

MONOGRÁFICO

Informe en los trasplantes renal y pancreático

J.A. Jiménez Lasanta^{a,b,*}, M.A. Garcia Criado^c y C. Garcia Roch^d^a Departamento de Radiología, Hospital Universitario Germans Trias i Pujol, Badalona, Barcelona, España^b Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España^c Departamento de Radiología, Hospital Clinic i Provincial, Barcelona, España^d Departamento de Radiología, Hospital Universitario de Toledo, Toledo, España

Recibido el 5 de octubre de 2021; aceptado el 19 de abril de 2022

PALABRAS CLAVE

Trasplante;
Riñón;
Páncreas;
Ecografía;
TC;
Informe;
Complicaciones

Resumen El trasplante de páncreas es un procedimiento complejo. La cirugía es complicada y también lo son tanto el manejo clínico del páncreas trasplantado, como su estudio radiológico. El trasplante renal constituye el tratamiento de elección en la enfermedad renal en estadio terminal ya que proporciona mayor supervivencia con mejor calidad de vida que la hemodiálisis. La vida media de los injertos oscila entre los 13-24 años, habiéndose reportado una tasa de supervivencia del 90,2% de los mismos durante el primer año postrasplante.

© 2022 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de SERAM.

KEYWORDS

Transplant;
Kidney;
Pancreas;
Ultrasound;
CT;
Report;
Complications

Report on renal and pancreatic transplants

Abstract Pancreas transplant is a complex procedure. Surgery is complicated, and so are the clinical management of the transplanted pancreas, as well as its radiological study. Kidney transplant is the treatment of choice in end-stage kidney disease since it provides longer survival with better quality of life than hemodialysis. The average life of the grafts ranges between 13-24 years, having reported a survival rate of 90.2% of them during the first year after transplantation.

© 2022 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of SERAM.

Trasplante renal

Técnica quirúrgica

El injerto renal se implanta de forma extraperitoneal en una fosa ilíaca, preferiblemente derecha, ya que la vena ilíaca

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jajimenezlasanta@gmail.com
(J.A. Jiménez Lasanta).

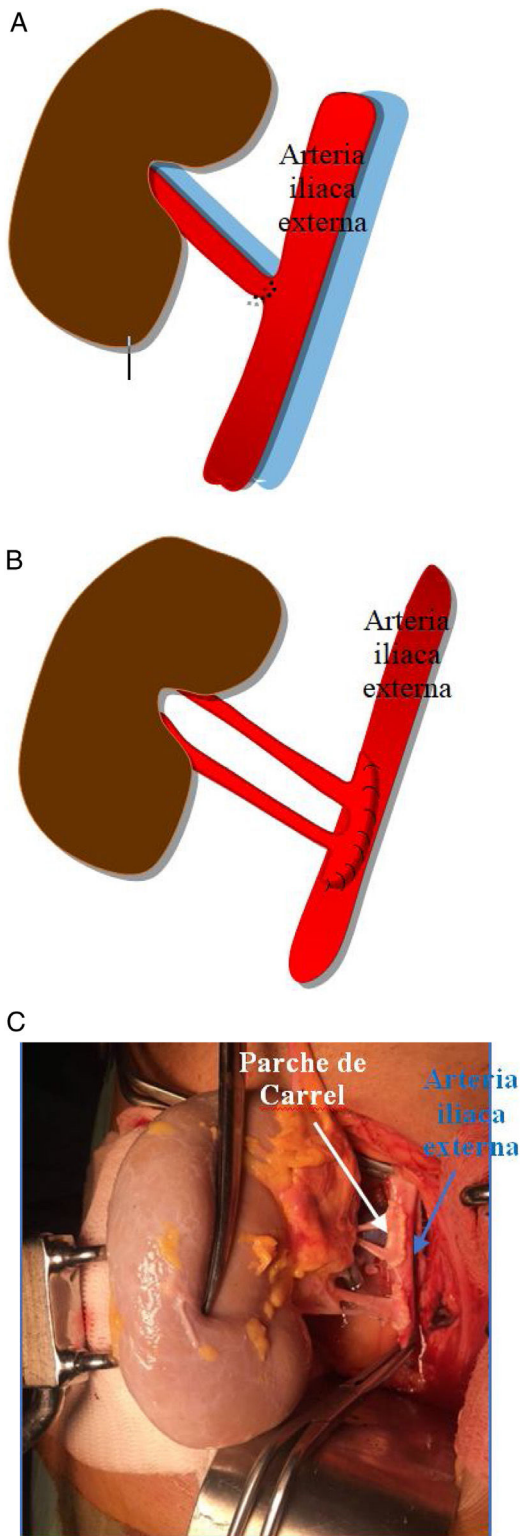


Figura 1 A) Sutura clásica lateroterminal. B) Esquema de parche de Carrel. C) Correlación *in vivo* del parche de Carrel.

se encuentra más superficial y horizontal a dicho nivel, lo que facilita el procedimiento quirúrgico.

Generalmente, se realiza una anastomosis término-lateral de la arteria renal del donante a la arteria iliaca externa del receptor (fig. 1a). Si coexisten varias arterias

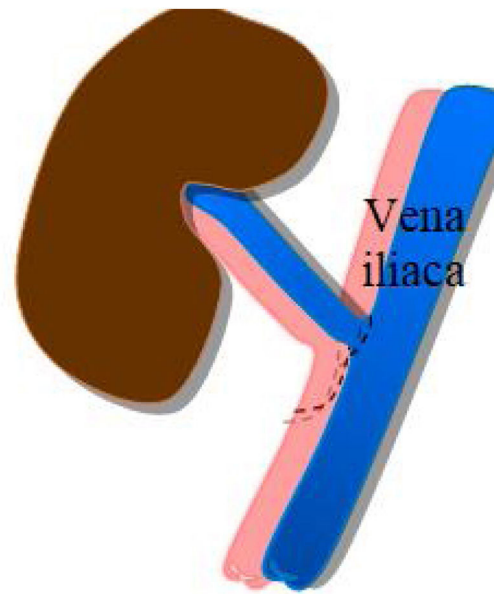


Figura 2 Sutura venosa término-lateral.

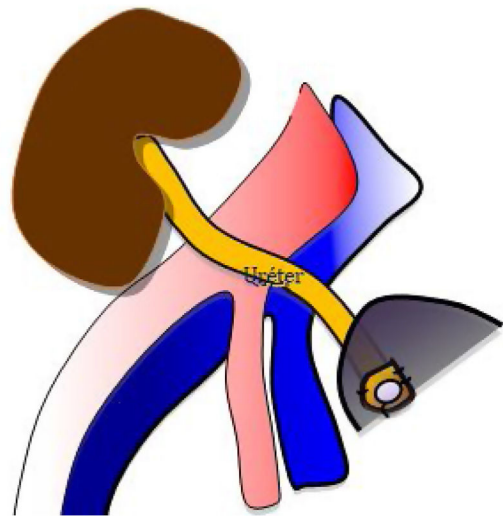


Figura 3 Neocistostomía.

renales pueden anastomosarse independientemente o realizar una sutura de un pequeño parche de aorta con la desembocadura de las arterias del donante, a la arteria iliaca externa del receptor (parche de Carrel; fig. 1b y c).

La anastomosis de la vena del injerto se realiza a la vena iliaca externa del receptor, igualmente, de manera término-lateral (fig. 2).

Se realiza una tercera anastomosis, que corresponde al implante del uréter del injerto renal a la vejiga del receptor (neocistostomía, fig. 3). Para minimizar posibles estenosis perisuturales se coloca un catéter tipo *pigtail* pieloureterovesical que se mantiene durante los primeros 15-20 días tras la cirugía.

Ecografía

La ecografía constituye la modalidad diagnóstica de elección en la valoración del trasplante renal¹. Es una técnica

no invasiva y repetible, y proporciona información en tiempo real sobre el injerto, así como sobre sus estructuras vasculares. Puede realizarse a pie de cama del paciente y en unidades de Reanimación sin que conlleve asociado el empleo de radiaciones ionizantes o de contrastes nefrotóxicos.

La ecografía con contraste (CEUS) aporta información complementaria sobre la perfusión del injerto, una posible enfermedad vascular asociada e incluso parece tener un papel significativo en el diagnóstico de su disfunción aguda², por lo que es recomendable en la valoración del trasplante renal.

Actualmente no existe consenso sobre el papel de la elastografía tipo *shear wave* en la valoración del injerto. Publicaciones recientes sugieren que puede ser un indicador de disfunción en estadios iniciales³, previo al desarrollo de manifestaciones clínicas o alteraciones analíticas, si bien no existe una postura unánime al respecto.

De manera generalizada, se realiza una ecografía en modo B y en modo Doppler color y pulsado con sonda convex de baja frecuencia en las primeras 24-48 h postrasplante, además de una CEUS. En función de la evolución clínico-analítica del paciente y los hallazgos de esta primera exploración ecográfica, se programan los siguientes controles, siempre de manera individualizada.

Protocolo de estudio. El informe radiológico

Se realiza una primera adquisición en modo B, con barridos longitudinales y axiales para valorar el tamaño, la morfología, el espesor cortical, la diferenciación corticomedular, el cribado de lesiones intraparenquimatosas y de dilatación de la vía excretora. En ausencia de patología, tanto el injerto como la vía urinaria deben presentar un aspecto ecográfico similar al de un riñón nativo sano en modo B.

Posteriormente, se procede al estudio vascular arterial y venoso empleando el modo Doppler color y pulsado. Si la ventana acústica es favorable, se deben valorar la arteria y la vena del injerto a nivel iliaco, extrarrenal, hiliar, interlobar superior, interpolar e inferior (fig. 4). De manera estandarizada, se recogen la velocidad picosistólica y el índice de resistencia (IR) de cada una de las arterias estudiadas⁴.

La arteria del injerto renal presenta un espectro en el Doppler pulsado con curvas de baja resistencia ($IR < 0,8$) y diástole progresivamente descendente por encima de la línea de base.

A continuación, se realiza el mismo estudio Doppler color sobre la vena del injerto, la cual tiene que presentar un color invertido al arterial y mostrar flujo permanente a lo largo del ciclo cardiaco en el estudio pulsado, por debajo de la línea de base.

La valoración vesical se realiza de igual forma que en un paciente no trasplantado. Ocasionalmente, en función del material de sutura, puede objetivarse una lesión nodular de aspecto sólido a nivel de la neocistostomía, correspondiente a una reacción a cuerpo extraño.

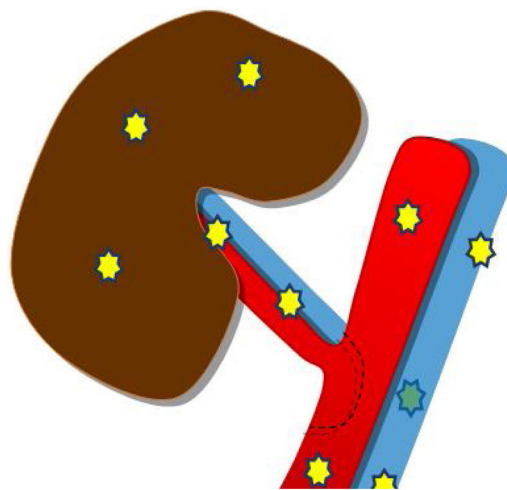


Figura 4 Segmentos arteriales y venosos a valorar mediante ecografía Doppler.

Complicaciones del trasplante renal

Las complicaciones de trasplante renal pueden clasificarse en vasculares, parenquimatosas, de la vía excretora y colecciones perirrenales.

Complicaciones vasculares

Aunque su incidencia oscila entre el 5-10% de las complicaciones⁵, constituyen una causa importante de disfunción del injerto.

La *estenosis de la arteria renal* es la más frecuente de ellas (entre el 1 y el 10%)⁶. La ecografía Doppler color muestra *aliasing* con un flujo turbulento de alta velocidad (> 250 cm/s) en el punto de la estenosis. Distal al mismo existe caída de la velocidad igual o superior al 50%, con un espectro en *parvus tardus* (tiempo de aceleración mayor de 0,07 s y disminución del IR). La CEUS puede confirmar el punto exacto de la estenosis y ayudar a su cuantificación.

La *trombosis de la arteria renal* es una complicación rara (del 0,5 al 4%)⁷ y potencialmente grave, ya que la isquemia conduce a la pérdida del injerto. En modo B existe pérdida de la diferenciación corticomedular y disminución significativa o ausencia de flujo arterial en Doppler color e incluso en la vena si la trombosis es completa. En el estudio pulsado muestra curvas arteriales de baja velocidad, pérdida de diástole, sístole picuda y aumento del IR previo al trombo (fig. 5a). Distalmente la señal Doppler color y pulsada es prácticamente indetectable (fig. 5b). La CEUS confirma la disminución o ausencia de flujo arterial con hipoperfusión tisular generalizada (fig. 5c).

La *trombosis de la vena renal* es poco habitual (hasta el 5%), pero más frecuente que la de la arteria⁷. En modo B se objetiva un aumento del tamaño del injerto, un engrosamiento cortical y una pérdida de la diferenciación corticomedular. Existe disminución o ausencia de señal venosa en el modo Doppler color y pulsado, con aumento del IR en la arteria del injerto. En los casos muy evolucionados se objetiva un flujo arterial con diástole *en vaivén* (fig. 6a). La CEUS refleja una arteria permeable, hipoperfusión tisular y ausencia de visualización de la vena (fig. 6b).

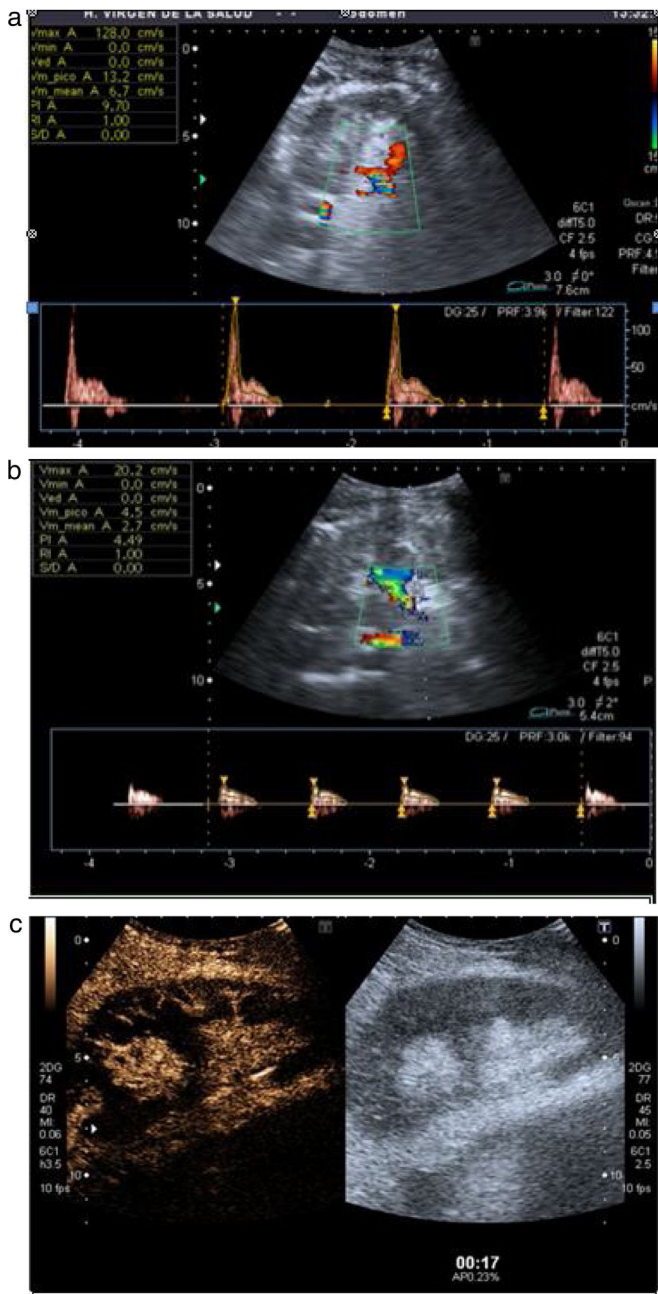


Figura 5 A) Curvas de sistole picuda y aumento del IR en paciente con trombosis de arteria renal. B) Curvas de baja velocidad y bajo IR a nivel de la arteria hiliar inmediatamente distal al trombo. C) CEUS. Ausencia de realce corticomedular en el paciente anterior.

Estenosis de la vena renal. Entidad muy poco frecuente⁸. Puede ser secundaria a fibrosis perivasculosa o compresión extrínseca asociada. En el modo Doppler color se aprecia *aliasing* en el punto estenosado, con aumento focal de la velocidad del 50% en el Doppler pulsado (fig. 7a y b). La CEUS puede confirmar el punto exacto de la estenosis y facilitar su cuantificación, al igual que en la estenosis arterial.

Fístula-arteriovenosa. La realización de procedimientos percutáneos puede conducir al desarrollo de conexiones aberrantes arteriovenosas de muy pequeño tamaño. Alre-

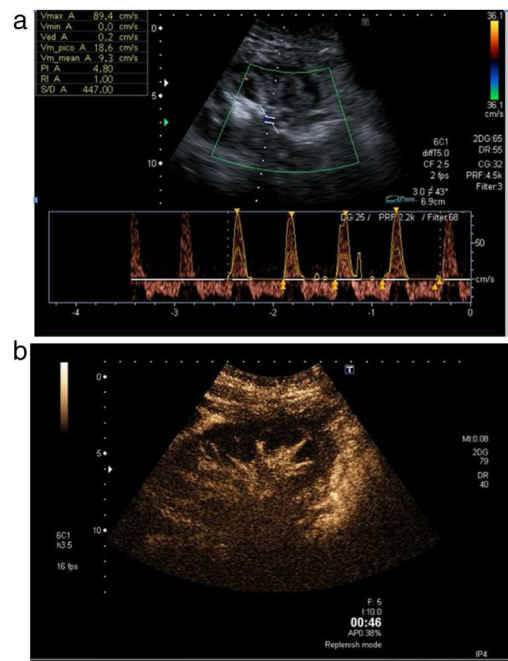


Figura 6 A) Engrosamiento cortical con pérdida de la diferenciación corticomedular. El estudio pulsado pone de manifiesto flujo arterial en vaivén. B) CEUS. Ausencia de realce corticomedular en el paciente anterior.

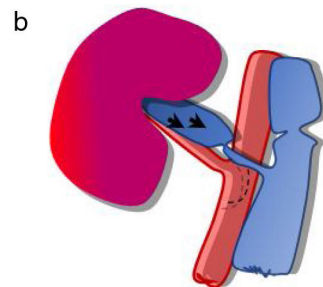
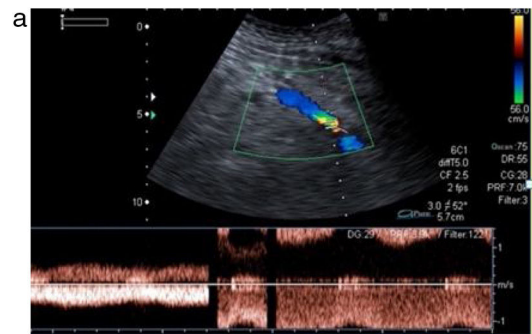


Figura 7 A) Doppler pulsado con aumento de la velocidad en punto de *aliasing* o estenosis de la vena del injerto. B) Esquema que muestra la zona de estenosis.

dedor del 20% de las fístulas es secundaria a la biopsia. En modo B suelen pasar desapercibidas, mientras que en el modo color se aprecia un mosaico de color turbulento con reverberación posterior. En el estudio pulsado, la arteria aferente suele presentar flujo turbulento de alta velocidad,

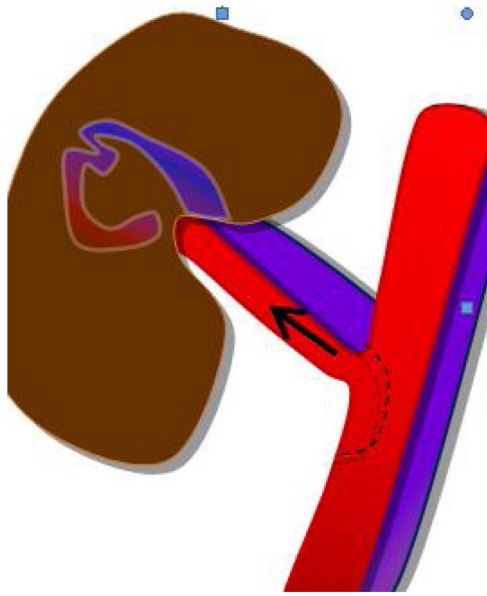


Figura 8 Fístula arterio-venosa.

mientras que la vena eferente muestra flujo arterializado de alta velocidad⁹ (fig. 8).

Complicaciones de la vía excretora

La uropatía obstructiva acontece en el 2-15% de los pacientes¹⁰. En el postoperatorio temprano puede existir leve ectasia secundaria a la denervación del uréter trasplantado. Habitualmente suele ser secundaria a colecciones adyacentes, estenosis en la neocistostomía, pionesfrosis o coágulos. Ecográficamente muestran hallazgos superponibles a los de un riñón no trasplantado.

Complicaciones parenquimatosas

Las complicaciones parenquimatosas constituyen una causa frecuente de disfunción aguda del injerto. Son la necrosis tubular aguda, el rechazo agudo o crónico, la nefropatía crónica del injerto, la toxicidad medicamentosa, las neoplasias y la pielonefritis¹¹. En modo B presentan hallazgos sutiles o inespecíficos, como son el engrosamiento cortical, la pérdida de la diferenciación corticomédular o el engrosamiento urotelial leve. El estudio Doppler puede poner de manifiesto hipoperfusión tisular y aumento del IR arterial¹², aunque suele ser necesario la realización de biopsia para su diagnóstico.

Colecciones

Las colecciones suelen compartir un aspecto ecográfico similar, por lo que puede llegar a ser necesario realizar una punción-aspiración para su diagnóstico.

Los *linfoceles* son las colecciones más frecuentes (2-20%) y aparecen entre las 4-8 semanas postrasplante, siendo anecogénicas en modo B. Los *urinomas* son poco habituales, obedecen a la lesión de la vía excretora y se desarrollan en el periodo precoz postrasplante. En modo B son anecogénicos y pueden contener aislados tabiques en su interior. Los *hematomas* clínicamente significativos acontecen en el 4-8% de los casos y en modo B pueden presentar ecos, progresivamente más significativos conforme evolucionan.

El absceso puede desarrollarse sobre una colección previa o estar asociado a pielonefritis, presentando un aspecto variable quístico complejo en modo B, con septos gruesos en su interior y alteración de planos grasos adyacentes¹³.

Informe estructurado

1. Ecografía modo B:
 - Revisión de la hoja operatoria para determinar la naturaleza de la anastomosis vascular.
 - Volumen renal.
 - Ecoestructura.
 - Vía excretora.
 - Líquido perirrenal/intraabdominal. Colecciones o líquido libre, tamaño, ubicación, apariencia y facilidad para su drenaje percutáneo.
2. Doppler color y espectral:
 - Identificación de la anastomosis: arterial (Vsist máx) y venosa (V máx) y relación con las velocidades de los vasos ilíacos.
 - Flujo de color presente dentro del parénquima renal.
 - Si es uniforme la perfusión parenquimatosa y el IR.
 - Identificación del flujo de color en los vasos ilíacos ipsilaterales.
 - Áreas de flujo anormal que indiquen fístula arteriovenosa o pseudoaneurisma.
 - Evidencia de estenosis arterial o venosa.
 - Aplicar Doppler espectral a cualquier área de flujo de color anormal.
3. Estudio CEUS: en las primeras 24 h.
4. Complicaciones:
 - Complicaciones vasculares:
 - a. Estenosis de la arteria-vena renal.
 - b. Fístula arteriovenosa y pseudoaneurismas.
 - c. Trombosis de la vena o arteria renal.
 - Complicaciones urológicas-colecciones.
 - Colecciones perirrenales:
 - a. Hematoma.
 - b. Linfocele.
 - c. Urinoma.
 - d. Absceso.
 - Obstrucción.

Trasplante de páncreas

Técnica quirúrgica

Para poder realizar un estudio radiológico correcto e interpretar adecuadamente las imágenes es fundamental estar familiarizado con la técnica quirúrgica, la cual ha ido variando a lo largo de los años. Desde la década de los 90, la técnica más empleada consiste en colocar el injerto en la fosa ilíaca (habitualmente derecha, si se trata de un trasplante simultáneo de riñón y páncreas). Al realizar la extracción del páncreas del donante, se liga el extremo distal de las venas esplénica y mesentérica para separar el páncreas del bazo y del intestino, respectivamente. La vena porta del injerto resultante de la unión fisiológica de las venas esplénica y mesentérica se anastomosa directamente a la vena ilíaca. La arteria del injerto se anastomosa a la arteria ilíaca, pero se requiere primero realizar una

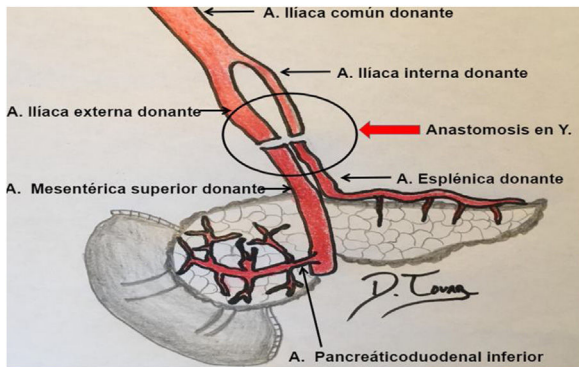


Figura 9 Diagrama del injerto en Y utilizado para la anastomosis arterial entre los vasos pancreáticos del donante y del receptor.

Cortesía y con permiso de D. Tovar, HUGTIP.

reconstrucción arterial para unir las arterias esplénica y mesentérica del donante. La utilizada con más frecuencia es la reconstrucción en «Y». Finalmente, para drenar las secreciones exocrinas pancreáticas, el duodeno del donante se anastomosa con un asa intestinal^{14,15} (figs. 9 y 10).

En los últimos años, en algunos centros se ha comenzado a colocar el injerto en situación retroperitoneal^{16,17}, realizando una duodeno-duodenostomía para las secreciones exocrinas. Se consigue así una secreción más fisiológica que en el drenaje entérico y una disminución de la distancia entre la anastomosis vascular y la entérica, lo que contribuye a disminuir las complicaciones. Con esta técnica, el páncreas queda situado verticalmente por detrás del colon ascendente, con la cabeza pancreática en situación craneal.

Complicaciones

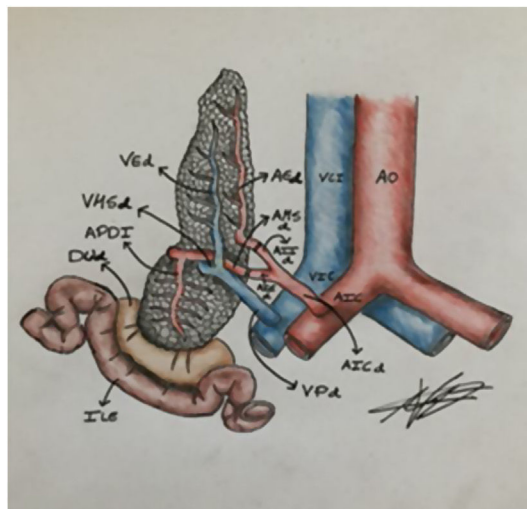
Debido a la complejidad de la cirugía, la posibilidad de que aparezcan complicaciones es alta. Las más frecuentes son:

Vasculares

- **Trombosis de las venas del injerto:** es la complicación vascular más frecuente debido a que las venas esplénica y mesentérica tienen flujo lento puesto que, originalmente en el donante, llevaban también la sangre procedente del bazo e intestino, respectivamente, mientras que una vez realizado el trasplante solo transporta la sangre procedente del páncreas. Lo más frecuente es que sean trombos parciales y asintomáticos. Si se diagnostican pronto se puede intentar su recanalización¹⁸, aunque si los trombos son pequeños el tratamiento suele ser conservador, con heparina. Las trombosis completas pueden provocar la disfunción y la pérdida del injerto, pero a veces se forman rápidamente colaterales, que pueden ser suficientes para preservar la función pancreática¹⁹.
- **Complicaciones arteriales:** son menos frecuentes. La principal es la trombosis, que provoca la necrosis y la pérdida del injerto. Otras complicaciones arteriales menos frecuentes son los pseudoaneurismas o las fistulas arterio-venosas.

Complicaciones parenquimatosas, peripancreáticas y duodenales:

- **Dehiscencia de la sutura duodenal,** que puede provocar un cuadro de abdomen agudo.
- **Sangrado posquirúrgico.**
- **Pancreatitis.** La manifestación clínica y radiológica es superponible a la pancreatitis del páncreas nativo.
- **Sobreinfección y formación de abscesos peripancreáticos.** El manejo suele ser conservador con antibióticos y colocación de drenaje.
- **Fístula pancreática,** con formación de colecciones por acúmulo de líquido pancreático.
- **Rechazo agudo y crónico.**
- **Síndrome linfoproliferativo postrasplante.** Es muy poco frecuente, pero puede aparecer tras el trasplante pancreático al igual que tras el trasplante de otros órganos.



LEYENDA:

AO: Aorta.
 AIC: Art. iliaca común.
 AICd: Art. iliaca común donante.
 AIEd: Art. iliaca externa donante.
 AIId: Art. iliaca interna donante.
 AMSd: Art. mesentérica superior donante.
 AEd: Art. esplénica donante.
 VCI: Vena cava inferior.
 VIC: Vena iliaca común.
 VPD: Vena porta donante.
 VMSd: Vena mesentérica superior donante.
 VEd: Vena esplénica donante.
 Dud: Duodeno donante.
 ILE: Ileón.

Figura 10 Anastomosis totales para el trasplante de páncreas. Cortesía y con permiso de M. Jiménez, CUN.

Para evitar la pérdida del injerto es fundamental detectar precozmente estas complicaciones y tratarlas lo antes posible. Dado que la incidencia de las complicaciones quirúrgicas es máxima en los primeros días, es importante realizar una ecografía Doppler de control a las 24-48 h del trasplante, aunque no haya sospecha clínica de complicaciones. En esta ecografía hay que intentar ver todo el parénquima pancreático, comprobar la permeabilidad de los vasos y descartar la presencia de colecciones peripancreáticas. Además de esta ecografía rutinaria, siempre que se sospeche una complicación será preciso realizar una prueba de imagen. Es recomendable realizar siempre en primer lugar una ecografía, por su inocuidad y accesibilidad, pero si esta no es concluyente o no se ha podido explorar el injerto en su totalidad o bien la sospecha clínica es muy alta y la ecografía no detecta alteraciones, es necesario realizar una TC.

Exploración ecográfica

La exploración ecográfica del injerto pancreático es difícil y es necesaria cierta experiencia para reconocer adecuadamente todas las estructuras. La exploración ecográfica de un páncreas trasplantado debe incluir siempre:

- *Estudio del parénquima pancreático en modo B*: el injerto pancreático normal es homogéneo y muestra una ecogenicidad similar a un páncreas nativo. La dificultad fundamental para su exploración es la interposición del gas de las asas intestinales o del colon ascendente (en el caso de la colocación en situación retroperitoneal). En el primer caso, suele ser útil realizar compresiones con el mismo transductor para separar las asas y abrir una ventana acústica. En el segundo caso puede ser de ayuda la colocación del paciente en decúbito lateral izquierdo e intentar ver el páncreas (fundamentalmente la cabeza pancreática) desde un abordaje lateral al colon.
- Estudio de la permeabilidad de los vasos:
 - a. *Estudio venoso*. Es necesario comprobar la permeabilidad de las venas esplénica, mesentérica y porta, y seguirlas en todo su trayecto, ya que la presencia de trombos parciales es frecuente. La vena esplénica recoge el drenaje venoso del cuerpo y la cola pancreáticos, mientras que la mesentérica recoge sangre de la cabeza pancreática. Como el extremo distal de ambas se liga, es frecuente encontrar pequeños trombos en ambos muñones venosos, que no tienen trascendencia. Los trombos a veces son muy hipoeoicos y difíciles de identificar, por lo que es necesario comprobar siempre la permeabilidad del vaso con el Doppler color. El estudio Doppler de la vena esplénica es más difícil que el de la mesentérica puesto que además de ser una vena de muy bajo flujo, suele presentar un ángulo subóptimo para el estudio Doppler, ya que, por la disposición del páncreas, suele ser próximo a los 90 grados. En los casos en que no se consiga rellenar el vaso con el Doppler a pesar de optimizar todos los parámetros (baja frecuencia, baja escala), el contraste ecográfico es de gran ayuda para confirmar la permeabilidad o detectar trombos^{18,19} (fig. 11a-c).

b. *Estudio arterial*. Es importante estudiar la permeabilidad de la arteria a nivel de la anastomosis con la arteria iliaca y en todo su trayecto. Como el flujo es de mayor velocidad que el de la vena, no suele haber problemas para confirmar su permeabilidad con el Doppler color.

- Descartar colecciones peripancreáticas. Toda exploración ecográfica de un páncreas trasplantado debe incluir un estudio de todo el abdomen, especialmente de la zona que rodea al páncreas, para descartar complicaciones. Estas pueden ser debidas a diferentes causas:

- a. Hematomas posquirúrgicos.
- b. Dehiscencia de suturas.
- c. Fístula pancreática.
- d. Pancreatitis aguda.
- e. Abscesos.

En general, para el estudio de colecciones es recomendable realizar una TC, ya que muchas veces en la ecografía las colecciones quedan ocultas entre las asas intestinales y pasan desapercibidas. En el caso de que no sea posible realizar un TC, la CEUS puede ser de ayuda puesto que la grasa mesentérica, el páncreas y las paredes intestinales captan contraste, delimitando muy bien las colecciones como áreas hipocaptantes.

Exploración con TC

Al elaborar el informe radiológico hay que prestar especial atención en incluir en el informe los siguientes aspectos:

- *Parénquima pancreático*: es importante determinar si presenta una captación homogénea o, por el contrario, presenta áreas de hipoperfusión por complicaciones vasculares o bien en el contexto de una pancreatitis del injerto.
- *Permeabilidad vascular*. Al igual que en el estudio ecográfico, hay que valorar los vasos venosos y arteriales para descartar trombosis. En caso de permeabilidad, es importante hacerlo constar en el informe explícitamente.
- *Presencia de colecciones peripancreáticas*. Incluir en el informe una descripción de su aspecto, localización y tamaño.
- *Valoración del duodeno del donante y de la anastomosis duodeno-entérica o duodeno-duodenal*. Es necesario comprobar que el duodeno del donante capta contraste adecuadamente y que no presenta las paredes engrosadas. Es importante estar alerta a signos que hagan sospechar dehiscencia de sutura como burbujas de neumoperitoneo o colecciones adyacentes a la anastomosis. Estudio general de todo el abdomen en busca de cualquier otra complicación.

Biopsia pancreática

El rechazo del injerto pancreático es también una complicación frecuente, pero de difícil diagnóstico, ya que la repercusión clínica es inespecífica y no tiene traducción en las pruebas de imagen. Para establecer el diagnóstico se puede realizar una biopsia del injerto pancreático, que

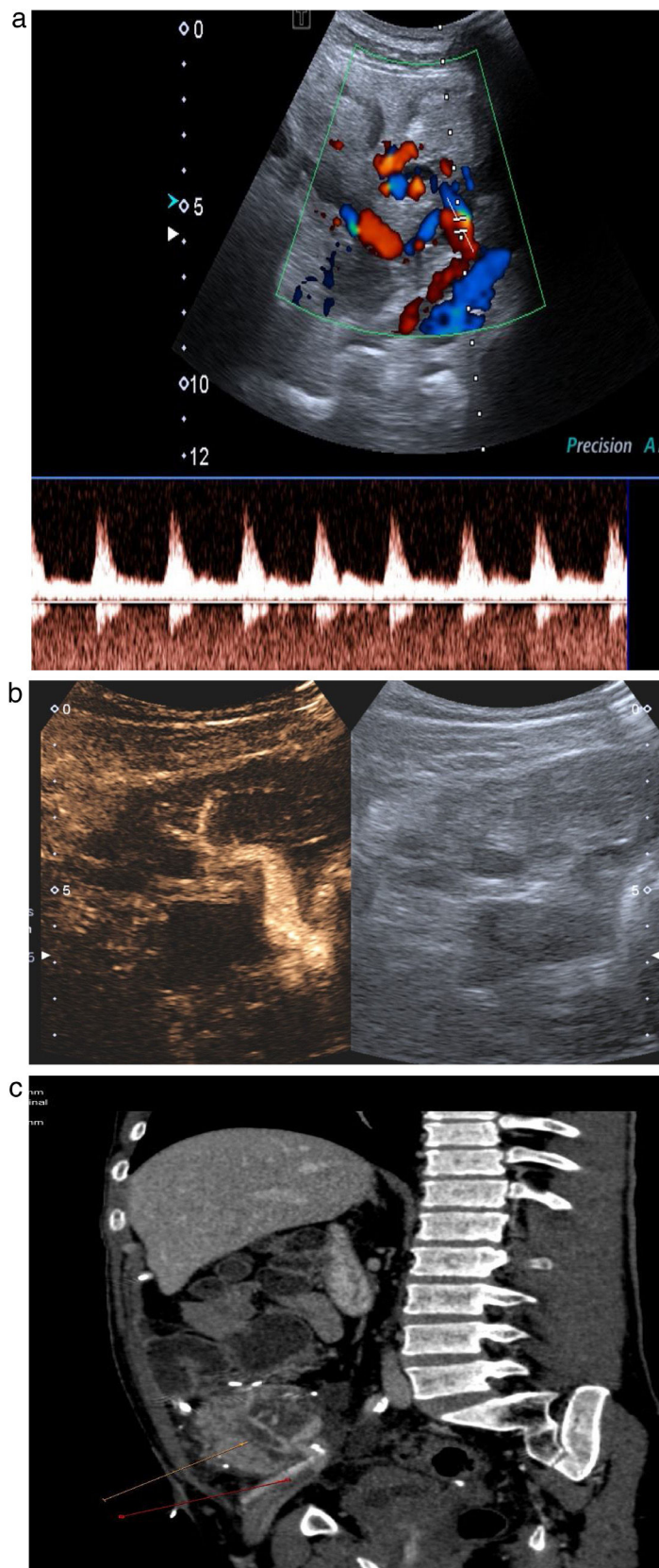


Figura 11 Trombosis venosa. A) La ecografía espectral del trasplante de páncreas revela la inversión del flujo diastólico en una arteria intrapancreática. No se pudieron identificar formas de onda venosa durante todo el trasplante. B) Trombosis venosa parcial con CEUS: solo se visualizan la vena mesentérica, pero sin porta, y la vena esplénica. C) Confirmación con TC: las flechas señalan trombosis venosa parcial.

puede ser guiado por ecografía o bien guiado mediante TC²⁰⁻²². La biopsia guiada por ecografía tiene la ventaja sobre la TC de que a veces es posible separar las asas intestinales comprimiendo con el mismo transductor, permitiendo llegar así a algunos injertos inaccesibles mediante guía con TC. Por otra parte, la TC tiene la ventaja sobre la guía ecográfica de que permite realizar la biopsia por abordaje posterior con el paciente en decúbito prono con mejor visibilidad que la guía ecográfica. Por ello, la elección de una técnica u otro dependerá de cada caso y también de la experiencia del radiólogo con cada una de estas técnicas.

Informe estructurado

1. Ecografía modo B:

- Revisión de la hoja operatoria para determinar la naturaleza de la anastomosis vascular y para determinar su lugar de drenaje.
- Colecciones o líquido libre, tamaño, ubicación, apariencia y facilidad para su drenaje percutáneo.
- Evaluar la ecoestructura del parénquima pancreático.
- Visualización del calibre del conducto pancreático principal.

2. Color Doppler:

- Flujo de color presente dentro del parénquima pancreático.
- Si es uniforme la perfusión.
- Identificación de las anastomosis arterial y venosa.
- Identificación de flujo en la arteria y vena esplénicas.
- Identificación del flujo de color en los vasos ilíacos ipsolaterales.
- Áreas de flujo anormal que indiquen fístula arteriovenosa o pseudoaneurisma.

3. Doppler espectral:

- Ondas arteriales y venosas, morfología y normalidad.
- Cuantificación de la Vsist máx en la arteria esplénica cerca de la anastomosis y la arteria ilíaca.
- Pico sistólico en la anastomosis y en la arteria ilíaca.
- Evidencia de estenosis en la anastomosis arterial.
- Vmáx en la vena esplénica cerca de la anastomosis y de la vena ilíaca.
- Evidencia de estenosis venosa.
- Aplicar Doppler espectral a cualquier área de flujo de color anormal.
- Valoración de fístula arteriovenosa o pseudoaneurisma.

4. Estudio CEUS: en las primeras 24 h.

5. Estudio TC si precisa.

6. Complicaciones vasculares:

- Trombosis de las venas del injerto.
- Complicaciones arteriales.

7. Otras complicaciones:

- Dehiscencia de la sutura duodenal.
- Sangrado posquirúrgico.
- Pancreatitis.
- Sobreinfección y formación de abscesos peripancreáticos.
- Fístula pancreática, con formación de colecciones por acúmulo de líquido pancreático.
- Rechazo agudo y crónico.
- Síndrome linfoproliferativo postrasplante.

Autoría

1. Responsable de la integridad del estudio: JAJL, MAGC, CGR
2. Concepción del estudio: JAJL, MAGC, CGR
3. Diseño del estudio: JAJL, MAGC, CGR
4. Obtención de los datos: JAJL, MAGC, CGR
5. Análisis e interpretación de los datos: JAJL, MAGC, CGR
6. Tratamiento estadístico: JAJL, MAGC, CGR
7. Búsqueda bibliográfica: JAJL, MAGC, CGR
8. Redacción del trabajo: JAJL,
9. Revisión crítica del manuscrito con aportaciones intelectualmente relevantes: JAJL,
10. Aprobación de la versión final: JAJL

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Van de Kuit A, Benjamens S, Sotomayor CG, Rijkse E, Berger SP, Moers C, et al. Postoperative ultrasound in kidney transplant recipients: Association between intrarenal resistance index and cardiovascular events. *Transplant Direct*. 2020;6:e581.
2. Goyal A, Hemachandran N, Kumar A, Sharma R, Shamim SA, Bansal VK, et al. Evaluation of the Graft Kidney in the Early Postoperative Period: Performance of contrast-enhanced ultrasound and additional ultrasound parameters. *J Ultrasound Med*. 2021;40:1771–83.
3. Bolboacă SD, Elec FI, Elec AD, Muntean AM, Socaciu MA, Iacob G, et al. Shear-wave elastography variability analysis and relation with kidney allograft dysfunction: A single-center study. *Diagnostics (Basel)*. 2020;10:41.
4. Kolofousi C, Stefanidis K, Cokkinos DD, Karakitsos D, Antypa E, Piperopoulos P. Ultrasonographic features of kidney transplants and their complications: An imaging review. *ISRN Radiol*. 2012;2013:480862.
5. Granata A, Clementi S, Londrino F, Romano G, Veroux M, Fiorini F, et al. Renal transplant vascular complications: The role of Doppler ultrasound. *J Ultrasound*. 2015;18:101–7.
6. Sugi MD, Joshi G, Maddu KK, Dahiya N, Menias CO. Imaging of renal transplant complications throughout the life of the allograft: Comprehensive multimodality review. *RadioGraphics*. 2019;39:1327–55.
7. Wu CK, Leu JG, Wei CC, Hsieh SC. Acute thrombosis of a transplanted renal artery after gastric ulcer bleeding in a patient with a long-term well-functioning renal allograft: A case report and literature review. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95:e4301.
8. Shum DF, Kim T, Poder L. Doppler ultrasound evaluation of renal transplants. *App Radiol*. 2010. Disponible en: <https://www.appliedradiology.com/articles/doppler-ultrasound-evaluation-of-renal-transplants>.

9. Akbar SA, Jafri SZ, Amendola MA, Madrazo BL, Salem R, Bis KG. Complications of renal transplantation. *Radiographics*. 2005;25:1335–56.
10. Samhan M, Al-Mousawi M, Hayati H, Abdulhalim M, Nampoory MR. Urologic complications after renal transplantation. *Transplant Proc*. 2005;37:3075–6.
11. Kim N, Juarez R, Levy AD. Imaging non-vascular complications of renal transplantation. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43:2555–63.
12. Granata A, di Nicolò P, Scarfia VR, Insalaco M, Lentini P, Veroux M, et al. Renal transplantation parenchymal complications: What Doppler ultrasound can and cannot do. *J Ultrasound*. 2014;18:109–16.
13. Inci MF, Ozkan F, See TC, Tatli S. Renal transplant complications: Diagnostic and therapeutic role of radiology. *Can Assoc Radiol J*. 2014;65:242–52.
14. Fridell JA, Milgrom ML, Henson S, Pescovitz MD. Use of the end-to-end anastomotic circular stapler for creation of the duodenoenterostomy for enteric drainage of the pancreas allograft. *J Am Coll Surg*. 2004;198:495–7.
15. Lam VW, Wong K, Hawthorne W, Ryan B, Lau H, Robertson P, et al. The linear cutting stapler for enteric anastomosis: A new technique in pancreas transplantation. *Transpl Int*. 2006;9:915–8.
16. Ferrer J, Molina V, Rull R, López-Boado MÁ, Sánchez S, García R, et al. Pancreas transplantation: Advantages of a retroperitoneal graft position. *Cir Esp*. 2017;95:513–20.
17. Walter M, Jazra M, Kykalos S, Kuehn P, Michalski S, Klein T, et al. 125 Cases of duodenoduodenostomy in pancreas transplantation: A single-centre experience of an alternative enteric drainage. *Transpl Int*. 2014;27:805–15.
18. Barrufet M, Burrel M, Angeles García-Criado M, Montaña X, Real MI, Ferrer J, et al. Pancreas transplants venous graft thrombosis: Endovascular thrombolysis for graft rescue. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2014;37:1226–34.
19. Garcia-Roca R, Samamé J, Garcia-Criado MA, Real MI, Gilbert R, Ricart MJ. Preservation of pancreas graft function after complete venous thrombosis: Report of 4 cases treated conservatively. *Transplantation*. 2012;93:214–8.
20. Morelli L, Guadagni S, Gianardi D, Furbetta N, di Franco G, Palmeri M, et al. Gray-scale Doppler and contrast-enhanced ultrasound in pancreatic allograft surveillance: A systematic literature review. *Transplant Rev*. 2019;33:166–72.
21. Atwell TD, Gorman B, Larson TS, Charboneau JW, Ingalls Hanson BM, Stegall MD. Pancreas transplants: Experience with 232 percutaneous US-guided biopsy procedures in 88 patients. *Radiology*. 2004;231:845–9.
22. Lee BC, McGahan JP, Perez RV, Boone JM. The role of percutaneous biopsy in detection of pancreatic transplant rejection. *Clin Transplant*. 2000;14:493–8.