



전방 십자 인대의 일차 봉합술 후 MRI 소견

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

김정만 · 고인준 · 이동엽 · 이윤민

MRI Findings of the Repaired Anterior Cruciate Ligament

Jung-Man Kim, M.D., In-Jun Koh, M.D., Dong-Yeob Lee, M.D., and Yoon-Min Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam St. Mary's Hospital,
The Catholic University of Korea, College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To investigate MRI findings of the repaired anterior cruciate ligament (ACL).

Materials and Methods: Seventeen of arthroscopic ACL primary repair with sutures pull-out technique were followed for 21.4 months (range: 12 to 60 months). Stability was assessed with physical examination and KT-1000 arthrometer (MED metric, San Diego, CA) and postoperative MRI checked with time. The patients were divided into 2 groups according to the location of tear which was defined with the location of remained synovial sleeve. Group I (11 patients) comprised that the tear was located within proximal 1/3 of ACL substance and group II (6 patients) comprised below proximal 1/3. MRI findings of the repaired ACL were evaluated by its course, sharpness, thickness and signal intensity using 3 grade system and correlated with its location of tear.

Results: In all cases, Lachman test and flexion-rotation drawer test were negative, pivot-shift test was less than grade I and the mean side-to-side difference by use of KT-1000 arthrometer was 1.4 mm (range: -1.0 to 2.5 mm). The overall continuity of the repaired ACL was well maintained in all cases. However, mild sagging was observed in 10 cases (58.8%), mild obscure contour in 6 cases (35.3%), increased thickness in 8 cases (47.1%) and slight increased signal intensity in 5 cases (29.5%). There was no statistical significance in all parameters between 2 groups. And a focal defect at the femoral attachment site in sagittal image was observed in 7 cases (41.2%) of all patients which comprised 2 cases (18.2%) of group I and 5 cases (83.3%) of group II. It was observed more frequently in group II with statistical significance ($p=0.035$).

Conclusion: Some abnormal MRI findings such as mild sagged course, obscure contour, increased thickness and signal intensity, the focal defect at femoral attachment site could be observed even though the stability was well maintained clinically. We thought that the focal defect was affected by the location of tear of ACL.

KEY WORDS: ACL, Primary repair, Focal Defect, MRI

서 론

파열된 전방 십자 인대는 이를 둘러 싸고 있는 활막 조직 (synovial sleeve)의 염증 반응을 통하여 복원된다^{1,3,8,10}. 그러나 손상 후 활막 조직은 수축하며 이로 인하여 파열부 말단

의 접촉이 제한되어 불완전한 가교 반흔(bridging scar)이 형성된다¹⁰. 대부분의 파열은 대퇴골 부착 지점으로부터 근위 1/2이내의 실질부에 사상(spiral)으로 발생되어^{17,19} 파열단의 접촉면이 넓기 때문에 파열 원위부를 근위부로 견인시킨다면 파열부 말단간 근접이 가능하여 십자 인대의 재생에 보다 적합한 환경을 만들 수 있다.

관절 절개를 통한 전방 십자 인대의 일차 봉합술은 과거에 시행되었으나 광범위한 절개로 인한 연부조직의 손상 및 장기간의 수술 후 고정 등에 의한 합병증으로 현재는 더 이상 시행되지 않고 있다⁹. 그러나 관절경을 이용하여 연부조직의 손상을 최소화하면 신생 혈관의 기사부를 보존할 수 있으며 조

* Address reprint request to

In-Jun Koh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam St. Mary's Hospital,
Catholic University of Korea, 505, Banpo-dong, Seocho-gu, Seoul 137-701, Korea
Tel: 82-2-590-1464, Fax: 82-2-535-9834
E-mail: hinman74@naver.com

기 관절 운동이 가능하여 전통적인 일차 봉합술의 단점을 극복할 수 있다. 전방 십자 인대의 관절경하 일차 봉합술 후 수술 결과에 관한 보고는 드물며 수술 후 자기 공명 영상 검사 소견에 관한 보고는 없었다.

저자들은 관절경하에서 파열 원위부 정상 활막 소매에 7개의 봉합사를 관통시킨후 근위부로 끌어 당겨 파열부 활막 조직을 근접시키는 견인 결찰 봉합술을 시행한 후 정기적으로 자기 공명 영상을 추적하였으며 수술시 확인된 파열 부위 위치에 따른 자기 공명 영상 소견의 차이를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상 및 방법

2003년 6월부터 2008년 12월까지 전방 십자 인대 손상으로 관절경하 일차 봉합술을 시행하고 최소 12개월 이상 추시가 가능했던 17예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 21.4개월(범위: 12~60개월)이었으며 수술 시의 평균 연령은 33.8세(범위: 19~59세)였고 남성이 16예, 여성이 1예였다. 수술은 급성 파열로 수상한 지 8주 이내에 수술 전 자기 공명 영상과 신체 검사로 전방 십자 인대 파열이 확인된 경우에 시행하였으며 수상 후 평균 28.4일(범위: 16~43일)에 시행하였다.

동반 손상은 내측 반월상 연골 파열이 3예, 외측 반월상 연골 손상이 9예였으며 내외측 반월상 연골의 동시 손상은 2예였으며 모든 예에서 부분 절제술을 시행하였다. 전방 십자 인대 이외의 슬관절 주변 다른 인대 손상이나 골절이 동반된 경우는 본 연구에서 제외하였다.

외래 추시는 수술 후 6주, 12주, 6개월, 1년 및 그 후에는 매

년 시행하였으며 자기 공명 영상 촬영은 수상 후, 수술 후 3개월, 6개월, 1년 및 그 후에는 매년 시행하였다. 관절경 수술시 5 mm 탐침(probe)을 이용하여 전방 십자 인대의 대퇴기로부터 파열부의 온전한 활막 소매까지의 길이를 재측하였으며 위치에 따라 환자를 두 군으로 분류하였다(Fig. 1). 제1군은 파열이 대퇴골 부착지점으로부터 근위 1/3 실질부 이내에 위치하는 경우로 11예가 해당하였고, 제2군은 파열이 제1군 보다 원위에 위치하는 경우로 6예가 해당하였다. 수술, 신체 검사 및 수술 후 자기 공명 영상 소견 분석은 한 명의 정형외과 의사에 의하여 시행되었다.

2. 수술 방법

먼저 전내측 및 전외측 도달법으로 반월상 연골의 파열 여부를 검사한 후 이에 대한 치료를 시행한다. 탐침을 이용하여 전방 십자 인대의 파열 양상을 정확히 확인한 후 suture punch 또는 suture hook을 전내측 진입로로 삽입한다. 7가닥의 No.0 PDS (Ethicon, Somerville, NJ) 봉합사를 전방 십자 인대의 원위부에 활막 소매가 온전한 부위에 앞에서 뒤쪽으로 전차 근위부 방향으로 인대 전체를 관통시킨 다음 뒤쪽 끝을 grasper로 전내측 진입로로 뽑아낸다. 봉합사 양 끝은 7가닥씩 2다발이 되며 이들 hemostat으로 분리하여 놓는다(Fig. 2B). Curved passer (Acufex, Norwood, MA)를 전내측 진입로로 넣어 골에 바짝 붙여 외측 과상부 대퇴골과 간 절흔의 후방(over-the-top)위치로 밀어 낸다. 외측 광근(vastus lateralis)의 뒤쪽에서 guide의 끝이 만져지면 그 위에 피부 절개를 가하고 femoral guide를 반대 방향으로 삽입하여 관절내로 넣는다. 관절경 조절 하에 이를 전방 십자 인

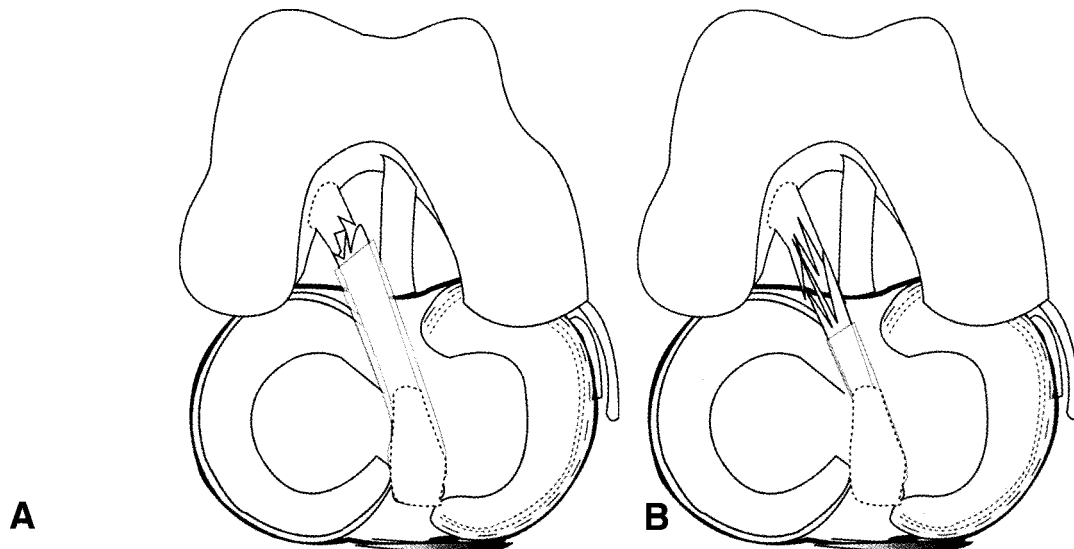


Fig. 1. The patients were divided into 2 groups according to the location of tear which was defined with the location of remained synovial sleeve. (A) Group I (11 patients) comprised that the tear was located within proximal 1/3 of ACL substance. (B) Group II (6 patients) comprised below proximal 1/3.

대의 대퇴골 부착부에 위치시킨 후 대퇴골 후외측으로부터 관절내로 drill을 삽입하여 터널을 만든다. 18번 철사 고리(wire loop)를 이용하여 두 다발의 봉합사 중 한 다발은 이 터널을 통하여 대퇴골 외과로 뽑아내고 다른 한 다발은 curved passer를 다시 대퇴골 후외측으로 진입시켜 철사 고리를 걸어 앞으로 뽑아냈다가 봉합사 다발을 걸어 over-the-top 위치로 뽑아낸다. 이때 봉합사 중 전방 십자 인대의 전방에 위치한 다발은 over-the-top 위치로 뽑아내고 후방에 위치한 봉합사는 외과를 관통하는 골터널로 뽑아내면 전방 십자 인대 전내측 및 후외측 다발의 꼬임과 대퇴골 부착 부위를 보다 해부학적으로 재현할 수 있다. 슬관절을 15° 굴곡시키고 두 다발의 봉합사를 팽팽하게 유지시킨 상태에서 Lachman 검사를 시행하고 안정성이 유지되면 90° 굴곡 상태에서 결찰한다(Fig. 2C). 관절경으로 관절내의 봉합 상태를 확인한 후 Lachman검사가 음성으로 된 것과 정상 관절 운동 범위를 확인한다.

3. 수술 후 처치

수술 후 6주까지 운동 제한 보조기를 착용하되 수술 직후부터 0° 신전 위에서 전체중 부하 보행을 허용하였으며 체중 부하를 하지 않을 때에는 보조기 착용하에서 전범위의 조기 관절 운동을 허용하였다. 수술 후 6주부터 보조기 없이 보행을 허용하였으며 3개월 후부터 조깅을 허용하였다. 스포츠를 포함한 모든 수상 이전 활동으로의 복귀는 술 후 12개월부터 허용하였다.

4. 안정성 평가 및 자기 공명 영상 검사

외래 내원시 마다 Lachman 검사, Pivot-shift 검사, flexion-rotation drawer 검사 및 KT-1000 arthrometer를 이용한 안정성을 검사하였고 1.5T image (Twin Speed; General Electronic Medical System, Milwaukee, WI) 자기 공명 영상을 이용하여 봉합된 전방 십자 인대를 수술 후 주기적으로 추적 관찰하였다.

봉합된 전방 십자 인대의 상태는 Chung 등²⁾의 방법을 이용하여 주행 경로의 곧은 정도(straightness), 경계의 명확성(sharpness), 실질부 두께(thickness) 및 신호 강도의 세기(signal intensity) 등을 3등급으로 분류하여 평가하였다. 주행의 곧은 정도는 곧음(straight), 경도의 처짐(sagging), 심한 요동(severe wavy)으로 분류하였으며 경계의 명확성은 명확(sharp), 경도의 불명확(obscure), 심하게 불명확한 경우로 분류하였다. 두께는 전방 십자 인대의 경골부착부의 두께와 비교하여 정상, 증가, 감소로 분류하였으며 신호 강도는 주변의 근육의 신호 강도와 유사할 때 저신호 강도로 정의하였고 균등한 저신호 강도, 저신호 강도내 고신호 강도의 혼재, 비균등 고신호 강도로 분류하였다.

5. 통계 분석 방법

SAS 통계 프로그램(version 9.1; SAS institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 Fisher's exact test, paired T-test를 시행하였고, 통계적 유의 수준은 0.05미만으로 하였다.

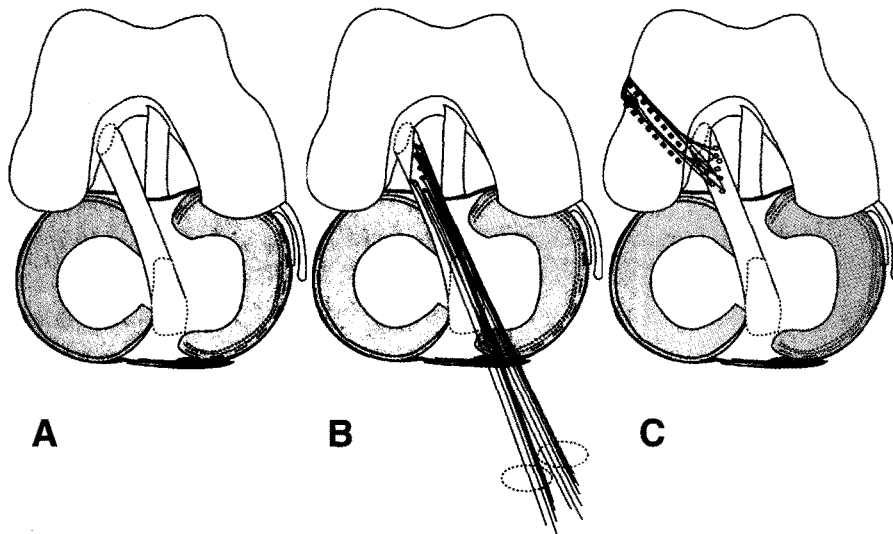


Fig. 2. Schematic drawings show normal ACL and procedures of the arthroscopic ACL primary repair. (A) Normal ACL (B) Six to seven sutures are placed at the distal ACL stump where intact synovial sleeve exists. (C) The sutures are pulled out proximally through transcondylar and over-the-top route and tied at the lateral supracondylar region.

결 과

1. 안정성 검사

모든 예에서 최종 외래 방문시 Lachman검사와 flexion-rotation drawer 검사는 음성 소견을 보였고 Pivot-shift 검사는 1도 이하의 소견을 보였다. 최종 외래 방문시 건측과 환측의 KT-1000 arthrometer 차이는 평균 1.4 mm(범위: -1.0~2.5 mm)로 측정되었다.

2. 관절경 소견

관절경 소견상 파열의 위치는 대퇴골 부착 부위부터 전방 십자 인대 근위부 1/3 실질부 이내의 파열이 11예(제 1군), 근위부 1/3 보다 원위부에서의 파열이 6예(제 2군)였다. 파열 양상은 모든 예에서 사상 파열이었으며 잔여 조직은 불규칙한 모양으로 남아 있었다(Fig. 3).

3. 관절경하 일차 봉합술 후 자기 공명 영상 소견

봉합된 전방 십자 인대의 전반적인 연속성은 모든 예에서 잘 유지되고 있었다. 끈은 정도는 10예(58.8%)에서 경도의 처짐을 보였으나 7예(41.2%)에서는 정상의 끈은 주행 경로를 보였고 심한 요동을 보인 예는 없었다. 경계의 명확성은 11예(64.7%)에서 명확한 경계를 보였으며 6예(35.3%)에서 경도의 불명확성을 보였고 심한 불명확성을 보인 예는 없었

다. 실질부 두께는 9예(52.9%)에서 경골 부착부와 유사하였으며 8예(47.1%)에서는 증가를 보였고 감소된 예는 없었다. 신호 강도는 12예(70.5%)에서 균등한 저신호 강도를 보였으며 5예(29.4%)에서는 저신호강도의 실질부에 고신호 강도가 혼재된 양상을 보였으며 비균등 고신호 강도를 보인 예는 없었다(Fig. 4, 5, 6, 7). 한편, 전체의 41.2%(7예)에서 전방 십자 인대의 대퇴골 부착 부위에서 부분적으로 경계가 불명확하며 증가된 신호 강도를 보이는 국소 결핵 소견이 관찰되었다. 이는 시상면상에서 관찰되었으며 대퇴 과간 절흔부의 외측면에 over-the-top 위치로 끌어 올린 봉합사 다발이 대퇴 골과 접촉하는 부위의 주변에서 관찰되었다(Fig. 5, Fig. 7).

4. 파열부 위치와 자기 공명 영상 소견과의 관계

봉합된 전방 십자 인대의 주행 경로는 제 1군의 54.5%(6예), 제 2군의 66.7%(4예)에서 경도의 처짐 소견을 보였고 나머지는 두 군 모두에서 정상의 끈은 주행경로를 보였다. 경계의 명확성은 제 1군의 63.6%(7예), 제 2군의 66.6%(4예)에서 명확하였으며 나머지는 두 군 모두에서 경도의 불명확 소견을 보였다. 두께는 제 1군의 54.5%(6예), 제 2군의 50.0%(3예)에서 정상소견을 보였으며 나머지는 두 군 모두에서 증가 소견을 보였다. 신호 강도는 제 1군의 63.6%(7예), 제 2군의 83.3%(5예)에서 균등한 저신호 강도를 보였으며 나머지는 두 군 모두에서 저신호 강도내 고신호 강도의 비균등 혼재 소견을 보였다. 주행 경로, 경계의 명확성, 두께, 신호 강도의 정도는 파열 부위의 위치에 따라 분류한 두 군간에 유의한 차이를

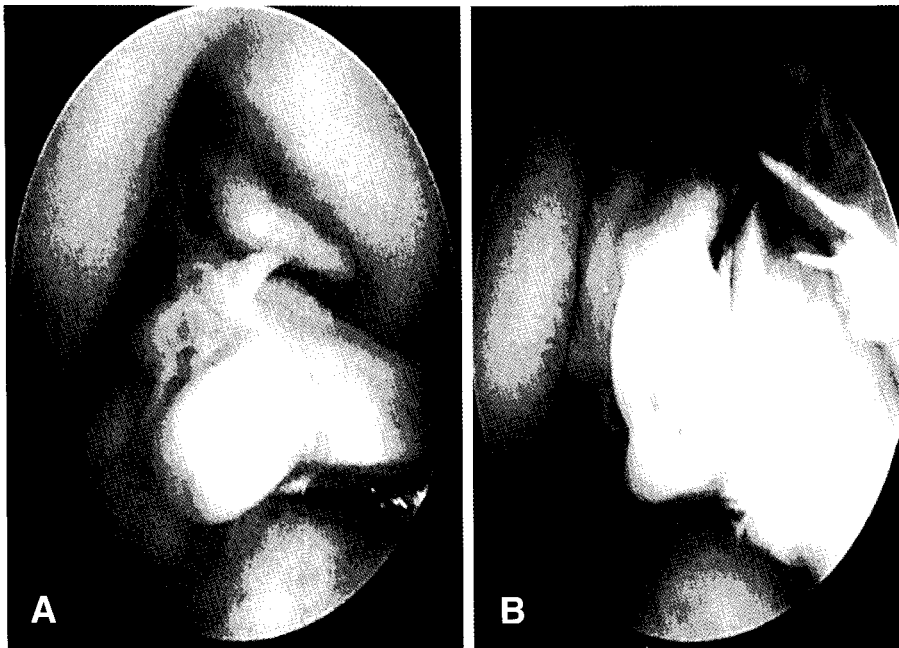


Fig. 3. The preoperative (A) and postoperative (B) arthroscopic findings of the torn ACL. The tear ran in a spiral fashion from proximal to distal. Sutures were passed through the distal stump of ACL and divided into 2 groups. Each suture group was pulled out proximally and tied.

보이지 않았다. 한편, 국소 결핍 소견은 근위부 1/3 이내의 파열인 제1군의 18.2%(2예)에서 관찰되었으며 근위 1/3보다 원위부 파열인 제2군의 83.3%(5예)에서 관찰되어 제2군에서 보

다 높은 빈도로 관찰되었으며 이는 통계학적으로 유의한 차이를 보였다($p=0.035$) (Table 1). 또한 나이, 성별, 수상 이후부터 수술 시까지의 기간 및 수술 후 추적 자기 공명 영상 촬영까



Fig. 4. Postoperative follow-up MR imaging of a 34-year-old man in group I obtained at 24 months after surgery. The repaired ACL showed a homogenous low signal intensity, sharp contour, normal thickness. However the course of ACL showed mild sagging. The femoral attachment site of the ACL appeared to be normal without defect.



Fig. 5. Postoperative follow-up MR imaging of a 54-year-old man in group II obtained at 60 months after surgery. The overall continuity of repaired ACL was well maintained, straight course with homogenous low signal intensity but thick, mild obscure contour. A focal defect at the femoral end was observed.

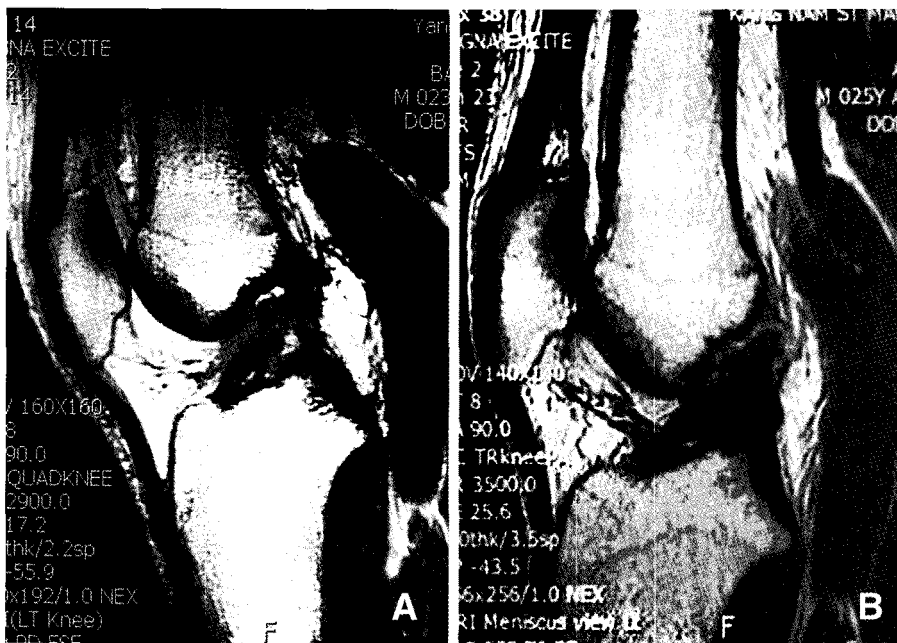


Fig. 6. Preoperative (A) and postoperative follow-up MR imaging (B) of a 23-year-old man in group I obtained at 2 years after surgery. The overall continuity of the repaired ACL showed well maintained but mild sagging course, thick, mild obscure contour with inhomogenous signal intensity. The femoral attachment site of the ACL appeared to be normal without defect.

지의 기간과는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

고 찰

손상된 전방 십자 인대는 내측 측부 인대와 같은 관절외(extra-articular) 인대에 비하여 임상적 결과는 불량하나 자연 치유 능력이 있다. Arnoczky 등¹⁾은 동물 실험을 통하여 전방 십자 인대의 미세 혈관 구조와 인위적 횡절단 손상에 대한 반응을 보고하였고 인대를 둘러싸고 있는 활막 조직과 지방 조직 등 주변의 연부 조직으로부터 재혈관화(revascularization)가 시작되어 치유가 진행되며 이를 최적화하기 위하여 활막 조직과 연부 조직을 가능한 보존해야 한다고 하였다. Deie 등²⁾은 전방 십자 인대의 조직 배양 실험을 통하여 활막 조직이 보존된 십자 인대에서 신생 모세 혈관과 콜라겐 섬유 형성이 가장 활발히 진행되었다고 보고하면서 십자 인대는 내재적 자연 치유 능력을 갖고 있으며 활막 조직이 중요한 기능을 담당한다고 하였다. Murray 등³⁾은 파열된 전방 십자 인

에서 시간대별 조직학적 변화과정을 관찰하였으며 면역조직 화학적 분석에 대하여 보고하면서 파열 이후 전방 십자 인대에서는 다른 치밀 결합 조직과 유사한 일련의 염증 반응이 발생되지만 파열부 말단에 활막층이 형성되며 이 활막 조직은 α -평활근 액틴(actin) 단백을 함유한 근섬유모세포양 세포(myofibroblast-like cell)를 함유하고 있어 파열부를 수축시키고 이로 인하여 가교 반흔 형성에 제한이 발생한다고 하였다. Hefti 등⁴⁾은 도끼의 전방 십자 인대를 인위적으로 횡절단 시킨 뒤 추적한 조직학적 관찰에서 완전 파열 시에는 재생이 일어나지 않았으며 부분 파열 시에는 불완전한 재생이 매우 느리게 이루어 진다고 하였다. 그러나 실제 인체에서 발생하는 전방 십자 인대의 파열은 동물 실험의 인위적인 횡절단 파열과는 차이가 있으며 대부분 근위 1/2이내에서 사상 파열 형태로 발생하여^{1,10)} 파열부의 접촉면이 넓다. 따라서 파열 원위부를 근위부로 적절한 위치로 견인하면 쉽게 파열 끝을 근위부에 근접시킬 수 있으며 관절경을 사용하면 주변 연부 조직을 가능한 보존할 수 있어 관절경하 일차 봉합술은 십자 인

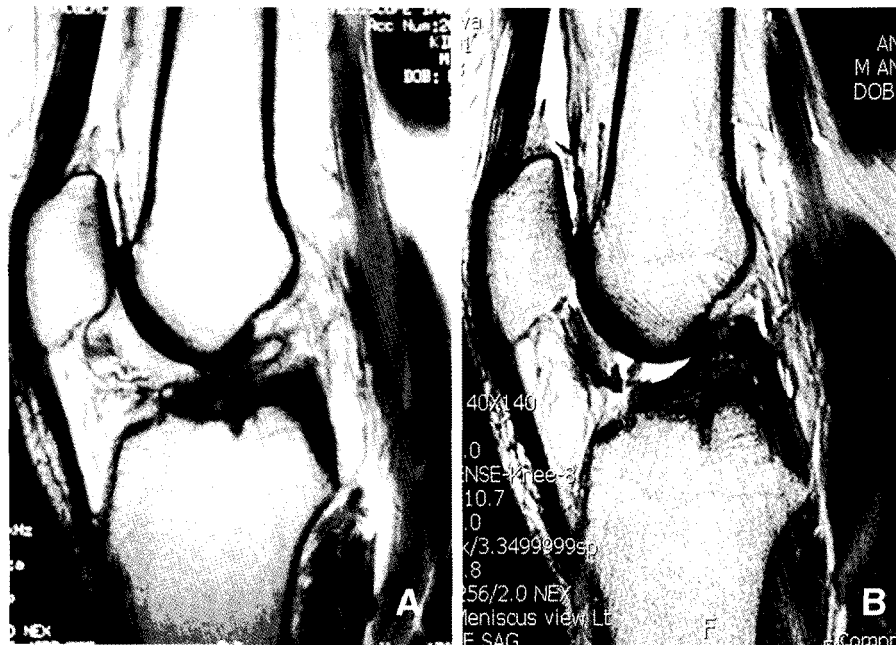


Fig. 7. Preoperative (A) and postoperative follow-up MR imaging (B) of a 54-year-old man in group II obtained at 1 year after surgery. The repaired ACL showed sharp contour, normal thickness with homogenous low signal intensity but mild sagging. A focal defect at the femoral attachment site was observed.

Table 1. The relationship between the incidence of the focal defect and the location of tear.

	Focal defect (+)	Focal defect (-)	Total
Group I	2 (18.2%)	9 (81.8%)	11 (64.7%)
Group II	5 (83.3%)	1 (16.7%)	6 (35.3%)
total	7 (41.2%)	10 (58.8%)	17

Group I : Tear of proximal 1/3, Group II : Tear of distal 2/3.

The incidence of focal defect was higher in group II with statistical significance (p=0.035).

대의 치유를 최적화시킬 수 있는 방법이라고 생각된다.

일차 봉합술의 기본 원리는 Marshall 등¹³이 보고한 다수 봉합 기법이다. 그러나 장기 추시상 시간이 경과함에 따라 임상적 기능 평가와 안정성이 악화되었다는 부정적 결과가 보고된 후 더 이상 그의 전통적인 개방적 술기는 시행되지 않고 있다^{4,6,19}. 그러나 이러한 부정적 결과는 관절 절개로 인한 광범위한 연부 조직 손상과 부적절한 수술 후 관리로 인한 복합적 결과로 생각된다. 저자들은 관절경하 일차 봉합술 후 조기 관절 운동을 시행하였으며 좋은 임상 결과를 경험하였다.

한편 최근에는 전방 십자 인대의 고유 감각(proprioception)의 중요성이 부각되면서 재건술 시에도 고유 감각을 보존하고 이식건의 빠른 재혈관화 과정(revascularization)을 돕기 위하여 일차 봉합술을 시행하여 잔여부를 최대한 보존하는 술기도 보고되고 있으며¹⁰ Lee 등¹¹은 단독으로 재건술만을 시행하였을 때보다 원위부를 보존하면서 재건 전에 봉합하였을 때 임상 결과가 더 우수하였다고 보고하였다.

자기 공명 영상은 전방 십자 인대의 급성 및 만성 손상, 수술 후 상태를 가장 잘 반영하며 민감도와 특이도는 각각 90~95%와 95~100%로 보고되고 있다^{10,19}. 또한 수술 후 또는 보존적 치료 시행 후 임상적으로 인정적인 슬관절에 대하여 2차 관절경 수술을 시행할 근거가 없기 때문에 이에 대한 자연 경과를 정확하게 평가할 수 있는 수단으로 사용되고 있다. 자기 공명 영상 소견상 손상 후 전방 십자 인대의 치유 정도는 인대의 연속성 및 굵기, 신호의 강도, 신호 강도의 균등성(homogeneity), 인대 주행의 곧은 정도(straightness), 인대 형태의 명확성(sharpness) 등을 고려하여 평가할 수 있다²⁰. 그러나 Chung 등²은 보존적 치료 후 자기 공명 영상 추적 검사에서 인대의 신호 강도 균등성, 형태의 명확성, 주행의 곧은 정도, 굵기 등은 임상적 안정과 통계학적으로 유의한 상관 관계가 없었으며 자기 공명 영상 소견 단독으로는 전방 불안정성을 예측할 수 없다고 보고하였다. 본 연구에서도 자기 공명 영상 소견상 전방 십자 인대의 대퇴골 부착 지점의 국소 결핍 소견은 임상적인 불안정성과 관계없이 관찰되었다. 따라서 손상 이후의 전방 십자 인대의 안정성 평가에는 반드시 임상적인 신체 검사가 시행되어야 하며 자기 공명 영상 소견 자체만으로는 안정성을 예측하는데 한계가 있다고 생각된다.

한편 저자들은 본 연구에서 십자 인대의 봉합술 후 자기 공명 영상 추시상 특징적인 국소 결핍 소견을 관찰하였는데 이는 시상면에서 전내측 다발의 대퇴골 부착지점의 후방 변연부에서 비균등한 신호 강도로 관찰되었다. 전방 십자 인대의 대퇴 기시부는 해부학적으로 전방부가 곧고 후방부가 볼록한 타원 형태로 전내측과 후외측 다발은 각각 대퇴 기시부의 근위와 원위부에 위치하게 된다^{2,19}. 따라서 전내측 다발의 기시부는 대퇴골의 보다 근위 및 전방부까지 연장되어 위치하며 over-the-top 위치로 봉합사를 뽑아내게 되면 끌려오는 활막 조직의 양에 따라 기시부의 완벽한 해부학적 재현에 한계가 있을 수 있다고 생각된다.

전방 십자 인대 손상후 치유는 활막으로부터 시작되므로 원위부 파열이나 근위부 파열중에서 활막 조직의 손상이 클 경우에는 치유가 불완전하게 진행되어 자기 공명 영상 소견상 국소 결핍 소견이 발생할 가능성이 있는 것으로 생각된다. 그러나 보다 정확한 규명을 위하여 국소 결핍부 위치, 크기 및 신호 강도에 관한 정량분석이 필요할 것으로 사료되며 임상적 결과에 관한 보다 장기적인 추시가 요할 것으로 사료된다.

결 론

전방 십자 인대의 일차 봉합술후 임상적으로 불안정이 없는 슬관절의 자기 공명 영상 소견으로 주행 경로의 처짐, 경계의 불명확, 두께의 증가, 실질부 신호 강도 증가, 대퇴골 부착 지점의 국소 결핍 등의 소견이 관찰될 수 있다. 한편 국소 결핍 소견은 파열의 위치와 관계가 있다.

REFERENCES

- 1) Arnoczky SP, Rubin RM, Marshall JL: Microvasculature of the cruciate ligaments and its response to injury. An experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg Am*, 61: 1221-1229, 1979.
- 2) Chung HW, Ahn JH, Ahn JM, Yoon YC, Hong HP, Yoo SY, Kim SW: Anterior cruciate ligament tear: reliability of MR imaging to predict stability after conservative treatment. *Korean J Radiol*, 8: 236-241, 2007.
- 3) Deie M, Ochi M, Ikuta Y: High intrinsic healing potential of human anterior cruciate ligament. Organ culture experiments. *Acta Orthop Scand*, 66: 28-32, 1995.
- 4) Drogset JO, Grontvedt T, Robak OR, Molster A, Viset AT, Engebretsen L: A sixteen-year follow-up of three operative techniques for the treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 88: 944-952, 2006.
- 5) Feagin JA, Jr., Curl WW: Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5-year followup study. *Clin Orthop Relat Res*, 325: 4-9, 1996.
- 6) Grontvedt T, Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A, Strand T: A prospective, randomized study of three operations for acute rupture of the anterior cruciate ligament. Five-year follow-up of one hundred and thirty-one patients. *J Bone Joint Surg Am*, 78: 159-168, 1996.
- 7) Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL: Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy*, 15: 741-749, 1999.
- 8) Hefti FL, Kress A, Fasel J, Morscher EW: Healing of the transected anterior cruciate ligament in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am*, 73: 373-383, 1991.

- 9) **Ihara H, Miwa M, Deya K, Torisu K:** MRI of anterior cruciate ligament healing. *J Comput Assist Tomogr*, 20: 317-321, 1996.
- 10) **Klass D, Toms AP, Greenwood R, Hopgood P:** MR imaging of acute anterior cruciate ligament injuries. *Knee*, 14: 339-347, 2007.
- 11) **Lee BI, Kwon SW, Kim JB, Choi HS, Min KD:** Comparison of clinical results according to amount of preserved remnant in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled hamstring graft. *Arthroscopy*, 24: 560-568, 2008.
- 12) **Lee BI, Min KD, Choi HS, Kim JB, Kim ST:** Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction with the tibial-remnant preserving technique using a hamstring graft. *Arthroscopy*, 22: 340-347, 2006.
- 13) **Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, Reider B:** The anterior cruciate ligament: a technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 172: 97-106, 1979.
- 14) **Murray MM, Martin SD, Martin TL, Spector M:** Histological changes in the human anterior cruciate ligament after rupture. *J Bone Joint Surg Am*, 82-A: 1387-1397, 2000.
- 15) **Petersen W, Zantop T:** Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res*, 454: 35-47, 2007.
- 16) **Roberts CC, Towers JD, Spanghel MJ, Carrino JA, Morrison WB:** Advanced MR imaging of the cruciate ligaments. *Radiol Clin North Am*, 45: 1003-1016, 2007.
- 17) **Sherman MF, Lieber L, Bonamo JR, Podesta L, Reiter I:** The long-term followup of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med*, 19: 243-255, 1991.
- 18) **Sommerlath K, Lysholm J, Gillquist J:** The long-term course after treatment of acute anterior cruciate ligament ruptures. A 9 to 16 year followup. *Am J Sports Med*, 19: 156-162, 1991.
- 19) **Warren RF:** Primary repair of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop Relat Res*, 143: 65-70, 1983.

초 록

목적: 관절경하 일차 봉합술 후 전방 십자 인대의 자기 공명 영상 소견에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 봉합사 견인 결찰(pull-out) 기법으로 관절경하 일차 봉합술을 시행한 17예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 21.4개월(범위: 12~60개월)이었다. 외래 방문시 신체 검사 및 KT-1000 arthrometer (MEDmetric, San Diego, CA) 측기로 안정성을 검사하였으며 수술 후 자기 공명 영상으로 추적하였다. 남아 있는 활막 소매(synovial sleeve)의 위치로 정의한 파열부의 위치에 따라 환자를 두 군으로 분류하였으며 제 1군은 파열이 대퇴골 부착 부위부터 근위 1/3 실질부 이내 위치하는 경우, 제 2군은 파열이 근위 1/3 실질부 보다 원위에 위치하는 경우로 하였다. 수술 후 자기 공명 영상 소견을 일정한 주기로 촬영하였으며 봉합된 십자인대의 주행 경로, 경계의 명확성, 두께 및 신호 강도를 3등급으로 분류하여 평가하였으며 두 군간의 차이를 분석하였다.

결과: 모든 예에서 Lachman검사와 flexion-rotation drawer 검사는 음성이었으며 Pivot-shift 검사는 1도 이하였으며 견측과 환측의 KT-1000 arthrometer 차이는 평균 1.4 mm(범위: -1.0~2.5 mm)로 측정되었다. 파열부 위치에 따른 분류로 제 1군은 11예, 제 2군은 6예가 해당하였다. 자기 공명 영상 소견상 모든 예에서 전방 십자 인대의 전반적인 연속성은 유지되고 있었으나 10예(58.8%)에서 경도의 처진 주행 경로를 보였고 6예(35.3%)에서 경도의 불명확한 경계를 보였으며 8예(47.1%)에서 두께의 증가, 5예(29.4%)에서 신호 강도의 증가를 보였다. 모든 항목에서 두 군간 유의한 차이는 없었다. 한편, 시상면상 제 1군의 2예(18.2%), 제 2군의 5예(83.3%), 전체 환자의 7예(41.2%)에서 대퇴골 부착 부위의 후방 변연부 실질부의 국소 결핍 소견이 관찰되었으며 이는 제 2군에서 의미 있게 더 높은 빈도로 관찰되었다(p=0.035).

결론: 일차 봉합술 후 임상적으로 불안정이 없는 슬관절의 자기 공명 영상 검사 소견으로 주행 경로의 처짐, 경계의 불명확, 두께 및 신호 강도의 증가, 대퇴 부착 지점의 국소 결핍 등의 비정상 소견을 보일 수 있다. 한편 대퇴 부착부의 국소 결핍 소견은 파열의 위치와 관계가 있다.

색인 단어: 전방 십자 인대, 일차 봉합술, 국소 결핍, 자기 공명 영상