

特集 小児の外科的疾患におけるMRI

4. 小児泌尿器疾患におけるMRU

金子一成, 長岡理恵子, 大友義之, 山城雄一郎

宮野 武¹⁾, 桑鶴良平²⁾

順天堂大学医学部 小児科, 同小児外科¹⁾, 同放射線科²⁾

MR Urography in the Assessment of Urinary Tract Abnormalities in Children

Kazunari Kaneko, Rieko Nagaoka, Yoshiyuki Ohtomo,
Yuichiro Yamashiro, Takeshi Miyano¹⁾,
Ryohei Kuwatsuru²⁾

*Departments of Pediatrics, Pediatric surgery¹⁾ and Radiology²⁾,
Juntendo University School of Medicine*

Abstract

Usefulness of MR urography (MRU) that selectively depicts fluid by heavy T2-weighting in children with urinary tract abnormalities. Images obtained by MRU in children with various urinary tract abnormalities, such as pelviureteral junction obstruction, ureterovesical junction obstruction, posterior urethral valve, vesicoureteral reflux, multicystic dysplastic kidney, and polycystic kidney were demonstrated. Even in non-functioning kidneys, the urinary tract including cystic lesions was clearly depicted by MRU. However, no differentiation could be made with this technique between primary vesicoureteral reflux and secondary vesicoureteral reflux due to obstruction of the lower urinary tract, i.e., posterior urethral valve. MRU is a new tool for diagnosing urinary tract abnormalities in children without having to employ ionizing radiation, contrast media, or general anesthesia. A dilated urinary tract can be shown in one coronal image displaying the entire urinary system, similar to excretory urography. The technique is presently not able to provide the information of voiding cystourethrography or renal scintigraphy, nor is it as easy to perform as ultrasound. However, in certain cases it may replace excretory urography. Future progress in technology or methodology on MRU will make this technique applicable to fetal diagnosis of severe urinary tract abnormalitis and visualization of non-obstructive urinary tract abnormalities.

Key words : Urinary tract abnormality, Magnetic resonance imaging, Urography

はじめに

最近の胎児超音波診断法の進歩に伴い, 先天性の腎尿路奇形が早期に発見され, 新生児期・乳児期に小児泌尿器科医のもとに紹介されてく

ることが多くなっている。胎児期に発見され出生時まで腎盂の拡張所見が持続するものは2.2%に及ぶとする報告もある¹⁾。Blacharらは, 胎児期に腎盂拡張所見を指摘された100人の新生児について, その最終診断および手術の必要

性を検討しているが、それによれば、疾患頻度は、1. 腎盂尿管移行部狭窄症(約60%)、2. 非閉塞性水腎症(約20%)、3. 膀胱尿管逆流現象(15%)、4. 膀胱尿管移行部狭窄症(約3%)、5. その他：多房性異形成腎や尿管瘤(約1%)の順で、根治手術を要したものは全体の15%程度であったとしている²⁾。

このように比較的頻度の高い先天性腎尿路奇形の正確な診断あるいは手術適応の評価方法として、従来は超音波検査(以下US)、腹部CT、経静脈的腎盂造影や核医学検査が行われてきた。加えて近年はmagnetic resonance imaging(以下MRI)も様々な腎泌尿器疾患の診断に用いられ、有用な情報をもたらしている³⁾。とくに、腎尿路奇形においてはfast spin advanced echo(FASE)法でheavy T2強調画像として尿路に停滞した尿を鮮明にとらえることのできるMR-urography(以下MRU)が注目されている⁴⁻⁸⁾。

そこで本稿では、これらの先天性腎尿路奇形を中心に小児の泌尿器疾患における、I. MRUの利点と欠点、II. 自験例におけるMRU所見、III. 様々な腎泌尿器疾患におけるMRUの有用性、IV. 今後のMRUの展開、について述べる。

MRUの利点と欠点

尿路系は管腔構造内に流れの遅い液体を貯留している。このような状態の液体はT2値が非常に長い。したがって、これを強調する撮像法(heavy T2強調画像)、すなわちMRUは、造影剤を使用することなく、また腎機能に影響されずに尿路を描出することができる。したがって造影剤の静脈内投与が不要でありヨードアレルギーの危険がない。またheavy T2強調画像の特徴として周辺臓器の信号は抑制されるとともに、短時間の撮像のため、血管や腸管の蠕動、ガスの影響も少ない。USと異なり良好な尿路の全体像が得られることもMRUの利点である。逆に閉塞や狭窄性変化のない尿路系の場合、腎盂・尿管はわずかにしか描出されないため、低形成腎や異所性腎などはMRUでは診断しに

くいという欠点がある。また静的な画像検査法であるので、尿の逆流をとらえなければならぬ膀胱尿管逆流現象の診断には適さない。さらにMRIに共通した欠点として、体動・呼吸運動などの動きに敏感で画像劣化を容易に招くことが挙げられるが、最近のMRUの撮像の高速化(数秒間で1スライスの撮像が可能)で呼吸静止のできない新生児・乳児においてもかなり改善されている。

自験例におけるMRU所見

当院では1996年ころから改良を加えながら新生児・乳児を中心にMRUを施行してきた。その中から代表的なMRU所見を以下に示す。なお当院でのMRUの撮像方法については拙著⁹⁾を参照して頂きたいが、現在の撮像時間は1スライスあたり約4秒で、授乳直後に施行しているため、鎮静剤はほとんどの症例で投与していない。

症例1(腎盂尿管移行部狭窄症, Fig. 1)

胎児USで左側の腎盂拡大を認め、当科に精査目的で紹介され、2歳時にMRUを施行した症例である。Fig. 1のようにMRUでは著明に拡張した腎盂・腎杯が確認できるが、尿管は全く描出されておらず、腎盂尿管移行部に狭窄があると推測される。各種画像検査に基づいた最終診断も同様であった。現在自然治癒を期待して経過観察中である。

症例2(尿管膀胱移行部狭窄症, Fig. 2)

胎児USで左側の腎盂拡大を認め、当科に精査目的で紹介された症例である。Fig. 2は5ヵ月時に施行されたMRU所見であるが、著明な左の水腎・水尿管症の所見がみられ、さらに尿管膀胱移行部に狭窄のあることもわかる。この所見から尿管膀胱移行部狭窄症の診断に至った。自然治癒は期待できないと考え、尿管再移植術を行った。

症例 3 (後部尿道弁, Fig. 3)

胎児USで両側の腎盂拡大を指摘された、後部尿道弁の生後2週の男児である。Fig. 3のMRUでは尿道狭窄によって停滞した尿が腎盂、尿管、膀胱において強い信号となって描出されている。本症例については両側の尿管膀胱移行部狭窄症や膀胱尿管逆流現象の可能性も否定できず、排泄性膀胱尿道造影および尿道膀胱鏡を行い、膀胱粘膜の肉柱形成や後部尿道の著明な拡張所見から診断に至った。尿道弁切除術および逆流防止術を行い経過は順調である。

症例 4 (両側膀胱尿管逆流現象, Fig. 4)

胎児USで左側の腎盂拡大を指摘された児で、Fig. 4は生後3週の時点で行ったMRU所

見である。軽度に拡張した両側の腎盂・腎杯系が描出されているが、尿管の描出は不明瞭で、腎盂尿管移行部に狭窄があるのか、逆流による腎盂・腎杯系の拡張なのかは不明である。後日施行した排泄性膀胱尿道造影で右2度・左4度の膀胱尿管逆流現象と診断されたが、月齢を考慮して抗生剤の予防内服を行いつつ経過観察中である。

症例 5 (多房性異形成腎, Fig. 5)

胎児USで左側の腎盂拡大を指摘された児で、Fig. 5は生後2週の時点で行ったMRU所見である。大小不同の連続性のない円形の高信号領域が多数認められ、腎全体の容積は拡大し、嚢胞性腎疾患が疑われた。後日行った腎シンチ

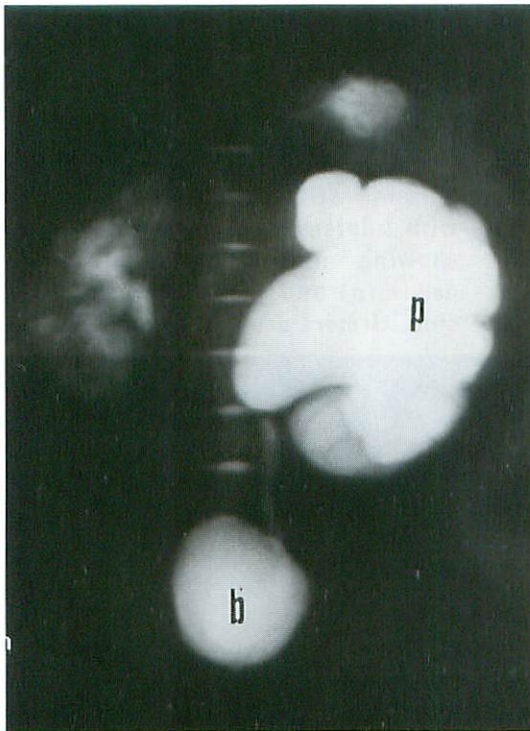


Fig.1 Coronal MRU in a 2-year-old boy with pelviureteral junction obstruction showing massive dilatation of renal pelvis (p) and renal calices on left side. Ureters are not delineated, i.e. not dilated.
b = urinary bladder.

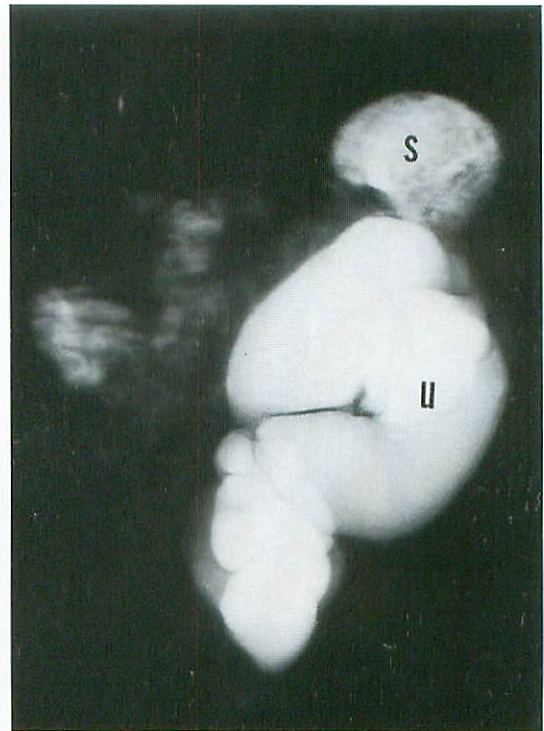


Fig.2 Coronal MRU in a 5-month-old boy with ureterovesical junction obstruction showing massive dilatation of ureter (u) on left side.
s = stomach.

グラフィーで左腎へのアイソトープの集積を全く認めず、無機能腎であることが判明し、多房性異形成腎の診断に至った。自然消失を期待することも考慮したが、両親の希望もあり腹腔鏡下で左腎摘出術を施行した。なお多房性異形成腎は対側の尿路系に高率に膀胱尿管逆流現象などの合併奇形を伴うことが多いので、排泄性膀胱尿道造影を施行することが必要である¹⁰⁾。

症例6 (多発性嚢胞腎, Fig. 6)

幼児期より当科に気管支喘息で通院中であったが、7歳時に激しい腹痛を訴え、腹部USを行ったところ、偶然両側腎臓の多発性嚢胞を認めた。他臓器に嚢胞はなく、また高血圧や腎機能障害もみられなかったため特に治療せず経過観察をしている。Fig. 6は17歳時に施行した

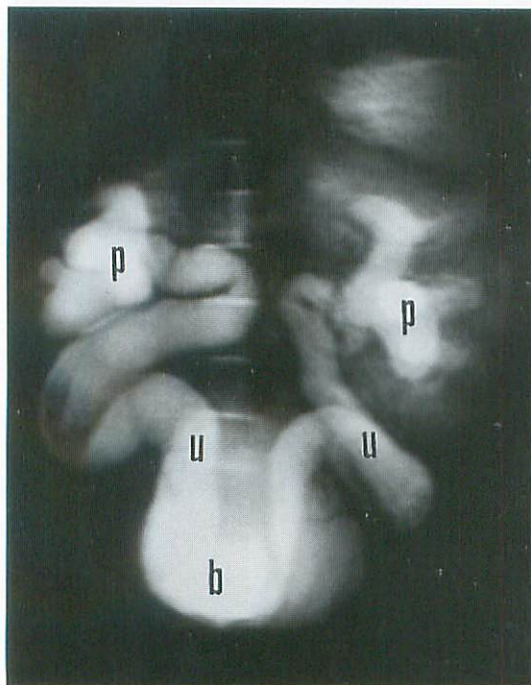


Fig.3 Coronal MRU in a 2-week-old boy with untreated posterior urethral valves, bilateral vesicoureteral reflux showing dilatation of bilateral renal pelvis (p) and ureters (u) on both sides. Urethra is not delineated. b = urinary bladder.

MRUであるが、両側腎に大小さまざまな無数の円形病変があり、多発性嚢胞腎と診断した。USに比較して、嚢胞と腎全体との容積関係が



Fig.4 Coronal MRU in a 3-week-old boy with bilateral vesicoureteral reflux showing mild dilatation of renal pelvis (p) and renal calices on left side. Ureters are not delineated.

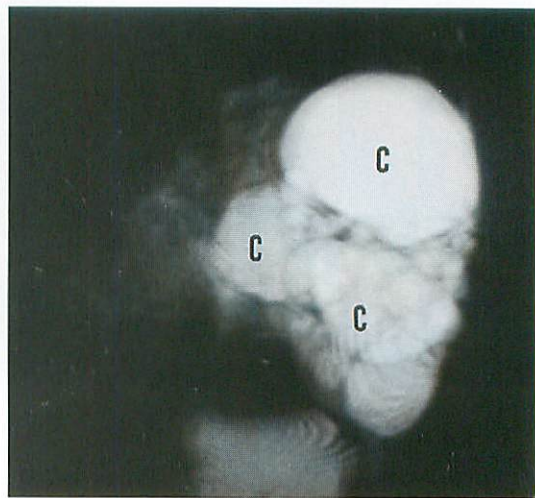


Fig.5 Coronal MRU in a 2-week-old boy with multicystic dysplastic kidney showing several renal cystic masses (c) on left side.

明らかにでき、嚢胞をより定量的に評価できるものと考え、現在1年に1回、MRUを行っている。

様々な腎泌尿器疾患におけるMRUの有用性

小児の腎泌尿器疾患の診断におけるMRUの有用性をUSとの比較の点から検討しTable 1にまとめた。要約すると、①閉塞性尿路疾患(腎盂尿管移行部狭窄症、膀胱尿管移行部狭窄症)

Table 1. Usefulness of MR Urography in diagnosis of urological abnormalities in childhood

疾 患 名	MRUの有用性*
閉塞性尿路奇形	
腎盂尿管移行部狭窄症	◎
尿管膀胱移行部狭窄症	◎
後部尿道弁	○
非閉塞性尿路奇形	
膀胱尿管逆流現象	△
多房性異形成腎	○
多発性嚢胞腎	◎

*USと比較した場合のMRUの有用性を以下の基準で表現した：かなり有用=◎, 多少有用=○, ほとんど同等=△

ではMRUのみでも部位診断は十分に可能である。後部尿道弁では、水腎・水尿管症の所見は容易に認識できるが、尿道の描出は不十分で、排泄性膀胱尿道造影が診断上必須である。②高度の膀胱尿管逆流現象の場合は、尿の停滞が起こっているためか、MRUでも比較的腎盂・尿管の拡張がとらえやすいが、軽度のものでは診断は困難である。したがって排泄性膀胱尿道造影が必要である。③嚢胞性腎疾患(多房性異形成腎、多発性嚢胞腎など)は腎全体に占める大小の嚢胞の容積比率も推測でき、有用である。

今後のMRUの展開

最近のMRUに関する報告は、単に臨床での有用性を強調した症例報告のみならず、ソフト面での工夫に関する報告も目立ってきた。その中からいくつかの文献を紹介する。

1. 胎児診断におけるMRU

近年、妊娠中の母体にMRIを行って胎児の先天性奇形を正確に診断し、胎児管理に役立てようとする試みが報告されている¹⁰⁾。われわれも最近、超音波検査で胎児に水腎症所見の認められた母体に、同意を得た上で胎児診断のためにMRUを行った。その1例をFig. 7に示した。これは在胎35週の母体に行ったMRUである

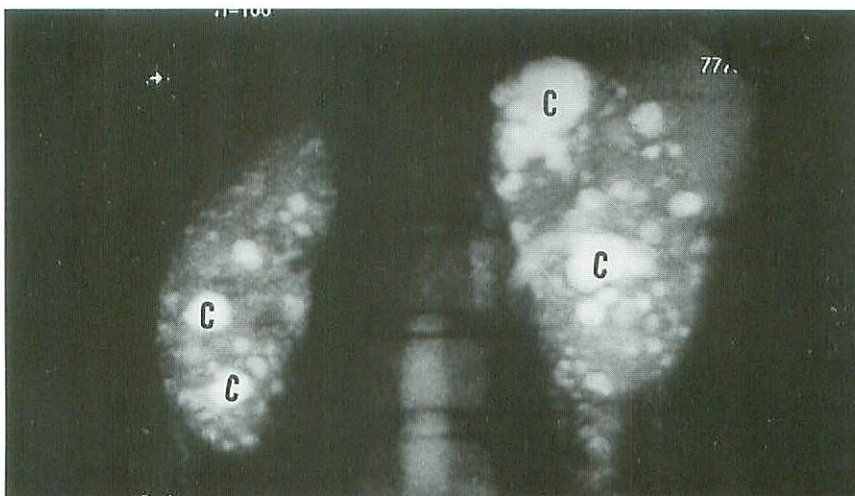


Fig.6 Coronal MRU in a 17-year-old boy with polycystic kidney showing numerous renal cysts (c) on both sides.



Fig.7 Coronal MRU in a 35-week-old fetus with bilateral hydronephrosis showing moderate dilatation of renal pelvis (p) on both sides. Ureters are not delineated, i.e. not dilated. Fetus lung (l) is also visualized.

が、胎児の両側腎に水腎症所見が見られる。尿管の描出の見られないことから腎盂尿管移行部狭窄症を疑った。しかし水腎症所見の進行を認めないため、満期に自然分娩で出生した後に各種画像検査を行い、腎盂尿管移行部狭窄症の診断が確定した。手術適応はないものと考え外来にて経過観察中である。胎児に対するMRUはこのような軽症例では出生前診断としての意義は少ないが、羊水過少などの腎機能低下所見を伴い胎内治療を要するような重症尿路奇形については今後胎児管理の上で有用な情報をもたらすものと期待される。一方、胎児に対する磁気の影響についてはまだ未知の部分も多いが、在胎21週以降にMRI検査を受けた母体から出生した児を3年間経過観察した結果では特に影響は認めなかった、との報告がある¹²⁾ので、現時点では在胎21週以降に行うのがよいであろう。

2. 閉塞・狭窄を伴わない尿路の描出

前述したように、MRUがheavy T2強調画像、すなわち、尿路に停滞した流れの遅い尿を強調する静的な撮像法であるため、閉塞や狭窄性変化のない尿路系の場合、腎盂・尿管は描出されにくい。したがって低形成腎や異所性腎、また軽度の膀胱尿管逆流現象などは診断しにくい。この欠点を克服するための工夫が最近報告されている。ひとつはフロセミド負荷MRU⁴⁾であり、もう一つはガドリニウムを使用したダイナミックMRU¹³⁾である。前者はフロセミド負荷で尿流を増加し尿路系を緊満させることで、閉塞のない尿路を描出しようとするもの、後者はガドリニウムを静注後1分毎に撮像し動的画像を得ようとするものである。まだ確立された方法ではないが、今後症例数を増やした上で報告が待たれる。

おわりに

MRUは経静脈的腎盂造影に比較して非侵襲的かつ腎機能に影響を受けずに施行できる尿路描出法で、小児にとっては利点が多い。筆者の経験では、小児の腎泌尿器疾患、とくに閉塞性尿路疾患・嚢胞性腎疾患の診断や治療方針の決定（手術適応の有無など）においては有用な情報が得られることが多く、試みるべき画像検査法と考えている。ただしMRUは静的な画像検査法であり、閉塞や狭窄を伴わない腎尿路疾患（軽度の膀胱尿管逆流現象、低形成腎など）や尿道疾患については十分な情報が得られないことを念頭におく必要がある。

最後に胎児MRUに関して御指導・御協力をいただきました、順天堂大学産婦人科・伊藤茂先生、中村靖先生ならびに桑原慶紀教授に深謝いたします。

●文献

- 1) Morin L, Cendron M, Crombleholme TM, et al : Minimal hydronephrosis in the fetus: clinical significance and implications for management. J Urol 1996 ; 155 : 2047-2049.

- 2) Blachar A, Blachar Y, Livne PM, et al : Clinical outcome and follow-up of pre-natal hydronephrosis. *Pediatr Nephrol* 1994 ; 8 : 30-35.
- 3) 金子一成, 長岡理恵子, 大友義之, 他 : 小児腎泌尿器系疾患におけるMRIの応用. *小児科診療* 1998 ; 21 : 331-335.
- 4) Rothpearl A, Frager D, Subramanian A, et al : MR Urography: Technique and Application. *Radiology* 1995 ; 194 : 125-130.
- 5) Roy C, Saussine C, Jahn C, et al : Evaluation of RARE-MR Urography in the Assessment of Ureterohydronephrosis. *J Comput Assist Tomogr* 1994 ; 18 : 601-608.
- 6) 森本敦子, 西尾 博, 中山圭子, 他 : 水腎症患者におけるFast spin echo法を用いたMR pyelographyの有用性. *日医放会誌* 1994 ; 54 : 1306-1308.
- 7) 三浦弘志, 湯浅祐二, 平松京一 : 泌尿器科領域の新しい画像診断-MR Urography-. *臨床泌尿器科* 1997 ; 51 : 471-480.
- 8) Sigmund G, Stoeber B, Zimmerhackl LB, et al : RARE-MR-urography in the diagnosis of upper urinary tract abnormalities in children. *Pediatr Radiol* 1991 ; 21 : 416-420.
- 9) 金子一成, 長岡理恵子, 大友義之, 他 : 先天性水腎症におけるMR Urography. *日小放誌* 1997 ; 13 : 108-113.
- 10) Kaneko K, Suzuki Y, Fukuda Y, et al : Abnormal contralateral kidney in unilateral multicystic dysplastic kidney disease. *Pediatr Radiol* 1995 ; 25 : 275-277.
- 11) Quinn TM, Hubbard AM, Adzick NS : Prenatal magnetic resonance imaging enhances fetal diagnosis. *J Pediatr Surg* 1998 ; 33 : 553-558.
- 12) Baker PN, Johnson DM, Harvey PR, et al : A three year follow-up of children imaged in utero with echo-planar magnetic resonance. *Am J Obstet Gynecol* 1994 ; 170 : 32-33.
- 13) 野澤英雄, 石井祝江, 鈴木九里, 他 : SIP Fast GRE法の腎尿路系への応用 (Dynamic MR Pyelographyの試み). *日泌誌* 1998 ; 89 : 283.