

術中に発生した右腎動脈損傷に対して 自家腎移植術を施行した片腎患者の1例

曲渕 敏博^{1,2}, 小林 恭¹, 加茂 直子³, 海道 利実³
坂井 薫⁴, 寺本 祐記⁵, 伊藤 克弘¹, 久保田聖史¹
高田 秀明¹, 澤田 篤郎¹, 赤松 秀輔¹, 山崎 俊成¹
井上 貴博¹, 柳田 素子⁴, 上本 伸二³, 小川 修¹

¹京都大学医学部附属病院泌尿器科, ²倉敷中央病院泌尿器科

³京都大学医学部附属病院肝胆膵移植外科, ⁴京都大学医学部附属病院腎臓内科

⁵京都大学医学部附属病院病理診断科

KIDNEY AUTO-TRANSPLANTATION FOR INTRAOPERATIVE RIGHT RENAL ARTERY INJURY IN A SINGLE KIDNEY PATIENT: A CASE REPORT

Toshihiro MAGARIBUCHI^{1,2}, Takashi KOBAYASHI¹, Naoko KAMO³, Toshimi KAI³,
Kaoru SAKAI⁴, Yuki TERAMOTO⁵, Katsuhiko ITO¹, Masashi KUBOTA¹,
Hideaki TAKADA¹, Atsuro SAWADA¹, Shusuke AKAMATSU¹, Toshinari YAMASAKI¹,
Takahiro INOUE¹, Motoko YANAGITA⁴, Shinji UEMOTO³ and Osamu OGAWA¹

¹The Department of Urology, Kyoto University Hospital

²The Department of Urology, Kurashiki Central Hospital

³The Department of Hepatobiliary, Pancreas and Transplant Surgery, Kyoto University Hospital

⁴The Department of Nephrology, Kyoto University Hospital

⁵The Department of Pathology, Kyoto University Hospital

A man in his 70's who had undergone left radical nephrectomy for kidney cancer had the right renal artery ablated unexpectedly during pancreatoduodenectomy for a huge duodenal tumor. For this intraoperative emergency, an autologous kidney transplantation was performed with the right kidney being removed, perfused, and transplanted into the right iliac fossa. Warm ischemic time was over 2 hours. The patient developed postoperative hemorrhagic infarction of a renal artery branch, which was successfully treated with intravascular intervention. The patient was weaned off hemodialysis and was discharged in 16 weeks postoperatively.

(Hinyokika Kyo 65 : 455-458, 2019 DOI: 10.14989/ActaUrolJap_65_11_455)

Key words : Kidney auto-transplantation, Single kidney, Renal artery injury

緒 言 症 例

自家腎移植は1963年に Hardy¹⁾ によって初めて報告されて以来, 特に1980年代をピークに種々の疾患に対して施行されて来た²⁾. 近年は代替の治療法の普及などによりその件数は減少しているものの, 腎温存のための最終手段として依然として重要な術式とされている³⁾. 今回われわれは左腎摘除術後の右片腎患者に対して施行された膵頭十二指腸切除術の術中に発生した右腎動脈損傷に対して, 自家腎移植術を施行した症例を経験した. 温阻血時間は2時間にわたり111日間の腎代替療法を必要としたが, 最終的に腎機能を温存することが可能であった. この症例について若干の文献的考察を交えて報告する.

患 者 : 70歳台, 男性 身長 164.5 cm 体重 56.1 kg BMI 20.7 kg/m²

既往歴 : 1年前 左腎細胞癌に対し根治的左腎摘除術 (病理所見は clear cell renal cell carcinoma pT1a)

主 訴 : なし

血液検査 : 血清 Cre 1.33 mg/dl eGFR 41.8 ml/min

現病歴 : 手術1カ月前 前医で十二指腸腺癌と診断され, 手術目的に当院を紹介受診. 膵頭十二指腸切除術を施行することとなった.

画像所見 : 造影 CT で十二指腸球部から胃幽門, 膵頭部に浸潤する径9 cm 大の腫瘍を認めた (Fig. 1A).

2カ所で門脈腫瘍栓または血栓を認め, 術前に AT-

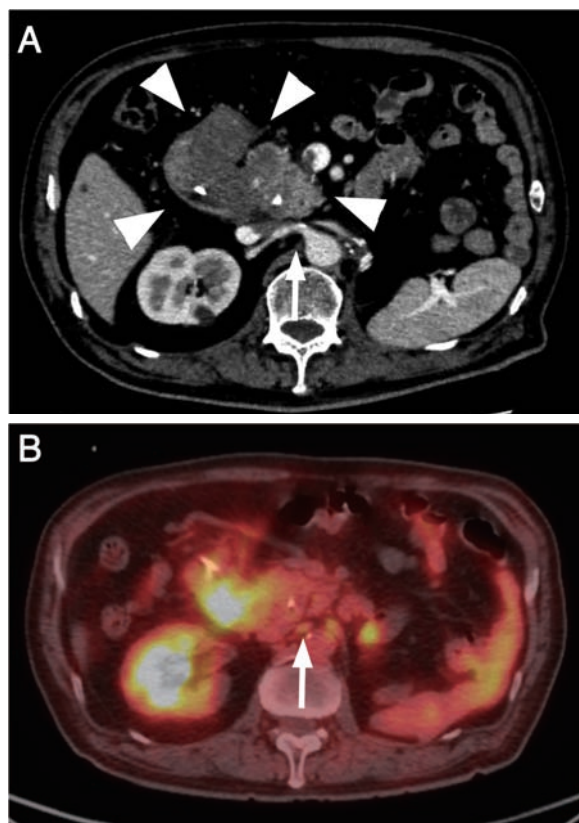


Fig. 1. A. A tumor invading the duodenum bulb, pylorus and pancreatic head (arrowheads). B. An interaortocaval lymph node with abnormal uptake on PET-CT (arrow).

III 製剤による抗凝固療法を施行した。PET-CT で右腎動脈起始部付近に集積を伴う腫大リンパ節を認めた (Fig. 1B)。手術に際しては原発巣摘除の適応決定のため、このリンパ節を最初に切除する方針となった。

手術所見：上・中腹部正中切開で開腹。十二指腸球部から下行脚にかけて十二指腸内に径約 9 cm の腫瘍を認めた。トライツ靱帯を解放し後腹膜腔を露出。十二指腸を右方に授動しながら IVC 前面に到達。左腎静脈の起始部を確認し、術前 PET で指摘されていた腫大リンパ節を左腎静脈起始部の頭側に触知した。同リンパ節をシーリングデバイスを用いて摘出しようと試みた際に切離面から大量の出血を認めた。止血縫合を施し出血をコントロールした後、右腎動脈切断の疑いで泌尿器科に緊急の手術応援要請があった。

泌尿器科到着時には術野の展開が不十分で、切断された血管の同定が困難であった。またドップラーエコーで右腎臓内に血流シグナルが確認されたため、腎動脈本幹が温存されている可能性も考慮したが、腎静脈をクランプすることによって血流シグナルが完全に消失したため、最初描出された血流シグナルは腎静脈からのバックフローによるもので、腎動脈の本幹が切断されていると判断した。右腎動脈はシーリングデバイスによる切断後で、近位側断端周囲には止血縫合も

施されていたため、術野での修復・再建は困難と判断し、自家腎移植の方針とした。右腎動脈の近位断端の損傷部位、損傷状態の確認は困難のため二重結紮やヘモロック処理はされなかった。

右腎を摘出し氷冷のうえへパリン加 ETK 液⁴⁾で灌流を行った。灌流状態は良好であった。腎静脈が短かったため、腎摘後の遺残左腎静脈を起始部から切除し、血管グラフトとして採取腎の腎静脈に吻合した。脾頭十二指腸切除術終了後に右傍腹直筋切開で右腸骨窩を展開し、移植腎静脈を右外腸骨静脈に端側吻合、移植腎動脈を右内腸骨動脈に端端吻合し血流を再開した。血管吻合後の血流は良好で、血流再開 9 分後に少量の尿流出を確認した。尿管膀胱新吻合は Lich-Gregoir 法で行った。総手術時間 20 時間 47 分、出血量 6,740 ml で温阻血時間 2 時間 1 分、冷阻血時間 15 時間 22 分であった。摘出標本の病理組織診断は、神経内分泌癌であった。

術後経過：術直後は無尿で持続的血液濾過透析 (CHDF) および間欠的血液透析 (iHD) が必要であった。術後 12 日目の造影 CT で出血性腎梗塞を指摘され (Fig. 2)、血管内治療ののち抗凝固・抗血小板療法を開始された。術後 41 日目の移植腎生検では虚血性の急性尿細管障害の所見であった (Fig. 3)。術後 80 日目ごろから尿量の緩徐な増加に伴い腎機能が回復し始め、術後 111 日目で腎代替療法を離脱し、術後 123 日目に退院となった。退院時血清 Cre 2.14 mg/dl、eGFR 24.8 ml/min であった。

考 察

1963 年に Hardy によって報告された第 1 例目の自家腎移植は、腹部大動脈瘤の術中に生じた上部尿管の高度損傷に対するものであった¹⁾。自家腎移植の適応となる疾患は繊維筋性異形成などによる腎動脈狭窄、医原性を含む上部尿管の高度狭窄、腎結石、腎悪性腫

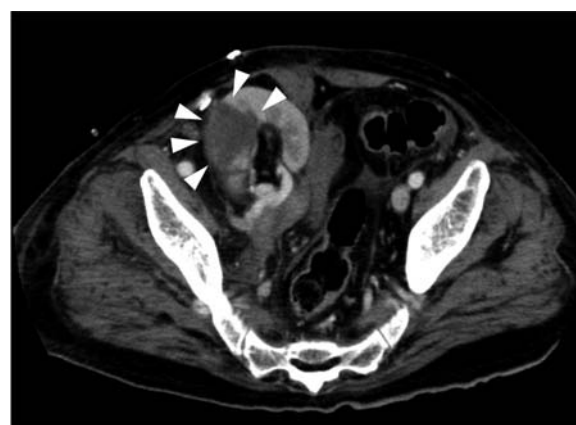


Fig. 2. Contrast-enhanced computed tomography on postoperative day 12 showing infarcted renal parenchyma with contrast media leaked into it (arrowheads).

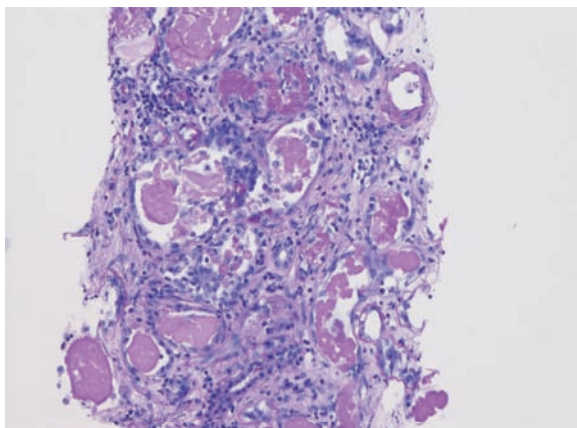


Fig. 3. Representative microphotograph (Periodic acid-Schiff stain, $\times 200$) of renal biopsy undertaken on postoperative day 41. Note marked neutrophil infiltration and tubular injury with swollen epithelia, loss of brush border, and intraluminal granules.

瘍, 腎動脈瘤などとされている^{2,3)}。合併症としては重大なものでは吻合部狭窄, 仮性動脈瘤, 血栓, グラフト感染, 尿瘻や膿瘍形成などがあげられる⁵⁾。1980年代までは比較的盛んに行われていたが, 腎血管疾患に対する血管内治療⁵⁾, 高度尿管狭窄に対する psoas hitch 法・Boari flap 法・腸管利用置換法⁶⁾, 腎結石に対する泌尿器内視鏡手術, 腎腫瘍に対する腎部分切除術などの進歩・普及によって近年は適応となる症例はきわめて限られている。それでもなお, 自家腎移植は上記治療法が適応困難な症例における「最終手段」³⁾として現在もその意義を失っていない。本症例では対側腎摘除後の片腎状態で, 術野における血管再建が困難な状況であり, 自家腎移植は腎機能回復を期待できる唯一の手段であったと考える。

自家腎移植は腎の摘除と腸骨窩への移植からなる術式であり, 特段の高度な技術・デバイス・環境を要する術式ではないように思われる。しかし Ruiz ら⁵⁾の自家腎移植レビューによると, 自家腎移植の長期的な腎機能温存率は60~100%と報告によって大きな差を認めている。また Flatmark ら⁷⁾は, 12年間で305例といういわゆるハイボリュームセンターで実施された予定手術の成績として3.6%という高い腎機能喪失率を報告している。その原因の大半(64%)は血栓症による腎梗塞であった。こうした高い血栓症合併率の原因として, 自家腎移植の適応となる腎動脈狭窄や腎動脈瘤を背景とした高血圧や, 尿路狭窄による慢性尿路感染など, 腎臓への炎症が移植腎の血栓リスクを上昇させている可能性が考えられる。本症例でも術後12日目に出血性腎梗塞を来しており, 阻血時間が長期間に及んだことや侵襲の大きな手術だったこと, 担癌状態であったことなどが血栓形成に影響したと考えられる。これらが腎梗塞の誘因となりうることを考え, 術

後早期からの抗凝固・抗血栓療法を施行すべきであったと反省している。

本症例では, 右腎臓を右腸骨窩に移植するという術式のため, 即時に自家腎移植を行うことができていれば, 尿管は切離せずに血管吻合のみを行うことも可能であったかもしれないが, 臍頭十二指腸切除が終了するまで待機する必要があったため, 尿管は一度切離し再吻合を行った。

本症例では温阻血が2時間以上に達した。様々な報告から温阻血時間が30ないし45分を超えると腎機能の不可逆的な低下が顕著になるとされる⁸⁻¹⁰⁾。本症例でも右腎動脈切断を確信した時点で腎周囲にアイススラッシュを入れるなど, 腎が体内にあるうちから可及的に冷却を開始することも考慮したが, 常備されていなかったアイススラッシュの準備に時間を要したこともあり, 速やかに腎摘除を行うことを優先し, 冷却は腎を体外に摘出した後にベンチで開始した。

温阻血時間が長かったこともあり, 本症例では術後腎機能が回復し腎代替療法から離脱可能となるまでに4カ月近くを要したものの, 最終的には腎代替療法を離脱することができた。Birkenstock ら¹¹⁾は, 外傷性の腎動脈血栓に対し受傷10.5時間後に開放血栓除去による血行再建を行い, 術後65日目に透析を離脱できた1例を報告している。Fay ら¹²⁾は受傷後12時間以上が経過した外傷性の腎動脈血栓に対し自家腎移植による血行再建を行い腎機能回復が得られた1例を報告している。また心停止ドナーからの献腎移植症例を集積した既報の中には術後60日以上移植腎機能発現遅延(delayed graft function: DGF)の後に透析を離脱できた症例も散見される¹³⁾。

上記はいずれも比較的長時間の温阻血が原因で, 虚血再灌流障害に伴う急性尿細管壊死による急性腎障害(acute kidney injury: AKI)¹⁴⁾から時間をかけて回復したものと考えられる。実際に本患者で術後41日目に行った腎生検でもそれに矛盾しない所見が得られている。AKIの原因は虚血再灌流障害に伴う急性尿細管壊死以外にも敗血症, 薬剤, 他臓器疾患など多岐にわたる¹⁵⁾が, 虚血再灌流障害に伴う急性尿細管壊死によるAKIは, 他の原因によるAKIよりも可逆的で回復が期待できるとする説もある¹⁶⁾。脳死ドナーからの提供に比べて心停止ドナーからの提供による献腎移植においてDGFが長期の移植腎機能に与える影響が小さい¹⁷⁾のも, 後者におけるDGFのほとんどが虚血再灌流障害に伴う急性尿細管壊死が原因であるのに対し, 前者におけるDGFは他の要因を伴う傾向が強いためであると解釈されうる¹⁶⁾。このように長時間の温阻血後に血行再建し, 高度の急性尿細管障害をうけた症例であっても時間をかけて腎機能回復が得られる場合がある。血液浄化療法導入による患者の生命予後

や QOL 低下は重大であるため、温阻血時間が長引いた場合でも血行再建を諦めないこと、また血行再建後の腎機能障害が遷延する場合でも腎機能回復を諦めないことが肝要であると考えられる。いつまで腎機能回復の可能性を期待して治療継続すべきか、報告数が少ないため判断に苦慮するところであるが、十分な説明を行ったうえで患者の希望も考慮しつつ治療方針を検討すべきであると思われる。

一般的に右腎動脈は大動脈のやや腹側から起始するが、起始部から下大静脈後面に向かって後・側方へと走行する¹⁸⁾ために前方アプローチから腹部大動脈前リンパ節を切除する際に問題となることは少ない。しかし右腎動脈を術中に誤って損傷された報告は過去にもされており、腎動脈の走行が通常と異なることが要因として考えられている¹⁹⁾。本症例は右腎動脈が通常よりもかなり前方に向かって起始しており、こうした解剖学的差異が腎動脈損傷の要因として考えられる。実際に腎動脈の起始角度について検討した報告²⁰⁾と比較しても、本症例のそれは通常の範囲を逸脱していた。

血管走行の特徴が思わぬ合併症を引き起こす可能性があるため、術前画像の入念な検討が肝要であると考えられた。

結 語

右腎動脈が腹側に突出して起始していた片腎患者の術中に生じた右腎動脈損傷に対して緊急自家腎移植を施行し、透析を離脱しえた症例を経験した。

本論文の要旨は、第235回日本泌尿器科学会関西地方会で発表した。

文 献

- Hardy JD: High ureteral injuries. management by autotransplantation of the kidney. *JAMA* **184**: 97-101, 1963
- Wotkowicz C and Libertino JA: Renal autotransplantation. *BJU Int* **93**: 253-257, 2004
- Azhar B, Patel S, Chadha P, et al.: Indications for renal autotransplant: an overview. *Exp Clin Transplant* **13**: 109-114, 2015
- Yoshida H, Okuno H, Kamoto T, et al.: Comparison of the effectiveness of ET-Kyoto with Euro-Collins and University of Wisconsin solutions in cold renal storage. *Transplantation* **74**: 1231-1236, 2002
- Jensen G, Zachrisson BF, Delin K, et al.: Treatment of renovascular hypertension: one year results of renal angioplasty. *Kidney Int* **48**: 1936-1945, 1995
- Burks FN and Santucci RA: Management of iatrogenic ureteral injury. *Ther Adv Urol* **6**: 115-124, 2014
- Flatmark A, Albrechtsen D, Sodal G, et al.: Renal autotransplantation. *World J Surg* **13**: 206-209; discussion 210, 1989
- Volpe A, Blute ML, Ficarra V, et al.: Renal ischemia and function after partial nephrectomy: a collaborative review of the literature. *Eur Urol* **68**: 61-74, 2015
- Secin FP: Importance and limits of ischemia in renal partial surgery: experimental and clinical research. *Adv Urol*: 102461, 2008
- Thompson RH, Frank I, Lohse CM, et al.: The impact of ischemia time during open nephron sparing surgery on solitary kidneys: a multi-institutional study. *J Urol* **177**: 471-476, 2007
- Birkenstock WE, Rabkin R and Stables DP: Bilateral traumatic renal artery occlusion with survival after late reconstitution of arterial flow. *Br J Surg* **59**: 915-917, 1972
- Fay R, Brosman S, Lindstrom R, et al.: Renal artery thrombosis: a successful revascularization by autotransplantation. *J Urol* **111**: 572-577, 1974
- de Sandes-Freitas TV, Felipe CR, Aguiar WF, et al.: Prolonged delayed graft function is associated with inferior patient and kidney allograft survivals. *PLoS One* **10**: e0144188, 2015
- Bonventre JV and Yang L: Cellular pathophysiology of ischemic acute kidney injury. *J Clin Invest* **121**: 4210-4221, 2011
- Hultstrom M, Becirovic-Agic M and Jonsson S: Comparison of acute kidney injury of different etiology reveals in-common mechanisms of tissue damage. *Physiol Genomics* **50**: 127-141, 2018
- Renkens JJ, Rouflart MM, Christiaans MH, et al.: Outcome of nonheart-beating donor kidneys with prolonged delayed graft function after transplantation. *Am J Transplant* **5**: 2704-2709, 2005
- Brook NR, White SA, Waller JR, et al.: Non-heart beating donor kidneys with delayed graft function have superior graft survival compared with conventional heart-beating donor kidneys that develop delayed graft function. *Am J Transplant* **3**: 614-618, 2003
- Leslie SW and Sharma S: Anatomy, Abdomen and Pelvis, Renal Artery. *In*: StatPearls. Treasure Island (FL), 2018
- Eitan R, Abu-Rustum NR, Walker JL, et al.: Ligation of an anatomic variant of renal vasculature during laparoscopic periaortic lymph node dissection: a cause of postoperative renal infarction. *Gynecol Oncol* **91**: 416-420, 2003
- Verschuyt EJ, Kaatee R, Beek FJ, et al.: Renal artery origins: location and distribution in the transverse plane at CT. *Radiology* **203**: 71-75, 1997

(Received on December 4, 2018)

(Accepted on July 1, 2019)