신장질환의 자기공명영상

(MR Imaging of the Renal Diseases)

서울의대 김 승 협

신장질환에서의 자기공명영상 (MRI) 의 이용은 신체 다른 부위에서와 비교해서 비교적 제한적인 것이 사실이다. 그 가장 큰 원인은 신장은 호흡에 따른 움직임이 비교적 큰 장기이기 때문에 이에 의한 화질의 손상이 크기 때문이다. 신장질환에서 MRI 의 이용이 제한적인 다른 한가지 까닭은 전산화단층촬영 (CT) 이나 초음파검사 (US) 등의 기존의 영상법이 이미 대부분의 신장질환을 진단하는데 상당한 기여를 해왔기 때문이었다. 그러나 경정맥요로조영술 (IVU) 이나 CT 에서 사용하는 많은 양의 수용성 조영제는 기왕에 신장기능이 나빠져 있는 환자에서는 큰 부담이 될 수 있고 US 의 소견은 비교적 비특이적이기 때문에 이런 경우에는 MRI 가 가장 적절한 검사법이 될 수 있다. 최근에는 영상시간을 짧게 할 수 있는 다양한 MRI 기법들이 개발되어 호흡에 의한 화질 손상을 감소시킬 수 있게 되었고 신기능에 거의 영향을 주지않는 가돌리늄 (gadopentetate dimeglumine) 조영제 주사 후 역동적 검사 (dynamic study) 가 가능해져 신장의 MRI 의 이용이 기대된다. 한편 최근에는 강한 T2 강조의 fast imaging 을 이용하여 MR urography 를 시행할 수 있어서 IVU를 시행하기 어렵거나 IVU에서의 소견이 명확하지 않을 때 유요한 대체 검사법으로 이용된다. 그러나 일반적으로 아직은 신장질환에서의 MRI 는 US 나 CT 의 보조적 수단으로 선택적으로 사용되고 있다.

신장질환은 크게 신종괴 (renal mass) 를 중심으로 하는 외과적신장질환 (surgical renal disease) 과 신실질질환 (renal parenchymal disease) 을 중심으로 하는 내과적신장질환 (medical renal disease) 및 신혈관질환 (renal vascular disease) 로 나누어 생각해 볼 수 있다.

A. 정상신장의 MRI 소견

MRI 를 이용한 신장의 영상에서는 조영제의 사용없이도 T_1 강조영상에서 신피질 (cortex) 과 신수질 (medulla) 의 구별이 가능하다는 점이 가장 큰 특징이며

장점이다. 신수질은 신피질에 비하여 수분을 많이 포함하기 때문에 T_1 강조영상에서 낮은 신호강도를 가져 신피질과 구별되어 보인다고 생각된다. 신피질-수질 구별 (corticomedullary differentiation) 은 자장의 세기나 환자의 수분공급 (hydration) 상태에 따라 다르다. 일반적으로 낮은 세기의 자장의 장치로 얻은 영상의 경우가 높은 자장에서 얻은 영상에 비하여 신피질-수질 구별이 뚜렷하며 탈수상태의 경우가 충분한 수분공급이 된 경우보다 신피질-수질 구별이 뚜렷하다고 알려져 있다.

MRI 용 조영제인 가돌리늄 (gadopentetate dimeglumine) 은 CT 나 IVU 에 사용되는 요오드의 수용성 조영제와는 달리 신기능이 저하된 환자에서도 비교적 안전하게 사용할 수 있다. 따라서 신기능이 저하된 환자에서도 조영증강 후 역동적검사를 포함한 MRI 를 시행하면 신장의 형태 및 기능적인 정보를 동시에 얻을 수 있다.

B. 신종괴의 자기공명영상

MRI 가 등장하기 이전에 신종괴의 영상진단법으로 IVU, US, CT 등이 이용되어 왔으며 이들 방법으로 단순신낭종 (simple cyst) 으로부터 신세포암 (renal cell carcinoma) 에 이르는 다양한 신종괴를 비교적 정확히 구별하여 진단해 왔다. 따라서 이부분에서 MRI 의 역할은 크게 기대되지는 않았다.

낭성신질환 (cystic renal disease) 의 영상진단에서 가장 큰 문제점으로 남아 있는 것은 US 나 CT 에서 애매한 영상소견을 보여서 양성과 악성의 구별이 어려울 때에 있다. MRI 는 CT 나 US 에 비하여 대조해상도 (contrast resolution) 가 높아서 낭종의 내용물에 따라 신호 강도의 차이가 커서 내부에 출혈이 되었거나 높은 농도의 단백질을 함유하는 경우에는 T_1 강조영상에서 높은 신호강도를 나타낸다. 전형적인 단순낭종은 둥근 모양, 부드러운 외연, 매우 얇은 벽, 그리고 T_1 강조영상에서의 낮은 신호강도 및 T_2 강조영상에서의 높은 신호강도 등의 소견으로 쉽게 진단이 된다. 일반적으로 낭종내에 출혈이 있는 경우 T_1 강조영상에서 높은 신호강도를 보이나 출혈 후 시간 경과에 따라 당양한 신호강도를 보일 수 있다. 상염색체우성다낭신질환 (autosomal dominant polycystic kidney disease) 에 있어서 US 나 CT 에서도 출혈이나 감염등의 합병증이 생긴 낭종을 어느 정도 구별할 수 있으나 T_1 강조 MRI 영상에서 높은 신호강도를 보이는 것으로 보다 민감하게 구별할 수 있다.

신세포암은 대부분 US 에 발견되고 CT 로 병기결정을 한다. MRI에 대부분의 신세포암이 비균질의 신호강도를 보여서 특이한 소견은 없다. 신세포암의 병기결정에 있어서 신정맥이나 하대정맥의 침범이 의심되는 경우 gradient echo 법의

MRI 는 혈전유무 및 그 범위에 관한 명확한 정보를 제공할 수 있다. 관상면 (coronal) 이나 시상면 (sagittal) 의 영상을 자유롭게 얻을 수 있는 점은 커다란 종괴의 기원 (origin) 이 의심스러울 때 도움이 될 수 있다. US 나 CT 에 양성과 악성의 구별이 불분명한 낭성 종괴에서 조영증조영증강 후 신속스캔 (fast scan) 과 함께 지방억제법 (fat suppression technique) 을 이용한 MRI 는 낭성 종괴의 벽이나 내부의 조영증강 결절이나 격벽을 찾는데 우수하여 낭성 신세포암의 진단에 유용하다. 그러나 신세포암의 진단과 병기결정에는 아직 US 와 CT 가 기본적인 검사법이고 MRI 는 특수한 경우에 보조적인 역할을 할 수 있다고 생각한다.

C. 내과적 신장질환의 MRI 소견

내과적 신장질환 또는 신실질질환을 가진 환자에서는 신기능의 저하로 영상진단법의 사용에 제한이 많다. IVU 나 CT 와 같이 다량의 수용성 조영제를 사용해야 하는 경우에는 이미 저하되어 있는 신장기능을 더욱 악화시킬 가능성이 높기 때문이다. 이런 경우에 수용성 조영제를 사용하지 않는 US가 보편적으로 이용되고 있지만 그 소견이 비특이적 (nonspecific) 이고 주관적이기 때문에 역시 제한적이다. 도플러초음파검사법이 보편화 되면서 신장의 혈류역학에 관한 정보의 제공이 가능해 졌기는하나 이 또한 비특이적이고 주관적인 면은 마찬가지이다. MRI 는 높은 연부조직대조도로 인하여 내과적 신장질환에서 과거 다른 영상진단법으로는 표출하지 못했던 신실질 (renal parenchyma) 내의 여러가지 변화를 보여 줄 가능성이 있기 때문에 그 기대가 컸다.

MRI 는 높은 연부조직대조도로 인해서 조영제의 사용없이도 스핀에코 T_1 강조영상에서 정상신장의 신피질과 수질의 구별이 된다는 점 때문에 내과적 신질환에서 이용가치가 기대되어 왔다. 한편 T_2 강조영상에서는 신피질 및 신수질의 신호강도가 모두 증가하며 신피질-수질간의 구별은 되지 않는 것이 정상이다. 그러나 T_2 강조가 강한 영상에서는 수질의 신호강도가 피질의 신호강도보다 강하게 구별되어 보이기도 한다. T_1 강조영상에서 신피질과 신수질간의 구별이 되지 않는 경우 이는 내과적 신장질환이 있음을 나타내는 비교적 민감한 소견으로 인정되고 있다. 초음파검사에서 신피질의 에코의 변화나 신피질-수질간의 구별 유무로 특수한 진단을 내릴 수 없는 것과 마찬가지로 T_1 강조영상에서의 신피질-수질간의 구별 유무는 매우 비특이적인 소견이다. 그러나 특수한 몇몇 내과적 신질환에 있어서는 비교적 특이한 자기공명영상 소견을 보임이 알려져 있다.

신증후성출혈열 (hemorrhagic fever with renal syndrome, HFRS) 은 한국형출혈열 (Korean hemorrhagic fever) 라고도 하며 Hanta virus 에 의한 감염성질환으로 임상적으로 발열, 내장출혈과 다양한 정도의 신부전을 동반하여 발열기, 저혈압기, 핍뇨기, 이뇨기, 회복기의 비교적 명확한 다섯 단계의 병기가 있다. 대부분의 HFRS 환자에서 T_2 강조영상에서 신수질부위 특히 외부신수질 (outer medulla) 부위에 낮은 신호강도의 병변이 보이며 이 소견은 T_1 강조영상에서도 보이기는 하나 정상 T_1 강조영상에서도 신수질부위의 신호강도가 낮기 때문에 정상에 비하여 눈에 띄게 달라보이지는 않는다. T_2 강조영상에서 정상에서는 신수질 및 신피질 모두가 높은 신호강도로 서로 구별되어 보이지 않는데 HFRS 에서의 신수질의 낮은 신호강도는 정상과는 매우 다른 특이한 소견이라고 생각된다. 이 소견은 고자장영상에서 보다 뚜렷이 보이는 소견이고 외부신수질 부위의 출혈과 울혈 때문이라고 생각되며 아마도 intracellular methemoglobin 이나 deoxyhemoglobin 의 paramagnetic effect 때문으로 추측된다. HFRS 의 원인 virus 는 Hanta virus 이며 이에는 Hantaan virus 와 Seoul virus 의 두가지 종류가 있다. Hantaan virus 에 의한 HFRS 의 경우에는 거의 예외없이 T_2 강조영상에 신수질의 낮은 신호강도 병변이 보이는데 반하여 Seoul virus 에 의한 경우에는 대부분 이와같은 소견을 보이지 않는다. 이는 Seoul virus 에 의한 HFRS 에서 신수질의 출혈이나 울혈의 소견이 비교적 약하기 때문이라고 생각된다. T_2 강조영상에서의 신수질의 낮은 신호강도 병변의 심한 정도는 임상소견의 심한 정도와 대체로 일치하며 예후를 반영하는 지표로 이용될 수 있을 것이라고 생각된다.

발작성야간혈색소뇨증 (paroxysmal nocturnal hemoglobinuria, PNH) 는 보체매개 (complement-mediated) 에 의한 용혈에 대한 민감도가 증가된 질환으로 사구체에서 여과된 헤모글로빈이 재흡수 되면서 헤모시데린 (hemosiderin) 의 형태로 신피질의 근위곡세뇨관 (proximal convoluted tubule) 의 상피세포에 침착되는 질환이다. MRI에서는 T_1 및 T_2 강조영상 모두에서 신피질의 신호강도가 매우 낮은 것이 특징이다. 장기간 기능이 좋지 않은 인공심장판막에 의하여 혈관내용혈이 된 경우에도 동일한 자기공명영상 소견을 보인다. 겸상혈구신증 (sickle cell nephropathy) 이나 hereditary spherocytosis, thalassemia 등에 의한 용혈성빈혈에서는 주로 혈관 밖에서 용혈이 일어나므로 비장에 헤모시데린 침착이 일어나지만 정도가 심하거나 급격히 용혈이 일어나는 경우에는 혈관내용혈로 같은 MRI 소견을 보일 수 있다. PNH 에 정맥혈전이 동반되는 경우가 흔하므로 MRI 로 이의 여부를 함께 평가해야한다. PNH 가 의심될 때는 IVP 나 CT 는 시행하지 말아야 하는데 수용성 조영제에 의하여 신기능의 저하가 초래될 수 있고 complement activation 에 의하여 hemolytic crisis 가 유발될 수 있기 때문이다. Hemochromaosis 에서 간과 췌장에 헤모시데린이 침착되고 다량의 수혈에 의한 hemosiderosis 에서 골수,

간, 비장에 헤모시데린이 침착하나 이들의 경우에 신장에는 헤모시데린의 침착은 없다.

횡문근융해 (rhabdomyolysis) 에 의한 미오글로빈뇨성급성신부전증 (myoglobinuric ARF) 은 모든 급성신부전증의 5-8% 를 차지하며 그 원인으로는 외상, 허혈성근육손상, 열성근육손상, 약물이나 독소, 격심한 근육운동 등이 있으며 급성신부전증의 병리생리학적 기전은 미오글로빈에 의한 직접성 신독성 (nephrotoxicity), 신혈류의 변화, 미오글로빈, 단백 또는 요산결정의 침착에 의한 세뇨관의 폐색 등으로 이해되고 있다. 이경우 자기공명영상 소견은 구상신팽창 (globular renal swelling) 과 함께 T_1 강조영상에서 신피질-수질간의 구별이 비교적 유지되어 있는 것이 그 특징이지만 이와 같은 소견의 기전은 확실치 않다.

급성신피질괴사 (acute renal cortical necrosis) 는 임신이나 임신중절에 연관된 합병증으로 다량의 출혈 후에 발생하는 급성신부전으로 피질괴가의 정도는 다양하고 이에 따라 예후도 다르다. MRI 상 초기에는 신장이 커지고 신피질 부위가 T1- 및 T2 강조영상에 높은 신호강도의 병변으로 보이다가 회복기에는 신장이 작아지면서 낮은 신호강도의 병변으로 바뀐다. 초기의 MRI 소견은 출혈성괴사에 의한 것으로 생각되고 후기소견은 섬유화 및 석회화에 의한 소견으로 추측된다.

D. 혈관성 신장질환의 MRI 소견

Spin-echo 법에서는 조영제 사용없이도 혈류에 의한 신호손실 (signal void) 로 혈관을 구별할 수 있고 gradient-echo 법에서는 혈관이 강한 신호강도의 구조물로 보인다. 따라서 MRI 는 혈류의 변화가 생긴 신동맥색전 (renal artery embolism) 이나 신정맥혈전 (renal vein thrombosis) 등의 진단에 유용하다. MRI 의 다른 장점은 CT 나 US 에 비하여 혈류장애에 따른 신실질의 변화를 평가하기에 유리하다는 것이다. 신동맥색전의 경우는 일반적으로 T_1, T_2 강조영상 모두에서 낮은 신호강도의 벼여변으로 보이나 출혈이 동반된 hemorrhagic infarction에서는 T_1 및 T_2 강조영상 모두에서 높은 신호강도를 보인다. 신정맥혈전의 경우 혈류변화에 비교적 민감한 외수질 부위에 울혈 및 출혈에 의한 것으로 생각되는 낮은 신호강도의 병변이 T_2 강조영상에 보일 수 있다. 이외에도 동정맥기형등의 혈관질환도 MRI 에 신호손실을 보이는 혈관성 병변으로 진단이 가능하다.

<참고 문헌>

1. Hricak H, Williams RD, Moon KL, et al. Nuclear magnetic resonance imaging of the kidney : renal masses. Radiology 1983;147:765-772

2. Leung AWL, Bydder GM, Steiner RE, Bryant DJ, Young IR. Magnetic resonance imaging of the kidneys. AJR 1984;143:1215-1227

3. Marotti M, Hricak H, Fritzsche P, et al. Complex and simple renal cysts : comparative evaluation with MR imaging. Radiology 1987;162:679-684

4. Fein AB, Lee JKT, Balfe DM, et al. Diagnosis and staging of renal cell carcinoma : a comparison of MR imaging and CT. AJR 1987;148:749-753

5. Eilenberg SS, Lee JKT, Brown JJ, Mirowitz SA, Tartar VM. Renal masses : evaluation with gradient-echo Gd-DTPA- enhanced dynamic MR imaging. Radiology 1990;176:333-338

6. Rofsky NM, Weinreb JC, Bosniak MA, Libes RB, Birnbaum BA. Renal lesion characterization with gadolinium-enhanced MR imaging : efficacy and safety in patients with renal insufficiency. Radiology 1991;180:85-89

7. Choyke PL, Pollack HM. The role of MRI in diseases of the kidney. Radiol Clin North Am 1988;26:617-631

8. Newhouse JH. Clinical use of urinary tract magnetic resonance imaging. Radiol Clin North Am 1991;29:455-474

9. Marotti M, Hricak H, Terrier F, McAninch JW, Thuroff JW. MR in renal disease : importance of cortico-medullary distinction. Mag Res Med 1987;5:160-172

10. Kim SH, Kim S, Lee JS, et al. Hemorrhagic fever with renal syndrome : MR imaging of the kidney. Radiology 1990;175:823-825

11. Kim SH, Han MC, Kim S, Lee JS. Acute renal failure secondary to rhabdomyolysis : MR imaging of the kidney. Acta Radiologica 1992;33:573-576

12. Ishikawa I, Saito Y, Shinoda A, Onouchi Z. Evidence for patchy renal vasoconstriction in men : observation by CT scan. Nephron 1981;27:31-34

13. Kim SH, Han MC, Han JS, Kim S, Lee JS. Exercise- induced acute renal failure and patchy renal vasoconstriction : CT and MR findings. JCAT 1991;15:985-988

14. Lupetin AR. Magnetic resonance appearance of the kidneys in paroxysmal nocturnal hemoglobinuria. Urol Radiol 1986;8:101-103

15. Kim SH, Han MC, Lee JS, Kim S. Paroxysmal nocturnal hemoglobinuria :

case report of MR imaging and CT findings. Acta Radiologica 1991;32:315-316
16. Lande IM, Glazer GM, Sarnaik S, Aisen A, Rucknagel D, Martel W. Sickle-cell nephropathy : MR imaging. Radiology 1986;158:379-384
17. Kim SH, Han MC, Kim S, Lee JS. MR imaging of acute renal cortical necrosis : a case report. Acta Radiologica 1992;33:431-433
18. Kim SH, Park JH, Han JK, Han MC, Kim S, Lee JS. Infarction of the kidney : role of contrast enhanced MRI. JCAT 1992;16:924-928
18. Roubidoux MA. MR imaging of hemorrhage and iron deposition in the kidney. RadioGraphics 1994;14:1033-1044
19. Kim YS, Lee JS, Ahn C, Han JS, Kim S, Kim SH, Lee HS. Magnetic resonance imaging of the kidney in hemorrhagic fever with renal syndrome: its histopathologic correlation. Nephron 1997;76:477-480
20. Roubidoux MA. MR of the kidneys, liver, and spleen in paroxysmal nocturnal hemoglobinu ria. Abd Imaging 1994;19:168-173
21. Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, Nishiharu T, Sumi S, Takahashi M. The value of MR urography that uses HASTE sequences to reveal urinary tract disorders. AJR 1996;167:1497-1502
22. Semelka RC, Hricak H, Stevens S, Finegold R, Tomei E, Carroll PR. Combined gadolinium-enhanced and fat-saturation MR imaging of renal masses. Radiology 1991;178:803-809