

Diagnóstico por imagen en el trasplante renal

EVA AGUILAR RIVILLA*, TRINIDAD FERNÁNDEZ SARABIA*,
ENRIQUE DE LA PEÑA ZARZUELO**

* Servicio de Diagnóstico por Imagen y ** Servicio de Urología
Hospital Clínico de San Carlos. Madrid

INTRODUCCIÓN

El órgano trasplantado hoy en día con mayor frecuencia es el riñón. Los riñones del donante pueden provenir de donantes vivos con antígenos de histocompatibilidad (HLA) idénticos o bien de cadáver.

El protocolo pretrasplante incluye la evaluación de la situación médica general del receptor así como estudios diagnósticos con el fin de descartar patologías que contraíndiquen el mismo (obstrucción del sistema excretor, infección activa y/o cualquier enfermedad sistémica grave o neoplasia diseminada). El estudio radiológico del riñón del donante vivo asegura que este sea anatómica y funcionalmente normal. Para ello se realiza una urografía y una angiografía. Recientes estudios están obteniendo buenos resultados con la tomografía axial computarizada (TC) angiografía. En el riñón del cadáver no siempre puede obtenerse estudio radiológico previo.

Tras el trasplante es importante conocer perfectamente la técnica quirúrgica empleada para una adecuada interpretación de las imágenes.

La valoración ecográfica del riñón trasplantado es una de las técnicas de imagen más utilizada que se realiza de forma rutinaria en el postoperatorio, combinando la imagen y el doppler, ya que la disfunción del trasplante procede de causas vasculares entre otras.

Nuestro protocolo ecográfico del trasplante renal incluye:

- (a) valoración del tamaño y localización renal,
- (b) presencia o ausencia de dilatación del sistema colector
- (c) presencia, localización y volumen de cualquier colección de líquido extrarrenal.
- (d) también se valora la diferenciación corticomedular, el aspecto del parénquima renal, la existencia de masas o calcificaciones renales,

el flujo arterial y venoso, el tamaño y la configuración de la vejiga, así como las anastomosis urinarias.

En este capítulo evaluamos los aspectos normales y patológicos del riñón trasplantado con las distintas técnicas de imagen, poniendo de manifiesto cual es la técnica radiológica más adecuada en cada caso para llegar al diagnóstico, clasificando las complicaciones en quirúrgicas (colecciones de líquido perirrenales, complicaciones urológicas, complicaciones vasculares y miscelánea) o médicas (necrosis tubular aguda (NTA), rechazo agudo y crónico, nefrotoxicidad por ciclosporina, infecciones del tracto urinario...).

TRASPLANTE RENAL NORMAL

La ecografía, es la técnica de imagen que se utiliza de forma rutinaria en el seguimiento del paciente con trasplante de riñón. El riñón trasplantado tiene una variable apariencia ecográfica. Las pirámides renales son hipoecogénicas y triangulares, visulizándose mejor en el riñón trasplantado que en el nativo por su localización más superficial. Una pequeña cantidad de líquido perirrenal está presente al menos durante los 2 a 3 días consecutivos al trasplante, desapareciendo generalmente al cuarto día. En el postoperatorio, el riñón trasplantado incrementa su tamaño, estabilizándose a los seis meses de la cirugía. Cochlin et al. llegaron a la conclusión que un volumen mayor al 30% del inicial, debía ser considerado patológico. El volumen renal se calcula a partir del diámetro transversal x el craneocaudal x el antero-posterior x 0.5233.

La morfología de la onda en la arteria renal principal muestra un patrón de baja resistencia con flujo continuo anterógrado diastólico. En los vasos intrarrenales, el doppler pulsado también revela una morfología de onda de baja resistencia con velocidades pico sistólicas decrecientes a medida que los vasos se hacen más distales.

La velocidad pico sistólica en la arteria renal es generalmente < 100 cm/seg y el índice de resistencia (IR) < 0.7.

COMPLICACIONES QUIRÚRGICAS

COLECCIONES PERIRRENALES

Las colecciones perirrenales son una de las complicaciones más habitualmente descritas del postoperatorio de un trasplante renal. A este hecho ha contribuido la introducción de la ecografía como método rutinario de seguimiento del injerto implantado.

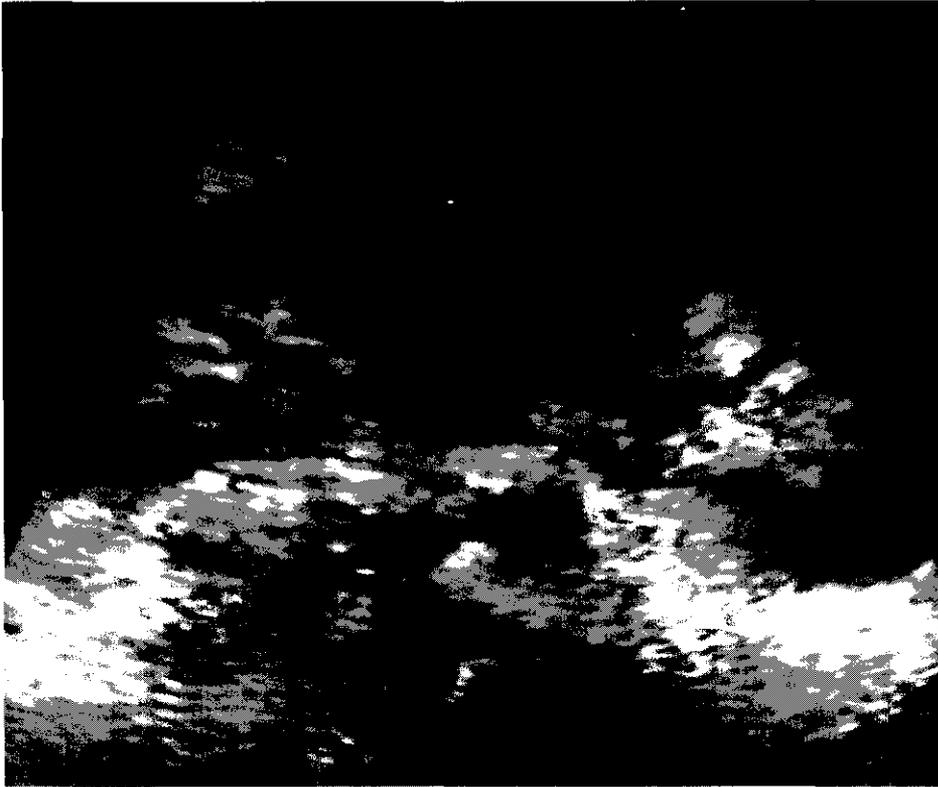


Imagen ecográfica normal de un riñón doble pediátrico.

Silver y colaboradores encontraron estas colecciones en el 51% de los trasplantes de su serie. Muchas de ellas son pequeños hematomas postquirúrgicos que se suelen resolver espontáneamente o estabilizarse en controles posteriores. Del total de las colecciones perirrenales las auténticamente significativas por su repercusión y morbi-mortalidad se encuentran entre el 11-18% de todos los trasplantes. En orden decreciente de frecuencia estas colecciones son linfocelos, abscesos, urinomas y hematomas.

Linfocelos

Es la colección perirrenal más frecuente después de un trasplante renal. Supone según las series entre el 9 y el 43% de las colecciones significativas.

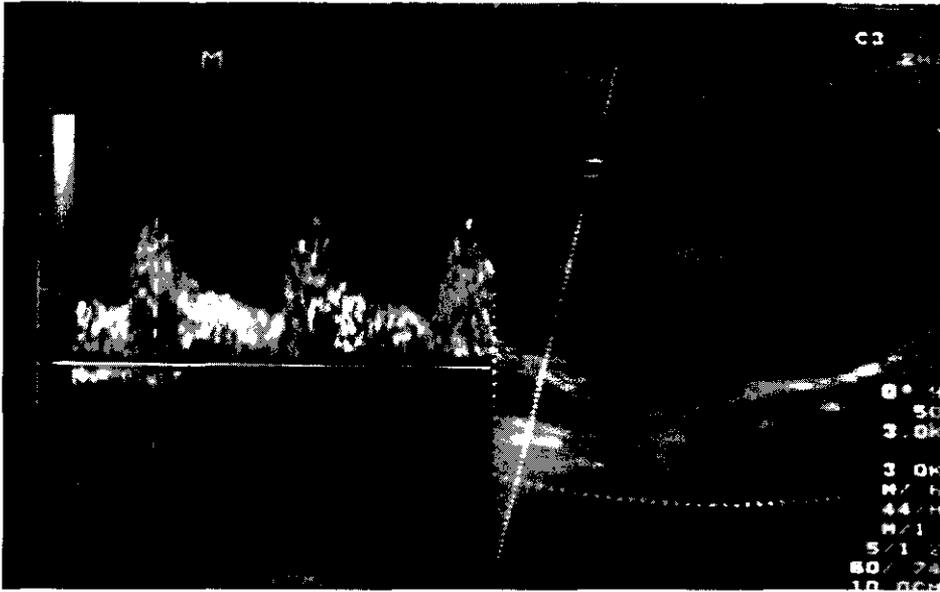


Imagen ecográfica de flujo arterial de características normal.

El tiempo de aparición de este es variado habiéndose descrito tanto en el postoperatorio cercano como a los dos años de la cirugía.

La formación del linfocele se debe fundamentalmente a la lesión producida en los linfáticos del receptor durante la preparación de los vasos nativos para las anastomosis vasculares del trasplante, acompañando fundamentalmente al paquete vascular de la iliaca externa y de la hipogástrica, así como pericapsulares al injerto.

Los linfoceles son en la mayoría de las ocasiones asintomáticos, dando sintomatología cuando producen compresión sobre las estructuras vecinas. Se pueden presentar como masa palpable, aumento de volumen escrotal o del miembro inferior ipsilateral. Pueden también, cuando estos son de gran volumen, producir sintomatología en la dinámica miccional, así como oliguria, hipertensión y/o uropatía obstructiva. Son la causa más frecuente de obstrucción del tracto urinario inferior en el trasplante.

En la ecografía aparecen como colecciones líquidas hipoeoicas con múltiples septos y ecos en su interior.

El diagnóstico puede completarse con estudios de tomografía computarizada así como de resonancia magnética, en especial para definir espacialmente la localización del linfocele con respecto al injerto y sus estructuras en especial el uréter para definir el abordaje percutáneo o quirúrgico para su resolución.

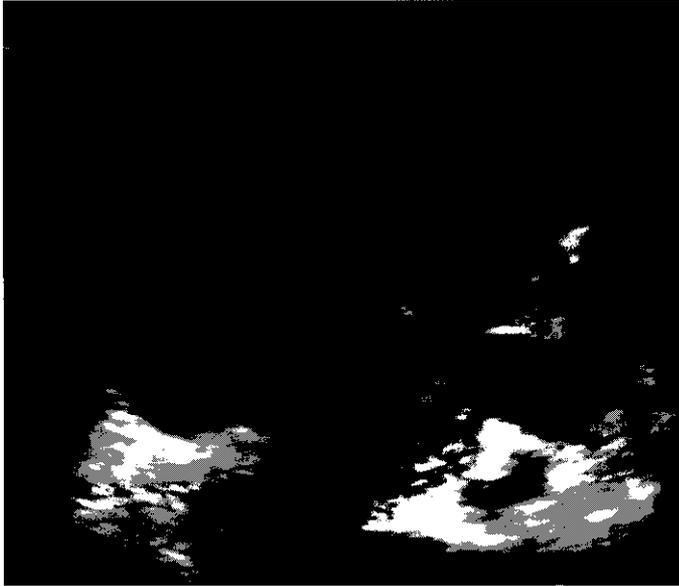
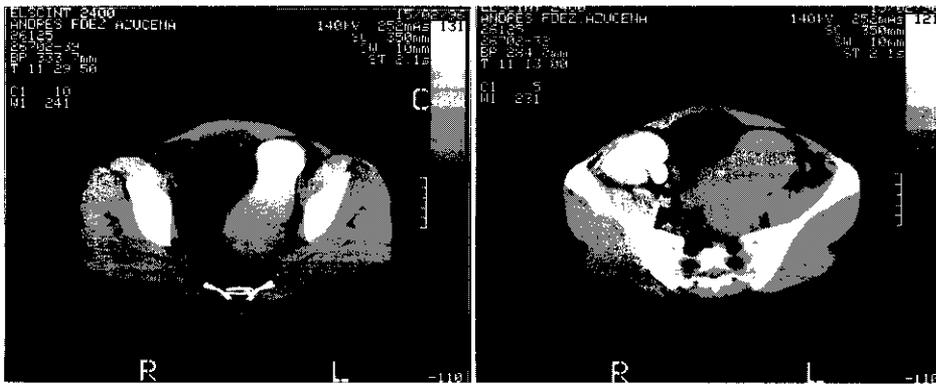


Imagen ecográfica de un linfocele en un trasplante renal. Se observa una colección líquida con septos en su interior adyacente al injerto.

La linfa, presente en el líquido del linfocele es rico en proteínas lo que dará imágenes en la resonancia magnética de hipointensidad en T1 e hipereintensidad en T2.



Linfocele: tomografía computarizada donde se evidencia la colección medial al riñón trasplantado.

Los linfocelos pueden estabilizarse o aumentar de tamaño, pero raramente se resolverán espontáneamente, por lo que son necesarios los estudios ecográficos de seguimiento para controlar su evolución en el tiempo si es que se decide una actitud expectante con los mismos. El tratamiento y actitud terapéutica de estos se tratan en el capítulo correspondiente de este libro.

Abscesos

Es la segunda causa de colecciones perirrenales tras el trasplante renal, representando el 30% en algunas series. Clínicamente se expresan como fiebre, siendo origen de sepsis en algunos casos y pudiendo producir en otros la fatal complicación de infección de la sutura de la anastomosis vascular con la posibilidad de sangrado masivo por dehiscencia de sutura.

Suelen aparecer en el postoperatorio temprano aunque pueden aparecer varios meses después.

La mayoría de las veces los abscesos se encuentran adyacentes al trasplante, pero pueden verse en cualquier localización de la pelvis o del abdomen.

Por ecografía se ven como colecciones, generalmente más pequeñas que los linfocelos, con contenido ecogénico en su interior. No suelen presentar septos. Estas colecciones se manifiestan como una masa compleja pudiendo observarse gas en su interior («ecos brillantes»).

Aunque la ecografía es la primera prueba diagnóstica para identificar estas colecciones perirrenales, en determinado grupo de pacientes la TC es útil. Así en los pacientes trasplantados con fiebre la TC está indicada para localizar los abscesos a distancia del trasplante y especialmente los intraperitoneales. La TC es superior a la ecografía para la localización de este tipo de abscesos, mientras que la ecografía es adecuada para el área peritrasplante. La TC también es útil para guiar la punción-aspiración o para la colocación de un drenaje en estas colecciones. La TC puede especificar el tipo de colección. La visualización de gas y el realce periférico de la colección sugieren la presencia de un absceso. Una colección de alta densidad sugiere un hematoma.

El absceso en la resonancia magnética se presenta como una imagen hipodensa en T1 e hiperintensa en T2.

Urinoma

Representan alrededor del 18% de las colecciones perirrenales. Suelen ocurrir en el periodo postquirúrgico inmediato. Se deben a la salida de

orina por isquemia ureteral, infarto renal, rotura de la ureterocistoneoa-nastomosis o por una biopsia percutánea.

Generalmente son retroperitoneales, adyacentes al polo inferior del riñón. En los urinomas de gran tamaño se puede producir uropatía obstructiva.

Ecográficamente se ven como colecciones líquidas bien definidas, sin septos en su interior, anecoicas o con ecos (*Low-level echoes*) en su interior.

Pueden asociarse a ascitis si es que existen grandes pérdidas por la fuga.

En la resonancia magnética el urinoma se define como una colección hipointensa en T1 e hiperintensa en T2.

Los urinomas de pequeño tamaño suelen regresar de manera espontánea. Los de mayor tamaño se tratan con aspiración o drenaje. Si persiste el urinoma o la colección se debe a una importante fuga será necesario su abordaje terapéutico por vía percutánea, aunque la mayoría de ellos precisan de una revisión quirúrgica.

Hematoma

Representan alrededor de un 9% de las colecciones perirrenales significativas, ocurriendo en el postoperatorio inmediato. Suelen ser pequeños y sin repercusión clínica, resolviéndose de manera espontánea, aunque también pueden darse tras una biopsia renal o tras la rotura del trasplante o daño del pedículo.

No tienen una localización específica en relación con el trasplante. Los que aparecen tras las biopsias suelen ser subcapsulares.

El aspecto del hematoma en la ecografía depende de su antigüedad. En la fase aguda suelen ser hiperecogénicos haciéndose más complejos e hipocogénicos a medida que pasa el tiempo.

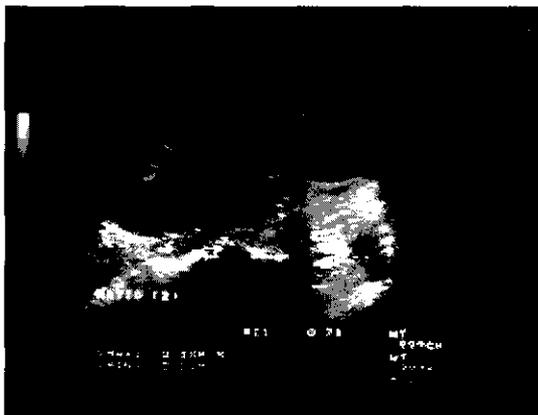
Pueden ser extracapsulares, subcapsulares o intraparenquimatosos, en función de su etiología.

En la TC los hematomas son colecciones que presentan unos valores entre 40 y 60 UH. En la resonancia magnética el hematoma se manifiesta como una colección hiperintensa tanto en T1 Como en T2.

COMPLICACIONES UROLÓGICAS

Hidronefrosis

La hidronefrosis es un hallazgo frecuente en los trasplantes renales. Esta puede representar la presencia de una uropatía obstructiva pero también la distensión vesical y el reflujo vesicoureteral pueden producir hidro-



Ecografía de un injerto renal donde se aprecia dilatación del sistema colector renal.

nefrosis que no debe confundirse con la obstrucción. La hidronefrosis leve puede ser consecuencia de un rechazo agudo.

La ecografía puede ayudar a dilucidar la causa de la hidronefrosis, aunque pueden ser necesarias otras técnicas de imagen para completar el estudio.

Uropatía obstructiva

Es la complicación más frecuente del trasplante renal. La mayoría de los riñones hidronefróticos presentan obstrucción. Esta puede ser debida a cambios intraluminales, intramurales o extrínsecos.

En el periodo postquirúrgico inmediato es normal encontrar una ligera obstrucción debido a la alteración de la peristalsis ureteral y edema de la neoureterocistostomía, aunque dicha complicación ha disminuido debido al uso sistemático de catéteres ureterales para tutorizar dichas anastomosis.

Tras varias semanas o meses de la cirugía se puede producir obstrucción cualquier nivel del uréter debido a estenosis secundaria a déficits de la vascularización, rechazo o fibrosis periureteral.

Las masas intraluminales incluyen coágulos, cálculos, *fungus ball*, papilas desprendidas del tracto urinario superior y/o tumores.

En el periodo postoperatorio la obstrucción también puede deberse a compresión extrínseca por colecciones perirrenales. Otras causas de compresión extrínseca pueden ser, aunque raras, masas ováricas o tumores retroperitoneales como linfomas.

Clínicamente, a diferencia de los riñones no trasplantados, el trasplante renal está denervado, por lo tanto la distensión capsular producida por la obstrucción no se reflejará con sintomatología sino con deterioro progresivo de la función renal.

El índice de resistencia (IR) superior a 0,75 en un sistema colector dilatado es sugerente de uropatía obstructiva en un 85% de los casos. Existe un 10% de casos con un IR normal en riñones obstruidos aunque en estos suele asociarse la presencia de un urinoma. No siempre un IR elevado es producido por uropatía obstructiva ya que pueden verse incrementados en el rechazo y la NTA. En conclusión, hallazgos combinados de dilata-



Pielografía descendente a través de catéter de nefrostomía en la que se demuestra permeabilidad de la vía urinaria tras la colocación de stent para resolución de uropatía obstructiva por estenosis de uréter.

ción pielocalicial y disfunción del trasplante con un aumento del IR deben hacer sospechar una uropatía obstructiva.

El renograma diurético contribuirá a diferenciar la uropatía obstructiva de la no obstructiva, especialmente utilizando la prueba del renograma diurético con furosemida.

Reflujo vesicoureteral

Se presenta como otra causa de ectasia pieloureteral. Su importancia en el trasplante renal está en controversia, ya que algunos autores no lo consideran como una complicación del trasplante renal.

La ecografía puede demostrar dilatación pieloureteral en un sistema de un trasplante con reflujo así que son necesarias otras pruebas complementarias como el renograma y la cistografía para completar el diagnóstico.

Fístula urinaria

Una de las complicaciones más significativas en el postoperatorio inmediato de un trasplante renal es la fístula urinaria dada su alta morbimortalidad y las posibilidades de pérdida del injerto. Esta complicación ocurre entre un 5,6 y un 9% de los trasplantes renales. Como consecuencia de la lesión del sistema colector y/o de la vía urinaria, especialmente en las lesiones isquémicas del uréter por una excesiva disección en la cirugía de extracción o de banco, así como las necrosis producidas por rechazo del injerto habitualmente en el postoperatorio tardío a los 6 meses de la cirugía.

Esta fuga se puede producir a distintos niveles del sistema urinario, siendo estos por orden decreciente de frecuencia: Ureter, ureteroneocistoanastomosis, fístula calicial, vejiga y unión ureteropélvica.

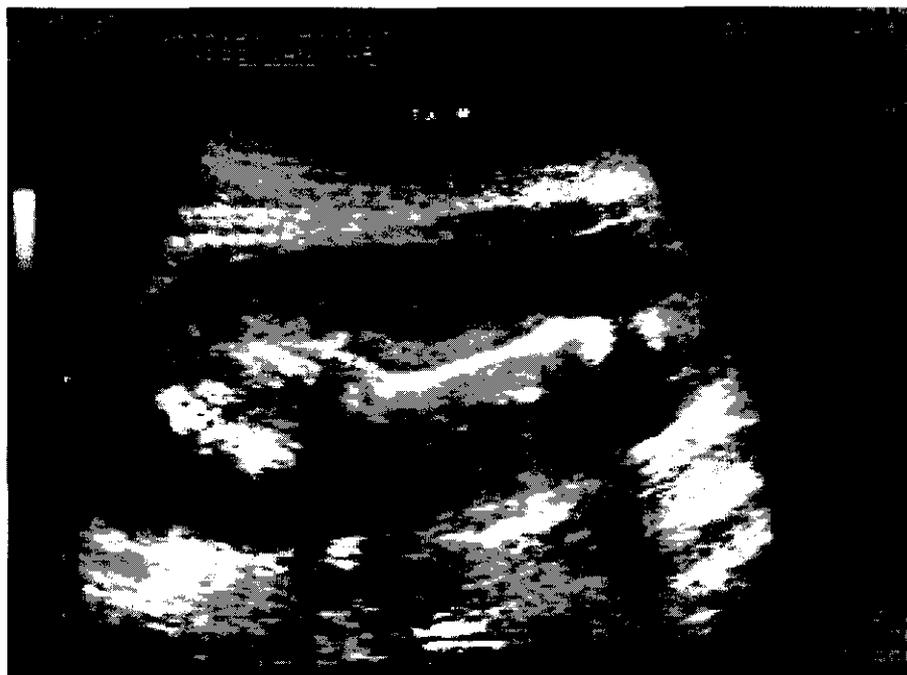
Las fugas urinarias se producen típicamente en el periodo postoperatorio inmediato, aunque pueden aparecer hasta dos meses después.

Los factores que predisponen al desarrollo de una extravasación urinaria incluyen la diabetes, los antecedentes de procedimientos quirúrgicos vesicales, las infecciones urinarias y la obstrucción del tracto urinario inferior.

Ecográficamente la fuga urinaria debería sospecharse en cualquier trasplantado con ascitis, o con colecciones líquidas perinjerto y ascitis. Los hallazgos ecográficos de fuga vesical se han demostrado mediante la inyección de aire en la vejiga observándose posteriormente turbulencias y microburbujas creados en el líquido de la ascitis.

La cistografía y la urografía descendente darán normalmente la localización anatómica exacta de la fuga urinaria.

En pacientes con alergia a sustancias yodadas o en los que no pueden usarse por fallo renal la utilización de técnicas de medicina nuclear como el uso de ^{99m}Tc DTPA contribuirá al diagnóstico y localización de la fuga.



Ecografía demostrando sistema colector calcificado.

MISCELANEA

Cálculos renales o ureterales

Son una complicación inusual del trasplante renal, apareciendo en menos del 1% de los receptores. La litiasis es generalmente una complicación tardía, desarrollándose al menos 6 meses después de la cirugía, a menos que existiese enfermedad litiásica no detectada en el riñón donante.

Las condiciones que predisponen a los receptores del trasplante para desarrollar cálculos incluyen la obstrucción, la infección crónica, la toma de antiácidos, el uso de material de sutura no reabsorbible y las alteraciones metabólicas, especialmente la hipercalcemia secundaria a hiperparatiroidismo y la oxaluria primaria.

La ciclosporina produce elevaciones de los niveles plasmáticos de ácido úrico y puede predisponer a la formación de cálculos de esta misma sustancia.

Los cuerpos extraños, como los tubos de nefrostomía y los catéteres ureterales pueden también contribuir al desarrollo de litiasis.

La litiasis del trasplante renal se pueden complicar por obstrucción, infección o fuga urinaria, secundaria a la erosión que produce el cálculo, especialmente en la unión ureterovesical.

La ecografía es muy útil para diagnosticar la presencia de litiasis así como de sus complicaciones, especialmente la hidronefrosis.

Ya que del 80-90% de los cálculos renales están calcificados la ecografía pueden detectarlos incluso en un sistema no obstruido, como focos ecogénicos con sombra acústica posterior.

Rotura del injerto no traumática

Ocurre entre el 3-6% de los trasplantes renales, normalmente en las dos semanas siguientes a la cirugía.

La patogénesis no es conocida en algunos casos, pero probablemente está relacionada con un rechazo agudo, una complicación vascular o ambas.

La rotura ocurre generalmente en la cara convexa y posterior del riñón.

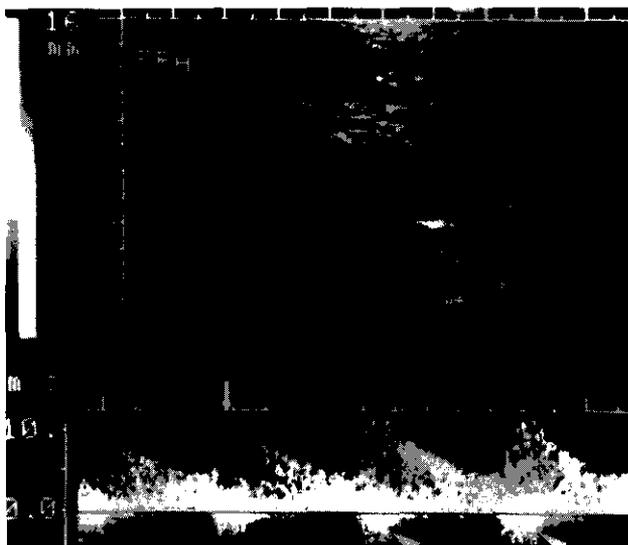
Las anomalías ecográficas descritas incluyen masas ecogénicas por encima del riñón que pueden o no estar asociadas a pequeñas masas intrarrenales hipocogénicas. Estas masas representan hematomas y deberían ser altamente sugestivas de rotura del injerto en un contexto clínico adecuado de dolor, aumento de volumen del injerto y disminución de la función renal junto con hipotensión.

La rotura del injerto puede ser tratada mediante reparación quirúrgica de la laceración con utilización de cortejase renal, aunque en la mayoría de las ocasiones es necesario realizar la trasplantectomía.

COMPLICACIONES VASCULARES

Tras el trasplante se pueden producir complicaciones vasculares importantes tales como la estenosis de la arteria renal, el infarto renal, la trombosis de la vena renal, las fistulas arteriovenosas y los pseudoaneurismas. La incidencia de estas complicaciones oscila entre un 3.5-16 %

El eco-doppler es el procedimiento de elección en la evaluación inicial de la permeabilidad de los principales vasos renales. Actualmente el papel de la angiografía es confirmar la sospecha de estenosis arterial, trombosis venosa o arterial, fistulas arterio-venosas o pseudoaneurismas, facilitando un acceso para realizar las técnicas de intervencionismo vascular.



A



B



Estenosis de la arteria renal: en el estudio doppler pulsado (A), la arteria renal tiene una velocidad pico sistólica marcadamente elevadas al igual que el índice de resistencia. Estos hallazgos fueron confirmados mediante angio-RNM (C). Posteriormente se realizó angiografía con angioplastia transluminal percutánea(B).

1. Estenosis de la arteria renal

La estenosis de la arteria renal es una complicación conocida que ocurre tras el trasplante renal. Se estima que su prevalencia oscila entre un 3-15% en los riñones trasplantados, y que suele ocurrir durante los tres primeros años después del trasplante. Se suele presentar con deterioro en la función renal, o bien con hipertensión refractaria al tratamiento. No obstante estos síntomas no son específicos de esta entidad.

Los isótopos y la ecografía son las técnicas de imagen que se realizan en primer lugar. Si funcionalmente está presente una obstrucción significativa, hay un retraso en la perfusión en el estudio con Tc-99m DTPA o Tc-99m MAG. Con el eco-doppler se detectarán velocidades > 250 cm/s en la arteria renal en el pico sistólico, así como un índice de aceleración (IA) < 3.78 m/seg² o un tiempo de aceleración (TA) > 0.07 seg. El IA es la pendiente sistólica de la onda tiempo-velocidad por unidad de tiempo ajustada a la frecuencia transmitida. El TA es la cantidad de tiempo en segundos desde el comienzo de la sístole hasta el pico sistólico.

Actualmente, la angio-resonancia nuclear magnética (RNM) se considera una técnica no invasiva, que permite conocer con una alta sensibilidad y especificidad la existencia de patología vascular en los trasplantes renales. Existen dos técnicas básicas en la angiografía por RM: las técnicas de «*in flow*» o «*Time of fly*» (TOF) y las técnicas de fase. (15). En nuestro centro, ante la sospecha de estenosis en la arteria renal se realiza en primer lugar una ecografía y posteriormente esta técnica.

La TC angiografía puede visualizar directamente zonas estenóticas de las arterias renales, o bien cambios que hagan sospechar estenosis en las mismas, como es la dilatación postestenótica y los cambios en el nefrograma renal (cortical adelgazada o disminución del realce parenquimatoso de forma asimétrica). Nuestra experiencia con esta técnica todavía es muy limitada.

En caso de que con las técnicas anteriores (ecografía o RNM) se objetive estenosis en la arteria renal, o exista una alta sospecha de su existencia, a continuación se realiza una arteriografía con el fin de poder realizar angioplastia percutánea endoluminal (PTA), considerada como el tratamiento de elección en esta patología, o bien para introducir una prótesis vascular (*stent*), en caso de reestenosis tras sucesivas angioplastias. Las complicaciones tras la PTA incluyen desgarros en la íntima con o sin trombosis aguda secundaria en la arteria renal, vasoespasmos, perforación o ruptura de la arteria. Complicaciones más tardías incluyen la estenosis recurrente o la hiperplasia de la íntima asociada a la prótesis vascular.

2. Trombosis arterial

Casi siempre es el resultado de un técnica difícil al realizar el trasplante, aunque también puede ser la consecuencia de un rechazo vascular severo o de una disminución marcada del aporte vascular al existir una estenosis arterial crítica. Se manifiesta clínicamente como severa oliguria,

anuria y/o rápida elevación de la creatinina. La ausencia de flujo en la arteria puede ser diagnosticada mediante el doppler-duplex y confirmada por la angiografía. Con la ecografía se suelen ver zonas hipoecogénicas de bordes imprecisos. Cuando un injerto renal se infarta completamente, el riñón desde el punto de vista ecográfico aparecerá grande y difusamente hipoecogénico. Un rechazo agudo puede ser difícil distinguirlo de una trombosis arterial aguda en los estudios de isótopos, siendo la arteriografía la técnica diagnóstica.

3. *Fístulas arteriovenosas*

Suelen aparecer después de realizar una biopsia con aguja al riñón trasplantado. Normalmente no dan clínica y cuando lo hacen se manifiestan con hematuria, hipertensión o fallo cardiaco. Tienden a resolverse espontáneamente. Se diagnostican con el doppler-color, al visualizarse señales de color distribuidas al azar en el parénquima renal extravascular, adyacente a la fístula. El doppler duplex muestra un IR disminuido, aumento en la velocidad sistólica y diastólica, así como arterialización del registro a partir de la vena de drenaje. La angiografía renal mostrará una arteria grande que rellena la fístula y una vena de drenaje precoz. El tratamiento depende de los síntomas clínicos. Puede realizarse embolización de la rama de la arteria renal que nutre la fístula, excisión de la fístula o nefrectomía parcial o total del trasplante.

4. *La trombosis de la vena renal*

Es una complicación fundamentalmente postquirúrgica que resulta de un daño isquémico a la pared de la vena renal. La infección está frecuentemente asociada a esta patología. Se manifiesta con dolor, hematuria, proteinuria y/o oliguria. La diferenciación con técnicas no invasivas (ecografía) entre el rechazo agudo y la trombosis venosa puede resultar muy difícil, sin embargo la venografía renal es diagnóstica. Los hallazgos ecográficos no son específicos e incluyen aumento en la silueta renal. Con el duplex-doppler el patrón más característico de esta patología consiste en un incremento del IR y de pulsatilidad (IP) con inversión del flujo diastólico precoz, así como ausencia de señal en la vena. El IP viene a ser definido como el máximo cambio de frecuencia Doppler entre los valores máximo y mínimo durante el ciclo cardiaco, dividida por el valor medio. Con las técnicas de angio-RM, se puede llegar a visualizar la existencia de trombos en la vena. La fibrinólisis intravenosa

selectiva o la urokinasa intraarterial constituyen el tratamiento en esta patología.

5. Pseudoaneurismas

El pseudoaneurisma se define como la ruptura contenida de la pared arterial. La colección de sangre continua en contacto con la pared de la arteria de la que se origina a través de un canal de tamaño y longitud variable. Puede ocurrir como complicación tras la realización de una biopsia percutánea con aguja en el riñón trasplantado, ser complicación de la cirugía o bien como resultado de una infección. Pueden crecer con el potencial riesgo de ruptura y el fatal sangrado. Se suelen diagnosticar por angiografía al visualizarse una masa sacular y excéntrica a la luz arterial sin drenaje venoso asociado. En la ecografía en escala de grises, aparece como una colección anecogénica o de ecogenicidad mixta muy próxima a la arteria. La imagen de flujo en color es muy llamativa: un remolino de colores, que a veces se conoce como el signo del «ying-yang». La forma de la onda espectral Doppler se conoce con el nombre de «adelante-atrás» en la región del cuello del canal de la comunicación. Durante la sístole, la sangre entra velozmente dentro de la colección a través del canal de comunión. Durante la diástole, la energía almacenada por las partes blandas que rodean la colección impulsa la sangre de vuelta a la arteria.

COMPLICACIONES MÉDICAS

La necrosis tubular aguda (NTA), el rechazo agudo y crónico, así como la toxicidad farmacológica son las principales causas de alteraciones en el flujo sanguíneo renal productoras de disfunción. En el trasplante normal, el flujo de los vasos segmentarios interlobares y arcuatos es continuo tanto en sístole como en diástole, y los valores del IR oscilan entre 0.5- 0.7 en las arterias segmentarias e interlobares. En los pacientes con NTA, rechazo o toxicidad farmacológica, se puede observar una elevación en los valores del IR. Valores altos en el IR no son específicos de estas patologías, pudiendo asociarse también a trombosis venosa renal, pielonefritis y obstrucción del sistema pielocalicial. Tratar de identificar cada una de las complicaciones médicas con técnicas de imagen resulta imposible, dado la inespecificidad de los signos visualizados. La biopsia es el procedimiento definitivo en la mayoría de los casos para establecer la causa del fallo en el trasplante.

1. Rechazo

Puede clasificarse en rechazo hiperagudo, agudo y crónico. El rechazo hiperagudo conlleva una rápida destrucción del injerto después que la anastomosis vascular se haya realizado, así que la evaluación ecográfica no es necesario.

El rechazo agudo ocurre dentro de los 6 primeros meses, se clasifica en rechazo vascular o intersticial. En ambos casos con la ecografía se puede detectar elevación en el IR >0.70 , así como un incremento en el volumen renal $>30\%$, corteza alterada con áreas hipoeoicas parcheadas, pirámides medulares aumentadas de tamaño, disminución de los ecos en el seno renal, contorno renal distorsionado, líquido perirrenal y/o engrosamiento de la pared de la pelvis renal. El Doppler color muestra una duración menor del flujo arterial sistólico, disminución o pérdida del flujo diastólico anterógrado e incremento del IR en la arteria renal. Sin embargo estos hallazgos ecográficos no son exclusivos del rechazo.

En el rechazo crónico los hallazgos ecográficos son muy variables pudiendo visualizarse un riñón de tamaño normal o disminuido, unos contornos irregulares o normales, disminución del espesor cortical, pérdida en la diferenciación cortico medular, textura cortical irregular o incluso un riñón con apariencia ecográfica normal.

2. NTA

Es el resultado de la isquemia. Las alteraciones del Doppler incluyen elevación significativa del IR > 0.9 pero no permiten distinguirla del rechazo agudo ni de la toxicidad farmacológica.

BIBLIOGRAFÍA

1. AKIYAMA T, IKEGAMI M, HARA Y et al. Hemodynamic study of renal transplant chronic rejection using power Doppler sonography. *Transplant Proc* 1996;28:1458-1460.
2. BAXTER G, IRELAND H, MOSS J, et al. Colour doppler ultrasound in renal transplant artery stenosis: which doppler index? *Clin Radiol* 1995; 50: 618-622
3. BAXTER GM, RODGER RS. Doppler ultrasound in renal transplantation. *Nephrol Dial Transplant* 1997; 12(11):2449-2451.
4. BORRELLO JS. Renal angiography. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1997;5:83-93.

5. BRANT-ZAWADZKI M, BOYKO O.B, JENSEN M.C et al. MR angiography. *JMRI* 1994;4(2):118.
6. COCHILIN DLL, WAKE A, SALAMAN JR et al. Ultrasound changes in the transplant kidney. *Clin Radiol* 1988;39:373-376.
7. DEANE C, COWAN N, GILES J et al. Arteriovenous fistulas in renal transplants: color doppler ultrasound observations. *Urol Radiol* 1992;13:211-217.
8. DUPAS B, BACH-GANSMO T, BLANCHO G, FRANCONI JM, HAVET T, LEAUTE F. Gadolinium-enhanced MR imaging of normal renal transplants. An evaluation of a T1-weighted dynamic echoplanar sequence. *Acta Radiol* 1999; 40(3):250-254.
9. EL-MAGHRABY TA, DE FIJTER JW, WASSER MN, PAUWELS EK. Diagnostic imaging modalities for delayed renal graft function : a review. *Nucl Med Commun* 1998; 19(10):915-36.
10. FAENZA B, SPOLAORE R, POGGIOLI G et al. Renal artery stenosis after renal transplantation. *Kidney Int* 1983;23:554-559.
11. GEDROYS WMW, REIDY JF, SEXTON HM. Arteriography on renal transplantation. *Clin Radiol* 1987;28:239-243.
12. GIFFORD RR, NEUYMER MM, YANG HC et al. Successful identification of acute renal allograft rejection with duplex ultrasonography. *Clin transplant* 1994;8:40-44.
13. GOTTLIEB RH, VOCI SL, CHOLEWINSKI SP, et al. Urine leaks in renal transplant patients. Diagnostic usefulness of sonography and renography. *Clin Imaging* 1999; 23(1):35-39.
14. GOTTLIEB RH, VOCI SL, CHOLEWINSKI SP, et al. Sonography: a useful tool to detect the mechanical causes of renal transplant dysfunction. *J Clin Ultrasound* 1999; 27(6):325-323.
15. HAMWAY S, NOVICK A, BRAUN WE et al. Impaired renal allograft function. A comparative study with angiography and histopathology. *J Urol* 1979;122:292-297.
16. HELENON O, MELKI P, CORREAS JM et al. Renovascular disease: doppler ultrasound. *Semin ultrasound CT-MR* 1997;18:136-146.
17. HILBORN MD, BUDE RO, MURPHY KJ, PLATT JF, RUBIN JM. Renal transplant evaluation with power Doppler sonography. *Br J Radiol* 1997; 70:39-42.
18. Ikegami M, TAIHARA H, HARA Y et al. Tissue characterization of renal transplant rejection by color Doppler examination. *Transplant Proc* 1994;26:941-942.
19. JAMES H. Clinical indications, recipient evaluation, surgical considerations, and the role of CT and MR in renal transplantation. *Radiol Clin North Am* 1995; 33(3):435-446.
20. JORDAN ML, COOK GT, CARDELLA CJ: Ten years of experience with vascular complications in renal transplantation. *J Urol* 1982, 128:689-692.
21. KELLETT M. The radiologist's contribution to the diagnosis and treatment of renal transplant disorders. *J R Soc Med* 1996; 89 Suppl 29:25-26.
22. KRIBS SW, RANKIN RN. Doppler ultrasonography after renal transplantation: value of reversed diastolic flow in diagnosing renal vein obstruction. *Can Assoc Radiol J* 1993;44:434-438.

23. LETOURNEAU JG, Day DL, Ascher NL et al. Imaging of renal transplants. *AJR* 1988;150:833-838.
24. MARTINOLI C, BERTOLOTTO M, CRESPI G, PRETOLESI F, VALLE M, DERCHI LE. Duplex Doppler analysis of interlobular arterias in transplanted kidneys. *Eur Radiol* 1998; 8(5):765-769.
25. MITCHELL E, GERALD D. Sonography of renal transplantation. *Radiol Clin North Am* 1995; 33(3):447-458.
26. NILSSON A, LOREN I, PERSSON NH, NILSSON P. Color Doppler energy: detection of hypoperfused areas in renal transplants. *J Ultrasound Med* 1998; 17(3):153-155.
27. PALLESCHI J, NOVICK AC, BRAUN EN et al. Vascular complications of renal transplantation. *Urology* 1980;16:61-67.
28. PHILIP D, ALBERT B. angiography and interventional aspects of renal transplantation. *Radiol Clin North Am* 1995; 33(3):461-470.
29. PLATT JF, RUBIN JM, ELLIS JH. Distinction between obstructive and nonobstructive pyelocaliectasias with duplex Doppler sonography. *AJR* 1989;153:997-1000.
30. RENGEL M, GOMES-DA-SILVA G, INCHAUSTEGUI L, et al. Renal artery stenosis after kidney transplantation: diagnostic and therapeutic approach. *Kidney Int Suppl* 1998; 68: S99-106.
31. RUBIN GD, DAKE MD, SEMBA CP. Current status of three-dimensional spiral CT scanning form imaging the vasculature. *Radiol Clin North Am* 1995; 33: 51-70.
32. RYKSEN JFWB, KOOLRN MI, WALASZEWSKI JE et al. Vascular complications in 400 consecutive renal allotransplants. *J Cardiovasc Surg* 1982;23:91-98.
33. SAARINEN O. Diagnostic value of resistive index of renal transplant in the early postoperative period. *Acta Radiol* 1991; 32:166-169.
34. SKJOLDBYE B, NIELSEN AH, COURT-PAYEN M, et al. Perioperative Doppler ultrasonography: renal detection of renal graft perfusion. *Scand J Urol Nephrol* 1998; 32(5):345-349.
35. SMITH AP, FISHMAN KE. CT angiography: renal applications. *RSNA Categorical Course in vascular imaging* 1998; 33-45.
36. SMITH PA, RATNER LE, LYNCH FC et al. Role of CT angiography in the preoperative evaluation for laparoscopic nephrectomy. *Radiographics* 1998; 18: 589-591
37. STEHLING MK, LAWRENCE JA, WEINTRAUB JL et al. CT angiography: expanded clinical applications. *AJR* 1994; 163: 947-955.
38. TAYLOR KJ, MARKS WH. Use of Doppler imaging for evaluation of dysfunction in renal allografts. *AJR* 1990;155:536-537.
39. TEMPANY CM, MORTON RA, MARSHALL FF. MRI of the renal veins assessment of nonneoplastic venous thrombosis. *J Comput Assist Tomogr* 1992;16:929-934.
40. WEISMAN ID, NEY AL, ANDRISEVIC JH et al. Unusual transplant renal angioplasty complication:Case report. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1988;11:97-100.

41. WICHIE CG, GOLPER TA. Complications of percutaneous needle biopsy of the kidney. *Am J Nephrol* 1982;2:173-178.
42. YANAGISAWA T, OTSUBO O, YAJIMA A, et al. Magnetic resonance angiography (MRA) in renal allografts: comparison with color doppler echogaphy. *Transplant Proc* 1996; 28(3):1533-1534.