小児腎移植前の下大静脈の評価 —血管造影に代わる MR venography の有用性—

矢田 菜穂子^{*1} 中西 浩一^{*1} 上 村 茂^{*1} 石 倉 健 司^{*2}
幡 谷 浩 史^{*2} 池 田 昌 弘^{*2} 本 田 雅 敬^{*3} 吉 川 徳 茂^{*1}
和歌山県立医科大学小児科^{*1} 東京都立清瀬小児病院腎内科^{*2}
東京都立八王子小児病院^{*3}

key words : MRI, 下大静脈, 腸骨静脈, 腎移植, 小児

〈要旨〉

小児腎移植にあたって、レシピエントに移植腎静脈を吻合する下大静脈の血栓や閉塞があると移植術中に術式を変更することになり危険性を伴う。安全に移植術を成功に導くためには術前に下大静脈の評価を行うことが重要である。今回、レシピエントの腎移植前検査として下大静脈・腸骨静脈描出に対して従来から行われていた血管造影に代わるものとして、非造影非侵襲的検査法である MR venography (MRV) による検討を行った。対象は3歳から14歳までの慢性腎不全にて腹膜透析または血液透析療法中の4例。方法は2D time of flight (2D-TOF) 法 MRV にて撮影し、動脈からの信号を抑制するため superior presaturation pulse を併用し、得られた画像に target maximum intensity projection 処理を行った。検査と画像処理にかかった時間は30分以内であった。以上の方法により4例全例とも下大静脈と腸骨静脈を明瞭に描出できた。2例は生体腎移植を施行して、下大静脈、腸骨静脈の手術所見が MRV 所見と一致していることを確認した。MRV は下大静脈描出に対する非造影侵襲的腎移植前検査として有用である可能性が示唆された。また、今後さらに症例を追加して検討する必要があるが、MRV は侵襲のある血管造影に代わるものとして信頼できる検査であると思われた。

Evaluation of the inferior vena cava in potential pediatric renal transplant recipients : the utility of magnetic resonance venography as an alternative to conventional angiography

Nahoko Yata^{*1}, Koichi Nakanishi^{*1}, Shigeru Uemura^{*1}, Kenji Ishikura^{*2}, Hiroshi Hataya^{*2}, Masahiro Ikeda^{*2}, Masataka Honda^{*3}, Norishige Yoshikawa^{*1}

Department of Pediatrics, Wakayama Medical University^{*1} ; Department of Nephrology, Tokyo Metropolitan Kiyose Children's Hospital^{*2} ; Tokyo Metropolitan Hachioji Children's Hospital^{*3}

Vascular anomalies due to occlusion or thrombosis of the inferior vena cava (IVC) may be hazardous for renal transplantation, and the preoperative vascular evaluation is important for a safe and successful surgery. This study assessed both the utility and the accuracy of two-dimensional time-of-flight (2D-TOF) magnetic resonance venography (MRV) as an alternative to conventional angiography for evaluating both the IVC and the iliac vein in potential pediatric renal transplant recipients. Four children with chronic renal failure were evaluated with 2D-TOF MRV by superior presaturation pulse and target maximum intensity projection. The whole MRV examination and filming required less than 30 min. All 4 patients had a normal IVC and iliac vein. Two patients underwent renal transplantation, and the MRV findings were identical with the anatomy demonstrated intraoperatively. MRV is an accurate method for evaluating the condition of the IVC and iliac vein. It is a reliable, noninvasive and rapid technique that can be considered an alternative to invasive angiography for work-up in children scheduled for transplantation.

矢田菜穂子 和歌山県立医科大学小児科 〒641-0012 和歌山市紀三井寺 811-1

Nahoko Yata Tel : 073-441-0633 Fax : 073-444-9055

〔受付：平成15年6月6日，受理：平成15年7月30日〕

緒 言

慢性腎不全症例では下大静脈の閉塞や血栓がまれに合併することが報告されており、この場合腎移植手術時に術式の変更が必要となり、移植腎の予後に影響を与える可能性がある¹⁾。下大静脈の閉塞や血栓合併の可能性が高い症例では腎移植術前検査として従来から血管造影が行われてきたが、無症候性の下大静脈閉塞の合併例が報告されており、移植術前に下大静脈閉塞の可能性を示唆する所見に乏しい場合がある。また、血管造影は侵襲を伴う検査であり、スクリーニング検査として行うには問題がある。そこで、今回、腎移植前検査で下大静脈描出に対する非造影非侵襲的検査法として MR venography (MRV) による検査を行った。

I. 対象と方法

対象は、3歳から14歳の男児3例と女児1例の計4症例で、平均年齢は7.7歳であった。慢性腎不全のため2例は腹膜透析、2例は血液透析を導入、原疾患は両側低異形成腎2例、ネフローゼ症候群1例、間質性腎炎後1例であった。4例全例に腎移植前検査として MRV による検査を施行できた。

方法は、シーメンス旭メディテック株式会社製 Magnetom Vision-Plus 1.5T を使用し、コイルは body coil を用いた。2例で triclofos sodium (80 mg/kg) と hydroxyzine (1 mg/kg) 内服による鎮静を必要とした。パルス系列として 2D FLASH を用い、two-dimensional time-of-flight (2D-TOF) 法にて冠状断で撮影した。パラメーターは TR=25 ms, TE=9 ms, flip angle=30°, matrix=160×256, FOV=35 cm, スライス厚 4 mm, NEX 1 とした。撮影時間は約4分であった。動脈の信号を選択的に抑制するために superior presaturation pulse を加えた。得られた元画像を maximum intensity projection 処理し、3次元回転画像を作成して下大静脈と腸骨静脈を観察した。検査時間は画像処理時間も含めて約30分であった。今回 MRV で下大静脈と腸骨静脈を評価した4例のうち2例で生体腎移植術を施行した。

II. 結 果

MRV により全症例で十分評価可能な画像が得られた。4例とも下大静脈と腸骨静脈の走行は解剖学的に正常で、血流も頭側に向かって流れていることが確認

できた(図)。このうち2例で生体腎移植を行い、下大静脈と腸骨静脈の手術所見は解剖学的に正常で、MRV 所見と同一であることを確認した。検査による副作用は認めなかった。

III. 考 察

慢性腎不全症例では成人、小児いずれにおいても下大静脈、腸骨静脈の閉塞または血栓がまれに合併することが報告されており(表)²⁻¹⁰⁾、これらの症例では移植腎静脈吻合にレシピエントの腎静脈、脾静脈、上腸間膜静脈などを利用して腎移植術が施行されている。しかし、術中に術式の変更が必要となり、複雑な手術となっている症例が少なくない。移植腎静脈の吻合のためにグラフトを使用して門脈に吻合する方法も行われているが⁴⁾、これもレシピエントにとっては危険性の高い複雑な手術となる。小児では、腎移植術前に予測していなかった下大静脈閉塞が術中に判明したために腎移植術が中止となった症例や移植後早期に腎廃絶に至った症例も報告されている⁵⁻⁹⁾。特に体格の小さい乳幼児では、比較的術野が狭いことやドナーとレシピエントの血管径の差が大きくなることなどから、移植腎静脈を十分に吻合可能な静脈を探し出すにはかなり技術的に困難である問題が強調されている¹⁾。

近年、小児では腎移植後と腹膜透析療法での生存率と成長に差はないとされており、たとえ移植できなくても腹膜透析中に十分な栄養と成長ホルモンの使用により成長を悪化させないレベルになってきている¹¹⁾。また、日本では生体腎移植がほとんどで献腎移植は非常に少ない。もし、下大静脈・腸骨静脈閉塞の合併が移植術前に判明すれば、術前に術式について十分検討を行うことができ、ある程度成長して体格が大きくなってからより安全な術式を検討するという方針をたてることも可能となる。

慢性腎不全に合併する下大静脈、腸骨静脈閉塞についてのこれまでの報告では、血液透析のため大腿静脈にカテーテルを留置した既往をもつ例がみられている^{3,9)}。腎不全症例では将来腎移植術を施行する可能性を考慮して大腿静脈へのカテーテル留置はできる限り回避すべきであると思われる。また、腎移植術前に下大静脈閉塞の可能性を示唆する所見に乏しく、移植術中にはじめて発見された報告もみられた^{9,10)}。腎移植術を安全かつ成功に導くためには、移植前検査に下大静脈の非造影非侵襲的検査によるスクリーニング検査が必要であると思われる。

下大静脈の異常の診断には従来から血管造影が行わ

図 Magnetic resonance venography (MRV) in potential pediatric renal transplant recipients. MRV shows anatomically normal inferior vena cava and iliac vein with antegrade flow of 14 years-old boy (A), 9 years-old boy (B), 5 years-old girl (C) and 3 years-old boy (D).

れてきた。血管造影は、侵襲と X 線被曝の問題、造影剤による残腎機能低下のおそれが存在し、特に小児では成人に比べて体格が小さいことから技術的に血管確保の困難な場合もあり、スクリーニング検査とするにはかなり問題がある。造影 CT や造影 MR angiography でも同様に造影剤が必要で、残腎機能を低下させるおそれがある。

超音波検査は非侵襲的で低コストの一般的な検査であるが、腹部の血管構造を描出するには腸管ガス像などに阻まれたり、視野や方向が制限されたりする。腹膜透析患者では透析カテーテルの出口部や皮下トンネル部の存在により検査可能な範囲が限られる。また、超音波検査による評価は検者により左右される。症例によっては超音波検査で下大静脈と腸骨静脈の完全な走行を確認することが可能な場合があるかもしれない

が、多くは十分な情報を得ることは困難で、部分的な情報のみにとどまることが多い。正常な下大静脈と腸骨静脈の形態を持つ症例では超音波検査で十分な情報が得られる場合もあるかもしれないが、下大静脈閉塞や狭小化などの異常を持つ症例では超音波検査で正確な判断をするのは困難であろうと思われる¹²⁾。

非造影非侵襲的検査である 2D-TOF MRV は、肝移植前レシピエントスクリーニング検査として門脈と下大静脈の異常に対する評価目的で試みられており、血管造影で確認できなかった狭小化した下大静脈の診断も可能であったことから、血管造影に代わるものとしてその有用性が報告されている¹³⁾。深部静脈血栓の報告では、2D-TOF MRV による検出は下肢静脈造影と比較して骨盤で感度 100%、特異度 95%、大腿で感度 100%、特異度 100%とされている¹⁴⁾。下大静脈に対す

表 Renal transplantation in inferior vena cava abnormalities

	年齢/性	閉塞部位	閉塞判明時期	移植腎静脈吻合部位	最終転帰	閉塞の risk factor
Mozes 1976 ²⁾	32 歳/M	IVC 腎静脈分岐部遠位, 腸骨静脈全域	術前 下肢腫脹・潰瘍	腎静脈	生着	—
Waltzer 1980 ³⁾	22 歳/F	IVC 全域	術前	外腸骨静脈	生着	SLE, HD, 大腿静脈カテーテル挿入
Wolf 1988 ⁴⁾	8 歳/F	IVC	—	門脈 グラフト	生着	—
Talbot-Wright R 1992 ⁵⁾	36 歳/M	腸骨静脈 IVC	—	脾静脈	生着	—
	57 歳/M	腸骨静脈 IVC	—	脾静脈	生着	—
	32 歳/M	IVC	—	脾静脈	生着	—
	5 歳/F	IVC	—	脾静脈	廃絶	—
Pirenne 1995 ⁶⁾	(1) 9 歳 (2) 12 歳 (3) 19 歳/M	腸骨静脈 IVC 精巣静脈分岐部遠位	—	(1) (2) 蛇行した静脈 (3) 肝下部下大静脈	生着	HD (詳細不明)
Hajivassiliou 1997 ⁷⁾	4 歳/F	SVC, IVC	—	(1) 中止 (2) venous segment	生着	先天性ネフローゼ症候群
Tyden 1997 ⁸⁾	<2 歳/不明	IVC 腎静脈分岐部遠位	—	IVC 腎静脈分岐部遠位側副血行路	廃絶	—
	<2 歳/不明	IVC 腎静脈分岐部遠位	—	腎静脈	生着	—
Thomas 2000 ⁹⁾	(1) 3 歳 (2) 5 歳/M	IVC	術中	(1) 中止 (2) 側副血行路	生着	HD, 大腿静脈カテーテル挿入
	3 歳/M	IVC	術中	中止	生着	HD, 大腿静脈カテーテル挿入
	3 歳/M	IVC 肝部遠位狭小化	術前	腸骨静脈	生着	Hirschsprung 病
Aguirrezabalaga 2002 ¹⁰⁾	24 歳/F	IVC	術中	上腸間膜静脈	生着	移植腎動静脈血栓
	68 歳/不明	腸骨静脈	術前	上腸間膜静脈	生着	—

(1) 第 1 回腎移植 (2) 第 2 回腎移植 (3) 第 3 回腎移植

IVC : inferior vena cava SVC : superior vena cava SLE : systemic lupus erythematosus HD : hemodialysis

る報告はみられないが、骨盤、大腿と同様に 2D-TOF MRV と血管造影は同等の感度、特異度であろうと思われる。今回、小児腎移植前レシピエントに対して下大静脈、腸骨静脈を評価する目的で非侵襲的スクリーニング検査として 2D-TOF 法 MRV を試みた。検査と画像処理に必要な時間は約 30 分と短時間で、一連の下大静脈の腸骨静脈を冠状断画像にして評価することができた。MRV にかかるコストは血管造影と同程度であるとされている¹⁴⁾。今回の検討により 2D-TOF 法 MRV は小児の腎移植前スクリーニング検査として下大静脈と腸骨静脈の走行を短時間でかなり正確に描出することができ、十分正確に診断できる画像を得ることができた。

結論として、腎移植術を安全かつ成功に導くためには、移植前検査で下大静脈の非造影非侵襲的検査による正確な評価が特に小児では必要であると思われる、こ

のスクリーニングに対し 2D-TOF MRV が有用である可能性が示唆された。今後さらに症例を追加して検討する必要があるが、2D-TOF MRV が従来の血管造影にとって代わることにより、患者や医療スタッフの被曝量を減少させることができると思われた。また下大静脈、腸骨静脈閉塞は、血液透析のための大腿静脈へのカテーテル留置に合併する可能性が高いことから、腎不全症例では将来腎移植術を施行する可能性を考慮して大腿静脈からのカテーテル挿入はできる限り回避すべきであると思われた。

文献

- 1) Salvatierra O, Alexander SR, Krensky AM : Pediatric transplant grand rounds. Pediatric kidney transplantation at Stanford. *Pediatr Transplant* 2 : 165-176, 1998

- 2) Mozes MF, Kjellstrand CM, Simmons RL, Najarian JS : Orthotopic renal homotransplantations in a patient with thrombosis of the inferior vena cava. *Am J Surg* 131 : 633-636, 1976
- 3) Waltzer WC, Zincke H, Sterioff S : Renal transplantation its use in a patient with systemic lupus erythematosus and occlusion of inferior vena cava. *Arch Surg* 115 : 987-988, 1980
- 4) Wolf P, Boudjema K, Ellero B, Jaegle ML, Fishbach M, Geisert J, Cinqualbre J : Renal transplantation in thrombosis of the inferior vena cava. Implantation of the graft vein in the portal vein. *Presse Med* 17 : 957-959, 1988
- 5) Talbot-Wright R, Carretero P, Alcaraz A, Vilardell J : Complex renal transplant for vascular reasons. *Transplant Proceeding* 24 : 1865-1866, 1992
- 6) Pirenne J, Benedetti E, Kashtan CE, Lledo-Garcia E, Hakim N, Schroeder CH, Cook M, Sutherland DER, Matas AJ, Najarian JS : Kidney transplantation in the absence of the infrarenal vena cava. *Transplantation* 27 : 1739-1743, 1995
- 7) Tyden G, Berg U, Bohlin AB, Sandberg J : Renal transplantation in children less than two years old. *Transplantation* 63 : 554-558, 1997
- 8) Hajivassiliou CA, Wilkinson AG, Azmy A : Renal transplantation in a child with iliac vein thrombosis and absence of superior and inferior venae cavae. *Nephrol Dial Transplant* 12 : 1269-1270, 1997
- 9) Thomas SE, Hickman RO, Tapper D, Shaw DW, Fouser LS : Asymptomatic inferior vena cava abnormalities in three children with end-stage renal disease : risk factors and screening guidelines for pretransplant diagnosis. *Pediatr Transplant* 4 : 28-34, 2000
- 10) Agurrezabalaga J, Novas S, Veiga F, Chantada V, Rey I, Gonzalez M, Gomez M : Renal transplantation with venous drainage through the superior mesenteric vein in cases of thrombosis of the inferior vena cava. *Transplantation* 74 : 413-415, 2002
- 11) 本田雅敬, 穴戸清一郎 : 慢性腎不全小児をとりまく諸問題 透析, 移植医療の現状と未来. *小児科* 41 : 715-724, 2000
- 12) 上村 茂 : 静脈疾患. *小児科診療* 58 : 346-349, 1995
- 13) Cheng YF, Huang TL, Lui CC, Lee TY, Chen CL : Magnetic resonance venography in potential pediatric transplant recipients. *Clin Transplantation* 11 : 121-126, 1997
- 14) Evans AJ, Sostman HD, Knelson MH, Spritzer CE, Newman GE, Paine SS, Beam CA : Detection of deep venous thrombosis. Prospective comparison of MR imaging with contrast venography. *AJR* 161 : 131-139, 1993