

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Transplante renal com artérias múltiplas e vasos curtos

Vasco Leite Casal Ribeiro

M

2026



Transplante renal com artérias múltiplas e vasos curtos

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Medicina, submetida ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto

Estudante

Vasco Leite Casal Ribeiro

up201706873@icbas.up.pt

Mestrado Integrado em Medicina

Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar - Universidade do Porto

Orientador

Dr. Daniel Azevedo Mendes

danielmendes.cirvascular@chporto.min-saude.pt

Médico, Assistente Hospitalar na Unidade Local de Saúde de Santo António - Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular

Colaborador externo

Coorientadora

Professora Doutora Ivone Fernandes Santos Silva

ivonesilva.cirvascular@ulssa.min-saude.pt

Médica, Assistente Hospitalar Graduada na Unidade Local de Saúde de Santo António - Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular

Professora Catedrática Convidada do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar - Universidade do Porto

Coorientador

Doutor João Marcelo Cabral

jmacabral@gmail.com

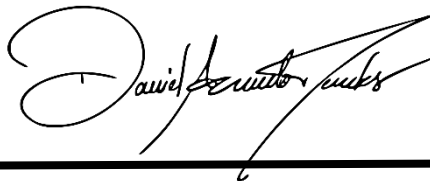
Médico, Interno de Formação Específica na Unidade Local de Saúde de Santo António - Serviço de Angiologia e Cirurgia Vascular

Colaborador externo

Estudante:

(Vasco Leite Casal Ribeiro)

Orientador:



(Daniel Azevedo Mendes, Doutor)

Coorientadora:

(Ivone Fernandes Santos Silva, Professora Doutora)

Coorientador:

(João Marcelo Cabral, Doutor)

Porto, Junho de 2026

Agradecimentos

Ao Doutor Daniel Mendes pelo feedback detalhado e orientação do trabalho, e pelo extenso conhecimento desta área científica que foi imprescindível para a sua realização.

À Professora Ivone Silva e ao Doutor João Cabral pelo apoio e supervisão desta dissertação.

Ao Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar e à Unidade Local de Saúde de Santo António pelo conhecimento e experiência que me transmitiram.

Resumo

Introdução

O transplante renal constitui o tratamento de eleição para a doença renal crônica terminal. Associada à escassez de órgãos disponíveis, esta realidade tem conduzido à utilização crescente de enxertos com variantes anatômicas vasculares, nomeadamente artérias renais múltiplas (MRA) e vasos de reduzido comprimento, particularmente nos transplantes provenientes de dador vivo.

A presença de MRA e de vasos curtos aumenta a complexidade técnica das anastomoses, podendo traduzir-se em maior tempo de isquemia, risco acrescido de complicações, atraso na função do enxerto, e pior função e sobrevivência do enxerto.

Várias estratégias de reconstrução arterial foram descritas para rins com MRA. Apesar da abundância de descrições técnicas, permanece pouco claro qual o impacto real das diferentes técnicas de reconstrução vascular, em rins com MRA e vasos curtos, nomeadamente no que diz respeito ao prognóstico do enxerto renal.

Objetivos

Sintetizar a evidência publicada sobre transplante renal com artérias renais múltiplas e/ou vasos curtos que exigem reconstrução vascular, descrevendo as técnicas utilizadas e o seu impacto nos resultados do enxerto.

Metodologia

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados PubMed, Embase, Scopus e Cochrane Library para identificar artigos publicados entre janeiro de 2016 e dezembro de 2025, escritos em língua inglesa e limitados a estudos realizados em humanos.

Foram incluídos estudos observacionais, séries de casos e relatos de caso sobre transplante renal envolvendo artérias renais múltiplas, veia renal curta ou artéria renal curta/lesionada, nos quais fossem descritas técnicas de reconstrução vascular e reportados resultados vasculares e/ou do enxerto. Foram considerados elegíveis estudos referentes a populações adultas e pediátricas, bem como transplantes provenientes de dador vivo ou de dador cadáver.

Resultados

Os estudos demonstram que com técnicas adequadas de reconstrução vascular, rins com MRA e vasos curtos demonstram resultados comparáveis a rins sem variações anatômicas a nível de DGF, complicações, função e sobrevivência do enxerto a longo prazo. No entanto, existem variações nos resultados a curto prazo, e nos tempos de isquemia.

Comparações entre diferentes técnicas de reconstrução vascular mostram resultados semelhantes na maioria dos casos, mas com certas variações anatômicas algumas técnicas têm melhores resultados.

Conclusões

Os rins com artérias renais múltiplas e vasos curtos constituem opções viáveis para transplante renal. A sua utilização pode requerer diferentes técnicas de reconstrução vascular, adaptadas às particularidades anatómicas de cada enxerto.

Palavras-Chave

“Kidney transplantation”; “Renal artery”; “Renal artery, abnormalities”.

Renal Transplantation with Multiple Arteries and Short Vessels

Abstract

Introduction

Kidney transplantation is the treatment of choice for end-stage chronic kidney disease. Combined with a shortage of available organs, this situation has led to the increasing use of grafts with anatomical vascular variations, namely multiple renal arteries (MRA) and short vessels, particularly in transplants from living donors.

The presence of MRA and short vessels increases the technical complexity of anastomoses, which may result in longer ischemia time, increased risk of complications, delayed graft function, and poorer graft function and survival.

Several arterial reconstruction strategies have been described for kidneys with MRA. Despite the abundance of technical descriptions, the actual impact of different vascular reconstruction techniques on kidneys with MRA and short vessels remains unclear, particularly regarding the prognosis of the renal graft.

Objectives

To synthesize the published evidence on kidney transplantation with multiple renal arteries and/or short vessels requiring vascular reconstruction, describing the techniques used and their impact on graft outcomes.

Methods

A search was conducted in the PubMed, Embase, Scopus, and Cochrane Library databases to identify articles published between January 2016 and December 2025, written in English, and limited to studies conducted in humans.

We included observational studies, case series, and case reports on kidney transplantation involving multiple renal arteries, short renal veins, or short/damaged renal arteries, in which vascular reconstruction techniques were described and vascular and/or graft outcomes were reported. Studies involving adult and pediatric populations, as well as transplants from living or deceased donors, were considered eligible.

Results

The studies demonstrate that with appropriate vascular reconstruction techniques, kidneys with MRA and short vessels show outcomes comparable to kidneys without anatomical variations in terms of DGF, complications, function, and long-term graft survival. However, there are variations in short-term outcomes and ischemia times.

Comparisons between different vascular reconstruction techniques show similar results in most cases, but with certain anatomical variations, some techniques yield better outcomes.

Conclusions

Kidneys with multiple renal arteries and short vessels are viable options for kidney transplantation. Their use may require different vascular reconstruction techniques, adapted to the specific anatomical features of each graft.

Keywords

“Kidney transplantation”; “Renal artery”; “Renal artery, abnormalities”.

Abreviaturas

AEI – artéria epigástrica inferior

AIE – artéria ilíaca externa

AII – artéria ilíaca interna

ARD – artéria renal direita

API – artéria polar inferior

APS – artéria polar superior

ARE – artéria renal esquerda

ARP – artéria renal principal

DGF – delayed graft function

eGFR – estimated glomerular filtration rate

GFR – glomerular filtration rate

MRA – multiple renal arteries

NMP – normothermic machine perfusion

PSV – peak systolic velocity

RM – ressonância magnética

SRA – single renal artery

TAC – tomografia axial computadorizada

TRAS – transplant renal artery stenosis

VCI – veia cava inferior

VRD – veia renal direita

VRE – veia renal esquerda

Índice

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iv
Abreviações	vi
Lista de Tabelas	viii
Introdução	1
Métodos	1
Resultados	3
Prevalência e relevância anatômica de MRA/vasos curtos	4
Contexto anatômico	4
Relevância	5
Epidemiologia de MRA	6
Imagiologia	7
MRA	7
Técnicas de reconstrução arterial de MRA e Resultados	7
Laqueação de artéria polar	12
Desenvolvimento de estenose da artéria renal do enxerto	13
Vasos Renais Curtos	13
Artéria renal curta e resultados	13
Veia Renal Direita, técnicas de venoplastia de alongamento e resultados	14
Reconstrução Vascular no Transplante Renal Pediátrico	16
Discussão	17
Conclusão	19
Anexos	20
Referências	22

Lista de Tabelas

Tabela I - Sumário de principais estudos de MRA e respectivos resultados.

Tabela II - Sumário de principais estudos de veia renal curta e respectivos resultados.

Introdução

O transplante renal constitui a opção terapêutica ideal para a doença renal crónica terminal. Contudo, a escassez de órgãos disponíveis tem levado a uma utilização crescente de enxertos com características anatómicas menos favoráveis, incluindo rins com artérias renais múltiplas (MRA) e vasos de reduzido comprimento. Estas variantes anatómicas representam desafios técnicos adicionais durante o procedimento de transplante, o que exige frequentemente a aplicação de técnicas específicas de reconstrução vascular para garantir resultados satisfatórios.

Historicamente, os rins com estas características eram considerados de maior risco, por se associarem a taxas mais elevadas de complicações cirúrgicas e a piores resultados funcionais do enxerto. No entanto, a evidência mais recente tem vindo a questionar este paradigma, sugerindo que, quando adequadamente selecionados, estes enxertos podem apresentar resultados comparáveis aos dos rins com anatomia vascular convencional.

Paralelamente, foi descrita uma ampla variedade de técnicas de reconstrução vascular para responder às diferentes variantes anatómicas encontradas na prática clínica. Apesar disso, permanece alguma incerteza relativamente à superioridade de determinadas abordagens e ao seu impacto nos resultados clínicos e funcionais dos doentes.

O objetivo desta dissertação é realizar uma revisão narrativa da literatura publicada na última década sobre as técnicas de reconstrução vascular utilizadas em transplantes renais com artérias renais múltiplas e vasos curtos, avaliando a sua aplicabilidade, segurança e eficácia.

Métodos

Foi realizada uma revisão narrativa da literatura científica publicada sobre transplante renal com artérias renais múltiplas (MRA) e/ou vasos curtos que requerem reconstrução vascular.

Foram pesquisadas as seguintes bases de dados eletrónicas: MEDLINE/PubMed, Embase, Scopus e Cochrane Library. A pesquisa foi conduzida de forma independente e cobriu o período de 1 de janeiro de 2016 a 31 de dezembro de 2025.

A estratégia de pesquisa baseou-se numa combinação de termos MeSH e termos livres. Os termos principais utilizados foram:

- Procedimento: "kidney transplantation", "renal transplantation", "renal transplant"
- Variante anatómica: "multiple renal arteries", "accessory renal artery", "renal artery abnormalities", "polar artery", "renal artery variations", "short renal vein", "right renal vein", "vascular reconstruction", "vein extension", "bench surgery", "back table reconstruction"

Os conceitos foram combinados com o operador booleano AND entre grupos e OR dentro de cada grupo. Foram aceites apenas artigos em língua inglesa e em humanos.

Adicionalmente, foram pesquisadas manualmente as listas de referências dos artigos selecionados (*backward citation searching*), de forma a identificar estudos relevantes não capturados pela pesquisa eletrónica.

Critérios de Inclusão:

Para ser incluído nesta revisão, cada estudo deveria satisfazer os seguintes critérios:

- Estudos observacionais (coortes prospectivas ou retrospectivas), séries de casos com ≥ 3 doentes;
- Populações adultas ou pediátricas, dador vivo ou falecido;
- Rins com MRA (≥ 2 artérias), artéria renal curta ou lesionada, ou veia renal de comprimento insuficiente para anastomose sem venoplastia de alongamento;
- Descrição explícita de técnica de reconstrução vascular;
- Reporte de pelo menos um dos seguintes resultados: função imediata do enxerto ou DGF; creatinina sérica ou eGFR; complicações vasculares ou urológicas; sobrevivência do enxerto ou do doente; tempo de isquemia.

Critérios de Exclusão:

Foram excluídos os estudos que apresentavam qualquer uma das seguintes características:

- Estudos puramente anatómicos, cadavéricos ou imagiológicos sem dados de transplante clínico;
- Estudos sem descrição da técnica vascular utilizada;
- Relatos de caso simples com apenas um caso reportado;
- Revisões narrativas, revisões sistemáticas e meta-análises (utilizadas na discussão, não como estudos primários);
- Editoriais, cartas ao editor sem dados originais e resumos de conferência sem texto integral;
- Artigos sem acesso ao texto integral;
- Publicações fora do período definido ou em língua diferente do inglês.

Processo de Seleção, Extração e síntese de Dados

Após remoção de duplicados, os títulos e resumos de todos os artigos identificados foram avaliados por um revisor. Os artigos potencialmente elegíveis foram obtidos na íntegra e sujeitos a avaliação de elegibilidade completa com base nos critérios acima descritos.

Para cada estudo incluído, foram extraídos os seguintes dados: autores e ano de publicação; país e número de centros; desenho do estudo; número de doentes e rins com MRA/vasos curtos; tipo de dador; técnica(s) de reconstrução vascular descrita(s); critérios de definição dos principais resultados; resultados reportados; duração do follow-up.

Dada a heterogeneidade esperada entre estudos em termos de desenho, tamanho das amostras, definições de resultados e técnicas utilizadas, a síntese foi realizada de forma narrativa, organizando os estudos por domínio temático. Não foi realizada meta-análise quantitativa.

As revisões sistemáticas e meta-análises já publicadas sobre o tema foram identificadas e utilizadas explicitamente na discussão para contextualizar e confrontar os resultados dos estudos primários incluídos.

Resultados avaliados nos estudos

Os principais resultados avaliados nesta revisão são a função do enxerto, as complicações vasculares e urológicas, e a sobrevivência do enxerto.

Creatinina sérica reflete a função renal por ser filtrada quase exclusivamente pelos glomérulos. Valores de referência situam-se entre 0,6 e 1,3 mg/dL. A taxa de filtração glomerular estimada (eGFR), expresso em mL/min/1,73 m², é o principal indicador de função renal utilizado nos estudos incluídos, calculado através de equações validadas como a CKD-EPI. Valores normais situam-se entre 90 e 120 mL/min/1,73 m².

Atraso na função do enxerto (DGF) é definida pela necessidade de diálise na primeira semana pós-transplante. Constitui um preditor independente de pior sobrevida do enxerto a longo prazo. A ausência de definição uniforme na literatura limita a comparabilidade entre estudos.

Complicações vasculares incluem trombose arterial ou venosa, de apresentação predominantemente precoce, e estenose da artéria renal do transplante (TRAS), tipicamente tardia, diagnosticada por ecografia *Doppler* e confirmada por angiografia.

Complicações urológicas — fístula e estenose ureteral — relacionam-se frequentemente com o compromisso da vascularização ureteral, em particular na presença de artérias polares inferiores (API).

Tempo de isquemia fria corresponde ao período de preservação do órgão a 4°C; tempo de isquemia quente ao período de implantação à temperatura ambiente. O tempo de anastomose é a componente modificável da isquemia quente, diretamente influenciada pela complexidade da reconstrução vascular. Limiares geralmente aceites: <24 horas para isquemia fria e <30–45 minutos para isquemia quente.

A sobrevida do enxerto e do doente são os resultados principais de longo prazo, avaliados aos 1, 3 e 5 anos pós-transplante.

Resultados

Prevalência e relevância anatómica de MRA/vasos curtos

Contexto anatómico

Na maioria dos indivíduos, cada rim é irrigado por uma única artéria renal, que se origina diretamente da aorta abdominal. O rim direito é vascularizado pela artéria renal direita (ARD) e o

rim esquerdo pela artéria renal esquerda (ARE). Esta configuração anatômica é habitualmente designada na literatura por *single renal artery* (SRA).

Após a sua entrada no hilo renal, as artérias renais dividem-se em artérias segmentares, que posteriormente dão origem às artérias interlobares. Como estas ramificações ocorrem no interior do parênquima renal, têm geralmente pouca relevância no contexto do transplante renal.

Contudo, uma proporção significativa da população apresenta mais do que uma artéria a irrigar o mesmo rim. Esta variante anatômica é designada por *multiple renal arteries* (MRA). As configurações anatômicas associadas às MRA são extremamente heterogêneas, variando em número, calibre, origem e território de perfusão das artérias envolvidas. Esta diversidade dificulta a sua classificação e contribui para a falta de uniformidade terminológica observada na literatura.

Em alguns casos, existem várias artérias renais paralelas, desaguando todas no hilo renal. Normalmente são 2 artérias, mas podem ser 3 ou mais. ^{(3) (4) (5)} Podem ser de calibre igual ou diferente.

Noutros casos, existem uma ou mais artérias que desaguam nos polos renais. Estas são designadas de artérias polares, podendo ser artéria polar superior (APS) ou artéria polar inferior (API). ⁽⁵⁾ Estas são predominantemente de calibre reduzido, e apenas irrigam os polos renais respetivos, com uma (ou várias) artérias renais de maior calibre e configuração hilar a perfundir a maioria do parênquima renal. Quando existem artérias polares, as artérias renais hilares são ocasionalmente designadas de artéria renal principal (ARP) para facilitar a sua distinção.

Outro aspeto anatómico a considerar é o de vasos renais curtos do enxerto. Estes ocorrem principalmente na veia renal direita (VRD). Esta desagua na veia cava inferior, localizada muito perto do rim direito, pelo que a VRD é fisiologicamente curta, principalmente em comparação com a veia renal esquerda (VRE). O rim transplantado é normalmente colocado na fossa ilíaca, onde tem de chegar a uma veia ilíaca externa, que normalmente é mais distante do que a veia cava inferior era na posição fisiológica do rim. Além disso, durante o processo de extração do rim existe sempre um segmento de veia que não é removido, que tende a ser mais extenso numa remoção laparoscópica. Como a VRD já é curta, a porção restante após a remoção é tão pequena que dificulta a implantação no recetor. Também podem ocorrer outros motivos para vasos curtos, como dano iatrogénico do vaso no processo de colheita do rim do dador, ou dano aterosclerótico arterial.

Relevância

O impacto no transplante da presença de vasos curtos ou MRA está fortemente correlacionado com o estado do dador, pois este vai influenciar o tipo de técnicas a utilizar. Num dador vivo, é imperativa a segurança do dador, impossibilitando o uso de certas técnicas, como o “carrel patch” (patch aórtico) ou a secção da veia cava inferior (VCI). ⁽⁶⁾ Estas têm bastante utilidade em melhorar resultados em vasos de MRA e vasos curtos, mas exigem remoção de tecidos fundamentais para a vida, pelo que só são possíveis em dadores cadavéricos.

Atualmente, o método de eleição de remoção do rim em dadores vivos é nefrectomia laparoscópica. ⁽⁶⁾ Este processo tem uma elevada taxa de sucesso, com menos complicações e impacto no dador, mas também limita a flexibilidade da abordagem cirúrgica, podendo levar a menor aproveitamento do comprimento de vasos curtos ou menor tolerância para variações

anatômicas como MRA. Algumas técnicas usam uma abordagem aberta para melhor aproveitamento dos vasos, mas com o custo de usar uma abordagem cirúrgica mais agressiva e com maior taxa de complicações para o dador.

Em dadores cadavéricos existe mais simplicidade no processo de incisão e remoção do rim. No entanto, também têm problemas: normalmente apresentam tempo de isquemia fria aumentado⁽⁷⁾, que tende a resultar em piores resultados.

O processo de reconstrução usado irá afetar o tempo de isquemia: reconstrução na *back table* normalmente é realizada a frio, enquanto o processo de implantação é realizado à temperatura ambiente. Se um rim necessitar de reconstrução extensa pré-implantação, irá aumentar o tempo de isquemia fria. Se um rim tiver um processo de implantação demorado, irá aumentar o tempo de isquemia quente. Em ambos os casos, a sua presença pode levar a pior qualidade do transplante, particularmente em isquemia quente^{(8) (9)}. Devido a isto, são geralmente preferidas técnicas que reduzam o tempo de implantação.⁽¹⁰⁾ Para mitigar este efeito serão necessárias técnicas mais complexas, e potencialmente material mais especializado⁽¹¹⁾, limitando o número de doentes que tem acesso a estes procedimentos.

A presença de MRA e vasos curtos podem levar a escolhas que são piores para o dador. Um princípio geral do transplante renal é deixar o melhor rim para o dador⁽⁷⁾, mas se um rim for de transplante difícil devido a MRA ou vasos curtos, é frequentemente escolhido o rim de transplante mais fácil, mesmo que fique o dador com o rim de pior função. Também existem impactos negativos para o recetor: a rejeição de rins viáveis devido à presença de MRA ou vasos curtos leva a uma menor *pool* de rins disponíveis, aumentando listas de espera ou levando à escolha de rins menos compatíveis. Um exemplo desta reduzida escolha é o predomínio significativo de transplantes de rim esquerdo, com rins direitos a serem transplantados em menor número devido à dificuldade do transplante causada pela VRD curta.⁽¹²⁾

O impacto anatómico também afeta o tipo de procedimentos realizado. Reconstrução arterial é mais comum em transplante de rim esquerdo, reconstrução venosa é mais comum no rim direito.⁽¹³⁾ Esta última é devido à VRD ser mais curta do que o seu equivalente esquerdo. A razão para a ligação entre reconstrução arterial e o rim esquerdo é menos clara, mas pode estar relacionada com a possibilidade de que MRA seja mais comum no rim esquerdo, como apontado por alguns estudos.^{(4) (5)}

Também existem preocupações com MRA não relacionadas com o transplante em si, como que possam estar relacionadas com o desenvolvimento de hipertensão ou eventos cardiovasculares. Gandhi et al.⁽¹⁴⁾, realizaram uma análise retrospectiva de dadores cujo rim restante tinha MRA, e não foram encontradas diferenças cardiovasculares ou de função renal passado mais de 15 anos pós-transplante, mas o impacto nos recetores de transplante é menos claro.

Epidemiologia de MRA

A prevalência de MRA ronda os 20-35% na população geral.⁽¹⁶⁾ Não foram encontradas associações entre MRA e género.⁽⁴⁾ Existem diferenças geográficas significativas a nível de prevalência de MRA, com a região do sudeste e este asiático a demonstrar consistentemente menor prevalência de 4-18%, enquanto populações europeias geralmente encontram-se em 25-35%, semelhante à média mundial.⁽¹⁵⁾ Dentro da mesma população também podem ocorrer variações por etnia, mas não

são consistentes entre diferentes países.⁽¹⁶⁾ Variações anatómicas no número de vasos renais são muito mais comuns em artérias do que veias.⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾

Os estudos encontrados de transplantes renais mostram variedade de prevalência de MRA, com valores de 18%⁽³⁾⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾, 23%⁽²¹⁾⁽¹²⁾, 16,4%⁽¹⁸⁾, 16,2%⁽²²⁾, 15,4%⁽²³⁾⁽²⁴⁾, 23,33%⁽⁷⁾, 21,7%⁽²⁵⁾. Estes tendem a ser mais baixos do que na população em geral, o que pode ser explicado pela mais baixa seleção destes rins para transplante. Em geral, é importante realçar que como os estudos aqui apresentados avaliam o número de casos em rins transplantados, pode existir *selection bias*, dado que rins com variações anatómicas desfavoráveis tendem a ser menos usados para transplante. Por exemplo, Sevmis et al.⁽²⁴⁾ relatam uma prevalência de MRA de 15,38% nos rins transplantados, mas que 32,7% dos doadores têm pelo menos um rim com MRA.

Dentro de MRA, dupla artéria é o caso mais frequente, com prevalência relativa de 88%⁽³⁾⁽¹⁹⁾ e 70%⁽⁴⁾. Os restantes casos são maioritariamente de tripla artéria⁽³⁾⁽⁵⁾, com ocasionais casos de 4 ou 5 artérias renais⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Artérias hilares são mais comuns do que polares.⁽⁴⁾⁽⁵⁾ Artérias polares são mais comuns superiormente do que inferiormente.⁽⁵⁾

A prevalência de MRA entre rim esquerdo e direito é inconclusiva, com alguns estudos a apontarem maior prevalência no rim esquerdo⁽⁴⁾⁽⁵⁾, enquanto outros não encontraram diferenças significativas entre os dois rins⁽³⁾.

Imagiologia

Em doadores cadavéricos é possível observar diretamente o rim, mas em doadores vivos é necessário recurso a imagiologia, que pode levar a alterações na deteção de variações anatómicas. Por exemplo, em alguns casos, o diâmetro das artérias acessórias é tão pequeno que estas não são detetadas em imagiologia pré-cirúrgica, apenas na nefrectomia em si.⁽²⁶⁾

No doador vivo, TAC é a técnica de eleição, permitindo avaliar a anatomia dos vasos em grande detalhe.⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾ Um método alternativo é ecografia, devido a baixo custo e facilidade de realizar em doente acamado.⁽²⁸⁾⁽¹⁾

Outras técnicas de particular relevância são o *colour-doppler*, que avalia melhor o fluxo sanguíneo para o rim transplantado⁽³⁰⁾⁽¹⁾, e a ecografia com contraste, que fornece análise qualitativa e quantitativa da perfusão do parênquima renal. Com a avaliação por Doppler espectral do transplante renal é possível obter curvas de velocidade nos locais de anastomose arterial e venosa, verificando a permeabilidade e as velocidades de pico. A presença de fluxo diastólico anterógrado é um sinal importante de normalidade na curva arterial.⁽²⁸⁾

MRA

Técnicas de reconstrução arterial de MRA e Resultados

O processo de reconstrução da ligação arterial entre o rim e o doente recetor tem um alto grau de variabilidade em casos de MRA. Dependendo da posição das artérias e do seu calibre, diferentes técnicas serão as mais adequadas. O objetivo é manter o mais possível a perfusão do rim transplantado, o que pode necessitar do uso de múltiplas anastomoses vasculares. Este processo é ocasionalmente designado de “*supercharging*”, quando são usadas fontes vasculares distintas, como a AIE e a AEI. Se o rim usar várias artérias com a mesma fonte vascular, como a artéria renal

principal com uma ligação *end-to-side* com uma artéria polar, pode-se designar de “turbocharging”.⁽³¹⁾⁽³²⁾

Nesta secção iremos apresentar várias das técnicas mais comuns encontradas na literatura. Existem 3 principais técnicas de anastomose arterial. *End-to-end*, *end-to-side*, e *side-to-side*.

End-to-side consiste na junção da extremidade de uma artéria, com a porção lateral de outra. *End-to-end* é a ligação entre a extremidade da artéria renal e a extremidade de outra artéria. *Side-to-side* é quando a porção lateral de duas artérias é junta, formando um padrão em Y.

End-to-side é a técnica mais comum. Esta anastomosa dois vasos num ângulo, normalmente de 90°. Permite que uma artéria de menor calibre seja anastomosada a uma de calibre maior, e não necessita de interromper ou desviar o fluxo da artéria maior. Por norma, a posição fisiológica da artéria renal, e de quaisquer artérias acessórias, tende a seguir estas características comparado com a aorta abdominal.

A posição de transplante mais comum segue a mesma lógica, com uma anastomose a 90° à artéria de junção, normalmente a ilíaca comum ou externa. Isto permite preservar o fluxo destes vasos, que são cruciais para a irrigação dos membros inferiores.

Esta técnica também é a menos tecnicamente exigente das 3, e permite o uso de outras técnicas como o “*carrel patch*”, também conhecido com “*aortic patch*”. Esta técnica é realizada durante a remoção do rim do dador. Ao invés de remover apenas a secção da artéria renal (e artérias acessórias), também é removida uma porção da aorta ao redor da conexão aorta/artéria renal. Durante o transplante, é implantada toda esta secção na artéria do dador.

Esta técnica tem particular utilidade em casos de MRA, pois permite que várias artérias renais sejam anastomosadas a apenas um *patch*, desde que este tenha tamanho suficiente para as acomodar. Como resultado, em vez de anastomosar individualmente cada artéria renal ao recetor, pode-se anastomosar várias artérias numa só anastomose. Este processo aumenta o tempo de reconstrução arterial e isquemia fria do transplante, mas permite uma implantação mais rápida, com menos isquemia quente. No entanto, como esta técnica implica a remoção de uma porção substantiva da aorta do dador, não é possível a sua realização em dadores vivos, apenas em cadavéricos.

O *carrel patch* pode trazer algumas limitações, como incompatibilidade com *normothermic machine perfusion* (NMP), uma técnica usada para perfundir o rim durante o processo de transplante, minimizando o impacto da isquemia. No entanto, têm sido desenvolvidos métodos de contornar esta restrição.⁽³³⁾

End-to-end é uma técnica com mais limitações. Como dois vasos são ligados pelas extremidades, formando um lúmen contínuo, estes devem ser de calibre semelhante. Além disso, esta técnica exige que uma artéria do dador seja desviada para anastomosar com a renal, pelo que a zona originalmente irrigada por esta irá perder fluxo sanguíneo. A artéria ilíaca interna é o alvo mais comum, o calibre é compatível, e o fluxo desviado pode ser compensado pela artéria contralateral e outras artérias da região.⁽⁶⁾ Mesmo assim, podem ocorrer complicações como disfunção erétil, claudicação nadegueira, e perda de sensibilidade na região perineal.

Os principais usos desta técnica em SRA são casos em que a AIE é considerada inviável para anastomose, por exemplo aterosclerose ou outras complicações vasculares.

Em MRA esta técnica tem mais usos, por exemplo: em casos de duas artérias renais paralelas anastomosar uma *end-to-end* à AII e outra *end-to-side* à AIE; ou realizar anastomose de pequenas artérias polares com a artéria epigástrica inferior (AEI). Existem indícios de que fazer múltiplas anastomoses *end-to-side* à mesma artéria pode comprometer o fluxo sanguíneo renal, podendo ser potencialmente melhor realizar anastomoses a artérias diferentes. ⁽³⁴⁾

Em geral, *end-to-end* é considerada uma técnica de maior complexidade e dificuldade cirúrgica, comparado com *end-to-side*. Também está normalmente associada a várias anastomoses, com maior tempo de isquemia quente. No entanto, uma ligação *end-to-end* de uma artéria secundária, como a API à epigástrica inferior, tem menor risco de reduzir a viabilidade do *graft*, pois pode ser realizada após a ligação da artéria renal principal, com a maioria do parênquima renal já perfundido antes da ligação polar estar finalizada. ⁽³⁵⁾

Em casos de artérias renais múltiplas *side-to-side* em dador vivo, no qual um “*carrel patch*” não é possível, reconstrução arterial extracorpórea é a técnica preferível. Se os vasos forem de calibre semelhante, esta pode ser anastomose contínua entre as artérias para criar um lúmen contínuo (*side-to-side*, ou em forma de Y). Se uma das artérias for de menor calibre do que a outra, um *end-to-side* é preferível, da extremidade da menor à lateral da maior.

Também pode-se optar por não fazer reconstrução, realizando-se várias anastomoses *in situ* durante a cirurgia. Este método tem a vantagem de manter íntegra a túnica íntima das artérias renais, mas aumenta o tempo de implantação.

Outra opção em casos em que “*aortic patch*” não é possível, é uma técnica que usa a artéria ilíaca interna como se fosse um “*patch*”. Primeiro, é excisada uma secção da artéria ilíaca interna do dador. Depois, na mesa de preparação, é cortada longitudinalmente e aberta para criar um retalho arterial. São criados vários orifícios de tamanho adequado no retalho arterial utilizando um *puncher*, e as artérias renais são neles anastomosadas. O rim é implantado através da anastomose do retalho arterial reconstruído, em *end-to-side*, à artéria ilíaca externa do recetor. ⁽³⁶⁾

Em geral, para facilitar o controlo da hemorragia durante o procedimento de remoção do transplante renal do dador, e para que a anastomose possa ser adequada ao recetor, incisões nas artérias renais devem ser realizadas a 1,5–2 cm distalmente da origem aórtica. ⁽⁴⁾

Belgibaev et al. ⁽³⁷⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 48 transplantes com API. Os doentes foram agrupados por técnica de anastomose da API: *end-to-side* com a ARP (n=11), *end-to-end* com a AEI (n=19), e *side-to-side* com a ARP (n=18). O grupo de *side-to-side* teve mais tempo de isquemia fria, devido ao tempo de reconstrução vascular pré-implantação. Por outro lado, a técnica *end-to-end* teve o menor tempo de isquemia quente, mas requereu maior duração do procedimento de implantação (265 minutos, comparado com 210 e 215 para os outros grupos), devido à necessidade de realizar duas anastomoses entre o enxerto e o recetor. No entanto, não houve diferenças significativas entre os três grupos a nível de complicações pós-operatórias. Também não houve diferenças a nível de creatinina sérica, GFR e sobrevivência do enxerto ao longo de um follow-up de 12 meses. Apesar das diferenças em valores de isquemia, todas as técnicas demonstraram resultados semelhantes.

Dogan et al. ⁽⁷⁾ avaliam três técnicas de anastomose: *side-to-end* com 1 anastomose ao recetor, *side-to-side* com 1 anastomose ao recetor, e *side-to-end* com anastomoses múltiplas ao recetor. Esta última tem significativamente menor clearance de creatinina no primeiro mês, mas a longo prazo os valores igualizam entre as três técnicas, e não existem diferenças significativas a nível de viabilidade do *graft*.

Yamanaga et al. ⁽³⁸⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 1714 transplantes de rim entre 1999 e 2015, 311 dos quais com artérias renais duplas. Estes foram divididos em *end-to-side* com 1 anastomose ao recetor (n=18), AEI (n = 21), *end-to-side* com 2 anastomoses separadas ao recetor (n = 65), *side-to-side* (n = 126) e ligação/laqueação de uma das artérias (n = 81). Todos os grupos tiveram resultados comparáveis, com exceção do *end-to-side* com 1 anastomose, que demonstra significativamente pior sobrevivência do enxerto.

Ma et al. ⁽³⁴⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 35 transplantes renais num único centro hospitalar entre 2018 e 2021. Estes foram selecionados pelo facto de serem anastomoses duplas, mas o processo era diferente. Um grupo (n=13) realizou duas anastomoses paralelas *end-to-side* com a AIE. O outro grupo (n=22) realizou uma anastomose *end-to-side* com AIE em combinação com uma anastomose *end-to-end* com AII. A técnica de combinação resultou em significativamente melhores valores de eGFR e creatinina sérica em follow-up de um ano, além de maior *peak systolic velocity* (PSV). Não houve diferenças a nível de complicações ou de sobrevivência do enxerto ou do doente. Os resultados apontam para melhor perfusão com duas fontes vasculares diferentes, com efeitos positivos na função renal. Também não houve complicações genitais, que são efeitos secundários normalmente associados a anastomose *end-to-end* da AII.

Scheuermann et al. ⁽²⁰⁾ numa análise retrospectiva de 451 doentes transplantados, dividiram-nos em grupos de rim transplantado SRA, MRA com 1 anastomose ao recetor, e MRA com anastomoses múltiplas ao recetor. Apesar de diferenças significativas no tempo de isquemia quente, não houve diferenças significativas na função renal, DGF ou complicações. No entanto, a anastomose na artéria ilíaca comum tem uma taxa de trombose venosa profunda significativamente menor do que em AIE ou AII.

Zanchetta et al. ⁽³⁵⁾ numa análise retrospectiva de 13 doentes em 3 centros hospitalares, demonstraram que uma anastomose *end-to-end* da API com a epigástrica interna não resultou em qualquer inviabilidade do transplante após um follow-up médio de 84 meses. A mesma técnica é usada no caso de estudo de Ostrowski et al. ⁽³¹⁾, como uma opção viável para artérias renais polares curtas.

Tabbara et al. ⁽¹⁰⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 73 transplantes renais com MRA de dador vivo entre 2008 e 2021. Foram usadas anastomoses *side-to-side* e *side-to-side-to-side*, o que resultou numa taxa de viabilidade do *graft* de 98,6% num follow-up de 30,4 meses pós-transplante, com baixos níveis de creatinina sérica, em casos de dupla (n=62) e tripla (n=11) artéria renal. Não foram realizadas comparações entre grupos.

Husain et al. ⁽²¹⁾ num estudo retrospectivo de 1443 rins transplantados encontraram diferenças significativas entre SRA e MRA no tempo de isquemia, mas não a nível de DGF e *graft failure* num follow-up de 90 dias. Popov et al. ⁽¹⁸⁾ não encontraram diferenças em função renal ou

complicações após follow-up de um ano entre SRA e MRA, numa análise retrospectiva de 250 transplantes, 41 dos quais com MRA.

A reconstrução vascular também pode incidir sobre o uso de múltiplos rins. Rosetto et al. ⁽³⁹⁾ relatam dois casos de estudo em que dois rins foram usados unilateralmente. O primeiro caso com anastomose única das duas artérias e duas veias. No segundo caso, os dois rins transplantados tinham 2 e 3 artérias. Os *aortic patches* de ambos os rins foram unidos, necessitando de apenas uma única anastomose ao recetor. Não foram relatadas complicações, tanto peri-operatórias como após 6 meses de follow-up.

Roll et al. ⁽¹²⁾ realizaram uma análise retrospectiva de uma base de dados de 3105 transplantes em diversos centros hospitalares nos EUA. Não foram encontradas diferenças significativas entre SRA e MRA a nível de sobrevivência do enxerto. Coulibaly et al. ⁽¹⁷⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 49 transplantes entre 2012 e 2017. Não foram encontradas relações entre MRA e complicações vasculares. Algo de relevo deste estudo em particular é de também não haver correlação entre MRA e tempos de isquemia aumentados. O mesmo foi relatado por Roth et al. ⁽²²⁾, que realizaram uma análise retrospectiva de 211 transplantes entre 2005 e 2022, dos quais 32 necessitaram de reconstrução vascular complexa. Não foram encontradas diferenças significativas entre casos com e sem reconstrução complexa no tempo de operação e de anastomose. Os resultados também foram semelhantes, tanto a nível de complicações como de sobrevivência do enxerto num follow-up médio de cerca de 9 anos. Nos casos que precisaram de reconstrução foram usadas várias técnicas diferentes, com principal uso de *end-to-side*, e *side-to-side* com uma anastomose no recetor. Artérias polares com menos de 2mm de diâmetro foram laqueadas, e foi dada preferência ao rim esquerdo para transplante.

Sevmis et al. ⁽²⁴⁾ realizaram um estudo observacional de 189 transplantes num único centro hospitalar entre julho de 2016 e maio de 2017. Comparando os doentes que receberam rins com SRA (n=159) e MRA (n=30), não foram encontradas diferenças significativas a nível de sobrevivência do enxerto, DGF, complicações vasculares, e função renal num follow-up de 12 meses. Garcia et al. ⁽⁴⁰⁾ analisaram um coorte retrospectivo de 210 transplantes entre 2008 e 2019 num único centro hospitalar, todos realizados pelo mesmo cirurgião. Não foram encontradas diferenças significativas entre SRA (n=161) e MRA (n=49) a nível de complicações vasculares ou urológicas, DGF, sobrevivência do enxerto, ou eGFR num follow-up de 12 meses. Mahajan et al. ⁽²³⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 97 transplantes realizados entre 2012 e 2018 num único centro, por único cirurgião. Entre MRA (n=15) e SRA (n=82) não foram encontradas diferenças significativas a nível de sobrevivência do enxerto, apesar do tempo de operação e isquemia ser significativamente maior em MRA. Aremu et al. ⁽⁴¹⁾ também encontraram maior tempo de isquemia total em transplantes com MRA comparado com SRA, numa análise retrospectiva de 100 transplantes realizados entre 2018 e 2019 num único centro hospitalar.

Carvalho et al. ⁽²⁵⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 2989 transplantes renais no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, entre 1980 e 2017. O grupo de MRA requereu maior tempo de operação e isquemia fria, mas não ocorreram diferenças significativas a nível de DGF, complicações peri e pós-cirúrgicas, e sobrevivência do enxerto. Ambos os grupos reportaram um follow-up médio de cerca de 8 anos. Huseynov et al. ⁽⁴²⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 1200 transplantes entre 2019 e 2014 num único centro hospitalar. Não foram encontradas diferenças significativas entre SRA (n=882) e MRA (n=318) a nível de DGF, complicações urológicas

sobrevivência do enxerto. Também não foram encontradas diferenças significativas entre MRA com 2 ou 3 artérias.

No entanto, é importante realçar que nem todos os estudos apontam tão positivamente para o transplante com MRA. Em particular, devemos realçar duas meta-análises:

George et al. ⁽⁴³⁾, numa meta análise de 41 estudos, com 26.3552 doentes entre 1995 e 2022, encontraram significativamente menor sobrevivência do enxerto a 1 e 5 anos, e maiores taxas de complicações, tanto vasculares como totais, em MRA, tanto em dadores vivos como falecidos. Não foram encontradas diferenças significativas a nível de DGF ou eGFR num follow-up de 1 ano.

Zordager et al. ⁽⁴⁴⁾, numa meta análise de 23 estudos, com 18.289 doentes entre 1985 e 2016, encontraram significativamente maior tempo de isquemia em MRA. A taxa de complicações, DGF, níveis de creatinina eram também mais elevados. A sobrevivência do enxerto a 1 anos, é inferior em MRA, mas não foram encontradas diferenças na sobrevivência do enxerto ou do recetor a 5 anos.

Um sumário de alguns dos principais estudos sobre transplante com MRA encontra-se na **Tabela I**.

Laqueação de artéria polar

A decisão sobre o que fazer com as artérias polares depende da sua localização e calibre. Em casos de maior calibre, é preferível a sua manutenção. No entanto, artérias de baixo calibre são geralmente consideradas seguras para se realizar uma laqueação, com o critério normalmente sendo um diâmetro inferior a 2mm. ⁽⁴⁵⁾ A laqueação destas artérias pode resultar em isquemia de uma pequena porção do parênquima renal (<5-10%), mas não é considerado suficiente para ter impacto significativo na função renal, e permite reduzir o tempo de implantação, pois são realizadas menos anastomoses. ⁽¹⁹⁾

No entanto, no caso de APIs, é recomendada a sua viabilização mesmo que sejam de baixo calibre, pois frequentemente contribuem significativamente para a irrigação do parênquima renal inferior e do trato urinário superior. Podem inclusive ser a única fonte de irrigação do ureter superior. ⁽³⁰⁾ O estudo ⁽⁴⁶⁾ recomenda o uso de injeção de azul de metileno durante a preparação do transplante, para visualização da área de perfusão, mas não foram encontrados outros exemplos desta técnica na literatura. Em geral, é recomendada a anastomose da API sempre que a reconstrução é possível.

Alguns estudos avaliam a viabilidade de laqueação de APS de baixo diâmetro. Hiramitsu et al. ⁽¹⁹⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 613 doentes recipientes de transplante num centro hospitalar entre 2008 e 2015, com 123 casos necessitando de reconstrução arterial e 26 ligação da APS. O critério de laqueação era um diâmetro menor a 2mm em avaliação pré-operatória com 3D-CT. O diâmetro médio das APS ligadas neste estudo foi de 1,82mm. O grupo de ligação arterial, quando comparado com o grupo de reconstrução arterial, teve significativamente menor tempo de isquemia quente e total, com valores comparáveis ao grupo controlo de SRA. Também teve menor incidência de trombose, mas não foram encontradas diferenças significativas a nível de outras complicações, e a função renal medida através de *expected glomerular filtration rate* (eGFR) era equivalente.

Vincenzi et al. ⁽²⁶⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 6 casos com uma APS num centro hospitalar entre 2009 e 2019. O diâmetro médio das API eram de 1,8mm semelhante ao estudo de Hiramitsu e abaixo do valor de ligação recomendada, mas em todos os casos foi realizada anastomose da APS, *end-to-side* com a ARP, em 2 casos necessitando de um *graft* de extensão da veia gonadal ou da AEI. Em nenhum dos casos ocorreu DGF, indícios de baixa função renal ou falha do enxerto num follow-up de 1 ano. O tamanho pequeno da população estudada deve-se ao facto de tão poucos destes casos terem reconstrução arterial: em 922 casos de transplante renal ao longo de mais de 10 anos, apenas estes 6 cumpriam o critério, devido à maioria destes casos terem a APS ligada ou o transplante não sendo escolhido em favor de rins com SRA. No entanto, dados os resultados levanta-se a possibilidade de que a reconstrução vascular não tem efeitos negativos para o doente, mesmo abaixo do *cutoff* de 2mm.

Desenvolvimento de estenose da artéria renal do enxerto

Estenose da artéria renal do enxerto (*Transplant Renal Artery Stenosis*, ou TRAS) é a principal complicação vascular de transplantes renais, sendo responsável por 75% das complicações vasculares nos primeiros 6 meses pós-transplante ⁽⁴⁷⁾, e 1-5% dos casos de hipertensão pós-transplante.

TRAS manifesta-se entre 3 meses a 2 anos pós-transplante, mas ocorre normalmente nos primeiros 6 meses. Sintomas incluem hipertensão e perda de função e viabilidade do enxerto. ⁽⁴⁸⁾ ⁽⁴⁹⁾ Também pode levar à ativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, causando retenção de fluidos, podendo causar desenvolvimento de edema, insuficiência cardíaca e edema pulmonar.

TRAS ocorre com mais frequência junto às zonas de anastomose entre o enxerto e o recetor. Danos arteriais causados durante o transplante, como torção, sutura mal realizada, *kinking* e *clamping* estão associados a desenvolvimento de TRAS mais cedo (menos de 90 dias pós-transplante). Por outro lado, aterosclerose, infeção por citomegalovirus, reações adversas a fármacos e respostas auto-imunes estão associadas a TRAS tardia. ⁽⁵⁰⁾

A incidência de TRAS é bastante variável, com estudos a apontarem valores de 1-23%. ⁽⁴⁹⁾⁽⁵¹⁾. O diagnóstico definitivo de TRAS é realizado por angiografia invasiva, no entanto devido a ser um método invasivo e associado a complicações vasculares, não é utilizado com método de primeira linha. Métodos imagiológicos usados incluem ecografia duplex, angio-TAC e RM, com ecografia sendo o método de primeira linha mais utilizado ⁽⁵¹⁾.

Cloudhary et al. ⁽⁴⁷⁾, numa análise retrospectiva de 2454 transplantes renais entre 2009 e 2022 num único centro hospitalar, identificaram MRA como fator de risco independente para o desenvolvimento de TRAS. TRAS ocorreu principalmente na zona junto à anastomose com o recetor, e manifestou-se em média em 3-4 meses pós-transplante.

Vasos Renais Curtos

Artéria renal curta e resultados

Casos de artérias curtas são menos comuns do que veias curtas, normalmente ocorrendo devido à nefrectomia, quer por dano accidental ou pela remoção de uma secção demasiado curta de artéria (mau aproveitamento da artéria). O processo de reconstrução varia dependendo do dano e do

tipo de anastomose pretendido, mas normalmente envolve anastomose com um *patch* de outro vaso para estender o comprimento da artéria.

Tomizawa et al. ⁽⁵²⁾ relatam um caso de MRA em que a artéria renal superior era demasiado curta para a anastomose com a íliaca inferior, mas de calibre demasiado elevado para a artéria epigástrica inferior. Devido a estes motivos, foi usado um segmento da veia gonadal para complementar a artéria renal superior e permitir a sua ligação à artéria íliaca inferior. Após 3 anos, não havia sinais de complicações ou de função renal diminuída. Dokur et. al. ⁽⁵³⁾ demonstra a viabilidade da mesma técnica, mas num caso de SRA.

No caso de estudo de Vicéns-Morton et al. ⁽⁵⁴⁾ ocorreu dano iatrogénico à API durante o processo de recolha do transplante ao dador. O transplante foi inicialmente rejeitado por outro centro hospitalar devido a este dano, mas através de um *patch* de aorta que foi tubularizado e ligado com anastomose *end-to-end* à artéria polar danificada, foi possível restabelecer viabilidade do vaso. Três meses após o transplante, o doente recetor apresentava boa função renal e nenhum sinal de complicações.

Veia Renal Direita, técnicas de venoplastia de alongamento e resultados

Devido ao comprimento reduzido da veia renal direita, existe um maior risco de complicações no transplante renal direito como *delayed graft function*, trombose da veia renal ⁽⁵⁶⁾, e inviabilidade do *graft*. ⁽⁵⁵⁾ Por este motivo, é mais comum o transplante de rim esquerdo. No entanto, com o uso de técnicas de alongamento da veia renal direita, é possível melhorar os resultados deste transplante, e aumentar o número de rins viáveis para este procedimento.

A extensão da VRD é realizada com anastomose *end-to-end* com um *graft* do dador. Esta porção irá depois ser anastomosada com o recetor, normalmente *end-to-side* com uma veia íliaca.

Meinders et al. ⁽⁵⁷⁾ usam uma secção de veia íliaca para o *graft*, unida à VRD usado uma sutura contínua de prolene 5/0.

Um dos vasos mais frequentemente usados para extensão da VRD é uma porção da veia cava inferior. Neste caso, as incisões são realizadas na própria veia cava em vez de na VRD, retirando uma porção da veia cava junto com esta, que pode depois ser reconfigurada num *graft* de extensão. Ao contrário de outros processos, que usam veias distantes, já existe uma ligação fisiológica entre a VRD e a VCI, reduzindo a complexidade da reconstrução. ⁽²⁹⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾ Este processo é ocasionalmente mencionado como “*Barry cavoplasty*”. ⁽¹⁸⁾⁽⁵⁹⁾ No entanto, só pode ser extraído de dadores cadavéricos, dado que a remoção de uma porção da VCI iria comprometer a vida do dador. Pelos mesmos motivos, o uso da veia íliaca como *graft* também é preferível com dador falecido ⁽⁶⁰⁾.

Existem alguns vasos que podem ser usados para *graft*, mas que podem ser retirados de dadores vivos. Estes incluem a veia jugular interna ⁽⁶¹⁾, necessitando a laqueação da veia facial. A veia gonadal ⁽⁶²⁾ e a veia safena ^{(63) (64)} são outras opções.

No entanto, alguns dos vasos mencionados não são de calibre adequado, ou variam de calibre ao longo de seu comprimento, necessitando de uma reconfiguração do tecido. Nakamura et al. e Saurav et al. ^{(62) (64)} realizam uma incisão ao longo do eixo e usada sutura contínua de prolene 7/0, reconfigurando a veia em calibre constante. No caso de Shimizu et al. ⁽⁶³⁾, é retirada uma secção de

grande comprimento da veia, que é depois rodada à volta de uma seringa de 5mm para tomar uma forma cilíndrica, e suturada continuamente com prolene 6/0.

Os *grafts* de extensão podem ser criopreservados 5 anos até ao seu uso, por exemplo usando uma solução com 20% albumina e 10% dimetilsulfóxido (DMSO). Este processo é usado para manter um stock disponível para transplantes, e permite o uso de veias fisiologicamente fundamentais, como a veia cava ou ilíaca, em casos de rins de dadores vivos. ^{(2) (60)}.

Outro método para lidar com VRD curta é tentar maximizar o comprimento da secção removida. Normalmente, existe uma secção de cerca de 1-1,5cm da VRD junto á veia cava que não é aproveitada, pois a incisão junto à veia cava pode acidentalmente danificar esta e comprometer o seu fluxo.

No entanto, existem técnicas de maior aproveitamento da VRD. Margreiter et al. ⁽⁶⁵⁾ usam uma pinça de Satinsky na secção de inserção da veia renal na veia cava, impedindo o fluxo sanguíneo para a VRD. Depois, a incisão da veia renal é feita justamente à pinça e a incisão é fechada com sutura contínua de prolene 4/0. Este processo não pode ser realizado numa abordagem completamente laparoscópica, pois o uso da pinça com precisão para o processo de *clamping* necessita de uma incisão aberta de 5-7cm.

Noguchi et al. ⁽¹¹⁾ usam um stapler TA-30 ou um clip Hem-O-Lok, que é introduzido pela inserção do trocarte lateral e usado na junção da veia cava com a VRD. Também pode ser usada uma pinça de Satinsky por via laparoscópica, mas neste caso é usada na veia cava, e seguida de reparação intracorpórea deste vaso.

Fallani et al. ⁽²⁾ demonstram que a extensão da VRD resulta em resultados semelhantes a nível de DGF, complicações e tempo de internamento, em comparação com rins sem reconstrução vascular. Extensão da VRD também reduz o tempo de implantação, com tempos comparáveis a rins sem reconstrução, um efeito particularmente marcado em enxertos com múltiplos vasos.

A extensão da VRD pode ser realizada com diversos vasos. Meinders et al. ⁽⁵⁷⁾ demonstram que em casos de extensão da VRD com veia ilíaca, 95% tiveram função do *graft* imediata, ausência de complicações, e boa função renal. Lu et al. ⁽⁶¹⁾ demonstrou sucesso com extensão da VRD usando a veia jugular interna. Todos os 6 doentes avaliados demonstraram boa função renal após follow-up de 3 meses, e ausência de trombose venosa profunda. No entanto, um dos doentes teve um hematoma perinéfrico. Nakamura et al. ⁽⁶²⁾ usou uma porção da veia gonadal do dador para o alongamento da VRD curta. Nos 3 casos estudados, houve função imediata do *graft*, boa função renal, e ausência de complicações hospitalares. Shimizu et al. ⁽⁶³⁾ usou uma porção da veia safena do dador para o alongamento. Demonstrou boa função renal após o transplante em follow-up de 6 meses. Os dois casos de estudo relatados por Navarro del-Río et al. ⁽⁶⁰⁾ usaram um *graft* ilíaco. Ambos os casos demonstraram boa função renal e boa patência em ecografia Doppler realizada no 5º dia pós-operatório, e nenhuma complicações num follow-up de 18 meses.

Graças a estas técnicas de extensão da VRD, o transplante de rim direito torna-se uma opção mais viável. Qiu et al. ⁽⁵⁶⁾ demonstra que, num único centro hospitalar na China, apesar de piores resultados com transplante de rim direito, após vários anos e centenas de casos, a quantidade de complicações diminui significativamente, demonstrando como o aumento da perícia e familiaridade com os procedimentos de transplante permite melhores resultados, mesmo em

casos mais difíceis. No entanto, rins direitos apresentam consistentemente piores resultados e maior tempo operativo do que rins esquerdos. Kumar et al. ⁽⁶⁶⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 1850 nefrectomias laparoscópicas num único centro hospitalar entre 2007 e 2017. Foi encontrada igual taxa de complicações intra-hospitalares entre rim direito (n=168) e esquerdo (n=1682), demonstrando que com técnica adequada os dois rins são equivalentes opções para transplante renal, apesar do menor comprimento da VRD. No entanto, Roll et al. ⁽¹²⁾ encontraram uma ligeira diminuição da taxa de sobrevivência do enxerto em rins direitos, em comparação com esquerdos.

Outra abordagem ao problema de veias curtas é o uso de técnicas que permitam remoção de uma maior secção de vaso. Margreiter et al. ⁽⁶⁵⁾ demonstram uma técnica de maior aproveitamento da VRD usando uma pinça de Satinsky. Em comparação com um grupo de transplante de rim esquerdo, não houve diferenças significativas a nível de complicações, sobrevivência do *graft* ou creatinina sérica. O material utilizado pode ter impacto também. Noguchi et al. ⁽¹¹⁾ comparam o uso de um *stapler* standard reto com um *anvil stapler* de ponta curva e mais fino. Este último aumentou o comprimento da VRD extraída em 5,5mm, mas não mostrou melhoria a nível de resultados.

Um sumário de alguns dos principais estudos sobre transplante com veia renal curta encontra-se na **Tabela II**.

Reconstrução Vascular no Transplante Renal Pediátrico

Os efeitos de MRA e vasos curtos são efetivamente ampliados em pediatria devido a diversos motivos. Os vasos irão ter menor comprimento e diâmetro, o que impacta vários fatores. Anastomoses e reconstruções vasculares irão ter de ser realizadas com vasos mais pequenos. O critério de ligadura de vasos com menos de 2mm de diâmetro poderá não se aplicar nestas circunstâncias. Isto acrescenta dificuldade a nível técnico, principalmente com artérias acessórias que já seriam desafiantes num adulto. Em geral, o processo exige muito mais precisão. Devido a isto, é importante considerar a possibilidade de ocorrerem danos durante o processo de nefrectomia em pediatria, que podem agravar um rim já difícil de transplantar, ou introduzir problemas num rim “normal”.

Os vasos de tamanho reduzido também aumentam a vulnerabilidade a complicações pós-transplante, em particular trombose. ⁽⁶⁷⁾ Qualquer erro, quer seja *mismatch* de calibres, estenose dos vasos, etc. tem um impacto relativo maior comparado com um adulto, o que pode levar a consequências mais graves, como trombose e isquemia.

Recetores pediátricos

Rins com MRA transplantados em recetores pediátricos apresentam bons resultados. O’Kelly et al. ⁽¹⁵⁾ realizaram uma análise retrospectiva de 379 transplantes renais com recetores pediátricos entre 2000 e 2018, 90 dos quais com MRA. Mais de metade dos casos de MRA necessitou de reconstrução vascular ex-vivo. Não foram relatadas diferenças significativas em complicações após 3 meses, eGFR após 1 ano, e sobrevivência do enxerto após 4 anos.

Estes resultados também se verificam com Riella et al. ⁽⁶⁸⁾, que realizaram uma análise retrospectiva de 49 transplantes renais com recetores pediátricos num centro hospitalar entre 2015 e 2022,

todos pelo mesmo cirurgião. Entre o grupo de MRA (n=9) e SRA (n=40) não foram notadas diferenças significativas em DGF, rejeição ou falha do enxerto, creatinina sérica ou eGFR.

Discussão

A grande maioria dos estudos aqui citados são análises retrospectivas de bases de dados. Isto faz sentido dadas as circunstâncias: não é possível realizar randomização de variações anatómicas, e randomizar o tipo de técnica de reconstrução vascular utilizada em cada doente não faria sentido prático nem ético. Como resultado, *randomized controlled trials* ou estudos prospectivos não são viáveis. No entanto, análises retrospectivas podem introduzir várias fontes de *bias*, e dada a sua prevalência neste artigo de revisão, é importante discutir algumas das principais que podem ocorrer.

Fatores externos como idade e comorbilidades do recetor, função renal pré-transplante, compatibilidade dador/recetor, podem afetar os resultados. Grande parte dos estudos citados avaliam estes fatores, notando casos em que existem discrepâncias significativas. No entanto, continua a ser um fator que pode causar *bias*.

Outro fator é o cirurgião que realiza o transplante. Dada a precisão necessária para o processo, os seus resultados irão ser dependentes do operador. Em alguns estudos, todos os casos relatados foram do mesmo cirurgião, mas outros relatam casos por centro hospitalar, ou em vários centros. Também pode haver uso de técnicas mais antiquadas. Apesar de todos os estudos aqui serem publicados após janeiro de 2016, os transplantes descritos podem ter várias décadas em alguns casos. ⁽²⁵⁾

Este tipo de estudos são estruturados à volta de bases de dados, em vez de observação direta pelos investigadores. A maneira como os resultados são medidos pelas bases de dados pode não ser o mais adequado para o seu estudo, ou podem ocorrer lapsos no preenchimento dos dados.

É importante considerar a possibilidade de *selection bias* na taxa de sucesso entre as diferentes técnicas utilizadas em casos de MRA. Por exemplo, se a artéria renal inferior tiver uma maior importância na perfusão renal, provavelmente será de maior calibre, o que impossibilita uma ligação end-to-end com a artéria epigástrica inferior.

Também é de considerar *bias* na seleção de rins transplantados em geral. A grande maioria dos estudos relatam prevalência de MRA transplantada de cerca de 15-25%, que é inferior à encontrada na população em geral de 20-35%. Isto levanta a possibilidade que, dentro dos MRA, estejam a ser escolhidos precisamente os casos de menor complexidade, ou rins com boas características não vasculares para “compensar” as dificuldades levantadas por MRA.

Outro fator é o facto de estes estudos serem predominantemente realizados em centros com alto volume de doentes, equipamento de alta qualidade e profissionais altamente qualificados. Apesar de os estudos citados terem uma enorme variedade geográfica, de países como japão, cazaquistão, EUA, Alemanha e Índia, estes são maioritariamente de centros hospitalares urbanos e centrais. Em centros mais rurais com condições menos adequadas, estes resultados podem não se aplicar.

Historicamente, rins com MRA ou vasos curtos levavam a piores resultados, mas avanços recentes a nível de técnicas e material têm mudado este paradigma. No entanto, a percepção destes rins

como sendo de maior dificuldade ou de menor sucesso ainda existe, levando a menos transplante destes. Rins com MRA apresentam uma proporção mais baixa em transplantes do que na população em geral, e rins direitos são menos usados devido à VRD curta. Como resultado, uma grande quantidade de potenciais rins para transplante não são aproveitados, o que é particularmente relevante dada a sua escassez. Vários dos estudos aqui apresentados geralmente apresentam um novo paradigma, com rins com MRA a demonstrarem resultados equivalentes a SRA, mas estes resultados são contraditos por algumas das maiores meta-análises realizadas nos últimos anos, principalmente a nível de resultados a curto prazo.

Grande parte dos estudos não demonstraram variabilidade significativa entre técnicas de reconstrução vascular em MRA nos resultados na maioria dos casos. Como não existem 2 rins exatamente iguais, é difícil fazer comparações diretas entre técnicas, mas a segurança da reconstrução vascular aparenta ser independentemente da técnica realizada. No entanto, é importante realçar que existe uma pré-seleção das técnicas, dado que o cirurgião não irá usar uma técnica que considere pouco adequada para um dado doente. Os resultados não devem ser interpretados como “todas as técnicas são igualmente boas”, mas como “entre as técnicas que cumprem um juízo clínico razoável, não existe diferença significativa”. Como Qiu et al. (56) relataram, os resultados melhoram ao longo de vários anos de experiência com transplantes de MRA. Levanta-se a possibilidade de que o sucesso de um transplante com MRA esteja menos dependente da técnica usada, e sim da experiência e juízo clínico da equipa cirúrgica.

É importante notar que em alguns casos ocorreram diferenças significativas entre técnicas, mas estes casos não apresentam fatores em comum que permitam retirar conclusões gerais. Uma abordagem caso-a-caso é provavelmente o melhor curso de ação.

Vários estudos comprovam como o tempo de isquemia está associado a pior função renal, e que a reconstrução aumenta o tempo de isquemia. Seguindo esta lógica, seria de esperar que a reconstrução levasse a piores resultados, e provavelmente é parte do motivo para o preconceito histórico contra MRA, mas em vários casos este fenómeno não ocorre. Os motivos para este fenómeno são debatíveis, mas o mais provável é de o aumento no tempo de isquemia causado pela reconstrução não ser grande o suficiente para ter efeito substancial. A maioria dos estudos aponta *thresholds* de mais de 45 min para isquemia quente ⁽⁷⁰⁾, e de várias horas para fria. Com técnicas modernas, o tempo acrescentado pela reconstrução simplesmente pode ser curto o suficiente para evitar dano.

Vários métodos foram descritos para lidar com casos de VRD curta, com alongamentos usando *grafts* de diversas artérias e veias, ou métodos de melhor aproveitamento dos vasos. Vários demonstraram bons resultados, colocando-se como opções válidas, mas a ausência de estudos comparativos torna impossível verificar se existem diferenças entre técnicas.

Em relação a casos de vasos curtos devido a dano, a variabilidade do dano em si torna estes casos difíceis de categorizar e avaliar numa grande escala: os estudos avaliados são de casos isolados ou séries de casos. No entanto, os resultados aparentam ser positivos, com diversas técnicas de reconstrução vascular a demonstrarem bons resultados.

Conclusão

Os rins com múltiplas artérias renais (MRA) e vasos de menor comprimento apresentam, de forma consistente, tempos de isquemia mais prolongados. O impacto destas características na funcionalidade e sobrevivência do enxerto permanece, contudo, menos bem estabelecido. A evidência disponível sugere que, quando acompanhados por uma reconstrução vascular adequada e tecnicamente eficiente, estes enxertos podem ser utilizados com segurança, apresentando resultados funcionais e taxas de sobrevivência satisfatórias a longo prazo. Ainda assim, as diferenças observadas na incidência de complicações perioperatórias e na sobrevivência precoce do enxerto justificam uma avaliação cuidadosa e não devem ser desvalorizadas.

As diversas técnicas de reconstrução vascular descritas na literatura demonstram, globalmente, resultados favoráveis, sendo as diferenças de eficácia entre abordagens geralmente reduzidas. Contudo, em determinadas situações anatômicas, verificam-se variações clinicamente relevantes nos resultados, reforçando a necessidade de uma estratégia individualizada baseada nas características específicas da vasculatura renal. Embora sejam necessários estudos adicionais para esclarecer melhor estas diferenças e otimizar a seleção das técnicas reconstrutivas, a elevada heterogeneidade anatômica e metodológica constitui um desafio significativo para a obtenção de conclusões definitivas.

Anexos

Tabela I – Sumário de principais estudos de MRA e respetivos resultados

Autores	Número de doentes	Tópico de estudo	Resultados
Belgibaev et al.	48	Rins com API: comparação entre end-to-side, end-to-end com, e side-to-side.	Diferenças em valores de isquemia, mas todas as técnicas demonstraram resultados semelhantes.
Yamagana et al.	311	Rins com artérias renais duplas: comparação entre end-to-side com 1 e 2 anastomoses, side-to-side e laqueação arterial.	Resultados comparáveis, com exceção de end-to-side com uma anastomose, que demonstra significativamente pior sobrevivência do enxerto.
Scheuermann et al.	451	Comparação entre SRA, MRA com 1 anastomose ao recetor, e MRA com múltiplas anastomoses ao recetor.	Diferenças significativas no tempo de isquemia quente. Sem diferenças significativas na função renal, DGF ou complicações. Anastomose na artéria ilíaca comum tem uma taxa de trombose venosa profunda significativamente menor do que em AIE ou AII.
Husain et al.	1443	Comparação entre resultados de SRA e MRA.	Diferenças significativas entre SRA e MRA no tempo de isquemia, mas não a nível de DGF e graft failure num follow-up de 90 dias.
Roll et al.	3105	Comparação entre MRA e SRA a nível de sobrevivência do enxerto.	Não foram encontradas diferenças significativas entre SRA e MRA a nível de sobrevivência do enxerto.
Sevmis et al.	189	Comparação de resultados entre SRA e MRA.	Não foram encontradas diferenças significativas a nível de sobrevivência do enxerto, DGF, complicações vasculares, e função renal num follow-up de 12 meses.
Carvalho et al.	2989	Comparação de resultados entre SRA e MRA.	O grupo de MRA requereu maior tempo de operação e isquemia fria. Não ocorreram diferenças significativas a nível de DGF, complicações, e sobrevivência do enxerto.

Tabela II – Sumário de principais estudos de veia renal curta e respectivos resultados

Autores	Número de doentes	Tópico de estudo	Resultados
Kumar et al.	1850	Comparação de resultados entre rim direito e rim esquerdo.	Igual taxa de complicações intra-hospitalares entre rim direito e esquerdo.
Fallani et al.	145	Comparação entre transplante renal com e sem extensão de veia renal.	Resultados semelhantes a nível de DGF, complicações e tempo de internamento. Extensão da VRD reduz o tempo de implantação.
Meinders et al.	38	Avaliação não comparativa de casos de extensão da VRD.	95% dos doentes tiveram função do graft imediata, ausência de complicações, e boa função renal.
Qiu et al.	527	Comparação entre resultados de rim esquerdo e direito, e evolução temporal.	Rim direito apresenta significativamente mais complicações e tempo de operação mais longo. Ao longo de 5 anos, resultados melhoraram tanto para rim direito como esquerdo.
Roll et al.	3105	Comparação entre sobrevivência do enxerto entre rim esquerdo e direito.	Menor taxa de sobrevivência do enxerto em rins direitos em comparação com esquerdos.
Margreiter et al.	77	Uso de pinça de Satinsky para remover mais porção da VRD, comparação com rim esquerdo.	Com o uso desta técnica, não houve diferenças significativas a nível de complicações, sobrevivência do graft ou creatinina sérica.
Noguchi et al.	39	Uso de anvil stapler fino de ponta curva, e comparação com stapler standard reto.	Stapler de ponta curva aumentou o comprimento da VRD extraída em 5,5mm, mas não mostrou melhoria a nível de resultados comparado com o standard.

Referências

1. 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* [Internet]. 2019 Sep 1;39(5):1327–55. Available from: <https://doi.org/10.1148/rg.2019190096>
2. Fallani G, Maroni L, Bonatti C, et al. Renal vessel extension with cryopreserved vascular grafts: Overcoming surgical pitfalls in living donor kidney transplant. *Transplant International* [Internet]. 2023 Feb 10;36:11060. Available from: <https://doi.org/10.3389/ti.2023.11060>
3. Pradhay G, Gopidas GS, Pullara SK, et al. Prevalence and relevance of multiple renal arteries: A Radioanatomical perspective. *Cureus* [Internet]. 2021 Oct 21;13(10):e18957. Available from: <https://doi.org/10.7759/cureus.18957>
4. Çınar C, Türkvatan A. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagnostic and Interventional Imaging* [Internet]. 2016 May 10;97(9):891–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.diii.2016.04.001>
5. Gulas E, Wyśiadecki G, Szymański J, et al. Morphological and clinical aspects of the occurrence of accessory (multiple) renal arteries. *Archives of Medical Science* [Internet]. 2016 Mar 22;14(2):442–53. Available from: <https://doi.org/10.5114/aoms.2015.55203>
6. Nerli R, Shankar K, Ghagane S, Dixit N. Multiple renal arteries in kidney transplantation. *Indian Journal of Health Sciences and Biomedical Research (KLEU)* [Internet]. 2019 Jan 1;12(8):211. Available from: https://doi.org/10.4103/kleuhsj.kleuhsj_318_18
7. Dogan SM, Dogan G, Simsek C, et al. Transplantation using renal grafts with multiple renal arteries: A putative study on the impact of arterial reconstruction technique and site of implantation on outcomes. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2020 Sep 9;53(8):920–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.08.024>
8. Khan TFT, Ahmad N, Serageldeen AS, Fourtounas K. Implantation Warm Ischemia time in kidney transplant recipients: Defining its limits and impact on early graft function. *Annals of Transplantation* [Internet]. 2019 Jul 23;24:432–8. Available from: <https://doi.org/10.12659/aot.916012>
9. Monárrez-Espino J, Ramírez-Santana I, Aguilar-Madrid G, Ramírez-García G. Identification of factors associated with acute tubular necrosis following kidney transplant in Northern Mexico: Increased risk with cold ischemia after 8 hours. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2020 Mar 11;52(4):1110–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.02.007>
10. Tabbara MM, Guerra G, Riella J, et al. Creating a single inflow orifice from living donor kidney allografts with multiple renal arteries. *Transplant International* [Internet]. 2022 Apr 14;35:10212. Available from: <https://doi.org/10.3389/ti.2022.10212>

11. Noguchi H, Sato Y, Hisadome Y, et al. Impact of narrow anvil stapler on graft vein length in right-sided living-donor nephrectomy. *Transplantation Direct* [Internet]. 2025 Jun 27;11(7):e1837. Available from: <https://doi.org/10.1097/txd.0000000000001837>
12. Roll GR, Cooper M, Verbesey J, et al. Risk aversion in the use of complex kidneys in paired exchange programs: Opportunities for even more transplants? *American Journal of Transplantation* [Internet]. 2022 Feb 19;22(7):1893–900. Available from: <https://doi.org/10.1111/ajt.17008>
13. Garg N, Hidalgo LG, Ellis TM, et al. Third-party vessel allografts in kidney and pancreas transplantation: Utilization, de novo DSAs, and outcomes. *American Journal of Transplantation* [Internet]. 2020 May 13;20(12):3443–50. Available from: <https://doi.org/10.1111/ajt.16009>
14. Gandhi NV, Murad DN, Nguyen DT, Graviss EA, Ibrahim HN. Hypertension and renal outcomes in normotensive kidney donors with multiple renal arteries. *Transplant International* [Internet]. 2021 Aug 21;34(11):2382–93. Available from: <https://doi.org/10.1111/tri.14024>
15. O’Kelly F, Lorenzo AJ, Zubi F, De Cotiis K, Farhat WA, Koyle MA. The impact of multiple donor renal arteries on perioperative complications and allograft survival in paediatric renal transplantation. *Journal of Pediatric Urology* [Internet]. 2021 Mar 25;17(4):541.e1-541.e11. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jpurol.2021.03.016>
16. Gulas E, Wysiadecki G, Cecot T, et al. Accessory (multiple) renal arteries – Differences in frequency according to population, visualizing techniques and stage of morphological development. *Vascular* [Internet]. 2016 Mar 5;24(5):531–7. Available from: <https://doi.org/10.1177/1708538116631223>
17. Coulibaly N, Yao EK, Diomandé V, Adebayo TB, Tuo LSM, Yéo DD. Impact of vascular variations on living donor kidney transplantation. *Open Journal of Organ Transplant Surgery* [Internet]. 2024 Jan 1;12(01):1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.4236/ojots.2024.121001>
18. Popov Z, Stankov O, Stavridis S, et al. Management of multiple renal arteries and unusual venous anatomy during kidney transplant: from a simple technical problem to a Graft-Saving procedure. *Experimental and Clinical Transplantation* [Internet]. 2020 Dec 1;18(7):763–70. Available from: <https://doi.org/10.6002/ect.2019.0314>
19. Hiramitsu T, Okada M, Futamura K, et al. Impact of grafting using thin upper pole artery ligation on living-donor adult kidney transplantation. *Medicine* [Internet]. 2016 Oct 1;95(42):e5188. Available from: <https://doi.org/10.1097/md.0000000000005188>
20. Scheuermann U, Rademacher S, Wagner T, et al. Influence of multiple donor renal arteries on the outcome and graft survival in deceased donor kidney transplantation. *Journal of Clinical Medicine* [Internet]. 2021 Sep 26;10(19):4395. Available from: <https://doi.org/10.3390/jcm10194395>
21. Husain SA, King KL, Robbins-Juarez S, Adler JT, McCune KR, Mohan S. Number of Donor Renal Arteries and Early Outcomes after Deceased Donor Kidney Transplantation.

- Kidney360 [Internet]. 2021 Sep 8;2(11):1819–26. Available from: <https://doi.org/10.34067/kid.0005152021>
22. Roth N, Kalteis M, Krause A, et al. Vascular reconstructions in living donor kidney transplantation: a single-center experience over the last 17 years. *Frontiers in Transplantation* [Internet]. 2024 Dec 6;3:1488277. Available from: <https://doi.org/10.3389/frtra.2024.1488277>
 23. Mahajan AD, Patel ND, Pal LS, Bathe S, Darakh PP, Patil M. Retrospective analysis of the comparison between single renal artery versus multiple renal arteries in living donor kidney transplant: Does it affect the outcome? *Experimental and Clinical Transplantation* [Internet]. 2020 Dec 8;19(1):38–43. Available from: <https://doi.org/10.6002/ect.2020.0244>
 24. Sevmis M, Demir ME, Merhametsiz O, Aktas S, Sevmis S, Uyar M. Grafts with multiple renal arteries in kidney transplantation. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2020 Sep 17;53(3):933–40. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.07.019>
 25. Carvalho J, Nunes P, Parada B, et al. Multiple Renal Arteries in Kidney Transplantation: Is it a Problem Nowadays? *Acta Urológica Portuguesa* [Internet]. 2018 Jul 25;35(1–2):39–45. Available from: <https://doi.org/10.24915/aup.35.1-2.82>
 26. Vincenzi P, Gonzalez J, Guerra G, Gaynor JJ, Alvarez A, Ciancio G. Complex surgical reconstruction of upper pole artery in Living-Donor kidney transplantation. *Annals of Transplantation* [Internet]. 2021 Jan 15;26:e926850. Available from: <https://doi.org/10.12659/aot.926850>
 27. Sjekavica I. Radiological imaging in renal transplantation. *Acta Clinica Croatica* [Internet]. 2018 Jan 1; Available from: <https://doi.org/10.20471/acc.2018.57.04.12>
 28. Ghonge NP, Goyal N, Vohra S, Chowdhury V. Renal transplant evaluation: multimodality imaging of post-transplant complications. *British Journal of Radiology* [Internet]. 2021 Jul 8;94(1124):20201253. Available from: <https://doi.org/10.1259/bjr.20201253>
 29. Harmath CB, Wood CG, Berggruen SM, Tantisattamo E. Renal Pretransplantation Work-up, Donor, Recipient, Surgical Techniques. *Radiologic Clinics of North America* [Internet]. 2016 Feb 17;54(2):217–34. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2015.09.006>
 30. Abd-Elaziz MS, El-Batanouny AM, Lawindy AAE, Roshdy M, Massoud AM. Results of anastomosis of accessory lower polar graft artery to internal iliac artery in renal transplantation. *International Journal of Health Sciences* [Internet]. 2022 Jul 29;4655–70. Available from: <http://dx.doi.org/10.53730/ijhs.v6ns9.13927>
 31. Ostrowski P, Kotowski MJ, Tejchman K, Szemitko M, Sieńko J, Ostrowski M. The arterial anastomosis between deep inferior epigastric artery and small polar renal artery in kidney transplantation: a case report. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2022 May 1;54(4):1145–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2022.02.050>

32. Jeong EC, Hwang SH, Eo SR. Vascular augmentation in renal transplantation: supercharging and turbocharging. *Archives of Plastic Surgery* [Internet]. 2017 May 1;44(03):238–42. Available from: <https://doi.org/10.5999/aps.2017.44.3.238>
33. Radford L, Kleverlaan T, Hosgood S, Nicholson M. The Carrel patch clamp for renal transplantation. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* [Internet]. 2017 Sep 13;99(8):664. Available from: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2017.0080>
34. Ma C, Shen C, Dong H, et al. The early outcomes of two separate anastomosis procedures in deceased kidney transplantation with double arteries: A retrospective comparative study. *Asian Journal of Surgery* [Internet]. 2024 Jul 24;48(1):119–24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.asjsur.2024.07.058>
35. Zanchetta M, Adani GL, Della Penna A, Guthoff M, Cherchi V, Nadalin S. Kidney Transplantation in Case of Renal Graft with Multiple Arteries: Challenges and Long-Term Results of Microsurgical Anastomosis Between Lower Polar Renal Artery and Inferior Epigastric Artery. *Medicina* [Internet]. 2025 Sep 11;61(9):1645. Available from: <https://doi.org/10.3390/medicina61091645>
36. Leighton P, Hoff M, Nicholson M, Russell N. Dealing with multiple renal arteries in live donor kidney transplants. *Annals of the Royal College of Surgeons of England* [Internet]. 2020 Aug 18;102(9):749–50. Available from: <https://doi.org/10.1308/rcsann.2020.0169>
37. Belgibaev EB, Madadov IK, Akhmetov D, et al. Optimal techniques for managing lower polar arteries in kidney transplantation. *Asian Journal of Urology* [Internet]. 2025 Nov 1; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajur.2025.04.003>
38. Yamanaga S, Rosario A, Fernandez D, et al. Inferior long-term graft survival after end-to-side reconstruction for two renal arteries in living donor renal transplantation. *PLoS ONE* [Internet]. 2018 Jul 11;13(7):e0199629. Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199629>
39. Rossetto A, Comai G, Cuna V, et al. Double Single-Side kidney transplants with bench vascular reconstruction: a further challenge beyond the marginality without future preclusions. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2020 Jun 1;52(5):1544–6. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.02.184>
40. Garcia LE, Parra N, Gaynor JJ, Baker L, Guerra G, Ciancio G. Clinical Outcomes Following Single vs. Multiple Vessel Living-Donor Kidney Transplantation: A Retrospective Comparison of 210 Patients. *Frontiers in Surgery* [Internet]. 2021 Jun 14;8:693021. Available from: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.693021>
41. Aremu A, Igboke M, Olatise O, Lawal A, Maduadi K. Anatomical variations of the renal artery: a computerized tomographic angiogram study in living kidney donors at a Nigerian Kidney Transplant Center. *African Health Sciences* [Internet]. 2021 Sep 27;21(3):1155–62. Available from: <https://doi.org/10.4314/ahs.v21i3.24>
42. Huseynov A, Şengul H. Effect of multi-artery renal grafts on patient outcomes in living donor kidney transplantation. *Langenbeck S Archives of Surgery* [Internet]. 2025 Oct 27;410(1):312. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00423-025-03880-9>

43. George AR, Dragan Z, Gilliatt FRJ, Puttaswamy V, Saricilar EC. Multiple Renal Arteries in Renal Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *ANZ Journal of Surgery* [Internet]. 2025 Nov 26;96(3):440–8. Available from: <https://doi.org/10.1111/ans.70408>
44. Zorgdrager M, Krikke C, Hofker SH, Leuvenink HGD, Pol RA. Multiple Renal Arteries in Kidney Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Annals of Transplantation* [Internet]. 2016 Jul 29;21:469–78. Available from: <https://doi.org/10.12659/aot.898748>
45. Iwami D, Hotta K, Sasaki H, et al. A 2-mm cutoff value is reasonable and feasible for vascular reconstruction in a kidney allograft with multiple arteries. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2019 Apr 23;51(5):1317–20. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2019.01.137>
46. Cherchi V, Baccarani U, Ventin M, et al. Current practice with grafts with multiple renal arteries in kidney transplantation: role of the methylene blue in the lower pole. *PubMed* [Internet]. 2022 Mar 14;93(1):e2022006. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35315402>
47. Choudhary D, Vijayvergiya R, Kishore K, et al. Vascular Reconstruction of Multiple Renal Arteries—A risk factor for Transplant Renal Artery Stenosis: Insight from a Matched Case-Control Study. *Transplant International* [Internet]. 2024 Nov 7;37:13298. Available from: <https://doi.org/10.3389/ti.2024.13298>
48. Baird DP, Williams J, Petrie MC, Smith JR. Transplant renal artery stenosis. *Kidney International Reports* [Internet]. 2020 Oct 8;5(12):2399–402. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2020.09.041>
49. Ahmed T, Lodhi SH. Transplant renal artery stenosis. *BMJ Case Reports* [Internet]. 2021 Feb 1;14(2):e240400. Available from: <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-240400>
50. Qi R, Qi G, Zhu D, Wang J. Diagnosis and treatment of early transplant renal artery stenosis: experience from a center in eastern China. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2019 Dec 31;52(1):179–85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2019.11.021>
51. Fananapazir G, McGahan JP, Corwin MT, et al. Screening for transplant renal artery stenosis: Ultrasound-Based Stenosis Probability Stratification. *American Journal of Roentgenology* [Internet]. 2017 Aug 31;209(5):1064–73. Available from: <https://doi.org/10.2214/ajr.17.17913>
52. Tomizawa M, Hori S, Nishimura N, et al. Arterial reconstruction using the donor's gonadal vein in living renal transplantation with multiple renal arteries: a case report and a literature review. *BMC Nephrology* [Internet]. 2020 May 20;21(1):190. Available from: <https://doi.org/10.1186/s12882-020-01848-z>
53. Uysal E, Yuzbasioglu MF, Ikidag MA, Dokur M, Gurer OA. Successful elongation of a short graft renal artery by a gonadal vein. *Experimental and Clinical Transplantation* [Internet]. 2017 Aug 1;15(4):467–9. Available from: <https://doi.org/10.6002/ect.2015.0002>

54. Vicéns-Morton AJ, Callaghan C, Olsburgh J. Reconstruction of a damaged lower polar artery for kidney transplantation using tubularised donor aorta. *Case Reports in Transplantation* [Internet]. 2017 Jan 1;2017:1–4. Available from: <https://doi.org/10.1155/2017/3532473>
55. Carolan C, Tingle SJ, Thompson ER, Sen G, Wilson CH. Comparing outcomes in right versus left kidney transplantation: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Transplantation* [Internet]. 2021 Sep 8;35(11):e14475. Available from: <https://doi.org/10.1111/ctr.14475>
56. Qiu Y, Wang X, Song T, et al. Comparison of both sides for retroperitoneal laparoscopic donor nephrectomy: experience from a single center in China. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2017 Jul 1;49(6):1244–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2017.02.062>
57. Meinders AM, Knight R, Eagar TN, et al. Deceased donor vein extension grafts for right living donor kidney transplantation. *Clinical Transplantation* [Internet]. 2023 Mar 20;37(8):e14963. Available from: <https://doi.org/10.1111/ctr.14963>
58. Di Cocco P, Kandilis A, Rajagopal P, Herbert P, Hassen Y, Hakim N. Surgical stapler for right renal vein elongation using the inferior vena cava in kidney transplant. *Experimental and Clinical Transplantation* [Internet]. 2016 Oct 1;14(5):564–6. Available from: <https://doi.org/10.6002/ect.2014.0142>
59. Hevia V, Gómez V, Hevia M, et al. Troubleshooting complex vascular cases in the kidney graft: multiple vessels, aneurysms, and injuries during harvesting procedures. *Current Urology Reports* [Internet]. 2020 Jan 1;21(1):5. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11934-020-0955-8>
60. Del-Río EN, De-León CP, Villa MC, et al. Use of Iliac Allograft from Cadaveric Donor as a Rescue Technique in Living Donor Kidney Transplant: Two Case Reports. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2020 Mar 20;52(4):1102–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2020.01.056>
61. Lu T, Yi SG, Bismuth J, Knight RJ, Gaber AO, Bechara CF. Short- and midterm results for internal jugular vein extension for short right renal vein kidney transplant. *Clinical Transplantation* [Internet]. 2018 Jun 11;32(8):e13312. Available from: <https://doi.org/10.1111/ctr.13312>
62. Nakamura Y, Dan K, Miki K, Yokoyama T, Tanaka K, Ishii Y. Safe and effective elongation of a short graft and multiple renal veins using the gonadal vein (cylindrical technique) in living donor kidney transplantation. *Transplantation Reports* [Internet]. 2020 May 3;5(3):100047. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tpr.2020.100047>
63. Shimizu T, Omoto K, Iida S, et al. Living related renal transplantation using a saphenous vein graft: a case report. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2018 Mar 19;50(8):2562–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2018.03.089>
64. Saurav N, Kushwaha SS, Maheshwari R, Kumar A. Reconfigured saphenous vein interposition as a salvage technique for right renal allograft vein tear. *Indian Journal of*

Transplantation [Internet]. 2025 Jan 1;19(1):70–3. Available from:
https://doi.org/10.4103/ijot.ijot_111_24

65. Margreiter C, Gummerer M, Gallotta V, et al. Open management of the renal vein is a safe modification in Right-Sided laparoscopic living donor nephrectomy to maximize graft vein length. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2018 Jun 26;50(52):3199–203. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2018.06.005>
66. Kumar A, Chaturvedi S, Gulia A, Maheshwari R, Dassi V, Desai P. Laparoscopic live donor nephrectomy: Comparison of outcomes right versus left. *Transplantation Proceedings* [Internet]. 2018 Mar 18;50(8):2327–32. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2018.03.034>
67. Rofaiel G, Allam SR, Ali M, Martinez E, Brower CT, Fayek SA. Successful transplantation of pediatric kidneys despite vascular injuries. *Cureus* [Internet]. 2018 Jul 30;10(7):e3073. Available from: <https://doi.org/10.7759/cureus.3073>
68. Riella J, Tabbara MM, Alvarez A, et al. Pediatric kidney transplants with multiple renal arteries show no increased risk of complications compared to single renal artery grafts. *Frontiers in Pediatrics* [Internet]. 2022 Dec 16;10:1058823. Available from:
<https://doi.org/10.3389/fped.2022.1058823>
69. Nerli RB, Patil MV, Kadeli V, et al. Renal transplant in a child with the donor kidney having 2 renal arteries. *Experimental and Clinical Transplantation* [Internet]. 2024 Aug 1;22(8):647–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.6002/ect.2024.0127>
70. Khan TFT, Ahmad N, Serageldeen AS, Fourtounas K. Implantation Warm Ischemia time in kidney transplant recipients: Defining its limits and impact on early graft function. *Annals of Transplantation* [Internet]. 2019 Jul 23;24:432–8. Available from:
<https://doi.org/10.12659/aot.916012>

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOMÉDICAS ABEL SALAZAR

