

## 급성 및 만성 전방 십자인대 파열의 구분에 있어서 조영증강자기공명영상의 역할<sup>1</sup>

이은정 · 지원희 · 임수아 · 천호중 · 정현석 · 김수영 · 권태안 · 송선화 · 최규호

**목 적 :** 자기공명영상에서 전방 십자인대의 급성 및 만성 파열의 구분에 있어서 지방 억제 gadolinium 조영증강영상의 유용성을 알아 보고자 하였다.

**대상 및 방법 :** 관절경상 확진된 완전한 전방 십자 인대 파열 환자 22명을 대상으로 자기공명영상 소견을 후향적으로 분석하였다. 수상한 날로부터 자기공명영상 검사가 시행되기까지의 기간은 1일에서 7년까지였다. 인대 파열 수상후 3개월을 전후로 각각 급성군(n=15)과 만성군(n=7)으로 분류하였다. 지방억제 gadolinium 조영증강영상에서 조영증강의 정도에 따라서 등급을 나누었는데 조영증강되는 범위 가 인대가 있을 부위에만 국한된 경우를 제 1등급, 관절막까지 확대된 경우를 제 2등급, 관절막보다 더 넓은 범위까지 확대된 경우를 제 3등급으로 하였다. 이상의 내용을 급성군과 만성군으로 구분하여 그 소견을 분석해 보았고 동반된 골좌상 및 주위 연부조직 부종의 여부도 관찰하였다.

**결 과 :** 관절경상 확진된 급성 인대파열 15예중 60% (9/15)가 주로 제 3등급에 해당하는 조영증강을 보였고, 만성 파열 7예중 57% (4/7)가 제 1등급에 해당하는 조영증강을 보였다. 골좌상은 급성에서 100% (15/15), 만성에서 29% (2/7)에서 관찰되었고, 주위 연부조직 부종은 급성에서 87% (13/15), 만성에서 29% (2/7)에서 보였다.

**결 론 :** 급성 및 만성 전방 십자인대 파열에 따라서 gadolinium 조영증강 범위에 차이가 있으므로, 기존의 구분 기준인 골좌상 및 인대내 혹은 관절 주위 연부조직의 부종 소견과 함께, 지방억제 gadolinium 조영증강영상은 전방 십자인대의 급성과 만성 파열의 구분에 도움이 된다고 생각된다.

자기공명영상은 전방 십자인대 파열의 정확한 진단에 유용한 것으로 보고되어 있다(1-9). 자기공명영상에서 완전한 전방 십자인대 파열의 급성 및 만성 소견의 구분에 대하여 이전의 연구들에서는 인대내 혹은 관절 주변 연부조직의 부종 및 골좌상에 의한다고 기술하고 있지만(2), gadolinium 조영증강의 효과는 지금까지 충분히 기술된 바가 없었다. 이 논문의 목적은 지방억제 gadolinium 조영증강 자기공명영상이 급성 및 만성 인대파열을 감별하는데 유용한지 알아보려고 하였다.

### 대상 및 방법

1994년 10월부터 1997년 8월까지 관절경상으로 확진된 완전한 전방 십자인대 파열 환자 22명을 대상으로 자기공명영상 소견을 후향적으로 분석하였다. 수상한 날로부터 자기공명영상 검사까지의 시간 간격은 1일에서 7년까지였다. 외상을 받은 후

3개월 이내에 인대파열이 자기공명영상에서 발견된 경우를 급성, 3개월 이후에 발견된 경우를 만성군으로 분류하였는데, 전자는 15명 후자는 7명이었다.

사용한 자기공명영상 기기는 1.5-T(GE Signa Advantage : General Electric Medical System, Milwaukee, WI, U.S.A.)이고 transmit-receive extremity coil을 사용하였다. 모든 환자에서 고속 스핀에코를 이용한 양성자밀도영상(TR 2500-3000msec/TE 14-40msec)과 T2강조영상(TR 2500-3800msec/TE 76-100msec)으로 각각 시상 및 관상 영상면을 얻었다. Gadopentetate dimeglumine을 0.1 mmol/kg의 속도로 정맥주입한 후, 지방억제 T1강조영상 (TR 400-750msec/TE 12-30msec)으로 시상 및 관상 영상면을 얻었다. FOV 14-18cm, 2 NEX, acquisition matrix, 256×192, 절편두께와 간격은 각각 3mm와 1.5mm, echo-train length (ETL)는 8로 하였다. 자기공명영상 소견을 임상에 대한 정보 없이 후향적으로 분석하였다.

인대 파열시 보이는 일차적 소견으로는 부분적 혹은 전반적인 인대내 신호강도의 증가, 부분적 끊김, 물결양 윤곽등을, 이

<sup>1</sup>가톨릭대학교 의과대학 방사선과학교실

본 논문은 1997년도 가톨릭중앙의료원 가톨릭대학교 강남성모병원 학술연구보조비로 이루어진 것임.

이 논문은 1998년 3월 13일 접수하여 1998년 5월 12일에 채택되었음.

차적 소견으로는 골좌상, 주위 연부조직 부종, 경골의 전방 이탈, 후방 십자인대의 전방 만곡 (buckling) 등으로, 항목별로 급성 및 만성 인대 파열과의 동반 여부를 분석하여 보았다. 골좌상의 경우, 수상 기전을 이해하기 위해서 그 위치를 분석해 보았다.

지방억제 gadolinium 조영증강영상에서 조영증강되는 범위가 인대가 있을 부위에만 국한된 경우는 제 1등급, 관절막까지 확대된 경우는 제 2등급, 관절막보다 더 넓은 범위까지 확대된 경우를 제 3등급으로 인대 파열을 분류하였고, 이를 또한, 급성과 만성군별로 분석해 보았다.

## 결 과

15예의 급성 인대 파열중에서 조영증강영상에 있어 제 3등급 (Fig. 1)이 9예 (60%), 제 2등급 (Fig. 2)이 4예 (27%), 제 1등급 (Fig. 3)이 2예 (13%)에서 보였다. 7예의 만성 인대 파열중, 제 1등급이 4예 (57%), 제 2등급이 3예 (43%), 제 3등급은 없었다 (Table 1). T1강조영상, T2강조영상, 양성자밀도강조영상에서 전방 십자인대의 파열을 의미하는 인대내 증가된 신호강도의 소견 및 불규칙한 물결양 윤곽, 부분적 끊김등의 형태학적인 변화의 소견들을 급성군과 만성군으로 나누어서 비교 분석하였다 (Table 2).

급성 인대 파열의 15예중 모두에서 인대내에 부분적 (60%) 혹은 전반적 (40%)인 신호 증강을 보였고 만성 인대 파열의 7예중에서는 2예 (29%)가 부분적 신호 증강을, 3예 (43%)가 전반적인 신호 증강을 보였고 나머지 2예 (29%)에서는 인대가 전혀 보이지 않았지만 (Table 2) 관절막 내에 국한된 조영증강을 보였다. 부분적인 신호강도 증가의 경우, 전방 십자인대의

**Table 1.** Grades of Contrast Enhancement in Acute and Chronic Anterior Cruciate Ligament Tears

Grade	Acute	Chronic
1	2(13.3)	4(57.1)
2	4(26.7)	3(42.9)
3	9(60.0)	0
Total	15	7

The numbers in the parentheses are the percent values.

**Table 2.** Primary and Secondary Signs of the ACL Tear

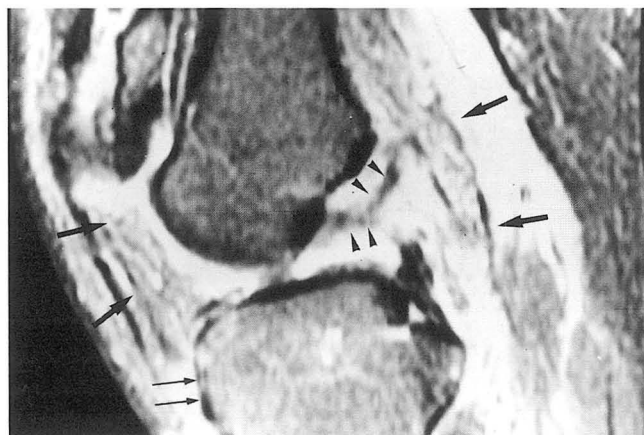
Sign	No. of the Patients	
	Acute (15)	chronic (7)
Torn ACL		
increased SI	15	5
focal	9	2
diffuse	6	3
wavy contour	10	3
focal discontinuity	5	0
Bone bruise	15	2
Soft tissue edema	13	2
Anterior displacement of tibia	5	5
PCL buckling	10	6

The ACL is not visualized in the 2 cases of the chronic ACL tear.

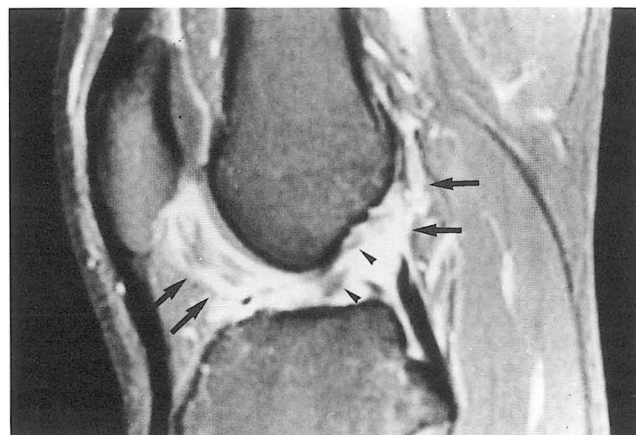
ACL=anterior cruciate ligament

PCL=posterior cruciate ligament

SI=signal intensity



**Fig. 1.** Sagittal fat-suppressed gadolinium-enhanced T1-weighted MR image (TR/TE, 450msec/16msec) through the intercondylar notch of the knee in a 39-year-old woman with acute complete ACL tear. Contrast enhancement is extended beyond the joint capsule into the adjacent soft tissue (arrows). Wavy contour of the ACL with diffuse hyperintensity is illustrated (arrow heads). The contrast enhancing area at the anterior aspect of the tibia may be bone bruise (long arrows).



**Fig. 2.** Sagittal fat-suppressed gadolinium-enhanced T1-weighted MR image (TR/TE, 450msec/12msec) of the knee in a 19-year-old boy with chronic ACL tear. Contrast enhancement is confined to the joint capsule (arrows). The ACL is seen as a small fragment with mild hyperintensity within the intercondylar notch.



**Fig. 3.** Sagittal fat-suppressed gadolinium-enhanced T1-weighted MR image (TR/TE, 550msec/12msec) of the knee in a 24-year-old man with chronic ACL tear. Contrast enhancement is confined to the expected ACL region within the intercondylar notch (arrows). This represents combined ACL fragment and bridging fibrous scars.

**Table 3.** Comparisons between the Signs of the ACL Tear and Grades of Contrast Enhancement in Acute and Chronic ACL Tears

Sign	Acute(15)			Chronic(7)		
	I	II	III	I	II	III
Increased SI focal(11)	1	2	6	1	1	0
Diffuse(9)	1	2	3	2	1	0
Bone bruise(17)	2	4	9	1	1	0
Soft tissue edema(16)	1	3	9	0	2	0
Anterior displacement of tibia(10)	1	2	2	4	1	0
PCL buckling(16)	0	3	7	4	2	0

The number in each parenthesis of the first column is the sum of acute and chronic ACL tear cases in each finding.

대퇴골 기시부에서 보였고 경골판 부착 부위의 인대 섬유 가닥들은 구분하여 볼 수 있었다.

골좌상은 급성 인대 파열의 경우는 100% (15/15)에서 있었고 만성인 경우는 29% (2/7)에서 볼 수 있었다 (Table 2). 골좌상이 관찰된 위치에 따라서 분석해 보면, 외측 경골판의 후방에만 있었던 경우가 8명 (36%), 외측 경골판의 후방부와 외측 대퇴골 관절구의 중앙부에 같이 있었던 경우가 5명 (23%), 내측과 외측 대퇴골 관절구에 같이 있었던 경우가 1명 (5%), 내측 대퇴골 관절구에만 있었던 경우가 2명 (9%), 내측 경골판에만 있었던 경우가 1명 (5%)이었다. 따라서, 골좌상이 있었던 17명중에서 14명 (82%)이 외측부에서 골좌상을 보였다. 주위 연부조직 부종은 급성 87% (13/15)에서, 만성 29% (2/7)에서 볼 수 있었다 (Table 2).

경골의 전방 탈출은 급성의 33% (5/15), 만성의 71% (5/7)에서 있었다. 후방 십자 인대의 전방 만곡은 급성 인대 파열의 67% (10/15), 만성의 86% (6/7)에서 볼 수 있었다

**Table 4.** Analysis of Findings of Soft Tissue Edema and/or Tibial Anterior Displacement in Acute and Chronic ACL Tears

Soft tissue edema	Tibial anterior displacement	No of Patients	
		Acute	Chronic
+	-	10 ( 10 )	1 ( 1 )
-	+	6 ( 1 )	4 ( 4 )
+	+	4 ( 3 )	1 ( 1 )
-	-	2 ( 1 )	1 ( 1 )
Total		22 ( 15 )	7 ( 7 )

The numbers in each parenthesis are those of acute and chronic ACL tear cases, respectively.

(Table 2).

전방 십자인대 파열의 일차적, 이차적 소견과 조영증강영상의 등급을 비교 분석한 것을 표 3에 요약하였다. 3등급에 해당하는 조영증강을 보이는 급성 인대 파열의 (9/14) 모두에서 인대내 신호강도의 증가, 주위 연부조직 부종이나 골좌상을 동반하였다. 2등급에 해당하는 조영증강을 보이는 만성 인대 파열의 경우는 모두 주위 연부조직 부종을 보였다 (2/2). 경골의 전방 탈출은 특히 만성의 경우, 1등급의 조영증강을 보이는 경우가 많았다 (4/5).

또한, 이차적 소견중 경골의 전방 탈출과 주위 연부조직 부종의 소견을 급성, 만성군별로 분석한 결과 (Table 4), 급성인 경우는 주위 연부조직 부종은 있지만 경골의 전방탈출이 없는 소견이 가장 많았고 (10/15), 두가지가 함께 동반된 소견이 다음으로 많았다 (3/15). 만성인 경우는, 경골의 전방 탈출은 있지만 주위 연부조직 부종은 볼 수 없는 경우가 가장 많았다 (4/7).

## 고 찰

전방 십자인대의 주 기능은 대퇴골에 대하여 경골의 전방이탈과 내회전을 제한하는 것이다. 또한, 슬관절의 과신전과 외반 및 내반능력 (valgus and varus stress)을 제한한다 (1, 2, 5, 8). 이러한 전방 십자인대의 파열은 무릎 관절이 굽혀진 상태에서 경골이 내회전하거나 대퇴골이 외전운동할 때 발생한다 (2, 5, 11). 자기공명영상은 높은 정확도로 전방 십자인대 파열을 진단할 수 있다고 알려져 있고 (2) 급성 및 만성 전방 십자인대 파열의 감별에 대해서도 많은 연구가 있었지만, 이들은 주로 전방 십자인대의 부종 및 관절 주위 골좌상의 여부에 의한 구분이었다 (2, 10). 본 연구에서는 이들 일차적 혹은 이차적 소견들의 분석뿐만 아니라 지방억제 gadolinium 조영증강영상이 급성 및 만성 인대 파열의 감별에 유용한지 알아보려고 하였다.

급성 전방 십자인대 파열에 있어서 자기공명영상의 특징적인 소견은 과관절흔에서 전방 십자인대가 부분적 혹은 전반적인 부종상의 연부조직으로 보이는 것이며 만성 전방 십자인대 파열의 주변에 고인 관절 삼출액과는 구분되어야 한다. 부종상의 연부조직은 T2강조영상에서 비균일하면서도 약간 고신호강

도를 보이는 반면, 관절 삼출액은 T2강조영상에서는 분명한 고 신호강도를 보인다(2, 5). 또한, 수상후 1일에 인대 부종이 없거나, 수상후 4주경에 부종이 심한 경우가 보고되어 있다(2). 만성 십자인대 파열의 자기공명영상에서 가장 흔히 보는 소견은 인대내 심한 부종 없이 비정상적인 주행을 보이면서 다양한 크기로 보이는 것이다(2). 만성 십자인대 파열은 때로는 전혀 안 보이기도 하고 종종 정상으로 오인되는 경우가 많은데 이는 과 간절흔내에 섬유화된 반흔조직의 다양한 모습과 방향때문인 것으로 알려져 있다. 완전히 형성된 섬유성 반흔조직은 자기공명 영상에서 밴드 모양으로 전방 십자인대의 주행을 따라 인대와 같은 성상으로 보이는데 이것이 바로 만성 인대 파열을 정상 인대로부터 구분하기 어렵게 하는 것이다(2, 3).

본 연구에 의하면 지방억제 gadolinium 조영증강영상은 급성 인대 파열의 경우는 부종에 의해 정상적인 모습을 상실하고 두터워져 있는 인대뿐만 아니라 관절막을 넘어서 주변의 더 넓은 범위까지 확장된 조영증강 양상을 주로 보이고, 만성 인대 파열의 경우, 인대가 있을 부위에만 국한된 조영증강 양상을 주로 보이며 관절막보다 더 넓은 범위까지 확대된 조영증강은 한 예도 없었으므로 이들을 구별하는데 있어서 지방억제 gadolinium 조영증강 영상이 도움을 줄 수 있음을 알 수 있었다(Table 1). 또한, 지방억제 gadolinium 조영증강 영상의 의미있는 소견으로써, 정상으로 오인되기 쉬운 만성 전방십자 인대 파열의 경우, 주로 인대가 있을 부위에만 국한된 조영증강을 보여서 조영증강이 안되는 정상 인대와 구별될 수 있었다.

전방 십자인대 파열의 일차적 소견은 인대내에 부분적 혹은 전반적인 증가된 신호강도이외에 형태적인 변화로, 부분적 끊김 혹은 인대의 물결 모양들을 볼 수 있는데, 이런 직접적인 소견이 91%(20/22)로 가장 민감한 소견이라는 결론을 얻을 수 있었고 이는 이전의 Tung등과 (1)일치하였다(Table 1). 또한, 최근 연구결과들은 전방 십자인대 파열의 이차적 소견의 중요성을 보고하고 있는데 이것이 수상을 입은 기전이나 인대가 결손된 결과에 따르는 슬관절의 불안정성을 나타내는 간접적 소견이기 때문이다(1, 8, 10). 이차적 소견으로는 골좌상(특히, 경골판 외측 후방에 잘 발생하고, 종종 대퇴골 외측 관절구의 중앙 혹은 전방 부위에 발생), 경골의 비정상적인 전방 탈출 혹은 외측방 경골판에 대한 외측 원판양 반월상 연골의 후방 이탈, 주위 연부 조직의 부종등을 볼 수 있다(1, 8, 10).

전방 십자인대의 수상 기전은 흔히 외반능력에 의하며, 내측 관절부위의 신연(distraction)과 외측 경골판과 외측 대퇴골관절의 매복(impaction)이 유발된다. 전방 십자인대가 파열된 경우, 외측 경골이 전방으로 아탈구(subluxation)되면서 상대적으로는 대퇴골의 중앙부나 전방에 매복 수상을 입게 되는데 이러한 이유로, 경골의 외측부에 골좌상이 잘 생긴다(2, 5, 11). 골좌상이란 골피질하 경색, 부종, 출혈 혹은 골소주 내의 미세 골절에 의해 보이는 것이고 수상후 시간이 지남에 따라 T2 강조영상에서 감소되거나 혹은 증가된 신호강도로 보일 수 있다(6, 8, 11). 본 연구에서 전체 22명 환자중 3개월 이내에 시행한 급성 전방 십자인대 파열 전 예에서, 만성인 경우는 29%에서 골좌상의 소견이 있었다. 이와같은 골좌상은 이제까지의 보고

들에 의하면 수상후 12주 이내에 자기공명영상을 시행한 완전한 전방 십자인대 파열 환자의 56-94%에서 볼 수 있다고 한다(10-13). 또한, Tung등에 의한 연구에서는 골좌상이 슬관절 수상후 9주 이후에는 보이지 않았다고 하였음에도 불구하고(1) 본 연구에 의하면 7개월 경에 시행한 자기공명영상에서도 동반되는 경우가 있었다.

주위 연부조직의 부종은 급성의 87%, 만성인 29%에서 보였다. 그러나 심한 손상시에는 만성으로 구분된 기간에도 부종이 남아 있을 수 있어서 3개월 이후 만성으로 구분된 환자들에 있어선 초기 손상에 대한 정보가 없으면 이것만을 근거로 급성과 만성으로 분류하는 것은 어려웠다. 조영증강영상과 주위 연부조직 부종 등의 소견을 함께 분석해 본 결과 급성 인대 파열에선 주위 연부조직 부종이 동반되었을 경우 3등급에 해당하는 조영증강을 보이는 경우가 많았고, 만성인 경우는 주변 연부조직 부종이 있을 경우 주로 2등급의 조영증강을 보였다. 따라서, 주위 연부조직 부종과 조영증강은 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다. 본 연구의 결과에서 3등급의 조영증강을 보인 경우는 모두 급성 인대 파열로 진단할 수 있었던데 반하여, 2등급에 해당하는 조영증강은 급성과 만성인 경우가 4예와 3예로서 조영증강의 소견만으로 이들을 구분하는 것은 어려웠다. 그러나, 골좌상은 단지 2예만이, 주위 연부조직 부종도 2예만이 만성 인대 파열에서 보였던 낮은 빈도로 동반되는 소견이므로, 2등급의 조영증강을 보이는 경우, 급성과 만성을 구분하는데 골좌상이나 주위 연부조직 부종의 소견을 함께 관찰하면 정확도를 높일 수 있을 것 같다.

경골의 전방 탈출 소견은 본 연구의 45%에서 보였던 소견이었고 이 소견의 높은 특이도와 상대적으로 낮은 민감도에 대해 보고한 Vahey 등의 연구에(13) 일치한다. 본 연구에서 경골의 전방 탈출이 있던 환자 모두에서 후방 십자인대의 전방 만곡이 보였고, 후방 십자인대의 전방 만곡이 보이던 환자의 63%에서 경골의 전방 탈출이 있어서 이 두 소견은 높은 빈도로 함께 보일 수 있음을 알 수 있었다. 또한, 경골의 전방 탈출과 주위 연부조직 부종의 소견을 급성 및 만성군별로 분석해 본 결과 급성인 경우는 주위 연부조직의 부종은 있지만 전방 탈출이 없는 경우가 가장 많았고(10/15), 두가지가 모두 보인 경우가 다음으로 많았다(3/15). 만성인 경우는 경골의 전방 탈출은 있지만 주위 연부조직 부종은 볼 수 없는 경우가 가장 많았다(4/7). 이는 급성 십자인대 파열의 경우, 통증에 의한 근성방위(guarding of overlying musculature)로 인해 경골의 전방 탈출이 안 보이는 경우가 많은 반면, 만성인 경우는 통증이 많이 감소된 상태이므로 근성방위가 감소하고 따라서, 경골의 전방 탈출이 드러난 것으로 해석할 수 있다.

전방 십자인대 파열의 급성과 만성을 구별하는 것은 환자의 치료 향방에 중요한데, 급성의 경우는 일차적인 인대 봉합이 가능한데 비하여 만성인 경우는 치료를 하지 않고 지내는 경우, 관절 손상이 빨리 진행되므로 인대 재건수술을 해 주는 것으로 되어있다. 또한, 만성인 경우는 절흔내의 섬유성 반흔조직이 온전한 전방 십자인대와 유사하게 보여 이들간의 구분이 어렵다. 최근 지방억제 양성자밀도강조영상 및 지방억제 T2강조영상을



시행해본 결과 이 방법들과 지방억제 조영증강 T1강조영상 모두에서 골부종 및 연부조직 부종이 유사하게 잘 관찰되었다. 그러므로, 지방억제 양성자밀도강조영상 및 지방억제 T2강조영상에 지방억제 조영증강 T1강조영상을 대치할 수 있을 것으로 생각된다. 이 연구의 제한점은 충분한 대상의 지방억제 양성자 밀도영상 및 지방억제 T2강조영상을 얻지 못해서 지방억제 조영증강 T1강조영상과 유의있는 비교연구를 하지 못한 점이다.

이상에서 언급했듯이 지금까지 알려진 급성과 만성 인대파열의 구분 기준에 의한 분석과 더불어 지방억제 gadolinium 조영증강영상은, 급성의 경우는 관절막보다 더 넓은 부위까지 확장되어 조영되는 양상을 주로 보이고, 만성인 경우는 인대가 있을 부위에만 국한된 조영증강을 주로 보였다. 3등급의 조영증강을 보인 경우는 모두 급성 인대 파열로 진단할 수 있었던데 반하여, 2등급에 해당하는 조영증강은 급성과 만성이 각 4예와 3예로서 조영증강의 소견만으로 이들을 구분하는 것은 어려웠는데 골좌상이나 주위 연부조직 부종은 만성 인대 파열에서 낮은 빈도로 동반되는 소견이므로, 2등급의 조영증강을 보이는 경우, 골좌상이나 주위 연부조직 부종의 소견을 함께 관찰하면 급성과 만성을 구분하는데 정확도를 높일 수 있을 것 같다. 또한 지방억제 gadolinium 조영증강영상은 만성 인대 파열의 경우, 조영증강이 안되는 정상 인대와도 구별이 되어, 전방 십자인대 손상의 정확한 진단에 도움이 될 수 있다고 생각한다.

## 참 고 문 헌

1. Tung GA, Davis LM, Wiggins ME, Fadale PD. Tears of the anterior cruciate ligament: Primary and secondary signs at MR imaging. *Radiology* 1993; 188: 661-667
2. Vahey TN, Broome DR, Kayes KJ, Shelbourne KD. Acute and chronic tears of the anterior cruciate ligament: Differential features at MR imaging. *Radiology* 1991; 181: 251-253
3. Hidetoshi I, Megumi M, Keizo D, Kenzi T. MRI of anterior cruciate ligament healing. *J Comp Assist Tomogr* 1996; 20(2): 317-321
4. Gentili A, Seeger LL, Yao L, Do HM. Anterior cruciate ligament tear: Indirect signs at MR imaging. *Radiology* 1994; 193: 835-840
5. Remer EM, Fitzgerald SW, Friedman H, Rogers LF, Hendrix RW, Schafer MF. Anterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury. *RadioGraphics* 1992; 12: 901-915
6. McCauley TR, Moses M, Kier R, Lynch JK, Barton JW, Joki P. MR diagnosis of tears of anterior cruciate ligament of the knee: Importance of ancillary findings. *AJR* 1994; 162: 115-119
7. Turner DA, Prodromos CC, Petasnick JP, Clark JW. Acute injury of the ligament of the knee: Magnetic Resonance evaluation. *Radiology* 1985; 154: 717-722
8. Brandser EA, Riley MA, Berbaum KS, El-Khoury GY, Bennett DL. MR imaging of anterior cruciate ligament injury: Independent value of primary and secondary signs. *AJR* 1996; 167: 121-126
9. Liu SH, Osti L, Dorey F, Yao L. Anterior cruciate ligament tear: A new diagnostic index on magnetic resonance imaging. *Clini Orthop* 1994; 302: 147-150
10. Robertson PL, Schweitzer ME, Bartolozzi AR, Ugoni A. Anterior cruciate ligament tears: Evaluation of multiple signs with MR imaging. *Radiology* 1994; 193: 829-834
11. Kaplan PA, Walker C, Kilcoyne R, Brown D, Tusek D, Dussault R. Occult fracture patterns of the knee associated with anterior cruciate ligament tears: Assessment with MR imaging. *Radiology* 1992; 183: 835-838
12. Murphy BJ, Smith RL, Uribe JW, Janecki CJ, Hechtman KS, Mangasarian RA. Bone signal abnormalities in the posterolateral tibia and lateral femoral condyle in complete tears of the anterior cruciate ligament: a specific sign? *Radiology* 1992; 182: 221-224
13. Vahey TN, Hunt JE, Shelbourne KD. Anterior tranlocation of the tibia at MR imaging: A secondary sign of anterior cruciate ligament tear. *Radiology* 1993; 187: 817-819
14. Walker C, Moore TE. Imaging of Orthopedic Trauma. *Radiol Clin North Am* 1997; 35: 631-653

## Acute and Chronic Tears of Anterior Cruciate Ligament : Role of Gadolinium-enhanced MR Imaging<sup>1</sup>

Eun-Jung Lee, M.D., Won-Hee Jee, M.D., Soo-A Im, M.D.,  
Ho-Jong Chun, M.D., Hyun-Seouk Jung, M.D., Soo-Young Kim, M.D.,  
Tae-An Kwon, M.D., Sun-Wha Song, M.D., Kyu-Ho Choi, M.D.

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Catholic University Medical College*

**Purpose:** To evaluate the efficacy of fat-suppressed gadolinium-enhanced MR imaging in differentiating acute from chronic ligament tears of anterior cruciate ligament.

**Materials and Methods:** MR images of 22 patients with arthroscopically proven complete tear of the anterior cruciate ligament were retrospectively reviewed. The interval between injury and MR examination was one day to seven years. When ligament tear was detected on MR image within three months of injury, the case was considered acute; if detected after three months had elapsed, it was judged to be chronic. The extent of contrast enhancement was graded as 1, 2 or 3; grade 1, enhancement was confined to the expected ligament region; grade 2, enhancement extended to the joint capsule; grade 3, enhancement extended beyond the joint capsule. The grades of contrast enhancement correlated with the acute and chronic stages of ligament tears. Associated bone bruise and/or adjacent soft tissue edema were also evaluated.

**Results:** Among 15 patients with acute ligament tear, nine (60%) showed grade 3 enhancement; among seven in whom tearing was chronic, four (57%) showed grade 1 enhancement. Bone bruising was present in 100% of acute tears (15/15) and 29% of chronic tears (2/7). Soft tissue edema was associated in 87% of acute tears (13/15) and 29% of chronic tears (2/7).

**Conclusion:** Fat-suppressed gadolinium-enhanced MR imaging could help differentiate acute from chronic tears of anterior cruciate ligament, as well as bone bruising and tissue edema.

**Index words:** Knee, MR

Knee, Ligaments, Menisci, and Cartilage  
Ligaments, Injuries

Address reprint requests to: Eun-Jung Lee, M.D., Department of Radiology, Catholic University Medical College, Kangnam St. Mary's Hospital, 505 Banpo-Dong, Seocho-Gu, Seoul, 137-040, Korea,  
Tel. 82-2-590-1576 Fax 82-2-599-6771