

Medicina nuclear en trasplante renal

GEMA ROLDÁN SABRIDO, ALFREDO GONZÁLEZ MATÉ,
ENRIQUE DE LA PEÑA ZARZUELO*

Servicio de Medicina Nuclear
* Servicio de Urología
Hospital Clínico San Carlos. Madrid

INTRODUCCIÓN

El renograma isotópico fue introducido en 1956 por Taplin y cols, pero hasta siete años después, en 1963, no fue aplicado por primera vez en la evaluación del trasplante renal por Collins y cols. La mayor parte de los estudios que se realizan posteriormente, se centraron en su aplicación para el diagnóstico de las complicaciones del postrasplante inmediato.

El trasplante renal presenta gran variedad de complicaciones en el postoperatorio que obligan a realizar numerosas exploraciones, en ocasiones traumáticas y potencialmente peligrosas. Los estudios isotópicos están exentos de dichas complicaciones, siendo estudios no invasivos, que se pueden repetir con frecuencia, constituyendo una buena opción para el seguimiento y asesorando al médico sobre la anatomía, el flujo sanguíneo y la función de los injertos renales.

Las técnicas de trasplante han avanzado mucho desde que se realizó el primer injerto renal con éxito hace más de 40 años entre gemelos monocigotos. El trasplante renal se ha convertido en la técnica de elección para el estadio final de la enfermedad renal, ya que tanto la supervivencia como la calidad de vida son mejores que con diálisis. Se han producido avances en las técnicas quirúrgicas, en un mejor conocimiento de los principios de tolerancia inmunológica, y en la identificación de antígenos y anticuerpos tisulares, habiéndose desarrollado nuevos fármacos para el tratamiento de las complicaciones inmunológicas. A pesar de estos avances, todos los antiguos problemas siguen vigentes en la actualidad, tales como posibles complicaciones quirúrgicas o médicas. Además el conocimiento de la función del injerto se ha hecho más complicado debido a los efectos nefrotóxicos de varias drogas antirrechazo.

El descubrimiento de la Ciclosporina A dio paso a una nueva era en los trasplantes. En el futuro, con el uso de varios agentes inmunosupresores que puedan ser usados como profilaxis y tratamiento, y con las nuevas drogas en fase experimental, se espera conseguir un tratamiento más efectivo y menos tóxico, ya que los inmunosupresores actuales, no están exentos de efectos secundarios. La necesidad de evitar terapias inmunosupresoras innecesarias, ha llevado a una continua búsqueda para mejorar los métodos diagnósticos para detección de rechazo y su distinción de otras complicaciones. La situación ideal sería un procedimiento diagnóstico que avise al médico de un inminente deterioro de la función renal, para poder tomar medidas terapéuticas.

TÉCNICA

1. ANGIOGAMMAGRAFIA (ESTUDIO DE PRIMER PASO)

Proporciona información sobre la perfusión del injerto.

Posición del paciente: Si el injerto está localizado en fosa ilíaca, se sitúa al paciente en decúbito supino, con la gammacámara sobre fosa ilíaca, de forma que el campo de la misma abarque aorta, e ilíaca, además del transplante.

Radiofármacos: Se administra de forma i.v. el radiofarmaco seleccionado, (Tc-99m en forma de perteneclato, o DMSA, que suele ser el de elección, o si se desea realizar a continuación un renograma se inyectará MAG-3, o DTPA).

Adquisición de imágenes: se adquiere una imagen por segundo durante 45-60 segundos.

Análisis de las imágenes: se puede realizar un estudio únicamente cualitativo con la observación directa de las mismas, pudiendo ser detectados defectos locales de la perfusión, tales como infartos o grandes quistes. Se seleccionan áreas de interés sobre el injerto y sobre arteria ilíaca, o sobre aorta si el transplante se encuentra sobre arteria ilíaca, lo que dificultaría la selección de un área de interés sobre la misma.. A partir de estas áreas se generan curvas de actividad/ tiempo obteniendo los siguientes parámetros:

- Pendiente de ascenso de ambas curvas, cuya diferencia no debe ser superior a un 10%.
- Tiempo del pico (tiempo que tarda en alcanzar la máxima actividad), aceptándose como valor normal una diferencia de menos de 6 segundos entre ambas.
- Pendiente de descenso de la curva del injerto: nos da un índice del estado del drenaje venoso, o de la existencia de edema intrarrenal, que retrasaría la eliminación del radiofarmaco, modificando de esta forma la morfología de la curva.

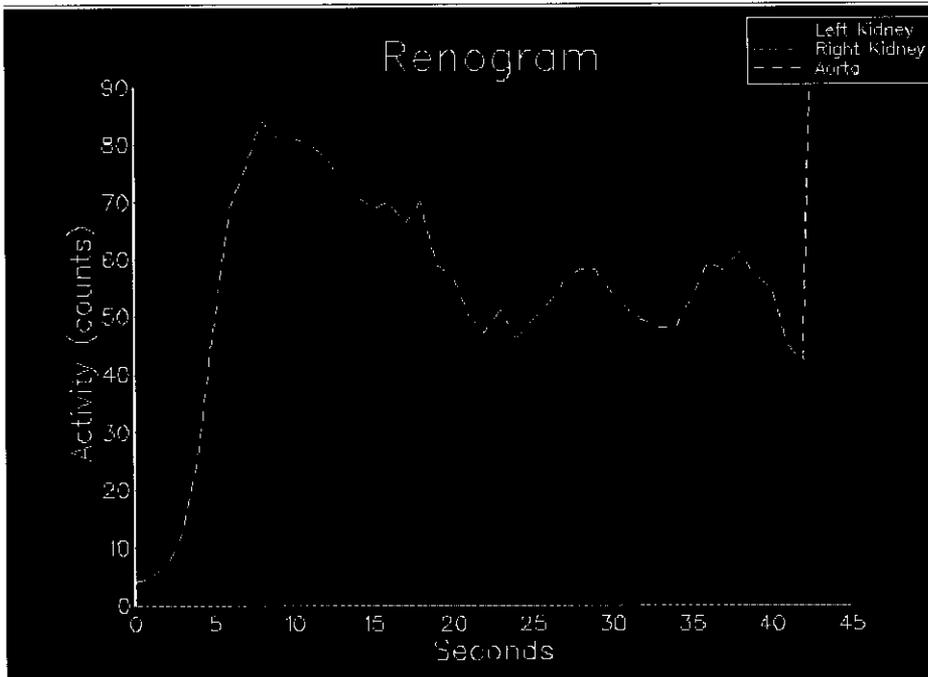


Figura 1. Angiogammagrafía.

- Cuantificación de las áreas bajo las curvas obteniéndose un índice de relación entre ellas, que es un indicador del estado funcional del injerto.

2. RENOGRAMA

Posición del paciente: es la misma que describíamos en el apartado anterior.

Radiofármacos: se administran por vía intravenosa, y para esta técnica serán el DTPA o MAG-3, que posee una mejor extracción tubular, por lo que será mejor en casos de función renal disminuida; también se puede utilizar el ^{123}I - Hippuran, si bien este producto es caro y con una vida media corta, por lo que se utiliza menos que los dos radiofármacos antes citados. Con estos fármacos se pueden realizar a la vez estudios de perfusión y de función.

Adquisición de imágenes: el protocolo más comúnmente aceptado consiste en la adquisición de una fase vascular como describíamos antes, que

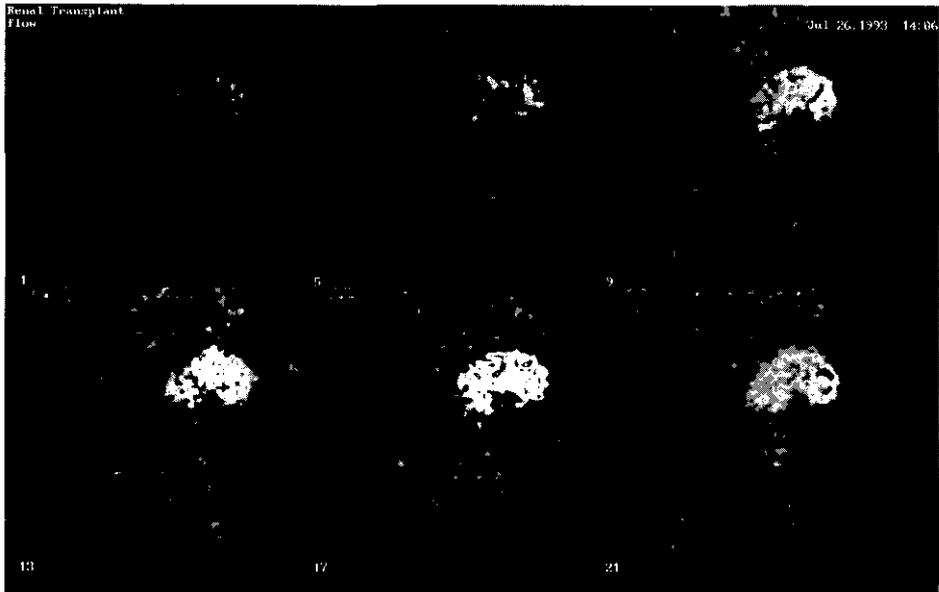


Figura 2. Imágenes de fase vascular en injerto renal horizontalizado.

abarca los primeros 45 segundos. A continuación se adquieren imágenes cada 10-15 segundos durante 20-30 minutos.

Análisis de las imágenes: El análisis cualitativo de las imágenes en el renograma está especialmente dirigido a analizar la forma, tamaño, posición del injerto, distribución del radiofármaco en su interior con especial atención a irregularidades intrarrenales, ausencia de captación o exceso de la misma, lo que podría indicar complicaciones como dilataciones, quistes o fístulas. La adecuada visualización de las vías excretoras tanto intra como extrarrenales es una de las aplicaciones más útiles del renograma en transplantados, para el diagnóstico de obstrucciones, reflujos, fugas urinarias (para localizar estas últimas a menudo es necesario obtener imágenes en tiempos más tardíos: 2-3-6 horas, y extender el campo de la gammacámara a la totalidad del abdomen).

La valoración cuantitativa consiste en el estudio de las curvas de actividad/tiempo generadas sobre riñón y vejiga.

En pacientes monorrenos (caso del transplantado) la curva del renograma obtenida sobre el injerto se analiza de forma absoluta por lo que uno de los parámetros del renograma que mide el porcentaje de función de cada riñón no es de utilidad en estos casos.

En un injerto con funcionamiento normal, se produce una rápida llegada del radiofármaco, con aparición de actividad en vejiga en los prime-

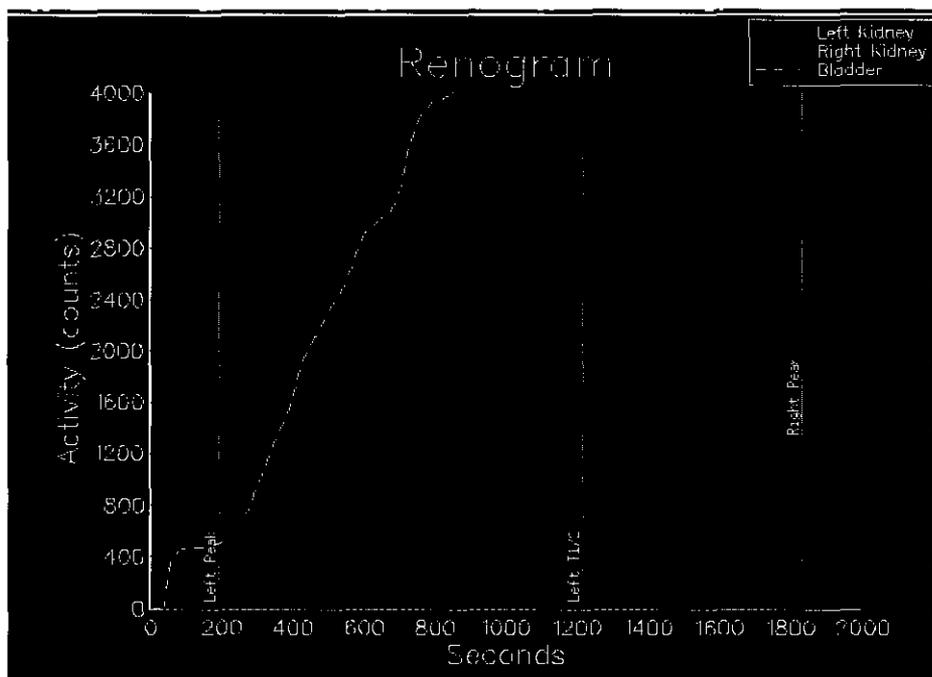


Figura 3. Curvas de renograma normal.

ros cinco minutos, estando a los 20 minutos la mayor parte de la actividad en la misma. Otros parámetros que mide el renograma son:

- Tiempo del pico: se acepta como límite máximo 5 minutos, aunque los riñones con función normal están alrededor de los 3 minutos. Este valor nos mide, según el fármaco empleado la filtración glomerular, si se utiliza DTPA, o la función tubular si se usa MAG-3 o Hippuran I¹²³.
- Tiempo de tránsito intrarrenal: tiempo que tarda el radiofármaco en ser filtrado por el glomérulo y aparecer en sistema excretor.
- Porcentaje de eliminación del fármaco a los 20 minutos: Esta función se puede expresar también como el T1/2 de eliminación (tiempo que tarda en desaparecer la mitad de la actividad inyectada). Este parámetro valora tanto el estado de las vías excretoras como la capacidad funcional de los túbulos o glomerulos según el radiofármaco empleado. En los casos de NTA o rechazo esta fase se afecta de forma más evidente que la primera descrita, con un notable retraso de la eliminación.

- Tiempo de aparición del trazador en vejiga y pendiente de ascenso de la misma, lo que nos indica de forma indirecta el grado de función renal y de forma más evidente la permeabilidad de las vías excretoras.

En ocasiones el renograma se realiza además de con el radiofarmaco elegido, con la administración de medicamentos, para valorar las modificaciones que estos inducen en las distintas fases del mismo. Los estudios más habituales son:

Renograma tras administración de un inhibidor de la enzima convertidora de angiotensina (Captopril): se administra por via oral 60 minutos antes de la exploración. En los casos de estenosis de arteria renal se produce un descenso del filtrado glomerular por disminución de la presión en la cápsula de Bowman. En el renograma de riñón único esto se traduce en un alargamiento del tiempo del pico, y una clara afectación del T1/2 de eliminación, con aumento de la retención del trazador.

Los intentos de emplear acido acetil salicilico como inhibidor de la prostaglandina PG2 , que actua como vasodilatador, en sustitución de los IECA no se han llegado a establecer como rutina habitual.

Renograma diurético: se realiza en los casos de sospecha de obstrucción. Se inyecta el diurético (generalmente Furosemida) por via intravenosa. En los casos de ectasia el aumento del flujo de orina, y consiguiente aumento de la presión hidrostática en pelvis hace que esta se vacíe con un T1/2 igual o inferior a 10 minutos, mientras que en el caso de obstrucción mecánica, el vaciamiento se produce con tiempo superior.

3. GAMMAGRAFÍA RENAL

Se obtiene una imagen morfofuncional del injerto. El trazador de elección es el DMSA-Tc^{99m} que se fija de forma preferente en los túbulos de las nefronas corticales, siendo su incorporación lenta, de tal forma que el máximo de fijación se alcanza al cabo de 2-3 horas post inyección , teniendo una vida media de 6h, por lo que se utiliza para imágenes estáticas.

Generalmente se obtiene una imagen estática planar en proyección anteroposterior, pero se pueden obtener también proyecciones laterales u oblicuas, e incluso si fuera necesario realizar un SPET, obteniendo una imagen tridimensional renal y cortes en distintas proyecciones.

4. ESTUDIOS «IN VITRO»

- *Flujo plasmático renal (FPRE):* Se realizan extracciones de sangre seriadas durante 20' tras la administración de una dosis de Hippu-

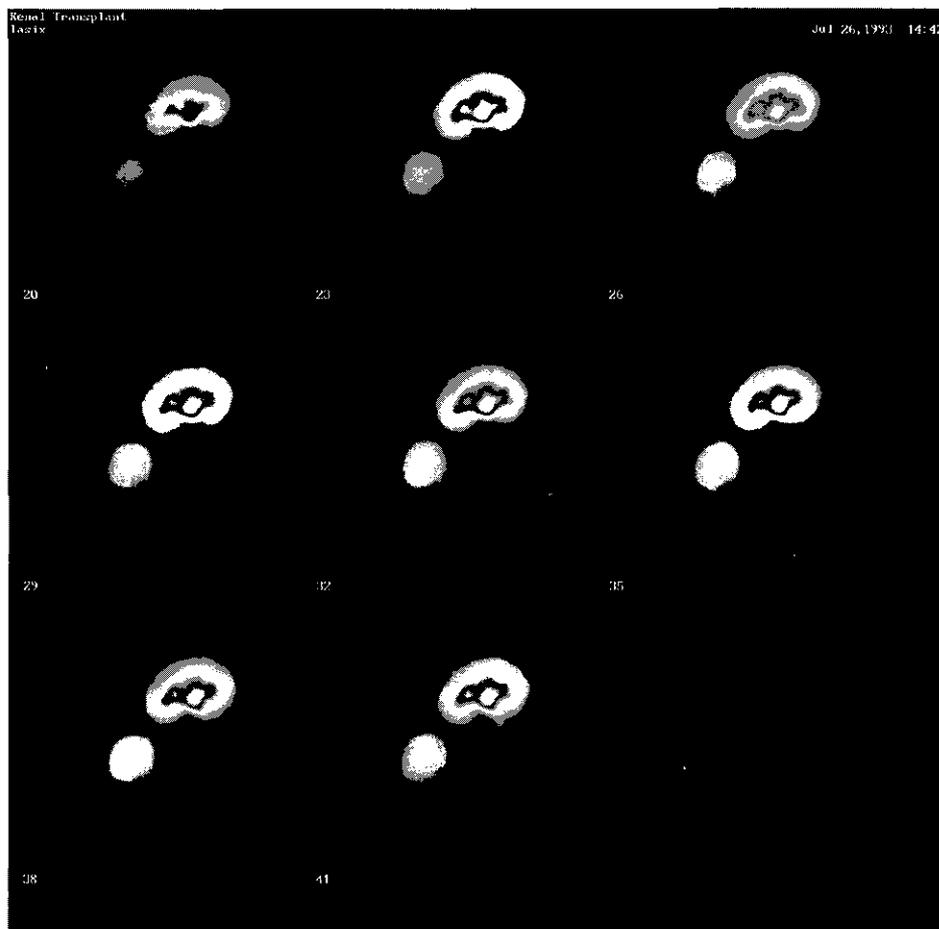


Figura 4. Imágenes de fase parenquimatosa en injerto renal y vejiga.

ran y se mide su actividad en contador de pozo, con su $T_{1/2}$ de aclaramiento y relación con una dosis «patrón» rigurosamente igual a la inyectada, calculándose así flujo renal en ml/min.

- *Filtrado glomerular (FG)*: Se inyecta DTPA y se realizan 4-5 extracciones a lo largo de 3-4 horas, utilizando también una dosis patrón. Nos proporciona el valor en ml/min del filtrado glomerular

Estas dos técnicas «in vitro» no tienen especial interés en pacientes monorrenos, ya que otras técnicas habituales de laboratorio como el aclaramiento de creatinina, por ejemplo, dan una información suficiente-

mente útil. En pacientes con función renal residual propia se debería realizar un estudio de la función diferencial de los riñones propios y del injerto para valorar que porcentaje de esos valores corresponde a cada uno de ellos.

RADIOFÁRMACOS

^{123}I , ^{131}I -orto-yodo-hipurato-sódico (OIH): Se administra por vía intravenosa, y circula unido en más de un 60% a proteínas del plasma, eliminándose en un 80-85% por secreción tubular y el resto por filtrado glomerular. La eficiencia de extracción renal alcanza el 80% y a los 30 minutos de la inyección, el 85% de la dosis se encuentra en orina. Tiene un aclaramiento renal muy bajo (<1 por 1000). El flujo plasmático renal efectivo calculado con este radiofármaco se correlaciona bien con el del ácido para-aminhipúrico. Sus principales limitaciones vienen dadas por las características físicas del ^{131}I (elevada energía de emisión y periodo de semidesintegración largo), lo que limita la dosis a utilizar y produce una irradiación relativamente elevada del paciente, sobre todo cuando la función renal se encuentra alterada. El ^{123}I presenta una buena energía de emisión, pero tiene los inconvenientes de ser caro y de tener una vida media muy corta.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Dietilen-Triamino-Penta-Acético (DTPA): Tras una inyección por vía IV pasa al fluido extracelular. Se precisan 2h para que penetre en los compartimentos extracelulares, alargándose algo este tiempo si hay edema. No difunde al interior de las células, debido a su carga negativa y a su liposolubilidad.

Su fijación a las proteínas del plasma es baja (0,4-6%). Se elimina por filtración glomerular. La excreción renal es menor que la del OIH, por lo que a las 2h tan sólo alrededor del 50% se halla en la orina. Su principal ventaja es su marcaje con $^{99\text{m}}\text{Tc}$, con mejores características físicas que el ^{131}I , lo que permite reducir la irradiación del paciente, administrando dosis más elevadas. Este radiofármaco nos permite realizar estudio simultáneo de la perfusión y de la función renal.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Mercapto-Acetil-Triglicina (MAG-3): Tiene un comportamiento biológico similar al del OIH, con la ventaja de que puede marcarse con $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Tiene una fijación proteica del 78% y una eficiencia de extracción renal del 87%, que son mayores que las del OIH. El aclaramiento renal es menor que el del OIH, siendo su aclaramiento extrarrenal mayor (aproximadamente de un 2%). Su excreción urinaria a los 30 minutos de la administración es similar a la del OIH.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Ácido Dimercapto-succínico (DMSA): Fue introducido en 1947 como agente para la gammagrafía estática. Su unión a proteínas es

del 90%, y a la hora de la administración más del 50% de la dosis inyectada se encuentra en riñón, localizándose fundamentalmente en el túbulo (proximal y distal) de nefronas corticales con una concentración muy escasa en médula. Actualmente técnicas como la ecografía y la tomografía axial computerizada (TC), han limitado mucho su uso como agente morfológico, siendo su principal aplicación en la cuantificación de la masa renal funcionante.

Citrato de ^{67}Ga : Este radiofármaco se introdujo, en un principio para el diagnóstico tumoral. Posteriormente se comprobó que también se acumulaba en lesiones inflamatorias y abscesos. En el riñón, el galio es captado por tumores malignos y lesiones inflamatorias o infecciosas (pielonefritis, sepsis, amiloidosis, nefritis intersticial, lupus, leucemia, tuberculosis renal, isquemia y necrosis tubular aguda, así como en trasplantes normales durante los 2 meses postcirugía). Las mejores imágenes se obtienen a las 24-48 horas tras su administración intravenosa. Este radiofármaco no es útil para estudios de función renal.

COMPLICACIONES

En los últimos tiempos se han producido avances en las técnicas quirúrgicas, se han desarrollado nuevas drogas para tratar las complicaciones inmunológicas y se tiene un mejor conocimiento de la tolerancia inmunológica. Pero a pesar de estos avances, siguen existiendo complicaciones, bien de tipo quirúrgico, vascular o médico. Por otra parte, el conocimiento de la función del injerto se ha hecho más difícil debido al efecto nefrotóxico de varias drogas antirrechazo. Aunque el número de rechazos hiperagudos, acelerados y complicaciones quirúrgicas son mucho menores que en el pasado, aún se pueden observar ocasionalmente. Los patrones de las complicaciones más comunes, tales como rechazo agudo, rechazo crónico y necrosis tubular aguda están bien definidos tanto clínica como histológicamente, pero el principal problema diagnóstico es la combinación de estas complicaciones. El rechazo agudo a menudo se desarrolla antes de que la NTA se haya resuelto; el rechazo agudo puede complicar una obstrucción, un rechazo crónico o una estenosis de la arteria renal, y la toxicidad por drogas puede estar presente en cualquiera de las complicaciones mencionadas. Además enfermedades renales recurrentes (lupus, síndrome hemolítico-urémico, oxalosis primaria, nefropatía Ig G...) e infecciones víricas o bacterianas pueden también complicar el curso del trasplante.

Los estudios isotópicos constituyen una ayuda exenta de morbilidad para el diagnóstico de las diversas complicaciones de los pacientes trasplantados (consultar tabla 1).

TABLA 1

COMPLICACIONES	MEDICINA NUCLEAR	OTRAS TÉCNICAS
Rechazo hiperagudo	Angiogramagrafía Gammagrafía DMSA	Biopsia RMN
Rechazo agudo	Angiogramagrafía Renograma DTPA, MAG-3	Biopsia RMN
Rechazo crónico	Angiogramagrafía Renograma	Biopsia Ecografía RMN
NTA	Angiogramagrafía Renograma	Biopsia RMN
Estenosis arteria renal	Angiogramagrafía Renograma postcaptopril Gammagrafía DMSA	Ecografía Angioresonancia Arteriografía
Trombosis arterial o venosa	Angiogramagrafía Renograma	Ecografía Angioresonancia Arteriografía
Infarto renal	Angiogramagrafía Gammagrafía DMSA	Ecografía Arteriografía
Fístula arteriovenosa	Angiogramagrafía	ECO Doppler Arteriografía RMN
Rotura injerto		TC Ecografía RMN
Fuga urinaria	Renograma con imágenes tardías (2-6 h)	Ecografía TC Urografía
Reflujo vésicoureteral	Cistografía	Cistografía con contraste
Colecciones perirrenales	⁶⁷ Ga, ¹¹¹ In-leucocitos Gammagrafía DMSA	Ecografía TC RMN
Obstrucción	Renograma diurético	Urografía

COMPLICACIONES MÉDICAS

Rechazo hiperagudo: Se produce por anticuerpos preformados que conducen a una trombosis fulminante de la vena. Generalmente se presenta durante el acto operatorio, en el momento de la revascularización del injerto, aunque también puede observarse más tardíamente durante la primera semana. Cuando es diferido, se puede realizar una exploración con isótopos, que mostrará un área «fria» en la localización del injerto, indistinguible de una oclusión vascular.

Rechazo agudo: Generalmente, esta complicación ocurre durante la primera semana postcirugía. Si se realiza un renograma asociado a un estudio de primer paso, puede ayudar a distinguirlo de una necrosis tubular aguda.

En presencia de rechazo agudo, la perfusión y el aclaramiento están descendidos, con un tiempo de tránsito tubular prolongado en proporción con la intensidad del rechazo del pico.

El renograma del rechazo agudo muestra tres características: disminución acusada de la captación del radiofármaco, captación irregular y alargamiento del tiempo de tránsito intrarrenal. Las anomalías gammagráficas son similares, independientemente del radiofármaco utilizado. Estas alteraciones son de diferente magnitud según la intensidad del rechazo. Cuando el rechazo agudo es poco severo, las curvas renográficas son próximas a la normalidad, observándose en la mayor parte de los casos un alargamiento del tiempo de tránsito intrarrenal. En presencia de rechazo agudo moderado o severo, se observa además de la prolongación del tiempo de tránsito intrarrenal, un descenso del aclaramiento renal del isótopo, que puede llegar a la ausencia de eliminación del radiofármaco a la vejiga con escasa captación de este por el injerto.

Rechazo crónico: Es consecuencia de cambios fibróticos progresivos en parénquima renal. En el rechazo crónico estable, las imágenes y las curvas de actividad-tiempo parecen normales, por lo que se debe hacer una cuantificación de la función del injerto para advertir esta situación. En un rechazo crónico más avanzado, se observa retención de radiofármaco en el parénquima, alterándose todos los parámetros, lo que indicaría un estadio final del proceso.

Necrosis tubular aguda (NTA): Se produce en los pacientes trasplantados a partir de riñón de cadáver, en el postoperatorio inmediato y suele resolverse espontáneamente. Se observa una captación pobre e irregular, con tránsito intrarrenal alargado, aumento del tiempo de permanencia del radiofármaco en parénquima y aparición tardía de actividad en vejiga. En NTA severa, no aparece actividad en vejiga a lo largo del estudio, y sigue aumentando la actividad en parénquima.

La retención en parénquima se cree que es debido a una disminución del flujo urinario, por lo que la actividad no desaparece de los túbulos. La

resolución de la NTA se aprecia al aumentar la función del injerto y acortarse el tiempo de tránsito del trazador, lo que hace que disminuya la retención cortical y haya una temprana aparición del trazador en vejiga.

Una captación muy disminuida, o la no visualización del injerto, tanto en el renograma como en la gammagrafía con DMSA, es un signo de mal pronóstico, e indica un problema grave, como una necrosis cortical o una oclusión vascular.

Los hallazgos en NTA son muy parecidos a los que encontramos en rechazo agudo, por lo que a veces es difícil el diagnóstico diferencial entre estas dos entidades.

La mayoría de los autores consideran que una única exploración no es útil para el diagnóstico de rechazo y su diferenciación de la NTA, por ello se considera de gran utilidad la realización de un renograma en las primeras 24-48 horas postcirugía, donde observaremos en los pacientes que no recuperan la función renal inmediata y que se acepta que presentan una NTA no complicada los hallazgos anteriormente descritos. Los estudios sucesivos mostrarán un aumento de la captación renal del isótopo y posterior inicio de la eliminación. Cualquier deterioro ulterior de la captación puede deberse a un rechazo sobreañadido.

Toxicidad aguda por Ciclosporina A: Este fármaco tiene un efecto constrictivo sobre la arteriola eferente, pudiendo conducir a una disfunción tubular. Los niveles nefrotóxicos varían individualmente, y están inversamente relacionados con la edad del donante.

Los hallazgos en el renograma consisten en una disminución de la perfusión y de la captación del radiofármaco por el injerto. Puede confundirse con un rechazo agudo, pero este rara vez ocurre en las primeras 120 horas.

COMPLICACIONES VASCULARES

Estenosis de la arteria renal: Ocurre en un 3-10% de los injertos, en el lugar de la anastomosis. Pueden ser segmentos cortos, en probable relación con reacción al material de sutura, o segmentos más largos probablemente secundarios a rechazo, daño quirúrgico de la íntima o flujo turbulento.

El efecto de la estenosis arterial en el renograma dependerá de la severidad, pero suele causar una disminución de la captación y de la excreción. En el estudio de perfusión se observa una disminución del flujo renal. Una vez que la actividad llega al riñón, este está bien vascularizado, pero en la gammagrafía con DMSA se pueden encontrar pequeños infartos. El método de elección parece ser la realización de un renograma basal y de otro tras la administración de un inhibidor de la enzima convertidora de angio-

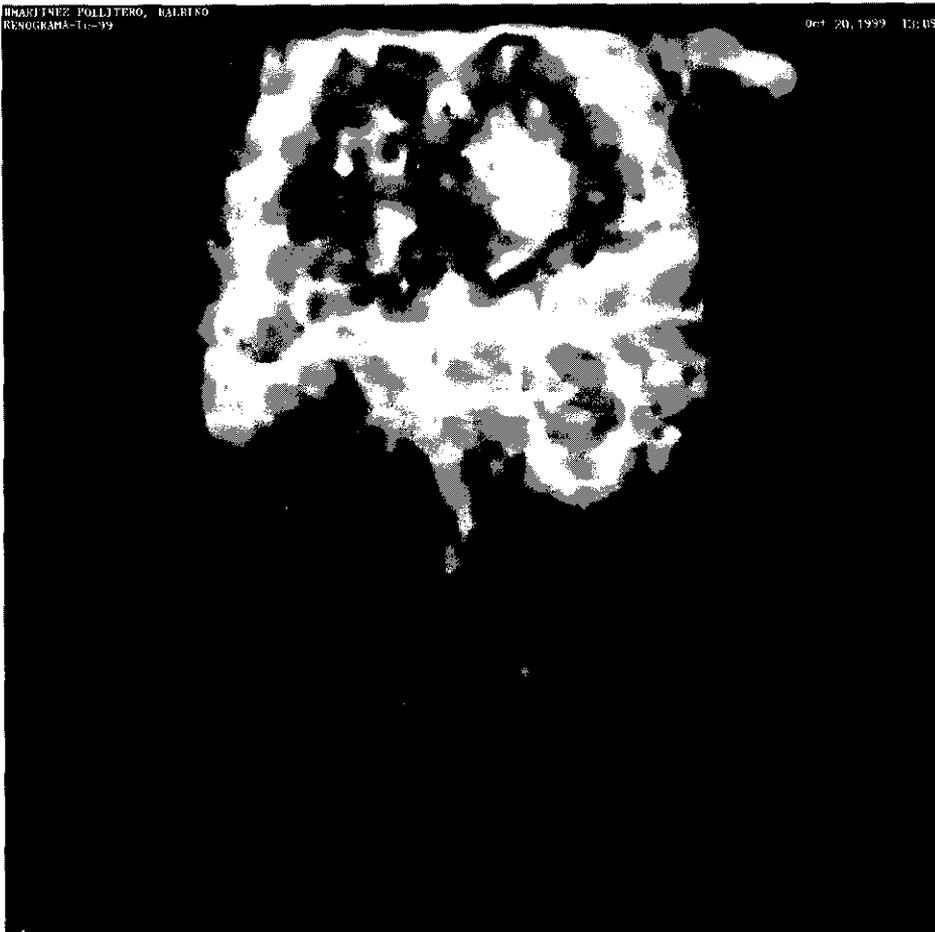


Figura 5. Trombosis de arteria renal izquierda. Se observa zona fría en fosa renal izquierda.

tensina (IECA). Este método tiene la ventaja de distinguir las estenosis funcionales de aquellas que no lo son, siendo un método no invasivo.

Trombosis de la arteria o vena renales: Se observa en la angiogramografía como un área fotón deficiente (área fría) en la zona del injerto. Esta misma imagen se puede observar en el rechazo hiperagudo y en la necrosis renal secundaria a un riñón mal preservado.

Infarto renal: La causa más frecuente es la ligadura de una arteria durante la cirugía, pero puede ser también debido a estenosis de la arteria renal. En la angiogramografía encontraremos una pequeña zona fotón

deficiente (área fría). Se consiguen mejores imágenes con ^{99m}Tc -DMSA o ^{99m}Tc -glucoheptonato, pero estos radiofármacos no están indicados para hacer estudios seriados, ya que se asocian a altas dosis de radiación en el injerto. Infartos segmentarios se visualizan como zonas frías, a veces con un anillo hipercaptante, que indica reacción inflamatoria.

Fístulas arterio-venosas: Son más frecuentes tras una biopsia renal percutánea. La mayoría, sobre todo las que son pequeñas, se resuelven espontáneamente. Los hallazgos gammagráficos consistirán en una rápida perfusión y un área localizada de aumento de actividad, así como un llenado precoz de la vena cava.

Rotura del trasplante: No suele ser diagnosticado por estos métodos.

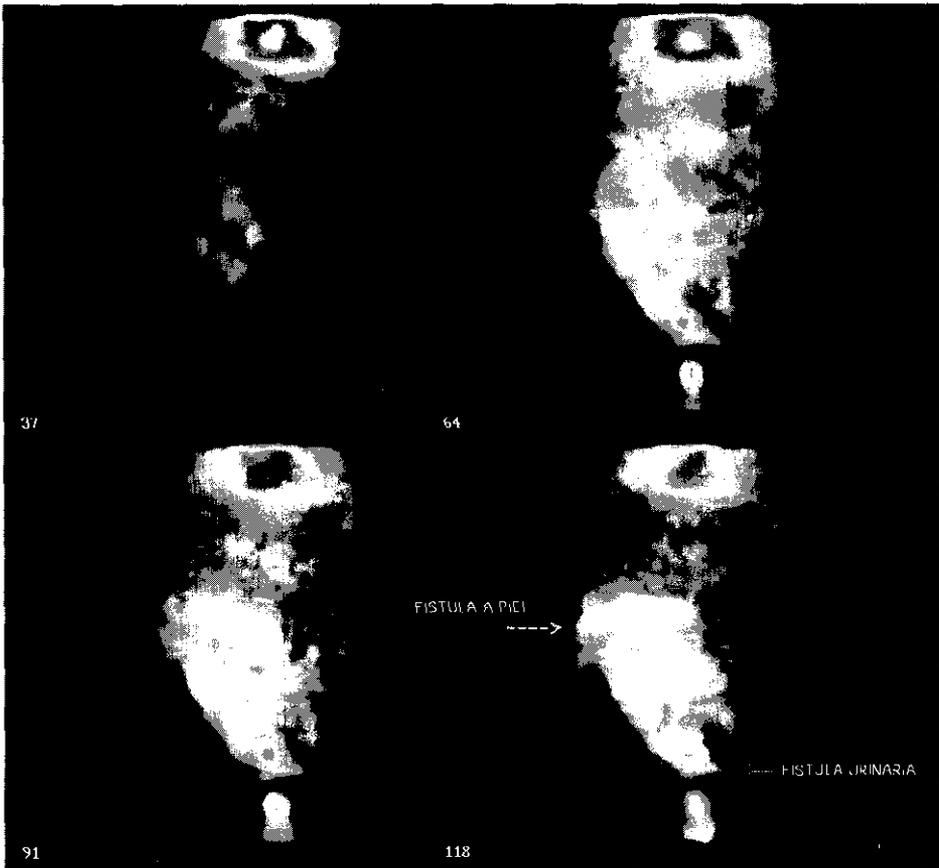


Figura 6. Fístula urinaria en trasplante de riñón en herradura. Se observa salida por uréter y drenaje espontáneo a piel.

COMPLICACIONES QUIRÚRGICAS

Fístula urinaria: Suele ocurrir en el periodo postoperatorio precoz. Puede ocurrir en el sitio de la ureteroneocistostomía/pelvineoureteros-
tomía, o puede salir la orina desde el uréter, por daño quirúrgico del mismo. En el renograma se visualiza como un acúmulo anormal de isótopo fuera del tracto urinario. La apariencia típica de una extravasación urinaria en las imágenes secuenciales obtenidas a lo largo de varias horas, consiste en un aumento focal progresivo de actividad fuera de los límites de riñón, uréter o vejiga, y que presenta unos márgenes irregulares y pobremente definidos. Hay que tener cuidado a la hora de interpretar las imágenes para no confundirlo con actividad a nivel de órganos genitales o reflujo vesicoureteral. También hay que tener en cuenta que en presencia de lesiones isquémicas o inflamatorias intestinales, puede existir captación por las asas lesionadas, lo que induce a creer erróneamente que se trata de extravasaciones urinarias.

Reflujo vésico-ureteral: Generalmente pasa desapercibido en el renograma, por lo que si hay sospecha clínica se realizará una cistografía isotópica.

Colecciones perirrenales: Las colecciones peritrasplante ocurren en un alto porcentaje de pacientes en el periodo postoperatorio precoz. La mayoría son pequeñas y clínicamente insignificantes.

- **Abscesos:** La gammagrafía no es muy útil para la detección de abscesos en la región del injerto debido a la gran cantidad de causas de respuesta inflamatoria a este nivel. Ocasionalmente, puede ser útil la realización de un estudio con Galio o leucocitos marcados, pero estos agentes también se acumulan en casos de rechazo.
- **Hematomas, linfocelos:** Se pueden detectar en el estudio isotópico por la existencia de una dilatación ureteral secundaria o bien por la alteración del contorno renal.

Obstrucción: La obstrucción postrenal puede ser *intrínseca* (estrechamientos ureterales, coágulos sanguíneos y cálculos), o *extrínseca* (colecciones perirrenales: hematomas, linfocelos, abscesos). Los estudios con isótopos, a menudo no pueden distinguir entre estas causas.

La obstrucción ureteral que requiere intervención ocurre en un 1-10% de los injertos y puede ser debida a coágulos, cálculos, estrechamientos o compresión extrínseca por hematoma o linfocelo. El estrechamiento ureteral puede ser debido a infección, trombosis arterial o venosa de los vasos ureterales, rechazo o isquemia.

Cuando existe una obstrucción ureteral completa se aprecia una buena captación renal del radiofármaco, con imágenes de pelvis promi-

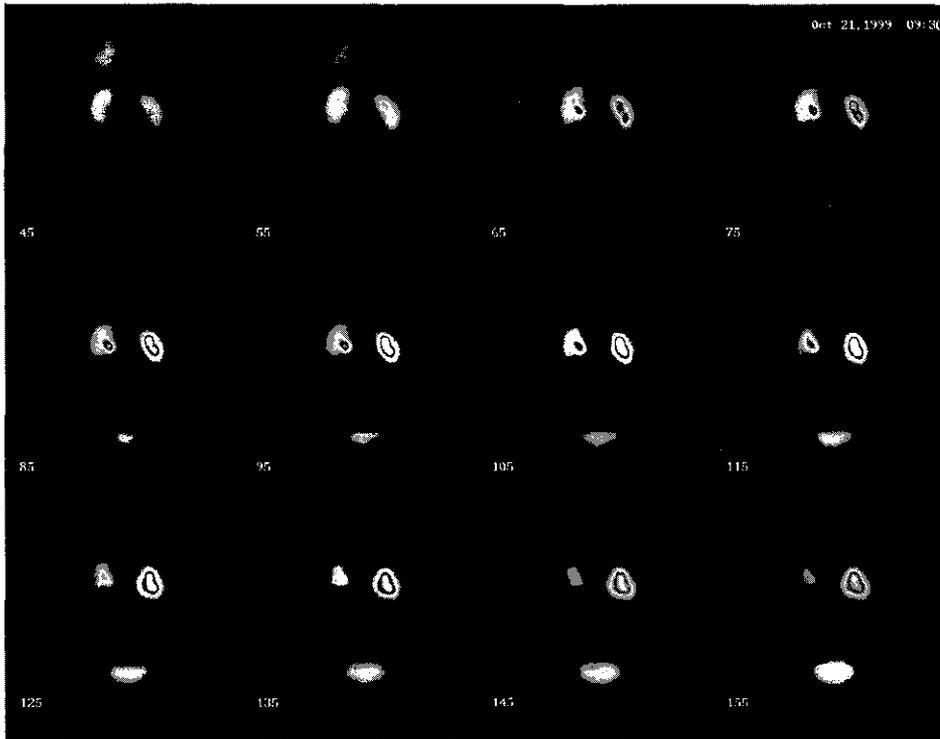


Figura 7. Imágenes de obstrucción pieloureteral derecha.

nente en algunos casos. En caso de obstrucción moderada se aprecia una predominante acumulación pélvica y/o ureteral persistente, y con frecuencia no se visualiza la vejiga urinaria o se visualiza de forma tardía. Una pelvis prominente, por sí misma, no indica obstrucción, pero si previamente no se veía, la imagen es muy sugestiva.

Durante mucho tiempo se han confundido los términos dilatación y obstrucción de las vías excretoras. Actualmente se sabe que no son sinónimos y que puede existir dilatación sin obstrucción. El renograma basal normal descarta la obstrucción. Tanto si hay dilatación como obstrucción la curva del renograma muestra un trazado ascendente en la fase de eliminación y la gammagrafía secuenciada permite localizar el lugar de la obstrucción, que aparece como una retención del trazador en vías. Para determinar si se trata de una verdadera obstrucción, debe practicarse un renograma dirético. Tras la administración de furosemida puede observarse : a) Descenso brusco de la actividad renal, que corresponde a una dilatación sin obstrucción. B) Aumento de la actividad renal siguiendo el

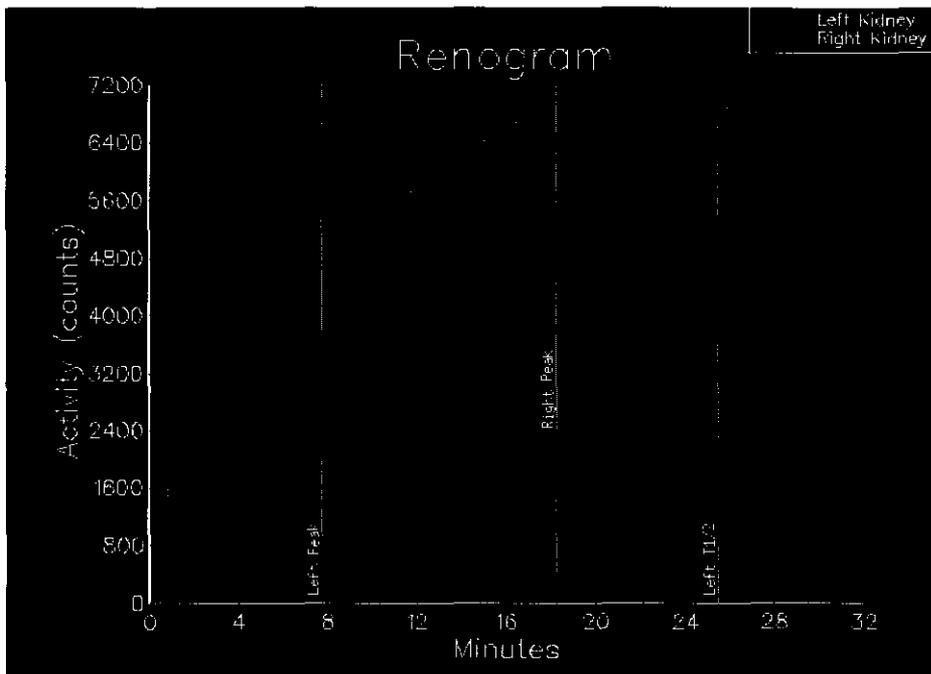


Figura 8. Curva de renograma en obstrucción de riñón derecho.

ascenso de la curva renográfica, lo que sí corresponde a obstrucción. Respuestas intermedias se interpretan como obstrucciones incompletas. En el renograma, no aparecen cambios en la perfusión. Un renograma diurético puede, al igual que en riñones nativos, distinguir entre obstrucción y no obstrucción, si la función no es demasiado pobre. Hay que tener en cuenta que un injerto con una función pobre puede ser incapaz de dilatar la cavidad pélvica y/o responder a diuréticos. Para el diagnóstico de uropatía obstructiva en un trasplante renal, no se requerirá demostración de sistema colector dilatado, ya que la evolución de estos cambios morfológicos requiere tiempo. Las manifestaciones precoces de obstrucción generalmente incluyen deterioro de la función renal y disminución del flujo urinario. El acúmulo del trazador en parénquima puede ser normal o retrasado. La actividad pielocalicial puede no estar aumentada de forma significativa ni en intensidad ni en extensión, pero si hay actividad en el sistema colector en ausencia de actividad en vejiga, el diagnóstico de obstrucción es muy probable. Las imágenes con el paciente de pie, pueden ser útiles en pacientes con sospecha de obstrucción, ya que la retención de orina en el sistema colector a veces depende de la posición.

CONCLUSIONES

Después de un trasplante, se puede valorar la perfusión del injerto con una angiogramagrafía, mientras que con un renograma podremos valorar tanto las alteraciones en la perfusión, como las fallos en el funcionamiento renal.

Otras técnicas como el Eco Doppler también son útiles en este diagnóstico, y otras como la RMN son muy prometedoras para aumentar la información diagnóstica en estos casos. El problema fundamental que surge en el postrasplante es discriminar entre las diferentes causas que pueden alterar la función del injerto. Aunque se han ido introduciendo gran cantidad de métodos cuantitativos en el renograma para aumentar la sensibilidad y la especificidad en el diagnóstico diferencial, esto aún no es posible. El renograma es especialmente útil en el diagnóstico de la obstrucción ureteral y en casos de cicatrices parenquimatosas.

En la tabla adjunta se muestra las técnicas de medicina nuclear que pueden ser utilizadas para el diagnóstico de las diferentes patologías en el trasplante renal y la oferta que actualmente existe de otras pruebas diagnósticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ANAISE D, OSTER Z H, ATKINS H L, ARNOLD A N, WEIS S, WALTZER W C, PAPAPORT F T. 1986 Cortex perfusion index. A sensitive detector of acute rejection crisis in transplanted kidneys. *J Nucl Med* 27: 1697-1701.
2. BAKR MA, MOUSTAFA A, EL-DIASTY T, MOUSTAFA F, GHONEIM MA. 1997. Post-renal transplant monitoring: The value of clinical assays. *Transplantation Proceedings* 29: 2778-2780.
3. BAILLET G, BALLARIN J, URDANETA N., et al. 1986. Evaluation of allograft perfusion by radionuclide first-pass study in renal failure following renal transplantation. *Eur J Nucl Med* 11: 463-469.
4. CONWAY J J: Well-Tempered Diuresis Renography: Its Historical Development, Physiological and Technical Pitfalls, and Standardized Technique Protocol. *Semin Nucl Med*, 1992,XXII; 74-84
5. DATSERIS I E; BOMANJI J B; BROWN E A. et al: Captopril Renal Scintigraphy in Patients with Hypertension and Chronic Renal Failure. *J Nucl Med*, 1994, 35:251-254
6. DODD III G D, TUBLIN M E, SHAH A, ZAJKO A B. 1991. Imaging of vascular complications associated with renal transplant. *Am J Radiol* 157: 449-459.
7. DUBOVSKY EV, RUSSELL CD, BISCHOF-DELATOYE A, BUBECK B, CHAIWATANARAT T, HILSON AJW et als. 1999. Report of the radionuclides in nephrourology committee for evaluation of transplanted kidney (Review of techniques). *Seminars in Nucl Med* 24: 175-188.
8. DUBOVSKY E V, RUSSELL C D: Radionuclide evaluation of renal transplants. In: Blaufox M D(ed) *Evaluation of renal function and disease with radionuclides: the upper urinary tract*. Karger, Basle. 1989 pp 373-401
9. DUBOVSKY E V, RUSSELL C D. 1991. Diagnosis of renovascular hypertension after renal transplantation. *Am J Hypertens* 4: 724S-730S.
10. DUBOVSKY E V, RUSSELL C D. 1996. Evaluation of renal transplants. In: Henkin R E, Boles M A, Dillehay GL et al (eds). *Nuclear medicine*. Mosby, St Louis, pp 1097-1109.
11. EL-MAGHRABY TAF, DE FIJTER JW, VAN ECK-SMIT BLF, ZWINDERMAN AH, EL-HADDAD SI, PAUWELS EKJ. 1998. Renographic indices for evaluation of changes in graft function. *Eur J Nucl Med* 25:1575-1586.
12. GONZÁLEZ MATEE A, JIMÉNEZ VICIOSO A, CARRERAS DELGADO JL: *Medicina Nuclear*, in: *Alta tecnología en Urología y sus aplicaciones*. Clinicas Urológicas de la Complutense. (ed) Complutense 1994 pp 205-225
13. GROSHAR D, MOSKOVITZ B, GORENBERG M, et al: Quantitative SPECT of Tc-99m-DMSA uptake in the Kidneys of Normal Children and in Kidneys with Vesicoureteral Reflux: Detection of Unilateral Disease. *J Nucl. Med.* 1994, 35: 445-449.
14. HILSON AJW, MAISEY MN, BROWN CB, OGG CS, BEWICK MS. 1978. Dynamic renal transplant imaging with Tc-99m DTPA(Sn) supplemented by a transplant perfusion index in the management of renal transplant. *J Nucl Med* 19: 994-1000.
15. KENTIAN A, RUDD T G, LIFF E, et al. Tc-99m-DMSA renal imaging: A cooperative clinical study (Abstract) *J. Nucl. Med.* 1979,20:619

16. MAGNUSSON G, COLLSTE L, FRANKSSON C, LUNDGREN G. 1967. Radiorenography in clinical transplantation. *Scand J Urol Nephrol* 1: 132-151.
17. NAMPOORY MRN, DAS DK, JOHNY KV, HALIM MN, AL-MOHANNADI S, SREEDHARAN R, et als. 1997. Tansplantation proceedings 29: 2807-2811.
18. OEI HY, EPIRAIM KH, JESSURUN RFM, STRUYVENBERG A. 1982. The value of renal scintigraphy for the diagnosis of complications after renal transplantation. In: Joekes AM, Constable AR, Brown NJG, Tauxe WN (eds). *Radionuclides in nephrology*. Thieme, Sttutgart, pp 31-39.
19. PRESTON DF, LUKE RG. 1979. Radionuclide evaluation of renal transplants. *J Nucl Med* 20: 1095-1097.
20. THOMSEN H.S. Renal transplant evaluation. In: Murray I.P.C, Ell P.J. *Nuclear medicine in clinical diagnosis and treatment*. New York.: Churchill Livingstone; 1994:339-352.
14. SAPIRSTEIN L A, VIDT D G, MANDEL M J, et al.: Volumes of distribution and clearances of intravenously injected creatinine in the dog. *Am. J. Physiol.* 1995, 13: 330-336
15. TAPLIN G V, MEREDITH O M JR, KADE H, et al.: The radioisotope renogram. An external test for individual kidney function and upper urinary tract patency. *J. Lab. Clin. Med.* 1996, 48: 886-901.