

## 슬내장에서 관절경 소견과의 비교에 의한 자기공명영상의 임상적 의의

서울대학교 의과대학 정형외과학교실, 방사선과학교실\*

김희중 · 성상철 · 강홍식\* · 이지호 · 김용민 · 안중모\* · 이창섭

= Abstract =

### Clinical Value of Magnetic Resonance Imaging Compared with Arthroscopic findings in Internal Derangement of the Knee

Hee Joong Kim, M.D., Sang Cheol Seong, M.D., Heung Sik Kang, M.D.\*, Ji Ho Lee, M.D.,  
Yong Min Kim, M.D., Joong Mo Ahn, M.D.\* and Chang Seop Lee, M.D.

Departments of Orthopedic Surgery and Radiology\*, College of Medicine, Seoul National University

Magnetic Resonance Imaging(MRI) is a recently developed diagnostic tool that provides multiplanar, high quality images of the body structures, and is increasingly used in evaluation of various musculoskeletal disorders.

From May 1988 to July 1991, preoperative MRI and arthroscopy were performed in 84 cases of internal derangement of the knee, and their results were analysed to determine the diagnostic accuracy and clinical application of MRI. There were 66 meniscus tears and 17 cruciate ligament injuries by arthroscopic diagnosis. MRI showed high diagnostic value compared with arthroscopic findings. The accuracy, sensitivity and specificity of MRI were 94.0%, 94.4% and 93.8% for the medial meniscus, 94.0%, 90.0% and 96.3% for the lateral meniscus, 92.9%, 86.7% and 94.2% for the anterior cruciate ligament, 98.8%, 100% and 98.8% for the posterior cruciate ligament.

In spite of its expensiveness, the MRI was safe, non-invasive and highly sensitive diagnostic modality. In internal derangement of the knee, when the pathologic lesion cannot be accurately diagnosed with history and physical examination, MRI can be an excellent diagnostic modality, and it is also helpful for optimal surgical planning of the clinically suspected knee injuries.

**Key Words:** Knee, MRI, Meniscal injury, Ligament injury.

## 서 론

자기공명영상(Magnetic Resonance Image, 이하 MRI)이 정형외과 영역에서 널리 이용되고 있으며, 슬내장의 진단에도 그 가치를 인정받고 있다. 슬내장의 진단에 병력이나 이학적 소견이 중요한 것은 사실이나<sup>23, 28)</sup>, 이것만으로는 불충분한 경우가 많아, 슬내장의 수술적 접근 이전에 그 원인 병변과 정도를 파악하는데 도움을 줄 수 있는 진단 방법이 필요하며, 이에

여러 방법이 이용되어 왔다.

그들 중 슬관절 조영술은 70년대 이후 조영 기술과 판독 기술의 급격한 향상으로 높은 진단적 가치를 인정받고 있지만,<sup>7, 9, 14, 16, 25)</sup> 침습적인 방법으로 환자에게 불편감 및 부작용을 초래하고, 방사선의 피해가 있으며, 숙련된 기술이 필요한 난점이 있고 객관성이 결여되기 쉽다는 문제가 있다. 또한 관절외 연부조직 평가에 제한이 있다.

근년에는 고해상력 전산화 단층촬영(HRCT)이 단독으로 또는 관절 조영술과 병행으로 시도되기도 하였다.<sup>13, 19)</sup>

슬관절경술(arthroscopy)은 매우 높은 임상

\*\*\*본 논문은 1991년 대한정형외과학회 추계학술대회에서 구연되었음.

가치가 있으나, 수술적 위험이 따르고 진단율이 시행자의 숙련도에 의존된다는 단점이 있어 진단만의 목적으로는 사용상 난점이 있다.

MRI는 이러한 단점을 극복하고 매우 높은 진단 정확도를 보이고 있어, 슬내장의 진단과 병리 파악에 널리 이용되고 있다.

이에 저자들은 슬내장의 원인중 중요한 위치를 차지하고 있는 반월상 연골 파열과 십자 인대 손상의 진단에 MRI가 기여하는 정도를 슬관절경(knee arthroscopy) 소견과 비교, 평가하였다.

## 연구대상 및 방법

1988년 5월부터 1991년 7월까지, 서울대학교 병원 정형외과에 내원한 환자중 임상적으로 슬내장이 의심되어, 슬전 MRI를 시행한 84례에 대하여 슬관절경 소견과 비교분석하였다.

84례중 남자가 53례, 여자가 31례였고, 연령 분포는 16세에서 66세로 평균 28.7세였으며, 우측 슬관절이 43례, 좌측 슬관절이 41례였다. MRI 시행후 슬관절경술 시행까지의 경과 기간은 1일에서 11개월까지로 평균 67.4일이었고, 이 기간동안 모든 예에서 슬관절의 외상력은 없었다.

저자들이 이용한 MRI는 서울대학병원 방사선과에 설치된 2.0 Tesla Supertec-20000과 0.5 Tesla Supertec-5000(Goldstar, Korea)이었다. 환자를 양와위로 눕히고 슬관절을 신전시키고 8-15도 외전시킨 상태를 취하게 하였고, 슬관절 surface coil을 이용하였다. surface coil은 reception only, open type이고 직경은 14.5mm이었다. 약 40분에 걸쳐, spin echo technique으로 TR/TE 800/30, 2000/40, 2000/85 sagittal image와 800/30 coronal image를 모두 4mm 두께, 1mm 간격으로 각각 14-15 cut를 얻었다. ma-

trix 크기는 360×180이고, pixel 크기는 0.7×0.7mm이었다.

MRI 판독은 방사선과 전문의인 저자중 1인이 담당하였고, 모든 예의 MRI를 본 연구를 위해 수술 소견을 모르는 상태에서 재판독을 하였다.

반월상 연골의 MRI 소견은 Lotysch등이 보고한 것을 기준으로 3등급으로 나누었고(Table 1)<sup>8)</sup>, 파열의 기준은 Lotysch분류 Grade 3와 비정상적인 연골 모양으로 하였다. Grade 1과 Grade 2는 파열로 판정하지 않았다. 십자 인대 파열은 Fischer등이 제시한 것을 참고하였다(Table 2)<sup>10)</sup>.

슬관절경 검사도 슬관절경술에 익숙한 저자중 1인이 모든 예에서 전신 마취 혹은 척추 마취하에서 시행한 것이다. 본 연구에서는 슬관절경술시 기록한 수술 기록지와 필요한 경우 video tape에 의거하였다.

슬관절경술시 반월상 연골은 슬관절의 굴곡, 신전 또는 탐침에 의해 파열을 발견하여 진단하였고, 파열의 위치와 유형에 따라 분류하였다. 십자 인대는 완전 파열(complete tear)과 불완전 파열(incomplete tear)로 분류하였는데, 완전 파열은 연골이 완전히 없어진 경우로 하였고, 불완전 파열은 연골이 일부분 남아 있거나, 슬관절을 해당 십자 인대가 최대한 긴장되는 위치에 있게 하여 탐침에 의해 느슨함을 확인한 경우로 하였다.

100%에 가까운 슬관절경술의 진단 정확도가 보고되고 있어, 슬관절경술 소견을 기준으로 MRI에 대한 진단 정확도(accuracy), 민감도(sensitivity), 특이도(specificity)등을 구하고(Table 6,7), Fisher's exact test에 의해 분석하였다(alpha level of  $P < 0.05$ ).

## 결 과

**Table 1.** Grading System for Intrameniscal Signals(Lotysch et al., 1986)

Grade 1	Irregularly margined intrameniscal signal, not abut or communicate with an articular margin
Grade 2	Primarily linear signal, not abut or communicate with an articular margin
Grade 3	Linear(3A) or globular(3B) signal, abut or communicate with an articular margin

**Table 2.** Diagnostic criteria of ACL & PCL Tear(Fischer et al., 1991)

1. The normal signal of the ligament was discontinuous or absent..
2. The ligament was poorly visualized because the intensity of the signal was variable and non-homogeneous.
3. The ligament was identified but it did not proceed from and to its normal anatomical attachments.

슬관절경 검사상, 저자들이 대상으로 하였던 84례(knees)중 64례에서 반월상 연골이나 십자 인대에 병변이 있었는데, 내측 반월상 연골 파열은 36례, 외측 반월상 연골파열은 30례, 전십자 인대 파열은 15례, 그리고 후십자 인대 파열은 2례에서 관찰되었다. 반월상 연골이나 십자 인대 파열이 있었던 64례중 17례(27%)에서 서로 복합되어 파열되었는데, 이들중 내측 반월상 연골과 전십자 인대의 복합파열이 제일 많았다(Table 3). 전십자 인대 파열은 15례중 13례에서 반월상 연골 파열이 동반되었고 후십자 인대 파열 2례는 모두 단독 손상이었다.

반월상 연골 파열의 부위별로는 내측 반월상 연골은 후각부(posterior horn) 파열이, 외측 반월상 연골은 후각부 파열과 체부(body) 파열이 많았고, 유형별로는 bucket-handle형 파열과 종파열(longitudinal tear)이 많았다(Table 4). 복합형 파열(complex tear)은 2개 유형 이상의 파열이 함께 있거나 반월상 연골의 일부 또는 전부가 소실된 경우로, 내측 반월상 연골에서 11례, 외측 반월상 연골에서 3례가 관찰되었다. 원판형 반월상 연골(discoid meniscus)은

16례로 모두 외측 반월상 연골에서 관찰되었고, 이중 14례에서 파열이 있었는데 모두 단독 손상이었다.

15례의 전십자 인대 파열중 3례는 완전 파열, 나머지 12례는 불완전 파열이었고, 후십자 인대 파열 2례는 모두 불완전 파열이었다. 슬관절경 검사에서 반월상 연골이나 십자 인대 파열이 없었던 예는 20례였고, 활액막 추벽 증후군(synovial plica syndrom), 슬개골 연골 연화증(chondromalacia patellae), 박리성 골연골염(osteochondritis dissecans), 정상등이었다.

MRI상 정상 또는 Lotysch분류 Grade 1인 95개의 반월상 연골중 4개의 파열이 증명되어, 정상 또는 Grade 1과 파열사이에는 4.2%의 연관율(correlation rate)이 있었고, Grade 2는 7개의 반월상 연골중 1개의 반월상 연골만이 슬관절경술상 파열로 판명되어 Grade 2와 파열사이에는 14.3%의 연관율을 나타냈다(Table 5). Grade 3는 66개의 반월상 연골중 61개의 파열이 증명되어 92.4%의 연관율을 보였다. MRI상 Grade 2중 파열이 없는 6개의 반월상 연골은 슬관절경술상 활액막 추벽 증후군 3개, 슬개골 연골 연화증 1개와 정상소견 2개로 나타났다(Table 6).

내측 반월상 연골에서 MRI상 파열로 판정한 37례중 파열(true positive)이 34례, 정상(fake positive)이 3례에서 증명되었고, 파열이 아니라고 판정한 47례중 파열이 2례, 정상(true negative)이 45례에서 있었다. 따라서 MRI의 내측 반월상연골 파열에 대한 민감도, 특이도, 진단 정확도는 각각 94.4%, 93.8%, 94.0%이었고,

Table 3. Combined injuries n=84

Site of Injuries	No. of Cases
MM+LM	4
MM+ACL	8
LM+ACL	2
MM+LM+ACL	3
Total	17(27%)

Table 4. Locations and Types of Meniscus Injury on Arthroscopy

	Medial Meniscus						Lat. Meniscus						Total
	A	B	P	A+B	B+P	W	A	B	P	A+B	B+P	W	
Longitudinal	0	0	5	1	1	0	0	0	4	1	2	0	14
Transverse	0	0	3	0	0	0	1	3	4	0	0	0	11
Oblique	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Horizontal	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
Inferior	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Periph. detachment	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Bucket-Handle	0	1	3	0	3	2	0	1	2	0	3	1	16
Partial	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Complex	0	0	7	0	2	2	0	0	0	1	1	1	14
Total	1	1	23	1	6	4	1	6	11	2	8	2	66

A: Anterior horn, B: Body, P: Posterior horn, W: A+B+P

**Table 5.** Correlation between MRI Findings & Meniscus Tears

Grade	Correlation(%)
Grade 1 or no signal	4.2
Grade 2	14.3
Grade 3	92.4

**Table 6.** Arthroscopic Findings of Grade 2 lesions

Findings	No. of knees
Synovial plica syndrome	3
Chondromalacia patella	1
Normal finding	2
Medial meniscus tear	1
Total	7

Negative Predictive Value(이하 NPV)와 Positive Predictive Value(이하 PPV)는 95.7%와 91.9%였다. 외측 반월상 연골에서는 MRI상 파열로 판정한 29례중 파열이 27례, 정상이 2례이었고, MRI상 파열이 아니라고 판정한 55례중 파열이 3례, 정상이 52례이었으므로 민감도 90.0%, 특이도 96.3%, 진단정확도 94.0%이었고 NPV와 PPV는 각각 94.5%와 93.1%로 나타났다.

전십자 인대는 MRI상 파열로 판정한 17례중 파열이 13례, 정상이 4례에서 증명되었고, MRI상 파열이 아니라고 판정한 67례중 파열이 2례, 정상이 65례에서 증명되어, 민감도 86.7%, 특이도 94.2%, 진단 정확도 92.9%이었고 NPV와 PPV는 각각 97.0%와 76.5%였다. 후십자 인대의 경우에는 MRI상 파열로 판정한 3례중 파열이 2례, 정상이 1례였고, 파열이 아니라고 판정한 81례에서는 모두 정상이었으므로 민감도 100%, 특이도 98.8%, 진단 정확도 98.8%, NPV 100%, PPV 66.7%이었다(Table 7, 8).

반월상 연골 파열의 위음성예는, 2례의 내측 반월상 연골과 3례의 외측 반월상 연골에서 있었고, 이들은 모두 후각부에 파열이 있는 경우이었다. 또한 위양성을 보인예는 각각 3례, 2례였고, 내측 반월상 연골에서는 전각부, 체부와 후각부, 후각부의 3례였고, 이들은 각각 만성 활액막염, 변연부의 퇴행성 변화, 정상 소견으로 나왔고, 외측 반월상 연골에서는 체부와 후각부, 후각부의 2례로 추벽 증후군과 진구성 파열이 의심되는 예였다. 1년 6개월전 반월상

**Table 7.** Overall Result of MRI Findings Compared with Arthroscopy

Result	No. of knees			
	MM	LM	ACL	PCL
Ture positive	34	27	13	2
False positive	3	2	4	1
True negative	45	52	65	81
False negative	2	3	2	0

MM:Medial meniscus, LM:Lateral meniscus

**Table 8.** Diagnostic Values of MRI

Value	Percentage(%)			
	MM	LM	ACL	PCL
Sensitivity	94.4	90.0	86.7	100
Specificity	93.8	96.3	94.2	98.8
Accuracy	94.0	94.0	92.9	98.8
NPV	95.7	94.5	97.0	100
PPV	91.9	93.1	76.5	66.7

NPV=Negative predictive value PPV-Positive predicaiiv walue

MM:Medial meniscus, LM:Lateral meniscus

ACL:Anterior cruciate Ligament

PCL:Posterior cruciate Ligament

연골 부분 적출술후 새로운 파열이 의심된 1례는 MRI상 파열이 없었고 슬관절경술로 증명되었다.

십자 인대 파열의 위음성의 예는 전십자 인대에서 정상으로 판독한 2례가 진구성부분 파열과 진구성 완전 파열로 판명되었고, 후십자 인대에서는 위음성이 없었다. 또한 십자 인대 파열의 위양성 예는, 파열로 판독한 전십자 인대 4례중 정상 3례와 슬관절 내측 유착 1례였고, 후십자 인대 1례는 정상이었다.

## 증례 예시

### 증례 1:남자, 19세

4년전 외상후부터 시작된 좌 슬관절 동통을 주소로 내원하였다. 이학적 검사에서 내측 관절간격을 따라 압통이 있었고 내측 McMurray 검사가 양성으로 나왔다. MRI와 슬관절경술 소견이 모두 내측 반월상 연골의 bucket-handle형 파열이었고 슬관절경술로 내측 반월상 연골의 부분 적출술을 시행하였다(Fig. 1).

### 증례 2:여자, 34세

**Fig. 1.** MRI(left) & arthroscopy(right) show bucket-handle tear. Medial meniscus, left knee.

**Fig. 2.** MRI(left) & arthroscopy(right) show horizontal tear. Medial meniscus, left knee.

6년전부터 시작된 좌측 슬관절 동통을 주소로 내원하였다. 병력상 외상은 없었고 locking이 있었다. 이학적 검사에서 관절액 증가 소견이 있었고 내측 McMurray검사가 양성이었다. MRI상 내측 반월상 연골의 체부에서 후각부에 이르는 수평파열(horizontal tear)과 체부의 판상파열의 소견을 보였으며, 슬관절경술에서 이를 확인하고 내측 반월상 연골의 부분 적출술을 시행하였다(Fig. 2).

#### 증례 3:남자, 28세

4년전 외상후 시작된 우슬관절의 불안정성과 동통을 주소로 내원하였다. 이학적 검사상 Lachmann검사가 양성이었고 대퇴사두근 위축이 심하였다. MRI상 내측 반월상 연골의 buc-

ket-handle형 파열과 전십자 인대의 만성적 부분 파열을 보였다. 슬관절경술로 이를 확인하고 내측 반월상 연골부분 적출술과 전십자 인대 trimming을 시행하였다(Fig. 3).

#### 증례 4:남자, 27세

1년전 외상후 시작된 우슬관절의 불안정성을 주소로 내원하였다. 이학적 검사상 후방전위가 의심되었다. MRI상 후십자 인대의 만성 부분 파열의 소견이 있었다. 슬관절경술상에서는 이를 확인할 수 없었고, 슬관절 내측에 유착이 있어 유착 제거술만을 시행하였다(Fig. 4).

## 고 찰

**Fig. 3.** MRI(left) & arthroscopy(right) shows chronic ACL tear. Right knee.

**Fig. 4.** MRI(left) shows chronic PCL tear. Right knee. But arthroscopy shows no tear.

MRI는 1980년에 처음으로 임상에 이용되었고<sup>30)</sup>, 85년 이후 단기간 동안에 정형외과 영역의 진단에도 혁명적인 변화를 일으켰다. 종양, 척추와 추간판의 병변, 대퇴골두 무혈성괴사, 골수 질환 그리고 반월상 연골과 인대 손상 등에 널리 이용되고 있다<sup>11,29)</sup>. 슬관절에서도 surface coil의 이용과 고해상도 기술의 발달로 작은 관절구조물의 구분이 용이해졌고, 이로 인해 최근 MRI가 슬관절 조영술과 진단적 슬관절경술을 대체하기 시작하였다<sup>4,6)</sup>.

MRI의 음영강도는 proton density와 두 relaxation time, 즉 T-1(longitudinal)과 T-2(transverse), 그리고 proton flow에 의해 생성된다. 지방조직과 골수의 고음영은 짧은 T-1과 긴 T-2에 의하며, 피질골과 공기의 저음영은 proton density가 작기 때문이다. T1-weighted image(이하 T1-WI)에서 지방조직, 골수 등이 고음영으로, 피질골, 인대, 섬유성 연골 등은 저음영으로 나타난다. 근육은 중간 음영이고 신경은 근육보다 약간 낮은 음영으로 나타난다. 초자성 연골은 근육보다 약간 고음영을 보인다. T2-weighted image(이하 T2-WI)상엔 지방조직과 골수의 고음영이 줄어들고 관절액 등은 음영이 증가된다<sup>4,6,11)</sup>. 자장의 크기가 클수록(1.0 Tesla 이상) 공간 해상도가 우수하고 촬영 시간이 짧아지며, 촬영 시간의 단축은 MRI의 단점인 피검자의 움직임으로 영상이 흐려지는 것을 줄일 수 있어 중요한 의미가 있다<sup>4)</sup>.

슬관절 검사에서는 T1-WI, T2-WI 그리고 proton density image가 모두 이용되고, 각각 시

상면상(sagittal view)과 관상면상(coronal view)으로 그리고 축상면상(axial view)로 나타난다<sup>6)</sup>. T1-WI는 대부분의 반월상 연골 파열 진단에 적당하고, T2-WI는 관절액 증가시에 관절 조영술 효과가 있으며 반월상 연골의 작은 손상의 진단에 민감하고 측부 인대 손상의 진단에도 유용하다<sup>6,12)</sup>. 시상면상은 반월상 연골, 전·후십자 인대, 슬개건 및 슬개하 지방조직, 사두고근건 그리고 반막양건을 관찰할 수 있다. 관상면상으로는 반월상 연골과 십자 인대를 관찰할 수 있으나 시상면상에서 그 평가가 더 용이하며, 원판형 반월상 연골의 평가는 상기 두 상모두에서 평가하는 것이 더 유용하다. 축상면상으로는 슬개골 및 그 관절 연골, 대퇴-슬개관절, 근위 경비골 관절(proximal tibio-fibular joint) 그리고 슬와 신경·혈관다발등의 후방 연부조직에 대해서 평가할 수 있다<sup>12,24,29)</sup>.

MRI는 비용이 비싸고 촬영 시간이 길고 환자의 움직임으로 영상이 흐려진다는 단점이 있지만, 다른 진단방법과 비교해 여러 장점을 가지고 있다. 우선 비침습적이고 환자에게 불편감을 적게 준다. 이론적으로는 열효과(heating effect)와 자장의 급변(rapid switching of magnetic field)에 의한 피해 등이 가능하지만<sup>30)</sup>, 관절 조영술이나 CT에서 문제되는 방사선 노출이 없고 기타 다른 부작용이 적다. 또한 MRI는 관절조영술에서 요구되는 고도의 기술이 필요치 않아 숙련된 시술자가 없이도 쉽게 시행할 수 있다. 연부조직의 구분이 뚜렷하고 다평면상을 얻을 수 있으며 골조직에 의한 영상 방해(beam-hardening artifact)가 없는 것은 관절 질환 진단에 CT보다 우월한 점이다<sup>6,24)</sup>. 슬관절의 내부뿐만 아니라 외부의 병변에 대한 진단이 가능한 것도 또하나의 장점이라 할 수 있다.<sup>6,17,21,24,29)</sup>

MRI의 진단 정확도에 대해 여러 보고가 있다. 1983년 Kean등이 처음으로 반월상 연골의 평가에 MRI의 유용성을 보고하였으며<sup>15)</sup>, Reicher등은 solenoid surface coil을 이용해 처음으로 슬관절의 정상 해부학적 소견을 보고하였고, 이어 MRI가 반월상 연골 파열, 전십자 인대 손상과 기타 다른 슬내장의 진단에 유용함을 묘사하였다<sup>22,23,24)</sup>. Burk등은 surface coil의 유용성을 강조하였으며 3가지 방법을 소개하였고<sup>6)</sup>, Lotysch등과 Reicher등은 반월상 연골의 Grading system을 제시해 많은 위양성을 줄이고자 하였다<sup>8,23)</sup>. 이후 슬내장에서 MRI의 유용

성에 대한 여러 논란이 있어 왔다. Fischer등은 1014례를 분석해 MRI의 진단 정확도를 내·외측 반월상 연골에서 각각 89%와 88%, 전·후십자 인대에서 각각 93%와 99%를 보고하였고<sup>10)</sup>, Polly등은 selective MRI기법(20도 외전 상태에서 15분간 T1-WI sagittal section)을 이용해 반월상 연골과 십자 인대에서 각각 95% 이상의 높은 진단 정확도를 보고하였다<sup>20)</sup>. Raunest등은 진단 정확도를 내·외측 반월상 연골 파열에서 비교적 낮은 각각 72%를 보고하였고 퇴행성 변화에 대해서는, 67%, 슬후재손상에 대해서는 비교적 높은 82%를 보고하였다<sup>21)</sup>. Silva등은 반월상 연골 파열의 진단에 45%만의 진단 정확도를 보고하였다<sup>27)</sup>. 국내에서는 ‘이’등이 51례를 분석해 내·외측 반월상 연골에서 진단 정확도를 96%와 86%로 높게 보고하였고<sup>1)</sup>, ‘김’등은 MRI가 병력과 이학적 검사보다 우월하지 않아 MRI를 선택적으로만 사용해야 한다고 보고하였다<sup>2)</sup>. 저자들의 결과에서도 MRI가 진단의 정확도가 높고 병변의 위치와 정도 그리고 동반 손상까지도 알 수 있는 등 진단적 가치가 큰 것을 시사하였다. 즉 술전에 시행하는 MRI는 단순한 진단에 그치지 않고 슬내장의 병리와 그 위치를 알 수 있게 하여, 슬관절경술에서 간과되는 것을 방지해 줄 수 있다. 특히 슬관절경술에서 발견하기 힘든 내측 반월상 연골 후각부 파열, 변연부 파열 또는 표면으로 확대되지 않은 반월상 연골 파열과 이학적 검사가 불가능한 급성 슬관절 손상의 진단에 유용한 것으로 판단되었다.

저자들은 반월상 연골과 십자 인대에서 각각 5례씩의 MRI상의 위양성 예를 관찰하였다. 이들은 슬관절경상 내측 반월상 연골의 전각부, 체부와 후각부, 후각부 그리고 외측 반월상 연골 체부와 후각부, 후각부에 각각 1례씩 있었다. 위양성은 실제로 파열이 없는 것을 MRI상 파열로 판독되는 경우와 실제로 파열이 있는 것을 슬관절경술시 발견하지 못하는 경우에 나타날 수 있다<sup>17)</sup>. 저자들은 전방 십자 인대에서 비교적 많은 4례의 위양성을 관찰하였는데, 이는 MRI상 전십자 인대를 볼 수 없는 경우는 모두 파열로 판독한 것도 하나의 이유가 되리라 사료된다. 반월상 연골에서 관찰한 5례의 위음성은 모두 후각부에 있었다. 이들의 결과는 MRI의 위음성, 위양성 부위가 현저히 후각부라는 여러 저자들의 보고에 부합되는 소견이라 할 수 있다.<sup>8,20,23,27)</sup>

Negative predictive value(NPV)는 손상이 없다고 판독한것중 실제로 손상이 없는 비율로, 진단 기법의 유용성 여부 판정시 중요시 되는 수치이며, MRI는 슬내장 진단에 있어 90% 이상인 것으로 보고되고 있다<sup>4)</sup>. 저자들의 연구에서도 95%이상으로 높게 나타났다(Table 8). PPV는 손상이 있다고 판독한 것중 실제로 손상이 있는 비율로 저자들의 결과에서는 십자인대에서 낮게 나타났다. 전십자 인대에서는 위양성이 많은 결과이고 후십자 인대에서는 파열의 예가 적어 의미가 적다.

반월상 연골의 MRI소견 Grade 2는, Stoller등이 병리 조직상 퇴행성 변화소견으로 Grade 3의 진단계라 하였고, 파열의 위험이 높다고 하였다<sup>8)</sup>. Grade 2의 파열과의 연관성을 Crue등이 11%를 보고하는등<sup>8)</sup> 여러 저자들에 의해 11-17%로 보고되고 있다<sup>8,10)</sup>. 본 연구에서도 14.3%만이 파열이 있는 것으로 나타났다(Table 5). 그러므로 MRI상 Grade 2 소견은 병력과 이학적 소견상 파열이 강력히 의심될 경우에만 수술적 접근을 해야 한다고 생각된다.

원판형 반월상 연골은 중간 부위 폭의 감소가 없거나 적고 전체적으로 두터운 것으로, 중간 부위에서 폭이 12mm이상이거나 5mm두께의 시상면 3개이상에서 나타날때 진단을 내릴 수 있고<sup>4,17)</sup>, 관상면상에서 잘 관찰할 수 있다. 저자들이 관찰한 16례의 경우는 모두 외측 반월상 연골에 있었고 이들 중 14례의 파열이 있으며 모두 단독 손상이었다. 이러한 결과로 볼때 작은 외상에 쉽게 손상됨을 알 수 있었고 외측 반월상 연골에 압도적으로 많다는 것을 확인할 수 있었다.

저자들이 관찰한 14례의 복합형 반월상 연골 파열은 3례에서 전십자 인대 파열을 동반하였고 14례중 11례가 내측 반월상 연골에 위치하고 있어, 내측 반월상 연골이 외측에 비해 심한 손상을 받는 경우가 많다고 생각된다.

MRI에서 반월상 연골은 내부 signal 없이 균일하게 검게 나타난다. 반월상 연골이 퇴행성 변화를 일으키면 파열의 경우와 같이 내부 signal의 증가를 나타내게 된다. 이 두 경우의 감별을 위해 Reicher등과 Lotysch등은 MRI소견의 분류를 시도하였다<sup>8,23)</sup>. 저자들은 Lotysch등의 분류에 기초해 판독하였는데(Table 1) 이는 여러 저자들에 의해 널리 이용되고 있고 간편하기 때문이다. 반월상 연골 파열의 기준은 (1) Lotysch분류 Grade 3와 (2) 비정상적 반월

상 연골 모양으로 하였다. 비정상적인 반월상 연골 모양은 일부가 분리된 경우나 bucket-handle형 파열의 경우에 나타난다. MRI상 뾰족한 내측 끝이 무디게 나타나거나 연골 일부가 다른 부위에서 발견되거나 비정상적으로 크기가 작게 나타난다.

저자들은 1년 6개월전 반월상 연골 부분 적출술을 받고, 슬내장이 의심된 1례를 경험하였다. 반월상 연골 수술후의 잔여 부위에 새로이 생긴 파열의 MRI진단은 다른 기준을 적용해야 한다<sup>17)</sup>. Mink등은 표면으로 연결되는 넓은 부위의 내부 음영 증가 소견이나 약간의 무딘 표면은 정상적인 소견이며, 심하게 불규칙한 모양이나 확실한 선상 음영 증가가 관찰될시는 재파열을 강력히 의심할 수 있다고 하였다<sup>17)</sup>. 이에 대한 연구는 더욱 진행되리라 생각된다.

전십자 인대는 슬관절을 신전과 10-15도 정도의 외전시 시상면에서 잘 관찰되고<sup>4,31)</sup>, MRI상 저음영의 연속적인 띠모양으로 나타나거나 2 또는 3개의 섬유 다발로 나타나고, 대퇴골 과간와 외측에서 시작해 경골극 전방으로 향한다<sup>17,31)</sup>. 급성 손상에서는 연속성이 완전히 소실되거나 사행성 주행 또는 앞쪽으로 오목한 모양을 나타낸다. 때로는 손상 부위에 혈종을 나타내는 소견을 보이기도 한다. 만성 손상에서는 ACL음영이 없거나 잔재가 경골면에서 발견된다.<sup>4,10,17,31)</sup> 후십자 인대는 ACL보다 적은 비율로 파열되며 경골 부착 부위에서 흔히 파열된다. MRI상 ACL보다 더 저음영이고 두꺼운 모양으로 나타나고, 뒤쪽으로 볼록하며 대퇴골 과간와의 내후방에서 경골 과간후면으로 주행한다. 파열 소견은 연결이 소실되거나 증가된 음영, 불규칙한 모양등이다.<sup>4,10,17,24,31)</sup>(Table 2). 본 저자들의 연구에서 이러한 십자인대 음영은 반월상 연골보다도 높은 진단 정확도를 보여주고는 있지만, 위양성의 예가 많아 새로운 진단기준의 정립이 필요하다고 생각된다. 저자들의 연구에서 후십자 인대의 경우는 파열의 예가 적어 통계적 의미가 적다고 본다.

슬관절경 검사는 매우 높은 진단 정확도를 보이고 있으며<sup>9,14,16)</sup>, 비교적 간편하고 위험이 적지만 수술적 조작이 필요하고 이로인한 감염, 혈관절증, 마취의 위험등의 합병증이 생길 수 있어, 단순한 슬내장의 진단만의 목적으로는 사용상 난점이 있다<sup>14,26)</sup>. 그러나 MRI는 비침습적인 방법으로 슬내장의 진단과 치료 계획의 수립에 매우 유용한 방법이라고 사료된다.

그러므로 슬관절경술과 MRI는 상호 보완적이라 할 수 있다. Wolff등이 Magnetization transfer contrast(MTC)를 이용하여 슬관절내 구조물간의 음영차를 증가시키는 연구 결과를 발표하였고<sup>32)</sup>, 일본의 Niitsu등은 Cine MRI로 좋은 결과를 보고하는등<sup>18)</sup> 최근 MRI를 이용한 새로운 시도가 보고되고 있어 앞으로 더욱 유용한 진단방법이 되리라 생각된다.

## 요약 및 결론

술전 MRI와 슬관절경을 시행한 84례를 분석한 결과, 진단 정확도, 민감도, 특이도는

1. 내측 반월상 연골에서 각각 94.0%, 94.4%, 93.8%를 얻었고, 외측 반월상 연골에서 각각 94.0%, 90.0%, 96.3%를 얻었다.
2. 전십자 인대 파열에서는 각각 92.9%, 86.7%, 94.2%이었고, 후십자 인대에서는 파열의 예가 적어 의미는 적지만 각각 98.8%, 100%, 98.8%이었다.

이상의 결과와 같이 MRI는 슬내장 환자의 진단에 있어서 높은 정확도를 보여주고 있으며, 슬내장의 병리와 그 위치를 합병증 없이 알려주며, 술전 적절한 수술계획을 수립하는데 결정적인 도움을 줄 수 있어 이학적 검사만으로는 불분명한 슬내장의 진단에는, 비침습적이고 환자에게 불편감을 적게주고 다평면상을 숙련된 시술자 없이도 쉽게 얻을 수 있는 MRI가 타 진단방법에 우선해 매우 유용한 진단 방법의 하나로 권장할만한 것이라 하겠다.

## REFERENCES

- 1) 이한구, 성상철, 이수호, 정필현, 이계형: 슬관절 반월상 연골 손상에 대한 MRI 소견과 슬관절경 소견과의 비교·고찰. 대한정형외과학회지, 제24권 제6호, 1633-1642, 1989.
- 2) 김성재, 전창훈: 슬내장의 임상적 검사, 자기공명영상 소견 및 슬관절경 검사 소견과 비교 관찰. 대한정형외과학회지, 제26권 제2호, 538-543.
- 3) Brahme, S.K., Fox, J.M., Ferkel, R.D., Friedman, M.J., Flannigan, B.D. and Resnick, D.L.: Osteonecrosis of the Knee after Arthroscopic Surgery: Diagnosis with MRI maging. Radiology, 178: 851-853, 1991.
- 4) Brahme, S.K. and Resnick, D.L.: Magnetic

Resonance Imaging of the Knee. Orthop. Clin. N. Am., 21(3): 561-572, 1990.

- 5) Buckley, J.R., Hood, G.M. and Macrae, W.: Arthroscopy under local anesthesia. J. Bone and Joint Surg., 71-B: 126-127, 1989.
- 6) Burk, D.L., Kanak, E., Brunberg, G.F., Johnstone, G.F., Swensen, H.E. and Wolf, G.L.: 1.5-T Surface-Coil MRI of the Knee. Am. J. Roentgenol., 147: 293-300, 1986.
- 7) Crabtree, S.D., Bedford, A.F. and Edgar, M.A.: The value of arthrography and arthroscopy in association with a sports injuries clinics: a prospective and comparative study of 182 patient. Injury, 13: 220-226, 1981.
- 8) Crue III, J.V., Mink, J., Levy, T.L., Lotysch, M. and Stoller, D.W.: Meniscal Tears of the Knee: A ccuracy of MRI maging. Radiology, 164: 445-448, 1987.
- 9) Daniel, D., Daniels, E. and Aronson, D.: The Diagnosis of Meniscal Pathology. Clin. Orthop., 163: 218-224, 1982.
- 10) Fischer, S.P., Fox, J.M., Fizzo, W.D., Fridman, M.J., Snyder, S.J. and Ferkel, R. D.: J. Bone and Joint Surg., 73-A: 2-11, 1991.
- 11) Fitzgerald, R.H. and Berquist, T.H.: agnetic Resonance Imaging. J. Bone and Joint Surg., 68-A: 790-802, 1986.
- 12) Gallimore, G.W. and Harms, S.E.: Knee Injuries: High-Resolution MRI maging. Radiology, 160: 457-461, 1986.
- 13) Ghelman, B.: Meniscal tears of the knee: Evaluation by High-Resolution CT combined with Arthrography. Radiology, 157: 23-27, 1985.
- 14) Ireland, J., Trickey, E.L. and Stoker, D.J.: Arthroscopy and Arthrography of the Knee. J. Bone and Joint Surg., 62-B: 3-6, 1980.
- 15) Kan, D.M., Worthington, B.S. and Preston, B.J.: Nuclear magnetic rosonance imaging of the knee: Examples of normal anatomy and pathology. Br. J. Radiol., 56: 355-364, 1983.
- 16) Levinsohn, E.M. and Baker, B.E.: Prearthrotomy Diagnostic Evaluation of the Knee: Review of 100 Cases Diagnosed by Arthrography and Arthroscopy. Am. J. Roentgenol., 134: 107-111, 1980.

- 17) Mink, J.H. and Deutsch, A.L.: *Magnetic Resonance Imaging of the Knee*. Clin. Orthop., 244: 29-47, 1989.
- 18) Niitsu, M., Anno, I., Fukubayashi, T., Shimojo, H., Kuno, S. and Akisada, M.: *Tears of Cruciate Ligaments and Menisci: Mvaluation with Cine MR Imaging*. Radiology, 178: 859-864, 1991.
- 19) Passariello, R., Trecco, F., Paulis, F.D., Masciocchi, C., Bonanni, G. and Zobel, B. B.: *Meniscal lesions of the Knee Joint: CT diagnosis*. Radiology, 157: 29-34, 1985.
- 20) Polly, D.W., Jr., Callaghan, J.J., Sikles, R. A., McCabe, J.H., McMahan, K. and Savory, C.G.: *The Accuracy of Selective Magnetic Resonance Imaging Compared with the Findings of Arthroscopy of the Knee*. J. Bone and Joint Surg., 70-A: 192-197, 1988.
- 21) Raunest, J., Oberle, K., Loehnert, J., Hoetzinger, H.: *The Clinical Value of Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Meniscal Disorders*. J. Bone and Joint Surg., 73-A: 11-16, 1991.
- 22) Reicher, M.A., Basset, L.W. and Gold, R. H.: *High-Resolution Magnetic Resonance Imaging if the Knee Joint: Pathologic Correlations*. Am. J. Roentgenol., 145: 903-909, 1985.
- 23) Reicher, M.A., Hartzman, S., Duckwiler, G. R., Basset, L.W., Anderson, L.J. and Gold, R.H.: *Meniscal Injuries: Edtection Using MR Imaging*. Radiology, 159: 735-757, 1986.
- 24) Reicher, M.A., Rauschnig, W., Gold, R.H., Basset, L.W., Lufkin, R.B. and Jr, W.G.: *High-Resolution Magnetic Resonance Imaging of the Knee Joint: Normal Anatomy*. Am. J. Roentgenol., 145: 895-902, 1985.
- 25) Selesnick, F.H., Noble, H.B., Bachman, D.C. and Steinberg, F.L.: *Internal Derangement of the Knee: Diagnosis by Arthorgraphy, Arthroscopy and Arthrotomy*. Clin. Orthop., 198: 26-30, 1982.
- 26) Sherman, O.H., Fox, J.M., Snyder, S.J., Pizzo, W.D., Friedman, M.J. and Ferkel, R. D.: *Arthroscopy-"No Problem Surgery"*. J. Bone and Joint Surg., 68-A: 256-265, 1986.
- 27) Silva, I. and Silver, D.M.: *Tears of the Meniscus as Revealed by Magnetic Resonance Imaging*. J. Bone and Joint Surg., 70-A: 199-202, 1988.
- 28) Simonsen, O., Jensen, J., Mouritsen, P. and Lauritzen, J.: *The accuracy of clinical examination of injury of the knee joint*. Injury, 16: 96-101, 1984.
- 29) Soudry, M., Ianir, A., Angel, D., Roffman, M., Kaplan, N. and Mendes, D.G.: *Anatomy of the Normal Knee as Seen by Magnetic Resonance Imaging*. J. Bone and Joint Surg., 68-B: 117-120, 1986.
- 30) Steiner, R.E.: *Nuclear Magnetic Resonance: Its Clinical Application*. J. Bone and Joint Surg., 65-B: 533-535, 1983.
- 31) Turner, D.A., Prodromaw, C.C., Petasnick, J.P. and Clark, J.W.: *Actue Injury of the Ligaments of the Knee: Magnetic Resonance Evaluation*. Radiology, 154: 717-722, 1985.
- 32) Wolff, S.D., Chesnick, S., Frank, J.A., Lim, K.O. and Balaban, R.S.: *Magnetization Transfer Contrast: MR Imaging of the Knee*. Radiology, 179: 623-628, 1991.