

## 슬관절 반월판 손상의 자기공명영상

서울대학교 의과대학 방사선과학교실

박길선·강흥식·한문희·한만청·김주완·성상철\*

— Abstract —

### MR Imaging in Meniscus Injury of Knee Joint

Kil Sun Park, M.D., Heung Sik Kang, M.D., Moon Hee Han, M.D.,  
Man Chung Han, M.D., Chu-Wan Kim, M.D., Sang Cheol Seong, M.D.\*

Department of Radiology, College of Medicine, Seoul National University

Magnetic Resonance Imaging (MRI) and arthroscopic findings of thirty two patients with clinically suspected meniscal tears were correlated to evaluate the diagnostic accuracy of MRI in meniscal injury. We grouped MRI findings as normal (Group 1), suspicious tear (Group 2), definite tear (Group 3) based on the morphologic appearance of intrameniscal signal and its relationship to the articular surface. In group 1, thirty eight of 41 menisci were found at arthroscopy to be normal. Five of 7 menisci in group 2 and all menisci of group 3 were found at arthroscopy to be torn. If group 2 and 3 are considered consistent with meniscal tears, sensitivity, specificity and accuracy of MRI are 91.3 %, 92.5 % and 92.2 % respectively.

This results indicate that MRI is capable of demonstrating meniscal tears with high degree of accuracy. We believe MRI is the imaging technique of choice in evaluating meniscal injuries.

**Index Words:** Knee, injuries  
Knee, MR

### I. 서론

슬관절 반월판의 손상은 슬관절의 동통과 운동장애를 일으키는 가장 흔한 원인이라는 점에서 임상적으로 중요하다. 자기공명영상(이하 MRI로 약함)은 대조도가 우수하고 다평면상(Multiplanar imaging)이 가능하

며 surface coil의 발달로 작은 구조물의 병변까지도 정확히 나타낼 수 있어 슬관절 반월판 손상의 진단에 그 우수성이 인정되고 있으며 종전에 사용되어오던 관절경검사(arthroscopy)와 관절조영술(arthrography)은 감소하는 추세이다. 저자들은 슬관절손상환자에서 MRI에 의한 진단의 정확도를 평가하기 위해 MRI 소견과 관절경검사 소견을 비교분석하였다.

### II. 대상 및 방법

#### 1. 대상

1988년 3월부터 1989년 3월까지 서울대학교병원에

\* 서울대학교 의과대학 정형외과학교실  
\* Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Seoul National University  
\* 이 논문은 1989년도 서울대학교병원 임상연구비 보조로 이루어졌음.  
이 논문은 1989년 9월 11일 접수하여 1989년 10월 6일에 채택되었음

서 임상적으로 슬관절 반월판 손상이 의심되었던 환자 중 MRI와 관절경검사를 모두 시행하여 두가지 검사 소견의 비교분석이 가능했던 32명의 64반월판을 대상으로 하였다. 대상환자의 연령분포는 8세에서 48세였고 이 중 22명은 남자였다. 모든 환자에서 정도의 차이는 있지만 외상의 병력이 있었으며 외상일과 MRI 시행일 사이의 기간은 1개월에서 10년까지 다양했다. MRI 시행일과 관절경검사 사이의 기간은 대부분 30일 이내이었다.

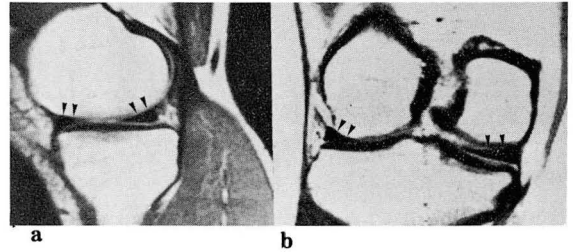
## 2. 방법

MRI는 서울대학교병원의 2.0T 초전도영상장치(Goldstar, Spectro-20000)를 사용하였다. 환자는 앙와위 자세에서 힘을 가하지 않은 자연스러운 상태로(8-10도 외전) 슬관절 뒤에 surface coil을 놓고 시행하였다. 전례에서 관상면(coronal plane)과 시상면(sagittal plane) 영상을 얻었으며 시상면 영상은 반복시간(repetition time, TR) 1500 msec, 에코시간(echo delay time, TE) 40 msec의 spin-echo 방법으로 얻었고 관상면 영상은 Gradient echo 방법으로 TR 800 msec, TE 12 msec, Flip angle 20도로 얻었다. 모든 image의 aquisition matrix는 256×256, FOV는 200 mm였으며 4 mm 두께로 간격없이 시행하였다.

위와 같은 방법으로 영상을 얻는데 소요되는 시간은 spin echo 방법으로 TR 1500 msec에서 6.5분, Gradient echo 방법으로 TR 800 msec에서 6.2분이었다.

MRI 소견에서 반월판의 모양, 반월판 내의 신호강도의 정도, 모양과 관절면(articular surface)과의 관계, 위치 등을 관찰하여 다음과 같이 3 group으로 분류하였다. Group 1(정상군)(Fig. 1)은 반월판 내에 신호강도가 없거나 원형 또는 무정형의 신호강도를 보이거나 반월판 내에 국한된 예이고, group 2(열상이 의심되는 군)(Fig. 2)는 선상 또는 불규칙한 모양의 신호강도가 관절면까지 이어지거나 강도가 약해서 확실치 않은 예이며, group 3(열상군)는 반월판 모양의 변형이 있거나(Fig. 3) 선상 또는 불규칙한 모양의 고신호강도가 관절면까지 이어진 예이다(Fig. 4).

이상의 MRI 소견과 arthroscopy 소견에서의 열상 유무와 위치를 비교하였다.

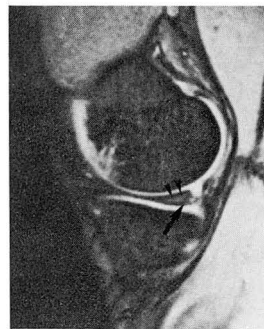


**Fig. 1.** a. Normal knee in sagittal plane through anterior and posterior horns of medial meniscus (SE TR/TE 600/30).

Anterior and posterior horns of medial meniscus are identified as homogeneous black triangular structure (arrowheads).

b. Normal knee in coronal plane through posterior horn of both menisci (SE TR/TE 600/30).

Posterior horns of both menisci are identified as homogeneous black triangular structures (arrowheads).



**Fig. 2.** Sagittal image of inferior partial tear (GE TR 800/TE 12/Flip angle 20) Subtle small high signal intensity is identified in posterior horn of medial meniscus which extends into the inferior articular surface on two adjacent scans (arrow). Note central high signal intensity (arrowheads) that may represent myxoid degeneration which is first stage in aging process of meniscus.

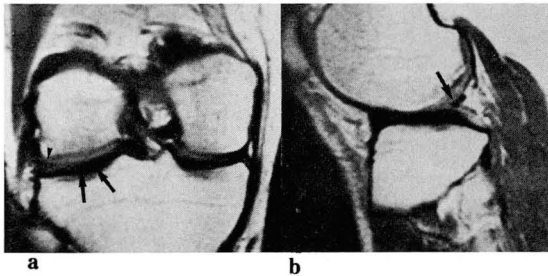
## Ⅲ. 결 과

Group 1의 41 반월판 중에서 38예에서 관절경검사상 열상이 없었고, group 2의 7예 중 5예와 group 3의 16예 전부에서 열상이 확인되었다(Table 1).

Group 2와 Group 3를 MRI 소견의 열상으로 볼 때 민감도는 91.3 %, 특이도는 92.5 %, 정확도는 92.2 % 이었다. 내측반월판의 경우 group 1으로 나온 20예 중 19예에서 열상이 없었고 group 2의 1예와 group 3의 11예 모두 열상이 확인되어 민감도, 특이도, 정확도가 95 %, 100 %, 96.9 % 이었고 외측 반월판은 group 1의 21예 중 19예에서 열상이 없었고 group 2의 6예 중 4예와 group 3의 5예 전부에서 열상이 확인되어 민감도, 특이도, 정확도가 90.5 %, 81.8 %, 87.5 %

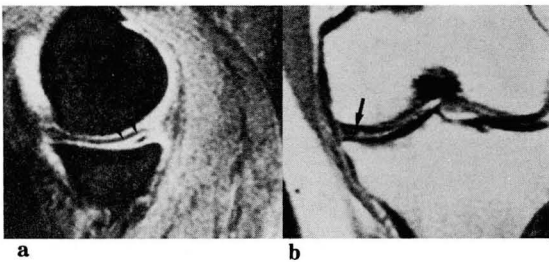
**Table 1.** Retrospective Correlation of MR Group and Arthroscopic Findings

MR Meniscal Group	Medial Menisci (Total=32)		Lateral Menisci (Total=32)	
	No. Evaluated	No. of Arthroscopic tears	No. Evaluated	No. of Arthroscopic tears
1	20	1	21	2
2	1	1	6	4
3	11	11	5	5



**Fig. 3.** Bucket-handle tear which shows distortion of meniscus

a. Coronal image shows centrally displaced handle (arrows) and peripheral bucket (arrowhead).  
b. Sagittal image through anterior and posterior horns of the lateral meniscus shows marked blunting of posterior horn peripheral fragment (bucket) (arrow).



**Fig. 4.** Horizontal tear.

Sagittal (a) and coronal (b) images show linear oblique high signal intensity (arrowheads and arrow) which were present on four adjacent images indicating definite tear.

이었다. Group 1중 열상이 있었던 3예는 내측반월판 후각의 부분열상과 외측반월판 체부의 횡행열상, 후각의 bucket-handle 열상이었다. Group 2중 관절경 검사상 열상이 없었던 2예는 MRI 소견상 외측 반월판 전각의 수평열상(horizontal tear)과 후각의 종행열상(longitudinal vertical tear)이었다. 열상의 위치는 전각, 체부, 후각으로 나누어 비교하였는데 관절경 검사

에서의 위치와 일치하였다.

#### IV. 고 찰

슬관절 반월판 손상의 진단에 유용한 방법으로 이용되어오고 있는 관절조영술은 반월판 열상 진단 성적은 우수하나 관절강내의 병변만 볼 수 있으며 조영제주입 시 환자에게 고통을 주며 드물지만 활막염이나 과민반응이 나타날 수 있다<sup>1)</sup>. 관절경검사는 반월판을 직접 보는 진단방법으로 수술까지 시행할 수 있는 장점이 있으나 후각병변의 파악과 반월판 표면까지 포함되지 않은 열상의 진단이 어려우며 입원과 전신마취를 요하는 어려움이 있다<sup>2)</sup>.

최근 MRI가 개발된 후 슬관절 반월판의 병변을 파악함에 있어 MRI의 유용성을 Kean 등<sup>3)</sup>이 처음 보고하였고 Reicher 등<sup>4,5,6)</sup>이 처음 반월판의 해부학적 구조와 열상의 MRI 소견에 대해 자세히 기술하였다. 반월판의 열상이나 변성은 T1 및 proton 강조영상에서 고신호강도로 보이는데 반월판내의 고분자가 열상이나 변성에 의하여 노출되어 물분자를 흡수하기 때문에 설명하고 있으며, Lotysch<sup>7)</sup>, Reicher<sup>6)</sup> 등은 반월판 열상 진단의 가양성(false-positive)을 줄이기 위해 반월판내의 신호강도에 따라 grading system을 제시했고 Stoller 등<sup>8)</sup>은 이 system과 병리학적 소견을 비교하였다. 이들의 grading system은 반월판내의 신호강도의 모양과 관절면과의 관련에 기초를 두고 있는데 Cruess<sup>9)</sup> 등은 신호강도의 정도보다 관절면과의 연관이 더 중요함을 강조하고 있다. 즉 관절면과 연결이 없는 반월판 내의 고신호강도는 오래동안 물리적 자극을 받아 mucopolysaccharide ground substance가 증가한 myxoid degeneration에 의한 것이고 이는 열상이 생길 가능성이 높다고 보고하고 있다.

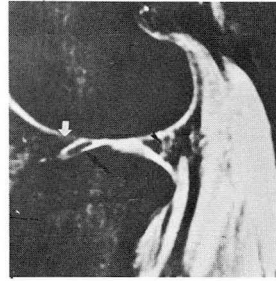
이러한 grading system을 바탕으로 저자들은 열상

유무에 중점을 두어 정상군과 열상군으로 나누고 myxoid degeneration과 열상과의 구별이 어려울 때를 열상이 의심되는 군에 포함시켰는데 관절경검사를 기준으로하고 열상이 의심되는 그룹을 열상이 있는 것으로 분류하였을 때 민감도, 특이도, 정확도가 각각 91.3%, 92.5%, 92.2%로 MRI가 높은 진단율을 보이는 것을 확인하였다.

관절경검사를 기준으로 했을 때 MRI의 민감도가 75-100%까지 보고되고 있다<sup>9,10,11</sup>). 관절경검사의 반월판 열상진단의 정확도는 39-95%로 다양한데 시술자의 기술에 따른 차이로 설명하고 있다<sup>12-15</sup>). 관절경검사의 가음성으로 7예의 내측반월판 후각의 열상을 보고한 예<sup>13</sup>)가 있는데 대퇴골과(femoral condyle)에 막혀 후각이 잘 안보이기 때문으로 설명하고 있다. 관절경검사의 기술이 발달하여 그 정확도가 매우 높아지고 있고 MRI 소견을 알고 관절경검사자가 더욱 면밀히 조사하면 두 검사소견의 일치할 가능성이 더욱 높아진다<sup>9</sup>). 또한 MRI 소견상 열상이 확실할 때 그 위치가 standard anterior approach로 어려울 때 다른 접근을 시도하고 있고 MRI 소견이 정상이면 진단목적의 관절경검사는 하지 않는 추세다<sup>9</sup>).

저자들은 MRI 검사상 열상이 없다고한 3예에서는 관절경검사상 열상을 경험했는데 2예는 크기가 작은 열상이었고 1예는 bucket-handle 열상이었다. 크기가 작은 열상의 경우 반월판의 변형이나 확실한 고신호강도를 보이지 않고 partial volume effect에 의해 반월판 가장자리에 미묘한 둔감(blunting)만을 보여 판독시 주의를 요한다. bucket-handle 열상은 종단열상(longitudinal vertical tear)이 있고 안쪽 반월판 조각이 과간절혼(intercondylar notch) 쪽으로 이동한 것으로 젊은 운동선수에서 급성외상후 생기는 전형적 형태다. 때로 안쪽 조각이 작아 바깥쪽 조각이 절단된 삼각형 모양으로 보이거나 약간 크기만 작아 보이는 미묘한 변화만을 보이는 수가 있어 진단에 어려울 때가 있다. 이때 반대측 반월판과의 크기 비교가 도움이 된다.

슬와전초(popliteal tendon sheath)와 슬관절 횡단 인대(transverse meniscal ligament)(Fig. 5)는 meniscus의 열상으로 오인되기 쉽다. 슬와전초는 외측 측부 연인대(collateral ligament) 바로 아래 대퇴골외과의 구(groove)에서 시작하여 뒤아래로 돌아 경골 뒤에서 근육과 연결되는데 외측반월판 후각과의 사이에 슬와



**Fig. 5.** Transverse meniscal ligament and popliteal tendon sheath simulating meniscal tear. Sagittal image through anterior and posterior horn of lateral meniscus shows two oblique high signal intensity line in anterior and posterior horn. The linear high signal intensity in anterior horn separate transverse meniscal ligament (white arrow) from rhomboid central attachment (arrow) of anterior horn of lateral meniscus. The linear high signal intensity in posterior horn (arrowhead) indicate popliteal tendon sheath.

전초에 의해서 구분된다. 이 슬와전초가 경사진 선상 고신호강도 또는 중간신호강도를 보여 열상으로 오인되기 쉽고 슬관절 횡단 인대는 외측반월판 앞위쪽에서 Hofa fat pad와 전방 십자 인대 사이를 지나 내측반월판 앞위쪽에 연결되는데 외측반월판 전각이 경골에 붙는 부위 즉 rhomboid central attachment와의 사이가 경사진 선상 고신호강도로 보여 열상으로 잘못 판단될 수 있다.

저자들은 MRI가 슬관절 반월판 열상에 높은 진단의 정확도를 보여 우수한 진단방법임을 확인했고 크기가 작은 열상에서 보이는 미묘한 변화나 열상으로 오인하기 쉬운 슬와전초나 슬관절 횡단 인대에 대해 주의를 하면 더 좋은 성적이 기대되며, 반월판 손상의 심케하는 슬관절 및 그 주위 병변의 진단도 가능해 MRI가 수술전 반월판 손상의 진단에 우선적으로 시행해야 할 검사로 생각한다.

## V. 요약

임상적으로 슬관절 반월판 열상이 의심된 환자중 MRI와 관절경검사를 모두 시행한 32명의 64반월판을 비교분석하였다. MRI에 의한 소견을 정상 group 1, 열상이 의심되는 group 2, 열상이 확실한 group 3로 나누어 비교하였으며 group 1의 41예중 38예에서 열상이 없었고 group 2의 7예중 5예와 group 3의 16예 전부에서 열상이 확인되었다. group 1에서 열상이 있었던 3예는 내측반월판 후각의 부분열상과 외측반월판 체부의 횡행열상과 후각의 bucket-handle 열상 등이었다. group 2와 3을 열상으로 볼 때 관절경검사와

의 민감도, 특이도와 정확도가 각각 91.3 %, 92.5 %, 92.2 %로 높은 진단율을 보여 MRI가 반월판 열상 진단에 우수한 방법임을 알수 있었다.

## REFERENCES

- Freiberger RH. *Introducing arthrography*. In: Freiberger RH, Kaye JJ, eds. *Arthrography*. New York:Appleton-Century-Crofts, 2, 1979
- Ghelman B. *Meniscal tears of the knee:evaluation by high resolution CT combined with arthrography*. *Radiology* 157:23-27, 1985
- Kean DM, Worthington BS, Preston BJ, et al. *NMR imaging of the knee:example of normal anatomy and pathology*. *Br J Radiol* 56:355-364, 1983
- Reicher MA, Rauschning W, Gold RH, et al. *High resolution magnetic resonance imaging of the knee joint:normal anatomy*. *AJR* 145:895-902, 1985
- Reicher MA, Bassett IW, Gold RH. *High-resolution magnetic resonance imaging of the knee joint:pathologic correlations*. *AJR* 145:903-909, 1985
- Reicher MA, Hartzman S, Duckwiler GR, et al. *Meniscal injuries:detection using MR imaging*. *Radiology* 159:753-757, 1986
- Lotysch M, Mink J, Crues JV, et al. *Magnetic resonan imaging in the detection of meniscal injuries*. *Magn Res Imaging* 4:94, 1986
- Stoller DW, Martin C, Crues JV, et al. *MR imaging-pathologic correlation of meniscal tears*. *Radiology* 163:731-735, 1987
- Cruces JV, Mink J, Levy TL, et al. *Meniscal tears of the knee:accuracy of magnetic resonance imaging*. *Radiology* 164:445-448, 1987
- Mandelbaum BR, Finerman GM, Reicher MA, et al. *Magnet resonance imaging as a tool for evaluation of traumatic knee injuries:anatomical and pathoanatomical correlations*. *Am J Sports Med* 11:111-115, 1986
- Reicher MA, Hartzman S, Bassett LW. *MR imaging of the knee joint. Part II: traumatic disorders*. *Radiology* 162:547-551, 1987
- Levinsohn EM, Baker BE. *Prearthrotomy diagnostic evaluation of the knee:review of 100 cases diagnosed by arthrography and arthroscopy*. *AJR* 134:107-111, 1980
- Ireland J, Trickey EL, Stoker DJ. *Arthroscopy and arthrography of the knee:a critical review*. *J Bone Joint Surg* 62B:3-6, 1980
- Thijn CJP. *Accuracy of double-contrast arthrography and arthrscopy of the knee joint*. *Skeletal Radiol* 8:187-192, 1982
- Selesnick FM, Nopble HB, Bachman DC, et al. *Internal derangement of the knee:diagnosis by arthrography, arthroscopy, and arthrotomy*. *Clin Orthop Rel Res* 198:26-30, 1985