

# Estudios Renales: Técnica Gammagráfica

**Autores:** Tlgo. Méd. Galo Cevallos M. (1), Dr. René Cárdenas V. (2), Dra. Elfa Haro S. (3), Tlgo. Méd. Vicente I. (1).

- (1) Tlgos. Médicos Servicio de Medicina Nuclear ION-SOLCA  
(2) Jefe de Servicio de Medicina Nuclear ION-SOLCA  
(3) Médico Nuclear Servicio de Medicina Nuclear ION-SOLCA

## Introducción

En los momentos actuales la Centellografía Renal ocupa uno de los primeros métodos de diagnóstico para obtener información FUNCIONAL de cada riñon, permitiendo valorar las diferentes patologías renales entre las que se encuentran la hipertensión renal, lesiones ocupativas de quistes y tumores, estenosis de la arteria renal, reflujo vésico-ureteral etc.

## Objetivos

Permitir la observación de los mecanismos de captación y excreción de los radiofarmacos utilizados para la obtención de imágenes dinámicas renales. (Estudio renal diferencial) y discutir los resultados cualitativos-cuantitativos de los estudios gammagráficos renales.

## RADIOFÁRMACOS UTILIZADOS EN LA CENTELLOGRAFÍA RENAL

En la actualidad los fármacos más utilizados para la investigación de imágenes renales son el D.T.P.A., MAG-3, y DMSA, los cuales se diferencian según el método de CAPTACIÓN Y EXCRECIÓN por parte de los riñones.

**D.T.P.A.:** Es principalmente filtrado por el GLOMÉRULO reflejando de esta manera la tasa de filtrado GLOMERULAR (G.F.R.) de cada riñon. Si el flujo sanguíneo renal es normal en cada riñon aparecerán simultáneamente en las imágenes dinámicas.

**MAG-3:** La excreción del MAG-3 ocurre por secreción TUBULAR, predominantemente en el TÚBULO CONTORNEADO PROXIMAL, es muy utilizado en los trasplantes renales.

**D.M.S.A.:** Se localiza en la corteza con solo actividad mínima en las PAPILAS Y LA MÉDULA. La mayoría del DMSA se concentra en las CÉLULAS TUBULARES PROXIMALES con menor actividad en los túbulos distales o asas de HENLE.

## PROTOCOLOS

### a) Protocolo mediante DTPA

#### Correspondencia y separatas:

Dr. René Cárdenas V.  
Servicio de Medicina Nuclear  
ION-SOLCA  
Av. Pedro Menéndez Gilbert (junto a la Atarazana)  
Guayaquil-Ecuador

© Los derechos de autor de los artículos de la revista Oncología pertenecen a la Sociedad de Lucha contra el Cáncer SOLCA. Sede Nacional, Guayaquil - Ecuador

- b) MAG-3  
c) Mediante DMSA

TABLA 1.

RADIOFARMACOS	RUTA BIOLÓGICA	INDICACIONES
DTPA	FILTRADO GLOMERULAR	EVALUA PERFUSION, FUNCIO RENAL DIFERENCIAL, OBSTRUCCION Y REFLUJO URETERAL.
MAG-3	SECRECION TUBULAR ACTIVA	IGUAL QUE PARA DTPA
DMSA	SECRECION TUBULAR CON 45% DE FIJACION TUBULAR.	VALORAR CICATRICES RENALES POST PIELONEFRITIS

## RENOGRAMA ISOTÓPICO MEDIANTE <sup>99m</sup>Tc DMSA

- Indicaciones: Valoración de la morfología y funcionalidad renal
- Radiofármaco: DMSA – <sup>99m</sup>Tc.
  - DOSIS:
    - Adultos = 5mCi (185 MBq)
    - Niños = 50uCi (1.85MBq) / Kg.
  - Formato de administración: Intra venoso.
- Preparación del paciente:

Si es necesario en los niños: sedación o anestesia.

  - Lactantes: Hidrato de cloral (en forma de supositorios) con una dosis de 20-30 mg./Kg.
  - Niños: a) Diazepam (microenemas rectales)
    - 1-3 años= 1 microenema de 5mg.
    - > 3 años = 1 microenema de 10mg.
  - b) Hidrato de cloral: 20-30mg / Kg.
- Instrumentación:
  - Colimador : baja energía y media resolución (propósito general)
  - Ventana: 20% centrada en 140 Kev.
  - Modo: dinámico.
  - Matriz: 64X64
  - Zoom: 1

## RENOGRAMA ISOTÓPICO MEDIANTE <sup>99m</sup>Tc D.T.P.A.-MAG-3

- Indicaciones: - Uropatía obstructiva  
Enfermedad vascularrenal  
Trasplante Renal  
Valoración de la función renal

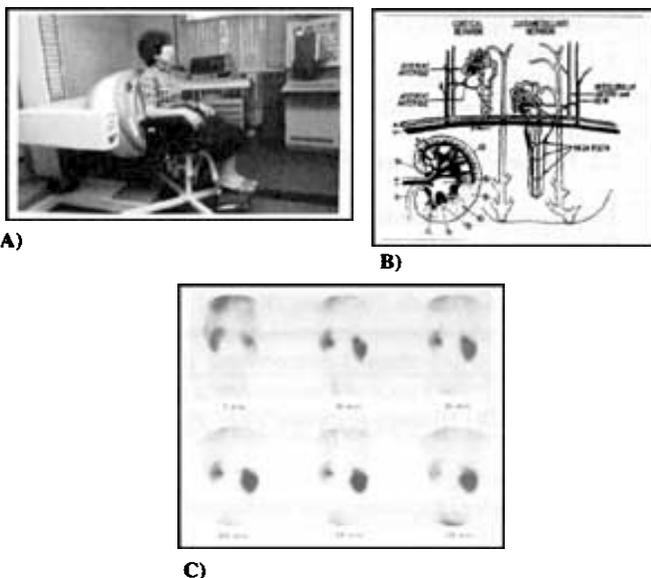


- 2) Radiofármaco:
- 2.1) Dosis:
  - 2.1.1) D.T.P.A.  $^{99m}\text{Tc}$ .
    - Adultos = 15mCi. ( 555 MBq)
    - Niños = 200uCi / Kg. ( 7.4 MBq) ( mínimo 2mCi- máximo 10 mCi )
  - 2.1.2) MAG-3 –  $^{99m}\text{Tc}$ . :
    - Adultos = 8mCi ( 296 MBq).
    - Niños = 100uCi / Kg. ( 3.7MBq) (mínimo 1mCi– máximo 5 mCi )
- 2.2. Formato de administración : Intravenoso.
- 3) Preparación del paciente:
  - Deberán ingerir 500ml de agua (niños 15ml / kg.) previamente a la realización de la exploración, aproximadamente con un intervalo de una hora.
  - Así mismo antes de comenzar la exploración se procederá a la micción

4.- Instrumentación:

- 4.1. Colimador: Baja energía y media resolución (propósito general)
- 4.2. Ventana: 20% centrada en 140 Kev.
- 4.3. Modo: Dinámico
- 4.4. Matriz: 64X64
- 4.5. Zoom : 1

5.- Adquisición (Fig. 1):



**Fig. 1**  
Adquisición de una serie dinámica renal. (A): Paciente en posición sentada, aunque no es la posición mas usada, es fisiológica, B) Es importante recordar siempre la fisiología renal y la forma de excreción del fármaco usado, y C) La serie dinámica permite reconocer en cada momento las vias de filtración y excreción del radiofármaco, identificando lesiones renales.

- 5.1. Paciente: Posición del paciente: supino
- 5.2.2 ) Procedimiento.
- 5.2.1 ) Tipo planar.
- 5.2.2 ) Proyecciones: Se adquiere en posterior (excepto en el

trasplante renal en el que se realizaría el estudio en anterior.)

5.2.3 ) Tiempo de exploración:

- a ) Comienzo de la adquisición: Inmediatamente tras la inyección del trazador.
- b) Duración de la exploración: según patología (normalmente = 35 minutos, pero con enfermedad obstructiva = 45 minutos.)

- En caso de éstasis administrar 0.5mg / Kg. de furosemida a los 15-20 minutos de haber iniciado el estudio.

**MECANISMO DE CAPTACIÓN**

El D.T.P.A. es es el trazador más conocido para estudios renales y se utiliza para evaluar la perfusión, función renal diferencial, presencia de obstrucción y reflujo vésico-ureteral.

Luego de la inyección de  $^{99m}\text{Tc}$ - DTPA, éste fluirá con la sangre hacia el lado derecho del corazón, luego a los pulmones, hacia el lado izquierdo del corazón, la aorta, los riñones, el bazo y luego el hígado, en este orden. Los glomérulos, en la corteza de los riñones, comienzan a filtrar el  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA apenas lo reciben.

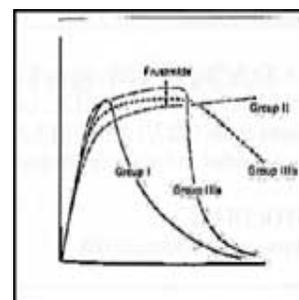
La filtración cortical y concentración de la orina insume cierto tiempo. Luego de su pasaje por los túbulos hacia el tubo colector, el  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA ingresa en la pelvis renal y llega al uréter, el cual lo transporta a la vejiga.

El Tecnecio- $^{99m}$  DTPA es principalmente filtrado por el glomérulo y de este modo las imágenes reflejan la TASA DE FILTRACIÓN GLOMERULAR ( GFR) de los riñones del paciente. Si el flujo sanguíneo renal ( presión de la perfusión) es normal entonces ambos riñones aparecerán simultáneamente en las imágenes iniciales. Los riñones reciben el 25% del total del flujo sanguíneo del ventrículo izquierdo y normalmente alrededor del 12,5% llegará a cada riñón.

El porcentaje de captación de cada riñón dividido por el total de los riñones, llamada "FUNCIÓN DIFERENCIAL" , puede calcularse con la computadora basándose en la información contenida en las imágenes.

El proceso puede describirse en tres fases. Comienza al llegar la sangre a los riñones y termina cuando la orina abandona los riñones. Puede mostrarse mediante una curva la actividad / tiempo del riñón, la cual a menudo se denomina

**RENOGRAMA (Fig. 2).**



Curva renográfica normal (Grupo I en el esquema), y mostrando diversos grados de obstrucción renal (II, IIa y IIb)

1.- LA PRIMERA FASE muestra rápido incremento de la actividad del radiofármaco luego de la inyección a medida que la sangre que contiene el trazador ingresa a los riñones.

**2.- LA SEGUNDA FASE** el riñón extrae la actividad de la sangre mediante la filtración por el glomérulo y puede medirse la función relativa del riñón. Sin embargo, la función absoluta requiere que se calcule la tasa de filtración (GFR), usualmente por medio de muestras de sangre.

**3.- LA TERCERA FASE** es la parte de la curva que sigue al pico de máxima actividad y muestra disminución de la actividad del radiofármaco a medida que ésta se elimina del riñón por la orina. Si el flujo de orina está obstruido, la forma de la curva se altera particularmente en la tercera fase. La pendiente de la segunda fase puede disminuir. La orina es retenida en la pelvis renal, lo que provoca que la curva se aplane durante la tercera fase.

## INDICACIONES CLÍNICAS

### 1. LA ESTENOSIS ARTERIAL RENAL

Es un estrechamiento de la arteria renal que restringe el flujo de sangre a los riñones, esto provoca la liberación de una enzima llamada renina que estimula la producción de angiotensina II. Este sistema es conocido como "sistema de autorregulación por retroalimentación". La presencia de angiotensina II hace que la corteza suprarrenal libere una hormona llamada aldosterona, la cual provoca retención de sal y agua en los riñones. La angiotensina II también ayudan a mantener la perfusión glomerular y la tasa de Filtrado Glomerular incluso cuando la presión de perfusión renal está reducida. La hipertensión renal se produce cuando falla el "sistema de autorregulación por retroalimentación".

- Radiofármacos para investigar esta condición:

La estenosis renal puede detectarse mediante la realización de un estudio diferencial con MAG-3 o DTPA luego de la administración de un inhibidor de la Enzima de Conversión de la Angiotensina, como el Captopril. Puede corregirse quirúrgicamente. La hipertensión renal se investiga mediante un estudio renal diferencial estando el paciente tratado con drogas inhibitoras de la ECA. Dichas drogas bloquean la autorregulación renal, la cual normalmente ocurre debido al "sistema de autorregulador". Un inhibidor de la ECA como el Captopril provoca captación reducida del radiofármaco DTPA en el riñón afectado debido a que disminuye la GFR. La segunda fase del renograma se prolonga. Usando el radiofármaco <sup>99m</sup>Tc MAG-3, que se acumula en los túbulos, la segunda fase se prolonga más ya que el MAG-3 no es arrastrado por el líquido de filtración

### 2. FILTRACIÓN GLOMEDULAR, FUNCIÓN TUBULAR Y EXCRECIÓN

a) Necrosis Tubular Aguda.

La reducción del flujo sanguíneo renal puede llevar a la Necrosis Tubular Aguda. Esta es una causa habitual de insuficiencia renal aguda. Este daño a los túbulos ocurre con mayor frecuencia luego de una cirugía (40-50% de los casos) pero la sepsis, quemaduras severas, hipotensión severa y complicaciones del parto pueden estar asociadas con la ne-

crisis tubular e insuficiencia renal aguda. La función renal puede recuperarse luego de varias semanas después del comienzo.

Los estudios renales diferenciales con MAG-3 o DTPA pueden ayudar a determinar si los riñones presentan perfusión.

### 3. CICATRICES RENALES.

Las infecciones del tracto urinario, el flujo urinario, y la pielonefritis pueden llevar a formación de cicatrices renales. Las lesiones renales pueden examinarse mediante un estudio con <sup>99m</sup>Tc DMSA (Fig 3). Este radiofármaco permite el estudio de la función tubular. Los túbulos dañados no extraen el DMSA y no se pueden observar en las imágenes. Las áreas intactas del riñón deben trabajar más para mantener la función renal. Como resultado de esto las nefronas restantes en funcionamiento pueden sufrir hiperfiltración, dañándose también, lo cual lleva a proteinuria y finalmente a la insuficiencia renal. La proteinuria es la excreción excesiva de proteínas en la orina.

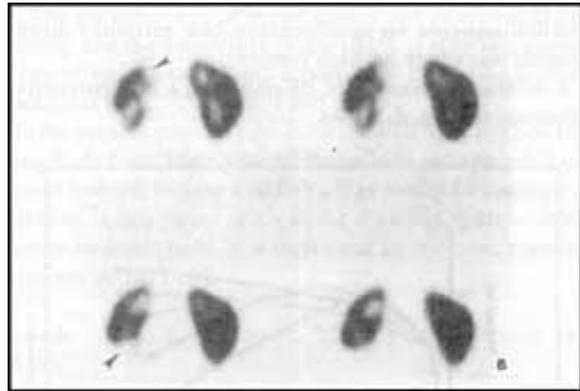


Fig. 3

Gammagrafía renal mediante <sup>99m</sup>Tc-DMSA, mostrando lesiones de escara por infección renal residual en ambos riñones

a) La infección del tracto urinario es el resultado del ascenso de bacterias por la uretra que contaminan la orina normalmente estéril. El reflujo de orina contaminada desde la vejiga hasta el riñón puede también llevar a una pielonefritis, la cual puede ser aguda o crónica. La pielonefritis aguda es una causa importante de morbilidad en niños que sufren del tracto urinario.

b) La pielonefritis aguda usualmente es una infección bacteriana de la pelvis y el intertúculo renal, a menudo resultante de la estasis de la orina debido a obstrucción y / o reflujo.

c) La pielonefritis crónica es una infección recurrente o crónica con inflamación y cicatrización del tejido renal. Esto llevará progresivamente a una insuficiencia renal.

d) El reflujo urinario a menudo se demuestra mediante el procedimiento radiológico llamado uretrocistografía miccional. También puede verse en una cistografía nuclear.

e) Reflujo vésicoureteral. Esto ocurre cuando la orina en la vejiga refluye a los uréteres cada vez que la vejiga se llena o



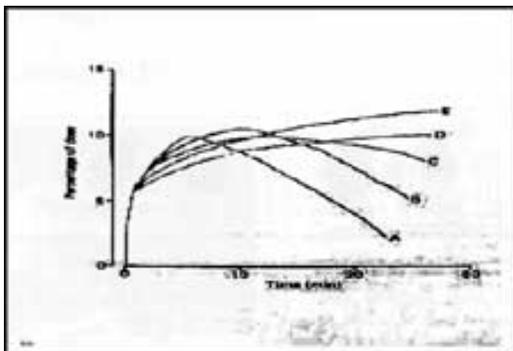
se vacía. Esto es una causa importante de pielonefritis que se evidencia en el grupo etario menor a 5 años. Esta forma de reflujo ocurre en aproximadamente 1 / 1.000 niños en relación de 10:1 de niñas respecto a niños. Esto puede ocurrir en uno o ambos uréteres.

**4. CLASIFICACIÓN DEL REFLUJO.**

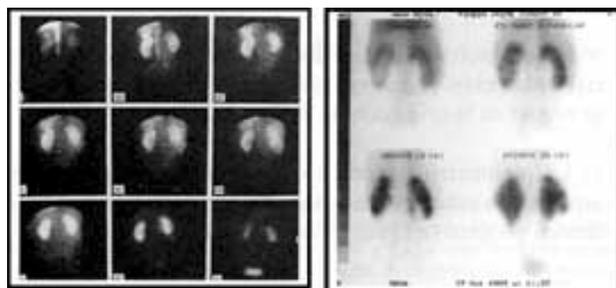
- GRADO 1** Reflujo en el uréter distal no dilatado.
- GRADO 2** Reflujo en el sistema colector superior sin dilatación
- GRADO 3** Reflujo en el uréter dilatado o en los cálices
- GRADO 4** Reflujo en el uréter severamente dilatado.
- GRADO 5** Reflujo masivo en uréter muy dilatado, flexuoso y pérdida de la estructura De los cálices.

**4. OBSTRUCCIÓN:**

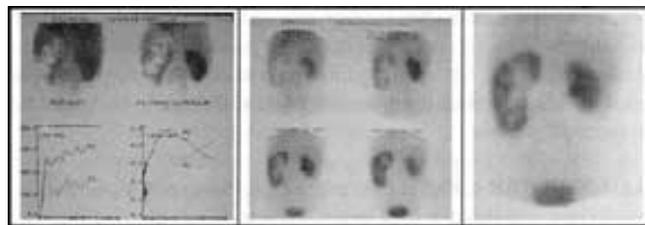
La Uropatía obstruida es el bloqueo o interferencia del flujo de orina. Puede usarse el 99mTc-DTPA o el 99m. Tc-MAG3 para determinar si el flujo de orina está obstruido, particularmente en combinación con estímulo diurético, usando una droga llamada furosemida. La dilatación puede ser de naturaleza no obstructiva u obstructiva (Fig. 4, 5 y 6).



**Fig 4**  
Curvas renográficas denotando la severidad del cuadro obstructivo. Mientras mas severa la retención renal, mas prolongada y alta será la curva al cabo de 20-30 min



**Fig. 5**  
A la izquierda patrón gammagráfico renal normal, apreciándose la captación gomerular inicial normal en ambos lados, y el drenaje urinario normal. A la derecha se observa la dilatación pielocalicial y el stop en la unión del lado derecho (síndrome de la unión)



**Fig 6.**  
Gammagrafía renal en dos casos con obstrucción renal. A) Severa hidronefrosis izquierda, con dilatación marcada pielocalicial. Se observa curva renográfica ascendente, que no responde a la furosemida. B) y C) paciente con hidronefrosis izquierda, con marcada dilatación pielocalicial y agrandamiento renal de este lado.

Las obstrucciones pueden presentarse cuando:

- La vejiga no se vacía cuando debería (normalmente la necesidad de vaciar la vejiga aparece cuando llega a los 250-300 ml. de volumen);
- Los ureteres están estrechados por alguna razón, esto hace que se retenga la orina.
- Existen tumores benignos o malignos que bloquean el flujo urinario.
- Hay un estrechamiento congénito de la unión pieloureteral o vésico-ureteral.
- Existen cálculos renales (masas sólidas de sustancias minerales).

La obstrucción parcial: puede producir aumento del tamaño del riñón debido a la retención de orina. Una acumulación de orina en la pelvis renal puede llevar a la infección. Esto puede dañar los túbulos renales. Un túbulo renal dañado no puede llevar a cabo su función de concentrar la orina, ésta se diluye más a medida que su volumen aumenta, lo cual puede llevar a la deshidratación y acidosis.

**Obstrucción total:** Si existe un bloqueo completo al flujo urinario entonces la GFR disminuirá y causará finalmente falla renal.

**Bibliografía**

1. Treves ST: Pediatric Nuclear Medicine, New York: Springer Verlag, 1995.
2. Blaufox MD: The current status of renal radiopharmaceuticals. Contrib Nephrol 56: 31-37, 1987.
3. Sinclair P. Estudios renales eds: Patterson HE, Hutton BF. Programa Asistido de Capacitación a Distancia para tecnólogos de Medicina Nuclear. OIEA.