腎動脈５本と重複下大静脈を有する生体腎移植ドナーの１例

降幡研吾、山本竜平、梶原知佳、森　瑞季、石田雅宣、関根悠哉、佐藤博美、小林瑞貴、
齋藤　満、成田伸太郎、羽渕友則
秋田大学大学院医学系研究科 腎泌尿器科学講座

A living kidney transplant donor with five renal arteries and a duplicated inferior vena cava: a case report

Kengo Furihata, Ryohei Yamamoto, Chika Kajiwara, Mizuki Mori,
Masanori Ishida, Yuya Sekine, Hiromi Sato, Mizuki Kobayashi,
Mitsuru Saito, Shintaro Narita, and Tomonori Habuchi
Department of Urology, Akita University Graduate School of Medicine

＜緒言＞

腎移植ドナーにおける腎血管系の解剖学的変異は、ドナーおよびレシピエントの双方において手術難易度を上昇させる技術的課題である。今回我々は、５本の腎動脈と重複下大静脈を有する生体腎移植ドナーの１例を経験したので報告する。

＜症例＞

患者：60歳、男性、血液型A(+)。レシピエント（22歳、女性）の父。

現病歴：20歳時にmyeloperoxidase antineutrophil cytoplasmic antibody（MPO-ANCA）関連腎炎に伴う腎不全に対して維持血液透析導入となった次女への腎提供を希望し、ドナー腎採取術目的に入院した。

既往歴：冠攣縮性狭心症のためバイアスピリン等を内服中、高尿酸血症、高血圧症。

主要検査所見：ドナー術前腎機能は推算糸球体濾過量（estimated glomerular filtration rate: eGFR）77.9mL/min/1.73㎡であった。前立腺特異抗原（prostate-specific antigen: PSA）高値（5.384ng/mL）を認めたが前立腺生検で悪性所見は認めなかった。

免疫学的リスク：血液型適合、ヒト白血球抗原（human leukocyte antigen: HLA）タイピングは３ミスマッチであった。リンパ球クロスマッチ試験はcomplement-dependent cytotoxicity（CDC）法でT cell陰性・B cell陽性、フローサイトメトリー法でT cell陰性・B cell陽性であったが、LAB Screen panel reactive antibody（PRA）はClass Ⅰ・Ⅱともに陰性であった。

画像評価・機能評価：造影CT検査および画像解析ソフトウェア（SYNAPSE VINCENT）を用いた術前の３Ｄ画像評価において、重複下大静脈を伴い、右腎静脈２本、左腎静脈２本を確認した。さらに右腎動脈４本、左腎動脈５本を認めた（図１）。腎動態シンチグラフィ（Split Renal Function）による分腎機能は、右腎53.3%、左腎46.7%であり左右差を認めなかった。



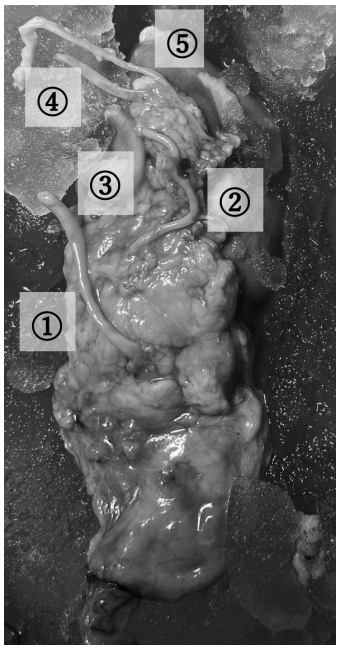
図１　腎移植ドナーのCT Angiography: 血管構築像

入院後経過：

術前に十分な検討を行った上で、このペアでの腎移植を施行する方針とした。採取側の決定にあたり、両側ともに複雑な血管解剖を有していたが、右腎は動脈４本がいずれも細径であった。一方、左腎は動脈が５本存在するものの、太い主腎動脈と細い副腎動脈の口径差が明瞭であり、グラフト再建時に吻合が困難な場合には細径血管を結紮するという外科的選択が容易であった。さらに、ドナー腎採取術は左側を選択することが多く、普段から定型化されている術式を用いることでより安定かつ安全に施行できると判断し、左腎を採取する方針とした。

経腹膜アプローチにて５㎝の傍腹直筋切開をおいてGelPOINTを装着し、さらに外側に５㎜ポートを１本挿入する腹腔鏡下単孔式手術（LESS＋１ポート）にて左ドナー腎採取術を施行した。術中、腸管の十分な脱転を行い、左下大静脈外縁から腎静脈、さらに主腎動脈２本および腎上極の動脈を確認し、全５本の左腎動脈を視認した。極めて細い上極の腎動脈２本は血管シーリングシステムを用いて離断し、主腎動脈はHem-o-lok XLおよび自動縫合器を用いて切断した。腎静脈も自動縫合器を用いて離断し、安全に摘出した。

バックテーブルでのグラフトを図２に示す。内径が１㎜程度と極めて細い上極の２本の腎動脈（図２(a)：④⑤）は吻合しない方針として結紮処理し、残る３本の腎動脈（図２(a)：①②③）および２本の腎静脈はそれぞれconjoint method[1)] で単一孔とした（図２(b)）。



(a)　血管再建前５本の腎動脈(①～⑤)と２本の腎静脈



(b)　血管再建後。腎動脈・腎静脈いずれもconjoint methodで単孔化

図２　バックテーブルでの移植腎

ドナー側の手術時間は４時間７分、温阻血時間は４分24秒と通常より時間を要したものの、術後トラブルなく経過し、術後８日目に退院した。レシピエント側の生体腎移植術は、手術時間８時間26分、出血量634mL、冷阻血時間３時間36分40秒であった。血流再開から初尿まで２分と良好な立ち上がりを示し、周術期経過は良好で、術後１ヶ月の移植腎生検でも拒絶反応を認めなかった。術後１年での移植腎生検でも拒絶反応は認めず、移植腎機能はeGFR46.9mL/min/1.73㎡であった。また、尿管狭窄などの尿路合併症もなく経過は良好であった。

＜考察＞

複数腎動脈の発生頻度は18-30%とされるが[2)3)]、そのうち腎動脈が５本存在する確率は0.01%未満と極めて稀である[4)]。さらに重複下大静脈（発生頻度0.7%）[5)]を合併しており、本症例は非常に稀で複雑な血管解剖を有していた。このような変異は、ドナーにおける複雑な血管処理や温阻血時間の延長、レシピエントにおけるグラフト血管再建の難渋や移植腎機能発現遅延、尿路系合併症のリスク増加をもたらすが[2)6)]、移植腎生着率などの臨床的に重要なアウトカムは単一腎動脈の移植と同等とされている[2)]。

本症例の成功の鍵は、CT angiography等の術前検査の十分な実施と合理的な手術計画[3)7)]、すなわち「採取側の的確な選択」と「結紮・再建のトリアージ」にある。分腎機能に左右差がない条件下で、動脈本数の少ない右側（４本）ではなくあえて左側（５本）を選択した理由は、各動脈の「血管径」に着目したためである。血管再建において径の均等な細い複数動脈の処理は困難を極めるが、左腎のように主腎動脈と細い副腎動脈が明瞭に分かれていれば、再建と結紮の確実な判断が可能となる。また、腹腔鏡下ドナー腎採取術において、複数腎動脈群は手術時間や温阻血時間が増

加するものの、開腹移行や術後合併症の発生率に有意差はなく、ドナーの安全性は確保可能であると報告されている[8)9)]。当科で定型化され習熟度が高い左側アプローチを選択したことも、ドナーの安全性を確保する上で極めて合理的であった。

移植グラフトにおける血管処理について、文献によれば直径２㎜の腎動脈の支配領域は8％未満であり、腎実質が10％程度損失した場合でも残存腎の代償性肥大により機能維持が可能とされている[10)]。1.5㎜以下の腎動脈では移植腎の予後に影響を与えず、このサイズの血管の再建は吻合部狭窄や血栓形成リスクが高まるため、利益が乏しいとの見解もある[11)]。本症例においてバックテーブルで内径１㎜程度と判断して結紮した上極２本の腎動脈は、SYNAPSE VINCENTによる術前評価の通り総支配領域がグラフト全体の6.5%に留まっていた。また、男性（父）から女性（子）への移植であり十分なネフロン量が確保されていたことからも、この結紮は客観的にも許容される安全な判断であったと考えられる。

一方で、下極腎動脈は尿管（特に近位部）への重要な血流供給源である[12)]。再建を行わない場合、尿管の虚血や壊死のリスクが高まり[13)]、下極虚血は術後の尿漏の原因となる可能性がある[14)]。本症例でもこの原則に従い、下極を含む主要な３本の動脈を的確に形成し再建したことが、良好なグラフト機能と尿管合併症回避に寄与した。

＜結語＞

５本の腎動脈と重複下大静脈を有する生体腎移植ドナーの１例を経験した。複雑な解剖学的変異を伴うドナー腎移植において安全で良好な結果を得るためには、術前の単なる本数の把握に留まらず、SYNAPSE VINCENT等の画像解析ソフトを用いた血管径および支配領域の定量的評価に基づく採取側の戦略的決定と、合理的な手術計画が肝要である。

＜利益相反＞

開示すべきものなし。

＜文献＞

１）齋藤　満：腎移植における血管吻合－おさえておくべきポイントとは？－、泌尿器外科 37：406-411、2024.

２）Zorgdrager M, Krikke C, Hofker SH, et al.：Multiple renal arteries in kidney transplantation: a systematic review and meta-analysis. Ann Transplant 21：469-478, 2016.

３）Garcia LE, Parra N, Gaynor JJ, et al.：Clinical outcomes following single vs. multiple vessel living-donor kidney transplantation. Front Surg 8：693021, 2021.

４）Yu C, Zhang L, Lv C, et al.：Successful transplantation of a living donor kidney with five renal arteries. Front Med (Lausanne) 12：1553478, 2025.

５）Ng A, Tsung A, Nguan C, et al.：Duplicated inferior vena cava: a potential

challenging anomaly for retroperitoneal surgery. Can Urol Assoc J 18 : E95-E97, 2024.

6) Chabchoub K, Mhiri MN, Bahloul A, et al. : Does kidney transplantation with multiple arteries affect graft survival?. Transplant Proc 43 : 3423-3425, 2011.

7) Aremu A, Igbokwe M, Olatise O, et al. : Anatomical variations of the renal artery: a computerized tomographic angiogram study in living kidney donors at a Nigerian kidney transplant center. Afr Health Sci 21 : 1155-1162, 2021.

8) Paragi PR, Klaassen Z, Fletcher HS, et al. : Vascular constraints in laparoscopic renal allograft: comparative analysis of multiple and single renal arteries in 976 laparoscopic donor nephrectomies. World J Surg,35 : 2159-2166, 2011.

9) Hoda MR, Greco F, Wagner S, et al. : Prospective, nonrandomized comparison between right- and left-sided hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy. Transplant Proc 43 : 353-356, 2011.

10) 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, Transplant Proc 51 : 1317-1320, 2019.

11) Panis A, De La Taille A, Parier B, et al. : Does the sacrifice of accessory renal arteries impair functional outcomes after living donor kidney transplantation? A retrospective single-center cohort study of 251 recipients. Clin Transplant 39 : e70229, 2025.

12) 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. Acta Biomed 93 : e2022006, 2022.

13) Carter JT, Freise CE, McTaggart RA, et al. : Laparoscopic procurement of kidneys with multiple renal arteries is associated with increased ureteral complications in the recipient, Am J Transplant 5 : 1312-1318, 2005.

14) Mayhew M, Solomon R, Laguardia H, et al. : Vascular complications in renal transplantation: surgical salvage of renal artery dissection. Transplant Direct,8 : e1340, 2022.