

ARCAL XXXII

INFORME:

**REUNION DE LA COMISION DE TRABAJO PARA
PREPARAR PROTOCOLOS DE SPECT CARDÍACO**

PROYECTO RLA/6/036

**“CONTROL DE CALIDAD Y OPTIMIZACION DE
PROTOCOLOS CLINICOS DE SPECT”**

20 - 22 DE OCTUBRE DE 1999

BUENOS AIRES

ARGENTINA

I. INTRODUCCIÓN

Los centros de Medicina Nuclear en América Latina continúan incrementándose en número y en la cantidad de equipos de SPECT instalados. Este crecimiento responde, aunque limitadamente, al incremento en el número de pacientes que anualmente solicitan y requieren este servicio, por lo que es necesario el uso óptimo de los recursos existentes. Para ello, es necesario que el personal participante, en cualquiera de los aspectos del uso del SPECT y su aplicación con fines diagnósticos, cuente con la formación y capacitación necesarias para asegurar la práctica clínica adecuada y segura.

Para lograr esto, es necesario que los diferentes aspectos que intervienen sean contemplados y optimizados orientados a asegurar la calidad de las imágenes y el uso de protocolos clínicos adecuados. Esto pondría a los países de América Latina a la altura de las exigencias de la misma región y del contexto mundial.

Actualmente, los estudios con SPECT en la región, salvo algunas excepciones, no reflejan el beneficio de manera amplia y necesaria de una política de normalización e n pruebas de control de la calidad y de estandarización de protocolos clínicos. A esta situación contribuye el hecho de que no todos los centros cuentan con el personal que realice las pruebas de control de la calidad, dejando en manos de las empresas distribuidoras de los sistemas la realización de las mismas.

Para mejorar la situación de la región se hace necesario desarrollar una serie de actividades encaminadas a crear, entre otras cosas, un procedimiento normalizado para el control de la calidad de los sistemas SPECT utilizados, cubriendo toda la región de una manera económicamente viable, así como optimizar los protocolos clínicos utilizados en la región, atendiendo a la realidad y necesidades de los países participantes.

Atendiendo a esta necesidad descrita anteriormente, fueron propuestos al Organismo en el marco del Programa ARCAL dos proyectos regionales, uno sobre control de la calidad de sistemas SPECT y otro sobre la optimización de protocolos clínicos. Considerando que ambos proyectos están enfocados a los sistemas SPECT y que contemplan elementos del aseguramiento de la calidad, se sugirió, por expertos de la región, su fusión para dar origen al proyecto ARCAL XXXII “Control de calidad y optimización de protocolos clínicos de SPECT”.

En lo que se refiere a control de la calidad de sistemas SPECT, se propone el diseño, fabricación y uso de un fantoma para realizar el control de la calidad externo.

Consideraciones:

Los países participantes en la ejecución del proyecto tienen una población de aproximadamente 423.5 millones de habitantes. Existen actualmente 540 gamma cámaras con capacidad de realizar SPECT, lo cual supone una densidad de 1.28 gamma cámaras por millón de habitante. El 37% de éstas gamma cámaras se encuentran en Brasil, el 25% en Argentina, el 13% en México, el 10% en Colombia y el 13% en los restantes países participantes en la ejecución del proyecto. Cabe señalar, que la densidad de sistemas SPECT por país es sumamente variable, pues mientras que Argentina y Uruguay tienen 2 sistemas SPECT por millón de habitantes, Venezuela cuenta con 0.1 gamma cámaras por millón de habitantes.

Los estudios SPECT oscilan entre 10 y 20% de los estudios totales realizados en estos sistemas. En el 62% de los sistemas SPECT de la región se realizan estudios cerebrales abarcando 263 instituciones mientras que en el 82% de estos sistemas realizan SPECT cardíaco en 386 instituciones (datos parciales). Los principales estudios realizados son en orden de importancia: cardíacos, cerebrales y de otros órganos.

En cuanto a las guías para ejecutar procedimientos Médico Nucleares en SPECT, 71% de los países participantes aplican guías propias que se consideran pertinentes y extrapolan otras guías de países industrializados; 14% aplican únicamente sus propias guías y el 14% restante extrapolan guías internacionales.

Respecto al control de la calidad, el 57% de los países realiza controles sistemáticos en todas sus instituciones, 29% sólo en algunas y 14% no realiza controles de calidad. De las que realizan controles de la calidad total o parcial, 75% lo hace con personal de las instituciones, 42% con personal de las firmas vendedoras y 25% con personal contratado. La distribución de sistemas SPECT en los países que participan en la ejecución del proyecto se resume en la tabla siguiente:

Argentina	136	El Salvador	2
Bolivia	1	Guatemala	1
Brasil	200	México	72
Chile	22	Panamá	5
Colombia	56	Paraguay	2
Cuba	9	Perú	11

Costa Rica	3	Uruguay	6
Rep. Dominicana	2	Venezuela	4
Ecuador	8	Total	540

II. REUNIÓN DE LA COMISION DE TRABAJO PARA PREPARAR PROTOCOLOS DE SPECT CARDÍACO

Buenos Aires, 20 al 22 de Octubre de 1999.

Institución Anfitriona:

Comisión Nacional de Energía Atómica
Coordinador de Proyecto: Lic. Mariana L. de Cabrejas

Sede de la Reunión:

Comisión Nacional de Energía Atómica Sede Central
Avenida Libertador 8250, Buenos Aires

Países Participantes y sus Representantes:

Argentina: Victor Balestrini
Brasil: Claudio Meneghetti
Colombia: Diana Páez Gutiérrez
Cuba: Juan Batista
Chile: Pamela Humeres
México: J. Pascual Pérez-Campos

Experto del OIEA

Dr. Ajit Padhy. OIEA, Viena

Propósito de la Reunión

De acuerdo al programa de actividades del Proyecto ARCAL XXXII: "CONTROL DE CALIDAD Y OPTIMIZACIÓN DE PROTOCOLOS CLÍNICOS DE SPECT", el grupo de expertos se reunió para cumplir con la actividad No. 7 del año 1999.

Durante la misma se prepararon protocolos que pudieran servir como punto de referencia a los especialistas en el área para realizar los estudios de SPECT cardiaco. Se analizaron las principales indicaciones, las técnicas de adquisición y procesamiento, la interpretación e informe de los resultados.

Se analizaron los estudios de SPECT de perfusión miocárdica, ventriculografía tomográfica y SPECT con marcadores de positrones y se propusieron los protocolos que figuran a continuación para los estudios de SPECT cardíacos.

Para guardar coherencia con el resto del ARCAL XXXII, se uso como referencia para el desarrollo de los protocolos, la metodología utilizada para establecer los protocolos de SPECT cerebral.

PROGRAMA DE LA ACTIVIDAD 7 - A R C A L XXXII – OIEA
Buenos Aires - 20.10.99 – 22.10.99

Elaboración de los Protocolos para estudios de SPECT Cardíaco

Miércoles 20.10.99

- 9:00hs. Inauguración de la reunión
Palabras de Bienvenida del Coordinador Nacional ARCAL
Presentación de los Participantes
- 10:00hs. Presentación de los Protocolos por país
- 13:00hs. Almuerzo
- 14:30hs. Presentación de los Protocolos por país. Continuación
- 17:00hs. Traslado al Hotel

Jueves 21.10.99

- 9:00hs. Discusión Grupal. Estructura del reporte y definición de las recomendaciones
- 10:00hs. Discusión de los protocolos
- 13:00hs. Almuerzo
- 14:30hs. Discusión de los protocolos. Continuación.
- 17:00hs. Traslado al Hotel

Viernes 22.10.99

- 9:00hs. Discusión Grupal. Acuerdos finales sobre el reporte y recomendaciones
- 11:00hs. Redacción del Informe Final
- 13:00hs. Almuerzo
- 14:30hs. Redacción del Informe Final. Continuación
Entrega del Informe Final al Coordinador Nacional de ARCAL

17:00hs. Traslado al Hotel
21:30hs. Cena de Camaradería

PROTOCOLO PROPUESTO PARA ESTUDIOS SPECT **DE PERFUSIÓN MIOCÁRDICA**

I. Información General

Los estudios de perfusión miocárdica utilizan trazadores radioactivos administrados por vía intravenosa con el fin de evaluar el flujo sanguíneo regional del miocardio. Las imágenes de perfusión son adquiridas en condiciones de reposo, bajo ejercicio en banda o bicicleta ergométrica o por estimulación farmacológica con vasodilatadores como el dipiridamol y la adenosina o con inotrópicos como la dobutamina o la arbutamina.

Los grados de captación miocárdica comparando las imágenes en condiciones basales y de estrés permiten evaluar el miocardio normal, isquémico, fibrótico, necrótico, así como el miocardio viable.

II. Principales Indicaciones Clínicas

1. Diagnóstico de enfermedad coronaria
2. Evaluación de la repercusión funcional de lesiones coronarias conocidas
3. Estratificación de riesgo
4. Monitoreo de los efectos del tratamiento clínico o de revascularización
5. Evaluación de viabilidad miocárdica
6. Evaluación de la función ventricular por medio de SPECT gatillado (gated) al electrocardiograma

III. Procedimientos de Preparación y Protocolos de Estrés

Todo procedimiento debe estar permanentemente supervisado por personal con entrenamiento especializado y tener disponible los insumos y equipos necesarios para la atención de emergencias.

Durante el estrés físico o farmacológico se debe mantener monitoreo de la frecuencia cardíaca, la tensión arterial y registro electrocardiográfico continuo. Debe interrogarse frecuentemente al paciente sobre la presencia de síntomas y evaluar signos de isquemia.

III.a Estudios en Reposo

Preparación

- Se recomienda ayuno de cuatro horas
- Canalizar vena periférica
- Retirar objetos del tórax que pueden provocar atenuación
- Explicar el procedimiento al paciente
- Obtener consentimiento escrito cuando sea pertinente

III.b Estudios de Esfuerzo (ejercicio en banda o bicicleta ergométrica)

Se considera el método ideal de estrés por ser un estudio fisiológico y porque aporta información sobre el estado funcional del paciente.

Contraindicaciones

- Infarto agudo de miocardio
- Angina inestable
- Hipertensión arterial severa
- Hipertensión pulmonar
- Arritmias graves
- Insuficiencia cardiaca descompensada
- Bloqueo atrio-ventricular
- Miocarditis aguda
- Pericarditis aguda
- Estenosis aórtica o mitral severa

Preparación

- Cumplir las mismas indicaciones para el estudio en reposo
- Retirar medicación si no existe contraindicación o bajo previa autorización del clínico
- Betabloqueantes 72 horas como mínimo
- Anticálcicos 72 horas
- Vasodilatadores 24 horas
- No ingerir xantinas, café, té, chocolate, yerba mate, ni bebidas colas en las

24 horas previas a estudio. Esta indicación se recomienda para el caso en que el paciente no sea candidato adecuado para ejercicio físico y amerite protocolo de estrés farmacológico con dipiridamol o adenosina.

- Evitar fumar e ingerir alcohol en las 24 horas previas al estudio
- Presentarse en ropa cómoda
- Seguir las indicaciones normalmente recomendadas para prueba de esfuerzo

III.c Estudio bajo efecto farmacológico

Los dos tipos de estrés farmacológico usados para evaluar la perfusión micárdica son, los que emplean vaso dilatadores como el dipiridamol y la adenosina y los que emplean inotrópicos como la dobutamina, la dobutamina+atropina y la arbutamina. Esta clase de procedimientos está reservado para aquellos pacientes que no pueden realizar una prueba de esfuerzo efectiva o en quienes el trazo electrocardiográfico no permite una adecuada interpretación.

III.c.1 Agentes Vasodilatadores

Se utilizan para ocasionar dilatación de los vasos de reserva coronaria. Los fármacos disponibles para tal fin son el dipiridamol y la adenosina.

El primero inhibe la recaptación de la adenosina por parte de las células miocárdicas, produciendo un incremento en sus niveles que ocasiona un importante efecto vasodilatador.

La adenosina es un potente vasodilatador coronario, con una vida media biológica muy corta (segundos). Posterior a su infusión se presenta un aumento en el flujo coronario, que puede ser cuatro veces superior al de reposo y a menudo supera el obtenido durante el ejercicio máximo.

Indicaciones

- Accidente vascular cerebral
- Evaluación de síndrome coronario agudo
- Hipertensión arterial
- Bloqueo completo de rama izquierda
- Problemas ortopédicos
- Enfermedad inflamatoria articular
- Vasculopatía periférica

- Marcapaso fijo
- Insuficiencia cardiaca
- Ingesta crónica de digital
- Hipertensión pulmonar
- Incapacidad neuromotora

Contraindicaciones

- Broncoespamo
- Asma
- Hipertensión pulmonar
- Enfermedad pulmonar severa previa a intubación
- Hipotensión (sistólica menor de 90 mm. Hg)
- Enfermedad valvular mitral
- Hipersensibilidad al dipiridamol o la adenosina
- Pacientes que requieran medicación continua con xantinas
- Bloqueo atrio - ventricular de segundo o tercer grado
- Infarto de miocardio (evaluar riesgo - beneficio)
- Angina inestable (evaluar riesgo - beneficio)
- Estenosis aórtica severa
- Cardiomiopatía hipertrófica u obstructiva severa
- Hipotensión ortostática severa
- Embarazo y lactancia (evaluar riesgo - beneficio)

Preparación

- Cumplir las mismas indicaciones para el estudio en reposo
- Retirar medicación si no existe contraindicación o bajo previa autorización del clínico
- Betabloqueantes 72 horas como mínimo
- Anticálcicos 72 horas
- Vasodilatadores 24 horas
- No ingerir xantinas, café, té, chocolate, yerba mate ni bebidas colas en las 24 horas previas a estudio
- Evitar fumar e ingerir alcohol las 24 horas previas al estudio
- Seguir las indicaciones recomendadas para prueba de esfuerzo

Efectos secundarios

- Dolor torácico o angina de pecho
- Mareo
- Cefalea

Anormalidades electrocardiográficas

- Enrojecimiento facial
- Náuseas
- Dolor abdominal
- Disnea – estridor
- Malestar inespecífico

Protocolos:

a) Protocolo de infusión de dipiridamol

- Administrar 0.56 mg/kg por vía intravenosa, durante cuatro minutos
Para la administración se puede utilizar bomba de infusión, en ausencia de esta se puede usar goteo continuo o una inyección lenta con la droga diluida en 8 ml a razón de 2 ml/min
- Administrar el trazador entre dos a cuatro minutos después de finalizada la infusión de dipiridamol

Si se estima necesario, por la presencia de efectos adversos inducidos por el dipiridamol, administrar 50-100 mg de aminofilina vía intravenosa, en caso que los síntomas persistan se puede aumentar la dosis con un máximo de 300 mg, con permanente monitoreo del paciente. La administración se debe realizar en forma lenta o si se prefiere en un volumen de dilución. En caso de usarse debe hacerse al menos cuatro minutos posterior a la aplicación del radiotrazador. La aminofilina bloquea la acción del dipiridamol por bloqueo de la acción de la adenosina

b) Protocolo de infusión de adenosina

- Seguir la preparación para infusión de dipiridamol
- Conectar una llave de tres vías al equipo de venoclisis
- Colocar un vial de 30 ml de adenosina en una jeringa del 60 ml de solución isotónica quedando a una concentración de 3 mg/ml. Si el paciente tiene un peso mayor de 80 kg, preparar dos viales de 60 ml
- Conectar la jeringa de 60 ml a una bomba de infusión

- Instalar la infusión a un goteo de 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ por seis minutos
- Después de tres minutos aplicar el trazador radioactivo usando la llave de tres vías
- En los pacientes de alto riesgo se recomienda el uso de una infusión graduada iniciando con una dosis de 50 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ durante un minuto, seguido por un incremento de 75, 100 y 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ por cada minuto consecutivo. Después de cuatro minutos de infusión, inyectar el trazador utilizando la llave de tres vías. Continuar goteo de adenosina a 140 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ por tres minutos.

III.c.2 Agentes Inotrópicos

Los agentes inotrópicos utilizados son la dobutamina, la arbutamina o la dobutamina-atropina. La dobutamina es una amina simpaticomimética, sintética. Su efecto es producir un incremento en el doble producto (F.C. x T.A.), en el volumen latido y en el gasto cardiaco, con un incremento resultante en el consumo miocárdico de oxígeno. El resultado de esto es un incremento en el flujo coronario de aproximadamente del doble del nivel de reposo.

La dobutamina tiene una vida media biológica en plasma de dos minutos.

Indicaciones

- Pacientes con broncoespasmo
- Pacientes con contraindicación para el uso de dipiridamol o adenosina
- Pacientes que ingieren xantinas en forma crónica
- Pacientes que tomen dipiridamol en forma crónica

Contraindicaciones para el uso de inotrópicos

- Taquicardia ventricular
- Arritmias
- Angina inestable
- Cardiomiopatía obstructiva o hipertrófica
- Infarto agudo de miocardio

Preparación

- Tener en cuenta las mismas medidas indicadas en el estudio de ejercicio.
- Canalizar dos venas periféricas o usar llave de tres vías

Protocolo de infusión de dobutamina

- Diluir el contenido de un vial de 20 ml de dobutamina en 250 ml de solución salina para obtener una concentración final de 1 mg/ml
- Conectar la solución a una bomba de infusión
- Conectar la llave de tres vías al equipo de venoclisis
- Calcular el goteo iniciando a 10 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ aumentado a 20, 30 y 40 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ cada tres minutos.
- El máximo de infusión es de 50 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, cuando no se ha alcanzado un adecuado incremento de la frecuencia cardiaca.
- En pacientes inestables se recomienda una dosis de incremento por un factor 5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ cada tres minutos
- Siempre debe existir monitoreo continuo de la frecuencia cardiaca y del trazo electrocardiográfico
- Aplicar el radiofármaco cuando se alcance la frecuencia cardiaca máxima y continuar la infusión de dobutamina por dos minutos
- Las causas de suspensión del goteo son
- Cuando se ha alcanzado el 85% o más de la frecuencia cardiaca máxima esperada
- Cuando se ha alcanzado el 70% de la F.C. máxima esperada en los pacientes post infarto de miocardio
- Marcada respuesta hipertensiva o hipotensión importante
- Síntomas de isquemia
- En caso de presentarse efectos secundarios se puede revertir el efecto farmacológico usando un agente betabloqueador de acción rápida
- El monitoreo se debe continuar al menos cinco minutos posterior a la finalización de la infusión

Efectos secundarios

- Palpitación precordial
- Dolor torácico
- Arritmias
- Nauseas
- Cefalea
- Cambios electrocardiográficos

Consideraciones acerca de:

1 - Radiofármaco y la actividad a administrar

a) Tl-201

Es un anión análogo del potasio que ingresa a la célula principalmente por transporte activo a través de la bomba sodio-potasio-ATPasa.

La actividad a administrar es de 111 MBq (3 mCi) para el esfuerzo

La actividad de reinyección es de 37 MBq (1mCi) en caso de ser necesaria.

b) Fármacos marcados con Tc-99m: Sestamibi, Tetrofosmina, Furofosmina

Son cationes lipofílicos que ingresan a la célula principalmente por difusión pasiva, directamente relacionada con el flujo sanguíneo y que intracelularmente se fijan dentro de la mitocondria.

2 - Protocolos

a) Protocolo de 1 día

- Puede ser reposo-esfuerzo o esfuerzo-reposo.
- Para la primera imagen se recomienda inyectar entre 296 - 370 MBq (8 a 10 mCi.)
- Para la segunda parte se recomienda triplicar la actividad: 925 – 1110 MBq (25 a 30mCi).

b) Protocolo de 2 días

- Se recomiendan actividades entre 740 – 925 MBq (20 a 25 mCi) en cada adquisición

3 - Tiempo entre la inyección y la adquisición

- a) Tl- 201 : Se recomienda comenzar la adquisición a los 10 minutos.

- b) Fármacos marcados con Tc-99m: - Para el estrés se recomienda alrededor de 15 minutos a 1 hora.
- Para el reposo se recomienda 45 a 60 minutos.

4 - Adquisición de imágenes (SPECT de 1, 2 y 3 cabezales):

1. Colimadores

- Para estudios marcados con Tc-99m se recomienda el uso de colimadores de alta resolución y baja energía
- Para estudios con Tl-201 se puede usar colimador de alta resolución - baja energía o todo propósito - baja energía

2. Órbita

- Se recomienda una adquisición con órbita de 180 grados para máquinas de un o dos cabezales en posición de 90°. En equipos de 3 cabezales seguir las indicaciones del fabricante
- En equipos de 3 cabezales seguir las indicaciones del sistema
- Se recomienda la órbita circular, pero también se puede usar la elíptica.
- Se debe buscar la menor distancia posible entre el paciente y el o los detectores

3. Energía

- Para los fármacos marcados con Tc-99m se recomienda usar el pico de 140 keV con ventana de 15 a 20% dependiendo de la resolución en energía del instrumento
- En caso de Tl-201 se recomienda utilizar 2 o 3 picos:
 - en los picos de 72 y 80 keV con ventana de 15%
 - En el pico de 167 keV con ventana de 20%

4. Número de proyecciones

- Se recomiendan 32 proyecciones para el Tl-201
- 64 para los compuestos marcados con tecnecio.

5. Matriz

- Se recomienda 64 x 64 pixels.

6. Tipo de movimiento del cabezal

- El más ampliamente usado es el tipo “step and shoot” (paso y disparo)
7. Tiempo de cada proyección
 - Se recomienda 40 segundos para el Tl-201
 - Dependiendo de la dosis usada del fármaco marcado con tecnecio entre 20 a 30 segundos.
 8. - SPECT gatillado (Gated SPECT)
 - Se recomienda su uso rutinario si se tienen los instrumentos necesarios
 - Para los estudios marcados con Tc-99m se recomienda gatillar 8 cuadros (frames) por ciclo cardiaco, tanto para esfuerzo como para reposo.
 - La mejor calidad de imagen se logra con las actividad más alta.
 9. Posición del paciente
 - Se recomienda en forma estándar el decúbito supino con el brazo izquierdo fuera del campo de adquisición.
 - En el caso de existir problemas de artefacto o atenuación (glándula mamaria en las mujeres y diafragma en los hombres), son opcionales otras posiciones como decúbito prono o lateral derecha

5 - Procesamiento de las imágenes

a) Reconstrucción transaxial:

- Por retroproyección Filtrada
- Por Método Iterativo

b) Filtro

- La selección del filtro es un aspecto crítico en el procesamiento del SPECT para obtener una adecuada calidad de imagen, que sea clínicamente aceptable.
- Los cortes tomográficos procesados con filtros con alta frecuencia de corte mejoran la resolución espacial a expensas de la introducción de mayor ruido estadístico. Si la frecuencia de corte del filtro es baja, la resolución espacial empeora y el ruido disminuye.
- Para obtener la mejor calidad de imagen no hay una receta fija, se debe probar en forma individual en cada sistema.

- Los filtros más frecuentemente recomendados son el Butterworth y el Hanning

6 - Interpretación de las imágenes (Revisión de la Adquisición)

Una vez finalizada cada adquisición y previo al retiro del paciente se debe verificar si se cumplieron todos los parámetros que aseguren el control de calidad de la imagen

- Descartar la presencia de artefactos debidos a movimiento del paciente o efectos de atenuaciones.

7 - Evaluación de las imágenes

- Análisis

- En todos los casos se hace visual en forma cualitativa
- Se utiliza la escala de grises usando los cortes de eje corto, eje largo vertical y eje largo horizontal
- El análisis visual también puede realizarse por medio de las escalas de colores
- Incluir el análisis semicuantitativo por medio de la aplicación de mapas polares (bull's eyes)

- Interpretación

Para determinar si el estudio es normal o anormal se analiza en cada paciente la presencia de uno o más defectos de perfusión (menor concentración del radiofármaco).

En caso de existir algún grado de anormalidad se debe evaluar

a) Localización

- Se sugiere considerar el análisis del ápex en los ejes largos
- El resto del ventrículo se divide en tercios basal, medio y apical (distal)
- Los segmentos a considerar son el anterior, septal, inferior y lateral así como la combinación que se estime conveniente entre estos.

b) Extensión

- Leve
- Moderada
- Severa

c) Intensidad

- Leve

- Moderada
 - Severa
- d) Grado de reversibilidad
- Totalmente reversible
 - Parcialmente reversible
 - Fijo
 - Redistribución inversa o reversibilidad paradójica
- e) Análisis cuantitativo
- Debe realizarse siempre que las condiciones del equipo lo permitan
 - Analizar el tamaño de la cavidad ventricular izquierda
 - Evaluar la fracción de eyección ventricular izquierda
 - Analizar el aumento de la captación pulmonar

Reporte Final

Se sugiere realizar una descripción con los parámetros antes mencionados haciendo alusión a la localización, extensión, intensidad y grado de reversibilidad de cada defecto. Además se mencionará en el caso que exista la presencia de dilatación ventricular o captación pulmonar.

En los casos en que se realiza un estudio gatillado, se deberán mencionar los parámetros de función ventricular

Se sugiere realizar una conclusión final a manera de orientar lo mejor posible al médico tratante, en como continuar con el manejo o estudio del paciente.

Se sugiere mencionar en la conclusión, si la o las lesiones mencionadas son compatibles con isquemia, necrosis o áreas de viabilidad.

PROCOLO PROPUESTO PARA LA VENTRICULOGRAFÍA CON SPECT GATILLADO

Aunque la adquisición gatillada y SPECT de la ventriculografía, es de mejor rendimiento que la planar, no tiene una amplia aplicación clínica debido a su limitada sensibilidad y largo tiempo de adquisición. Esta situación a mejorado últimamente con los nuevos programas de procesamientos y equipos multidetectores, que han disminuido el tiempo de adquisición de 45 minutos a 10 a 12 minutos. A pesar de estas ventajas, esta examen no ha tenido una amplia aplicación clínica.

Parámetros de adquisición y procesamiento

- a) Fármaco: Glóbulos rojos marcados con Tc99m
- b) Dosis: 30 mCi
- c) Instrumento: Cámara gamma de 1 o múltiples detectores.
- d) Energía: 140 keV y ventana de 15%
- e) Colimador: baja energía y alta resolución
- f) Matriz: 64 x 64
- g) Frame por ciclo : 16
- h) Órbita : para un detector 180 grados elíptica o circular y 360 grados en la multidetector circular o elíptica.
- i) Número de proyecciones: 30 para un detector y 60 para multidetector.
- j) Tiempo por proyección: 45 a 60 segundos.
- k) Filtro Butterworth: Orden:5

Frecuencia de corte: según sistema. la mas adecuada para el sistema con que se cuenta y cuentas obtenidas. se recomienda 0.24

PROTOCOLO PROPUESTO PARA ESTUDIOS SPECT DE VIABILIDAD MIOCÁRDICA

Existen varios protocolos usados para el estudio de viabilidad miocárdica, la mayor parte de ellos utiliza el Tl-201 en diversas modalidades:

i) Talio 201

- A) reposo-redistribución
- B) reposo-reinyección
- C) stress-redistribucion-reinyección
- D) a cualquiera de las alternativas anteriores puede agregársele imágenes tardías de 16 a 24 hrs.

Las dosis, los parámetros de adquisición y procesamiento de las imágenes son similares a los mencionados para el Tl-201 previamente.

ii) Radiofármacos marcados con Tc99m

También existen estudios de viabilidad con radiofármacos marcados con Tc99m , dentro de los cuales el más frecuentemente usado es el MIBI.

Con el fin de obtener un mejor rendimiento de la técnica de detección de viabilidad miocárdica, se ha usado la administración de fármacos por distintas vías, fundamentalmente los nitratos.

La ventaja de estos fármacos es que permiten una evaluación conjunta de la perfusión y la función.

Descripción de la técnica

Existen básicamente las siguientes alternativas:

MIBI stress gatillado- reposo gatillado

MIBI reposo gatillado-stress gatillado

Además hay quienes gatillan sólo una de las 2 partes del estudio.

Los parámetros de adquisición, procesamiento de las imágenes, son los ya descritos.

Hay varias alternativas para la administración de los nitratos:

- endovenoso
- sublinguales

El más usado , en general es la nitroglicerina en dosis de 0.5 a 1 mgr.

Los parámetros usados en la evaluación de viabilidad miocárdica, básicamente son:

- motilidad
- engrosamiento sistólico
- función ventricular, que en los casos que se pueda, se evalúa con fracción de eyección.

iii) Estudio con Positrones

Los trazadores emisores de positrones emiten simultáneamente 2 fotones de 511 keV en direcciones opuestas. Para los fines de la imagen estos fotones pueden ser detectados aisladamente (SPECT) o en conjunto con sistemas de coincidencia (PET o cámaras de centelleo especialmente adaptadas para ese fin híbrido). La habilidad de los sistemas de coincidencia para detectar los 2 fotones simultáneamente y la corrección de atenuación causada por los tejidos del organismo mejora la resolución espacial de la imagen obtenida, en comparación con las imágenes convencionales de SPECT.

La principal aplicación clínica con FDG es la evaluación de la presencia de miocardio viable en pacientes con enfermedad arterial coronaria y disfunción ventricular izquierda. El objetivo del estudio es verificar si existe actividad metabólica en regiones miocárdicas con perfusión disminuida utilizando FDG como un marcador de metabolismo de glucosa y , por lo tanto , de viabilidad del músculo cardíaco.

Especificaciones del estudio:

Para verificar el metabolismo de glucosa del músculo cardíaco sugerimos ayuno prolongado de 12 horas el estudio es realizado si el paciente presenta una glucemia bajo 120 mgr/dl.

La dosis de FDG varía de acuerdo al equipo y técnica disponible. para sistemas de SPECT con colimadores de 511 keV la dosis puede variar de 370 a 600 MBq, en tanto que para sistemas con colimación electrónica o de coincidencia, se utiliza 100 a 180 MBq.

Protocolo de preadquisición:

- A) Carga de glucosa
 - 1) 50 grs de glucosa oral
 - 2) monitorizar y establecer la curva glicémica
 - 3) inyectar la dosis de FDG en la fase descendente de la curva (respuesta insulínica)
- B) Clamp hiperinsulinémico euglicémico
 - 1) administrar por vía endovenosa suero glucosado al 20% en goteo
 - 2) administrar por vía endovenosa insulina en goteo
 - 3) monitorear la glicemia con el fin de evitar la hipoglicemia y mantener el nivel constante alrededor de 100mgr/dl
 - 4) establecido el nivel constante de euglicemia, se inyecta la dosis de FDG.

Observación: este es fuertemente recomendado para pacientes diabéticos.

Adquisición de la imagen

A) SPECT

- 1) colimador de 511 keV, ventana 20%
- 2) orbita circular 30-40 seg por imagen
- 3) reconstrucción iterativa o retroproyección, de acuerdo al sistema disponible

B) Coincidencia:

- 1) ajustar picos energéticos para 511 y 309 keV con ventana de 15%
- 2) orbita circular con 64 proyecciones, 30-40 seg por imágenes
- 3) cuando este disponible, adquirir imágenes de transmisión con fuentes de Cs-137.

Interpretación:

La evaluación es cualitativa. se comparan las imágenes de metabolismo de FDG con las imágenes SPECT de perfusión miocárdica realiza con Tl-201 o con agentes marcados con Tc-99m.

Zonas hipoperfundidas con presencia de metabolismo de glucosa se consideran viables en tanto que la ausencia o metabolismo muy leve, es considerado no viable.

Es importante destacar que los sistemas de coincidencia desprovistos de corrección de atenuación, presentan frecuentemente artefactos en las paredes inferior y posterior del ventrículo izquierdo. el uso de cámaras con colimadores de alta energía poseen baja resolución, lo que disminuye la precisión del método.

CONTROL DE CALIDAD

Con el fin de asegurar que el estudio a interpretar sea fidedigno, es necesario realizar algunos controles periódicos del equipo, que pueden ser origen de errores.

Los controles más importantes son:

- Alineamiento del centro de rotación. Se debe verificar una vez por semana para cada colimador.
- Uniformidad de respuesta: Se debe verificar diariamente. En caso que dé valores mayores a los especificados, se debe adquirir una nueva matriz de corrección.
- Corrección de la energía. Se debe realizar diariamente y cada vez que se cambia de isótopos. Además hay que hacer una adecuada selección de la ventana de energía para el trazador a usar. Esto es particularmente importante en los estudios de coincidencia, en que hay que repetir el control del pico de energía después de cada paciente .
- Prueba de funcionamiento total (imagen de Fantoma de Jaszczak , Carlson o similar). Se debe hacer una adquisición cada 2 meses para controlar uniformidad tomográfica, resolución tomográfica y contraste de la imagen.