

Protocolos de uso y prácticas de Medicina Nuclear en Nefrourología.

ARCAL XXXVI
Proyecto RLA/6/037
Estandarización de Técnicas
de Nefrourología Nuclear
Reunión 8-12 de Mayo del 2000.
Comisión Nacional de Energía Atómica
Buenos Aires, Argentina

**Adaptado por Dr. Claudio Opazo
Abril 2008**

Indice

Indice	2
Introducción	3
Principio	3
Indicaciones clínicas	3
Contraindicaciones	3
Radiofármacos	4
99mTc-DTPA (ácido dietilentriaminopentaacético)	4
99mTc-Mag3 (Mercaptoacetilglicina)	4
99mTc-EC (L, etilendicisteina)	4
Dosis	4
Vía de Administración	4
Control de Calidad	5
Gamma cámara con computador	5
Procedimiento	6
Posición del paciente	6
Proyecciones	6
Imágenes	6
Procesamiento de las imágenes	6
Presentación de las imágenes	7
Interpretación e informe	7
Parámetros a informar	7
Imagen Normal	7
Estudio dinámico renal diurético	8
Indicaciones	8
Contraindicaciones	8
Absoluta:	8
Relativa:	8
Diurético	8
IMÁGENES COMPLEMENTARIAS	9
PROCESAMIENTO:	9
Determinación de excreción urinaria post furosemida:	9
OTROS PARAMETROS QUE SE HAN UTILIZADO:	10
Factores que afectan la respuesta diurética	10
Interpretación e informe	10
Criterios de normalidad	10
Criterios de anormalidad	11
Fuentes de error	11
Bibliografía	11

Introducción

El estudio dinámico renal ha sido utilizado durante muchos años. Actualmente es el procedimiento de elección en el diagnóstico y evaluación de diversas patologías nefrourológicas. Permite en forma objetiva la evaluación cuantitativa de la función renal relativa, así como las características del drenaje del tracto urinario, parámetros fundamentales en el manejo de los pacientes.

La dilatación del tracto urinario (Hidronefrosis/Hidroureteronefrosis) puede ser de origen obstructivo (estenosis pieloureteral, estenosis ureterovesical) o no obstructivo (Megaureter, reflujo vesicoureteral). La intervención farmacológica con diuréticos permite el diagnóstico diferencial entre obstrucción y dilatación no obstructiva.

La enfermedad renovascular es la causa más frecuente de hipertensión secundaria potencialmente curable. La utilización de drogas inhibidoras de enzima convertidora de angiotensina (Captopril, Enalapril, Lisinopril) permite objetivar mediante el uso de la cintigrafía renal dinámica la disminución de la función renal.

En el seguimiento del trasplante renal y evaluación de sus complicaciones el cintigrama renal dinámico basal y/o con intervención farmacológica aporta datos de perfusión, función y excreción renal que son necesarios en el manejo del paciente.

Principio

La utilización de compuestos que son captados y eliminados por el riñón permiten determinar la función renal, excreción a través del tracto urinario y dinámica vesical en forma simultánea y fisiológica.

Indicaciones clínicas

1. Evaluación de la perfusión renal
2. Evaluación función renal
3. Evaluación del drenaje del tracto urinario
4. Cistografía isotópica indirecta

Contraindicaciones

1. Absoluta Ninguna
2. Relativa Uso reciente de medios de contraste (esperar 48 horas después de una angiografía)
3. Embarazo

Radiofármacos

99mTc-DTPA (ácido dietilentriaminopentaacético)

Quelato que se elimina casi exclusivamente por filtración glomerular, no se reabsorbe ni se secreta. Su baja unión a proteínas plasmáticas (inferior a 10%) hace que tenga distribución intra y extravascular, con significativa actividad de fondo. Sin embargo esto mismo permite la cuantificación de velocidad de filtración glomerular. La fracción de extracción renal es aproximadamente 20%. La máxima concentración renal es alcanzada a los 2.5 - 3 minutos y el 95% de la dosis ha sido eliminado a las 24 horas, en un paciente con función renal normal.

99mTc-Mag3 (Mercaptoacetiltriglicina)

Proteína que se une a proteínas plasmáticas (90%) lo que asegura elevada concentración plasmática y menor distribución en el espacio extravascular. La extracción renal es mayor del 50% y es excretada principalmente a través de secreción tubular. Se elimina rápidamente, después de tres horas aproximadamente el 90% se encuentra en orina, en pacientes con función renal normal, lo que se traduce en una baja exposición a radiación para el paciente.

99mTc-EC (L, etilendicisteina)

Quelato cuya unión a proteínas plasmáticas es de aproximadamente 30%, por lo que tiene un volumen de distribución es dos veces mayor que el del MAG3, y mayor aclaramiento plasmático.

Dosis

Radiofármaco DOSIS MINIMA, DOSIS ADULTO Tc99m DTPA 20 MBq (0.5 mCi) 111-185 MBq (3-5 mCi) Tc99m EC 20 MBq (0.5 mCi) 111-185 MBq (3-5 mCi) Tc99m MAG3 20 MBq (0.5 mCi) 111-185 MBq (3-5 mCi)

Calcular dosis pediátrica de acuerdo al anexo 1.

Vía de Administración

Endovenosa, en forma de bolo, con la actividad en un volumen menor a 0,5 ml.

Técnicas de bolo:

“Doble burbuja” (anexo 2)

“De Oldendorff” (anexo 3)

Puede utilizarse llave de tres pasos para la administración del radiofármaco y posterior a su inyección, administrar suero fisiológico con el propósito de limpiar cualquier actividad remanente en la vía.

Debe tenerse especial cuidado en que no se produzca extravasación del radiofármaco, ya que altera la fase excretora de la curva renográfica así como también la exactitud de los cálculos de función absoluta.

Radiofármaco		Actividad MBq (mCi)	Órgano crítico (Pared Vejiga) mSv/MBq (rem)(*)(&)(*)(%)	Dosis efectiva equivalente
MAG3-99mTc	Adultos	37-370 (1-10)	0.046 (0.17)	0.0041 (0.015)
	Niños	3.7 (0.1)(#)	0.18 (0.67)	0.015 (0.056)
DTPA-99mTc	Adultos	37-370 (1-10)	0.051 (0.19)	0.0054 (0.020)
	Niños	3.7 (0.1) (#)	0.086 (0.32)	0.012 (0.044)

(#) MBq/Kg (mCi/Kg)

(*) los cálculos de dosimetría asumen que el paciente orina a los 30 minutos post-inyección y luego cada 4 h.

(%) Adultos = mSv/MBq (rem); Niños = cGy (rad)

(&)Adultos = mSv/MBq (rem/mCi); Niños = mSv (rem)

Control de Calidad

De acuerdo a anexo de control de calidad de radiofármacos (anexo 4) y a instrucciones del productor

3.1.6. Equipos (Anexo 7)

Gamma cámara con computador

- Cámara con amplio campo de visión, que permita observar riñones y vejiga.
- Condiciones de Espectrometría: Fotopico del Tc99m, con una ventana de 15%.
- Colimador: Paralelo de baja energía propósito general (LEGP).
- 3.1.7. Preparación Previa del Paciente
- Debe entregarse información; preferentemente escrita, del procedimientos al paciente y acompañantes.
- Estudios radiológicos deben realizarse preferentemente después que los estudios radioisotópicos.
- Hidratación: oral ó endovenosa. Se recomienda el uso de hidratación oral: 0.5-1 litro o 7-14 ml/kg, durante la hora previa de iniciar el procedimiento. Si el paciente no es capaz de tener hidratación oral, utilizar hidratación endovenosa: 10-15 ml/kg. de suero fisiológico por 30 minutos. En recién nacidos se recomienda alimentarlos con leche materna a libre demanda.
- El paciente debe miccionar antes de iniciar el estudio. Anotar la hora.
- No es necesario suspensión de medicamentos ni ayuno. Sin embargo, ver instrucciones para los estudios con captopril.
- Sedación no es necesaria y debe ser evitada. Un ambiente propicio, una actitud adecuada del personal y los padres y uso de distracción externa (visual y auditiva) son generalmente efectivos para mantener al niño tranquilo. Se recomienda alimentar al niño previo al inicio del examen. En caso necesario se puede inmovilizar mediante cinturón de velcro o técnica de inmovilización con sábana envolvente, bolsas de arena ó colchón inflable.
- Consignar datos del paciente referentes a cirugías previas del tracto urinario, anomalías del tracto urinario (riñón en herradura, ectopia, doble sistema pielocaliceal), antecedente de infecciones del tracto urinario, fecha de última ITU, presencia de reflujo vesicoureteral. Revisar antecedentes radiológicos, ecotomográficos, y estudios radioisotópicos previos y/o complementarios.

Procedimiento

Posición del paciente

Adulto: Decúbito dorsal o sentado.

Niños: Se posicionan en decúbito dorsal sobre la camilla y el detector se ubica debajo de ella y si es posible, ponerlos en una camilla con diseño especial.

Si bien, la posición en decúbito dorsal es menos fisiológica, en el sentido que se elimina el efecto de la gravedad sobre el flujo urinario, es recomendable en niños, ya que la probabilidad de movimiento durante la adquisición del estudio es menor.

Proyecciones

1. Posterior.
2. Anterior en pacientes trasplantados.

Imágenes

1. Debe iniciarse la adquisición en forma previa a la inyección del radiofármaco.
2. Cuando se requiera - Fase de perfusión: 1 imagen/1 segundo/40 segundos
3. Renograma: 1 imagen/1-20 segundos/20-40 minutos.
4. Deconvolución: Hacerlo si se tiene el entrenamiento adecuado para realizarlo
5. Imágenes analógicas pueden ser obtenidas a razón de 1 imagen/2 minutos.
6. Computador
7. Adquisición:
8. Matriz: 64 x 64.
9. Criterio de Parada: tiempo. 1 imagen/1-20 segundos/2-4 minutos
10. Imágenes post miccionales y después de cambios posturales

Procesamiento de las imágenes

1. Deben revisarse las imágenes en modo cine, para evaluar la existencia de movimiento, lo que altera la morfología de las curvas tiempo/actividad.
2. Análisis visual de las imágenes, considerando características morfológicas renales, captación renal y contraste de vía urinaria.
3. Generar áreas de interés en riñón, pelvis y fondo
4. Si bien se han utilizado diversas metodologías en la realización de las áreas de sustracción de fondo, recomendamos un área que se genera a 2 pixeles del área renal, adyacente y lateral al riñón, en forma de medialuna (ver figura)
5. Generar curvas de tiempo/actividad renal y del sistema excretor.

6. Calcular función renal relativa a partir del total de cuentas netas integradas, de la curva renográfica para cada riñón. Tc99m MAG3: 1.5-2.5 min., Tc99m DTPA: 1.5-2.5 min.
7. Rutland Patlak-Plot

Presentación de las imágenes

Colocar nombre del paciente, fecha del estudio, lados derecho e izquierdo y el radiofármaco utilizado.

Se recomienda entregar imágenes secuenciales del estudio, curvas de tiempo actividad y función renal relativa.

Interpretación e informe

Parámetros a informar

1. Análisis visual de las imágenes: posición, forma, tamaño, captación parenquimatosa, excreción, retención parenquimatosa y/o en vía urinaria.
2. Análisis visual de curva renográfica
3. Función renal relativa, eficiencia de salida ("output efficiency")
4. De conocer la existencia de doble sistema pielocaliceal se recomienda generar áreas de interés independientes a nivel de cada hemisistema y hacer cálculo de función renal relativa y generar curvas renográficas del hemisistema superior e inferior.
5. Otros índices: Diversos índices han sido utilizados; sin embargo, ninguno de ellos ha demostrado una real utilidad clínica.
6. El resultado final emitido debe incluir la combinación de la interpretación de las imágenes, curvas tiempo/actividad y valor de función renal y otros índices.
7. Rotular las curvas

Imagen Normal

1. • Función renal diferencial 50% + 5%, "output efficiency": 75 % a los 20 minutos
2. • Visualización simétrica de captación y excreción renal, eficiencia de salida:
3. • Curva renográfica con pendiente ascendente, t max captación normal después de 5 minutos y la pendiente descendente.
4. • Imagen Anormal
5. • Función renal relativa < 45%, "output efficiency" < 75 % a los 20 minutos.
6. • Alteraciones de captación parenquimatosa
7. • Retención pielocaliceal
8. • Alteración de la morfología de la curva renal
9. • Alteraciones de la posición, forma, tamaño y/o captación renal.

10. Cuando se visualiza retención pielocaliceal, después de la micción y de posición de pie, debe administrarse diurético.

Estudio dinámico renal diurético

Si durante la realización del procedimiento basal se observa retención pielocaliceal se administra estímulo diurético, furosemida con el propósito de diferenciar una hidronefrosis obstructiva de no obstructiva.

Indicaciones

1. Evaluación de función renal y drenaje urinario en el diagnóstico y seguimiento de diversas uropatías, que producen hidronefrosis e hidroureteronefrosis, como por ejemplo:
2. Hidronefrosis Antenatal
3. Obstrucción del tracto urinario
4. Estenosis Pieloureteral
5. Estenosis Ureterovesical
6. Megauréter
7. Doble Sistema Pielocaliceal complicado
8. ureterocele, reflujo vesicoureteral, estenosis pieloureteral
9. Reflujo Vesicoureteral

Contraindicaciones

Absoluta:

Ninguna

Relativa:

1. Embarazo
2. Litiasis Renal sintomática
3. Menor de un mes de vida; por la inmadurez renal hay retardo en el filtrado y puede dar FALSO POSITIVO

Diurético

Furosemida

1. Dosis: Furosemida en dosis de:
 - a. < de 1 año: 1 mg/kg de peso

- b. 1 - 16 años: 0.5 mg/kg
 - c. Adultos: 0,5 mg/kg
2. Momento de Administración: Existen diversas modalidades con relación al momento de administración del diurético. La más común es entre los 15-20 minutos (F + 20) de iniciado el estudio, sólo si se observa retención pielocaliceal y/o ureteral. También es posible administrar la furosemida 15 minutos antes de inyectar el radiofármaco (F-15); esto es recomendado en casos de sospecha de obstrucción. En niños puede aceptarse la administración conjunta del radiofármaco y el diurético (F 0). Lo importante es estandarizar el procedimiento a utilizar.
3. Vía de administración: endovenosa
4. Farmacología: El inicio del efecto diurético ocurre entre los 2-4 minutos de inyectado, alcanzando un máximo entre los 15-18 minutos.

IMÁGENES COMPLEMENTARIAS

En forma adicional a las imágenes adquiridas de acuerdo a lo descrito previamente, es indispensable obtener imágenes tardías pos miccionales y pos cambios posturales.

1. Para observar el efecto de la gravedad sobre el vaciamiento del tracto urinario, se coloca al paciente en posición de pies, ó si es menor de 1 año es sostenido en posición erecta por su madre o personal del laboratorio por 5 minutos.
2. Para eliminar el efecto de la presión vesical, se toma una imagen pos miccional. Si el paciente controla esfínteres, acude al baño, sino se debe esperar que ocurra micción espontánea. Algunos expertos han propuesto que en niños, para mantener la vejiga vacía se debe colocar un catéter vesical, el cual se mantiene abierto durante todo el estudio, eliminando así el efecto del llenado vesical sobre el drenaje de la vía urinaria. Sin embargo, después de la administración de furosemida, inevitablemente ocurrirá micción espontánea. Además, en las imágenes tardías también se evalúa el efecto vesical.
3. En casos específicos; como por ejemplo, vejiga neurogénica, reflujo vesicoureteral severo en que se sospecha estenosis pieloureteral, entre otros, se recomienda el uso de sonda vesical bajo profilaxis antibiótica.

PROCESAMIENTO:

1. Deben revisarse las imágenes en modo cine, para evaluar la existencia de movimiento, lo que altera la morfología de las curvas tiempo/actividad.
2. Las áreas de interés de la fase diurética deben incluir el sistema colector .
3. Opcionalmente un área de interés se genera a nivel ureteral.

Determinación de excreción urinaria post furosemida:

El seguimiento de la excreción urinaria es controvertido. El método clásico de análisis de la curva excretora ha sido la evaluación de la pendiente, sin embargo se han propuesto diversas variantes en la interpretación de ésta (tiempo medio de vaciamiento post furosemida, relación entre actividad máxima y actividad a tiempos predefinidos entre otros), resultando en múltiples valores de referencia. Otros, además hacen énfasis en la morfología de la curva. Hay que tener en cuenta que la pendiente de la curva excretora depende de múltiples factores (Tabla 1), los más importantes son el grado de función renal, efecto de la gravedad y efecto de la presión vesical.

OTROS PARAMETROS QUE SE HAN UTILIZADO:

1. Relación actividad 20 minutos/actividad máxima
2. Patrón de curva renográfica: Se han descrito patrones estereotipados de la fase renográfica y diurética de la curva renográfica, como una manera de estandarizar
3. Los patrones de la curva diurética sugeridos son no obstructivos, obstructivos e indeterminados.
4. Determinación del tiempo medio (t1/2) de vaciamiento post furosemida. Existen numerosos métodos para calcular el tiempo medio de aclaramiento del radioisótopo desde la pelvis renal durante la fase diurética. Cada servicio debe estandarizar sus valores normales.

Factores que afectan la respuesta diurética

1. Grado de función renal
2. Hidratación
3. Dilatación y volumen del sistema excretor
4. Complacencia de la pelvis renal
5. Presión retrógrada ureteral (efecto vesical)
6. Posición del paciente
7. Dosis de furosemida
8. Momento de administración del diurético
9. Extravasación del radiofármaco

Interpretación e informe

1. Parámetros a informar de la fase diurética
2. Cambios post administración del diurético con relación a:
 3. retención pielocalicial y/o ureteral.
 4. forma de la fase excretora de la curva renográfica
 5. Cambios posturales y post miccionales observados con relación a la retención pielocalicial y/o ureteral.

Criterios de normalidad

1. Renograma normal después de diuresis,
2. forma normal de la curva
3. Drenaje adecuado evidenciado como escasa actividad remanente pielocaliceal y/o ureteral
4. Rendimiento ("output efficiency") >75 % con GFR para un riñón de 120 ml/min

Criterios de anormalidad

Respuesta diurética anormal evidenciada como actividad pielocaliceal y/o ureteral sin modificaciones significativas y fase excretora de la curva renográfica sin modificaciones (plana o ascendente).

Rendimiento ("output efficiency") <75 % con GFR para un riñón de por lo menos 15 ml/hr

Fuentes de error

1. La hidratación inadecuada genera retención cortical del radiofármaco, lo que se traduce en una prolongación de la fase excretora.
2. La extravasación del radiofármaco puede originar curvas alteradas, con tiempo de captación máxima prolongado y disminución ó ausencia de fase excretora.
3. Posición inadecuada genera curvas asimétricas por diferencias en la profundidad renal.
4. El movimiento durante la realización del procedimiento genera alteraciones de la curva renográfica. Esto se verifica con visualización de las imágenes adquiridas mediante modo cine.
5. El grado de función renal es fundamental para evaluar en forma segura la respuesta diurética. Cuando existe compromiso de la función renal (menor de 15 ml/min/riñón) no es posible descartar ó asegurar la presencia de obstrucción.
6. La dilatación pélvica marcada puede alterar el cálculo de la función renal. En los niños la hipotensión por temor.

Bibliografía

1. Chung S, Majd M, Rushton H et al. Diuretic Renography in the evaluation of neonatal hydronephrosis: is it reliable?. J Urol 1993; 150:765-768
2. Eshima D, Taylor A. Technetium-99m Mercaptoacetyl-triglycine: Update on the new 99mTc renal Tubular Function Agent. Sem Nucl Med 1992; XXII(2): 61-73.
3. Fine E. Interventions in Renal Scintigraphy. Sem Nuc Med 1999; XXIX (2): 128-145.
4. Gordon I. Paediatric aspects of radionuclides in nephrourology. In Murray IPC, Ell PJ (eds). Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 1º ed., Churchill Livingstone, Edinburgo. Volume 1, Chapter 27; pag: 259-270.
5. I.Gordon. The effect of normal infant maturation on nuclear medicine studies. Nuc Med Comm 1993; 14: 827-829.
6. Ljung B. The child in diagnostic nuclear medicine. Eur J Nucl Med 1997; 24(6): 683-690.

7. Oei HY. Dynamic and static renal imaging. In Murray IPC, Ell PJ (eds). Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment, 1° ed., Churchill Livingstone, Edinburgo. Volume 1, Chapter 23; pag: 259-270.
8. Society for Fetal Urology and Pediatric Nuclear Medicine Council SNM. The "Well Tempered" Diuretic Renogram: A Standard Method to Examine the Asymptomatic Neonate with Hydronephrosis or Hydroureteronephrosis.
9. Society of Nuclear Medicine. Procedure Guideline for Diuretic Renography in Children.
10. Taylor A. Radionuclide Renography: A personal Approach. Sem Nuc