, con o sin sustracción digital, constituye la prueba de referencia (patrón oro) para el diagnóstico de muerte encefálica; esta técnica incluye la angiografía de 4 troncos: 2 angiografías carotídeas y 2 angiografías vertebrales. Es un procedimiento agresivo, complejo, caro, y que presenta además importantes riesgos derivados del uso de contrastes, así como de los traslados y movilización de un paciente en estado crítico.

La ecografía doppler intracraneal es usada muy frecuentemente para la valoración de pacientes en coma ³. Permite con bastante fiabilidad detectar falta de perfusión cerebral, aunque en realidad no detecta ésta de manera directa, sino que examina la velocidad del flujo sanguíneo de una forma semicuantitativa. No puede utilizarse en todos los pacientes,

especialmente para la valoración de las regiones temporal y occipital, y es de manera considerable operador dependiente ^{4,5}.

Los estudios de perfusión encefálica con radiofármacos (angiogramografía cerebral), presentan una estupenda correlación con la angiografía de 4 vasos, lo que ha hecho que unido a su mayor facilidad de realización y alta precisión diagnóstica, pueda sustituir a ésta en un futuro próximo como técnica de referencia ⁶.

Otros métodos, como la angio-resonancia magnética, no están validados de una manera suficiente y son de difícil realización en pacientes en estado crítico ⁷.

Generalidades técnico-prácticas de la angiogramografía cerebral

Los radiotrazadores empleados para el estudio de la perfusión cerebral están marcados con Tecnecio-99 metaestable (Tc-99m), y son el Tc-99m-HMPAO (hexametil-propileno-amino-oxima), y el Tc-99m-ECD (bicisato). Son compuestos lipofílicos que atraviesan la barrera hematoencefálica, son extraídos del torrente sanguíneo con alta eficiencia de primer paso, y quedan retenidos en el tejido cerebral viable, siendo la captación regional y el grado de retención dependientes del flujo. Detallaremos las características fundamentales del Tc-99m-HMPAO debido a que es el trazador más generalizado ⁸.

El Tc-99m-HMPAO es un radiofármaco que es capaz de atravesar la barrera hematoencefálica intacta debido a su liposolubilidad, mediante un proceso de difusión pasiva. Presenta una importante tasa de extracción de primer paso, cercana al 80%. La fijación tisular se produce por oxidación intracelular a un compuesto hidrofílico, mediada por glutatión. No redistribuye posteriormente y una cantidad sustancial permanece en cerebro durante las primeras 24 horas. La acumulación en el tejido cerebral se produce de manera proporcional al flujo sanguíneo cerebral ^{9,10}.

La exploración se realiza en el servicio de medicina nuclear, o en el caso que existiera gammacámara portátil en la misma cama del paciente, cuidando en ambas situaciones las medidas habituales de radioprotección. Lo primero que realizaremos y previamente a la administración intravenosa del radiotrazador al paciente, será el control de calidad del radiofármaco, pues durante la formación del complejo lipofílico Tc-99m-HMPAO pueden aparecer algunos contaminantes (Tc-99m-reducido, compuesto hidrofílico Tc-99m-HMPAO) en diferente grado. Si habitualmente procuramos conocer el grado de pureza radioquímica obtenido, en esta indicación, por su trascendencia y consecuencias

legales, es obligado. De esta manera, deberíamos rechazar todos los marcajes que contengan menos del 85% de actividad en forma liposoluble.

La administración del radiotrazador al paciente se realizará en forma de bolo en una vía venosa, lo más central posible. Hay que realizar control de la presión arterial previamente a la inyección del radiofármaco, pues si los valores sistólicos son inferiores a 80 mmHg en adultos, o 60 mmHg en niños, no es recomendable la realización de esta técnica. Esto es porque podría alterarnos los resultados, pues podría existir hipoperfusión cerebral temporal debida a bajo gasto cardíaco⁴. Se debe administrar una dosis estándar del radiofármaco, de 740 MBq para adultos y de 185 MBq para niños.

Para la obtención de las imágenes, colocaremos la camilla de transporte del paciente bajo el detector de la gammacámara, posicionando de esta forma la cabeza en posición anterior, centrada sobre el campo del detector. De manera habitual obtendremos una fase angiogramagráfica de una duración total de 1 minuto, seguida a continuación de imágenes anterior y laterales de cráneo de unos 5 minutos de duración, que constituirán la fase parenquimatosa. El tiempo empleado en conjunto en toda la exploración está alrededor de 20 minutos.

Resultados generales y Conclusiones

Para la interpretación de las imágenes como indicativas de muerte encefálica, debemos constatar la ausencia de flujo sanguíneo encefálico. Este hallazgo se manifiesta como captación parenquimatosa cerebral nula, tanto en hemisferios cerebrales como en fosa posterior. Según los datos publicados, esta técnica presentaría una sensibilidad y especificidad del 100%⁶.

En consecuencia las principales ventajas que aportaría la angiogramagrafia para la confirmación de muerte cerebral son el presentar una completa precisión diagnóstica aportando el diagnóstico definitivo, su mínima variabilidad en cuanto no se afecta por la historia clínica previa del paciente, y su relativa facilidad de realización e interpretación con relación a otras posibles técnicas alternativas.

Para terminar interesaría recalcar las principales indicaciones de este procedimiento⁶:

- Cuando falte alguno de los requisitos necesarios para la validez de la exploración clínica y el EEG.

- Cuando las circunstancias clínicas del paciente previas a la instauración de la situación de coma, no permitan una completa y correcta valoración neurológica del mismo
- Cuando desde el punto de vista clínico exista una situación dudosa y no concluyente sobre la existencia del cese de todas las funciones cerebrales
- Otras circunstancias, por las causas que fueren (médico-legales, etc), que necesiten una prueba documental de la muerte encefálica

URGENCIAS EN APARATO GENITOURINARIO

Las causas más frecuentes de indicaciones de carácter urgente en Medicina Nuclear relacionadas con procesos genito-urinarios, son el síndrome del escroto agudo y las complicaciones del trasplante renal.

Síndrome del escroto agudo

La valoración del dolor escrotal constituye un hecho relativamente frecuente en la práctica clínica habitual. El diagnóstico diferencial entre torsión del cordón espermático y otras causas de dolor escrotal agudo, es la indicación principal para la realización de la gammagrafía testicular. Entre las causas de dolor escrotal agudo se encuentran fundamentalmente procesos inflamatorios como la epididimitis, aunque también con menor frecuencia hay que considerar dentro de este síndrome otros cuadros como la torsión de los anejos testiculares, la orquitis traumática y una miscelánea de procesos entre los que se encuentran tumores, hidrocele y orquitis de origen vírico.

Es fundamental realizar un correcto diagnóstico diferencial, y a veces es difícil desde el punto de vista clínico, distinguir entre la torsión testicular aguda, que requiere un abordaje quirúrgico urgente, y la epididimitis aguda que necesita un tratamiento médico. En relación directa con estas circunstancias, no podemos dejar de considerar que las torsiones no tratadas conducen a la muerte testicular.

Es en esta situación, donde las técnicas de medicina nuclear, la angiogammagrafía testicular, juega un importante papel para la valoración escrotal, especialmente antes de transcurrir las primeras 24 horas desde el comienzo de la sintomatología. La sensibilidad y especificidad en estas circunstancias son aproximadamente del 95%, y no está recomendada

su realización si el dolor y la inflamación presentan un tiempo de evolución mayor de 24 horas ^{11,12,13}.

Entre las técnicas radiológicas complementarias, se ha extendido en los últimos años el uso del eco-doppler color para la valoración escrotal. Parece que aporta excelentes resultados, pero no disponemos aún de series amplias comparativas de su eficacia diagnóstica ¹⁴.

Para la realización de la imagen gammagráfica, debemos tener en cuenta algunas cuestiones prácticas con objeto de facilitar la posterior interpretación de las mismas. El paciente se posicionará debajo del detector de la gammacámara, en decúbito supino con los muslos ligeramente separados. El pene se colocará hacia atrás y hacia arriba, sujeto con esparadrapo o tira adhesiva a la región hipogástrica, fuera del área de los testículos, con objeto de que no se interponga en el campo de visión. El escroto suspendido con unas gasas, se sobreeleva ligeramente. También utilizaremos una pequeña tira de plomo colocada sobre el rafe medio que nos permita separar ambos hemiescrotos, así como referencias anatómicas diversas que nos faciliten la correcta interpretación. A veces puede ser útil colocar por debajo una fina plancha de plomo, que disminuya la actividad de fondo durante la imagen. En resumen, nos será de especial importancia identificar y separar los testes, posicionándolos con la mayor simetría respecto a la línea media y a similar distancia del detector.

La evaluación gammagráfica incluye la realización de una angiogammagrafía para examinar el flujo arterial, y posteriormente la adquisición de imágenes estáticas, que nos permitirá valorar la perfusión tisular. Dentro de las imágenes estáticas, realizaremos al menos dos, la primera al minuto y la segunda a los cinco minutos postinyección. El estudio se realiza mediante la administración intravenosa en bolo de 370 MBq a 740 MBq de Tc99m-pertecnetato en adultos, recomendándose para niños la dosis de 135 MBq.

La imagen escrotal gammagráfica en condiciones de normalidad, muestra un aumento difuso de actividad en la región del escroto en el momento de la llegada del bolo, aunque más débil que la actividad de la zona, pues la actividad que circula por ellos es mínima en comparación con las arterias ilíacas. Por tanto, durante la fase angiográfica podremos visualizar los vasos arteriales ilíacos, femorales y pudendos, sin que podamos hacerlo con los vasos del cordón. A lo largo del estudio, tanto en la primera fase dinámica como en la posterior estática, podemos visualizar como las dos mitades simétricas escrotales perfunden simétricamente, y con un grado de intensidad de características similares al muslo. El pene se identifica cranealmente como un área hipercaptante. A los pocos minutos de la inyección,

podremos evidenciar la excreción urinaria del radiotrazador, en este caso Tc99m-pertecnetato, a la vejiga ^{11,12}.

Desde el punto de vista clínico la torsión testicular aguda se presenta de manera brusca con dolor escrotal intenso, con hinchazón hemiescrotal, y generalmente precedida por historia reciente de trauma. La mayor predisposición se da en adolescentes prepuberales, existiendo otro pico que afecta a recién nacidos. Propiamente la torsión se produce en el cordón espermático, como consecuencia del giro efectuado por el teste sobre su eje, y es favorecida por una alteración congénita con pérdida de la fijación normal, lo que provoca la adopción de una posición transversa e hipermovilidad. Como ya se ha apuntado, la torsión del cordón si es completa, produce el cese del aporte sanguíneo y el consiguiente daño tisular irreversible en pocas horas, por lo que constituye una urgencia quirúrgica. En la torsión testicular aguda, cuando han transcurrido menos de 24 horas, la imagen gammagráfica puede mostrar en las primeras imágenes, las denominadas imágenes dinámicas, una perfusión de aspecto normal o discreta disminución de flujo en el lado afecto, mostrando las imágenes estáticas un área fopénica que envuelve al hemiescrotal afectado, como consecuencia del testículo isquémico. Aunque no siempre, puede que visualizemos actividad en los vasos del cordón en áreas próximas a la zona de torsión, por estas razones el diagnóstico de torsión testicular aguda no puede ser realizado en base a la demostración de disminución de flujo. Si el estudio gammagráfico no muestra hallazgos patológicos significativos, pero existe una fuerte sospecha clínica, no podemos descartar de manera absoluta la existencia de torsión testicular. La torsión en fase tardía, cuando han transcurrido más de 24 horas, muestra una perfusión aumentada de los tejidos que rodean el testículo afectado, generando un halo de actividad alrededor del escrotal con una lesión fría en su interior ^{15, 16, 17}.

Una patología con la que con cierta frecuencia hay que realizar el diagnóstico diferencial con la torsión testicular, es la torsión de apéndices testiculares. Desde el punto de vista clínico, la torsión de apéndices es difícil de distinguir de la torsión testicular aguda, existiendo un hemiescrotal con inflamación y dolor. Presenta algunas diferencias importantes: no es una patología severa, ocurre en niños y adolescentes, y suele remitir de manera espontánea, siendo su manejo médico y no quirúrgico. Los hallazgos gammagráficos son variables, pudiendo ser normales o mostrar bajo grado de inflamación, o también pudiéndose apreciar mínimo aumento del flujo como consecuencia de la inflamación del dartos.

La epididimitis aguda, a diferencia de la torsión testicular, es más frecuente en adultos. Suele darse con relación temporal al comienzo de la actividad sexual, produciendo un dolor que va aumentando de manera gradual, y acompañándose frecuentemente de sintomatología

urinaria y fiebre. En los hallazgos gammagráficos, existe un evidente aumento de la captación tanto a nivel de imágenes de flujo como en las imágenes tardías en el hemiescrotó afecto.

En los casos de abscesos, la angiogammagrafía muestra un marcado incremento del flujo a través del cordón espermático del lado afecto, así como a través de los vasos pudendos que irrigan el dartos hiperémico. La imagen estática nos mostrará una imagen fría central con halo hiperémico, similar a la obtenida en los casos de torsión evolucionada.^{11,12,13}

Trasplante Renal

La información morfo-funcional que puede aportar la medicina nuclear con la realización del renograma isotópico, es de vital importancia para la evaluación de urgencia de un buen número de trasplantes renales. El trasplante renal constituye la mejor opción terapéutica para una gran parte de los pacientes con insuficiencia renal terminal, permitiéndoles disfrutar de una más que aceptable calidad de vida.

El renograma isotópico juega un papel importante al ser una técnica diagnóstica no invasiva, de bajo coste, y que es posible repetirlo las veces que se estime oportuno. La información que nos puede referir no se limita únicamente a la relacionada con la evaluación funcional del injerto, como son los posibles rechazos, necrosis tubular aguda, toxicidad por ciclosporina, etc, sino que también nos informa acerca de posibles complicaciones quirúrgicas, tanto urológicas: fístula urinaria, colección perirrenal, etc, como vasculares: infarto renal, estenosis de la arteria renal, trombosis, fístula arterio-venosa .

Entre los métodos diagnósticos disponibles para la evaluación post-trasplante, los fundamentales son los basados en ultrasonidos, la ecografía y eco-doppler, que aportan información morfológica y del estado de la vascularización, así como los métodos isotópicos, gammagrafía renal y renograma, que nos informan más específicamente de la actividad funcional¹⁸. En la Tabla 1 se resumen las principales aplicaciones de las técnicas de medicina nuclear en este campo. Las limitaciones que nos encontraremos con estas técnicas gammagráficas y que no podemos dejar de considerar, son principalmente su baja especificidad, y su imposibilidad de detectar colecciones perirrenales de muy pequeño tamaño.

Tabla 1

Es de un enorme interés la realización de un estudio gammagráfico en las primeras 24-48 horas post-trasplante, pues nos servirá de referencia para posteriores controles. La realización de curvas actividad-tiempo del injerto, aorta y arteria ilíaca, permite obtener

diferentes índices referenciales de perfusión y función, que nos pueden ser de utilidad en el seguimiento del injerto oligúrico en el postoperatorio y por tanto en la consiguiente predicción de su recuperación, ayudando en muchas ocasiones a diferenciar la necrosis tubular aguda de otro proceso concomitante.

Los hallazgos gammagráficos resultantes del estudio de un injerto normofuncionante son similares a los de un riñón nativo normal, si bien no es raro que la pendiente de eliminación del renograma esté discretamente disminuida como consecuencia de la falta de tono del uréter por la desinervación.

Las complicaciones parenquimatosas más importantes que nos podemos encontrar son el rechazo hiperagudo y el agudo. El hiperagudo es en la actualidad poco frecuente, y suele diagnosticarse en el quirófano. La gammagrafía muestra un área fotodeficiente que engloba a todo el parénquima renal, siendo los hallazgos indistinguibles de la oclusión de la arteria renal. En el agudo, el estudio muestra una fase vascular muy alterada, que dificulta la visualización del contorno renal. La captación del isótopo por el parénquima renal es lenta y está significativamente disminuida, pudiéndose encontrar conservada, tanto de manera parcial o de forma completa, la eliminación¹⁹.

Los fármacos inmunosupresores, especialmente importante por su uso y por sus características la ciclosporina que presenta un efecto vasoconstrictor adicional, alteran tanto la fase vascular como la tubular, lo que produce un evidente retraso de la eliminación y un aumento de la retención parenquimatosa del trazador. Suele presentar dificultades el diagnóstico de un estudio aislado, aunque las alteraciones no suelen ser tan intensas como en el rechazo. No obstante, una importante utilidad de la gammagrafía en este punto es la rápida detección que realiza de la mejoría, en cuanto se reducen las dosis del inmunosupresor.

Otra utilidad importante que pueden realizar los estudios isotópicos, es la evaluación de las posibles complicaciones vasculares (trombosis arterial, fístulas arterio-venosas), o en las urológicas (fístulas urinarias)²⁰.

URGENCIAS DEL APARATO DIGESTIVO

Las técnicas gammagráficas para el diagnóstico de urgencia de la patología del aparato digestivo, tienen fundamentalmente dos campos de actuación, las alteraciones de la vesícula biliar y el sangrado digestivo bajo.

Colecistitis Aguda

Entendemos esta patología como la inflamación aguda de la vesícula biliar, causada habitualmente por la obstrucción del conducto cístico a causa de un cálculo enclavado. La colecistitis aguda se caracteriza desde un punto de vista clínico por presentar de manera habitual: fiebre, dolor en el hipocondrio derecho, y leucocitosis. Sin embargo esta triada clásica de presentación no siempre es tan evidente, por lo que con frecuencia se dificulta un correcto diagnóstico diferencial. La gammagrafía hepatobiliar con derivados del IDA (ácido iminodiacético) marcados con Tc-99m, constituye en la actualidad la técnica diagnóstica más sensible para el diagnóstico de la colecistitis aguda. No obstante, la práctica más extendida en nuestros hospitales, es utilizar los ultrasonidos como método inicial de diagnóstico, planificando el uso de la gammagrafía a la vista de los hallazgos ecográficos obtenidos.

Estos radiofármacos (Tc-99m-derivados IDA) administrados endovenosamente, son extraídos de la circulación por los hepatocitos. Compiten con la bilirrubina y ciertas sales biliares por un mecanismo de transporte aniónico, siendo captados por el hepatocito y excretados en la bilis de forma no conjugada. El aclaramiento hepático de estos compuestos, permite comprobar la permeabilidad del cístico y de la vía biliar principal, aportando datos indirectos sobre el nivel funcional del parénquima, así como del grado de captación y la rapidez del tránsito en el órgano. El estudio se realiza con el paciente en ayunas, administrando el trazador por vía intravenosa. Se suele obtener un estudio dinámico durante el primer minuto, seguido de imágenes estáticas seriadas en gammacámara en proyección anterior, prolongando éstas hasta observar la llegada del trazador a asas intestinales. El estudio se puede demorar en el tiempo en los casos de no visualización de actividad intestinal transcurridos 60 minutos, o administrar sustancias que favorezcan la contracción vesicular, como la colecistoquinina.

Los hallazgos que nos encontraremos en un estudio gammagráfico hepatobiliar de características normales son: captación hepática homogénea, relleno de vías biliares intra y extrahepáticas y vesícula, y paso del trazador a intestino dentro de la primera hora postinyección. El hallazgo fundamental de la gammagrafía hepatobiliar que nos permitirá de una manera definitiva asegurar que nos encontramos ante una colecistitis aguda, es la falta de relleno de la vesícula biliar (Figura 1) durante todo el transcurso de la exploración, siempre que la vía biliar sea permeable y que la técnica se prolongue hasta las 4 horas postinyección del radiofármaco. La exclusión de la vesícula es secundaria a la obstrucción del cístico, ya sea de origen mecánico o funcional (colecistitis alitiásica). Otros hallazgos gammagráficos,

menos habituales, pero cuando ocurren sugieren con gran intensidad la existencia de colecistitis aguda, son el aumento de vascularización en fosa vesicular, el ribete hipercaptador parenquimatoso (colecistitis gangrenosa), y la obstrucción parcial o completa de la vía biliar por coledocolitiasis.

En estas condiciones, tanto la sensibilidad como especificidad están próximas al 100%, pero no deja de ser importante correlacionar los hallazgos gammagráficos con los datos clínicos y ecográficos, pues existen otras causas que pudieran provocar la falta de relleno vesicular, entre las que destacan: la colangitis esclerosante, pancreatitis aguda, ayuno prolongado o ingesta muy reciente, y la colecistitis crónica^{21, 22, 23, 24}.

Sin embargo, en la práctica diaria el condicionante de la extremada duración de la exploración, hasta las 4 horas, constituye una importante limitación logística. Por esta razón disponemos de la posibilidad de acortar el tiempo de exploración, mediante el uso de la estimulación farmacológica con morfina. La morfina aumenta el tono del esfínter de Oddi y aumenta la presión intraductal, por lo que se ve favorecido el flujo de bilis hacia la vesícula, siempre que el conducto cístico se encuentre permeable. La técnica de administración es la siguiente: en primer lugar realizamos la gammagrafía hepatobiliar en la forma habitual, y a continuación a los 60 minutos se administra 0.04 mg/kg de cloruro mórfico. Se administra por vía intravenosa lenta, diluido en solución salina fisiológica, en un período de tres minutos. Sus efectos pueden ser revertidos mediante naloxona intravenosa (0.8 mg). Posteriormente se adquieren imágenes durante los siguientes 30 minutos. De esta manera, conseguimos reducir la duración de la exploración de las teóricas 4 horas a 90 minutos. El efecto de la morfina es inmediato, y podemos apreciarlo en las imágenes adquiridas a partir de los 5 minutos, aunque presenta el máximo efecto a los 30 minutos. La única contraindicación real existente para el uso de morfina, es la existencia o sospecha de pancreatitis aguda, existiendo algunas circunstancias que nos permiten seleccionar los pacientes (Tabla 2) para este uso^{25, 26}.

Tabla 2

Hemorragia gastrointestinal

La exploración gammagráfica tiene su verdadera utilidad en el estudio de la hemorragia digestiva originada por debajo del ángulo de Treiz. En los casos de hemorragia digestiva alta, la endoscopia, tanto a nivel diagnóstico como terapéutico, permite en la práctica totalidad de los casos un correcto manejo del paciente.

El objetivo de las exploraciones gammagráficas irá orientado hacia dos direcciones, para el diagnóstico de localización propiamente de la hemorragia, y para la posible localización del divertículo de Meckel cuando se sospecha éste como origen del sangrado.

Para el estudio de la hemorragia podemos realizarlo mediante el marcaje de los hematíes del paciente con Tc-99m que es la técnica más empleada y extendida, o mediante el uso de sulfuro coloidal-Tc-99m.

El marcaje de los hematíes, se suele realizar tanto mediante metodología “in vivo” como también “in vivo-in vitro”, proporcionando la técnica “in vivo” una eficiencia de marcaje alrededor del 95%. Permite detectar hemorragias con pérdidas sanguíneas leves (0.80-1.25 ml/min). A partir de la administración del trazador, realizaremos proyecciones gammagráficas secuenciales cada 10 minutos y así de manera seriada hasta los 90 minutos. El estudio debe completarse con imágenes a las 4, 6, 8 y 24 horas. El fundamento de esta técnica es el marcaje de la sangre circulante, de forma que la extravasación en el punto de sangrado pueda ser detectada como un acúmulo anómalo de radiactividad, lo que traducirá la existencia de hemorragia activa. Si durante los primeros 90 minutos no existen hallazgos significativos, nos será imposible localizar el punto de sangrado, aunque podamos constatar en las siguientes horas la existencia de una verdadera hemorragia. Los casos que sospechemos un sangrado activo importante, de características más continuas (2-3 ml/min), podemos realizar como primera exploración la administración de sulfuro coloidal marcado con Tc-99m. Este trazador presenta la ventaja de poseer un rápido aclaramiento del torrente sanguíneo, y precisamente debido a este bajo fondo vascular, facilita que pequeñas cantidades puedan ser fácilmente detectadas, incluso proporcionándonos la posibilidad de poder administrar nuevas dosis. Para la realización de la gammagrafía abdominal con Tc-99m para la detección de sangrado gastrointestinal, el paciente no requiere ninguna preparación especial, siendo un procedimiento rápido y no invasivo. Cuando el procedimiento se realiza en momento de sangrado activo, las tasas de detección de hemorragia están entre el 80% y el 90%, siendo muy pobres en otras circunstancias²⁷.

La gammagrafía con Tc-99m-pertecnetato es el método de elección para la sospecha de sangrado por divertículo de Meckel, pues aprovecha el hecho que el 95% de los que presentan rectorragia, poseen mucosa gástrica ectópica. Tiene una sensibilidad superior a la arteriografía, encontrándose ésta alrededor del 90%.

El divertículo de Meckel es un vestigio del conducto onfalomesentérico, siendo una malformación congénita común, aunque sólo produce síntomas en el 25% de los que lo portan. Suele nacer en el borde antemesentérico del ileon, a unos 35-50 cm de la válvula

ileocecal. En algunos casos dan clínica de rectorragias y dolor abdominal, y de éstos el 95% presentan, como ya se ha comentado, mucosa gástrica ectópica. La presencia de mucosa gástrica ectópica, es el factor que hace posible su detección gammagráfica mediante un procedimiento sencillo y de elevada exactitud. Constituye una causa común de sangrado en la edad pediátrica, pero infrecuente entre adultos.

En las imágenes gammagráficas existe discreta hipercaptación focal, con comportamiento en el tiempo similar a la captación del estómago y que persiste o es discretamente más intensa a lo largo del tiempo que dura la exploración, que es de 60 minutos (Figura 2). Es usual su localización anterior, a nivel periumbilical o en el cuadrante inferior derecho del abdomen. Hay que tener la precaución de obtener imágenes postmicciones, pues con cierta frecuencia pueden presentar localización peri o retrovesicales y así evitaremos su enmascaramiento. Los casos falsos positivos son raros, pero pueden presentarse principalmente en casos de tumores carcinoides, linfomas, y en la enfermedad inflamatoria intestinal²⁷.

GAMMAGRAFIA PULMONAR DE VENTILACION/PERFUSION

Tanto por la gravedad que representa como por su relativa frecuencia, el tromboembolismo pulmonar (TEP) es una patología con importante significación. Su rápido diagnóstico y tratamiento es de vital importancia, ya que con la instauración del tratamiento anticoagulante se reduce considerablemente la mortalidad, que es aproximadamente del 30% si no realizan las medidas terapéuticas adecuadas. Sin embargo no podemos dejar de considerar tampoco, los considerables riesgos que la terapia anticoagulante conlleva, a los que lógicamente no deberían someterse los pacientes no afectados de TEP.

El TEP es a menudo de difícil diagnóstico ya que sus signos y síntomas suelen ser inespecíficos. Se sabe desde hace décadas la relación causal entre la trombosis del sistema venoso profundo de las extremidades y el TEP. No obstante, aunque se ha intentado sistematizar, no existen unos signos clínicos específicos ni presentaciones clínicas propias del TEP, por lo que adquieren gran importancia los factores de riesgo trombóticos, ya que determinarán subgrupos de pacientes con elevada probabilidad de TEP²⁸.

A pesar de que la angiografía pulmonar es considerada aún como el método de referencia para el diagnóstico del TEP, sus limitaciones de uso: agresividad y posibles complicaciones, así como su elevado coste, condicionan su limitado uso. Por estas razones,

sin olvidar que lo primero y más importante es una adecuada orientación clínica, las técnicas de Medicina Nuclear, en este caso la gammagrafía pulmonar de ventilación/perfusión, aporta información valiosa. Su alto rendimiento diagnóstico, baja toxicidad y bajo costo, junto con no ser agresiva y de fácil realización, le han convertido en técnica de elección para el diagnóstico del TEP. Recientemente, la tomografía computarizada helicoidal (TC-helicoidal) ha adquirido importante protagonismo, pues aunque con limitaciones de uso, podría presentar similar rendimiento diagnóstico o incluso superior en determinadas circunstancias^{29, 30}.

Técnicas gammagráficas

Los hallazgos gammagráficos obtenidos representan manifestaciones del estado fisiopatológico pulmonar existente. Por ejemplo cuando se ha producido un TEP, los émbolos se enclavan en el lecho arterial pulmonar, ocluyen la luz y son capaces de liberar sustancias con actividad bronco y vasomotora. Por lo tanto, en el pulmón embolizado aparecen zonas ventiladas pero no perfundidas, con el consiguiente aumento del espacio muerto fisiológico.

El método más frecuente para la valoración isotópica de la perfusión pulmonar, consiste en la utilización de macroagregados de albúmina marcados con Tecnecio-99metaestable (Tc-99m). Con el paciente en decúbito, se administra intravenosamente alrededor de un millón de partículas de macroagregados. La dosis a inyectar es de 150 MBq, lo que representa una radiación insignificante para el paciente. Otro trazador que podríamos utilizar alternativamente a los macroagregados, son las microesferas de albúmina humana. Su uso está poco extendido debido a la posibilidad de producir reacciones adversas.

Tras la administración del trazador se realiza la adquisición de las imágenes gammagráficas. Obtendremos proyecciones anterior, posterior, laterales y oblicuas posteriores. Estas proyecciones oblicuas son importantes de realizar, porque nos facilitarán la visualización de los segmentos posteriores y basales-posteriores. No existen contraindicaciones absolutas para esta técnica, constituyendo únicamente la existencia de hipertensión pulmonar moderada-severa, una contraindicación relativa que deberá ser valorada en cada caso concreto. El radionúclido sufre degradación en unas 6-8 horas que es el tiempo en que la estructura proteica sufre la lisis en partículas más pequeñas, que serán fagocitadas por las células del sistema retículo-endotelial, siendo los restos eliminados por vía urinaria.

Las imágenes de perfusión obtenidas en sujetos normales nos muestran captación homogénea en todo el volumen pulmonar (Figura 3). Todos los defectos evidentes de perfusión que se manifiesten en la gammagrafía, pueden corresponder a TEP como a otras patologías concretas, sin embargo si presentan una morfología segmentaria lo hacen más sugestivo de TEP (Figura 4). La hipoxia regional es la causa más notable de hipoperfusión pulmonar, pudiéndose presentar tanto con características segmentarias como subsegmentarias. Diferentes patologías pueden ser causa de hipoxia local, entre éstas destacan el asma, la bronquitis crónica, bronquiectasias, obstrucción bronquial (tumor, cuerpo extraño), y quistes y bullas.

Para el estudio isotópico de la ventilación pulmonar emplearemos radiofármacos capaces de alcanzar por vía aérea, las zonas de intercambio gaseoso, bronquiolos y alvéolos. Para este propósito disponemos de gases radiactivos y de aerosoles. Debido a la emisión gamma que estas sustancias poseen, podremos detectarlos desde el exterior mediante gammacámaras. La técnica de obtención de imágenes es diferente dependiendo de que usemos gases radiactivos o aerosoles. Una diferencia considerable radica en que si utilizamos gases radiactivos, podremos obtener imágenes durante la misma inspiración, en tanto que con los aerosoles, el paciente es estudiado tras la inspiración, por lo que entre otras ventajas, pueden obtenerse imágenes en múltiples proyecciones. El sistema de administración de los gases radiactivos, estará conectado a un espirómetro por donde inspira el paciente, unido a un circuito cerrado donde se encuentra el gas, en este caso habitualmente Xenon-133. Las imágenes normales presentan una fase de incorporación progresiva del trazador con la inspiración, hasta llegar a una fase de equilibrio. Posteriormente la radiactividad detectada en los pulmones, irá disminuyendo de manera rápida, constituyendo la “fase de lavado”.

En el caso de aerosoles, es suficiente que el paciente realice de manera normal algunas respiraciones profundas, con objeto que las partículas del aerosol puedan acceder hasta los alvéolos más alejados de los grandes bronquios. El trazador se distribuye por el por todo el parénquima pulmonar, pero a la hora de la interpretación de las imágenes no debemos olvidar que no es infrecuente que advirtamos un discreto depósito de actividad localizado a lo largo de faringe, traquea, bronquios y esófago, sin que tenga significación patológica alguna.

Otro sistema del que se dispone para la ventilación pulmonar y que está bastante extendido en la actualidad es el denominado “Technegas”. Se trata de una dispersión de micropartículas de carbono, marcadas con TC-99m en una atmósfera inerte de argón. Las partículas se producen en un sistema generador, por calefacción bajo atmósfera de argón de un crisol de grafito cargado con Tc-99m pertecnetato, y a través de un tubo desechable el

paciente respira el gas formado. Al ser de un tamaño tan pequeño, mucho menor que los aerosoles, hace que tenga una gran penetración alveolar y a efectos prácticos se comporte como un gas³¹.

Criterios de interpretación y utilidad clínica.

El TEP suele caracterizarse por la presencia de zonas de pulmón ventiladas pero no perfundidas, con aumento del espacio muerto fisiológico. En consecuencia, el hallazgo de una gammagrafía de ventilación pulmonar de características normales junto con una gammagrafía de perfusión patológica (discordancia regional ventilación/perfusión), resultaría de enorme utilidad para el diagnóstico de TEP (Figura 5), aún sabiendo que diferentes patologías pueden presentar también estos hallazgos (Tabla 3).

Tabla 3

En la patología obstructiva, como asma, bronquitis, bronquiectasia y enfisema, se afecta principalmente las vías de conducción e intercambio de aire, existiendo hipoxia alveolar y la correspondiente vasoconstricción, lo que condiciona el hallazgo de defectos coincidentes de ventilación/perfusión.

Podemos considerar que una gammagrafía de perfusión sin hallazgos patológicos, excluye a efectos prácticos la existencia de TEP. Los casos de falsos negativos son excepcionales y están debidos a émbolos de tamaño muy pequeño que no son apreciables a la gammagrafía, o a émbolos de localización central que provocan una oclusión muy parcial del flujo sanguíneo.

El estudio PIOPED (Prospective Investigation Of Pulmonary Embolism Diagnosis) representa el más amplio estudio prospectivo realizado para analizar el papel desarrollado por los estudios gammagráficos en el diagnóstico del TEP. Este estudio fue realizado en dos tiempos, enunciándose tras la finalización de la segunda fase los denominados “criterios PIOPED revisados”, que representan la principal guía (Tabla 4) de actuación en estos momentos^{32, 33}.

Tabla 4

Estos criterios clasifican a los pacientes a los que se les ha realizado gammagrafía de ventilación/perfusión, y radiografía de tórax, en varios grupos según las posibilidades de padecer TEP. Estos grupos son: alta probabilidad, cuando ésta se encuentra por encima del 80%, probabilidad intermedia, cuando está comprendida entre el 20 y el 79%, y baja probabilidad, cuando es inferior al 19%. Entre los hallazgos observados, se constató que entre los estudios normales y los clasificados como de baja probabilidad, menos del 4% de los pacientes presentaban evidencias de TEP en la angiografía. Por el contrario, el 88% de los pacientes clasificados de alta probabilidad, presentaron evidencia angiográfica de embolismo agudo, habiéndose observado algunos casos de falsos positivos correspondientes a embolismos pulmonares antiguos, ya que algunos TEP no se resolvieron transcurrido incluso años. En consecuencia, en pacientes sin antecedentes de TEP, un estudio gammagráfico con hallazgos de alta probabilidad, es suficiente para el inicio de terapia anticoaguladora sin necesidad de recurrir a angiografía a menos que exista alguna contraindicación para la anticoagulación. Los estudios caracterizados de probabilidad intermedia, son de hecho los que menos información útil aportan para el manejo del paciente, por lo que otras técnicas de imagen como la TC-helicooidal, pueden ser determinantes ²⁹. La decisión de realizar la angiografía pulmonar debe basarse en el grado de certeza diagnóstica que se necesite.

En relación a los valores predictivos, tanto positivos como negativos, contemplados en el estudio PIOPED, el valor predictivo positivo de una gammagrafía de alta probabilidad fue del 88%. Por el contrario, si la gammagrafía es de baja probabilidad, el valor predictivo negativo fue del 84%, y el valor predictivo negativo de una gammagrafía considerada como normal fue del 91% ³².

BIBLIOGRAFÍA

1. Kurtek R, Lai K, Tauxe W. ^{99m}Tc -hexamethyl propylene amine oxime scintigraphy in the diagnosis of brain death and its implications for the harvesting of organs used for transplantation. *Clin Nucl Med* 2000; 25: 7-10
2. Wijdicks EFM. Determining brain death in adults. *Neurology* 1995; 45: 1003-1011
3. Ducrocq X, Hassler W, Moritake K, Newell DW, von Reutern GM, Shiogai T. Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography: Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. *J Neurol Sci* 1998; 159: 145-150
4. Weckesser M, Schober O. Brain death revisited: utility confirmed for nuclear medicine. *Eur J Nucl Med* 1999; 26: 1387-1391
5. Marinoni M, Ginanneschi A, Forleo P, Amaducci L. Technical limits in transcranial Doppler recording: inadequate acoustic windows. *Ultrasound Med Biol* 1997; 23: 1275-1277
6. Gonzalez F, de la Riva A, Vallejo J, Robles J, Infante J, Delgado F y cols. Medicina Nuclear y diagnóstico de muerte encefálica: angiogramografía cerebral con Tc^{99m} -HMPAO. Sensibilidad y especificidad diagnóstica. *Medicina Intensiva* 2000; 24: 143-150
7. Ishii K, Onuma T, Kinoshita T, Shiina G, Kameyama M, Shimosegawa Y. Brain death: MR and MR angiography. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996; 17: 731-735
8. Facco E, Zucchetta P, Munari M, Baratto F, Bher A, Gregianin M y cols. ^{99m}Tc -HMPAO SPECT in the diagnosis of brain death. *Intensive Care Med* 1998; 24: 911-917
9. Jacquier-Sarlin M, Polla B, Slosman D. Oxido-reductive state: the major determinant for cellular retention of technetium- ^{99m}Tc -HMPAO. *J Nucl Med* 1996; 37: 1413-1416
10. Kung H, Ohmomo Y, Dung M. Current and futures radiopharmaceuticals for brain imaging with single photon emission computed tomography. *Semin Nucl Med* 1990; 20: 290-302
11. Lutzker L, Zuckier L. Testicular scanning and other applications of radionuclide imaging of the genital tract. *Semin Nucl Med* 1990; 20: 159-188

12. Llamas-Elvira J, Jiménez-Heffernan A, López-Ruiz J, Ureña M. Urgencias en aparato genitourinario, *Rev Esp Med Nuclear* 1993; 12: 86-95
13. Davenport M. Acute problems of the scrotum. *Br Med J* 1996; 312: 435-437
14. Bader T, Kammerhuber F, Herneth A. Testicular blood flow in boys as assessed at color doppler and power doppler sonography. *Radiology* 1997; 202: 559-564
15. Joyce J, Grossman S. Scrotal scintigraphy in testicular torsion. *Emerg Med Clin North Am* 1992; 10: 93-102
16. Lupi A, Campobasso P, Migliorati G. Value and limits of testicular scintigraphy in paediatric acute scrotum. *J Nucl Biol Med* 1993; 37: 207-212
17. Melloul M, Paz A, Lask D, Manes A, Mukamel E. The value of radionuclide scrotal imaging in the diagnosis of acute testicular torsion. *Br J Urol* 1995; 76: 628-631
18. Brown E, Chen M, Wolfman N, Ott D, Wason N. Complications of renal transplantation: evaluation with US and Radionuclide imaging. *RadioGraphics* 2000; 20: 607-622
19. Dubovsky E, Russell C, Erbas B. Radionuclide evaluation of renal transplants. *Semin Nucl Med* 1995; 25: 49-59
20. Odland M. Surgical technique/post-transplant surgical complications. *Surg Clin North Am* 1998; 78: 55-60
21. Freitas J. Cholescintigraphy in acute and chronic cholecystitis. *Semin Nucl Med* 1982; 12: 18-26
22. Grossman S, Joyce J. Hepatobiliary imaging. *Emerg Clin North Am* 1991; 9: 853-874
23. Banzo J, Abós D, Prats E, García-López F, García-Miralles M, Delgado M, et al. Utilidad diagnóstica de las exploraciones isotópicas en las urgencias del aparato digestivo. *Rev Esp Med Nuclear* 1993; 12: 91-102
24. Kadakia S. Biliary tract emergencies: acute cholecystitis, acute cholangitis, and acute pancreatitis. *Med Clin North Am* 1993; 77: 1015-1036
25. Flancbaum L, Choban P. Use of morphine cholescintigraphy in the diagnosis of acute cholecystitis in critically ill patients. *Intern Care Med* 1995; 21: 120-124

26. Kim C, Juweid M, Woda A, Rothstein R, Alavi A. Hepatobiliary scintigraphy: morphine-augmented versus delayed imaging in patients with suspected acute cholecystitis. *J Nucl Med* 1993; 34: 506-509
27. Parekh J, Teates C. Emergency nuclear medicine. *Rad Clin North Am* 1992; 30: 455-474
28. Stein P, Terrin M, Hales C. Clinical laboratory, roentgenographic, and electrocardiographic findings in patients with acute pulmonary embolism and no pre-existing cardiac or pulmonary disease. *Chest* 1991; 100: 598-603
29. Robinson P. Ventilation-perfusion lung scanning and spiral computed tomography of the lungs: competing or complementary modalities? *Eur J Nucl Med* 1996; 23: 1547-1553
30. Mullins M, Becker D, Hagspiel K, Philbrick J. The role of spiral volumetric computed tomography in the diagnosis of pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 2000; 160: 293-298
31. Cook G, Clark S. An evaluation of Technegas as a ventilation agent compared with Krypton-81m in the scintigraphic diagnosis of pulmonary embolism. *Eur J Nucl Med* 1992; 19: 770-774
32. The PIOPED investigators. Value of the ventilation/perfusion scan in acute pulmonary embolism. Results of the prospective investigation of pulmonary embolism diagnosis (PIOPED). *JAMA* 1990; 263: 2753-2759
33. Gottschalk A, Sostman H, Coleman R. Ventilation-perfusion scintigraphy in the PIOPED study; part II evaluation of the scintigraphic criteria and interpretations. *J Nucl Med* 1993; 34: 1119-1126

**TABLA 1. APLICACIONES CLÍNICAS DE LAS TÉCNICAS ISOTÓPICAS EN
EL TRASPLANTE RENAL**

Monitorización de la recuperación postquirúrgica del injerto
Detección precoz de posibles complicaciones
Valoración de la respuesta al tratamiento
Valoración de la nefrotoxicidad
Evaluación de la perfusión del injerto
Estudio de la progresión de la nefropatía crónica del injerto

TABLA 2. REQUISITOS PARA LA ADMINISTRACION DE MORFINA

Ausencia de relleno de la vesícula en el estudio hepatobiliar transcurridos 60 minutos
No evidencia gammagráfica de obstrucción de la vía biliar principal
Niveles plasmáticos de amilasa normales
No se hayan administrado analgésicos en las últimas 2 horas
No haber sufrido una esfinterotomía del Oddi
No existir alergia previa a opiáceos

**TABLA 3. PRINCIPALES CAUSAS DE DEFECTOS DE PERFUSION CON
VENTILACION CONSERVADA**

Tromboembolismo pulmonar agudo
Tromboembolismo pulmonar antiguo
Cáncer broncogénico
Drogadicción intravenosa
Vasculitis
Radioterapia torácica
Estenosis de la arteria pulmonar

TABLA 4. CRITERIOS PLOPED REVISADOS PARA DIAGNOSTICO DEL T.E.P.

1. ALTA PROBABILIDAD (>80%)

- a. Dos o más defectos de perfusión segmentarios grandes o el equivalente aritmético en defectos moderados o grandes más moderados, con ventilación y radiología de tórax normal

2. PROBABILIDAD INTERMEDIA (20%-79%)

- a. De 1 defecto de perfusión moderado a 2 grandes o el equivalente aritmético en defectos moderados o grandes más moderados, con ventilación y radiología de tórax normal
- b. Defecto único de perfusión con ventilación patológica y radiología de tórax normal en la zona
- c. Dificil de categorizar como alta o baja probabilidad

3. BAJA PROBABILIDAD (<19%)

- a. Defectos de perfusión no segmentarios (cardiomegalia, aorta o hilio aumentado, elevación diafragmática)
- b. Cualquier defecto de perfusión con alteración radiográfica mayor
- c. Defectos de perfusión coincidentes con anomalías de la ventilación, con radiología de tórax normal y áreas de perfusión de características normales
- d. Cualquier número de pequeños defectos de perfusión con radiografía de tórax normal

4. NORMAL

- a. Perfusión sin defectos, que perfila la morfología pulmonar

CUESTIONARIO

1. La técnica de referencia para la confirmación de la muerte encefálica es:
 - a. Gammagrafía de perfusión cerebral
 - b. Ecografía doppler intracraneal
 - c. Panarteriografía cerebral
 - d. Potenciales evocados
 - e. Electrocardiograma
2. El radiofármaco de uso común para la gammagrafía de perfusión cerebral es:
 - a. Tc-99m-HMPAO
 - b. Tc-99m-MIBI
 - c. Talio-201
 - d. Tc-99m-Tetrofosmin
 - e. Tc-99m-HDP
3. Cual de los siguientes hallazgos es indicativo de muerte encefálica:
 - a. Estado de coma
 - b. Ausencia de flujo cerebral
 - c. Anoxia tisular severa
 - d. Arreactividad
 - e. Crisis de apnea recidivante
4. Cual de las siguientes situaciones constituye una limitación fundamental para la gammagrafía de perfusión cerebral:
 - a. No disponer de vía periférica
 - b. Existencia de intoxicación medicamentosa
 - c. Hipotensión sistólica severa
 - d. Estado de coma
 - e. Fiebre
5. Cual de las siguientes afirmaciones es falsa en relación con la gammagrafía escrotal:
 - a. Es muy sensible y específica
 - b. Debe realizarse 24 horas más tarde del inicio del dolor
 - c. Permite diferenciar la torsión testicular aguda y la epididimítis aguda
 - d. El eco-doppler color podría porcionar información similar
 - e. Permite orientar hacia tratamiento médico o quirúrgico

6. La vía de eliminación fundamental del trazador utilizado en la gammagrafía escrotal (Tc-99m-pertecnetato) es:
 - a. Urinaria
 - b. Biliar
 - c. Intestinal
 - d. Respiratoria
 - e. Gástrica
7. Para la realización de la gammagrafía escrotal en niños, utilizaremos habitualmente una dosis aproximada de Tc-99m-pertecnetato
 - a. 370 MBq
 - b. 80 MBq
 - c. 500 MBq
 - d. Entre 370 y 740 MBq
 - e. Entre 100 y 150 MBq
8. En relación al renograma isotópico postrasplante, es falso:
 - a. Es una técnica no invasiva
 - b. Presenta un bajo coste
 - c. Proporciona preferentemente información funcional
 - d. Tiene baja especificidad
 - e. Necesita niveles estables de función renal
9. ¿Cuál de estas circunstancias es la menos común en el trasplante renal?
 - a. Rechazo hiperagudo
 - b. Rechazo agudo
 - c. Rechazo crónico
 - d. Toxicidad por ciclosporina
 - e. Trombosis arterial
10. El rechazo hiperagudo presenta hallazgos gammagráficos similares a:
 - a. Fístula urinaria
 - b. Urinoma
 - c. Nefrotoxicidad por fármacos
 - d. Oclusión de la arteria renal
 - e. Trombosis venosa

11. En relación al uso del renograma isotópico en la nefrotoxicidad por fármacos inmunosupresores, es cierto:
- Existe rápida mejoría tras la reducción de dosis
 - Su utilidad es limitada
 - No suele evidenciar alteraciones
 - Necesita dosis de radiofármaco mayores que en otras situaciones
 - Nos permite identificar distintos componentes de la orina
12. En el contexto del trasplante renal, el momento ideal para realizar un renograma isotópico sería
- Previamente al trasplante
 - A partir de la primera semana
 - En las primeras 48 horas
 - Transcurrido el primer mes
 - Transcurrido el primer año
13. En la gammagrafía de las vías biliares el radiofármaco utilizado es:
- Tc99m-MIBI
 - Tc99m-sulfuro coloidal
 - Tc-99m-derivados del ácido iminodiacético
 - Tc-99m-MAG-3
 - Yodo-131
14. En relación a la gammagrafía de las vías biliares, es falso:
- El isótopo utilizado es el Tc-99m
 - El radiofármaco sufre extracción de la circulación por el hepatocito
 - La administración del trazador es por vía oral
 - El estudio se realiza con el paciente en ayunas
 - La duración del estudio puede superar los 60 minutos
15. El hallazgo gammagráfico típico que sugiere la existencia de colecistitis aguda es:
- Presencia de reflujo duodeno-gástrico
 - Falta de visualización de asas intestinales
 - Hipercaptación pancreática
 - Falta de visualización de la vesícula biliar
 - No presenta ningún hallazgo característico

16. En relación al uso del cloruro mórfico en la gammagrafía de las vías biliares, es cierto:
- La dosis habitual es 0.40 mg/Kg
 - Permite alargar la duración de la prueba
 - Disminuye el tono del esfínter de Oddi
 - Aumenta la presión intraductal
 - Se administra por vía subcutánea lenta
17. La utilización de cloruro mórfico en la gammagrafía de las vías biliares, estaría contraindicado en:
- Ausencia de obstrucción de la vía biliar
 - Existencia de alergia a contrastes yodados
 - Existencia de pancreatitis aguda
 - Presencia de carcinoma hepatocelular
 - Presencia de infarto agudo de miocardio
18. ¿Cuál de los siguientes radiofármacos utilizaría para el estudio gammagráfico de una hemorragia digestiva?
- Tc-99m-ECD
 - Tc-99m-HMPAO
 - Tc-99m-MIBI
 - Tc-99m-sulfuro coloidal
 - Tc-99m-macroagregados de albúmina
19. La duración habitual de la gammagrafía seriada de abdomen para la detección del divertículo de Meckel es:
- 10 minutos
 - 60 segundos
 - 60 minutos
 - 6 horas
 - 24 horas
20. En relación a la gammagrafía seriada de abdomen para la detección del divertículo de Meckel, es cierto:
- Existen múltiples causas de falsos positivos
 - El hallazgo clásico es un área hipocaptante
 - Su sensibilidad es del 60%
 - El trazador utilizado es el Tc-99m-pertecnetato
 - Es habitual la adquisición con técnica tomográfica

21. ¿Cuál de estas técnicas realizaría junto con la gammagrafía de ventilación/perfusión pulmonar para el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar?
- Potenciales evocados
 - TC-helicoidal
 - Gammagrafía de perfusión miocárdica
 - Ecografía abdominal
 - Ergometría
22. Para la realización de la gammagrafía de perfusión pulmonar, una contraindicación sería:
- Existencia de derrame pleural severo
 - Existencia de hipertensión pulmonar importante
 - Encontrarse bajo oxigenoterapia
 - Presencia de Dímero D elevado
 - Datos electrocardiográficos de bloqueo de rama izquierda
23. En relación al empleo de la técnica denominada “Technegas”, es falso:
- Son micropartículas de carbono
 - El tamaño de las partículas es ligeramente superior a los aerosoles
 - Las partículas están marcadas con Tc-99m en una atmósfera de argón
 - Presenta un comportamiento similar a un gas
 - Tiene una gran penetración alveolar
24. El hallazgo más característico en la gammagrafía de ventilación/perfusión de la existencia de tromboembolismo pulmonar es:
- Defecto segmentario de perfusión con ventilación conservada
 - Defecto no segmentario de perfusión con ventilación conservada
 - Discreto defecto de perfusión con radiografía de tórax normal
 - Defectos de perfusión coincidentes con alteraciones de la ventilación
 - Elevación del hemidiafragma derecho
25. ¿Cuál de éstas no es causa de defectos de perfusión con ventilación conservada?
- Tromboembolismo pulmonar antiguo
 - Cáncer broncogénico
 - Drogadicción intravenosa
 - Vasculitis
 - Bronquiectasia

RESPUESTAS

1-c

2-a

3-b

4-c

5-b

6-a

7-e

8-e

9-a

10-d

11-a

12-c

13-c

14-c

15-d

16-d

17-c

18-d

19-c

20-d

21-b

22-b

23-b

24-a

25-e

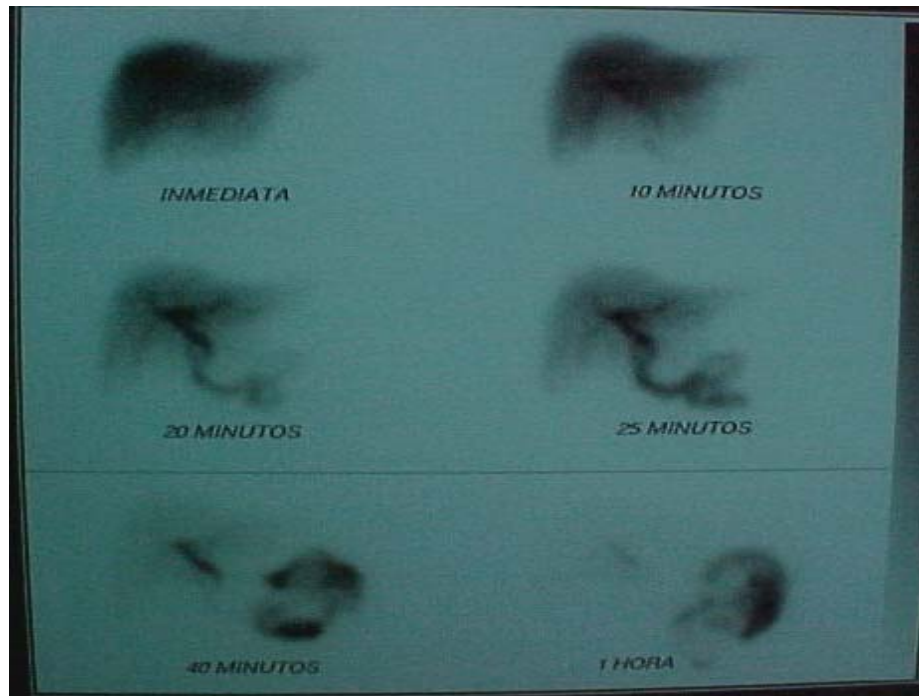


Figura 1. Gammagrafía hepatobiliar (Tc-99m-IDA).
 Colecistitis aguda, falta de relleno de la vesícula biliar



Figura 2. Gammagrafía abdominal (Tc-99m-pertecnetato).
 Divertículo de Meckel localizado en cuadrante inferior derecho

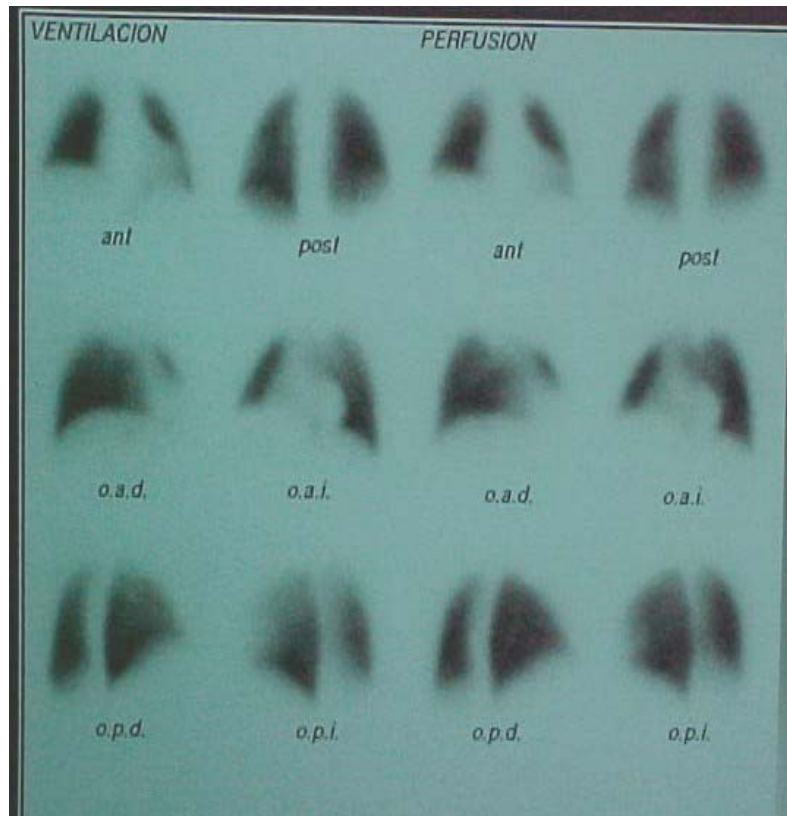


Figura 3. Gammagrafía pulmonar de ventilación / perfusion (ventilación: Technegas / perfusion: Tc-99m-macroagregados de albumina). Estudio de características normales



Figura 4. Gammagrafía pulmonar de perfusion (Tc-99m-macroagregados de albumina). T.E.P. bilateral

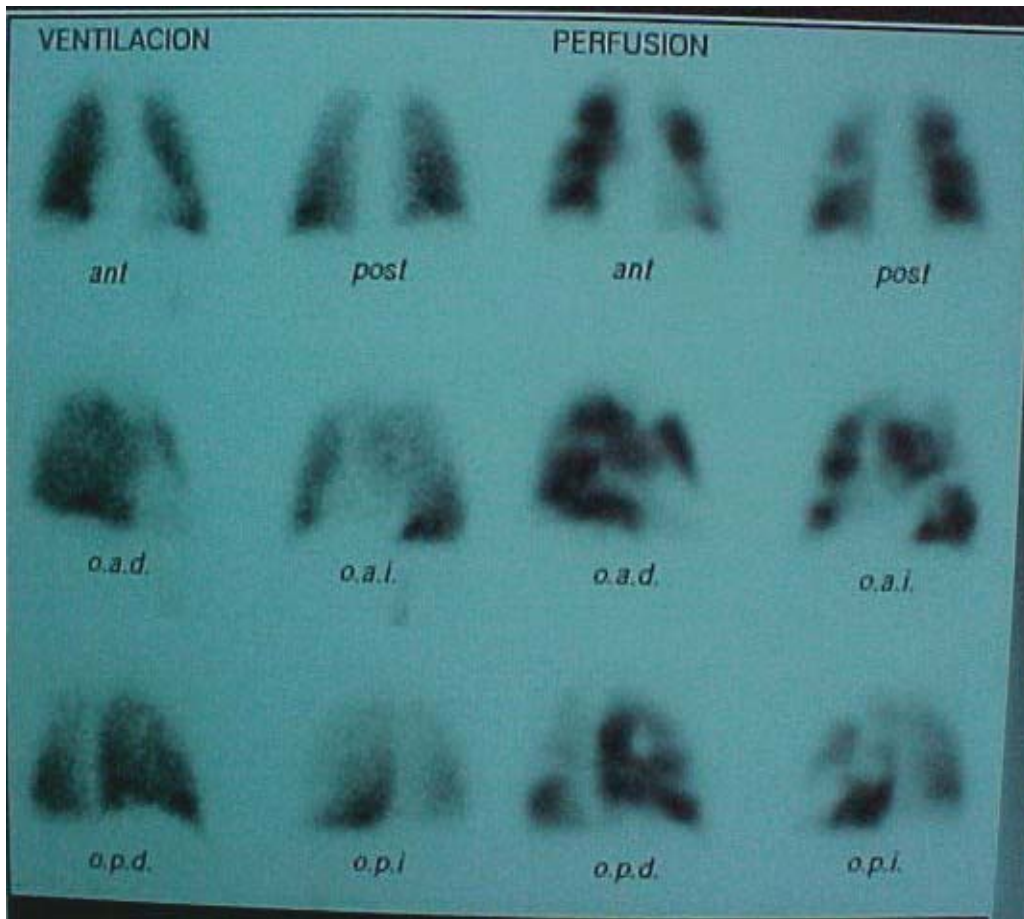


Figura 5. Gammagrafía pulmonar de ventilación / perfusion (ventilación: Technegas / perfusion: Tc-99m-macroagregados de albumina). T.E.P. bilateral