

의학 석사학위 논문

슬관절의 만성 후방 십자 인대 파열의  
자기 공명 영상 소견:  
급성과 만성 병변의 비교

아주대학교 대학원

의학과

전경식

슬관절의 만성 후방 십자 인대 파열의  
자기 공명 영상 소견:  
급성과 만성 병변의 비교

지도교수 조재현

이 논문을 의학 석사학위 논문으로 제출함.

2005년 8월

아주대학교 대학원

의학과

전경식

전경식의 의학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조 재 현 인

심사위원 김 선 용 인

심사위원 민 병 현 인

아 주 대 학 교 대 학 원

2005년 6월 22일

**무릎 관절의 만성 후방 십자 인대 파열의  
자기 공명 영상 소견:  
급성과 만성 병변의 비교**

목적: 후방 십자 인대 파열은 이전에 알려졌던 것보다 그 빈도가 높고, 적절한 치료를 받지 못할 경우에 관절의 퇴행성 변화를 일으키는 원인이 된다는 사실이 보고되고 있다. 그러나 다른 동반된 손상이나 그에 의한 변화에 의해 이학적 검사를 비롯한 검사상 간과되는 경우가 많다. 자기 공명 영상 검사는 우수한 연부 조직 해상도를 가지고 인대 손상의 진단에 높은 민감도와 특이도를 보이고 있으나, 만성 후방 십자 인대 파열의 진단은 손상 후에 생성되는 섬유성 만흔 등에 의해 정상으로 오인되는 경우가 많아 진단율이 그다지 높지 않은 편이다. 이에 후방 십자 인대의 만성 손상의 특징적인 영상 소견을 알아보고, 이를 숙지하는 것이 진단율을 높이는데 도움이 될 것이다.

대상 및 방법: 1994년 6월부터 2004년 3월까지 두 병원(아주대학교 병원, 연세대학교 신촌 세브란스 병원)에서 임상적으로 후방 십자 인대 손상이 의심되는 환자 중 자기 공명 영상 검사를 시행하였고, 의무 기록이 수집 가능한 환자들을 대상으로, 수술 또는 관절경 검사로 후방 십자 인대 파열이 확진된 환자 37명을 대상으로 하였다. 인대 조직의 불연속성(discontinuity), 섬유의 감쇠(attenuation) 유무, 인대 신호 강도 증가 유무, 인대 경계의 불명확성, 인대 주위의 섬유화에 의한 신호 강도 변화, 각변형(angulation deformity), 물결 모양(wavy appearance), 인대 주위 부종, 동반 손상 유무와 종류, 판독의 민감도에 대하여 자기 공명 영상 소견을 분석하였고, 각각의 자기 공명 영상 소견에 대한 단변수 분석을 하였다.

결과: 후방 십자 인대의 감쇠와 인대 주위의 신호 강도 변화가 통계학적으로 의

미 있는 만성 손상의 특징적인 소견이었다. 후방 십자 인대의 신호강도 변화와 인대의 불명확한 경계, 인대 주위 부종, 물결모양은 통계학적으로 의미있는 급성 손상의 영상 소견이었다. 각변형과 인대의 불연속성은 두 그룹 모두에서 의미있는 소견이 아니었다. 동반된 다른 인대나 골, 연골의 손상은 어느 그룹에서 더 많거나 더 특징적인 것은 없었다. 촬영 당시의 영상 검사의 판독의 민감도는 만성은 83.3%, 급성은 93.3%로 나타났다.

결론: 자기 공명 영상 검사상 만성 후방 십자 인대 파열은 인대 조직의 감쇠와 인대 주위의 비정상 신호강도가 특징적으로 보일 수 있다. 또한 급성기에 경계가 분명하고, 정상적인 저신호강도의 인대가 보이는 경우에는 인대 손상을 배제할 수 있다.

---

핵심되는 말 : 후방 십자 인대 파열, 자기 공명 영상, 급성과 만성 병변

# 차 례

국문요약 .....	i
차례 .....	iii
그림 차례 .....	iv
표 차례 .....	v
약어 .....	vi
I. 서론 .....	1
II. 연구대상 및 방법 .....	3
A. 대상 .....	3
B. 방법 .....	3
1. 자기 공명 영상 .....	3
2. 정상 후방 십자 인대의 정의 .....	4
3. 분석 항목 .....	5
III. 결과 .....	7
IV. 고찰 .....	11
V. 결론 .....	17
참고문헌 .....	18
영문요약 .....	22

## 그림 차례

Fig. 1. Normal posterior cruciate ligament (PCL) on proton density MRI	4
Fig. 2. MRI findings of chronic PCL injury	8
Fig. 3. MRI findings of acute PCL injury	9
Fig. 4. MRI findings of associated injury with PCL injury	10

## 표 차 례

Table 1. Direct MR morphologic signs of posterior cruciate ligament injuries .....	7
Table 2. Indirect MR morphologic signs of posterior cruciate ligament injuries .....	7



## 약어

MRI: Magnetic Resonance Imaging

PCL: Posterior Cruciate Ligament

ACL: Anterior Cruciate Ligament

MM: Medial Meniscus

LN: Lateral Meniscus

MCL: Medial Collateral Ligament

LCL: Lateral Collateral Ligament

SI: Signal Intensity

## I. 서 론

후방 십자 인대는 대퇴골 내과의 외측벽(lateral wall of the medial condyle)에서 경골의 후와(posterior fossa)에 부착되는 인대로 경골의 후방 전위를 막고, 전방 십자 인대와 다른 무릎 측부인대(collateral ligament)와 작용하여 무릎의 회전 운동을 제한하는 역할을 한다. 또한 후방 십자 인대는 무릎 관절의 안정화에 중요한 인대이나 다른 무릎 인대보다 신장력(tensile strength)이 좋아 손상을 덜 받는다고 알려져 왔다 (Hughston 등, 1980; Burger 등, 1993; Sojn 등, 1995; Aiello 등, 2004; Standring, 2005). 그러나 최근의 보고들에서는 후방 십자 인대 손상이 이전에 알고 있던 것처럼 드문 일이 아니며, 예후도 좋지 않은 것으로 보고 되고 있다 (Allen 등, 2002). 적절하게 치료되지 못한 후방 십자 인대 손상은 슬개 인대 (patellar ligaments)와 대퇴사두근 건(quadriceps tendon)에 가해지는 힘을 증가시켜 만성 건염(chronic tendinitis)을 유발하고 (Aiello, 2004), 시간이 경과함에 따라 무릎 관절의 내측 구획(medial compartment)과 대퇴-슬개골 관절(patellofemoral joint)에 연골 퇴행을 비롯한 퇴행성 변화를 일으키고 기능적 불안정성을 야기하여 결과적으로 조기에 골관절염(osteoarthritis)을 일으키게 하는 원인이 된다(Grover 등, 1990; Pattern 등, 1994; Allen 등, 2002; Logan 등, 2004; Aiello, 2004).

그러나 후방 십자 인대 손상의 진단은 여러 가지 이유로 인하여 간과되거나 지연되곤 한다. 첫째, 인대의 손상에도 불구하고 통증이 없거나 미미한 경우, 둘째, posterior drawer test, pivot shift test 등의 이학적 검사에서 통증이 심하거나 혈관절(hemarthrosis)로 인해 위음성을 보이는 경우, 셋째, 수술전에 후방 십자 인대 손상을 의심하지 못하여 접근 방향을 달리하여 인대 손상을 확인하지 못하는 경우 등이 이에 속한다 (Gillquist 등, 1977; Hughston 등, 1988; Grover 등, 1990; Burger 등, 1993; Aiello, 2004).

따라서 후방 십자 인대의 영상 진단 시점은 급성기 뿐만 아니라, 만성기에도 흔하게 시행되고 있으며, 저자들의 지식으로는 급성기 후방 십자 인대 파열의 소

견은 많이 기술되어 있으나 만성기의 소견은 보고된 바가 없고, 급성기와의 비교를 통한 특징에 대한 보고 또한 없었다. 이에 저자들은 급성기와는 다른 만성 후방 십자 인대 손상에 대한 자기 공명 영상의 특징적인 소견에 대하여 알아보고자 하였다.

## II. 연구대상 및 방법

### A. 연구대상

1994년 6월부터 2004년 3월까지 두 기관에서 슬관절 병변을 의심하여 자기 공명 영상 검사를 시행한 환자 중, 수술 또는 관절경 검사로 후방 십자 인대 파열이 확진된 환자 37명을 대상으로 하였다.

전체 37명의 환자들의 평균 나이는  $37.4 \pm 13.98$ 세였고(14-61세), 남녀의 비는 33:4이었다. 만성 손상의 기준은 손상 후 8주로 정하였다. 이는 손상된 인대 주변의 활막화가 완성되는 시기로서 급성기 손상과 형태학적으로 구별되기 시작하는 시기이기 때문이다. 급성 후방 십자 인대 파열은 19명 (남:여=19:0, 평균나이= $37.3 \pm 14.10$ , 14-61세), 만성 병변은 18명 (남:여=14:4, 평균나이= $37.6 \pm 14.26$ , 15-61세)였다. 손상 시점부터 자기 공명 영상 검사까지 기간은 급성 손상의 경우는 모두 1개월 이내였고, 만성 손상은 2개월에서 6년까지의 기간을 보였다.

### B. 방법

#### 1. 자기 공명 영상

GE Signa 1.5 T(GE medical system, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A)를 이용하여 검사를 시행하였고, phase array knee coil을 사용하였다.

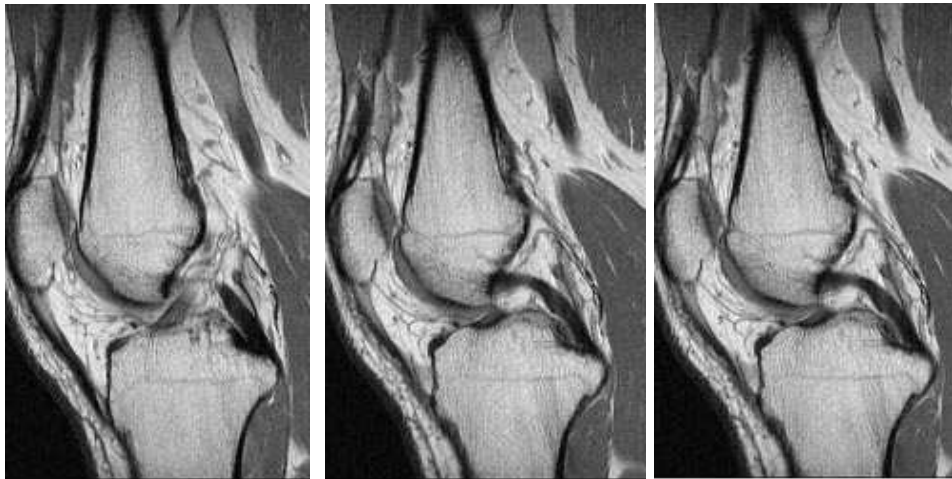
각각의 환자에서 다음의 sequence를 이용하여 영상을 얻었다.

Fast spin echo 지방억제 시상면 T2 강조영상 (TR/TE 4200-4816/75, slice thickness/interval 3/4mm, FOV 160x160mm, matrix 256x256), fast spin echo 시상면 proton 영상 (TR/TE 4816-5000/15-30, slice thickness/interval 2.4/2.5mm, FOV 140x140mm, matrix 512x256), fast spin echo 관상면 T2 강조 영상과 관상면 proton 영상 (TR/TE 4216-4500/15-75, slice thickness/interval 2.4/2.5mm, FOV 140x140mm, matrix 512x256), fast spin echo 지방억제 축상면 proton 영상 (TR/TE

4000-5000/16, slice thickness/interval 3/3.3mm, FOV 120x120mm, matrix 256x256), spin echo 지방억제 시상면과 관상면 조영 증강 T1 강조 영상 (TR/TE 500-550/14, slice thickness/interval 2.5-3/3.5-4, FOV 120-160x120-160mm, matrix 256x192-224)으로 환자가 양와위로 무릎을 신전시킨 상태로 검사를 시행하였다.

## 2. 정상 후방십자인대의 정의

정상후방십자인대는 후방 십자 인대는 대퇴골 내과의 외측벽(lateral wall of the medial condyle)에서 경골의 후와(posterior fossa)에 부착되는 인대로 인대의 중앙부위에서 약 5x7mm의 지름을 가진 타원형의 구조이므로 2-3mm 두께의 연속시상면 영상에서 최소한 2-3 영상에 걸쳐 보이는 것이 정상이다. 대퇴골 및 경골 부착부위에서는 단면 12x20mm 가량으로 급격히 넓어진다. 조밀한 교원섬유로 구성되어 있어 T1, T2 강조영상에서 저신호강도를 보이며, 간혹 인대의 단면에 굴곡면이 있는 경우 내부의 신호가 국소적으로 증가되어 보일 수 있다. 슬관절 신전상태에서 후방십자인대는 후방으로 완만한 호를 그리며, 호의 장축의 길이가 단축의 길이를 넘지 않는다. (Figure 1)



A.

B.

C.

**Figure 1. Normal posterior cruciate ligament (PCL) on proton density MRI. A. B. C.** 3 consecutive MRI images of the 24 years old man shows normal PCL as a homogeneous low SI linear structure with gentle posterior arc on sagittal image.

### 3. 분석 항목

일반적으로 급, 만성 질환을 나누는 기준은 3개월이나 본 연구에서는 8주를 기준으로 삼았다. 관절외 인대의 손상 후 치유 과정과는 달리 사람의 관절내 십자인대는 파열된 표면에 근섬유모세포(myofibroblast)로 분화할 수 있게 하는 많은 수의 유전자를 포함하고 있는 활액막 조직을 형성한다(Murray 등, 2000). 8주경에 십자인대의 원위부의 남은 부분이 활액막에 의해 완전히 둘러싸이게 되고, 이 과정 후에는 영상 검사상 인대가 연속성을 유지하는 것처럼 보일 수 있어 오진의 원인이 될 수 있으므로 기준 시점이 8주가 되었다.

후방 십자 인대 손상을 시사하는 소견들로 다음의 항목의 유, 무를 관찰하였다.

인대 자체의 변화로(direct sign) 인대의 불연속성(discontinuity)과 섬유의 감쇠(attenuation), 인대의 신호 강도 증가(increased signal intensity), 경계의 불명확성(indistinct margin), 각변형(angulation deformity), 물결 모양(wavy appearance)에 대하여 각각의 이미지를 분석하였고, 인대 주변의 변화로는(indirect sign) 인대 주위의 신호 강도 변화(periligamentous signal change)와 인대 주위 부종(periligamentous edema), 그리고 동반된 손상(associated injury)에 대하여 각각 관찰하였다.

인대의 불연속성은 시상면 영상에서 2개 이상의 연속된 이미지에서 인대의 연속성이 없거나 시상면에서 보인 병변을 관상면에서 확인할 수 있는 경우로 정의하였는데, 이는 정상에서도 인대의 주행 방향과 영상면의 절단 방향이 일치하지 않으므로 인대의 가장 자리에서는 인대의 일부만이 보일 수 있기 때문이며,

섬유의 감쇠는 정상보다 절반 이하의 두께를 보이는 경우로 정의하였다. 물결 모양은 서로 다른 방향으로 2개 이상의 연속적인 호(arc)를 보이는 경우로 정의하여 정상인대에서 보이는 휘어짐(buckling)과 구분하였다.

근골격계 분야의 세부 전공을 가진 2명의 방사선과 전문의(C.J.H., H.D.H)가 각각의 영상 소견을 동시에, 후향적으로 분석하였다.

SPSS(Statistical Package for the Social Science, Chicago, IL) ver. 11.5 software for Window를 이용하여 각각의 영상 검사 소견에 대한 단변수 분석을 시도하였다. 단변수 분석을 위하여 범주형 변수는 피어슨 카이스퀘어 검정을 사용하여, p값이 0.05 이하는 유의하게 보았다.

### Ⅲ. 결 과

촬영 당시의 관독 결과상 후방 십자 인대 손상이 진단된 경우는 만성 손상에  
서 18예중 15예, 급성 19예중 18예로 관독의 예민도는 83.3%, 94.7%였다.

각각의 자기 공명 영상 소견 항목에 대한 환자의 수와 통계학적 연관성 여부  
는 다음의 표와 같았다.(Table 1,2)

**Table 1. Direct MR morphologic signs of posterior cruciate ligament injuries**

		present	absent	P value
discontinuity of the PCL fiber	acute	18	1	0.090
	chronic	13	5	
attenuation of the PCL fiber	acute	1	18	0.000
	chronic	14	4	
increased signal intensity of the PCL	acute	19	0	0.000
	chronic	8	10	
wavy appearance	acute	11	8	0.017
	chronic	3	15	
indistinct margin of the PCL	acute	16	3	0.001
	chronic	5	13	
angulation deformity	acute	14	5	1.000
	chronic	13	5	

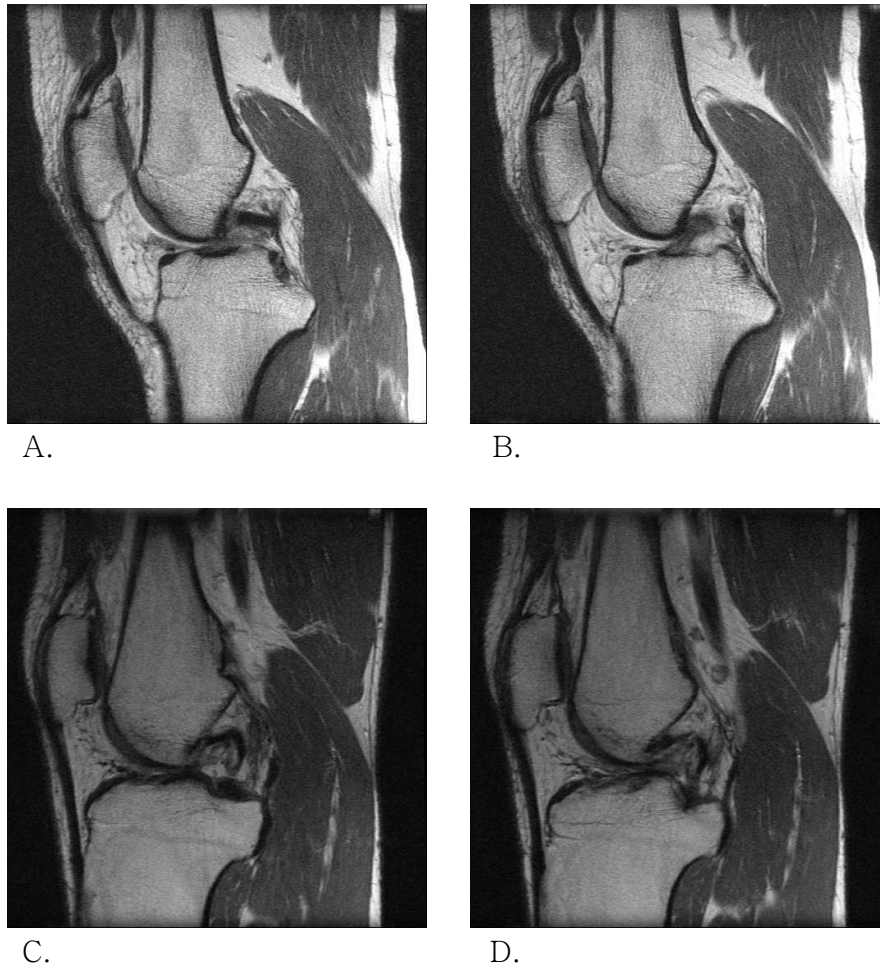
**Table 2. Indirect MR morphologic signs of posterior cruciate ligament injuries**

		present	absent	P value
periligamentous signal change	acute	1	18	0.000
	chronic	13	3	



periligamentous edema	acute	15	4	0.000
	chronic	3	15	

만성 손상의 특징으로 통계학적 유의함을 보인 결과는 인대의 감쇠와 인대 주위의 신호 강도의 변화로 각각 만성 손상의 18예 중 14예(77.8%)와 15예(83.3%)에서 보였고, p 값은 모두 0.000이었다.(Fig. 2)

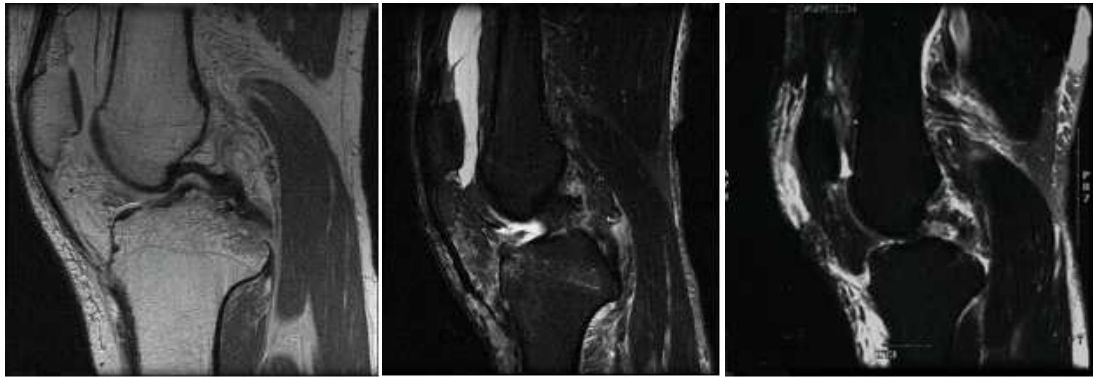


**Fig. 2. MRI findings of chronic PCL injury** A. B. Sagittal proton MR images of 15 years old boy with chronic knee trauma. Attenuation of PCL and periligamentous signal change are seen in contiguous two images. C. D. FSE sagittal proton MR images of 31 years old man who

had knee injury 34 months ago. There shows marked attenuation of PCL fiber and periligamentous signal change. Buckling is also noted.

만성 손상에서는 후방 십자 인대의 신호강도 증가, 인대 주위의 부종, 불명확한 경계, 인대의 물결 모양이 보이지 않았으며, 이는 급성 손상의 특징으로 통계학적 의미를 보였다. (Fig. 3)

인대 섬유질의 불연속성과 각변형은 급성과 만성 손상의 공통적 소견으로 두 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.



A.

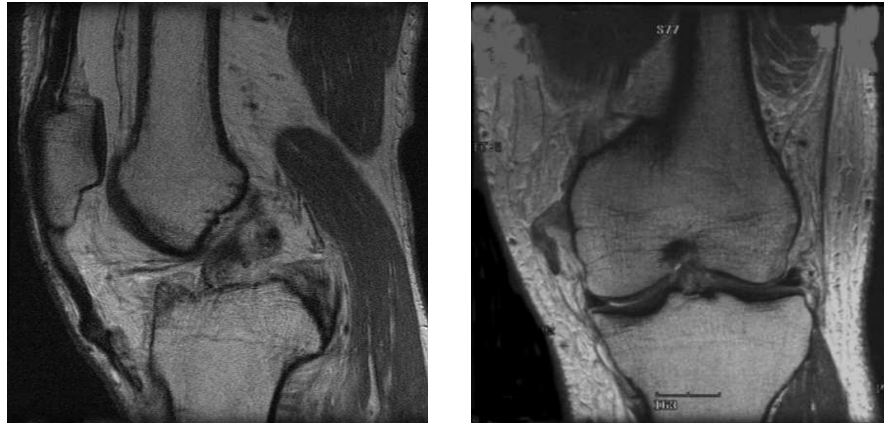
B.

C.

**Fig. 3. MRI findings of acute PCL injury** A. B. Sagittal proton density and FSE fat suppressed T2-weighted images of the twenty five years old man with acute PCL injury shows focal thickening of the PCL with indistinct margin and wavy appearance (A) and discontinuity of PCL fibers with splitting and periligamentous edema (B). C. Fat suppressed T2 WI of the thirty nine years old man with acute PCL injury shows increased SI of PCL fibers and periligamentous edema.

동반 손상의 경우 전방 십자 인대 손상, 내측과 외측 측부 인대 손상, 내측과 외측 반월상 연골 손상, 건열 골절등이 있었으며, 만성 손상은 18예중 10예

에서, 급성 손상의 경우 19예중 13예에서 관찰되어 두 그룹간의 유의한 차이는 없었다. 흔한 손상으로는 만성에서 전방 십자 인대 손상이 6예였고, 급성에서 내측 측부 인대 손상 6예였으며, 전체적으로는 내측 측부 인대 손상이 10예로 가장 많았으나, 동반 손상이 없는 경우도 만성 8예, 급성 6예였다. (Fig. 4)



A.

B.

**Fig. 4. MRI findings of associated injury with PCL injury** **A.** FSE Proton density sagittal image of the 42 years old man who had acute knee injury shows complete tear of anterior cruciate ligament. **B.** FSE proton density coronal image of 39 years old man who had acute PCL injury (not shown) shows discontinuity of the medial collateral ligament (MCL). MCL is completely torn.

## IV. 고 찰

후방 십자 인대는 무릎 관절의 주 안정 장치로, 전방 십자 인대보다 더 두껍고 강한 것으로 알려져 있고, 다른 무릎 인대보다 2배의 신장력을 갖고 있어 손상을 덜 받는다고 생각되어 왔다 (Soin 등, 1995; Hughston 등 1980; Aiello, 2004). 기능적으로는 경골의 후방 전위를 막고, 전방 십자 인대와 다른 무릎 측부 인대와 작용하여 회전 운동을 제한한다. 또한 심한 내반, 외반 각운동시에 무릎 관절을 안정화시킨다 (Soin 등, 1995; Aiello, 2004).

그러나, 후방 십자 인대 손상은 이전에 알려졌던 것처럼 드문 일이 아니며, 좋은 예후를 보이는 것도 아니라고 보고되고 있다. 무릎 인대 손상에서 후방 십자 인대가 차지하는 비율은 3.4-20%라고 알려져 있다. 그러나 어떤 보고자들은 임상적으로 간과되는 경우가 많아 실제로는 더 높은 수치를 보일 것이라고 말하고 있다 (Grover 등, 1990; Aiello, 2004). 절반 이상이 교통사고나 작업장의 사고에 의한 것이고 나머지는 스포츠 관련 손상이 대부분이다. Mink등에 따르면 다른 손상과 동반된 후방 십자 인대 손상이 97%이고, 단독으로 손상된 경우는 3%라고 보고하였고, 전방 십자 인대(65%), 내측 측부 인대(50%), 내측 반월상 연골(30%) 손상의 순서라고 하였으나, 다른 보고에서는 단독 손상이 30%를 차지한다고 하였다 (Soin 등, 1995). 후방 십자 인대는 손상이 중간 부위가 가장 흔하고 그 다음으로 대퇴골 부착부위 근처의 근위부이다. 경골 부착부위는 견열 골절(avulsion fracture)과 동반되는 경우가 많다. 내반 또는 외반(varus or valgus stress)과 동반된 회전 손상(rotational injury)은 대퇴골 부착부위의 인대 파열을 유발한다. 여러 가지 생물, 의학적 연구들에 의해서 후방 십자인대가 무릎 관절에서 경골 후방이동의 일차적인 억제력을 제공하고, 외측 회전에 이차적인 억제력으로 작용한다는 것이 알려져 있다. Hughston등은 후방 십자인대가 정상과 비정상 회전시에 중심축으로 작용한다고 강조하였다 (Hughston 등, 1995; Margheritini 등, 2000). 후방 십자 인대의 손상이 있는 경우에서 적절한 치료를 하지 않으면, 슬개 인대(patellar ligament)와 대퇴사두근 건(quadriceps

tendon)에 가해지는 힘을 증가시켜 만성 건염(chronic tendinitis)을 유발하고, 시간이 지난 후에 무릎 관절의 내측 구획(medial compartment)과 대퇴-슬개골 관절(patellofemoral joint)에 연골 퇴행을 비롯한 퇴행성 변화를 일으키고 기능적 불안정성을 야기한다 (Pattern 등, 1994; Allen 등, 2002; Logan 등, 2004). 부하 검사에서 후방 십자 인대 손상은 운동 역학적인 변화를 일으켜 경골 내측의 지속적인 후방 아탈구(대퇴골의 고정된 전방 아탈구)를 유발하여, 대퇴골 관절구가 경골 관절의 편평부위(plateau) 앞쪽에 위치하게 한다. 이러한 고정된 아탈구는 관절의 신장과 굴곡(flexion and extension)시 모두에서 보이며, 모든 굴곡 각도에서(0,20,45,90도) 통계학적으로 의미있게 관찰된다고 보고하였다 (Logan 등, 2004). 무릎 관절의 외측 구획(lateral compartment)의 운동 역학은 후방 십자인대 파열에 의해 영향을 받지 않는다.

후방 십자인대는 손상 후에 자연 치유가 가능하다고 알려져 있었으나, 현재는 그 치료 방법에 대한 논쟁이 계속되고 있다. Shelbourne 등은 40예 중 37예의 경우에 후방 십자 인대가 손상 후에 수술적 치료 없이 연속성을 유지하거나 다시 얻었다고 하였고, 다른 보고자들도 보존적 치료만으로 손상 전의 상태로 기능이 가능하다고 하였다 (Shelbourne 등, 1999; Iwamoto 등, 2004). 또한 모양이나 이완성에 변화는 올 수 있지만 이것이 후에 인대의 기능 변화나 방사선학적 변화를 일으키지는 않는다고 하였다. 그러나 Hughston등을 비롯한 다른 연구자들은 수술적 치료로도 여러 가지 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하며, 보존적 치료가 꼭 낙관적인 결과를 얻는 것은 아니라고 말하고 있다. 또한 보존적 치료는 급성 또는 만성 단독(isolate) 후방 십자 인대 손상이나 이전에 재활치료를 받은 적이 없는 새로 진단된 무증상 환자에서 제안된다고 말하고 있다 (Margheritini 등, 2004). 찢김 골절이나 다른 인대 손상이 동반된 경우, 그리고 적절한 재활 치료로 호전이 없는 만성 손상의 경우는 수술적 치료가 필요하다.

후방 십자 인대 손상이 있는 환자들은 특별하게 통증을 호소하지 않고, 관절의 불안정감등의 모호한 증상을 느낀다고도 하나, 찢김 골절이 있는 경우나 뒤쪽으로 무릎이 굴곡된 상태로 부딪쳐 골 좌상이 동반된 경우에는 통증이 심할

수 있고, 부종이나 혈관절(hemarthrosis)이 동반될 수 있다. 이학적 검사는 이러한 통증이나 근육 연축(muscle spasm), 관절 삼출액(joint effusion) 등에 의해 정확한 결과를 얻지 못하는 경우도 보고되고 있다 (Liu 등, 1994). 손상이 심한 경우에는 체중 부하가 어려울 수 있으나 단독 후방 십자 인대 손상만 있는 경우 활동에 큰 지장을 받지 않는 경우도 많다.

후방 십자 인대 손상을 진단하기 위한 여러 가지 이학적 검사들이 있는데 많이 이루어지고 있는 것들로는 posterior drawer test, posterior sag test, Step-off, quadriceps active and Whipple test 등이 있고, 이 검사들은 대부분 무릎의 굴곡시에 대퇴골 원위부에 대하여 경골 근위부의 아탈구를 확인하는 것이다. Posterior drawer test가 가장 정확한 이학적 검사법으로 알려져 있으며, Rubinstein 등은 보고에서 90%의 sensitivity를 보인다고 하였다. 그러나 다른 연구자들은 이학적 검사의 정확도는 31-85%라고 보고하였고, 자기 공명 영상 검사가 후방 십자 인대의 손상의 발견에 있어서 이학적 검사보다 더 우월하다고 말하고 있다(Grover 등, 1990; Sojn 등, 1995; Hughston 등, 1980). 예를 들어 전방 십자 인대의 손상이 같이 있는 경우 이학적 검사상 경골 이완이 있어도 후방 십자인대 손상을 정확히 진단하지 못하는 경우가 있다. 따라서 이학적 검사는 환자가 어떤 동반 손상을 가지고 있고, 어떤 원인에 의해 손상을 입었는가에 따라 다른 결과를 보이므로 여러 가지 검사중 한가지에서라도 양성의 결과를 보이면 후방 십자 인대 손상을 의심해야 한다고 하였다 (Hughston 등, 1980, Lysholm과 Gillquist, 1981).

후방 십자 인대는 관절강내, 활액막외에 위치하므로 임상적으로 의심되지 않는 손상은 관절경 검사나 관절 절개술시 적절한 시야 확보가 되지 않아 간과되기 쉽다. 원위부 2/3는 활액막과 활액막하 지방에 의해 관절 앞쪽으로 접근할 경우 관찰이 어렵고, 전방 십자인대에 의해 가려지기도 하며, 손상되지 않은 Humphrey 인대를 정상 후방 십자인대로 오인할 수도 있다. 관절막이 찢어진 경우 관절내의 적절한 공간 확보가 어려워 관찰이 어렵다고 하였다 (Gillquist 등, 1977; Hughston, 1988; Grover 등, 1990; Aiello, 2004). Lysholm 등은 관절

경 소견상 오래된 부분 파열의 경우 인대에 형성된 반흔 때문에 주변 조직보다 더 창백하게 보이고, 정상 인대에 비하여 볼륨이 감소되었다는 보고를 하였고, 오래된 인대 전체 파열의 경우 인대가 안 보이거나, 파열된 인대의 나머지 부분이 위축되어 있거나 반흔 조직으로 차 있다고 보고하였다. 또한 만성 병변에서 관절경 검사가 어려웠던 경우는 활액막염이 있거나, 이미 퇴행성 변화가 진행되어 골 관절두에 생긴 변형 때문에, 내측 반월상 연골의 양동이 손잡이 모양의 손상(bucket-handle tear)의 경우에 적절한 시야가 확보되지 못하였다고 하였다 (Lysholm과 Grillquist, 1981).

자기 공명 영상 검사는 비침습적일 뿐만 아니라 우수한 연조직 해상도와, 인대를 포함하여 다른 연골, 골의 손상도 확인할 수 있는 장점이 있다. 또한 수술 전, 후의 인대와 주변 조직의 변화를 보는데도 도움이 된다 (Sherman 등, 2001; Aiello, 2004).

Gross 등은 자기 공명 영상 검사가 후방 십자 인대 손상에 있어서 100%의 민감도와 특이도를 보인다고 하였고, Lium 등은 100%의 민감도와 84%의 특이도를 보인다고 하였으며, Grover 등도 손상의 진단에 있어 이학적 검사보다 우월하다는 보고를 하였다.

후방 십자 인대 손상의 자기 공명 영상 소견에 대해 여러 가지 보고가 있었다. 대부분의 경우는 정상과 비교하였을 때 손상을 진단하는데 필요한 영상 소견들이고, 또는 인대의 완전 손상과 부분 손상에서의 감별점에 주로 초점을 맞춘 것들이었다.

연구 결과 중 일부에서 만성 후방 십자 인대 손상의 특징에 대하여 언급된 경우도 있었으나 부가적인 소견이거나 매우 적은 수였다 (Grover 등, 1990; Patten 등, 1994; Sonin 등, 1995; Margheritini 등, 2000). 따라서 만성 손상의 영상 소견상의 특징에 대하여 특히 급성기와의 감별점에 대하여 알아보고자 한 연구가 거의 없었다는 점에서 이번 연구의 의의가 있다고 할 수 있겠다.

Sonin 등은 자기 공명 영상에서 부분 또는 완전 후방 십자 인대의 손상은 후방 십자인대가 안 보이거나, T1-/T2WI 모두에서 인대 섬유가 보이지 않고

무정형의 고신호 강도가 후방 십자인대 위치에서 보이는 경우, 부분적인 섬유조직의 파괴, 인대내의 비정상 신호강도가 보일 때 진단이 가능하다고 하였다 (Sonin 등, 1995). Grover 등은 모든 후방 십자 인대 손상의 경우에서 T1WI에서 신호강도가 증가한다고 하였으나, 형태학적 변화가 동반되어야 확실한 진단을 할 수 있다고 하였다 (Grover 등, 1990). Margheritini등은 자기 공명 영상검사가 급성 후방 십자 인대 파열에 있어 정확한 이학적 검사가 어려울 때 동반 손상을 제외하는 데는 유용하지만 만성 병변에서는 증가된 후방 전위 (translation) 위에는 정상 인대의 소견을 보인다고 하였다 (Margheritini 등, 2000). 이러한 소견은 다른 보고들에서도 유사한 결과를 보이는데 이는 인대 손상 후에 섬유성 반흔 (fibrous scar)에 의해 연속성을 보여 정상 인대처럼 보이기 때문이라고 하였다 (Liu 등 1994; Shelbourne 등, 1999).

그러나 이 외에 만성 손상을 의심할 수 있는 다른 소견으로는 long TR/TE sequence 모두에서 전반적으로 약간의 신호강도 증가를 보이는 경우, 사행성 경로 (serpiginous course), 불규칙한 윤곽선 (irregular in outline), 굴곡시에 인대가 신전되지 않는 것 등이라는 보고와, 인대 두께가 얇아지거나 인대가 보이지 않는 경우에도 진단할 수 있다는 다양한 보고가 있다.

이번 연구의 결과에서는 부종과 인대가 두꺼워진 소견은 급성기에 주로 보이는 소견이며, 인대 자체의 신호강도 변화와 물결모양, 불분명한 경계도 급성기의 주 소견이라는 것을 보였다. 이전 보고에서 인대의 신호강도 변화의 원인은 불분명하다고 하였으며, 이는 주로 T1WI에서 보인다고 하였으나, 이번 연구에서는 급성기에 T2WI에서 신호 강도 증가가 주로 보여, 인대 손상과 함께 생긴 부종이 하나의 원인일 것으로 생각된다.

인대 두께의 감쇠는 이전 보고에서 언급된 경우가 1에 정도에 불과했으나 이번 연구에서는 통계학적 의의를 보이는 만성 손상의 특징으로 나타났고, 이전 연구들과 비교해 볼 때 일부 손상된 섬유가 다시 연속성을 갖지 못하거나 섬유화성 반흔으로 치환되었을 가능성 모두를 생각해 볼 수 있다. 그러나 주로 T1WI에서 보인 인대 주위의 신호강도 변화는 이전에 따로 보고된 바가 없으며,



인대에 생긴 것과 같은 인대 주위의 섬유화 반응에 의한 변화로 보이나 조직학적인 연구가 동반되지 않아 실제의 원인을 알 수는 없었다.

자기 공명 영상에서 후방 십자 인대 손상과 감별해야 할 경우로 첫째는 호산구성 변성(eosinophilic degeneration)이 있는데 이는 인대내에 증가된 신호강도를 보인다. 그러나 이런 경우 이전의 외상의 병력이 있는지의 확인이 중요하고 주로 나이가 든 사람들에서 발견되는 점, 그리고 영상의 연쇄(imaging sequence)를 달리하여 찍었을 경우 인대 손상과의 감별이 가능하다 (Sonin 등, 1995). 또 다른 감별이 필요한 경우는 내측 반월상 연골의 양동이 손잡이 모양의 손상(bucket handle tear of medial meniscus)이 있을 경우나 반월 대퇴 인대(meniscofemoral ligament)가 후방 십자 인대의 손상된 부분으로 오인되는 경우인데 이런 경우에는 두 개의 후방 십자 인대(double PCL)로 보이므로 각각의 주행경로를 잘 따라가면 감별이 가능하다. 마지막으로 magic angle phenomenon이 있는데, short TE sequence에서 주 자장과 인대의 주행 방향이  $55^\circ$  를 이룰 때 인대의 일부에서 신호강도가 증가되어 보이는 것으로 long TE 영상을 얻으면 감별이 가능하다.

이번 연구의 제한점으로는 첫째 대상 환자의 수가 충분히 많지 않다는 점과, 둘째로는 이중 맹검법이 아니어서 영상 분석시에 판독자의 편견이 개입되었을 수 있다는 점, 셋째는 인대 손상의 영상 소견의 관찰에 있어 정상군과의 비교가 없었다는 것이 제한점이 될 수 있겠다.

또한 영상 검사에서 보였던 소견들과 조직학적 결과와의 비교가 되지 않아 영상 소견의 정확한 원인을 알 수 없었다는 점도 앞으로 더 연구가 필요한 부분으로 생각된다.

## V. 결 론

만성 후방 십자 인대 파열은 자기 공명 영상 검사상 인대의 감쇠와 인대 주위의 비정상 신호강도를 특징으로 한다. 후방 십자 인대의 신호강도 증가가 없거나, 경계의 불명확성 또는 인대 주변의 부종이 보이지 않는 경우 만성 손상을 더 의심해 볼 수 있다.

## 참 고 문 헌

1. Gentili A., Seeger LL., Yao L., Do HM.: Anterior cruciate ligament tear: indirect signs at MR imaging. *Radiology* 193:835-840, 1994
2. Sonin AH., Fitzgerald SW., Hoff FL., Friedman H., Bresler ME.: MR imaging of the posterior cruciate ligament: Normal, Abnormal, and Associated Injury Patterns. *Radiographics* 15:551-561, 1995
3. Burger RS, Larson RL. Acute ligamentous injury. In *The Knee: form, function, pathology, and treatment.* (Larson RL, Grana WA, eds.) Philadelphia, Pa: Saunders, pp.513-598, 1993
4. Allen CR., Kaplan LD., Fluhme DJ., Harner CD.: Posterior cruciate ligament injuries. *Current Opinion in Rheumatology* 14:142-149, 2002
5. Dandy DJ, Pusey RJ: The long term results of unrepaired tears of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Br]* 64:92-94, 1982
6. Dehaven KE.: Arthroscopy in the cruciate-injured knee. In *The Crucial ligaments.* (Feagin JA, ed.) New York, NY: Churchill Livingstone, pp333-7, 1988
7. Susan Standring: *Gray's anatomy-anatomical basis of clinical practice.* 39<sup>th</sup> ed. Elsevier Churchill Livingstone, pp.1476-1481, 2005
8. Margheritini F., Mariani P.F., Mariani P.P.: Current concepts in diagnosis and treatment of posterior cruciate ligament injury. *Acta Orthopaedica Belgica* 66(3):217-228, 2000

9. Gillquist J., Hagberg G., Oretorp N.: Arthroscopy in acute injuries of the knee joint. *Acta Orthop Scand* 48:190–196, 1977
10. Hughston JC, Bowden JA, Andrews JR, Norwood LA: Acute tears of the PCL:results of operative treatment. *J Bone Joint Surg [Am]* 62:438–450, 1980
11. Hughston JC: The absent posterior drawer sign in some acute posterior ligament tears of the knee. *Am J Sports Med* 16:39–43, 1988
12. Hughston JC., Bowden JA., Andrews JR., Norwood LA.: Acute Tears of the Posterior Cruciate Ligament. *The journal of bone and joint surgery* 62(3):438–450, 1980
13. Lysholm J., Gillquist J.: Arthroscopic examination of the posterior cruciate ligament. *The Journal of bone and joint surgery* 63-A(3):363–366, 1981
14. Grover JS., Bassett LW., Gross ML., Seeger LL., Finerman JAM.: Posterior cruciate ligament: MR Imaging. *Radiology* 174:527–530, 1990
15. J. Iwamoto, T. Takeda, Y. Suda, T. Otani, H. Matsumoto: Conservative treatment of isolated posterior ligament injury in professional baseball players: a report of two cases. *The Knee* 11:41–44, 2004
16. Shelbourne KD., Rubinstein RA. Jr.: Methodist sports medicine center' s experience with acute and chronic isolated posterior cruciate ligament injuries. *Clinics in sports medicine* 13(3):531–543, 1994
17. Shelbourne KD., Jennings RW., Vahey TN.: Magnetic Resonance

- Imaging of Posterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Knee Surg* 12:209–13, 1999
18. Yeung KW., Liu GC., Wu DK.: Tear of the anterior cruciate ligament: Evaluation with MR imaging. *Kaoshiung J Med Sci* 14:88–93, 1998
  19. Lysholm J, Gilquist J.: Arthroscopic examination of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg [Am]* 63:363–366, 1981
  20. Logan M., Williams A., Lavelle J., Gedroyc W., Freeman M.: The effect of Posterior Cruciate Ligament Deficiency on Knee Kinematics. *Am J of Sports Medicine* 32(8):1915–1922, 2004
  21. Kaplan MJ., Clancy WG. Jr.: Alabama sports medicine experience with isolated and combined posterior cruciate ligament injuries. *Clinics in sports medicine* 13(3):545–552, 1994
  22. Aiello MR.: Knee, Posterior Cruciate Ligament Injuries (MRI). *eMedicine.com/radiology/topic 854.htm*, 2004
  23. Murray MM., Martin SD., Martin TL., Spector M.: Histological Changes in the Human Anterior Cruciate Ligament After Rupture. *The Journal of Bone and Joint Surgery* 82–A(10):1387–1397, 2000
  24. Sherman PM., Sanders TG., Morrison WB., Schweitzer ME., Leis HT., Nusser CA.: MR imaging of the posterior cruciate ligament graft:Initial experience in 15 patients with clinical correlation. *Radiology* 221:191–198, 2001
  25. Patten RM., Richardson ML., Zink–Brody G., Rolfe BA.: Complete vs Partial–Thickness Tears of the Posterior Cruciate Ligament: MR Findings. *Journal of Computer Assisted Tomography* 18(5):793–799, 1994

26. Liu SH., Osti L., Dorey F., Yao L.: Anterior cruciate ligament tear: A new diagnostic index on magnetic resonance imaging. *Clinical orthopaedics and related research* 302:147–150, 1994
27. Tewes DP, Fritts HM, Fields RD: Chronically injured posterior cruciate ligaments; Magnetic resonance imaging. *Clin Orthop* 335:224–32, 1997
28. Torg JS, Barton TM, Pavolov H, Stine R; Natural history of the posterior cruciate ligament deficient knee. *Clin Orthop* 246:208–216, 1989

**MR Findings of Chronic PCL Tear of the Knee Joint:  
Comparison of Acute and Chronic PCL Tears.**

Jeon Gyeong Sik

Department of Medical Sciences  
The Graduate School, Ajou University

(Supervised by Associate Professor Jae-Hyun Cho)

**Purpose:** Chronic PCL tear is a type of injury that remained untreated in a significant period after trauma. It sometimes is overlooked on physical examination or MRI due to fibrosis or synovialization along the ligament. The purpose of this study is to describe the imaging findings characterizing chronic PCL injury, in contrast to the acute PCL injury.

**Materials and Methods:** We reviewed 37 MRI of PCL injury cases from two institutes, acute tears were in 19 cases, and chronic tears were in 18 cases. All cases were proven surgically. We defined chronicity of PCL injury as 2 months when the synovialization is generally matured. Age was variable from 14 to 61 years old, and male:female ratio was 33:4. We observed discontinuity, attenuation, and signal increase of PCL fibers. We also examined the clarity of the border of the PCLs, periligament signal changes, angulation deformities, wavy appearances and periligamentous edema. Associated injuries and sensitivity of the interpretation were also checked.

**Results:** Attenuation of the PCL was seen in 78.8% of chronic tears, and only in 5.3% of acute tears ( $p < 0.005$ ). Periligamentous abnormal signal intensity was noted in 83.3% of chronic tears, and in 5.3% of acute tears ( $p < 0.005$ ). These findings are characteristic features of chronic PCL tears MRI findings. Signal increase of PCL was noted in 44.4% of chronic tears, and in 100% of acute tears. Border of the PCL was indistinct in 27.8% of chronic tears, and in 84.2% of acute tears. Wavy appearances and periligamentous edema were seen in 16.7% (both) of chronic tears and in 57.9%, 78.9% of acute tears. Discontinuity of the fibers, angulation deformities are not the characteristic features of the acute and chronic PCL tears. There was no specific associated injury of the chronic PCL tears, and there was no more number of associated injuries in chronic tears cases. Sensitivity of routine interpretation was 83.3% in the chronic PCL tears, and 93.3% in acute PCL tears.

**Conclusion:** Chronic PCL tear is characterized by attenuation of the fibers, periligamentous abnormal signal change. Distinct border and normal dark signal intensity of the PCL are the negative evidence of the acute stage.

---

Key words : PCL tear, MRI, Attenuation of the ligament, Acute and chronic tear