

Transplante Pancreático: O que o Radiologista Deve Saber

Pancreatic Transplantation: What the Radiologist Needs to Know

Natalie Antunes, Rosana Santos, Fernando G. Almeida, Nuno Carrilho

¹Departamento de Radiologia, Hospital de Santa Marta, Centro Hospitalar Lisboa Central (CHLC), Lisboa, Portugal
²Departamento de Radiologia, Hospital Curry Cabral, Centro Hospitalar Lisboa Central (CHLC), Lisboa, Portugal

Correspondência

Natalie Antunes
Centro Hospitalar Lisboa Central (CHLC)
Departamento de Radiologia
Hospital de Santa Marta
Rua de Santa Marta, nº 50
1169-024 Lisboa
Portugal
e-mail: nhantunes@hotmail.com

Resumo

O transplante pancreático representa uma alternativa cirúrgica para o tratamento de casos selecionados de doentes diabéticos, com o objetivo de evitar as complicações sistémicas da doença. A abordagem mais frequente é o transplante pancreático-renal simultâneo, em que o pâncreas é geralmente posicionado intraperitonealmente na região pélvica direita. Vários métodos de imagem são usados para a avaliação do enxerto parenquimatoso, a anatomia vascular e a drenagem entérica. A compreensão do procedimento cirúrgico, das técnicas utilizadas e da anatomia pós-procedimento é fundamental à medida que o número destes casos aumenta. O radiologista deve também conhecer as possíveis complicações associadas e a sua aparência imagiológica, com a finalidade de preservar a máxima função do enxerto.

Palavras-chave

Pâncreas; Transplante; Diabetes; Imagiologia pancreática; Complicações pancreáticas

Abstract

Pancreatic transplantation represents a surgical alternative for the treatment of selected cases of diabetic patients, with the goal of avoiding the systemic complications associated with the disease. The most frequent approach is the simultaneous pancreas-kidney transplant, in which the pancreas is usually placed intraperitoneally in the right pelvis. Several imaging methods are used for the evaluation of the parenchymal graft, the vascular anatomy and the enteric drainage. An understanding of the transplantation procedure, the surgical techniques and the post-procedural anatomy is elemental as the number of these cases increases. The radiologist must also be aware of the possible associated complications and their imaging appearance, with the aim of preserving maximum graft function.

Keywords

Pancreas; Transplantation; Diabetes; Pancreatic imaging; Pancreatic complications

Introdução

O transplante pancreático representa uma opção cirúrgica para o tratamento de casos selecionados de diabetes mellitus insulino-dependente, a maioria de tipo 1 (93% casos) e está indicado em pacientes com insuficiência renal em estágio terminal e/ou fraco controlo glicémico com elevado risco para o desenvolvimento de complicações secundárias.¹ Uma contra-indicação relativa para este procedimento é a idade do paciente (superior a 55 anos), uma vez que a taxa de sucesso do enxerto demonstrou ser superior em indivíduos mais jovens.²

Os seus objetivos incluem restaurar a normoglicémia, ao proporcionar uma massa de células β suficiente, e prevenir ou atrasar o desenvolvimento das complicações sistémicas como a nefropatia ou a retinopatia.

O procedimento está associado a melhoria da qualidade de vida (em parte ao reduzir a necessidade de insulino-terapia e diálise) e da esperança média de vida.²

Apesar dos avanços recentes da técnica cirúrgica e dos fármacos imunossuppressores, que permitiram taxas de sobrevivência do enxerto muito elevadas (ver Técnica Cirúrgica), a frequência de realização de transplantes pancreáticos tem vindo a diminuir desde 2004,¹⁴ o que é atribuível a múltiplos fatores: ausência de referência primária adequada, melhorias nos cuidados médicos da diabetes, falta de aceitação na comunidade

diabética.¹⁶ Ainda que a prevalência mundial de diabetes mellitus tipo 1 não seja conhecida, estima-se que existam aproximadamente 3 milhões de doentes nos EUA¹⁵ e até 2010 foram realizados cerca de 25 000 transplantes pancreáticos neste país,¹⁴ o que reflete que < 1% dos casos são tratados com este procedimento.

A técnica mais frequentemente utilizada é o transplante da totalidade do órgão (*whole-organ transplant*) proveniente de dador cadavérico.

A avaliação do enxerto é geralmente multi-modal, utilizando ecografia, tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RM) dependendo do contexto clínico.

O estudo imagiológico do transplante pancreático constitui um desafio para o radiologista; aqui revemos as técnicas de transplante mais frequentes, a complexa anatomia pós-cirúrgica e o espectro de complicações pós-procedimento.

Técnica Cirúrgica e Anatomia Pós-Operatória

A abordagem cirúrgica mais frequente é o transplante pancreático-renal Simultâneo (SPK, *simultaneous pancreas-kidney transplant*), em que os enxertos pancreático e renal de um único dador são implantados no mesmo acto cirúrgico. Esta opção representa aproximadamente 80% dos casos nos EUA;² as restantes consistem no transplante

pancreático após o renal (PAK, *pancreas-after-kidney*), e no transplante pancreático único (PTA, *pancreas transplant alone*), este último em doentes diabéticos com um controlo glicémico inadequado mas sem critérios de nefropatia.²

O transplante simultâneo pancreático-renal demonstrou a melhor taxa de sobrevivência do enxerto entre as 3 opções; apresentou também uma melhor taxa de sobrevivência dos doentes aos 10 anos comparativamente aos doentes diabéticos submetidos unicamente a transplante renal.

O pâncreas do dador é recolhido na sua totalidade com o respectivo suporte vascular e com um segmento duodenal variável que contém a ampola de Vater.

A técnica mais habitual consiste na colocação do enxerto pancreático intra-peritonealmente na região pélvica direita e do enxerto renal na fossa ilíaca esquerda, extra-peritonealmente (Fig. 1).



Figura 1 – Transplante pancreático-renal simultâneo. TC abdomino-pélvica (contraste e.v.) em doente transplantado simultaneamente, demonstrando as posições habituais dos enxertos (pâncreas → rim →).

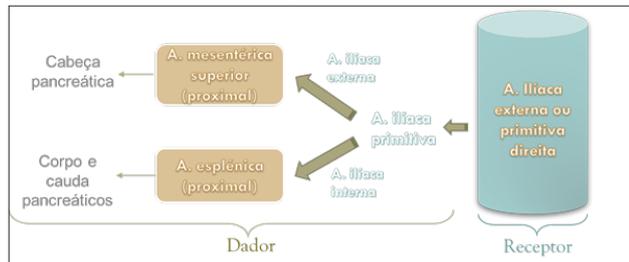
Aporte arterial

O enxerto pancreático recebe a sua irrigação arterial da artéria mesentérica superior do dador - através da artéria pancreaticoduodenal inferior (segmento cefálico) - e da artéria esplénica e dos seus ramos (segmentos corpóreo-caudal).

Adicionalmente é recolhida também a bifurcação da artéria ilíaca primitiva do dador, com o objetivo de criar um conduto em “Y” invertido, em que a artéria ilíaca interna e a externa são anastomosadas *end-to-end* às artérias esplénica e mesentérica superior, respetivamente (tabela 1).

Por sua vez, a artéria ilíaca primitiva do dador é anastomosada latero-terminalmente à artéria ilíaca primitiva (geralmente direita) do receptor (Fig. 2).

Tabela 1 – Aporte arterial no transplante pancreático. Diagrama ilustrativo das anastomoses criadas com o suporte vascular do dador e do receptor.



Drenagem venosa/endócrina

As tributárias venosas intra-pancreáticas drenam nas veias mesentérica superior e esplénica e, finalmente, na veia porta do dador, que também é recolhida.

A veia porta pode, por sua vez, ser anastomosada à veia ilíaca primitiva ou cava inferior do receptor – opção denominada drenagem sistémica (Figs. 3 e 4) – ou à veia mesentérica superior do receptor – drenagem portal.

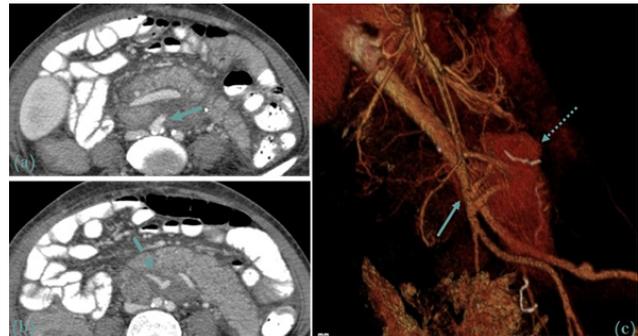


Figura 2 – Anastomose arterial no transplante pancreático. (a) (b) TC abdomino-pélvica em que (b) representa um corte inferior a (a), assinala-se (→) anastomose com a artéria ilíaca primitiva direita e (->) bifurcação em artéria mesentérica superior e esplénica. (c) VRT (Volume rendered CT) demonstrando (→) a anastomose arterial entre a artéria ilíaca primitiva direita (receptor) com as ilíacas externa e interna (dador). Enxerto pancreático assinalado (↔).



Figura 3 – Drenagem venosa sistémica no transplante pancreático. Assinala-se (→) a emergência da anastomose entre a veia cava inferior (receptor) e a veia porta (dador).

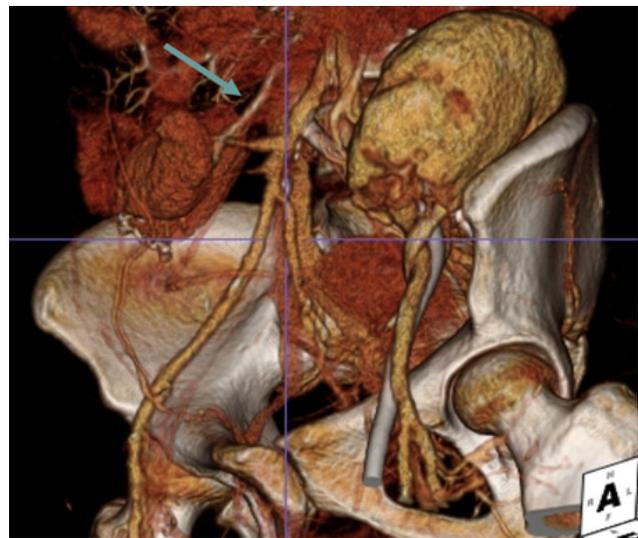


Figura 4 – Drenagem venosa no transplante pancreático. VRT (Volume rendered CT) revela a anastomose venosa (seta) entre a V. porta (dador) e a V. cava inferior (receptor).

Geralmente, a cabeça pancreática dispõe-se caudalmente no caso da drenagem venosa sistémica e cranealmente na opção de drenagem portal.

A técnica escolhida é geralmente ditada pela anatomia do dador e do receptor e pela preferência do cirurgião.²

A opção de drenagem portal apresenta um mecanismo mais fisiológico de drenagem endócrina e pode evitar possíveis casos de hiperinsulinémia, mas não demonstrou melhores resultados em termos de mortalidade cardiovascular.

Drenagem exócrina

As secreções pancreáticas exócrinas drenam através do duodeno dador, que pode ser anastomosado ao intestino delgado do receptor (através de uma duodeno-jejunostomia com ou sem criação de ansa “Y de Roux”), abordagem denominada entérica, ou à bexiga do receptor (drenagem vesical).

A primeira opção representa actualmente a maioria dos procedimentos realizados (aproximadamente 80%)⁵ (Fig. 5), sendo que a duodeno-cistostomia apresentava múltiplas complicações – cistite química, hematuria, infeções urinárias de repetição, estenoses uretrais – pelo que foi sendo progressivamente abandonada. Neste caso o coto duodenal seria anastomosado à vertente superior da bexiga; esta opção tem a vantagem da monitorização da função do enxerto pancreático através da medição da amilase urinária.



Figura 5 – Drenagem exócrina: abordagem entérica. Reformatação coronal de TC abdomino-pélvico (contraste oral) noutra doente demonstra a duodeno-jejunostomia (assinalada pelos fios metálicos de sutura - seta).

Imagiologia do Enxerto Pancreático

Ecografia

A ecografia representa geralmente o exame de primeira linha na avaliação do enxerto pancreático, pela sua portabilidade e ausência de radiação ionizante. A sua avaliação pode, contudo, ser limitada devido à posição intra-peritoneal do enxerto e à sobreposição de gás intestinal.

O modo B permite a avaliação parenquimatosa e de possíveis complicações, como coleções líquidas intra- e/ou peri-pancreáticas.

O parênquima normal deve ter uma ecoestrutura homogênea, sólida com ecos de baixo grau, ligeiramente hipocogénica relativamente ao pâncreas nativo e à gordura mesentérica adjacente (Fig. 6).



Figura 6 – Aspeto ecográfico de transplante pancreático normal (→). Visão longitudinal do enxerto pancreático demonstra ecoestrutura homogênea e ecogenicidade inferior à gordura adjacente.

A avaliação por Doppler é valiosa na análise da perfusão parenquimatosa – modo *color* Doppler – e na patência das anastomoses vasculares – modo Doppler *spectral* (Fig. 7). O fluxo arterial normal é caracterizado por uma subida sistólica aguda e um fluxo diastólico contínuo. Uma onda monofásica sugere fluxo venoso. Em contexto pós-operatório imediato as velocidades das anastomoses arteriais podem ser muito elevadas devido a possível edema pós-operatório e/ou *kinking* da anastomose.

Adicionalmente a ecografia pode desempenhar um papel fundamental na biópsia percutânea.

TC

Permite a avaliação do parênquima, das anastomoses vasculares e entéricas e de possíveis complicações associadas. A suspeita de complicações entéricas, pancreatite ou infeção abdominal são as indicações mais frequentes para a realização de TC.

O protocolo utilizado deve incluir contraste oral (positivo) que permite identificar as ansas intestinais adjacentes ao enxerto e diferenciá-las de possíveis coleções líquidas. O duodeno do dador apresenta-se frequentemente colapsado, podendo preencher de forma inconstante com o contraste oral administrado.³

O estudo deve ser multifásico; no entanto, o uso de contraste iodado endovenoso deve ser ponderado atendendo ao risco de agravamento da função renal basal e do contexto clínico destes examinados.

Devem ser adquiridas imagens pré-contraste com o objectivo de localizar o enxerto e possíveis trombos/hematomas recentes.

A fase arterial (tardia) pode ser obtida com técnica de *bolus-tracking* na artéria ilíaca primitiva (valor de atenuação 150 HU) e é valiosa na avaliação da captação parenquimatosa e do aporte e anastomoses arteriais (Fig. 8a).⁸

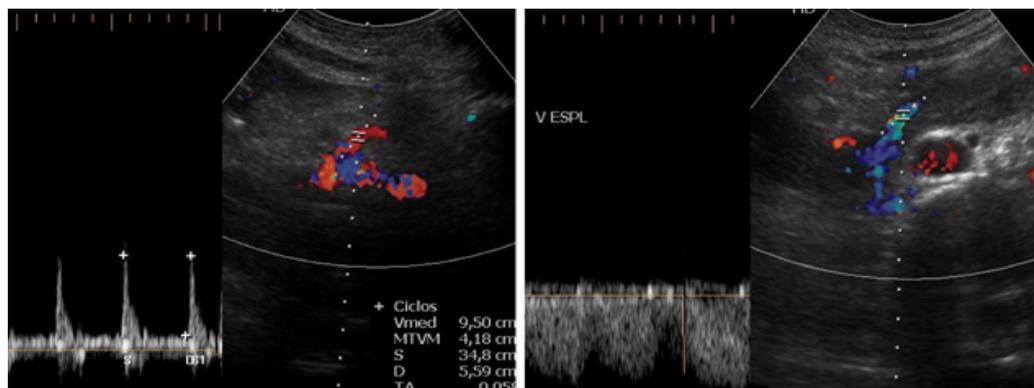


Figura 7 – Avaliação Doppler normal do pâncreas transplantado. Avaliação da artéria esplênica (imagem direita) e da veia esplênica (imagem esquerda) adequadas neste paciente recentemente transplantado.

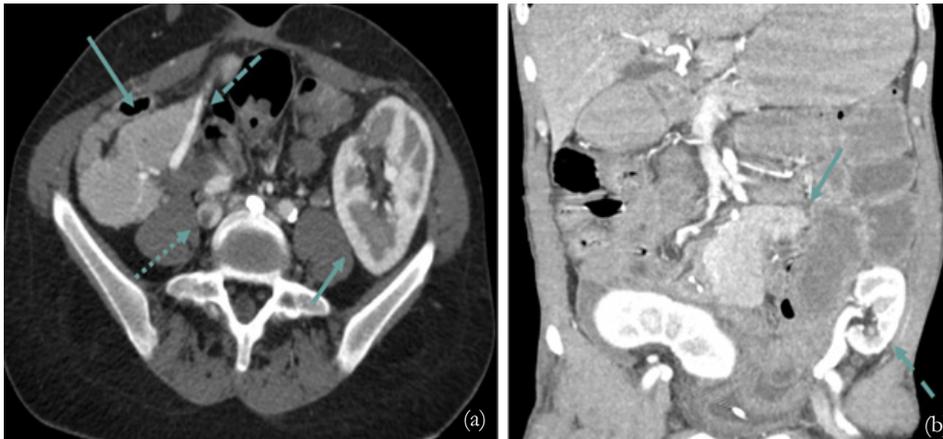


Figura 8 – TC (com contraste e.v., fase arterial tardia) de transplante pancreático-renal simultâneo. (a) Permite observar o parênquima de ambos os enxertos (→), as anastomoses e possíveis complicações, como um trombo na VCI (seta puntiforme). Veia esplênica normal assinalada a -->. (b) Reformatação coronal noutro doente que já tinha sido submetido a um primeiro transplante renal (->), que fracassou. O parênquima do enxerto pancreático apresenta-se sem alterações (→). Note os fios metálicos de sutura adjacentes à duodeno-jejunostomia.

Aos 50 segundos após a administração de contraste e.v. a aquisição em fase venosa portal avalia a respectiva drenagem e possíveis complicações associadas.

O parênquima do enxerto deve apresentar uma captação de contraste homogênea, mais intensa em fase arterial. A duodeno-jejunostomia é identificada mais facilmente nas reformatações multiplanares (plano coronal) (Fig. 8b).

RM

A RM é habitualmente indicada para pacientes jovens em que a radiação cumulativa é uma consideração essencial; demonstra, no entanto, uma menor resolução espacial que a TC.

Um protocolo adequado inclui imagens ponderadas em T1 (pré-contraste; em fase e fora de fase), ponderadas em T2 *fast spin echo* em plano coronal e ponderadas em T2 axiais com supressão de gordura. Adicionalmente devem ser adquiridas imagens após administração de contraste endovenoso (Gadolinio) em fases arterial e venosa.⁸

Em T1 o parênquima pancreático deve ser homogêneo e hiperintenso relativamente ao fígado e deve exibir um sinal intermédio entre o líquido e o músculo em T2.³

A colangio-pancreatografia por RM (CPRM), por outro lado, apresenta a possibilidade de avaliação do sistema ductal.

Angiografia

Reservada para pacientes que necessitam intervenção endovascular (trombectomia venosa, colocação de *stent*, entre outros).

Complicações

As complicações mais frequentes incluem as coleções líquidas, parenquimatosas, vasculares e entéricas (tabela 2).

Pós-operatório precoce (até 4 semanas após o transplante)²

No período pós-operatório precoce, é possível observarem-se as seguintes alterações (Fig. 9.a.):

- Pequenas coleções líquidas peri-pancreáticas;
- Espessamento parietal duodenal (dador);
- Discreta ectasia do ducto pancreático principal;
- Ligeira densificação da gordura peri-pancreática;

sendo que a maioria é auto-limitada e não condiciona repercussão funcional.²

Coleções líquidas

Representam as complicações mais frequentes associadas ao transplante pancreático, com uma incidência estimada de 20%.^{9,13} A maioria surge no primeiro mês após o transplante. Podem corresponder a múltiplas entidades: seroma (Fig. 9b), hematoma, abscesso (Fig. 10), pseudoquisto ou linfocele.

Tabela 2 – Tipos de complicações possíveis associadas ao transplante pancreático.

Coleções Líquidas	Parenquimatosas
Vasculares	Entéricas

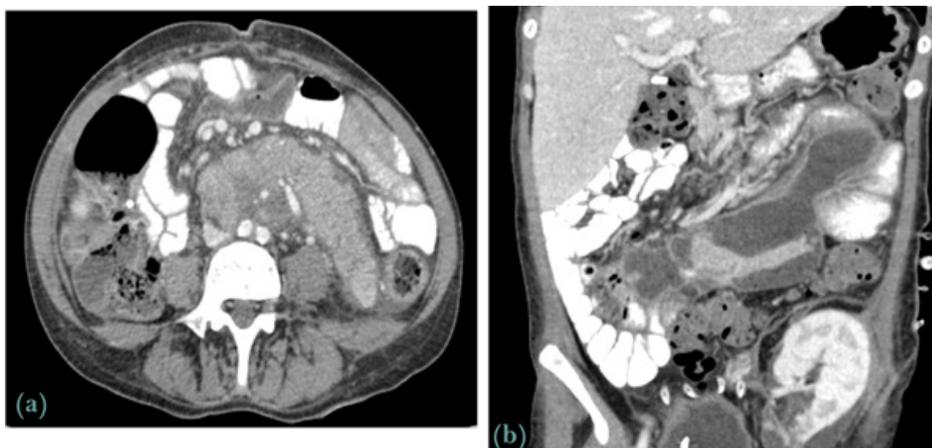


Figura 9 – (a) Achados no pós-operatório imediato. Observa-se alguma globosidade do enxerto pancreático, associada a pequena quantidade de líquido livre e ligeira densificação da gordura adjacente. Estes achados resolveram espontaneamente nas semanas seguintes. (b) Coleções líquidas peri-pancreáticas. Reformatação coronal de TC abdomino-pélvico que demonstrou múltiplas coleções líquidas adjacentes ao enxerto que correspondiam a seromas.

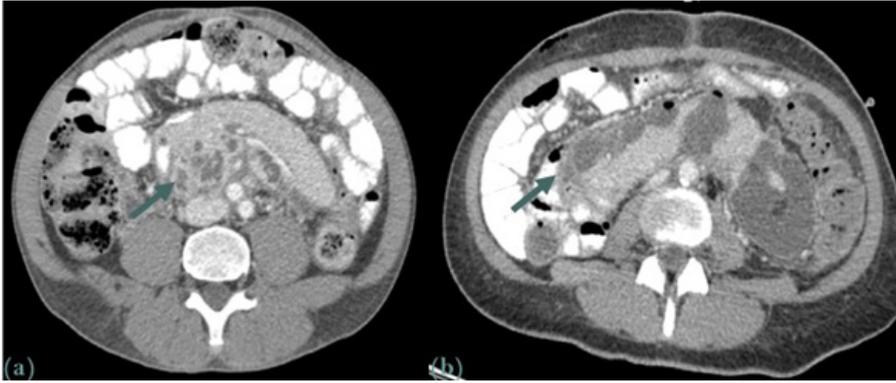


Figura 10 – Suspeita de infecção peri-pancreática. (a) Assinalam-se várias coleções de parede espessa, captante, (→) sugestivas de abscessos adjacentes à glândula. (b) Noutro examinado com parâmetros inflamatórios aumentados, objectivam-se (→) coleções líquidas intra- e peri-enxerto, algumas com bolhas gasosas no seu interior. A drenagem percutânea confirmou a presença de líquido purulento.

Englobam, portanto, um amplo espectro de gravidade: desde clinicamente insignificantes a potencialmente fatais. A avaliação radiológica multi-modal é frequentemente necessária. A drenagem percutânea, guiada por ecografia ou TC, pode ser vital para o seu diagnóstico e tratamento definitivos, uma vez que as características imagiológicas podem ser inespecíficas.

Parenquimatosas

A generalidade dos casos de pancreatite ocorre no período pós-operatório imediato (< 4 semanas) e deve-se a dano por reperfusão. Estima-se que ocorra em até 35% dos transplantes,² mas a maioria é sub-clínica e auto-limitada.

Em casos de pancreatite severa o estudo ecográfico pode demonstrar aumento dimensional e ecoestrutura heterogénea da glândula e/ou possíveis complicações, como a presença de coleções líquidas contíguas. A avaliação em modo Doppler pode testar o grau de perfusão parenquimatosa.

O estudo após contraste e.v. (TC ou RM) é fundamental para avaliar possíveis áreas de diminuição/ausência de captação em casos de pancreatite necrotizante, assim como eventuais complicações (trombose, abscesso, hemorragia) (Fig. 11).

A rejeição (aguda, sub-aguda ou crónica) representa uma causa fundamental na perda do enxerto, estimando-se que a forma crónica ocorra em 4-10% dos casos². Apesar de alguns achados imagiológicos poderem ser sugestivos – alteração dimensional glandular, padrão patológico de captação de contraste, sinal alterado em T1 e T2 – estes dados são inespecíficos, pelo que o gold-standard permanece a biópsia do enxerto com avaliação histológica.¹⁰

Vasculares

Este tipo de complicações representam a causa mais frequente de fracasso precoce do enxerto.²

A trombose (arterial ou venosa) ocorre geralmente nas primeiras semanas após o transplante e pode predispor a enfarte, deiscência da anastomose ou infecção. Afeta aproximadamente 5-14%² dos transplantes e é habitualmente de origem multifatorial.

Na forma crónica (meses – anos após o transplante) pode representar o estágio final de um processo de rejeição.

A aparência ecográfica do enxerto nestes casos é geralmente inespecífica: pode mostrar-se aumentado dimensionalmente com diminuição da sua ecogenicidade – pelo edema frequentemente associado – ou com heterogeneidade da sua ecoestrutura.

A avaliação em modo Doppler é, portanto, fundamental, revelando a ausência de fluxo no vaso afectado e, ocasionalmente, da perfusão parenquimatosa no enxerto (Fig. 12a).⁸



Figura 11 – Pancreatite aguda em contexto de transplante pancreático. Neste doente com parâmetros analíticos aumentados (amilase e lipase) a angio-TC demonstrou heterogeneidade parenquimatosa do enxerto, captação heterogénea de contraste e coleções líquidas adjacentes (setas).

No estudo por TC ou RM com contraste pode ser observado o trombo como um defeito de preenchimento ou hipointensidade no interior do lúmen vascular, respectivamente, associado ou não a diminuição/ausência de captação parenquimatosa (Fig. 12b).

A estenose da anastomose é pouco frequente e geralmente ocorre no período pós-operatório recente.

Os pseudo-aneurismas estão frequentemente associados a trauma cirúrgico ou por biópsia, pancreatite severa ou infecção. Os locais de anastomoses arteriais estão particularmente predispostos a este tipo de complicação. Ecograficamente são observados como estruturas anecogénicas, redondas ou ovóides, imediatamente adjacentes aos vasos, com fluxo interno *yin-yang* na aplicação do modo Doppler. A TC ou RM com contraste identifica uma dilatação sacular do vaso afectado que exhibe captação similar ao território vascular contíguo.

A fístula arterio-venosa é uma complicação vascular pouco frequente, geralmente em contexto iatrogénico (pós-cirúrgico ou biópsia). A avaliação em modo Doppler revela fluxo turbulento de elevada velocidade e baixa resistência num lúmen arterial que comunica com uma veia que, por sua vez, exhibe fluxo pulsátil. O estudo em fase arterial por TC e RM pode identificar uma opacificação precoce da veia de drenagem afectada (Fig. 13).

Entéricas

A oclusão do intestino delgado pode ser secundária a bridas/aderências ou a uma hérnia interna originada através de um defeito do mesentério criado durante o procedimento cirúrgico (Fig. 14).

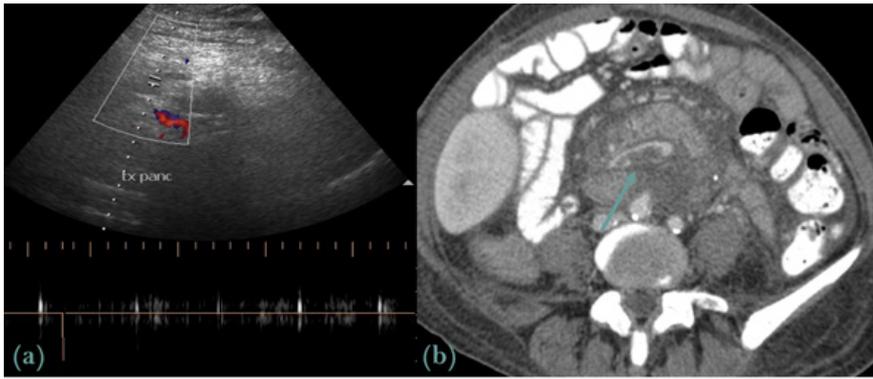


Figura 12 – (a) Trombose arterial do enxerto pancreático. A avaliação ecográfica em modo Doppler objetivou ausência de fluxo adequado na artéria mesentérica superior, sugestiva de trombose arterial. A avaliação em modo B (*gray-scale*) era inaracterística. (b) Trombose venosa em transplante pancreático (TC Abdomino-pélvico, contraste oral e e.v.). Assinala-se (→) defeito de preenchimento intra-luminal na vertente inferior da veia esplênica, traduzindo tombose venosa parcial.

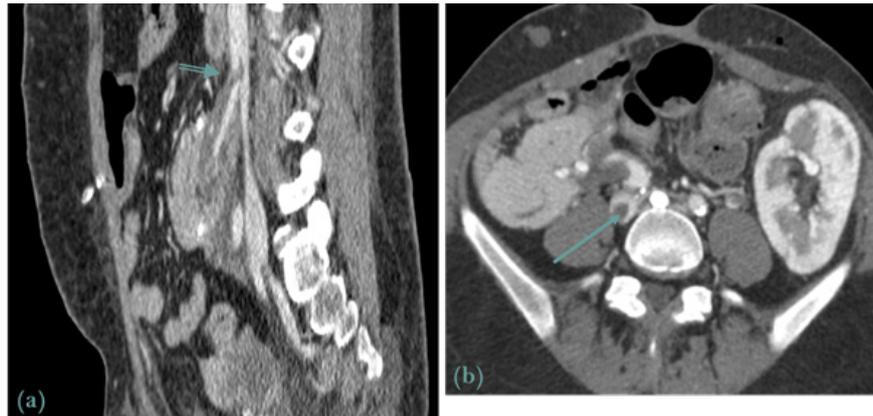


Figura 13 – Trombose venosa associada ao transplante pancreático. (a) TC Abdomino-pélvico (reformatação sagital) e (b) axial que demonstram trombose parcial (setas) da VCI adjacente à anastomose venosa do enxerto pancreático.



Figura 14 – Complicação entérica no transplante pancreático: oclusão intestinal. Em doente com queixas sugestivas de obstrução intestinal a TC salientou marcada dilatação intestinal atribuível a aderências.

Os *leaks* da anastomose entérica (duodeno-jejunoestomia) podem ser precoces – atribuíveis a isquemia – ou tardios (4 semanas pós-procedimento) – secundários a infecção ou rejeição. Imagiologicamente pode demonstrar-se líquido livre, coleções líquidas e/ou ar livre intra-peritoneal. Neste contexto pode ser útil a administração de contraste oral, ao revelar o extravasamento intra-peritoneal do mesmo.

Conclusão

O transplante pancreático representa uma opção terapêutica em casos avançados de diabetes. A abordagem mais frequente é o transplante pancreático-renal simultâneo, demonstrando as melhores taxas de sobrevivência do enxerto. A técnica cirúrgica envolve a criação de anastomoses vasculares e entérica cujas características o radiologista deve conhecer. A avaliação imagiológica do transplante inclui a ecografia, TC e RM, dependendo da indicação e do contexto clínico. As complicações associadas ao procedimento podem classificar-se em parenquimatosas, vasculares, entéricas ou coleções líquidas. A angio-TC representa o melhor método de imagem

para avaliação das complicações vasculares e entéricas. As técnicas imagiológicas são ainda inestimáveis para guiar a biópsia do enxerto (em caso de suspeita de rejeição) e para orientar a drenagem percutânea de coleções.

Recebido / Received 08/09/2016

Aceite / Acceptance 29/01/2017

Divulgações Éticas / Ethical disclosures

Conflitos de interesse: Os autores declaram não possuir conflitos de interesse.

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Suporte financeiro: O presente trabalho não foi suportado por nenhum subsídio ou bolsa.

Financing Support: This work has not received any contribution, grant or scholarship.

Referências

- Hampson FA, Freeman SJ, Ertner J. Pancreatic transplantation: surgical technique, normal radiological appearances and complications. *Insights Imaging*. 2010;1:339-47.
- O'Malley RB, Moshiri M, Osman S, Menias CO, Katz DS. Imaging of pancreas transplantation and its complications. *Radiol Clin North Am*. 2016;54(2):251-66.
- Vandermeer FQ, Manning MA, Frazier AA, Wong-You-Cheong JJ. Imaging of whole-organ pancreas transplants. *Radiographics*. 2012;32:411-35.
- Oliver J, Beidas AK, Bongu A. A comparison of long-term outcomes of portal versus systemic venous drainage in pancreatic transplantation: systematic review and meta-analysis. *Clin Transplant*. 2015;29:882-92.
- Sandrasegaran K, Lall C, Berry WA, Hameed T, Maglinte DD. Enteric drainage pancreas transplantation. *Abdom Imaging*. 2006;31:588-95.
- Freund MC, Steurer W, Gassner EM. Spectrum of imaging findings after pancreas transplantation with enteric exocrine drainage: Part 1, posttransplantation anatomy. *Am J Roentgenol*. 2004;182:911-17.
- Powell FE, Harper SJ. Postoperative CT in pancreas transplantation *Clin Radiol*. 2015;70:1220-8.
- Tolat PP, Foley WD, Johnson C. Pancreas transplant imaging: how I do it. *Radiology*. 2015;275:14-27.

-
9. Heller MT, Bhargava P. Imaging in pancreatic transplants. *Indian J Radiol Imaging*. 2014;24:339-49.
 10. Chen JL, Lee RC, Shyr YM. Imaging spectrum after pancreas transplantation with enteric drainage *Korean J Radiol*. 2014;15:45-53.
 11. Franca M, Certo M, Martins L. Imaging of pancreas transplantation and its complications *Insights Imaging*. 2010;1:329-38.
 12. Gimenez JM, Bluth EI, Simon A, Troxclair L. Evaluation of pancreatic allografts with sonography. *J Ultrasound Med*, 2012;31:1041-51.
 13. Singh RP, Vrakas G, Hayek S. Clinically significant peripancreatic fluid collections after simultaneous pancreas-kidney transplantation. *Transplantation*. 2013;95:1263-69.
 14. Gruessner AC. Update on pancreas transplantation: comprehensive trend analysis of 25,000 cases followed up over the course of twenty-four years at the International Pancreas Transplant Registry (IPTR). *Rev Diabet Stud*. 2011;8:6-16.
 15. Chiang J, Kirkman S, Laffel L, Peters A. Type 1 diabetes through the life span: a position statement of the american diabetes association. *Diabetes Care*. 2014;37:2034-54.
 16. Stratta RJ, Fridell JA, Gruessner AC, Odorico JS, Gruessner RW. Pancreas transplantation: a decade of decline. *Curr Opin Organ Transplant*. 2016;21:386-92.