

SPECT

Protocolos Técnicos

T.R.I. Margarita Núñez.

**Escuela Universitaria de Tecnología Médica.
Facultad de Medicina, Universidad de la República.
Montevideo, Uruguay.**

- 1999 -

PRÓLOGO.

El presente manual está organizado en forma esquemática y pretende constituir un material de consulta rápida para el tecnólogo en el momento de definir las condiciones de adquisición y procesamiento de los estudios más comunes de tomografía por emisión de fotón único (SPECT).

Los parámetros establecidos en estos protocolos son los más aceptados habitualmente y determinados en base a experiencia con estudios clínicos y fantomas, lo cual no significa que sean los únicos correctos. El resultado final puede ser similar utilizando otros protocolos, por lo cual el manual debe entenderse como una guía práctica general que asegura la obtención de estudios de calidad técnica aceptable, aunque no necesariamente óptima.

Se notará que se aconseja utilizar una ventana de 15% en el analizador de altura de pulsos. Esto obedece a un actual consenso respecto a la conveniencia de restringir el ancho de la ventana en las cámaras de última tecnología, lo cual permite una mejoría en la resolución de la imagen sin una pérdida significativa de sensibilidad. Una ventana energética de 20%, sin embargo, es todavía lo usual en los procedimientos clínicos y se recomienda para las cámaras más antiguas.

La forma de implementar la adquisición suele variar según el tipo de cámara. Algunos fabricantes definen las paradas angulares como número de pasos (habitualmente 32, 64 ó 128), mientras otros lo hacen estableciendo un movimiento angular (3 ó 6 grados, lo que equivale a 120 - 60 pasos en una órbita de 360°, ó a 60 - 30 pasos en una órbita de 180°). En este manual utilizamos esta última notación.

Si bien presentamos una selección de filtros de reconstrucción para los diferentes estudios de SPECT, aconsejamos a los usuarios definir y experimentar con sus propios filtros adaptados a los distintos equipos de SPECT y a las condiciones particulares de cada caso (características del paciente, tipo de patología, dosis, etc.). Debe recordarse que los diferentes fabricantes de equipos suelen definir matemáticamente los filtros de manera distinta, con resultados por tanto disímiles. Se aconseja utilizar fantomas de SPECT para ensayar la aplicación de diferentes filtros.

CONTENIDO.

- **SPECT DE PERFUSIÓN CEREBRAL.**
- **SPECT CEREBRAL para valoración de actividad metabólica tumoral.**
- **SPECT DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA con ^{99m}Tc -MIBI.**
- **SPECT DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA con ^{201}Tl .**
- **SPECT PULMONAR DE PERFUSIÓN.**
- **SPECT DE MAMA.**
- **SPECT HEPÁTICO.**
- **SPECT DE POOL SANGUÍNEO HEPÁTICO.**
- **SPECT RENAL.**
- **SPECT ÓSEO.**
- **TOMOINMUNOCENTELLOGRAFÍA.**
- **SPECT CON ^{67}Ga -CITRATO.**

SPECT de PERFUSIÓN CEREBRAL.

1.- Indicaciones:

- Enfermedad cerebrovascular (AIT, infarto cerebral, hemorragia subaracnoidea).
- Diagnóstico positivo y diferencial de las demencias.
- Evaluación de traumatismo encéfalo-craneano.
- Localización pre-quirúrgica de foco epileptógeno.
- Diagnóstico de muerte cerebral.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.
- Paciente en reposo con los ojos abiertos, en ambiente tranquilo, sin estímulos visuales ni auditivos intensos.
- Colocar una vía venosa.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -ECD (etil-cisteinato-dímero), ó
- ^{99m}Tc -HMPAO (hexametil-propilenoamina-oxima).

4.- Dosis:

- 25 a 30 mCi (925 a 1110 MBq) para 70 Kg.
- Niños: 430 μCi / Kg., mínimo 3 mCi (111 MBq).

5.- Forma de administración:

- Previo a la inyección acostar al paciente en un lugar tranquilo, indicándole que permanezca inmóvil, relajado y que no hable durante unos 15 min. Inyectar el radiofármaco por la vía, dejar al paciente en decúbito en las mismas condiciones durante aproximadamente 5 min., luego retirar la vía.

6.- Adquisición de imágenes (60 min. post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores a los lados del cuerpo.
- Es preferible contar con un soporte especial para la cabeza y utilizar algún dispositivo para la sujeción de la misma.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado (*).
- Utilizar colimador de ultra alta ó alta resolución para bajas energías.

- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible a la cabeza del paciente.
- Utilizar órbita preferentemente no circular, empleando contorno automático o manual. Verificar que todo el cerebro quede contenido dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente. En aquellos casos en que se le realicen al paciente más de un estudio de SPECT cerebral, es conveniente utilizar siempre el mismo sentido de rotación.
- Número de imágenes: 120 (movimiento angular 3°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 15 segundos.
- Matriz: 128 x 128 byte sin zoom ó 64 x 64 byte con zoom de 1.5 - 2.
- Zoom: Se puede usar de acuerdo a la matriz escogida siempre y cuando se tenga la opción de descentrarlo (colocarlo en el sector inferior del campo de visión, para que los hombros no aumenten el radio de rotación).

(*) Es importante contar con la máxima colaboración del paciente, ya que un leve movimiento puede ser suficiente para inutilizar el estudio. En pacientes escasamente colaboradores por su condición clínica o edad, puede considerarse la sedación farmacológica y aún la anestesia. Recordar que los fármacos deben administrarse siempre luego de la inyección del radiotrazador ya que pueden variar la distribución de éste en las estructuras del sistema nervioso central.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo del cerebro (incluyendo cerebelo).
- Filtro:
 - Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.35), filtro vertical activado.
 - ó
 - Metz potencia 3, FWHM 14 mm (variable entre 9 y 16 mm).
- Corrección de atenuación: sí (método de Chang, coeficiente 0.11 cm^{-1}).
- Zoom post-reconstrucción: variable según juicio del operador.
- Reorientación de los 3 ejes sagital, coronal y transversal de manera tal que los cortes transversales sean paralelos a la línea órbita-canto-meatal (línea que en el corte sagital es tangente al borde inferior de los lóbulos frontales y occipitales).
- En casos de evaluación de epilepsia o demencia, realizar además reorientación de modo que los cortes transversales sean paralelos al eje mayor del lóbulo temporal.
- Reconstrucción tridimensional de superficie: opcional.
- Cuantificación: opcional.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en papel color. Se aconseja usar siempre la misma escala de colores, definida por el usuario.
- Documentación de imágenes tridimensionales: opcional.
- Cuantificación: opcional.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- En caso de pacientes graves puede efectuarse una adquisición rápida (10seg/imagen), preferentemente utilizando una dosis mayor (>30 mCi).
- El estudio puede sensibilizarse con pruebas y estímulos funcionales (auditivos o visuales) o fármacos (vasodilatadores cerebrales como la acetazolamida i/v). Los parámetros de adquisición del estudio no varían, debiendo obtenerse dos estudios (un estudio en condiciones basales y otro bajo estímulo).

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT es imprescindible para la evaluación de la perfusión cerebral. Para el diagnóstico de muerte cerebral, sin embargo, pueden utilizarse imágenes planares.

SPECT CEREBRAL

para valoración de actividad metabólica tumoral.

1.- Indicaciones:

- Diagnóstico diferencial entre recidiva tumoral y radionecrosis o proliferación glial post-tratamiento.
- Evaluación funcional de adenoma hipofisario.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -MIBI (6-metoxi-isobutil-isonitrilo) por vía intravenosa.

4.- Dosis:

- 25 mCi (925 MBq) para 70 Kg. de peso.
- Niños: 360 $\mu\text{Ci/Kg.}$, mínimo 3 mCi (111 MBq).

5.- Forma de administración:

- Inyección intravenosa, no requiriendo precauciones especiales.

6.- Adquisición de imágenes (45 a 60 min. post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores a los lados del cuerpo.
- Es preferible contar con un soporte especial para la cabeza y utilizar algún dispositivo para la sujeción de la misma.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible a la cabeza del paciente.
- Utilizar órbita preferentemente no circular, empleando contorno automático o manual. Verificar que todo el cerebro quede contenido dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente.

- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 25 segundos.
- Matriz: 64 x 64 byte.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo del cerebro.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.35), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: sí (opcional si la lesión es periférica). Método de Chang, coeficiente 0.11 cm⁻¹.
- Zoom post-reconstrucción: variable según juicio del operador.
- Cuantificación de la lesión: opcional.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir en blanco y negro o color.
- Documentar la cuantificación si fue realizada.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- En caso de pacientes graves puede efectuarse una adquisición rápida (15 seg/imagen), preferentemente utilizando una dosis mayor (30 mCi).
- El estudio puede realizarse con ²⁰¹Tl, en dosis de 2 mCi, debiendo adaptarse las condiciones de adquisición (tiempo por paso) y procesamiento (filtro) a la menor abundancia fotónica del radioisótopo comparado con el ^{99m}Tc.

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT no es imprescindible para la evaluación de tumores cerebrales, pero es notoriamente superior a las imágenes planares para topografiar la lesión.

SPECT de PERFUSIÓN MIOCÁRDICA con ^{99m}Tc -MIBI.

1.- Indicaciones:

- Diagnóstico de enfermedad coronaria.
- Significado funcional de lesiones coronarias conocidas.
- Pronóstico en la enfermedad coronaria crónica.
- Pronóstico post-IAM (isquemia residual).
- Evaluación de intervenciones terapéuticas (angioplastia, by-pass).
- Estratificación de riesgo pre-cirugía mayor o vascular.
- Investigación de viabilidad miocárdica.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno mínimo de 3 horas para el estudio de esfuerzo o farmacológico, opcional para el reposo.
- Explicar el procedimiento detalladamente.
- Medicación cardiológica a retirar previo al estudio de esfuerzo (si el cardiólogo tratante lo autoriza):
 - * Betabloqueantes: 72 hs antes.
 - * Digitálicos: 72 hs antes.
 - * Nitratos: 24 hs antes.
- El paciente debe mantenerse sin comer entre la inyección del radiofármaco y la adquisición de las imágenes, para evitar la interposición de asas intestinales que dificultan la reconstrucción del estudio y pueden causar artefactos. Luego de realizado el estudio el paciente debe ingerir una comida rica en grasas para favorecer la eliminación hepatobiliar del radiofármaco y disminuir así la irradiación de la vesícula.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -MIBI (6-metoxi-isobutil-isonitrilo) por vía intravenosa.

4.- Dosis (protocolo de 2 días):

- 20 mCi (740 MBq) para 70 Kg. en el estudio de esfuerzo o sensibilizado con fármacos.
- 30 mCi (1110 MBq) para 70 Kg. en el estudio de reposo.

5.- Forma de administración:

- Para el estudio de reposo se inyecta por vía intravenosa, no requiriendo ningún cuidado especial.

- Para el estudio sensibilizado con esfuerzo ergométrico se inyecta en el momento de máximo esfuerzo, manteniéndose éste durante 1 a 2 min. si es posible. La colocación previa de un catéter venoso puede facilitar la inyección durante el ejercicio.
- Para el estudio sensibilizado con dipiridamol, se inyecta 2 min. después de haber finalizado la administración de la droga.
- Para el estudio sensibilizado con dobutamina, se inyecta una vez alcanzada la máxima dosis (40 gammas), o en el momento de detener la infusión por otra causa.

6.- Adquisición de imágenes (esperar al menos 30 min. post-inyección en esfuerzo y 45 min. post-inyección en reposo o estímulo farmacológico):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza (opcionalmente, sólo el miembro izquierdo).
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado, instruirlo para que evite inspiraciones profundas y no se duerma.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección oblicua anterior derecha lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Órbita circular, elíptica o de contorno, en este último caso empleando contorno automático o manual. Es importante utilizar siempre el mismo tipo de órbita. Verificar que todo el corazón quede contenido dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 180° desde OAD a OPI.
- Número de imágenes: 30 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 64 x 64 word.
- Zoom: 1.5 - 2.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites por encima y por debajo de las paredes anterior e inferior del corazón.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.18 Nyquist (variable entre 0.15 y 0.25), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: no se aplica, salvo que se cuente con un sistema de corrección por fuente de transmisión lineal, implementado en algunas cámaras de dos y tres cabezales.
- Zoom post-reconstrucción: variable (en general entre 30 y 60 %).
- Reorientación del eje mayor vertical y horizontal del corazón.

- Las condiciones de procesamiento de las imágenes son las mismas para el estudio de reposo, esfuerzo o estímulo farmacológico. Puede ser necesario modificar el filtro si la dosis fue menor, o si existió infiltración parcial durante la inyección, lo que resultará en menor densidad de cuentas en el miocardio.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de esfuerzo ó estímulo farmacológico y reposo de cada corte (eje corto, eje largo vertical y eje largo horizontal) de modo que sean comparativas, utilizando el software específico generalmente provisto para este tipo de presentación. Imprimir en color ó blanco y negro según preferencia del usuario.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal (ángulo a 90°) realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- Puede usarse el protocolo de un día, en que el reposo se adquiere primero (10 mCi) y el esfuerzo 4 – 6 hs después (30 mCi), o viceversa. En tal caso, los filtros de procesamiento deben adecuarse a la diferente densidad de cuentas.
- Tanto el estudio de esfuerzo como el de reposo pueden adquirirse en forma gatillada (sincronizada con el ECG), para lo cual se recomienda aumentar el tiempo de adquisición a 40 seg./paso y adquirir 8 imágenes por ciclo cardíaco, permaneciendo el resto de los parámetros sin modificar. Esta técnica requiere software especial de adquisición y procesamiento.

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT es prácticamente imprescindible actualmente para la evaluación de la perfusión miocárdica, con superioridad demostrada en cuanto a sensibilidad diagnóstica y localización topográfica de las áreas patológicas frente a las imágenes planares.

SPECT de PERFUSIÓN MIOCÁRDICA con ²⁰¹Tl.

1.- Indicaciones:

- Diagnóstico de enfermedad coronaria.
- Significado funcional de lesiones coronarias conocidas.
- Pronóstico en la enfermedad coronaria crónica.
- Pronóstico post-IAM (isquemia residual).
- Evaluación de intervenciones terapéuticas (angioplastia, by-pass).
- Estratificación de riesgo pre-cirugía mayor o vascular.
- Investigación de viabilidad miocárdica.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno mínimo de 3 horas.
- Explicar el procedimiento detalladamente.
- Medicación cardiológica a retirar previo al estudio de esfuerzo (si el cardiólogo tratante lo autoriza):
 - * Betabloqueantes: 72 hs antes.
 - * Digitálicos: 72 hs antes.
 - * Nitratos: 24 hs antes.

3.- Radiofármaco:

- ²⁰¹Tl (en forma de cloruro de Talio).

4.- Dosis:

- 2 - 3 mCi (74 - 111 MBq) en el estudio de esfuerzo para un adulto de 70 Kg.
- 1 - 1.5 mCi (37 - 55.5 MBq) para la reinyección en reposo (diagnóstico de viabilidad miocárdica).

5.- Forma de administración:

- Para el estudio sensibilizado con esfuerzo ergométrico se inyecta en el momento de máximo esfuerzo, manteniéndose éste durante 1 a 2 min. si es posible. La colocación previa de un catéter venoso puede facilitar la inyección durante el ejercicio.
- Para el estudio sensibilizado con dipiridamol, se inyecta 2 min. después de haber finalizado la administración de la droga.
- Para el estudio sensibilizado con dobutamina, se inyecta una vez alcanzada la máxima dosis (40 gammas), o en el momento de detener la infusión por otra causa.

- Para el estudio de reposo (reinyección) se administra por vía intravenosa, no requiriendo ningún cuidado especial.

6.- Adquisición de imágenes (inmediatas post-esfuerzo o estímulo farmacológico y a las 4 hs para evaluar redistribución; entre 30 min. y 2 hs post-administración para las imágenes de reinyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza (opcionalmente, sólo el miembro izquierdo).
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado, e instruirlo para que evite inspiraciones profundas y no se duerma.
- Utilizar con colimador de propósitos generales para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventanas de 20% centradas en los fotopicos de 70 y 167 KeV.
- Detector en proyección oblicua anterior derecha lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Órbita circular, elíptica ó de contorno, en este último caso empleando contorno automático o manual. Utilizar siempre el mismo tipo de órbita. Verificar que todo el corazón quede contenido dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 180° desde OAD a OPI.
- Número de imágenes: 30 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 30 segundos.
- Matriz: 64 x 64 word.
- Zoom: 1.5 - 2.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites por encima y por debajo de las paredes anterior e inferior del corazón.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.15 Nyquist (variable entre 0.12 y 0.25), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: no se aplica, salvo que se cuente con un sistema de corrección por fuente de transmisión lineal, implementado en algunas cámaras de dos y tres cabezales.
- Zoom post reconstrucción: variable (en general entre 30 y 60 %).
- Reorientación del eje mayor vertical y horizontal del corazón.
- Las condiciones de procesamiento de las imágenes son las mismas para el estudio de reposo, esfuerzo o de estímulo farmacológico. Puede ser necesario modificar el filtro si la dosis fue menor, o si existió infiltración parcial durante la inyección, lo que resultará en menor densidad de cuentas en el miocardio.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de esfuerzo ó estímulo farmacológico y redistribución de cada corte (eje corto, eje largo horizontal y eje largo vertical) de modo que sean comparativas, utilizando el software específico generalmente provisto para este tipo de presentación. Imprimir en color ó blanco y negro según preferencia del usuario.
- Si se dispone de un estudio de reinyección documentarlo en forma comparativa con las imágenes de redistribución.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal (ángulo a 90°) realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT es prácticamente imprescindible actualmente para la evaluación de la perfusión miocárdica, con superioridad demostrada en cuanto a sensibilidad diagnóstica y localización topográfica de las áreas patológicas frente a las imágenes planares.

SPECT PULMONAR de PERFUSIÓN.

1.- Indicaciones:

- Tromboembolismo pulmonar.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -MSA (microesferas de albúmina) ó
- ^{99m}Tc -MAA (macroagregados de albúmina).

4.- Dosis:

- 7 mCi (259 MBq) para 70 Kg.

5.- Forma de administración:

- Intravenosa en forma de bolo sin mezclar con sangre, solicitando al paciente que inspire profundamente en el momento de inyectarlo y que luego realice 3 o 4 inspiraciones profundas. Mantener el brazo inyectado en alto por algunos segundos.
- La inyección debe ser realizada con el paciente en decúbito dorsal.
- Recordar que la jeringa conteniendo la dosis debe ser agitada continuamente a fin de evitar la precipitación de las partículas.

6.- Adquisición de imágenes (inmediatas post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Utilizar órbita preferentemente elíptica o de contorno, en este último caso empleando contorno automático o manual. Verificar que ambos pulmones queden contenidos dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.

- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente.
- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 128 x 128 word.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo de los pulmones.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.30), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: sí (método de Chang, coeficiente 0.12 cm^{-1}).
- Zoom post-reconstrucción: variable según juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- El estudio se debe acompañar siempre de las imágenes planares convencionales al menos en 6 proyecciones.

10.- Utilidad clínica:

- No está demostrada la superioridad del SPECT frente a las imágenes planares para el diagnóstico de tromboembolismo pulmonar, por lo cual no constituye la técnica de elección en la rutina clínica.

SPECT de MAMA.

1.- Indicaciones:

- Evaluación de compromiso metastásico ganglionar axilar.
- Lesiones mamarias no palpables.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -MIBI (6-metoxi-isobutil-isonitrilo).

4.- Dosis:

- 20 mCi (740 MBq) para 70 Kg.

5.- Forma de administración:

- Se inyecta por vía intravenosa, siendo muy importante seleccionar cuidadosamente el sitio de inyección. Se debe inyectar en el brazo contralateral a la lesión ó en el caso de tumores mamarios bilaterales inyectar en pie.

6.- Adquisición de imágenes (10 minutos post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al tórax del paciente.
- Utilizar órbita preferentemente elíptica o de contorno, en este último caso empleando contorno automático o manual. Verificar que la región de interés quede contenida dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente.
- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.

- Matriz: 128 x 128 word.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo de la región a estudiar.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.30 Nyquist (variable entre 0.25 y 0.35), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: sí (método de Chang, coeficiente 0.12 cm^{-1}).
- Zoom post-reconstrucción: variable, a juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- Este estudio debe ir acompañado de imágenes estáticas de ambas mamas en proyección lateral, con la paciente en posición de decúbito prono y además una imagen estática en proyección anterior de la región torácica incluyendo axilas.

10.- Utilidad clínica:

- Algunos estudios indican cierta superioridad del SPECT frente a las imágenes planares para la detección de compromiso axilar, no así para detección del tumor primario.

SPECT HEPÁTICO.

1.- Indicaciones:

- Tumores hepáticos primitivos o secundarios.
- Quistes, abscesos hepáticos o esplénicos.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- $^{99m}\text{Tc-S}^{\circ}$ (azufre coloidal) ó
- ^{99m}Tc -fitato.
- Cualquier otro trazador coloidal también es adecuado.

4.- Dosis:

- 5 mCi (185 MBq) para 70 Kg.
- Niños: 70 $\mu\text{Ci/Kg.}$, mínimo 500 μCi (18.6 MBq).

5.- Forma de administración:

- Se inyecta por vía intravenosa, no requiriendo precauciones especiales.

6.- Adquisición de imágenes (15 min. post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al abdomen del paciente, centrado en epigastrio.
- Órbita preferentemente elíptica o de contorno, en este último caso empleando contorno automático o manual. Verificar que todo el hígado y el bazo queden contenidos dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente.
- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).

- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 64 x 64 word.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo del hígado y bazo.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.30 Nyquist (variable entre 0.25 y 0.40), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: imprescindible (método de Chang, coeficiente 0.12 cm^{-1}).
- Zoom post-reconstrucción: en general no es necesario.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- Este estudio debe ir acompañado de por lo menos una imagen estática en proyección anterior con marca en reborde costal, que aporta información acerca del tamaño y la posición del hígado y el bazo.

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT permite aumentar la sensibilidad diagnóstica y topografiar las lesiones con mayor precisión comparado con las imágenes planares, por lo cual constituye el procedimiento de elección.

SPECT del POOL SANGUÍNEO HEPÁTICO.

1.- Indicaciones:

- Diagnóstico de hemangioma hepático.
- Determinar grado de vascularización de procesos hepáticos o esplénicos.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- Glóbulos rojos marcados con ^{99m}Tc pertecneciato, mediante administración previa de cloruro de estaño.

4.- Dosis:

- 20 a 30 mCi (740 – 1110 MBq) para 70 Kg. previa administración (15 min. antes) de 2 ml de cloruro de estaño (marcación “in vivo”).
- Niños: 290 $\mu\text{Ci/Kg.}$, mínimo 1 mCi (37 MBq).

5.- Forma de administración:

- Intravenosa, en forma de bolo a fin de obtener un estudio dinámico de primer pasaje.

6.- Adquisición de imágenes (inmediatas post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al abdomen del paciente, centrado en hígado.
- Órbita preferentemente elíptica o de contorno, en éste último caso empleando contorno automático o manual. Verificar que todo el hígado y el bazo queden contenidos dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Sentido: horario (CW) o antihorario (CCW) indistintamente.

- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 64 x 64 word.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo del hígado.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.30), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: imprescindible (método de Chang, coeficiente 0.12 cm⁻¹).
- Zoom post-reconstrucción: en general no es necesario.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- La marcación de los eritrocitos puede también realizarse mediante la técnica “in vitro” o mixta “in vivo-in vitro”.
- Este estudio se debe acompañar de una fase dinámica de primer pasaje y de imágenes estáticas de referencia.
- En caso de interesar el diagnóstico de hemangioma, suele ser necesario repetir el estudio tardíamente (4 - 6 hs post-inyección).

10.- Utilidad clínica:

- La técnica de SPECT permite aumentar la sensibilidad diagnóstica y topografiar las lesiones con mayor precisión comparado con las imágenes planares, por lo cual constituye el procedimiento de elección.

SPECT RENAL.

1.- Indicaciones:

- Detección de cicatrices corticales renales (pielonefritis) u otras lesiones parenquimatosas.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -DMSA (ácido dimercapto-succínico).

4.- Dosis:

- 3 mCi (111 MBq) para 70 Kg. de peso.
- Niños: 40 $\mu\text{Ci}/\text{Kg.}$, mínimo 500 μCi (18.6 MBq).

5.- Forma de administración:

- Se inyecta por vía intravenosa, no requiriendo precauciones especiales.

6.- Adquisición de imágenes (4 - 6 hs post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección lateral lo más próximo posible al tronco del paciente, centrado en zona lumbar.
- Órbita elíptica o de contorno, en éste último caso empleando contorno automático o manual. Verificar que ambos riñones queden contenidos dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación posterior de 180° desde LD a LI.
- Número de imágenes: 30 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 64 x 64 byte.
- Zoom: ajustado al tamaño del paciente; habitualmente 2.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo de los riñones.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.35 Nyquist (variable entre 0.30 y 0.40), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: no.
- Zoom post-reconstrucción: variable, a juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal (ángulo a 90°) realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- En niños utilizar un zoom mayor (2.5 ó 3).
- Siempre obtener además una imagen planar de la región lumbar en proyección PA y opcionalmente oblicuas y AP.
- Para cálculo de la función renal absoluta, medir además la jeringa con la dosis antes y después de la inyección.

10.- Utilidad clínica:

- No es concluyente la evidencia sobre una superioridad del SPECT frente a las imágenes planares para la evaluación morfológica renal, pero algunos reportes indican mayor sensibilidad de esta técnica. Otros autores prefieren imágenes planares con utilización del colimador "pin-hole".

SPECT ÓSEO.

1.- Indicaciones:

- Dolor dorsal o lumbar sin causa aparente (búsqueda de espondilolisis).
- Ubicación topográfica y características de lesiones vertebrales.
- Patología de cadera o rodillas (especialmente osteonecrosis, lesiones de cartílagos).
- Patología témporo-maxilar, evaluación de cirugía maxilar.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.
- Hidratación abundante desde el momento de la inyección (con excepción de los pacientes con insuficiencia renal que tengan restricción de líquidos).
- El paciente debe orinar antes de comenzar el estudio.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -MDP (metilen-difosfonato) ó
- ^{99m}Tc -HMDP (hidroxi-metil-difosfonato).

4.- Dosis:

- 25 mCi (925 MBq) para 70 Kg. de peso.
- Niños: 360 $\mu\text{Ci/Kg.}$, mínimo 1 mCi (37 MBq).

5.- Forma de administración:

- Se inyecta por vía intravenosa, no requiriendo precauciones especiales.

6.- Adquisición de imágenes (2 hs post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores fuera de la región en estudio.
- Retirar objetos metálicos que puedan interponerse.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en la proyección adecuada según la región a estudiar, lo más próximo posible al paciente, centrado en la zona en estudio.

- Orbits preferentemente no circular, empleando contorno automático o manual. Verificar que la zona a estudiar quede contenida dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP para cráneo, tórax y pelvis.
- Rotación de 180° desde posición lateral para columna, maxilares y rodillas.
- Sentido de rotación: horario o antihorario indistintamente.
- Número de imágenes: 60 para rotación de 360° y 30 para 180° (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 - 30 segundos respectivamente.
- Matriz: 128 x 128 word sin zoom o 64 x 64 word con zoom.
- Zoom: 1.5 para rodillas, cráneo y maxilares y 2 para columna.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, límites inmediatamente por encima y por debajo de la zona a estudiar.
- Filtro:
 - Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.30 Nyquist (muy variable según la región en estudio y la densidad de cuentas), filtro vertical activado.
 - ó
 - Wiener (especialmente para columna).
- Corrección de atenuación: no.
- Zoom post-reconstrucción: variable, según juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir preferentemente en blanco y negro.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal (ángulo a 90° para rotaciones de 180°, a 180° para rotaciones de 360°), realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- En pacientes con insuficiencia renal la hidratación puede estar contraindicada. Puede ser necesario demorar más de 3 horas la iniciación del estudio.
- Los parámetros de adquisición y procesamiento pueden modificarse según la topografía y características de la lesión a estudiar.
- En estudios de pelvis, se debe realizar una evacuación vesical completa.
- Recordar que el estudio de SPECT óseo es complementario y debe ser siempre acompañado por un estudio planar convencional.

- Calmar al paciente con analgésicos i/v antes del estudio si está muy dolorido y se piensa que no tolerará la posición durante el tiempo requerido.

10.- Utilidad clínica:

- Existe evidencia bastante convincente acerca de la utilidad del SPECT óseo, especialmente para la detección y topografía de las lesiones vertebrales. Se recomienda su uso de rutina en casos de dolor lumbar sin causa aparente. Es más discutible su utilidad en otras aplicaciones.

TOMOINMUNOCENTELLOGRAFÍA.

1.- Indicaciones:

- Valoración de extensión lesional y diagnóstico de recidiva tumoral.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.
- El paciente debe orinar antes de comenzar el estudio.

3.- Radiofármaco:

- ^{99m}Tc -anticuerpos monoclonales contra una variedad de antígenos tumorales.

4.- Dosis:

- 25 a 30 mCi (925 a 1110 MBq) para 70 Kg.

5.- Forma de administración:

- Infusión intravenosa lenta.

6.- Adquisición de imágenes (6 hs post-inyección):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores flexionados sobre la cabeza.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio halla finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para bajas energías.
- Analizador de pulsos con ventana de 15% centrada en el fotopico de 140 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al paciente, centrado en la zona de interés (según el dato clínico).
- Órbita no circular, empleando contorno automático o manual. Verificar que la zona en estudio quede comprendida dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 20 segundos.
- Matriz: 64 x 64 word.
- Zoom: 1.

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, colocación de límites opcional (según dato clínico).
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.25 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.35), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: sí (método de Chang, coeficiente 0.12 cm^{-1}).
- Zoom post-reconstrucción: en general sí, variable a juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir en blanco y negro o color.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal, realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- El estudio se acompaña de vistas estáticas a las 6 y 24 hs post-inyección.
- Según el caso, puede ser necesario un nuevo SPECT a las 24 horas.

10.- Utilidad clínica:

- No existe evidencia acerca de la utilidad del SPECT en inmunocentellografía, pero es probable que aporte ventajas en cuanto a sensibilidad diagnóstica y localización topográfica.

SPECT con ^{67}Ga -citrato.

1.- Indicaciones:

- Linfopatía tumoral (Hodgkin y no-Hodgkin): diagnóstico diferencial entre adenopatías en actividad y masas fibrosas residuales.
- Localización de abscesos ocultos.
- Sarcoidosis.
- Fiebre de origen desconocido.
- Evaluación del paciente con SIDA.
- Estudio de otros procesos neoplásicos e infecciosos.

2.- Preparación del paciente:

- Ayuno de 2 horas (no imprescindible).
- Explicar el procedimiento detalladamente.

3.- Radiofármaco:

- ^{67}Ga -citrato.

4.- Dosis:

- 8 – 10 mCi (296 - 370 MBq) para 70 Kg. de peso.
- Niños: 100 – 200 $\mu\text{Ci/Kg}$.

5.- Forma de administración:

- Intravenosa, sin precauciones especiales.

6.- Adquisición de imágenes (6 - 24 hs post-inyección para infecciones, 72 hs a 10 días post-inyección para linfopatías tumorales):

- Paciente en decúbito supino, miembros superiores colocados fuera del área de estudio.
- Retirar objetos metálicos de la zona en estudio.
- Advertir al paciente que debe permanecer inmóvil hasta que el estudio haya finalizado.
- Utilizar colimador de alta resolución para energías medias.
- Analizador de pulsos con ventana de 20% en los fotopicos de 90, 184 y 300 KeV.
- Detector en proyección anterior lo más próximo posible al paciente, centrado en la región de interés.

- Órbita no circular, empleando contorno automático o manual. Verificar que la zona en estudio quede contenida dentro del campo y que la rotación se efectúe libremente sin rozar al paciente ni a la camilla.
- Rotación de 360° desde AP.
- Número de imágenes: 60 (movimiento angular 6°).
- Modalidad: paso y disparo (step and shoot).
- Tiempo por imagen: 30 seg. para el estudio de 72 hs, 40 seg. para los siguientes.
- Matriz: 64 x 64 byte.
- Zoom: 1 - 1.5 (depende del área a estudiar y del tamaño del paciente).

7.- Procesamiento:

- Reconstrucción: por retroproyección filtrada, en general sin limitar.
- Filtro: Butterworth orden 4, frecuencia de corte 0.30 Nyquist (variable entre 0.20 y 0.40), filtro vertical activado.
- Corrección de atenuación: sí (método de Chang, coeficiente 0.12 cm⁻¹).
- Zoom post-reconstrucción: variable, a juicio del operador.

8.- Documentación del estudio:

- Seleccionar un juego de imágenes de cada corte (transversal, coronal y sagital) e imprimir en blanco y negro o color.

9.- Observaciones:

- En cámaras de doble cabezal, realizar la mitad de la rotación con cada detector, los demás parámetros se mantienen.
- Siempre acompañar el estudio con imágenes planares.
- Puede ser necesario obtención de imágenes más precoces o más tardías, de acuerdo al dato clínico y a los hallazgos que se vayan presentando.
- Para estudios de abdomen, se requiere administración de laxantes, enemas evacuatorios o dieta especial.

10.- Utilidad clínica:

- Existe evidencia acerca de la utilidad del SPECT para la evaluación de las linfopátías tumorales, constituyendo un método incluido en los algoritmos de rutina clínica. No así en otras aplicaciones, donde no existen datos suficientes.