

原 著 論 文

胎児・新生児期発症の閉塞性腎尿路疾患における MRUの有用性について

与田仁志, 川上 義, 島 義雄, 中島やよひ, 平田倫生, 山本佳樹,
上井義之¹⁾, 横森欣司¹⁾, 田中佐織²⁾, 扇 和之²⁾, 古川 隆²⁾
日本赤十字社医療センター 新生児未熟児科, 小児外科¹⁾, 放射線科²⁾

MR Urography in Neonatal Obstructive Uropathy

Hitoshi Yoda, Tadashi Kawakami, Yoshio Shima, Yayohi Nakajima,
Michio Hirata, Yoshiki Yamamoto, Yoshiyuki Kamii¹⁾, Kinji Yokomori¹⁾,
Saori Tanaka²⁾, Kazuyuki Ohgi²⁾, Takashi Furukawa²⁾

Departments of Neonatology and Premature Medicine, Pediatric Surgery¹⁾ and Radiology²⁾,
Japanese Red Cross Medical Center

Abstract We used MR urography(MRU) for evaluation of obstructive urinary tract abnormalities in seven neonates affected with hydronephrosis, multicystic dysplastic kidney(MCDK), double ureter, or atresia of ureter and obstructive nephropathy by candida.

MRU(heavily T2 weighted fast spin echo technique) was useful for the detection of abnormal urinary tract compared with conventional methods, such as, intravenous pyelography(IP), and ultrasonography(US), because MRU is not affected by abdominal gas and can depict even in non-functioning kidney for example MCDK. In addition MRU may provide images localizing the site of obstruction in hydronephrosis. A dilated urinary tract can be shown in one image display in the entire urinary system. But no differentiation could be made with this technique between vesicoureteral reflux and no refluxing dilatation of ureter and renal pelvis. The renal excreting function was not obtainable by MRU. This information could be provided by scintigraphy. MRU can be a new tool for evaluating the details of the dilating urinary system, and is less invasive and useful in neonates with abnormalities of the urinary system.

Key words Neonates, Obstructive uropathy, Hydronephrosis,
Multicystic dysplastic kidney, MR urography

原稿受付日: 1999年1月16日, 最終受付日: 1999年3月8日

別刷請求先: 〒150-8935 東京都渋谷区広尾4-1-22 日赤医療センター新生児未熟児科 与田仁志

目 的

新生児・未熟児の閉塞性腎尿路疾患に対する画像診断として従来より超音波検査（US）、CT、経静脈的腎盂造影（IP）、核医学検査（レノグラム）などが用いられているが、腎機能の未熟性や描出範囲の制限、腸管ガス像による妨害などにより診断に限界があるのが実情である。近年、MR urography（MRU）が登場し小児領域でも注目を集めている。特に今回対象とした疾患群は従来の画像診断の弱点を補うものとしてMRUの有用性が高いと思われたのでその経験を報告すると共に、利点と欠点について、各種腎疾患別に他の画像診断法と比較検討をした。

対象と方法

胎児期より水腎症などが疑われた6例（いずれも成熟児）と新生児期のcandidaによる閉塞性腎症1例（超低出生体重児）の計7例を対象とした。

それぞれ超音波検査、IPなど他の画像診断と厚スライスのsingle slice法によるMRUとの比較をし、各種腎疾患別にその優位性や欠点などを検討した。MRUの施行時期は日齢8から4ヵ月（未熟児例）であった。MRUは東芝社製VISART（1.5T）超伝導装置を使用し、ハーフフーリエ法を用いたsingle shotのfast spin echo（FASE）法によるheavily T2強調像を用いた。スライス厚は25～70mm（冠状断）で、TEは250 msecとし、非選択的IRprepared（TI=130msec）による脂肪抑制を用いた。1例（症例6）でmultislice法のMRI（T2強調）を併用した。静注用造影剤ガドリニウム製剤（マグネビストなど）は原則として使用せず、MRCPなどで腸管の画像消去に使用される経口クエン酸アンモニウム鉄（フェリセルツ）も使用しなかった。なお、全例で^{99m}Tc-MAGレノグラムによる腎機能の評価も行った。胎児期での画像診断は6例全例で超音波断層検査のみ用いられていた。

Table Finding in study cases

Case No	Abnormalities of urinary system	General complication	Prenatal ultrasonographic finding
1	Bilateral hydronephrosis	Rubinstein Taybi syndrome	Polyhydramnios Bilateral hydronephrosis
2	Left urinary atresia Right hydronephrosis (mild)		Oligohydramnios Bilateral hydronephrosis and hydroureter
3	Right multicystic dysplastic kidney		Right hydronephrosis
4	Right multicystic dysplastic kidney Left hydronephrosis and doubleureter		Right multicystic dysplastic kidney Left hydronephrosis
5	Left hydronephrosis	Sotos syndrome	Left hydronephrosis
6	Left multicystic dysplastic kidney Right hydronephrosis	Chromosome 22q11 deletion syndrome	Left multicystic dysplastic kidney
7	Candida obstructive uropathy	Extreme low birth weight	

結 果

腎尿路疾患の内訳は、両側水腎尿管1例、片側水腎症1例、尿管閉鎖・水腎症1例、片側多嚢胞性異形成腎1例、多嚢胞性異形成腎と水腎症2例、カンジダ閉塞性腎症1例であった(Table)。カンジダによる閉塞性腎症は超低出生体重児例で、それ以外は成熟児である。いずれも胎児期に水腎症・嚢胞性腎疾患が疑われていた。尿管閉鎖・水腎症の1例(症例2)には胎児治療が施行された。合併疾患はRubinstein Taybi症候群1例(症例1)、Sotos症候群1例(症例5)、染色体22q11欠失症(ファロー四徴症)1例(症例6)であった。

腎尿路疾患別にみた画像診断法の有用性については、まず水腎症の診断は超音波検査では6例中4例が診断可能で、IPでは5例中3例(未熟児例では施行せず)が診断可能であった。尿管閉鎖による水腎症(症例2)は超音波検査では尿管と膀胱との区別が困難で、IPでは全く描

出できなかった。重複尿管・尿管瘤による水腎症(症例4)は超音波検査では発見されず、これも排泄能不良のためIPでの描出は難しかった。カンジダ閉塞性腎症による水腎症(症例7)では、超音波検査で腎盂腎杯内のfungusそのものが検知できたが尿管の拡張に関しては描出できなかった。この点MRUはあらゆる水腎症において尿管・膀胱を含めた全体像が描出され、狭窄部位の診断や重複尿管の診断も可能であった。ただし、同時に施行した膀胱造影の結果、今回提示した症例の中で膀胱尿管逆流による尿管拡張症例はなかった。また、水腎症による腎実質の残存の有無を見るにはsingle slice法によるMRUのみでは不十分であり、通常のmultislice法のMRIを併用する必要があった(症例6)。

多嚢胞性異形成腎の診断は超音波検査で3例中2例が診断可能であったが、1例(症例3)では水腎症との判別が困難であった。また、無機能腎のため、IPでは全例で描出不能であった。

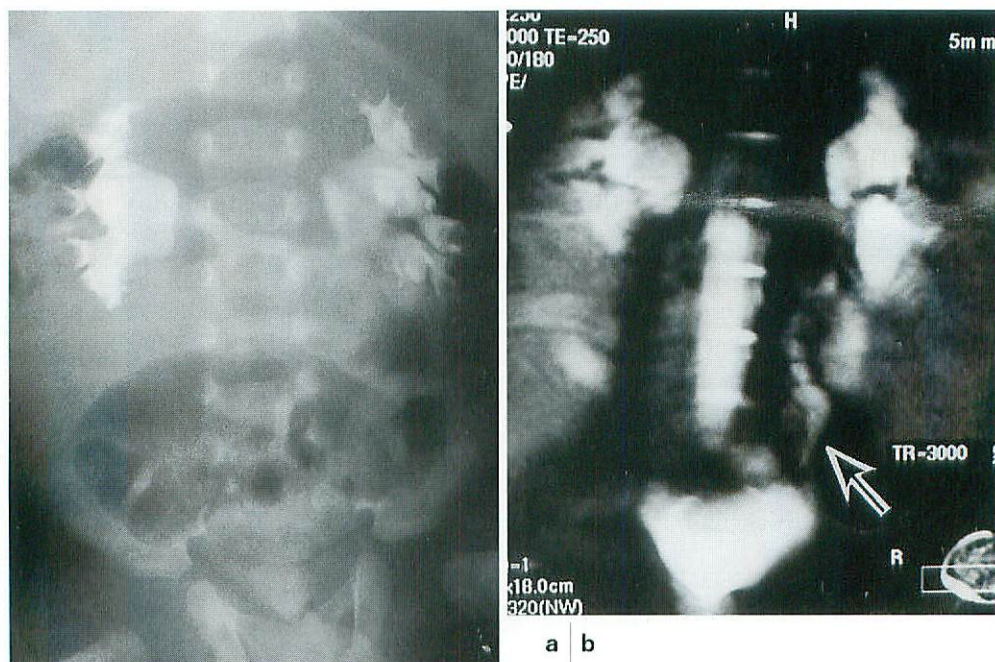


Fig.1a,b Bilateral hydronephrosis (Case 1)

(a) Dilated pelvises were shown by intravenous pyelography. (b) In addition, a dilated left ureter and stenosis at the vesicoureteral junction were demonstrated on MRU (arrow). Cystography did not demonstrate vesicoureteral reflux.

MRUでは大小不同の嚢胞で形成される多嚢胞性異形成腎の全体像が明瞭に描出できた。7例全例で ^{99m}Tc -MAGレノグラムを施行することにより、MRUでは評価し得ない腎機能の把握が可能であった。

以下に症例を呈示する。

症例1：両側水腎水尿管症1例。(Fig.1)

在胎34週より羊水過多となり、胎児エコーにて両側水腎水尿管症が指摘された。在胎37週、体重2,642gで院内出生、低緊張、Odd looking, broad thumbを認めRUBINSTEIN TAYBI症候群が疑われた。IPで両側性腎盂の拡張所見が認められ、排泄性膀胱造影上は後部尿道弁は否定的で膀胱尿管逆流現象もなかった。レノグラムでは両側とも閉塞性パターンを示した。MRUはIPで得られた腎盂の拡張の他、左尿管の尿管膀胱移行部までの拡張像が得られ尿管膀胱移行部での狭窄が示唆された。右尿管は腸管との区別が判然としなかった。

症例2：左尿管閉塞水腎症、右軽度水腎症の症例。(Fig.2)

他院にて在胎24週に胎児エコーにより消化管閉鎖を疑わせる拡張像が指摘されたが、当院入院後の胎児エコーでは両側巨大水腎水尿管症が疑われ、また羊水過少の状態であった。在胎30週に胎児尿管・羊水腔にダブルバスケットカテーテルによるドレナージの胎内治療を施行し羊水の増加を見た。在胎37週、体重2,824gにて院内出生。カテーテルは児の腹腔内に留まっていた。腎エコー、CT上は左腎盂・尿管の拡張と嚢胞形成の所見が認められた。delayed IPで腎は描出されず、レノグラムでは右腎は排泄相延長、左腎は無機能であった。MRUでは著明に拡張した左尿管の屈曲蛇行と圧排された膀胱などの全貌が明らかとなり、尿管膀胱移行部または尿管内での閉塞が示唆された。腎機能の回復目的で左側に尿管瘻を留置した際、カテーテルからの造影を行い尿管途中での完全閉塞と判明した。腎機能の回復なく、尿路感染を

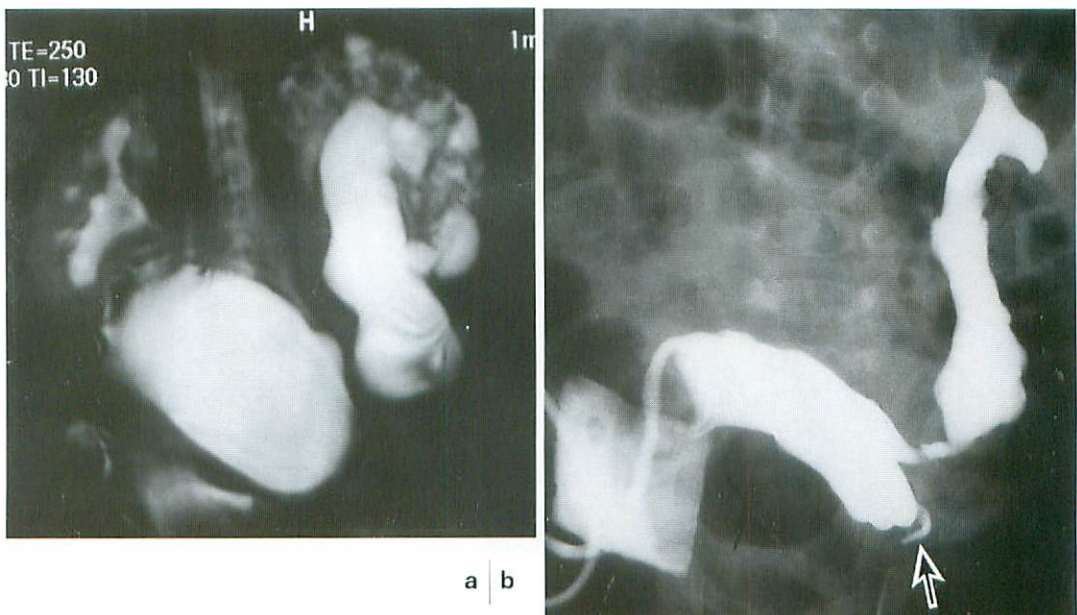


Fig.2a,b Left ureteral atresia(Case 2)

(a) Previous intravenous pyelography could not demonstrate the kidney. MRU clearly showed massively dilated left ureter with distortion. (b) The same left ureter was shown by contrast medium through the draining catheter. A blind loop of the ureter could be detected (arrow).

繰り返すため左腎・尿管の摘出術を施行した。

症例 3 : 右多嚢胞性異形性腎の症例. (Fig. 3)

在胎33週より右水腎症の所見を呈したが、巨大な腎内の嚢胞は縮小化し腹壁の進展も緩和した。在胎37週、体重2,566 gにて院内出生。腎エコーでは上極に腎実質がわずかに認められる程度で、多嚢胞性異形性腎か水腎症の判別は困難であった。MRUで右腎の中下極で複数の嚢

胞が認められ、また数珠上に途絶した尿管が存在した。IPやレノグラムでは右腎は描出されず、無機能腎の所見であった。

症例 4 : 右多嚢胞性異形性腎、左水腎症・重複尿管の症例. (Fig. 4)

胎児期より右腎の多発性嚢胞が指摘されていたが、左腎も腎盂拡大傾向が認められたため、在胎38週、体重3,636 gで出生後当院紹介となっ

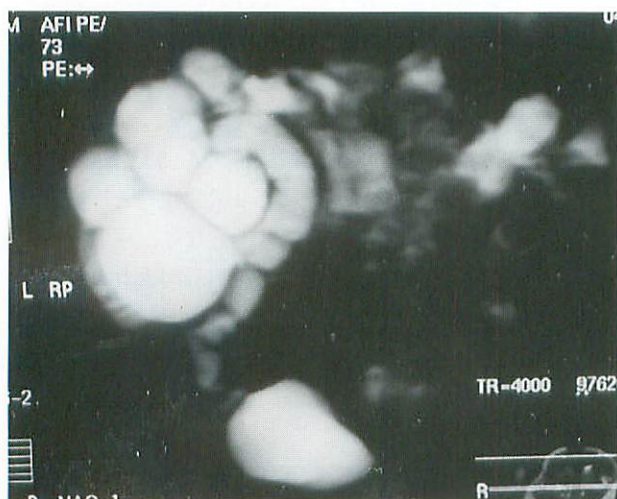


Fig.3 Right multicystic dysplastic kidney (Case 3)

MRU clearly demonstrated multiple cysts of various sizes in the middle and lower pole of the right kidney.

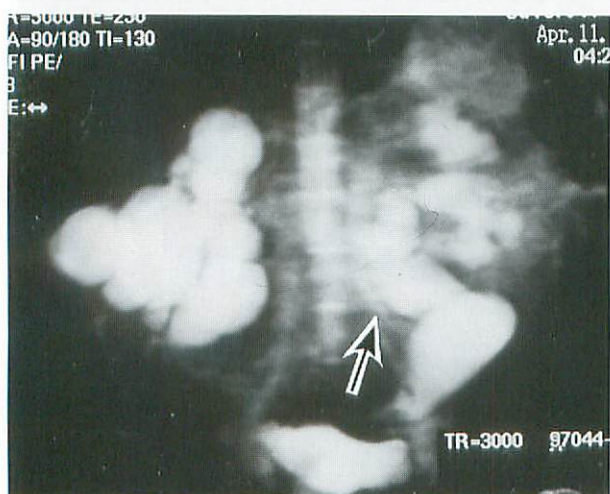


Fig.4a,b Right multicystic dysplastic kidney and left hydronephrosis with double ureter (Case 4)

(a) MRU demonstrated a large right kidney with displaced multiple cysts. Normal ureter could not be shown. At the left side, both pelvis and ureter were dilated due to stenosis of the distal ureter. In addition, another abnormal ureter connecting from the upper pole of the left kidney was shown as a double ureter (arrow). (b) The resected right kidney was pathologically revealed to see multicystic dysplastic kidney.



Fig.5 Left hydronephrosis (Case 5)

A dilated pelvis and calyx were shown on MRU, but the ureter was not visible. Ureteropelvic junction stenosis was suspected as the cause of the hydronephrosis.

た。腎エコーでは左腎は腎盂尿管の拡大と右腎の多嚢胞性病変を認めた。IPでは右腎は描出されず、左腎はdelayed IPで上部尿管までが造影され、排泄性膀胱造影では膀胱尿管逆流現象は認めなかった。MRUでは右腎全体が大小の嚢胞に置き換わり、尿管が認められず、左腎は腎盂尿管の拡張があり、膀胱付近での狭窄が示唆された。さらに、MRUではじめて重複尿管と尿管瘤の存在が疑われた。レノグラムでは右無機能腎と左腎の排泄遅延が認められた。尿路感染が難治のため左腎に対し尿管膀胱新形成術を施行し、この際に重複尿管と尿管瘤が確認された。右腎の圧迫による尿路感染が難治のため、後に右腎摘出術を施行した。

症例 5 : 左水腎症の症例。(Fig.5)

在胎31週より胎児エコー検査で羊水過多、左水腎症または多嚢胞性異形腎が疑われており、38週、体重3,256gで出生した。特異な顔貌と体格よりSotos症候群と診断された。生後の腎エ

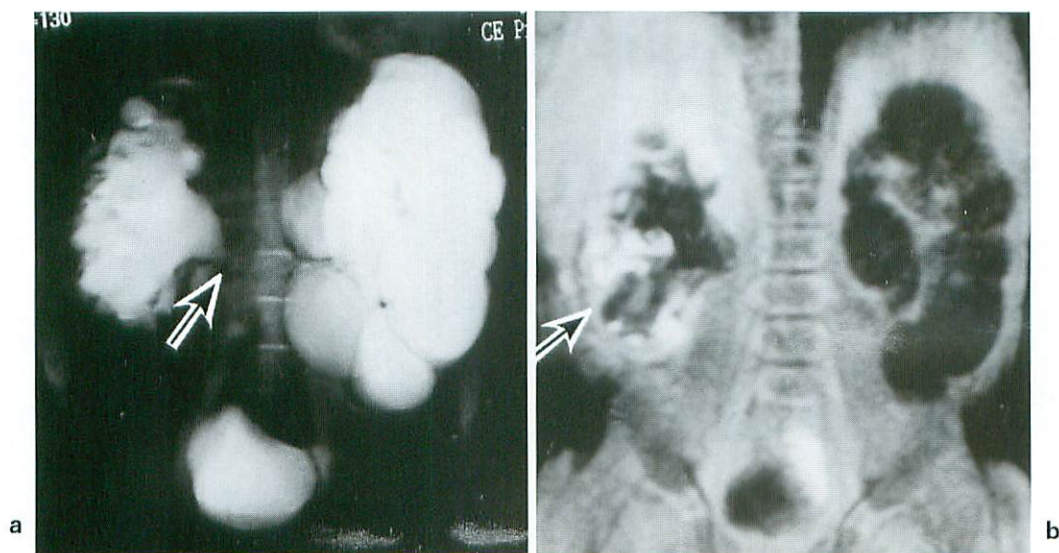


Fig.6a,b Left multicystic dysplastic kidney and right hydronephrosis (Case 6)

(a) MRU clearly demonstrated left multicystic dysplastic kidney and right hydronephrosis caused by stenosis of the ureteropelvic junction (arrow) which could not be detected by either intravenous pyelography or ultrasonography. (b) Enhanced MRI with Gd-DTPA demonstrated right hydronephrosis and the remaining normal cortex of kidney (arrow).

コーでは腎盂と腎杯の拡張があり、水腎症が疑われたが、尿管までは追うことができず、delayed IPでも左の拡張腎盂腎杯は描出されたが同様に尿管は映らなかった。MRUでは腎盂拡大と均一に拡張した腎杯が認められ腎盂尿管移行部での狭窄と考えられた。レノグラムでは左側は閉塞性パターンであった。

症例 6：左多嚢胞性異形性腎と右水腎症の症例. (Fig. 6)

胎児期(35週)に腎嚢胞の存在が指摘されていた院外出生例。在胎39週、2,598 gで出生後、チアノーゼを主訴に入院し、ファロー四徴症及び染色体22q11.2欠失症(CATCH22)と診断された。腎疾患としては腎エコー上、右側は腎盂の拡張と尿管の腎盂移行部での拡張を示しており、左側は大小不同の多嚢胞で腎実質は認めなかった。delayed IPでは拡張した右腎盂を僅かに認めるのみで他は腸管ガスに妨げられた画像であった。MRUでは右水腎症も腎盂尿管

移行部の狭窄によることが判明し、超音波検査より明瞭に狭窄部位が同定できた。また、左多嚢胞性異形性腎はMRUにより、さらに立体的に大小不同の多嚢胞で腫大した病変が描出された。MRUに加え、本症例ではマグネビストを静注したT1強調のmultislice法のenhanced MRI(冠状断面)を用い、右水腎症における腎実質の残存の程度や腎盂への造影所見がないことで腎排泄能の予備力がないことなどを把握することができた。

症例 7：超低出生体重児、カンジダ閉塞性腎症の症例. (Fig. 7)

在胎26週、体重762 gで出生の超低出生体重児。呼吸窮迫症候群、慢性肺疾患のため人工換気を52日間施行した。日齢20に全身性カンジダ症を発症し、尿中からfungus ballを検出した。腎エコーにて両側腎盂の軽度の拡大と内腔に高輝度の浮遊物を認め、カンジダによる閉塞性腎症と診断した。MRUでは両側とも腎杯優位の

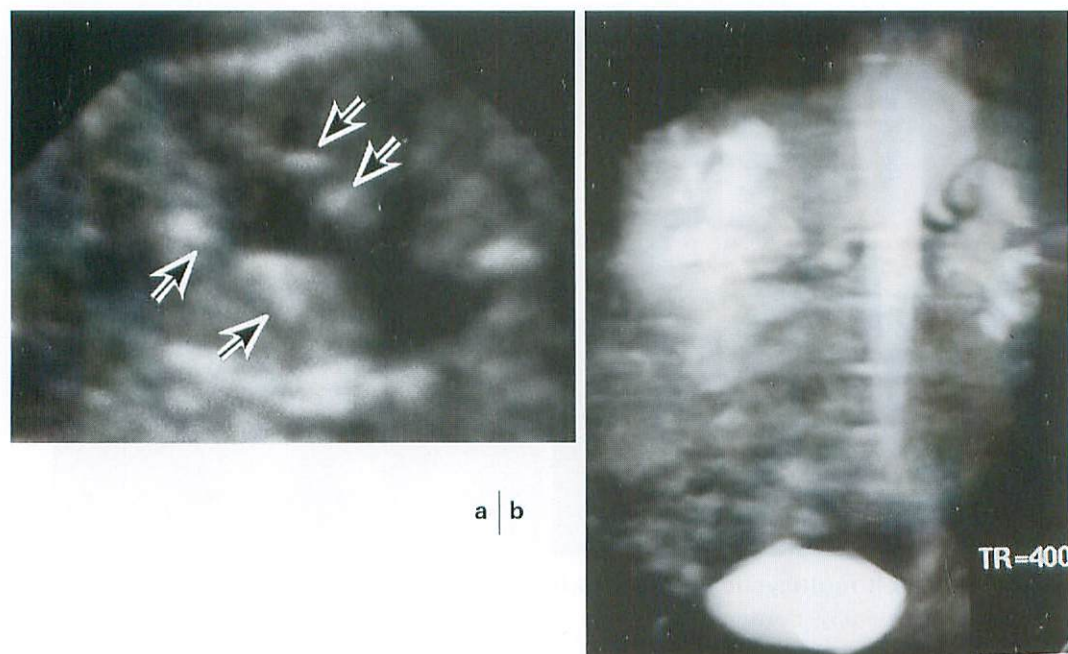


Fig.7a,b Obstructive nephropathy by candidiasis(Case 7)

a : Ultrasonography demonstrated dilated pelves of the bilateral kidneys and fungus balls (arrow). The fungus balls were shown in the in pelves.
b : MRU also demonstrated dilated pelves of bilateral kidneys.

拡張と内部の不整形陰影欠損が認められた。レノグラムでも両側閉塞性パターンを呈したが、AMP-Bや5FCなどの抗真菌剤でそれらの所見は改善し、感染治癒後の膀胱造影で左側の膀胱尿管逆流が認められた。

考 察

生後の画像診断として、今回呈示したMRUは、single shotのfast spin echo法を用いたheavily T2強調画像で、その特徴として周辺臓器の信号が抑制され、血管や腸管の蠕動、腸管ガスの影響を受けることなく、尿路系のようなstaticな状態にある水分のみを選択的に高信号で描出したものである¹⁾。特に拡張した腎盂、尿管の描出に優れており、正常尿管は蠕動や尿流出により殆ど描出されない²⁾。成人領域では既に有用性が報告されているが¹⁻³⁾、小児領域での報告は少ない^{4,5)}。今回は新生児領域での経験を報告した。通常のMRIと同様に描出範囲が広いこと全体像の把握には優れており、超音波検査の描出限界を補うことが可能であった。新生児のような腎機能の未熟な症例ではIPで描出されない腎病変は多く存在するが、その点、MRUは造影剤を使用せずとも、尿路系全体の良好な画像が得られ、新生児にとって非侵襲的な診断手段であると言える。成人領域でも腎不全例、ヨードアレルギー例、妊娠女性などでの有用性が強調されている⁶⁾。

しかし、その反面腎機能の推定が付加的に加わるIPのような長所は持ち合わせていない。そのため、今回は全例でレノグラムを併用することで腎機能の評価を加えた。最近では、Gd-DTPAを少量静注するenhanced MRUで、より短時間に尿貯溜の少ない部位の描出も可能で腎機能の情報も付加されるとされる⁷⁾。

今回の検討で、腸管の高信号を消失させるための経口造影剤は使用しなくとも尿路系のみ描出できたのは、成人に比し新生児の腸管内容がより空気の占める割合が多いためと思われた。未熟児症例など数例で脳脊髄液が静止尿とともに描出されたがその部位や形態から尿路系との

区別は容易であった。また、脳脊髄液の影響を避けるため、撮影範囲を椎体の前までにするなどの工夫が必要と思われた。検査時間は短いいえ、明瞭な画像を得るには検査時の体動に留意することが肝要である。

MRUはCT同様、検査室への搬入や鎮静剤の使用が必要な点、超音波検査のような簡便性を持ち合わせていない。しかし、超音波検査では描出が難しい尿管の描出が可能であるなど、腎尿路全体奇形をより客観的に把握できる利点がある。

また、MRUはCTでは得られない冠状断面や矢状断面が得られることも、形態を把握する上で有利な点と思われる。single slice法のMRUは厚スライスのため、multislice法のMRIよりも撮像範囲を広く撮ることでより立体的な画像になる利点もある。今回はMRUのみを取り上げたが、MRUは静止水分のみを強調した画像となるため各々の組織特性については当然のことながらMRIの方が情報量が多い。従ってMRIを併用することで腎皮質と髄質との関係や周囲の血管との関係も一望できる⁸⁾。

腎尿路疾患別にみた他の画像診断との比較では、水腎症では超音波検査で拡大腎盂の描出は可能であったが、水尿管の把握は困難で、IPでは排泄機能の不良な重症水腎症で腎盂尿管の描出ができなかった。そのような場合でもMRUはあらゆる水腎症において、尿管を含めた尿路系全体像が描出され、さらには狭窄部位の診断も可能な例があった。また、その狭窄が内因性か外因性かの判断はIPで描出できた場合にはMRUより優るとされるが⁹⁾、実際は排泄能不良でIPで描出されないことがある。また、対象症例の中には膀胱尿管逆流現象による水腎症はなかったが、MRUでは尿管の拡張が閉塞によるものか膀胱尿管逆流現象によるものかの判別は難しい⁴⁾。水腎症による腎実質の変化を見るにはMRUだけでは不十分で、multislice法のMRIを併用することで水腎症自体と2次性変化である腎実質の菲薄化などが把握で

きる。重複尿管・尿管瘤(症例4)は今回、MRUではじめて明らかにされたが、排泄能不良のためIPでの描出は難しく、その存在を予想しなかったものである。MRUはこのような診断の見落としを防止する可能性を持っている。カンジダ閉塞性腎症のように腎盂腎杯内のfungusそのものを検知するには、超音波検査が診断の糸口にもなり質的診断もある程度可能であるが、尿管の拡張に関してはMRUで描出できた。

多嚢胞性異形成腎の診断は超音波検査でほぼ診断可能と思われたが、病変が大きすぎると水腎症との判別が困難となり、delayed IPでの評価が必要なこともある。しかし、いずれの場合でも無機能腎だとIPでは全く描出できない。MRUでは大小不同の嚢胞で形成される多嚢胞性異形成腎の全体像が明瞭に描出でき、まさにMRUの利点を活かす適応疾患であると考えられる。今回提示した多嚢胞性異形成腎3例中2例は対側に水腎症を伴うものであった。従来より多嚢胞性異形成腎の対側の腎病変については膀胱尿管逆流現象を含め水腎症などの異常を伴う例が少なからずあるといわれ⁶⁻¹⁰⁾、MRUはこのような左右の病変が異なる場合においても一画像でその比較ができるメリットがある。

新生児で見られる閉塞性腎疾患(多嚢胞性異形成腎を含む)は胎児超音波の進歩に伴い、胎児期から発見されることが多くなってきており、今後は胎児腎疾患への応用も期待される。特に最近single shotのfast spin echo法を用いたT2強調画像が胎児診断に適応されており、水分を強調することで診断上有益な情報が得られる疾患として、胎児閉塞性腎疾患は注目される疾患であると考えられる。

●文献

- 1) Royhpearl A, Frager D, Subramanian A, et al : MR Urography : Technique and application. Radiology 1995 ; 194 : 125-130.
- 2) 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 1997 ; 51 : 471-480.
- 3) 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. 日本医放会誌 1994 ; 54 : 1306-1308.
- 4) Sigmund G, Stoeve B, Zimmerhackl A, et al : RARE-MR-urography in the diagnosis of upper urinary tract abnormalities in children. Pediatr Radiol 1991 ; 21 : 416-420.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 大淵真男, 高原太郎, 高橋光幸, 他 : 呼吸停止下三次元造影MR Urography—少量(2 ml)造影剤による試み—. 日本医放会誌 1998 ; 58 : 163-165.
- 8) Hussain S, O'Malley M, Jara H, et al : MR urography. MRI Clin N Am 1997 ; 5 : 95-106.
- 9) Atiyeh B, Husmann D, Baum M : Contralateral renal abnormalities in multicystic-dysplastic kidney disease. J Pediatr 1992 ; 121 : 65-67.
- 10) Flack CE, Bellinger MF : The multicystic dysplastic kidney and contralateral vesicoureteral reflux : Protection of the solitary kidney. J Urology 1993 ; 150 : 1873-1874.