



ECOGRAFIA DOPPLER Y CON CONTRASTE EN LAS COMPLICACIONES DEL TRASPLANTE RENAL

Paola Aguirre Camino¹, Gonzalo Martín Ordóñez¹,
Juana Carolina González Gallardo¹, César Resino
Sánchez¹, Javier Minaya Bernedo¹, Iñigo Pérez
Gonzalez¹, María Rosario Navarro Torres¹, Teresa
Fontanilla Echeveste¹.

Hospital Universitario Puerta de Hierro
Majadahonda¹.



Objetivo docente:

- Describir los hallazgos de la ecografía Doppler y con contraste en las complicaciones del trasplante renal.
- Describir la técnica para optimizar la imagen en ecografía Doppler y ecografía con contraste.



Revisión del tema:

INTRODUCCIÓN:

El trasplante renal es el más frecuente de órgano sólido y supone el tratamiento definitivo en pacientes que presentan el diagnóstico de insuficiencia renal terminal. La mejora de las técnicas quirúrgicas y el desarrollo de nuevos inmunosupresores han aumentado la supervivencia del injerto.

La ecografía es la prueba de imagen principal en la evaluación del injerto renal, tanto en el postoperatorio inmediato como en el seguimiento a largo plazo, ya que es un método sensible para la evaluación tanto del parénquima como de las estructuras vasculares, de fácil acceso, portátil, que no genera radiación ionizante y no involucra la utilización de contrastes iodados.

La exploración ecográfica rutinaria del injerto utiliza imagen en modo B y las distintas modalidades de Doppler (color, espectral, energía y microflow). El uso de contraste intravenoso aumenta la capacidad de la prueba para detectar y confirmar precozmente complicaciones y poder tomar decisiones que ayuden a preservar el injerto.

Las complicaciones del trasplante pueden ser vasculares (estenosis de la arteria o la vena renal, trombosis de la arteria o de la vena renal, pseudoaneurismas, fístulas arteriovenosas), urológicas (obstrucción o fuga), colecciones líquidas peritrasplante (hematoma, linfocèle, seroma, abscesos), infecciosas (pielitis, pielonefritis aguda), nefrogénica, rechazo del injerto y aparición de neoplasia postrasplante.

Es por todo esto que el radiólogo debe conocer adecuadamente la técnica para la realización de esta exploración, desde la apariencia normal del injerto hasta las complicaciones que podría presentarse principalmente.

La siguiente presentación tiene como objetivo revisar los aspectos técnicos principales de la ecografía Doppler y con contraste y repasar la anatomía normal del injerto y las características ecográficas de las principales complicaciones.



ANATOMIA DEL INJERTO RENAL

El implante más frecuente es heterotópico y suele colocarse en fosa iliaca derecha por tener la vena iliaca derecha un trayecto más recto, pero depende también del estudio vascular pretrasplante (si en el estudio angioTC previo se encuentra ateromatosis marcada en la arteria iliaca externa derecha, se elegirá la fosa iliaca izquierda) y del espacio existente (en casos de riñones poliquísticos, puede que el derecho sea mayor y haya menos espacio). En pacientes con un segundo o un tercer trasplante se reutilizan ambas fosas iliacas. La colocación es siempre extraperitoneal. Hay que tener en cuenta que es importante un adecuado conocimiento de la técnica quirúrgica para una correcta interpretación del estudio.

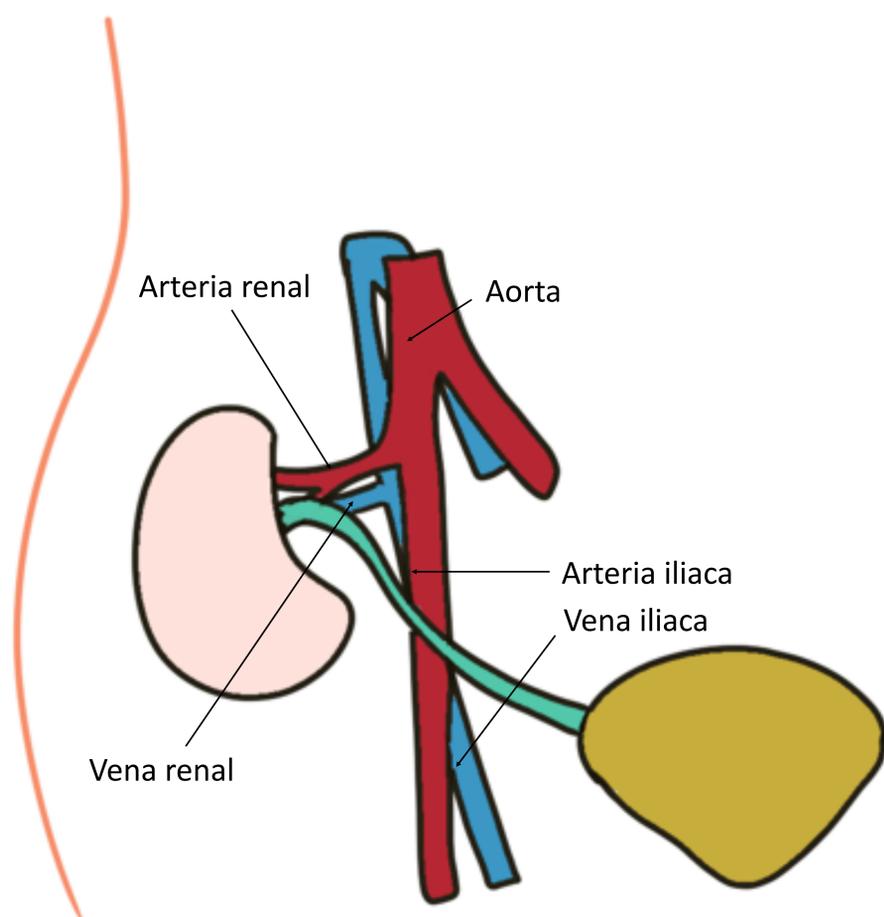


Fig1. Trasplante renal heterotópico (fosa iliaca)

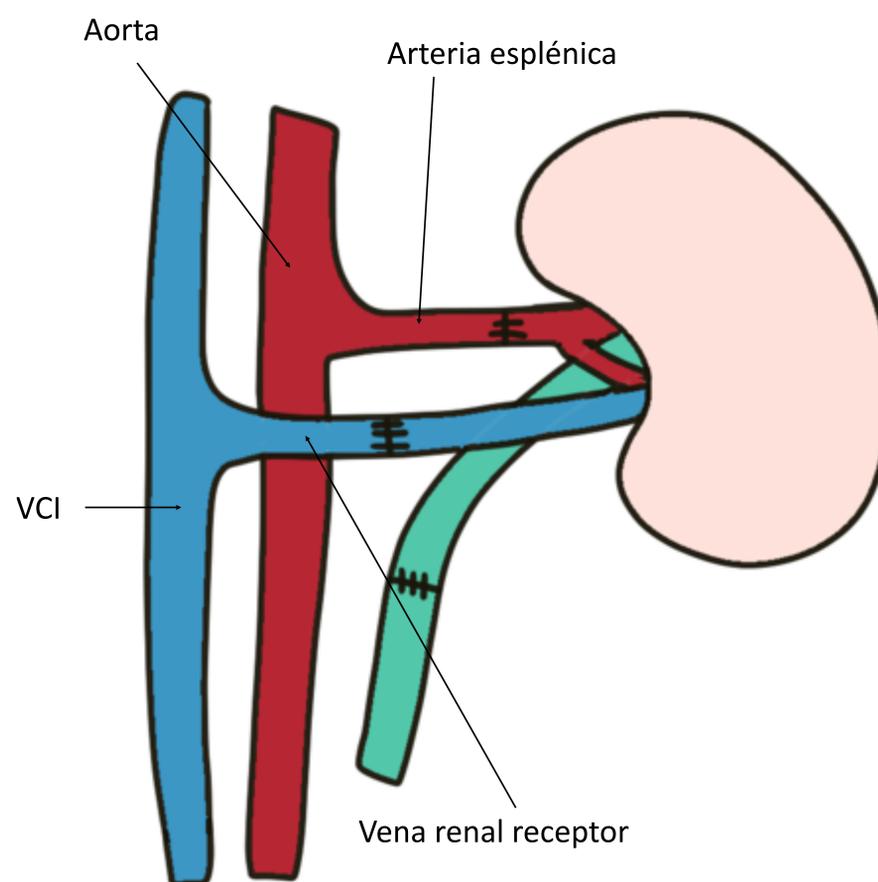


Fig2. Trasplante renal ortotópico (fosa renal)



OBJETIVOS DE LA EXPLORACIÓN DOPPLER EN EL TRASPLANTE RENAL

1. Demostrar PERMEABILIDAD VASCULAR arterial, venosa y de los vasos iliacos: Mediante Doppler color, espectral, energía. Si hay dudas, eco con contraste
2. Descartar ESTENOSIS SIGNIFICATIVA ARTERIAL , menos frecuentemente venosa , mediante Doppler color y espectral
3. Estudio del FLUJO INTRARENAL, arterias y venas segmentarias e interlobares. Medida del tiempo de aceleración TA, aceleración, índice de resistencia IR y velocidad picosistólica PS en las arterias . Permeabilidad de las venas intrarrenales.
4. PERFUSIÓN cortical: Mediante Doppler color, energía y microflujo. Si se sospecha necrosis cortical se debe realizar Eco con contraste
5. Descartar sangrado y otras complicaciones vasculares: Pseudoaneurisma, fístula arteriovenosa FAV.
6. COLECCIONES LÍQUIDAS. Tamaño, evolución, relación con el injerto, con los vasos y con la vía urinaria.



ASPECTOS TÉCNICOS DE LA EXPLORACIÓN:

La localización superficial del riñón permite que éste se vea muy bien y que tanto la exploración Doppler como la exploración con contraste sean sencillas y rápidas de hacer. La exploración se realiza con sonda convex multifrecuencia de aproximadamente 3.5 a 5 MHz, o con sonda convex de mayor frecuencia (por ejemplo 9 MHz), aunque en situaciones concretas puede utilizarse la sonda lineal.

Para una adecuada exploración Doppler hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Ajustar adecuadamente la ganancia del color.
- Una ventana de color estrecha .
- Colocar el volumen de muestra en el centro del vaso, donde el flujo es laminar.
- Un adecuado ángulo del Doppler menor de 60º.
- Un correcto ajuste de la frecuencia de repetición de los pulsos (PRF) o escala.

La exploración con contraste **CEUS** se realiza tras la inyección intravenosa de burbujas de hexafluoruro de azufre (SonoVue), el único aprobado en la Unión Europea para patología abdominal.

Se administra una dosis entre 1.2 a 2.4 ml, aunque 1- 1.2 ml suele ser suficiente con los ecógrafos más modernos. Se puede administrar más de una dosis, se inyecta en bolo a través de una vía venosa periférica o central que tenga un calibre igual o menor a 20G, seguido de un bolo de 5-10 ml de suero salino. El programa que se emplea es específico, con bajo índice mecánico y supresión de la imagen basal.

ALGUNAS RECOMENDACIONES

Conocer el procedimiento quirúrgico: arterias dobles, problemas en el quirófano etc.

Confirmar y estudiar todos los hallazgos Doppler color con Doppler espectral. El uso aislado del Doppler color puede llevar a error diagnóstico.

Realizar las exploraciones de forma sistematizada.

Si hay dudas acerca de la permeabilidad vascular, no se puede demorar el diagnóstico, realizar eco con contraste, en su defecto, TC.

Comparar siempre con las ecografías previas y reflejar los cambios significativos en el informe.

Realizar seguimiento activo: Recomendar la pauta de seguimiento en las complicaciones

Procurar evitar el uso de TC con contraste si la función renal está comprometida. Es preferible eco con contraste.



REPASO DE LA IMAGEN NORMAL:

- En el estudio Doppler la arteria renal debe presentar una velocidad pico sistólica menor a 250 cm/s, la curva debe ser de baja resistencia y el color debe ser homogéneo, sin evidenciarse zonas de aliasing, hay que tener en cuenta que el ángulo para la medición del Doppler debe ser $< 60^\circ$ para que esta sea exacta.
- El flujo intrarrenal debe ser similar al obtenido en la arteria principal aunque con una velocidad menor, con un índice de resistencia entre 0,5 - 0,8 y el tiempo de aceleración sistólico es < 80 ms, siendo ambos independientes de la angulación del Doppler. Si es posible debe valorarse el flujo hasta unos pocos milímetros por debajo de la cápsula renal, en las zonas donde es más difícil detectar el flujo con el color normal puede ser mejor utilizar el Doppler energía y el microflow.
- La vena renal debe tener un flujo monofásico con modulación respiratoria.
- En el estudio tras la administración de contraste se distinguen dos fases al igual que en el riñón nativo, después del realce de la arteria renal se produce el realce cortical quedando la medular hipocaptante, luego se da la fase parenquimatosa o nefrográfica en la que la medular va realzando quedando isocaptante o hipercaptante respecto a la cortical. El realce dura unos 3-4 minutos.
- El uso de contraste permite estudiar la microvascularización cortical y descartar necrosis cortical y áreas de isquemia. También permite ver la arteria y la vena renal, los vasos iliacos y las anastomosis vasculares, y a su vez permite dirigir la exploración Doppler y pulsado, aunque en este caso hay que tener en cuenta que el espectro y las velocidades pueden estar artefactadas por las burbujas de contraste.

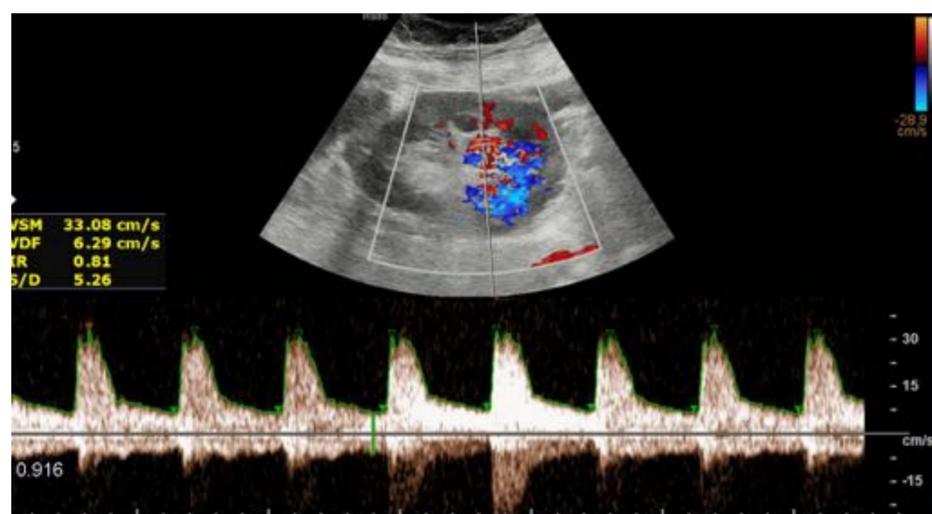


Fig3. Estudio doppler con hallazgos dentro de la normalidad, con índice de resistencia en el límite alto, esperable en ecografía realizada en el primer control postrasplante.

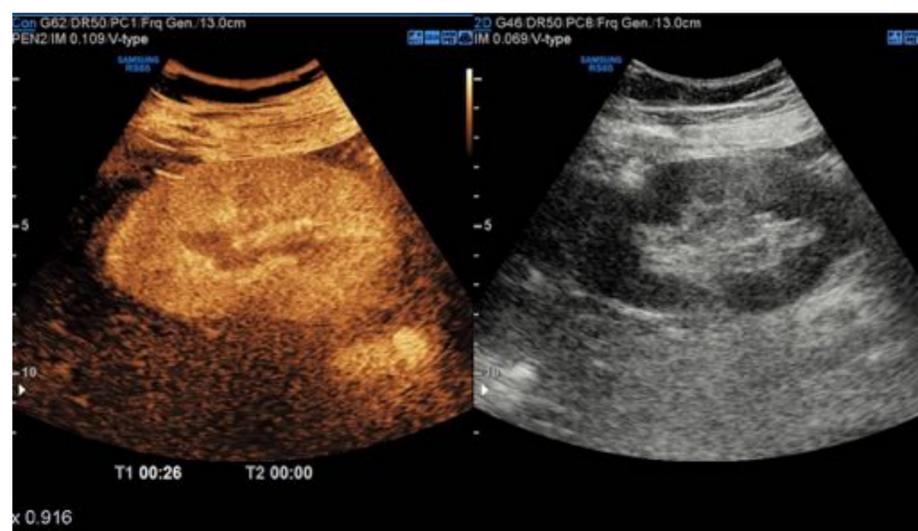


Fig4. Tras la administración de contraste se evidencia un realce cortical homogéneo sin identificarse zonas sospechosas de hipoperfusión.



COMPLICACIONES VASCULARES:

Estenosis de la arteria renal:

- Es la complicación más frecuente, aparece en los 3 primeros meses de la cirugía.
- Puede ser de longitud larga o corta, única o múltiple. Su diagnóstico precoz es importante para evitar la pérdida del injerto y el desarrollo de complicaciones sistémicas fatales.
- Hay que tener en cuenta que la estenosis puede ser preanastomótica en casos de aterosclerosis del receptor y que por esto es muy importante la valoración vascular pre trasplante.
- Los hallazgos directos con el eco Doppler son la presencia de aliasing que no se corrige a pesar de aumentar la escala de velocidad y una velocidad pico sistólica mayor 250 cm/s, en el postoperatorio inmediato la velocidad de la arteria renal puede estar aumentada por el edema anastomótico, por ello se debe valorar en los controles sucesivos.
- Un signo indirecto y algo menos sensible, ya que aparece solo en las estenosis >70-80%, es la detección de un flujo parvus-tardus intrarrenal.
- Si la sospecha clínica es alta y la visualización de las arterias no es completa se puede administrar contraste, mejorando la detección de las zonas más difíciles de la arteria y la detección de arterias accesorias.
- Se puede realizar la exploración de dos formas, con el programa específico para contraste dirigiendo el Doppler mediante la visualización del vaso realzado o con la técnica convencional aprovechando que la señal Doppler es potenciada por la administración de contraste, en cualquiera de los casos hay que tener en cuenta que tras la inyección de contraste se produce un aumento artefactual inicial en la velocidad de aproximadamente un 20% que va disminuyendo progresivamente.

Trombosis de la arteria renal:

- Ocurre en menos del 1% de los pacientes, queda demostrada mediante la ausencia de flujo Doppler en la arteria principal y en el injerto, es fundamental un adecuado ajuste de los parámetros del ecógrafo para aumentar la sensibilidad a flujos lentos.
- Si hay dudas de debe administrar contraste ecográfico para optimizar la exploración de la arteria, se observará una ausencia total del realce del parénquima y una ausencia del realce de la arteria. El diagnóstico temprano y certero de esta entidad es de gran importancia ya que es una situación que requiere revascularización urgente para evitar la pérdida del injerto. Si hay trombosis se debe comunicar al médico responsable del paciente de forma inmediata.

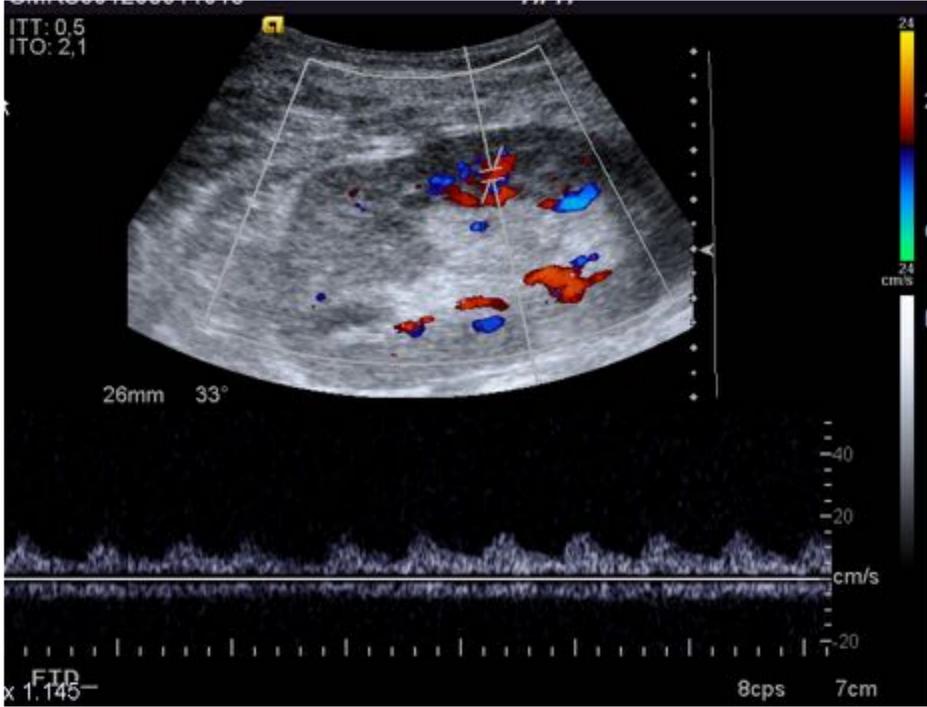


Fig 5. Estenosis de la arteria renal. Hallazgos intrarrenales. Ondas arteriales con morfología parvus tardus a nivel intrarrenal. En este paciente se objetivó además en el origen de la arteria renal un importante incremento en las velocidades y fenómeno de aliasing, sugestivo todo de estenosis de la arteria renal principal.

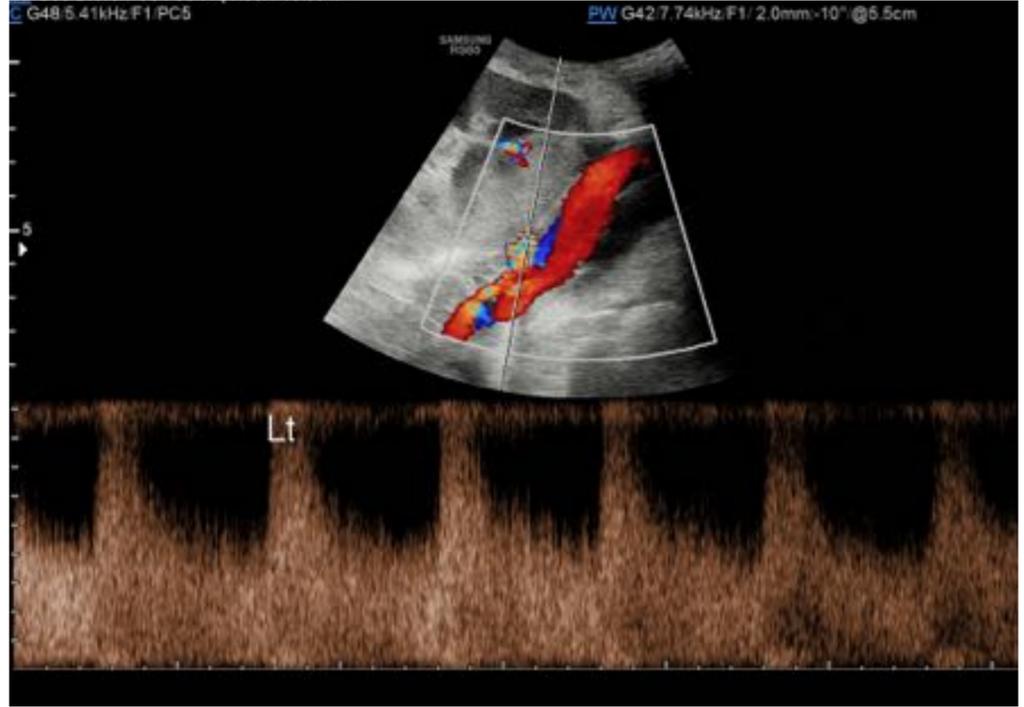


Fig 6. Estenosis de la arterial renal, con aumento focal de la velocidad en el Doppler espectral y fenómeno de aliasing en el Doppler color próximos a la anastomosis.



Fig7.1. Trombosis de la arterial renal. No se consigue objetivar señal doppler en el injerto, durante la exploración Doppler se consiguió demostrar permeabilidad únicamente del segmento más proximal de la arteria renal. Fig7.2. Tras la administración de contraste se objetiva ausencia completa de realce en todo el parénquima renal. En relación con infarto completo del injerto.



Trombosis de la vena renal:

- Es más frecuente que la arterial, puede ocurrir hasta en el 4%.
- En el estudio Doppler se identificará flujo arterial pero no venoso, además el flujo arterial tendrá un pico sistólico y un flujo retrógrado en la fase diastólica, aunque este hallazgo también puede darse en el rechazo hiperagudo, aunque en este caso no se presentaría la ausencia de Doppler en la vena.
- Tras la administración de contraste se evidenciará una ausencia de realce de la vena y el realce renal en los primeros segundos será pulsátil en lugar de continuo, se pueden ver áreas corticales parcheadas hipocaptantes, todo esto como resultado de la congestión del injerto por un aumento de la resistencia al flujo arterial.
- Esta patología suele conducir a la pérdida del injerto, se han descrito pocos casos de trombectomía o trombolisis exitosa.

Infarto y necrosis cortical renal:

- Los infartos corticales segmentarios suelen aparecer en el postoperatorio inmediato y pueden estar en relación con varias situaciones patológicas, la presencia de pequeños infartos puede ser normal y estar ligada a la manipulación del riñón durante su extracción, las zonas de infarto suelen ir disminuyendo su volumen hasta llegar a ser zonas cicatriciales.
- Durante la exploración Doppler estas zonas se mostrarán con ausencia de señal Doppler y tras la administración de contraste se identificará una zona de morfología geográfica con ausencia de realce cortical y con preservación de un halo fino periférico de realce (rim sign), debido a la irrigación de vasos capsulares, en muchos de los casos.
- La necrosis cortical renal suele estar asociada a vasoespasmo, CID o lesiones microvasculares, es una situación especialmente grave y que puede pasar desapercibida en el estudio en modo B y aun en la ecografía Doppler, por lo que la administración de contraste en estos casos muestra especial relevancia. A diferencia de los infartos corticales en estos casos la ausencia de realce afecta a la región cortical del injerto de forma difusa con patrón en anillo, existiendo realce de las arterias principales.

Fístula arteriovenosa:

- Suelen ocurrir después de una biopsia del injerto.
- Durante la exploración Doppler se visualiza una mancha de color (signo del confeti), que es causada por un artefacto secundario a la vibración de los tejidos adyacentes a la fístula cuando la velocidad está ajustada para flujos bajos.
- Existe disminución de los índices de resistencia de la arteria nutricia de la fístula, así como flujo pulsátil de velocidad elevada en la vena de drenaje.

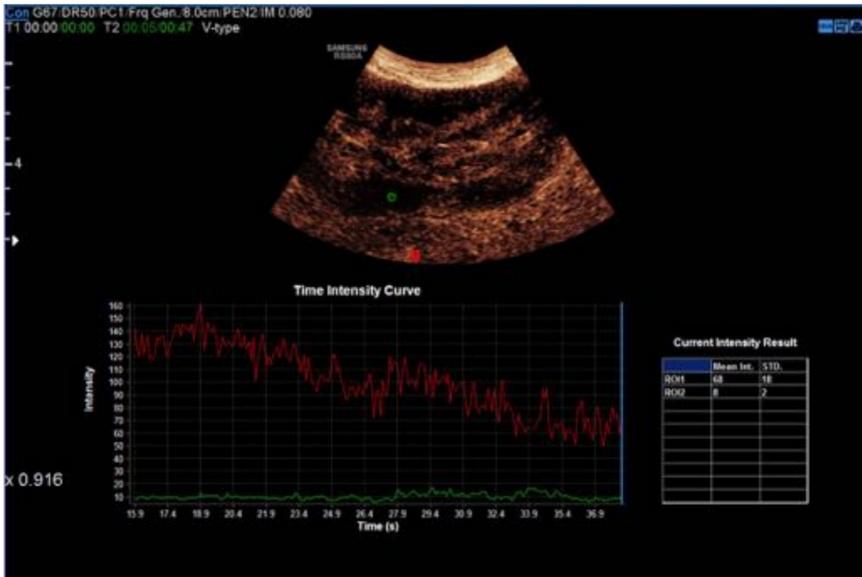


Fig 8. Curva tiempo densidad en infarto renal completo que demuestra la ausencia de captación de contraste en la cortical del injerto.

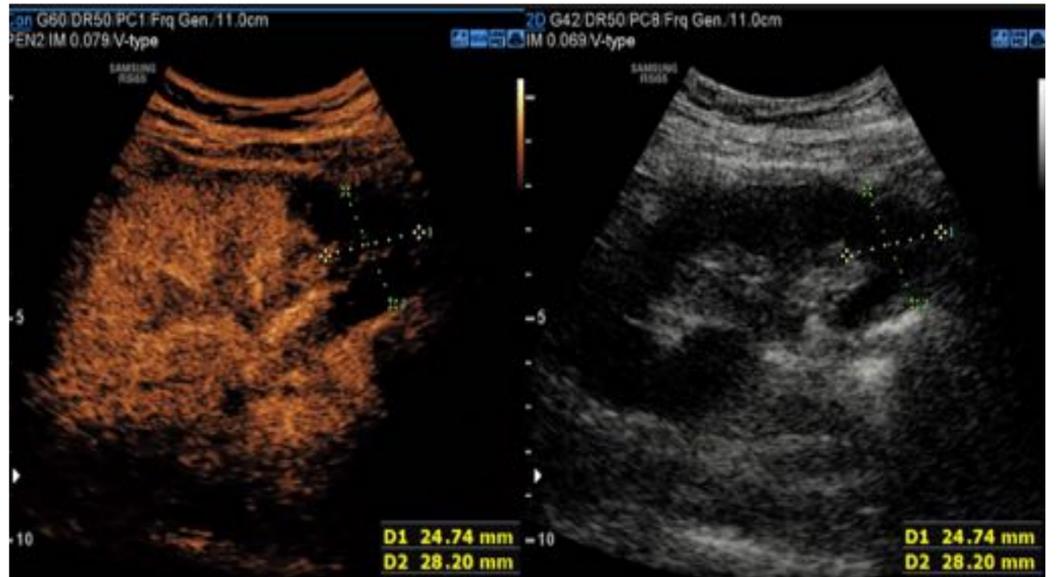


Fig 9. Se evidencia tras la administración de contraste intravenoso un área de infarto cortical que no había sido visible durante la exploración en modo B ni Doppler color.

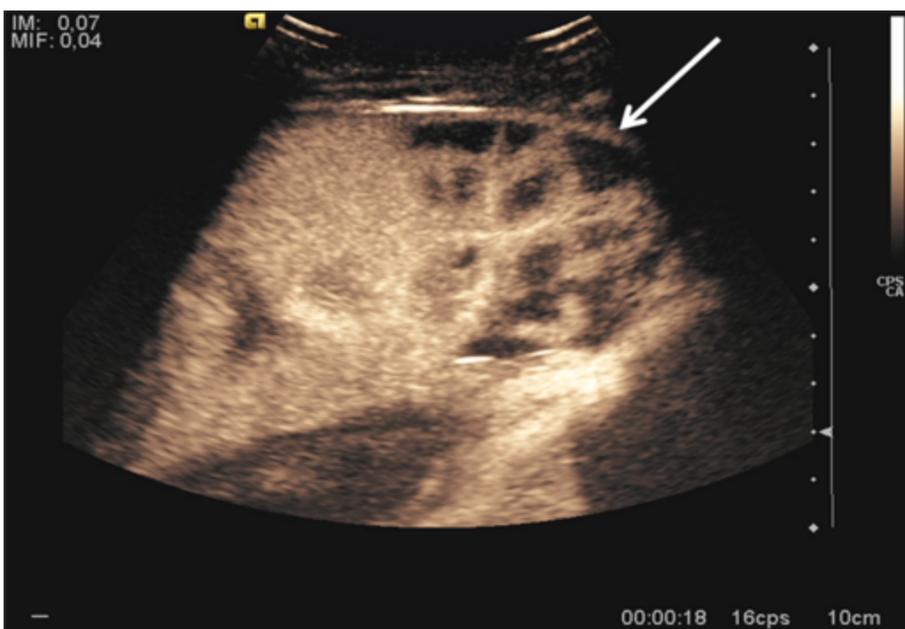


Fig 10. Signo de borde (rim sign) en isquemia.



Fig 11. Ausencia de realce afecta a la región cortical del injerto de forma difusa con patrón en anillo

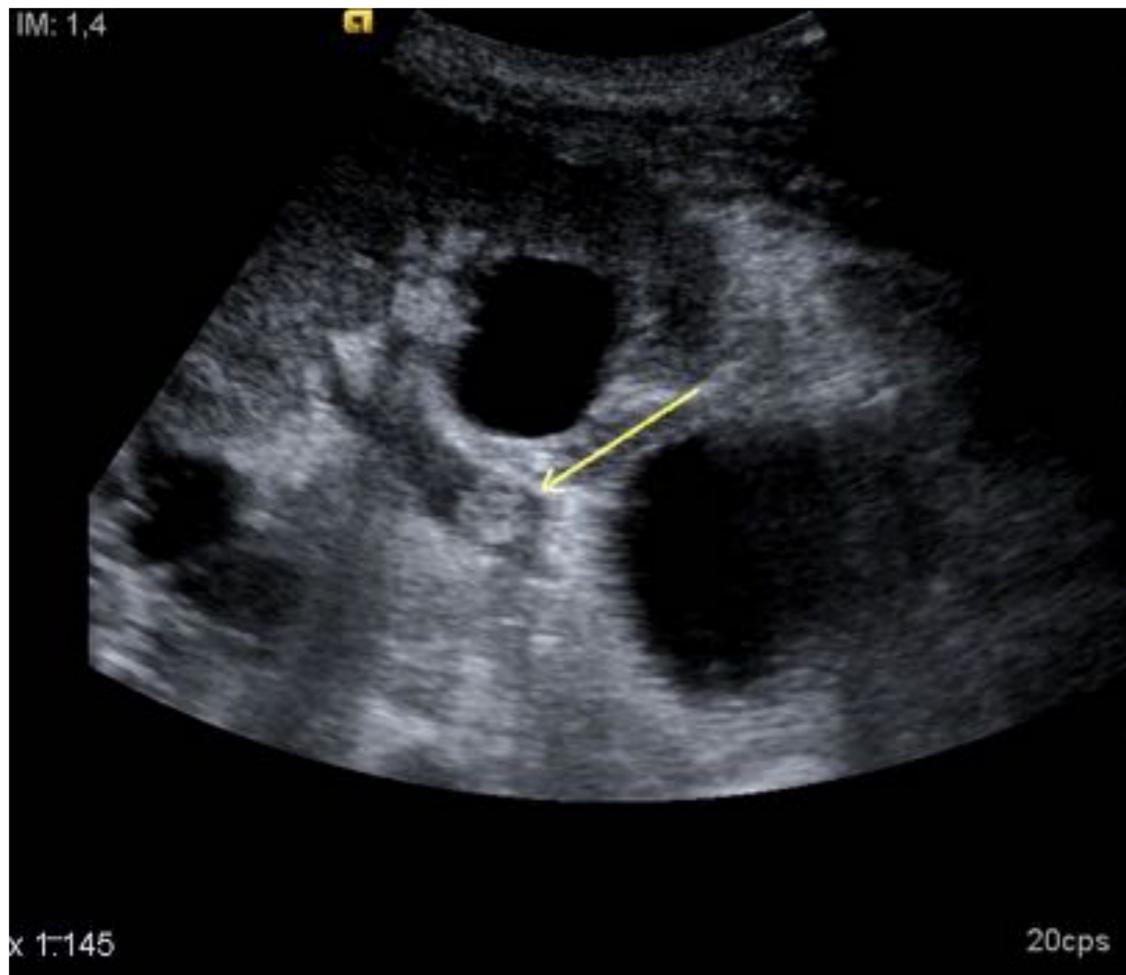


Fig 12. Aumento de calibre de la vena renal con imagen sugestiva de trombo de aproximadamente 8 mm en su interior en la proximidad de su desembocadura en la vena iliaca.

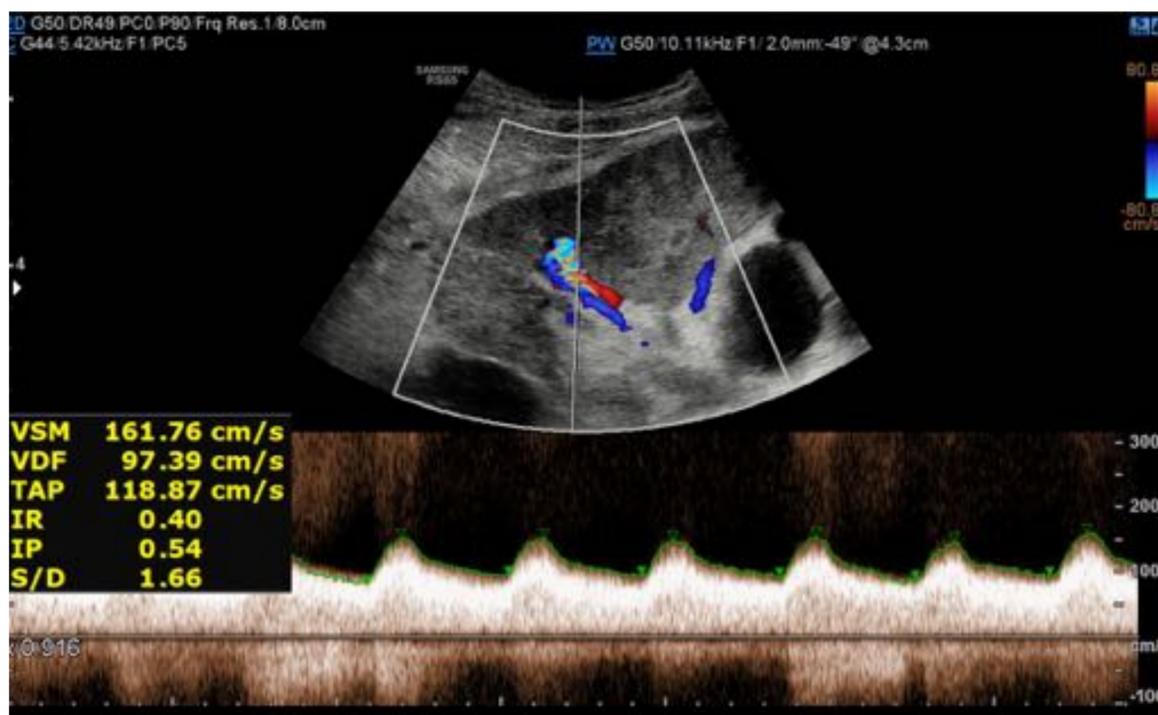


Fig 13. Fístula arteriovenosa en polo inferior de riñón con flujo de baja resistencia hacia arteria segmentaria polar superior.



COLECCIONES:

Hematomas y seromas:

- Suelen ser perirrenales y de aparición precoz, en el momento agudo pueden ser hipoecogénicos o hipercogénicos de apariencia abigarrada y suelen volverse hipoecogénicos con la evolución.
- La ecografía con contraste es de especial utilidad si se trata de un hematoma heterogéneo que es más difícil de distinguir de los tejidos perirrenales, ayudando en su diagnóstico y en delimitar su extensión.
- El uso de contraste también es útil si se sospecha de la presencia de un sangrado activo, ya que se objetiva la extravasación de las burbujas ya sea en la fase arterial o venosa según el origen del sangrado.
- El uso del Doppler es de especial utilidad cuando las colecciones son grandes, ya que permite identificar si se está produciendo compresión vascular, fundamentalmente de la vena renal.

Abscesos:

- Son colecciones perirrenales infectadas que suelen tener una apariencia compleja, en ocasiones con burbujas aéreas
- Tras la administración de contraste suelen tener realce marcado de la periferia y de los tejidos adyacentes y ausencia de realce del contenido licuado.

COMPLICACIONES INFECCIOSAS:

Pielonefritis bacterianas

- Pueden no asociar hallazgos ecográficos o verse como un riñón de apariencia globulosa.
- Cuando la pielonefritis es focal, suelen verse como áreas nodulares o triangulares de aumento de la ecogenicidad cortical, con disminución del flujo en la exploración Doppler. tras la administración de contraste se muestran como zonas triangulares o nodulares hipocaptantes, más evidentes en la fase nefrográfica tardía, aunque pueden verse también antes.
- Con la evolución las pielonefritis pueden abscesificarse, y verse como zonas hipoecogénicas en el modo B, sin flujo en la exploración Doppler y tras la administración de contraste se pueden ver como áreas de ausencia de realce sin o con realce periférico.

Infección por citomegalovirus

No asocia hallazgos ecográficos

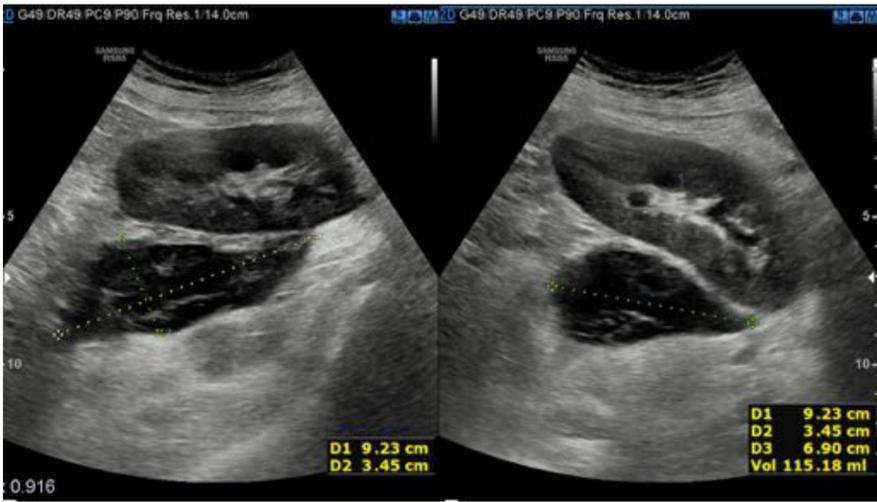


Fig 14. Hematoma perirrenal anecogénico.



Fig 15. Hematoma perirrenal no captante.

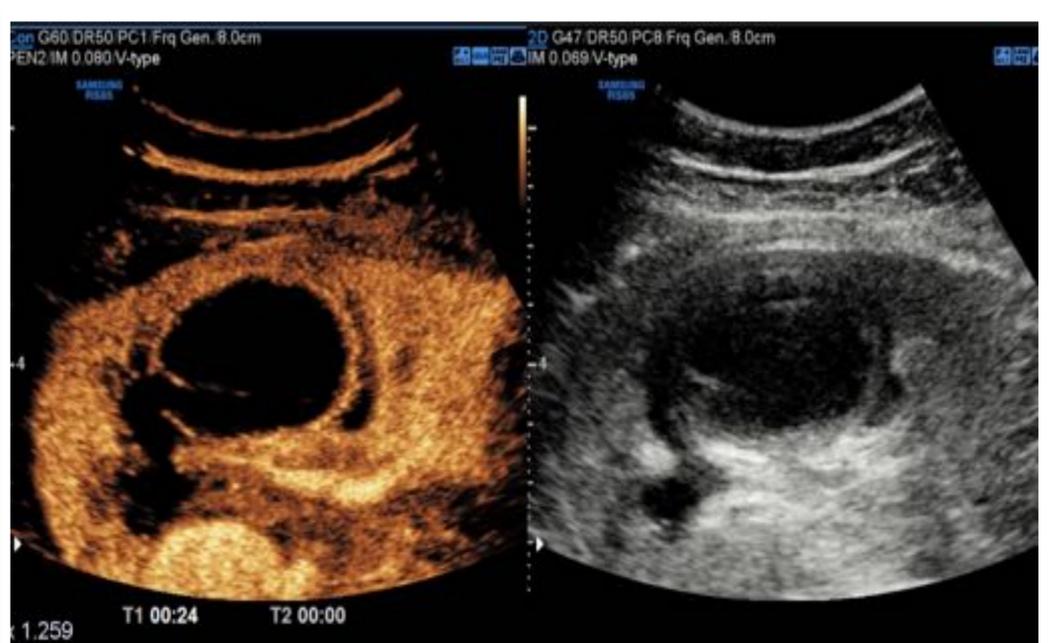


Fig 16. Quiste complicado/absceso. Imagen quística compleja interpolar superior con ecos en su interior que forman nivel. Tras la administración de CIV se evidencia en fase cortical un realce significativo de su pared que se encuentra engrosada, que en fase parenquimatosa presenta lavado (no se muestra)

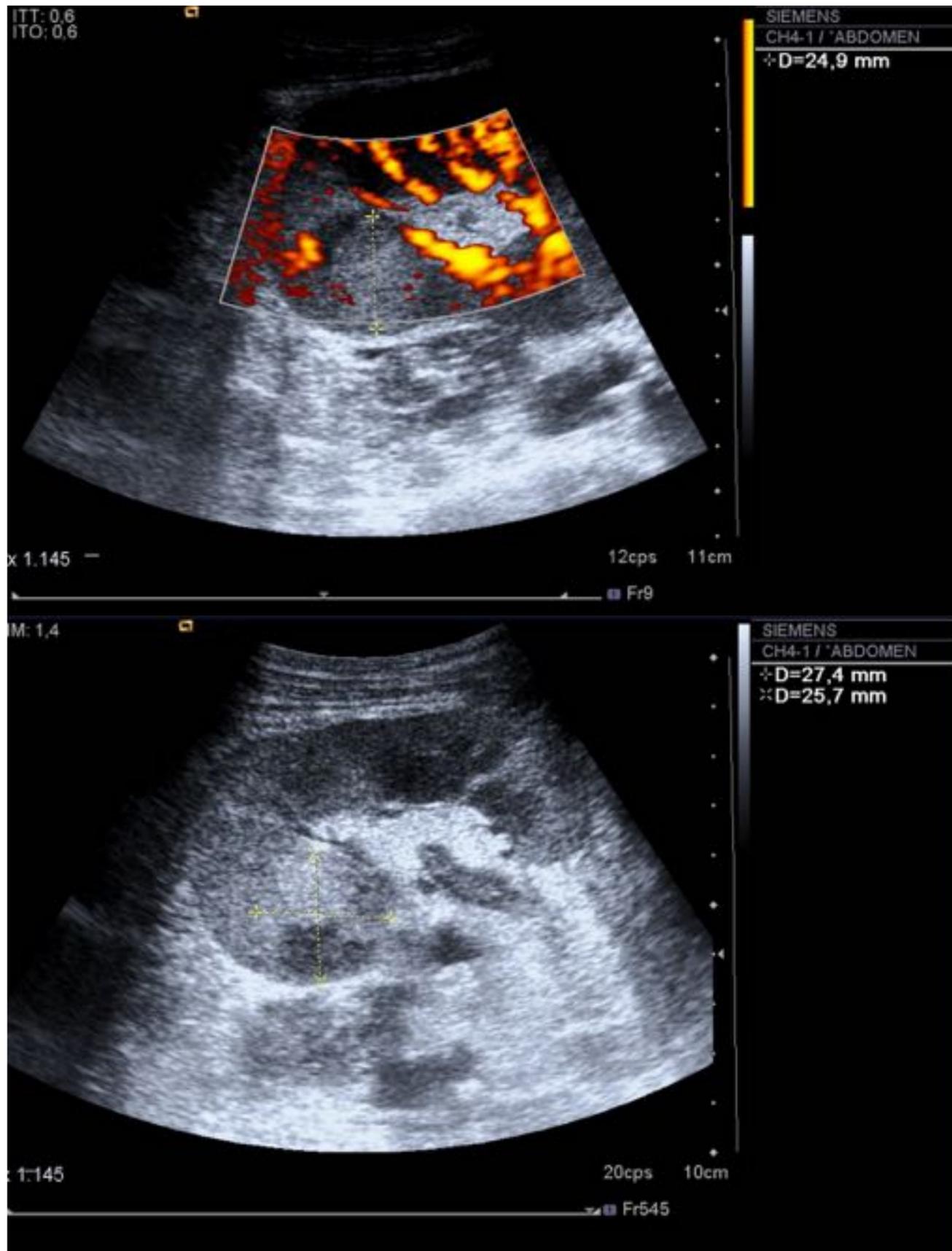


Fig 17. En la corteza posterior del polo superior del injerto se visualiza una lesión hiperecogénica de contornos bien definidos, hipovascularizada en el estudio Doppler, en relación con un foco de pielonefritis. En la segunda imagen se puede apreciar la misma lesión ahora con un área hipoecogénica que se corresponde con una zona de licuefacción al haber evolucionado el cuadro con un absceso.



COMPLICACIONES PARENQUIMATOSAS:

Rechazo agudo:

- Afecta a más del 40% de los trasplantados, raramente se presenta en el periodo inmediato post trasplante, suele aparecer alrededor del día 5-7.
- En la exploración en escala de grises se puede identificar edema de la cortical y pérdida de la diferenciación corticomedular, con la exploración Doppler color y espectral se identifica flujo cortical disminuido y aumento del índice de resistencia de las arterias intraparenquimatosas. En la exploración con contraste se ha descrito retardo del realce cortical respecto a la arteria renal.
- Es importante resaltar que estos hallazgos no son específicos del rechazo agudo. El objetivo de la ecografía aquí es descartar que existan otras complicaciones tratables que sean la causa de la disfunción del injerto y como realizar la biopsia diagnóstica definitiva.

Necrosis tubular (NTA):

- Son más frecuentes en los injertos de donante en asistolia, dependiendo del grado de afectación suelen resolverse espontáneamente.
- Los hallazgos en la ecografía Doppler pueden ser muy similares a los del rechazo agudo, con índice de resistencia intrarrenal aumentado. En la exploración con contraste puede observarse realce inicial pulsátil y en algunas series se ha descrito que la relación entre el flujo sanguíneo en la porción cortical y el parénquima medular es menor respecto a quienes no presentan NTA.



Fig 18. Durante la exploración se evidenció un patrón pulsátil de realce y retraso en el realce sugestivo de necrosis tubular aguda.

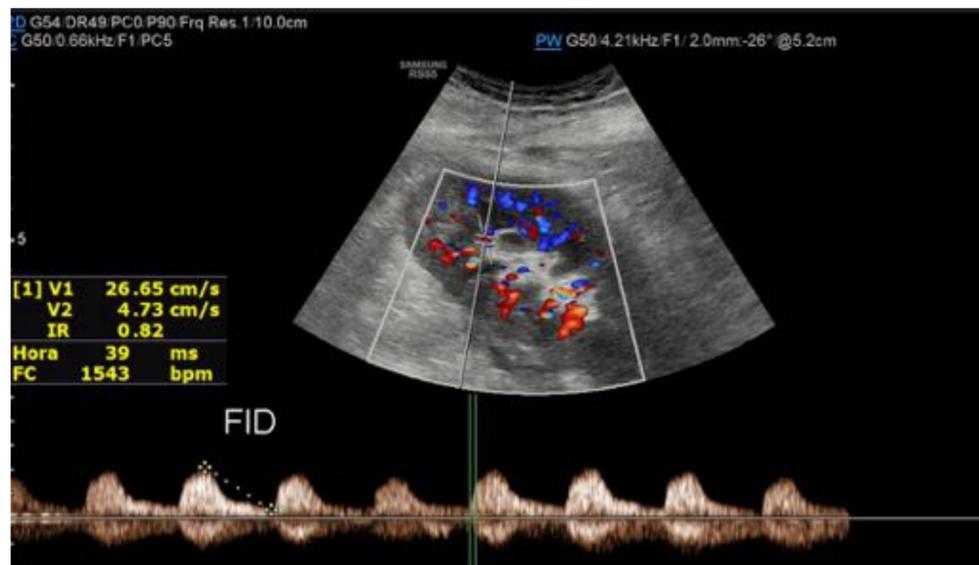


Fig 19. Índice de resistencia intrarrenal aumentado en paciente con necrosis tubular aguda.



Fig 20. Realce cortical completo, aunque pulsátil durante la exploración en paciente con necrosis tubular aguda y zona infartopolar superior que implica al menos 1/3 del volumen renal.



LESIONES FOCALES SOBRE EL INJERTO:

Quistes:

- Las lesiones quísticas son frecuentes en el riñón trasplantado de largo tiempo de evolución.
- En su mayor parte son quistes simples.
- La valoración de las lesiones quísticas complejas desde el punto de vista de imagen y la estimación de su potencial maligno se realiza categorizando las lesiones según la clasificación de Bosniak que considera el número, grosor y realce de los septos y de la pared del quiste y la presencia de nódulos sólidos que realcen.

Neoplasia:

- Es una complicación que suele ocurrir tardiamente (más allá del año).
- La presencia de flujo dentro de una lesión focal hipoecogénica sugiere una neoplasia, aunque la ausencia de este no excluye la malignidad.
- El uso de contraste nos permite distinguir una neoplasia de un quiste complicado o una pielonefritis, pero el patrón de realce de los distintos tipos de tumores, al no ser específico no permite diferenciar de manera certera entre las distintas neoplasias, por lo que diagnóstico definitivo es histológico.

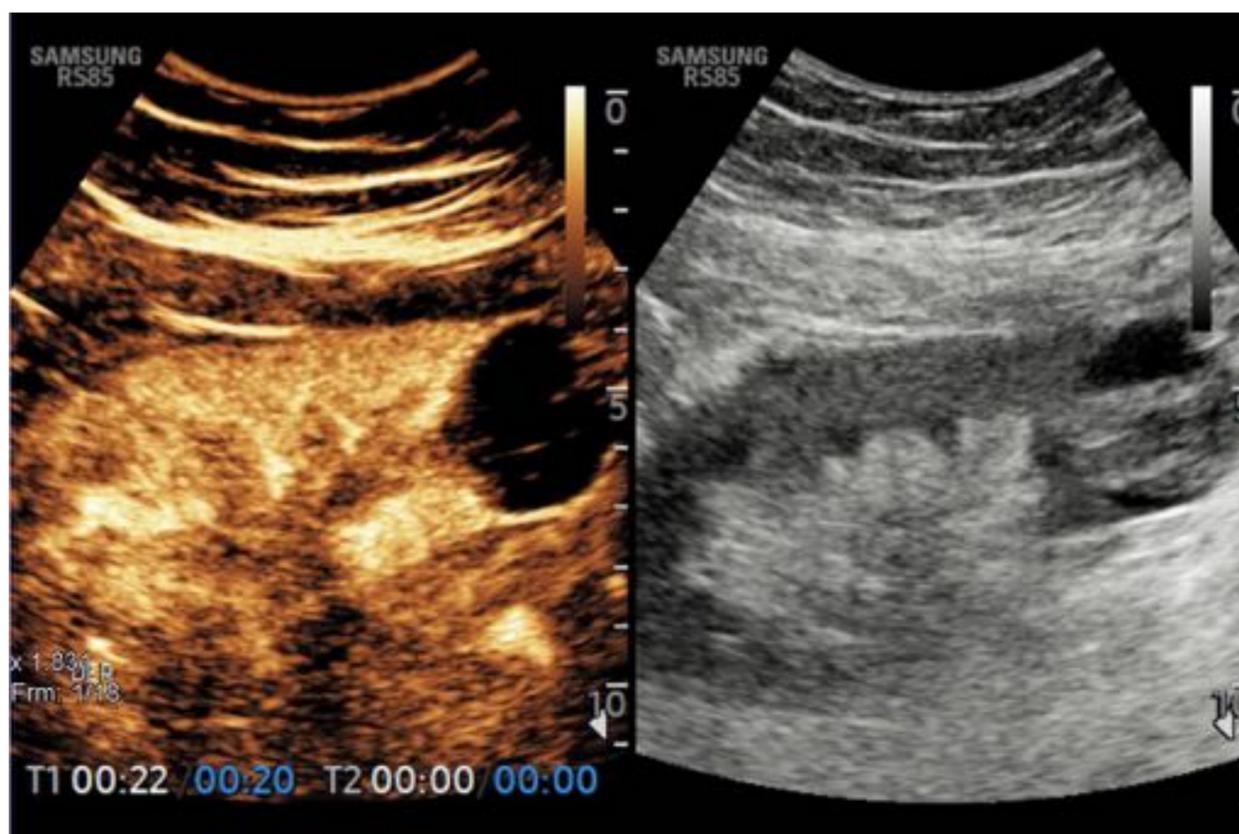


Fig 21. Imagen quística compleja polar inferior que no realza tras la administración de contraste en relación con quiste hemorrágico.

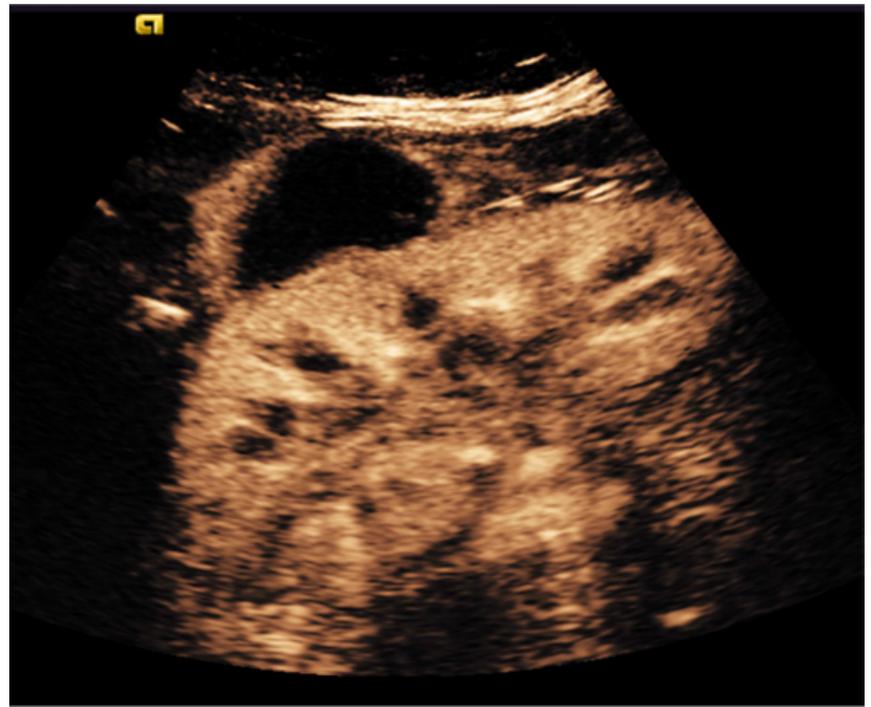
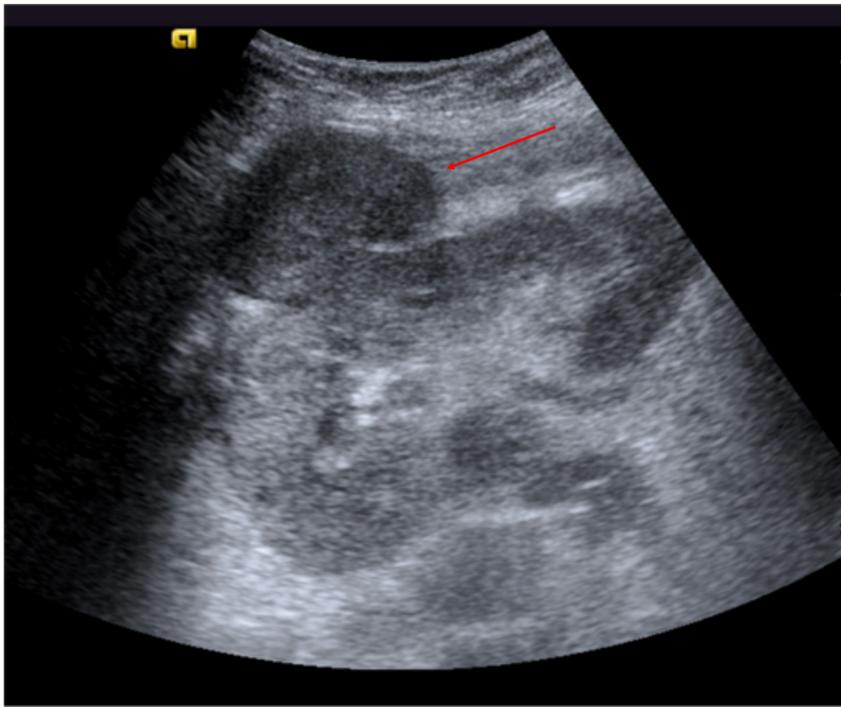


Fig 22. Neoplasia emergente que tras el contraste muestra realce periférico y un componente necrosado o quístico (flecha roja). El resultado AP fue carcinoma urotelial de alto grado.

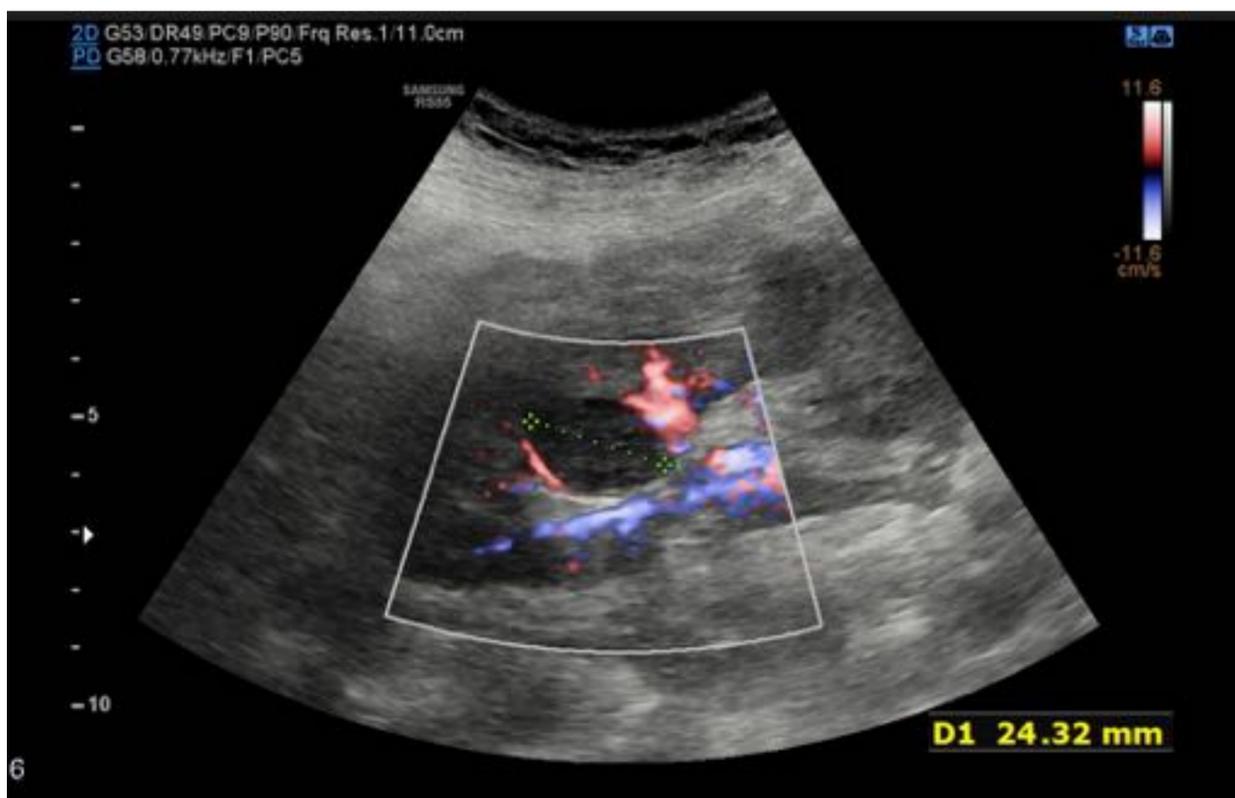


Fig 23. Imagen nodular de 2 cm en el seno renal que no estaba descrita en exploraciones previas por lo que se decide biopsiar, el resultado fue un carcinoma renal de células claras.



Conclusiones:

- La ecografía Doppler es la técnica de elección en la evaluación inicial y en el seguimiento del injerto renal y sus complicaciones.
- La ecografía con contraste es una herramienta adicional que permite descartar isquemia y otras complicaciones mediante el uso de un contraste no nefrotóxico.



Fuentes de información

- [1] Francisco Javier Burgos Revilla, Roberto Marcen Letosa, Julio Pascual Santos y Luis López Fando. Utilidad de la ecografía y el eco-doppler en el trasplante renal. Arch. Esp. Urol., 59, 4 (343-352), 2006.
- [2] Mark D. Sugi, MD Gayatri Joshi, MD Kiran K. Maddu, MD Nirvikar Dahiya, MD Christine O. Menias, MD. Imaging of Renal Transplant Complications throughout the Life of the Allograft: Comprehensive Multimodality Review. RadioGraphics 2019; 39:1327–1355 <https://doi.org/10.1148/rg.2019190096>
- [3] A. Sánchez Guerrero, J.L del Cura Rodríguez. Ecografía Doppler Esencial. Sociedad Española de Ultrasonografía Diagnóstica (SEUS). Editorial Panamericana. 2022.
- [4] Granata, A., Clementi, S., Londrino, F. et al. Renal transplant vascular complications: the role of Doppler ultrasound. J Ultrasound 18, 101–107 (2015). <https://doi.org/10.1007/s40477-014-0085-6>
- [5] Weber, T.M., Lockhart, M.E. Renal transplant complications. Abdom Imaging 38, 1144–1154 (2013). <https://doi.org/10.1007/s00261-013-0005-9>.
- [6] Rajiah, P., Lim, Y.Y. & Taylor, P. Renal transplant imaging and complications. Abdom Imaging 31, 735–746 (2006). <https://doi.org/10.1007/s00261-006-9091-2>
- [7] Syed A. Akbar, MD, S. Zafar H. Jafri, MD, Marco A. Amendola, MD Beatrice L. Madrazo, MD, Riad Salem, MD, MBA, Kostaki G. Bis, MD. Complications of Renal Transplantation. RadioGraphics 2005; 25:1335–1356 . DOI: 10.1148/rg.255045133