

## 수신뇨관증 진단에 있어서 자기공명 요로조영술의 유용성<sup>1</sup>

주정현 · 정용연 · 강형근 · 김창일 · 추성남 · 김윤현 · 서정진 · 박진균 · 오봉렬<sup>2</sup>

**목 적 :** 수신뇨관증이 있는 환자에서 자기공명 요로조영술의 진단적 가치를 알아 보고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 고식적 요로조영상에서 수신뇨관증이 있어 자기공명 요로조영술을 시행한 환자 25명에서 26예의 수신뇨관증을 대상으로 하였다. 수신뇨관증의 원인으로는 양성협착 12예(요관신우이행부 협착 6예, 요관협착 6예), 결석 8예(요관결석 7예, 신우결석 1예)와 악성종양 6예(전립선암 2예, 방광암 2예, 자궁내막암 1예, 요관암 1예)이었다. 진단은 수술, 생검, 고식적 요로조영술 및 추적검사로 하였다. 자기공명영상은 1.5T MR기기 (Signa Horizon, GE Medical Systems, Milwaukee, USA)를 사용하였고 자기공명 기법으로는 호흡정지 없이 지방억제, respiratory-triggered, 급속스핀에코의 강한 T2 강조영상으로 이차원적인 관상면 영상을 얻은 후 최대강도영상투사 기법을 이용하여 삼차원으로 재구성하였다. 자기공명 요로조영술의 영상화 성공률, 고식적 요로조영술과 비교한 수신뇨관증의 정도, 요로 폐쇄의 위치결정과 원인질환 진단의 정확도를 알아보았다.

**결 과 :** 자기공명 요로조영술의 영상화 성공률은 100%(26/26)이었으며, 수신뇨관증 정도는 자기공명 요로조영술과 고식적 요로조영술을 비교하여 100%(26/26) 일치하였다. 자기공명 요로조영술에서 요로 폐쇄의 위치는 상부요관이 11예, 중부요관이 4예, 하부요관이 11예로 수술소견 및 고식적 요로조영술과 100%(26/26) 일치하였다. 원인질환의 진단은 크기가 작아 진단하지 못하였던 요로결석 2예를 제외한 24예에서 가능하여 정확도는 92%(24/26)이었다.

**결 론 :** 자기공명 요로조영술은 수신뇨관증이 있는 환자에서 병변 위치와 원인질환 진단에 매우 유용한 방법으로 신부전이 있거나 조영제에 과민반응이 있어 조영제를 사용할 수 없는 환자와 방사선에 위험이 높은 소아나 임신부에서 고식적 요로조영술을 대신해서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

폐쇄성 요로 질환의 진단방법으로 초음파검사와 경정맥 요로조영술(intravenous urography, 이하 IVU로 약함)이 매우 유용한 검사방법임은 이미 잘 알려진 사실이다(1). 초음파 검사는 비침습적이고 안전한 방법으로 상부요로 확장을 진단하는데 좋은 방법이나 단면적인 영상이고 요로 전체를 보기에는 부적합하며(2), IVU는 요로계 전체를 볼 수 있으나 조영제와 방사선을 사용하여야 하므로 신장 기능이 좋지 않은 환자, 어린이와 임신부 등에서는 사용하기 어렵고 불현신(nonvisualization of kidney)을 보인 경우에는 선행성 신우조영술 (antegrade pyelography, 이하 AGP로 약함)이나 역행성 신우조영술 (retrograde pyelography, 이하 RGP로 약함)과 같은 직접 요로조영

술을 필요로 하는 경우가 많다 (1). 그러나 이러한 고식적 요로조영술은 침습적인 검사이기 때문에 비침습적으로 이에 상응하는 전체 요로계 영상을 얻을 수 있다면 아주 이상적인 검사법일 것이다.

최근 자기공명영상 기술이 발전함에 따라 요로의 삼차원적 영상을 얻을 수 있는 자기공명 요로조영술 (MR urography, 이하 MRU)이 개발되어 요로 폐쇄 질환에서 이의 유용성이 보고되었으나, 이는 호흡정지가 가능한 환자에서는 좋은 영상을 얻을 수 있지만 노령이거나 쇠약한 환자에서는 20초 이상 호흡정지가 어려워 만족할 만한 영상을 얻기가 어렵다 (3). 이 연구에서는 호흡을 정지하지 않고 지방억제, respiratory triggered, 급속스핀에코 강한 T2 강조영상 기법을 이용하여 요로계를 촬영후 3차원 재구성영상으로 고식적 요로조영술에 상응하는 MRU를 얻어 그 임상적 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

<sup>1</sup> 전남대학교 의과대학 진단방사선과학교실

<sup>2</sup> 전남대학교 의과대학 비뇨기과학교실

이 논문은 1997년 3월 7일 접수하여 1997년 6월 23일에 채택되었음.

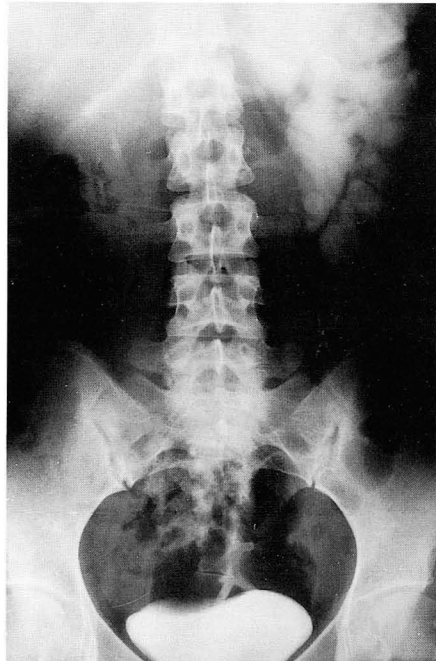
## 대상 및 방법

최근 6개월간 IVU나 초음파검사상 상부요로 확장을 보여 MRU를 시행한 환자 25명에서 양측에 양성협착이 있었던 1명을 포함한 26예를 대상으로 하였다. 대상 환자의 연령 분포는 6세에서 76세까지로 평균 50세였으며 남녀 비는 16:9였다.

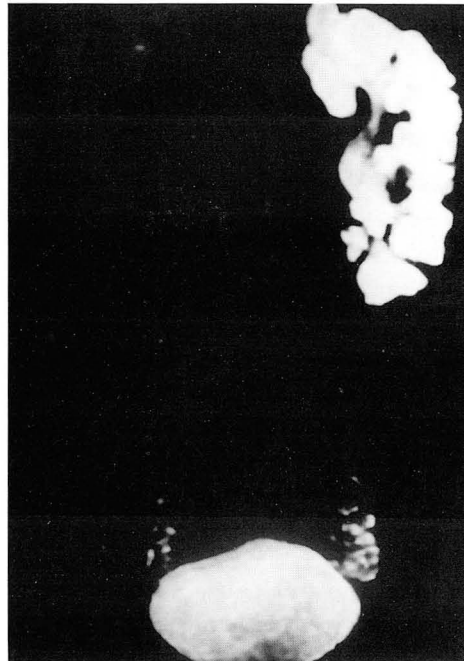
요관 폐쇄의 원인은 양성협착 12예 (신우요관이행부 협착 6

예, 요관협착 6예), 결석 8예 (요관결석 7예, 신우결석 1예)와 악성종양 6예 (전립선암 2예, 방광암 2예, 자궁내막암 1예, 요관암 1예)였으며, 수술, 생검, 고식적 요로조영술, 추적검사 등으로 진단되었다. 고식적 요로조영술은 일차적으로 전예에서 IVU를 시행하였으며, IVU에서 불현신을 보인 3예 중 2예에서 AGP를, 1예에서 RGP를 추가로 시행하였다.

자기공명영상은 1.5T MR기기 (Signa Horizon, GE Medical Systems, Milwaukee, USA)와 체부 코일 (body coil)을



A

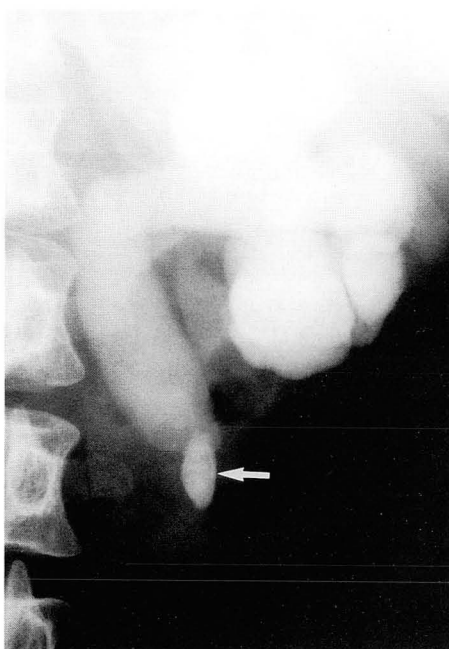


B

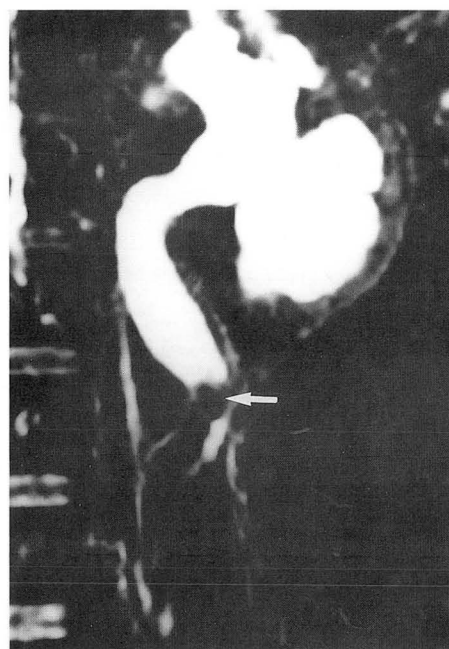
**Fig. 1.** Stricture of the left ureteropelvic junction.

**A.** IVU shows moderate dilatation of pelvocalyceal system with stricture of the left ureteropelvic junction.

**B.** MRU demonstrates similar findings to that of IVU.



A



B

**Fig. 2.** Left upper ureteral stone.

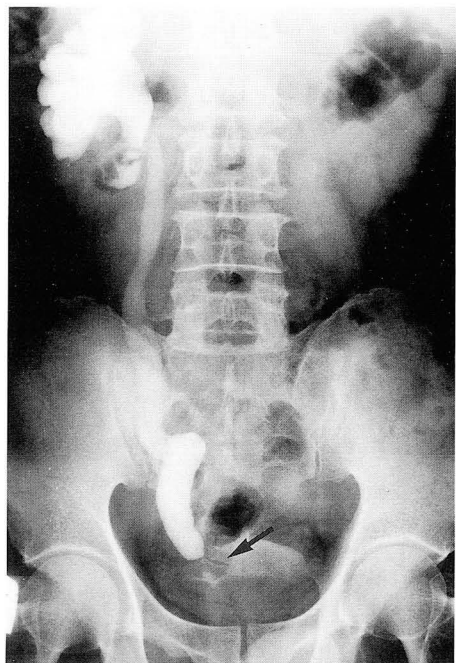
**A.** IVU shows an ovoid radiopaque stone (arrow) in the left upper ureter with dilatation of proximal collecting system.

**B.** MRU shows an ovoid signal void lesion (arrow) at the left upper ureter. The stone is underestimated in size compared with IVU image.

이용하였다. T1 강조 스핀에코기법으로 횡단면 영상을 얻어 신장, 요관 그리고 방광의 위치를 확인한 후, 조영제의 주입이나 복부 압박 없이 호흡정지를 하지 않은 상태에서 지방억제, respiratory-triggered, 급속스핀에코 강한 T2 강조영상으로 이차원 관상면 영상을 얻었다. 이 영상 데이터를 Independent Console에서 최대강도영상투사(maximum intensity projection, 이하 MIP로 약함)기법을 이용하여 3차원 재구성하여 MRU를 얻었다. 사용한 영상지표(scan parameter)는 ETL(echo train length) 20, TR/TE 9,000-11,000/280msec, 절편두께 3-4mm, 절편 간격은 없고, matrix크기 256×256, 여

기(excitation) 두번, 관심역(field of view) 48cm이었다. 폐쇄병변의 원인질환 진단에 필요한 경우 다평면재구성영상(multiplanar reformation image, 이하 MPR로 약함)을 함께 얻었다.

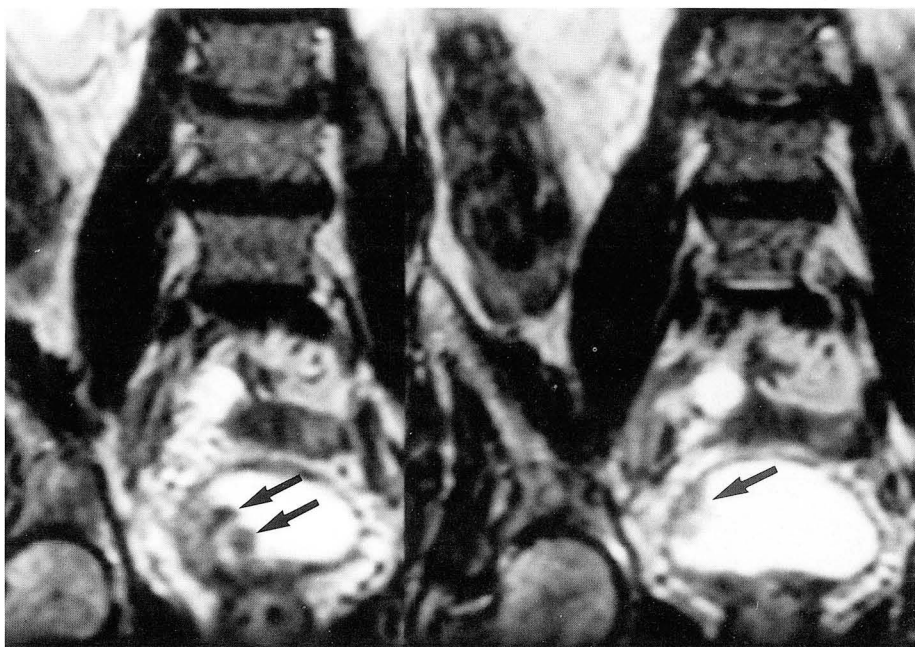
MRU의 영상분석은 병변 반대편의 정상 요로계의 경우 어느 정도 영상화 되는가를 알기 위하여 신우(renal pelvis), 신배(renal calyx), 요관(ureter) 세부위로 나누어 각각 몇 예에서 보이는가를 알아보았고, 폐쇄성 수신뇨관증이 있는 병변의 경우는 판독이 가능한 양질의 영상을 몇예에서 얻을 수 있나를 분석하여 성공율을 보았다. 수신뇨관증의 정도는 경도, 중등도,



A



B



C

**Fig. 3.** Bladder tumor and obstructed right ureter.

**A.** RGP shows the right hydronephrosis and irregular filling defects (arrow) in the right side of the urinary bladder.

**B.** MRU shows similar findings to that of IVU.

**C.** Source images demonstrate the irregular mass (arrows) in the right side of the urinary bladder.

고도로 나누어 고식적 요로조영술과 비교하였다. 정도는 신배의 둔화는 있으나 유두는 식별이 가능할 때, 중등도는 신배의 바깥쪽 확장과 원형화, 신우의 확대가 있을 때, 고도는 신배의 고도 확장, 신우의 낭상화가 있을 때로 정의하였다. MRU에서 진단 정확도를 알기위하여 수술 소견 및 고식적 요로조영술의 소견과 비교하였는데 이때 요로폐쇄의 위치와 원인을 중심으로 분석하였으며 원인질환 추정시 근원 영상(source images)과 MPR영상을 함께 참고하였다. MRU에서 양성 협착은 병변부위가 규칙적, 대칭적이고 평탄할 때, 요로결석(ureteral stone)은 신우, 신배, 요관, 그리고 방광의 내강에 원형 또는 난형의 신호소실이 있을 때로 정의하였다. 악성 폐쇄에서 내인성 종양은 병변부위의 요관이 불규칙한 협착이나 충만결손이 있을 때, 외인성 종양은 근위부 요관 확장을 보이는 요로폐쇄와 동반된 비뇨기계 주위의 종괴가 보일 때로 정의하였다.

## 결 과

총 24예의 병변 반대쪽 정상 요로는 MRU상 신우와 신배는 전예에서 보였으나 요관은 5예에서 보였다.

폐쇄성 수신뇨관증 26예 모두에서 판독이 가능한 MRU를 얻을 수 있어 영상화의 성공률은 100% (26/26)이었으며, IVU상 불현신을 보였던 3예의 경우도 MRU에서는 확장된 상부요로가 잘 보였다.

MRU에서 수신뇨관증 정도는 정도가 4예, 중등도가 13예, 고도가 9예였으며 고식적 요로조영술과 비교하여 100% (26/26)에서 일치하였다 (Fig. 1).

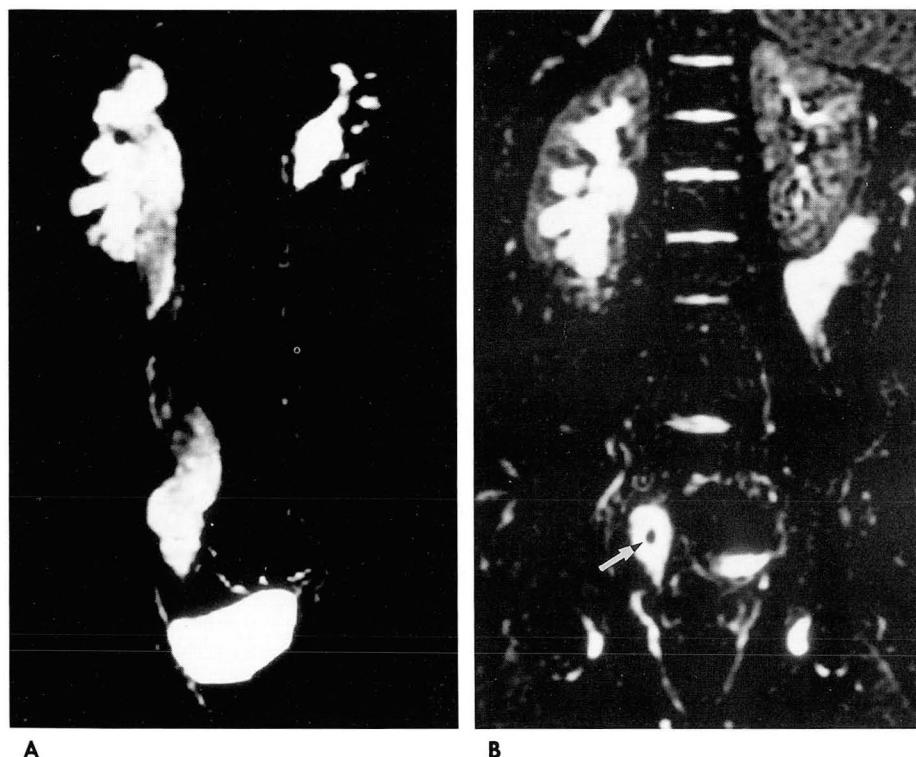
MRU에서 요로폐쇄의 위치는 상부요관에서 11예, 중부요관

에서 4예, 하부요관에서 12예이었으며, 100%(26/26)에서 고식적 요로조영술과 일치하였다.

MRU에서 요로폐쇄 원인은 양성협착 12예 전예, 요로결석은 8예 가운데 6예 (Fig. 2), 악성질환 6예 전예 (Fig. 3)에서 수술 및 고식적 요로조영술의 소견과 일치하여 전체적으로 정확도는 26예 가운데 24예로 92%였는데, MRU상 요로폐쇄의 원인을 알 수 없었던 2예의 요로결석은 직경이 5mm 이하인 경우였다. 진단이 가능하였던 요로결석의 6예 가운데 4예의 경우 MRU에서 결석의 크기가 실제보다 작게 관찰이 되거나 모호하게 나타났는데 근원영상과 MPR영상에서 결석을 명확하게 파악할 수 있어 진단할 수 있었다 (Fig 4). 외인성 종양의 경우도 근원 영상을 참고하여 MRU와 고식적 요로조영술에서는 알기 어려웠던 병변의 기원과 주위조직으로 침습 정도를 정확히 알 수 있었다.

## 고 찰

정체되어 있는 액체를 영상화하는 자기공명영상 기법은 최근 몇년간 급속히 발전하여 자기공명 담도조영술에 많이 사용되고 있으며 최근 요로조영술에도 이용되고 있다 (3-5). 초기 여러 연구에서는 호흡을 정지한 채 steady-state precession에 의한 gradient-echo 방법을 이용하여 영상을 얻었는데 이 방법은 국소적 자장의 비균질성, 장운동과 급속성 클립에 대해 민감한 점 등의 제한이 있다 (4-6). Takehara 등(7)이 발표한 2차원 터보스핀에코 영상은 국소적 자장의 영향과 운동에 대해 덜 민감한 방법이나 여전히 45-60초간 호흡을 정지하여야 하였고, Outwater 등(8)이 발표한 호흡정지 없이 2차원 터보스핀에코



**Fig. 4.** Right distal ureteral stone.  
**A.** MRU shows marked hydronephrosis in right. But signal void lesion is not noted.  
**B.** Coronal source image shows a stone as area of signal void (arrow) within right distal ureter.



기법은 호흡 운동에 따른 영상불량을 보상하기 위해 signal averaging을 하여 호흡으로 인한 영향을 줄였지만 완전히 제거하지는 못하였다. 최근에는 이러한 한계점을 극복하기 위한 respiratory-triggered 삼차원 T2 강조 터보스핀에코 기법과 급속스핀에코 multislab 기법으로 호흡을 하는 상태에서 성공적으로 영상을 얻기도 하였다 (9). 이 연구에서는 호흡정지 없이 respiratory triggered, 급속스핀에코 T2 강조영상을 이용하여 MRU를 얻었는데 respiratory triggered 방법은 환자의 호흡운동을 감독(monitoring)하여 호흡운동의 시기 가운데 횡경막 운동이 가장 작을 때인 호기 후 다음 흡기 사이에만 정보를 얻으므로 호흡운동 때문에 생기는 잡상 없이 진단하기에 충분한 근원영상을 얻을 수 있었다. 이렇게 얻은 스캔 데이터를 일정 범위 이상의 강한 신호만 선택적으로 뽑아내는 MIP 기법을 이용하여 3차원 재구성을 하면 고식적 요로조영술에 상응하는 요로계 전체를 영상 하나에 나타낼 수 있고, 또 이를 마음대로 360도 회전시켜 입체 영상으로도 볼 수 있다.

정상 요로는 MRU에서 신배는 선형으로 신우는 작은 삼각형으로 나타나고 요관은 선형으로 나타날 수 있지만 잘 보이지 않는다고 보고하고 있는데, 정상 요관이 잘 안보이는 이유는 요관내 요는 밀로 흘러 내려가기 때문이다 (10, 11). Rothpearl 등(3)은 정상인에서 MRU를 시행하기 전에 이뇨제를 사용하고 검사하는 동안 복부압박을 시행하여 집뇨계(collecting system)를 잘 볼 수 있으나 고식적 요로조영술처럼 신배, 신두, 신궁(renal fornix)의 세부적인 구별은 어렵다고 하였다. 이 연구는 상부요로확장이 있는 환자를 대상으로 하여 복부압박을 시행하지 않은 상태에서 MRU를 시행하여서 병변 반대측의 정상 요로계 24예에서는 신우신배가 적절히 확장되지 않았고 모두 부분적으로 보였으며 요관은 5예에서만 보였다.

폐쇄성 수신뇨관증에서 Roy 등(10)은 69예를 대상으로 RARE(rapid acquisition with relaxation enhancement)기법을 이용한 MRU를 시행하여 56예에서 운동에 의한 잡상 없는 영상을 얻을 수 있었는데 이중 요로 확장 유무와 폐쇄 위치는 전예에서 정확하게 알 수 있었으나, 폐쇄 원인은 21%에서만 진단이 가능하다고 하였다. Rothpearl 등(3)은 변형된 강한 T2 강조 급속스핀에코 기법을 이용한 MRU에서 14예의 요로 폐쇄 환자 가운데 13예에서 요로 폐쇄 위치를 알 수 있었고, 요로 폐쇄의 원인은 종양 6예 모두에서 진단이 가능하였으나 요로 결석 8예 가운데 2예만이 진단이 가능하였으며 요로 결석이 잘 보이지 않는 이유로 MRU는 강한 T2 강조영상을 이용하여 얻은 영상이므로 공간 분해능이 떨어져서 크기가 작은 경우에 병변을 정확히 보여주지 못하기 때문이라 하였다. 또한 요로 결석은 MIP에 의한 삼차원적인 MRU에서 요관내의 충만결손으로 보이지만 종종 결석을 둘러 싸는 요(urine)에 의해 모호하게 가려지거나 결석의 크기가 더 작게 측정되는 경우가 있고, 이는 요의 강한 고신호강도가 결석의 저신호강도를 가려서 나타나게 된다(12). 이 연구에서는 폐쇄성 수신뇨관증 26예 모두에서 respiratory triggered 기법을 사용하여 호흡운동에 따른 잡상이 생기지 않아 호흡에 상관 없이 양질의 영상을 얻을 수 있었고, 전예에서 신우 및 요관의 확장 정도가 고식적 요로조영

술과 일치하였다. MRU에서 요로 폐쇄의 위치는 26예 전예에서 정확하게 보였으며 폐쇄 원인은 24예에서 정확한 진단이 가능하였다. 정확한 원인을 알 수 없었던 2예는 요로 결석으로 5mm이하였다. 또한 8예의 요로 결석 가운데 4예는 결석의 크기가 실제보다 더 작게 측정되거나 모호하게 보였으나 근원영상과 MPR 영상에서 결석이 명확하게 보여 진단할 수 있었다. 근원영상과 MPR영상은 병변 기원과 주위조직으로 침습 정도를 정확히 관찰하는데도 도움이 되었다.

MRU는 비침습적으로 안전하고 쉽게 만들어지며 비교적 정확하게 요로계 전체의 영상을 3차원으로 보여줄 수 있고, 조영제를 사용하지 않으므로 신부전이 있거나 조영제에 과민 반응을 보이는 환자와 방사선 피폭의 위험이 있는 어린이나 임신부에서 IVU나 CT를 대신하여 사용할 수 있다 (10, 13). 또한 MRU는 신장의 기능과 상관없이 영상화되므로 IVU에서 불현신으로 나타난 경우도 수신뇨관증을 진단할 수 있다. 이 연구에서도 불현신을 보인 3예와 수신뇨관증이 아주 심하여 조영제가 요관에 채워지지 않고 회석된 1예에서 병변부위를 IVU에서는 정확히 알 수 없었으나 MRU는 수신뇨관증의 정도와 폐쇄 위치를 정확히 알 수 있었다. 그러나 MRU에서는 심한 협착이 완전 폐쇄로 과장되게 보일 수 있고, 요로내에 혈전 또는 침전물이 있는 경우 가양성으로 보일 수 있으며 (11), 또한 경미한 요로 폐쇄의 경우 해상력이 고식적 요로조영술에 비하여 떨어지는 단점이 있다.

결론적으로 자기공명 요로조영술은 수신뇨관증이 있는 환자에서 병변 위치와 원인질환 진단에 매우 유용한 방법으로 신부전이 있거나 조영제에 과민반응이 있어 조영제를 사용할 수 없는 환자와 방사선에 위험이 높은 소아나 임신부에서 고식적 요로조영술을 대신해서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Cronan JJ. Contemporary concepts in imaging urinary tract obstruction. *Radiol Clin North Am* 1991; 29: 527-542
2. Webb JAW. Ultrasonography in the diagnosis of renal obstruction. sensitive but not very specific. *Br Med J* 1990; 301: 944-946
3. Rothpearl A, Frager D, Subramanian A, et al. MR urography: technique and application. *Radiology* 1995; 194: 125-130
4. Morimoto K, Shimoi M, Shirakawa T, et al. Biliary obstruction: evaluation with three dimensional MR cholangiography. *Radiology* 1992; 183: 578-580
5. Hall-Craggs MA, Allen CM, Owens CM, et al. MR cholangiography: clinical evaluation in 40 cases. *Radiology* 1993; 189: 423-427
6. Ishizaki Y, Wakayama T, Okada Y, Kobayashi T. Magnetic resonance cholangiography for evaluation of obstructive jaundice. *Am J Gastroenterol* 1993; 88: 2072-2077
7. Takehara Y, Ichijo K, Tooyama N, et al. Breath-hold MR cholangiopancreatography with a long-echo-train fast spin-echo sequence and a surface coil in chronic pancreatitis. *Radiology* 1994; 192: 73-78
8. Outerwater EK, Gordon JA. Imaging the pancreatic and biliary ducts with MR. *Radiology* 1994; 192: 19-21

9. Soto JA, Barish MA, Yucel EK et al. Pancreatic duct:MR cholangiopancreatography with a long-echo train fast spin echo sequence and a surface coil in chronic pancreatitis. *Radiology* 1994;192:73-78
10. 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
11. Wallner BK, Schumacker KA, Weidenmaier W, Friedrich JM. Dilated biliary tract:evaluation with MR cholangiography with a T2-weighted CE-FAST sequence. *Radiology* 1991;181:805-808
12. Guibaud L, Bret PM, Reinhold C, Atri M, Barkun ANG. Diagnosis of choledocholithiasis: value of MR cholangiography. *AJR* 1994;163:847-850
13. Roy C, Saussine C, Jahn C, et al. Fast imaging MR assessment of ureterohydronephrosis during pregnancy. *Magn Res Imaging* 1995;13:767-77

J Korean Radiol Soc 1997;37:483-488

## Usefulness of MR Urography in the Diagnosis of Hydroureteronephrosis<sup>1</sup>

Jung Hyun Joo, M.D., Yong Yeon Jeong, M.D., Heoung Keun Kang, M.D.  
Chang Il Kim, M.D., Sung Nam Chu, M.D., Yun Hyeon Kim, M.D.  
Jeong Jin Seo, M.D., Jin Gyoong Park, M.D., Bong Ryoul Oh, M.D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Medical School

<sup>2</sup>Department of Urology, Chonnam University Medical School

**Purpose:**To evaluate the clinical usefulness of the MR urography (MRU) in the diagnosis of hydroureteronephrosis.

**Materials and Methods:**Twenty-five patients with hydronephrosis (26 cases) underwent MR urography, using a 1.5 T MR scanner (Signa Horizon, GE Medical Systems, Milwaukee, U.S.A). The causes of hydronephrosis included benign ureteral stricture (12), ureteral stones (8) and malignant strictures (6), and were confirmed by operation, biopsy, conventional urography or clinical follow up. For MRU, a fat suppressed, respiratory-triggered, heavily T2-weighted fast spin echo (FSE) pulse sequence was used, and the 3-dimensional MR images were subsequently processed by a maximum-intensity-projection algorithm. We evaluated the success rate of MRU and its accuracy in determining the level and cause of obstruction, and compared the degree of hydroureteronephrosis seen on MRU with that seen on conventional urography.

**Results:**In all cases, a urogram was successfully obtained. In determining the degree of hydroureteronephrosis and the level of obstruction (in the upper ureter in 11 cases, in the mid-ureter in four, and in the lower ureter in 11), MRU findings matched those of conventional urography. In 24/26 cases (92%), MRU accurately determined the cause of urinary tract obstruction; the two exceptions were in cases involving ureteral stones.

**Conclusion:**MRU is a promising, noninvasive diagnostic method for evaluating hydroureteronephrosis, especially in children, pregnant women and patients with an allergic reaction to iodinated contrast material.

**Index Words:** Magnetic resonanace (MR), technology  
Ureter, stenosis or obstruction  
Hydronephrosis

Address reprint requests to: Jung Hyun Joo, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Chonnam University Medical School,  
# 8 Hakdong, Dongku, Kwangju, 501-757, Korea. Tel. 82-62-220-5751-3 Fax. 82-62-226-4380