

# 原 著

## 腎瘢痕の MRI 診断

津ヶ谷正行 (名古屋市立大学医学部泌尿器科学教室) 大田黒和生 ( 同 上 )  
平尾憲昭 ( 同 上 ) 伴野辰雄 (名古屋市立大学医学部放射線医学教室)  
渡瀬秀樹 ( 同 上 ) 水谷弘和 ( 同 上 )  
阪上 洋 ( 同 上 ) 大場 覚 ( 同 上 )  
岡村武彦 ( 同 上 )

### キーワード

Magnetic Resonance Imaging (MRI), X-ray computed tomography (CT), Renal scarring, Vesicoureteral reflux (VUR), Nephrolithotomy

### 要 旨 (英文和訳)

腎切石術後の 6 症例と反復性の尿路感染を有する VUR の 9 症例を対象に MRI を用いて腎瘢痕を診断し, MRI の有用性について検討し, 以下の結論を得た。

MRI による腎瘢痕の診断は瘢痕部における腎実質の陥凹あるいは実質の菲薄化で, T1 強調画像では瘢痕部の皮質が皮質と髓質の間ないし髓質に近い low intensity に描出され, また Proton density 強調画像や T2 強調画像では瘢痕部の腎実質は線状または帯状の low intensity に描出され, 瘢痕の軽度な症例では T1 強調画像で瘢痕部が明瞭に描出されていても T2 強調画像では不明瞭であった。これらの所見は各症例に施行した X 線 CT の dynamic study で認められた瘢痕部に一致し, MRI の所見を裏付けていた。逆流性腎症患者の一部では腎不全に陥るため定期的検査で腎瘢痕の有無や進展を観察する必要がある, 多量の放射線被曝は小児において重大な問題であるため放射線被曝が無い MRI は腎瘢痕の診断において極めて有用な検査法である。

### 緒 言

腎瘢痕が問題となるのは主に小児逆流性腎症であり, 小児逆流性腎症の一部の症例では腎不全に陥ることから膀胱尿管逆流現象(以下 VUR と略す)による腎瘢痕はその治療上重要な問題

となっている。VUR による腎瘢痕の発生機序は  
いまだ解明されておらず, その診断は IVP や腎  
シンチグラフィーなどによって行われている。

X 線 CT は腎の解剖を明瞭に描出することがで  
きるが, 定期的検査を必要とする小児逆流性腎  
症の患者にとって多量の放射線被曝は重大な問  
題であるため放射線被曝が無い超音波断層撮影

法や MRI は将来有用なる検査法として期待される。今回腎瘢痕の診断として小児逆流性腎症による腎瘢痕と性質が異なるが、画像診断が容易な鑄型腎結石に対する腎切半術あるいは腎切石術を受けた症例と逆流性腎症の症例を対象として腎瘢痕の MRI 診断の有用性を検討し、MRI 診断を裏付けるため X 線 CT スキャンの腎瘢痕の診断についても検討した。

## 対象ならびに方法

腎瘢痕の診断に際し、鑄型腎結石に対する腎切半術あるいは広範囲な腎切石術後の 6 症例 (A 群) と反復性の尿路感染を有する VUR の 9 症例 (B 群) を対象に MRI と X 線 CT を用いて検討した。MRI は PHILIPS 社製 GYROSCAN S 5 超伝導型 (0.5 Tesla) の装置で、原則として surface coil を用い、スライス厚は 7~10 mm で SE 法 (TR=300~550 msec, TE=30 msec, 測定回数 4 回) または IR 法 (TR=1800 msec, TI=400 msec, TE=30 msec, 測定回数 2 回) による T1 強調画像, SE 法による T2 強調画像 (TR=1800~2000 msec, TE=100 msec, 測定回数 2 回) と Proton density 強調画像にあたる第 1 エコー (TR=1800~2000 msec, TE=50 msec, 測定回数 2 回) を multi slice で撮影した。撮影は X 線 CT と比較検討するため横断像で行

った。X 線 CT は東芝 TCT 60 A-50 S を用い、スライス厚は 5 ないし 10 mm で、単純 CT スキャンを撮影後、腎瘢痕を明瞭に描出する試みとして造影剤の急速静注によるダイナミックスキャンを原則として撮影し、さらに通常の造影後スキャンも併せて施行した。

## 成績

### 1) MRI による腎瘢痕の診断

MRI による腎瘢痕の診断は T1 強調画像で A 群と B 群の全例に瘢痕部における実質の陥凹または菲薄化として描出され、また瘢痕部では皮質が欠損したように描出され、その皮質部は髄質に近似した low intensity あるいは皮質と髄質の中間に描出された (Table 1)。A 群の 6 例中 2 例では腎の縫合に際する腎実質の段違いが描出された。T2 強調画像では瘢痕部は実質が陥凹し、この部位の腎被膜から乳頭部に至る帯状あるいは線状の明瞭な low intensity に描出されるが (Fig. 1, 2), B 群の一部の腎では T1 強調画像で明瞭に認められた low intensity は不明瞭であった。Proton density 強調画像における腎瘢痕は T2 強調画像と類似しているが、T2 強調画像に比べて明瞭な low intensity に描出された (Fig. 1, 2)。これら所見は後述する X 線 CT スキャンで認められた瘢痕部に一致していた。

Table 1 Intensity of renal cortex, medulla and scar in T1-weighted imaging

No. Patients	Age	Sex	Disease	Cortex	Medulla	Scar
1. M. K.	13	male	Nephrolithotomy	499.0±17.3	299.5±11.5	214.8±20.4
2. K. K. ①	3	male	VUR	615.0±14.9	448.2±19.5	487.6±47.0
②				643.6±11.1	428.7±28.1	587.3±11.6
③				637.4± 6.7	384.4±15.5	417.7±54.0
3. C. K. ①	8	female	VUR	611.4±20.8	460.2±14.2	410.6±31.3
②				660.4±16.5	497.9±33.3	450.5±93.2
③				588.0±20.8	420.8±25.4	351.3±18.4

受付年月日 昭和63年 6 月25日

別刷請求先 (〒467) 名古屋市瑞穂区瑞穂町字川澄1番地 名古屋市立大学医学部泌尿器科学教室 津ヶ谷正行

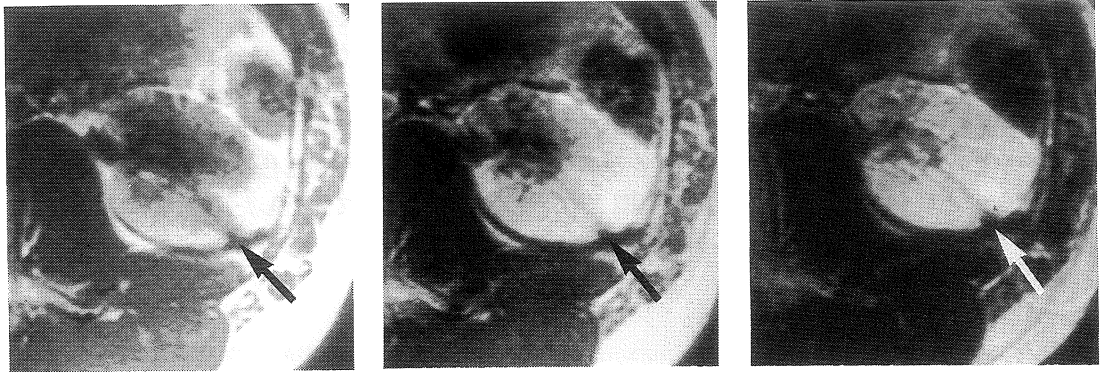


Fig. 1 MRI in a 13-year-old patient who had been treated by nephrolithotomy in 6 years ago.  
A : T1-weighted image (TR=550, TE=30)

B : proton density image (TR=1800, TE=50)  
C : T2-weighted image (TR=1800, TE=100)

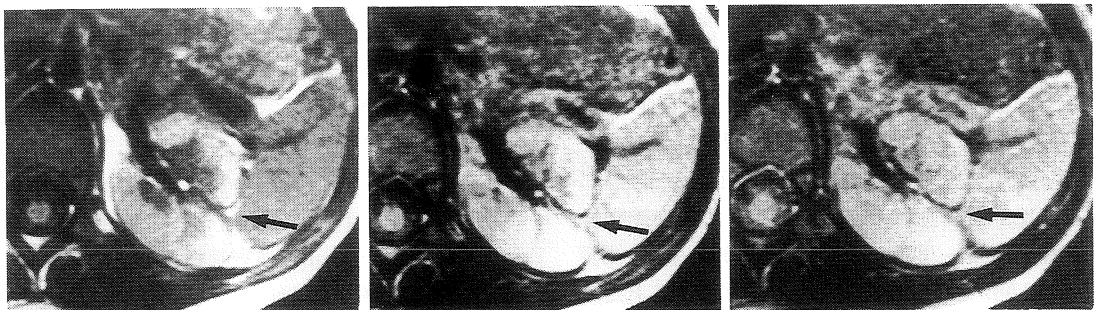


Fig. 2 MRI in a 3-year-old patient with vesicoureteral reflux.  
A : T1-weighted image (TR=550, TE=30)

B : proton density image (TR=1800, TE=50)  
C : T2-weighted image (TR=1800, TE=100)

B群における手術から検査までの期間と腎瘢痕の画像上の鮮明度との関係は認められなかった。以上の結果をA群とB群の各々についてTable 2, 3に示す。

## 2) X線CTによる腎瘢痕の診断

X線単純CTスキャンにおける腎瘢痕部はA群とB群の全例に腎実質の変形または実質の菲薄化として描出されるが、腎瘢痕部と他の疾患

による変化との鑑別は困難であった。X線CTのdynamic studyではbolus phaseにおいて腎皮質が明瞭に描出され、腎瘢痕の皮質部はlow density areasとして描出され、また経時的变化を観察することによって腎瘢痕の部位は乳頭部から腎被膜に至る帯状あるいは線状なlow density areasとして描出されるため腎瘢痕の部位ならびにその程度の評価が可能であった (Fig. 3,

Table 2 Diagnosis of renal scarring of the patients with post-nephrolithotomy in MRI and X-ray CT

No. Patients	Age	Sex	Side	Post-operative period (yrs)	CT Findings	Dynamic Enhance	MRI T 1	Findings T 2
1 A. K.	33	male	B	7	clear	fair	clear	fair
2 M. K.	13	male	L	6	clear	fair	clear	clear
3 R. D.	47	male	R	5	fair	faint	clear	—
4 S. T.	49	female	L	3	visible	visible	faint	visible
5 T. K.	51	female	L	0.5	clear	faint	fair	clear
6 M. S.	63	famale	L	0.1	faint	faint	faint	visible

B: bilateral. R: right, L: left,  
clear: clearly visible, fair: fairly visible, faint: faintly visible

Table 3 Diagnosis of renal scarring of the patients with vesicoureteral reflux in MRI and X-ray CT

No. Patients	Age	Sex	Side	Grade of VUR	CT Findings	Dynamic Enhance	MRI T 1	Findings T 2
1 Y. M.	6	male	B	V (B)	fair	fair	clear	fair
2 M. S.	6	female	B	V (B)	clear	visible	fair	—
3 S. O.	6	male	B	IV (R), V (L)	—	visible	clear	—
4 N. N.	13	male	B	III (R), IV (L)	clear	fair	visible	faint
5 K. K.	3	male	B	V (R), IV (L)	clear	clear	clear	clear
6 M. O.	8	male	R	II	faint	fair	clear	faint
7 Y. H.	7	male	B	V (B)	clear	clear	clear	clear
8 C. K.	8	female	B	IV (R), V (L)	—	fair	clear	clear
9 M. O.	18	female	R	I	clear	clear	clear	clear

B: bilateral. R: right, L: left,  
clear: clearly visible, fair: fairly visible, faint: faintly visible

4). しかし、造影後 X 線 CT 像単独では造影された腎杯とその領域の腎実質との境界が必ずしも明瞭に描出されず、またアーチファクトとの鑑別が困難なこともあり、わずかな実質の変化までは判別できなかった (Fig. 3)。腎切半術あるいは腎切石術を受けた症例の腎瘢痕は広範囲であるため診断は容易であったが、小児逆流性腎症の症例では bolus phase において局所的な病変である瘢痕部を捉えることは容易なことではなかった。一方、A 群の 6 例中 2 例は慢性腎盂腎炎を合併し、腎障害が著しいため X 線 CT の dynamic study の場合でも腎瘢痕の描出はや

や不明瞭であった。

## 考 察

小児逆流性腎症における腎瘢痕はその治療上の問題から従来 IVP によって診断されている<sup>1),2)</sup>。IVP は尿路の異常が明瞭に描出されるためわれわれ泌尿器科医にとって最も重要な検査法である。しかし、小児逆流性腎症の症例では定期的な観察が必要であり頻回の検査は放射線被曝の問題があること、小児では腸管ガスの重なるため腎杯や腎輪郭の微妙な変化の診断に支障を

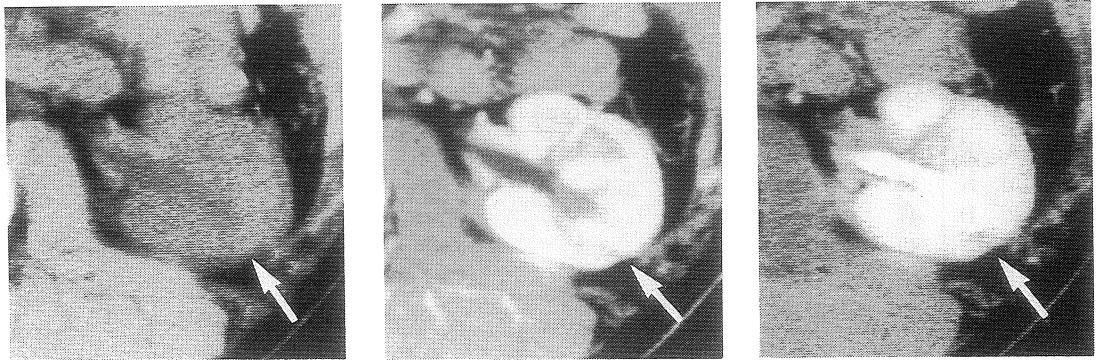


Fig. 3 X-ray CT in the same patients of Fig. 1.

A : plain CT.

B : bolus phase of enhanced CT.

C : enhanced CT.

Arrows indicate renal scarring.

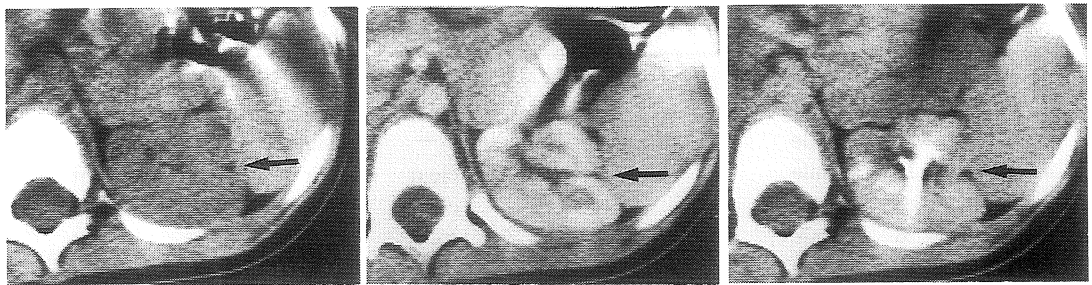


Fig. 4 X-ray CT in the same patients of Fig. 2.

A : plain CT.

B : bolus phase of enhanced CT.

C : enhanced CT.

Arrows indicate renal scarring.

来すことがある。これに対し放射線被曝が比較的少なく腎機能の評価の可能な腎シンチグラフィが腎瘢痕の診断に用いられるようになった<sup>9)</sup>。腎シンチグラフィでは急性腎盂腎炎の病巣部や嚢胞でも腎瘢痕と同様な cold areas の所見となるためこれらの疾患と鑑別が必要となる。一方、超音波断層撮影法は放射線被曝がないため期待されており、腎瘢痕部は腎実質の陥凹として描出され、腎輪郭の変形として捉えることができるが、現時点では腎瘢痕部と先天性変化との鑑別は困難である。

X線CTのdynamic studyではbolus phaseにおいて腎皮質が明瞭に描出され、腎瘢痕の皮質部は血流の少ないlow density areasとして描出され、また経時の変化を観察することによって腎瘢痕の部位は乳頭部から腎被膜に至る帯状あるいは楔状なlow density areasとして描出されるため腎瘢痕の部位ならびにその程度の評価が可能であり、腎瘢痕の診断には有用な検査法であった。しかし、散在的で局所的病変である腎瘢痕の全てをbolus phaseにおいて捉えることはできない。しかもX線CTスキャンに

よる多量の放射線被曝は小児において重大な問題である。

これに対して MRI は放射線被曝が無く、X 線 CT の dynamic study のような造影剤を投与しなくても T 1 強調画像で腎の皮質と髄質を明瞭に描出し、しかも腎機能が障害された患者にたいしても検査ができる。Gd-DTPA を造影剤として使用できることになれば、腎臓における任意の部位の機能についても評価できるようになるであろう。MRI の特徴の一つは横断像のみならず任意の断層像を描出することができることである。MRI による腎癍痕の診断は T 1 強調画像で癍痕部における実質の菲薄化と同部位の皮質が髄質とほぼ近似あるいはこれらの中間の low intensity に描出され、この所見は X 線 CT スキャンで認められた癍痕部に一致し、裏付ける結果であった。T 2 強調画像における腎癍痕は T 1 強調画像や Proton density 強調画像と同様に明瞭な low intensity に描出される。しかし、一部の症例では腎実質の陥凹や T 1 強調画像で癍痕所見が認められていても T 2 強調画像で腎癍痕部は明瞭な low intensity を示さず、これらの所見は腎癍痕の初期のため線維化が進行していないことによると考えられた。上記のことから MRI は腎における将来有用なる検査法として期待されている。

MRI の欠点は装置が高価であり、撮影時間が長いことである。撮影中の体動は不良な画像の原因となるため小児特に乳幼児では眠らせるための薬剤を必要とする。今回 MRI で腎癍痕を診断することができたが、体動や呼吸によって不良な画像になったり、一部の症例では T 2 強調画像や Proton density 強調画像を撮ることができなかった。当初 body coil を用い、不良な画像であったため wrap around surface coil を用いることによって S/N 比を向上させ、また呼吸によるアーチファクトを減らすことができ良好な画像が得られるようになった。MRI は急速に

進歩していることから上記した問題は近い将来には解決されるであろう。

## 結 語

腎切石術後の 6 症例と反復性の尿路感染を有する VUR の 9 症例を対象に MRI と X 線 CT を用いて腎癍痕について検討し、以下の結論を得た。

MRI による腎癍痕の診断は癍痕部における腎実質の陥凹あるいは実質の菲薄化と T 1 強調画像で癍痕部の皮質が髄質に近い low intensity に描出され、また Proton density 強調画像や T 2 強調画像では癍痕部の腎実質は線状または帯状の low intensity に描出され、癍痕の軽度な症例では T 1 強調画像で癍痕部が明瞭に描出されていても T 2 強調画像では明瞭に描出されなかった。これらの所見は各症例に施行した X 線 CT で認められた癍痕部に一致し、MRI の所見を裏付けていた。反復検査を必要とする小児逆流性腎症において放射線被曝が無い MRI は腎癍痕の診断において極めて有用な検査法である。

稿を終えるに当たり、多大な御協力を頂いた荒木克己、宮地利明氏を始めとする本学中央放射線部の方々および泌尿器科学ならびに放射線医学教室員一同に御礼申し上げます。

本論文の要旨は、第 37 回日本泌尿器科学会中部総会、第 11 回日本磁気共鳴医学会大会において発表した。

## 文 献

- 1) J. Smellie, D. Edwerds, N. Hunter, et al.: Vesico-ureteric Reflux and renal scarring, *Kidney Int.*, 8 : S-65-S-72, 1975.
- 2) 生駒文彦, 有馬正明, 島田憲次: 逆流性腎症, 40 : 773-789, 1986.
- 3) K.A. Barry, K. Robert, W.J. Robert, et al.: <sup>99m</sup>Tc-DMSA scanning to diagnose pyelonephritic

原 著 -----

scarring in children, Urology, 11: 641-644,  
1983.

- 4) 池平博夫, 山根昭子, 福田信男, 他: ガドリニ  
ウム DTPA による NMR-CT 腎動態機能検査法  
の試み. 核医学, 22: 219-224, 1985.

---

## Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Renal Scarring

---

Masayuki Tsugaya (Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)	(Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)
Noriaki Hirao (Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)	Kazuo Ohtaguro (Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)
Hideki Watase (Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)	Tatsuo Banno (Dept. of Radiology, Nagoya City Univ. Medical School)
Hiroshi Sakagami (Dept. of Urology, Nagoya City Univ. Medical School)	Hirokazu Mizutani (Dept. of Radiology, Nagoya City Univ. Medical School)
Takehiko Okamura	Satoru Ohba (Dept. of Radiology, Nagoya City Univ. Medical School)

---

Six patients with nephrolithotomy and nine patients with repeated urinary tract infection and vesicoureteral reflux were studied in magnetic resonance imaging for diagnosis of renal scarring.

Magnetic resonance imaging demonstrated thinning of renal parenchyma or depression of renal contour. Renal scarring was shown to low intensity which was nearly medulla or was between cortex and medulla in T1-weighted image.

Magnetic resonance imaging demonstrated that renal scarring was shown as a line— or band—low density area. Although slight renal scarring was clearly demonstrated at low intensity in T2-weighted image, it could not be shown or was of faintly low intensity in T2-weighted image.

These appearances of magnetic resonance image were supported by a dynamic study of X-ray computed tomography. As some patients with reflux nephropathy become renal-insufficient, these patients required follow-up examination in order to search for absence or presence of renal scarring, and its progression, if any. It was a great problem that children had received much irradiation. Magnetic resonance imaging is exceedingly valuable for diagnosis of renal scarring because of its lack of irradiation.