

総説

臓器移植における基礎と臨床—最近の知見

腎移植の画像診断：一般的事項に関して

鈴木 秀明

東邦大学医学部放射線医学講座（大森）

要約：今日、腎移植のドナーやレシピエントに対する術前や術後の評価に画像診断が用いられている。ドナーの腎動脈の解剖学的変異の術前評価は、Multidetector-row CT の登場により CT angiography での評価が可能になった。また CT は血管評価以外にも悪性腫瘍検索の助けにもなり、レシピエントへの持ち込みを未然に防ぐのに有用である。レシピエントに関しては、免疫抑制薬の有害事象として感染症と悪性腫瘍が生じやすく、この評価に画像診断が用いられる。代表的な日和見感染であるサイトメガロウイルス肺炎とニューモシスチス肺炎は CT でどちらもびまん性すりガラス影を呈する。サイトメガロウイルス肺炎では、下肺野優位の分布、多発性粒状・結節影がみられる頻度が高いことがニューモシスチス肺炎との鑑別点となる。また腎移植合併症には拒絶反応、急性尿細管壊死、外科的合併症など様々なものがあるが、腎移植直後の腎機能低下の原因として頻度の高い急性尿細管壊死は、超音波検査にて皮髄境界の不明瞭化、浮腫による移植腎容量の増加、resistive index の上昇などがみられる。

東邦医学会誌 64(3)：166-168, 2017

索引用語：renal transplantation, diagnostic imaging, CT

はじめに

腎移植術前、術後の評価に画像診断は不可欠である。ドナーに関しては提供される腎の評価や悪性腫瘍の存在の評価に有用である。レシピエントに関しては移植腎自体や術後合併症の評価に、また免疫抑制薬に伴い感染症や悪性腫瘍の発生リスクが上昇するため、その診断や早期発見に役立つ。本稿では腎移植に関わる画像診断を概説する。

ドナー

Multidetector-row CT (MDCT) の登場により高速・高分解能撮像が可能となり、任意断層撮像や3次元再構成画像を容易に作成できるようになった。これにより血管の評価は従来行われてきた血管造影から、CT angiography (CTA) に置き換えられている。

腎動脈は第1～2腰椎の高さで大動脈より直接分岐する。通常一側腎に対して1本の腎動脈がみられることが多いが、20～30%に複数の腎動脈が存在する (accessory renal

artery)。また腎門部の手前で腎動脈本幹が分岐する場合は10～20%にみられる (prehilar branching)。移植には腎動脈本幹が1～2 cm 必要なので、腎動脈起始部から1～2 cm の範囲で分岐があると移植には適さない。このほかに腎動脈病変の有無 (腎動脈狭窄、腎動脈瘤)、腎実質病変の有無 (結石、嚢胞、腫瘍)、腎静脈変異の有無 (retroaortic left renal vein ; 3%, circumaortic left renal vein ; 17%) などを評価する¹⁾。

またレシピエントに不利益となる悪性腫瘍や感染症などの持ち込みを防ぐため、術前 CT 検査で血管の評価と同時にこれらについても評価する。

レシピエント

免疫抑制剤の進歩により腎移植の成績は飛躍的に向上し、移植腎の10年生着率は90%以上となっている。このため腎移植患者は長期間免疫抑制剤を内服するようになり、免疫抑制薬の有害事象として感染症と悪性腫瘍のコントロールが以前にもまして重要となっている。現在では拒

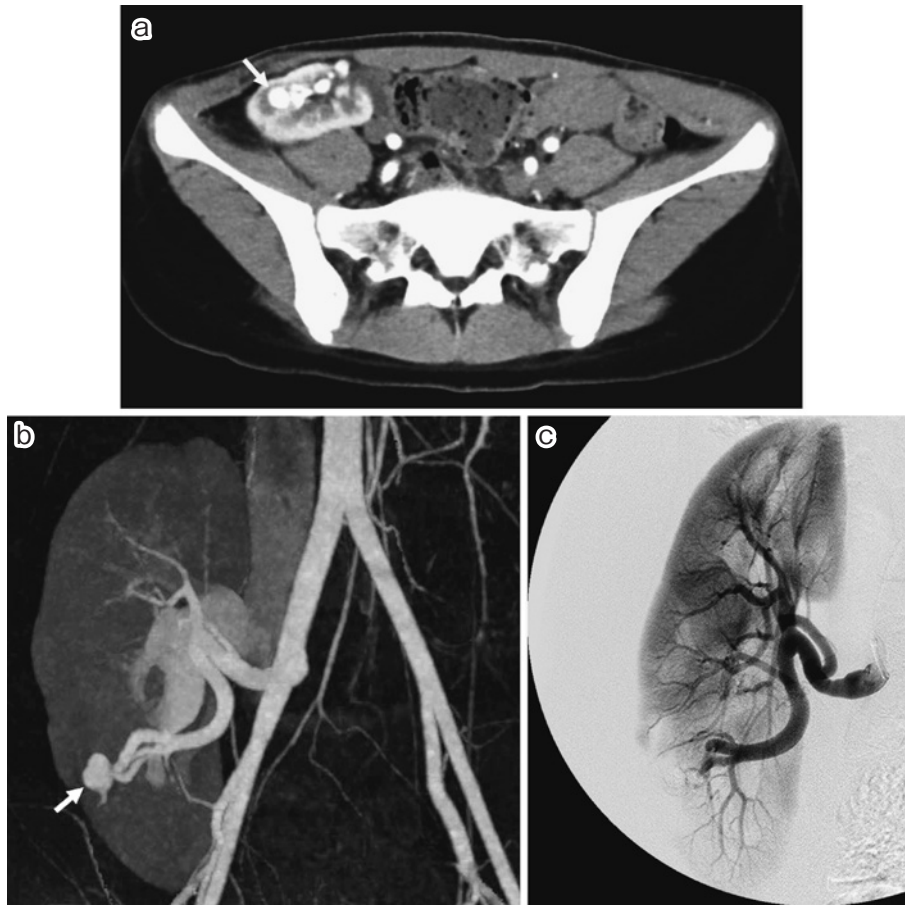


図1 10代女性 移植腎生検後に生じた動静脈瘻に対して経動脈的塞栓術施行
 a. 造影CT 動脈相
 b. Maximum intensity projection (MIP)
 c. 経動脈的塞栓術が施行され、動静脈瘻は消失した。

絶反応により移植腎を喪失することよりも、移植腎生着中に心血管疾患や悪性腫瘍などによる死亡 (death with functioning graft : DWFG) が移植腎の生着率を下げる最大の要因となっている。本邦ではレシピエントの死因は感染症、心血管疾患、悪性腫瘍の順となっている²⁾。

悪性腫瘍

腎移植患者の悪性腫瘍の発生頻度は一般人口の約3~5倍とされている。その発症頻度は増加傾向にある。ウイルス感染が原因の一つとされる血液・造血器腫瘍や、皮膚癌は特にリスクが高いと報告されている。その他の固形癌においても発生頻度が高い傾向にある。ただし、腎移植後の悪性腫瘍には人種差と地域差があることが知られており、各国独自のデータベースが必要とされている。腎移植患者における悪性腫瘍の早期発見、スクリーニングが腎移植のさらなる成績向上につながる可能性があり、画像診断が大きな役割を担っている。

感染症

腎移植患者は拒絶反応を抑えるために免疫抑制薬の内服が必要であるが、感染症のリスクを伴う。2001年以降の腎移植患者の死因として感染症は最多となっている。免疫抑制薬は日和見感染、市中肺炎のどちらのリスク因子ともなる。サイトメガロウイルス (cytomegalovirus : CMV) やニューモシスチス肺炎 (*pneumocystis jirovecii* pneumonia : PCP) といった日和見感染の微生物も忘れてはならないが、移植患者でも市中肺炎で最も多いのは肺炎球菌である。腎移植患者では鑑別の幅が広がるだけであって、common のものが消えるわけではない。このほかに症状や画像所見が必ずしも典型的ではないということに注意する。

一般的に移植後の時期により感染症の種類を推測することができる。移植後の時期は主に3つに分類され、それぞれで特徴的な感染が生じる。すなわち、移植1か月後以内は主に術後感染、院内感染が生じ、免疫抑制がまだ十分に

かかっていないため日和見感染は少ない。次に移植後1～6か月後では免疫抑制薬の影響で日和見感染症が多くなる。最後に6か月以降では依然として日和見感染が生じるが、免疫抑制薬の調整により免疫抑制が緩和されるため市中感染症が多くなる、というものである。

代表的な日和見感染症として、CMVとPCPについて述べる。CMVは成人の多くが感染しており（抗体保有率90%以上）、不顕性感染の状態にある。臓器移植や骨髄移植、ステロイド治療などで免疫能が低下した場合、再活性化して発症すると考えられる。CMVは全身感染症であり、肺炎は一部分症にすぎない。中枢神経系、腸管などの全身臓器に重篤で致命的な障害を起こすことがあり、早期診断、早期治療開始が重要である。胸部単純X線写真では両側性びまん性のすりガラス影や網状影を示すことが多く、PCPとの鑑別が難しいが、CMV肺炎では病変が下肺野優位に分布するとされる。CT所見ではびまん性すりガラス影、多発性粒状・結節影、浸潤影が主な所見であり、これらが混在してみられることが多い。時に出血による結節周囲のすりガラス影、いわゆるCT halo signがみられることもある。縦隔・肺門リンパ節腫大や胸水は20～30%で見られる。下肺野優位の分布、多発性粒状・結節影がみられる頻度が高いことはニューモシスチス肺炎との鑑別点となる。ただし実際には混合感染が少なくなく鑑別は容易ではない。

PCPは、*Pneumocystis jirovecii*という真菌による感染症であり、幼少期の不顕性感染の後、免疫低下状態になると活性化されて発症するとされている。移植患者、癌化学療法施行患者、AIDS患者に多く見られる。ただし、移植患者ではST合剤の予防投与により発症頻度は低下している。画像所見のわりに呼吸困難が著しいことがしばしばある。胸部単純X線写真では肺門部主体のすりガラス陰影が典型的所見であるものの、早期では検出困難の場合が多い。CT所見は、胸膜下が温存される広範な両側性すりガラス影、約半数に病変部と非病変部が明瞭な境界を呈するモザイクパターンを示す。consolidationは進行しない限り出現しないことが多く、細菌性肺炎との鑑別点になりうる。気管支壁肥厚や小葉中心性陰影はまれである。またCMV肺炎との合併が少なくない。

移植腎合併症

腎移植後の合併症は10%に起こるとされ、次のようなものがある。1. 外科的合併症：①リンパ嚢腫または尿嚢腫、②血腫、③尿路閉塞・狭窄：水腎症、④動脈狭窄、⑤静脈血栓症、⑥吻合側で仮性動脈瘤、⑦生検後の動静脈瘻（図1）、2. 急性尿細管壊死、3. 拒絶反応；①超急性拒絶

反応：24時間以内、②促進型急性拒絶反応：24時間～1週間、③急性拒絶反応：1週間～6か月、④慢性拒絶反応：6か月以降、4. cyclosporine中毒、5. posttransplantation lymphoproliferative disorder などである³⁻⁵⁾。

移植腎の評価にはドプラ超音波、腎シンチグラフィ、ダイナミックMRIなどが用いられる。CTは急性期出血や活動性出血が疑われた場合適応となる。

腎移植直後の血清クレアチニン値の低下速度が遅い場合、原因として多いのは急性尿細管壊死である。超音波検査にて皮髄境界の不明瞭化、浮腫による移植腎容量の増加、resistive indexの上昇などがみられる。急性拒絶反応は形態診断では急性尿細管壊死との鑑別は困難である。移植腎動脈の狭窄・閉塞は、腎機能低下に加えグラフト部の血管雑音や高血圧で疑われる。狭窄の半数は接合部位に生じその他は遠位に生じる。また狭窄が生じていなくても蛇行(kinking)によっても腎血流・腎機能低下をきたしうる。そのほかの合併症としては生検後による動静脈短絡・動静脈瘻がある。腎カラードプラおよびパルスドプラにて血管抵抗の低下、resistive indexの低下を示す。水腎症は虚血や拒絶による尿管と膀胱吻合部の癒着化による狭窄、血塊による閉塞がある。またリンパ嚢腫や血腫の圧迫により二次性に生じることもある。移植腎周囲の液体貯留は血腫が移植早期に最も頻度が高い。リンパ嚢腫は術後1～2か月後に、urinomaや膿瘍は術後3～4か月に生じることが多い。またcyclosporine中毒は急性尿細管壊死あるいは拒絶反応の鑑別に挙げられるが、それらの鑑別は画像診断ではできない。

結 語

腎移植術前、術後の画像診断で評価すべきポイントや、代表的日和見感染や合併症の画像所見を中心に述べた。

文 献

- 1) Kawamoto S, Lawler LP, Fishman EK. Evaluation of the Renal Venous System on Late Arterial and Venous Phase Images with MDCT Angiography in Potential Living Laparoscopic Renal Donors. *AJR*. 2005; 184: 539-45.
- 2) 今井直彦. 腎臓内科医のための腎移植の診かた. 中外医学社; 東京: 2015.
- 3) Brown ED, Chen MY, Wolfman NT, Otto D, Watson NE. Complications of transplantation evaluation with US and radionuclide imaging. *RadioGraphics*. 2000; 20: 607-22.
- 4) Kobayashi K, Censullo ML, Rossman LL, Kyriakides PN, Kahan BD, Cohen AM. Interventional radiologic management of renal transplant dysfunction: indications, limitations, and technical considerations. *RadioGraphics*. 2007; 27: 1109-30.
- 5) 山下康行. 『画像診断』別冊 KEY BOOK シリーズ 知っておきたい泌尿器のCT・MRI. 学研メディカル秀潤社; 東京: 2008.