pISSN : 1226-2102, eISSN : 2005-8918

Original Article J Korean Orthop Assoc 2015; 50: 501-512 • http://dx.doi.org/10.4055/jkoa.2015.50.6.501 www.jkoa.org

전방십자인대 재건술 후 잔류조직 보존술식과 비보존술식의 자기공명영상을 이용한 연구; 임상적, 이차관절경 검사와의 비교: Pilot Study

이병일 • 김병민* • 고덕환* • 권세원 • 김환배*

순천향대학교 서울병원 정형외과, *건국대학교 충주병원 정형외과

Comparison of Magnetic Resonance Imaging of Remnant Preserving versus Remnant Sacrificing Technique after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction; Clinical Results and Second-Look Arthroscopic Findings: Pilot Study

Byung-Ill Lee, M.D., Ph.D., Byoung-Min Kim, M.D.*, Duk-Hwan Kho, M.D., Ph.D.*, Sai-Won Kwon, M.D., Ph.D., and Hwan-Bae Kim, M.D.*

Department of Orthopedic Surgery, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul,
**Department of Orthopedic Surgery, Konkuk University Chungju Hospital, Chungju, Korea*

Purpose: The purpose of this study was to clarify the difference between the remnant-preserving and remnant-sacrificing techniques in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using stress test, functional score, 2nd look arthroscopy and magnetic resonance imaging (MRI).

Materials and Methods: Among 66 patients having anatomical ACL reconstruction with the fourstrand hamstring autograft using outside-in technique (FlipCutter®) for the femoral tunnel from April 2012 to April 2014, 23 patients who underwent 2nd look arthroscopy and MRI were included. The remnant-preserving group included 12 patients and the remnant-sacrificing group included 11 patients. The two groups were compared and analyzed with regard to stability (Stress test using GNRB®, pivot shift test), functional assessment (International Knee Documentation Committee [IKDC] scale, Lysholm score, one leg hoop test), and the result of second-look arthroscopy and signal to noise quotient (SNQ) ratio of the graft in MRI.

Results: The two groups did not differ significantly in the stability test, IKDC scale, and Lysholm test. The remnant-preserving group showed significant improvement in one leg hoop test compared with the remnant-sacrificing group ($p<0.05$). The SNQ ratio of the grafted tendon in the remnant-preserving group was significantly lower than those in the remnant-sacrificing group in all regions ($p<0.05$). In second-look arthroscopy, no significant difference in tension, synovialization, and status of the bundle was observed between the two groups. The grade of synovialization and the status of the bundle in second-look arthroscopy did not influence the signal intensity of the graft in MRI ($p>0.05$).

Conclusion: More than 12 months after surgery, the graft of the remnant-preserving group showed lower signal intensity compared to that of the remnant-sacrificing group by MRI evaluation. The remnant preserving technique has biological difference compared with the remnant sacrificing technique in human study.

Key words: anterior cruciate ligament, anterior cruciate ligament reconstruction, remnant preserving technique, ligamentization, magnetic resonance imaging

Received April 28, 2014 **Revised** June 3, 2015 **Accepted** July 21, 2015

Correspondence to: Byoung-Min Kim, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Konkuk University Chungju Hospital, 82 Gugwon-daero, Chungju 27376, Korea
TEL: +82-43-840-8250 **FAX:** +82-43-844-7300 **E-mail:** stompower@hanmail.net

 Copyright © 2015 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

서 론

전방십자인대 재건술에 대한 관절경술식이 발전하면서 더 나은 임상적 결과를 위해 다양한 술식이 시도되고 있다. 전방십자인대 재건술에 있어 중요한 일차적 목적은 손상 이전의 안정성과 운동역학을 복원하는 것이다. 전방십자인대 이식건의 대퇴터널의 위치는 재건술 후 슬관절 운동역학의 복원에 중대한 영향을 준다.[1] 많이 사용되어 온 경경골술식(transtibial technique)의 경우 전방 안정성은 회복되나 이식건의 수직으로 위치하게 되어 회전 안정성에 있어서는 불안하다는 단점이 보고되면서 전방십자인대의 해부학적 위치로 대퇴터널을 형성하고자 하는 술식이 시도되고 있다.[2]

또한 전방십자인대 재건술 후 기계적으로 안정화되었음에도 불구하고 기능적 평가소견 및 환자의 주관적 만족도가 기계적 안정성과 일치하지 않는 경우가 많아[3] 기계적 안정성 회복 이외에 새로운 각도의 접근이 요구된다.

Ochi 등[4]은 잔류 조직 내에 기계적 수용체가 남아 있음을 확인하였고, Georgoulis 등[5]은 후방십자인대에 유착된 잔류 조직 내에서 3년 이상 지나도 기계적 수용체가 남아 있음을 확인하고 잔류조직 보존 시 재신경화를 촉진할 수 있음을 시사하였으며, Lee 등[6]은 면역조직화학염색법(immunohistochemical study)을 이용하여 잔류조직 내에 기계적 수용체의 존재를 재확인하였다. 또한 Gohil 등[7]은 비조영증강 자기공명영상을 이용하여 대퇴 과간 잔류조직을 최소 변연절제 후 전방십자인대 재건술을 시행한 군과 고식적인 전방십자인대 재건술을 시행한 군을 비교하여 술 후 2개월에 최소 변연절제술 후 전방십자인대 재건술을 시행한 군이 재혈관화가 더 빨리됨을 보고하였다.

즉 전방십자인대 잔류조직은 슬관절의 고유수용감각을 담당하는 기계적 수용체가 남아 있어 이식건의 재신경화와 재건술 후 이식건의 인대화에 필요한 재혈관화를 위한 혈관형성의 공급원이 될 잠재적 가능성을 갖고 있다. 이에 전방십자인대를 전후방 안정성 유지를 위한 구조뿐만 아니라 좀더 복잡하게 신경 및 혈관이 포함된 기능적 장기(organ)로 인식하고 건 이식뿐만 아니라 잔류조직을 보존하여 더 나은 임상 결과를 얻으려는 노력이 시도되고 있다.[8-13]

잔류조직 보존술식을 시행하고 일부 저자들[8,14]은 잔존물을 보존한 전방십자인대 재건술에서 좋은 임상적 결과를 보고하고 있으나, 일부 저자[15-17]는 임상적 결과에서는 차이가 없었다고 보고하였다. 잔류조직 보존술식과 고식적인 술식 사이에 차이를 평가하는 데 중요한 것은 고유수용감각에 대한 검사이나 이학적 고유수용감각 검사는 시행이 어려우며 객관성이 부족한 단점이 있어, 사실상 현재의 임상적 평가방법으로는 잔류조직 보존술식과 고식적인 술식 간의 차이를 객관적으로 평가하기에 어려운 한계가 있다.

이에 저자들은 outside-in 술식하에 자가 슬괵건을 이용한 해부학적 단일 다발 재건술을 시행한 후 잔류조직을 보존할 수 있었던 잔류조직 보존군과 잔류조직을 보존하지 못해 제거하였던 비보존군 간의 차이를 현재의 임상적 방법으로는 평가의 한계가 있다고 생각하여 기계적 안정성과 임상적 평가뿐만 아니라 다양한 방법으로 평가해보고자 하였다. 우선 재건술 후 이식건의 활액막 형성정도가 보존군에서 더 우수할 것이라는 가정하에 이차관절경을 이용하여 두 군을 비교해보고자 한다. 또한 잔류조직이 이식건의 인대화 과정을 촉진할 것이라는 가정하에 이식건의 조직학적 변화가 자기공명영상의 신호강도의 변화와 일치함을 보여준 기존의 연구에 근거하여[18] 자기공명영상을 이용하여 이식건의 신호강도를 측정하여 두 군의 인대화 과정을 간접적으로 평가해보고자 한다. 추가적으로 이차관절경 소견이 자기공명영상에서 이식건의 신호강도에 미치는 영향을 분석해보고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2012년 4월부터 2014년 4월까지 동일한 수술자에 의해 시행된 outside-in 술식 (FlipCutter® & TightRope®; Arthrex, Naples, FL, USA)하에 자가 슬괵건을 이용한 해부학적 단일 다발 재건술을 시행받은 66예 중 12개월 이상 추시가 가능하였으며 이차관절경 검사와 이차관절경 수술 직전에 자기공명영상을 모두 시행받은 환자 23명을 대상으로 후향적으로 이루어졌다. 23예 가운데 잔류조직을 완전히 제거하고 재건술을 시행한 비보존군(the remnant-sacrificing group) 11예와 잔류조직을 보존하여 재건술을 시행한 보존군(the remnant-preserving group) 12예로 나누었다. 수술시 충분한 전방십자인대의 경골부 잔류조직이 있으면 경골부 잔류조직 보존술식으로 전방십자인대 재건술을 시행하였으며 경골부착부 파열 단이 너무 짧거나 불규칙하고 흡수된 경우 이를 제거해주고 비보존술식으로 전방십자인대 재건술을 시행하였다. 1차 전방십자인대 재건술인 경우만 포함하였으며 반월상 연골판 손상 및 grade II 이하의 측부인대 손상이 동반된 증례를 포함하였다. 재수술인 경우, 두 개 이상의 다발성 인대 재건이 필요한 경우, 수술 후 세균감염이 발생한 경우에는 본 연구에서 제외하였다.

비보존군(n=11)의 평균 나이는 33.2세, 수상 후 수술까지 평균기간은 19개월(0.1-86개월)이었고 이차관절경 및 자기공명영상을 시행한 최종 추시기간은 17.8개월(12-28개월)이었다. 보존군(n=12)의 평균 나이는 27.5세, 수상 후 수술까지 평균기간은 4.1개월(0.2-24개월)이었고 이차관절경 및 자기공명영상을 시행한 최종 추시기간은 15.5개월(12-43개월)이었다. 수상 후 수술까지 평균기간은 비보존군이 19개월로 보존군 4.1개월과 차이를 보이나 비보존군에서 두 명의 환자가 수상 후 60개월째와 86개월째 수술을 시행하여 보존군이 7.23개월의 표준편차를 보인 반면 비보존

군의 표준편차가 29.23으로 평균값의 차이는 커보이나 두 군 간의 통계적인 차이는 없었다. 또한 두 군 간에 성별, 나이, 이식건의 두께, 최종 추시기간에 통계적인 차이는 없었다(Table 1).

2. 수술방법 및 재활

전신 또는 척추마취하에 지혈대와 지지대를 부착한 후 수술 중 또는 수술 후 혈관 합병증을 우려하여 지혈대는 부풀리지 않은 상태에서 관절경하에 관절 내 동반병변 여부에 대한 평가를 시행하였고, 전방십자인대의 파열양상을 확인하였다. 급성 전방십자인대 파열이 근위부에서 일어난 경우 충분한 길이의 전방십자인대 잔류조직을 흔하게 관찰할 수 있었다. 전방십자인대의 대퇴부 착부인 대퇴외과의 내측벽을 노출시키면서 필요 시 과간성형술을 시행하였다.

1) 자가건 이식을 위한 준비

관절경을 제거한 후 경골결절 내측부위에서 반건양건과 박건을 채취하여 근육을 제거한 뒤 다듬고 TightRope®에 연결하여 절반을 접어 네 겹으로 한 다음 일정한 긴장하에 봉합사를 이용하여 일정간격으로 봉합하였다. 경골터널에 삽입될 부분은 끝을 두 가닥으로 나누어 봉합사로 묶은 다음 각각의 끝은 봉합사끼리 묶어 고리를 형성하고 긴장기에 걸어 이용할 수 있도록 하여 준비한 뒤 네 겹의 이식건의 굵기를 측정한 후 건조되지 않도록 보관하였다.

Table 1. Patient Documentation in Both Study Groups

Variable	Group I	Group II	p-value
Sex			
Male	11 (100)	9 (75.0)	0.12
Female	0 (0)	3 (25.0)	
Age (yr)	33.2	27.5	0.11
Chronicity (mo)	19.0	4.1	0.24
Follow-up (mo)	17.8	15.5	0.24
Graft size (mm)			0.13
7	5 (45.5)	10 (83.3)	
8	6 (54.5)	2 (16.7)	

Values are presented as number (%) or mean. Group I, remnant sacrificing group; Group II, remnant preserving group.

2) 경골 터널(tibial tunnel preparation)

경골 터널의 입구는 자가건을 채취하기 위해 만든 근위 경골 피부 절개부를 이용하였다. 관절경 감시하에서 경골 유도활(tibial guide)의 끝을 파열된 전방십자인대 잔류조직단을 손상시키지 않도록 조심하면서 잔류조직의 중심부에 위치시키고 유도강선을 통과시켜 강선이 잔류조직의 중심을 관통하여 전방십자인대 대퇴 부착부인 대퇴 외과 내측벽 중심부로 향하는지를 확인하였다. 경골터널을 만들 때는 작은 굵기의 확공기(4.5 또는 5 mm)를 사용하여 이식건의 직경과 동일한 굵기의 확공기(평균 7 mm 직경)까지 단계적으로 사용하되 경골 관절면의 피질골에 닿으면 확공기의 회전속도를 감소시켜 조심스럽게 진행하여 피질골을 뚫자마자 멈춤으로써 가능한 잔류조직에 손상이 가지 않도록 하였다. 경골터널을 통해 터널 변연부를 다듬어 이식건이 원활하게 통과될 수 있도록 하고 잔류조직의 중심부를 관통하는지를 확인하였다.

3) 대퇴 소켓(femoral socket preparation)

전방십자인대의 대퇴부착부인 대퇴 외과의 내측벽을 노출시키면서 파열된 전방십자인대 잔류조직단을 손상시키지 않도록 조심하며 대퇴 유도활(femoral tunnel guide)을 과간절흔 후방(intercondylar notch)과 전내측 및 후외측 다발의 중심부(bifurcate ridge)에 위치시켰다. 대퇴골 외상과 전상방에 약 1 cm 가량의 피부 절개 후, 장경대 인대를 절개하고 지침자(aimer)를 피질골에 닿도록 위치시켰다. 이식건의 굵기에 맞는 직경의 FlipCutter®를 사용하여 후향적으로 터널을 만들어 대퇴골 소켓을 형성하였으며 터널의 깊이는 술 전 시행한 자기공명영상에 대퇴 외과의 폭에 따라 20–25 mm 깊이까지 삽입되도록 하였다.

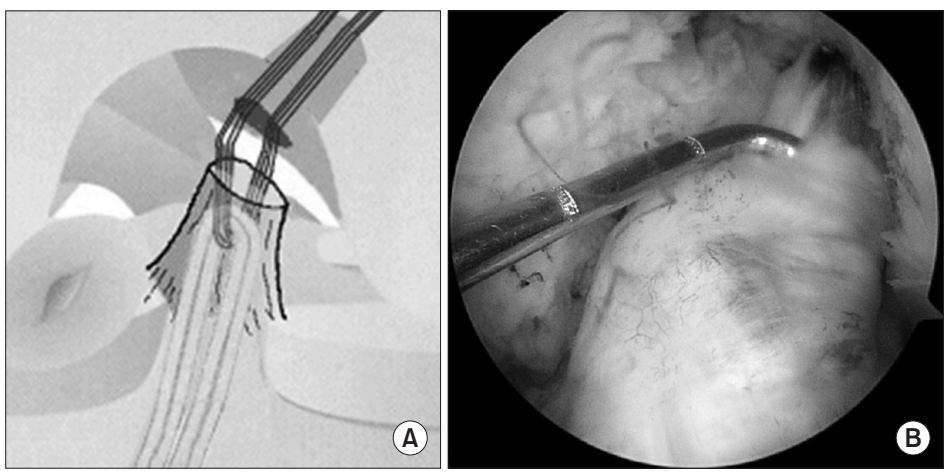

Figure 1. Passage of grafted tendon. Leading sutures lay inside the anterior cruciate ligament (ACL) stump; pictorial description (A), arthroscopic finding (B). After the grafted tendon was passed, it lay inside the center of the ACL stump with circular synovial coverage of its major part.

4) 이식건의 통과(passage of the graft)

지침자가 피질골에 닿은 상태로 FlipCutter®를 제거하고 지침자를 통해 관절 내로 관통 강선(passing wire)을 삽입하여 잔류조직 가운데를 통해 경골 터널로 빼내었다. 이식건에 연결된 TightRope®를 관통 강선에 맨 후 대퇴 터널 출구부에서 관통 강선을 빼면서 관절경 관찰하에 이식건을 잔류조직의 가운데로 통과시켜 잔류조직이 이식건을 둘러싼 상태로 이식건을 따라 위치하게 하여 잔류조직에 과다한 긴장력이 가해지지 않도록 하였다(Fig. 1).

5) 이식건의 고정(graft fixation)

대퇴부의 고정은 이식건에 미리 연결해둔 TightRope®를 이용하였고 대퇴 고정이 끝난 다음 경골 터널을 통해 밖으로 돌출된 자가 이식건의 한쪽 끝을 긴장기(tensioner)에 걸어 놓았다. 슬관절을 약 20도의 굴곡위치에서 긴장기의 긴장도가 30 lbs가 되도록 일정하게 당긴 상태를 유지한 다음 흡수성 간섭나사를 경골터널 내에 고정시키고 spiked washer와 피질골나사 또는 꺽쇠고정을 추가하여 경골부 고정을 시행하였다.

3. 평가 방법

1) 안정성 평가

모든 검사는 전방십자인대 재건수술 직전과 이차관절경 직전에 시행한 검사결과를 사용하였으며 전방전위 검사와 pivot-shift 검사를 시행하였다. GNRB® System (Genourob, Laval, France)을 이용하여 134 N에서 정상측과 환측의 전방 전위 정도의 차이를 mm로 표시하였고, pivot-shift 검사는 건측과 비교하여 경도의 아탈구나 미끄러짐이 있는 경우를 grade I, 명확한 아탈구가 있는 경우를 grade II, 아탈구와 잠김이 있는 경우는 grade III로 평가하였다.

2) 기능적 평가

전방십자인대 재건수술 전과 이차관절경 직전에 Lysholm 점수와 International Knee Documentation Committee (IKDC)의 판정기준을 적용하여 임상증상, 관절운동, 인대 안정성, 방사선적 기준에 따라 각각 A (normal), B (near normal), C (abnormal), D (severe abnormal)의 항목으로 구분하여 객관적 점수를 평가하였고, 관절운동범위를 각도기를 이용하여 측정하였다. 그리고 외발뛰기 검사는 전방십자인대 재건수술 전에 통증으로 뛰지 못하는 환자가 있어 시행하지 않았고 이차관절경 직전에 시행하였으며 건측으로 뛴 거리에 대하여 환측으로 뛴 거리를 퍼센트로 기록하였다.

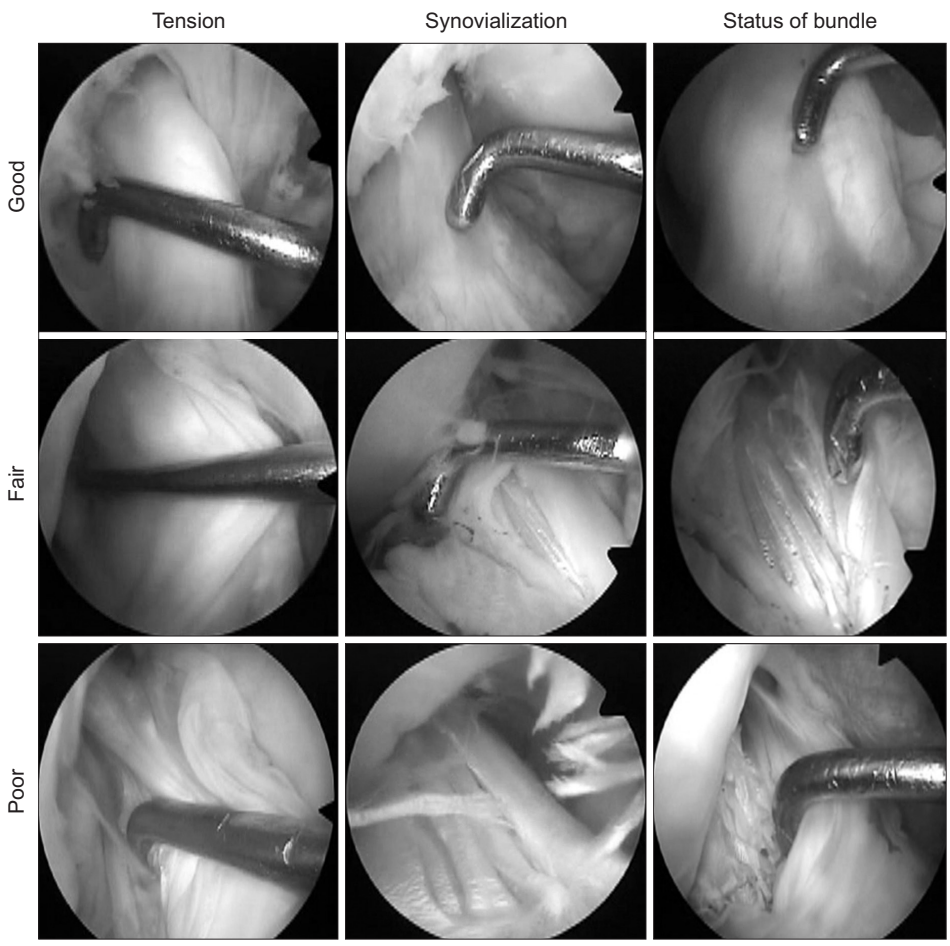

Figure 2. Findings of a second look arthroscopy. Tensions of reconstructed grafts were evaluated subjectively with meticulous probing and it was graded as good, fair, and poor. Good tension was graded if tautness was felt. Fair was graded if the tension was slightly lax, but acceptable. Poor was graded if there was no firm tension. Synovial coverage of the reconstructed graft was graded as 'good' when the synovium covered the entire lengths of the graft, 'fair' when synovial coverage was incomplete, and 'poor' when the synovium covered less than half the lengths of the graft. Status of the fiber bundle was designated as 'good' in case where we could not see the fiber of the graft, 'fair' in case where we could see the fiber but it was not ruptured, 'poor' in case where we could see the fiber but it was ruptured.

Figure 3. Postoperative sagittal oblique plan, proton density magnetic resonance image of the knee shows the positions of the 5 regions of interest, which included a distal third (1), middle third (2), proximal third (3), quadriceps tendon (4), and 2 cm anterior to the patellar tendon (5).

모든 검사는 외래에서 한 명의 저자에 의해서 작성된 결과를 토대로 분석하였다.

3) 이차관절경 소견 평가

이차관절경 검사는 술 후 외래 추적관찰에서 해면골 나사못 부위에 압통을 호소하거나 해면골 나사못을 제거하기 원하는 환자를 대상으로 서면동의 후 이루어졌으며 모든 이차관절경 검사는 동일한 술자에 의해 시행되었다. 이차관절경의 소견 평가 중 이식건의 긴장도는 슬관절을 80도로 굴곡시킨 상태에서 탐식자로 중간부위를 당겨서 술자의 주관적인 감각으로 우수, 양호, 불량으로 나누어 평가하였다. 이식건 다발의 상태는 잔류조직이나 활액막이 두꺼워 이식건 다발이 보이지 않거나 이식건 다발의 융합(incorporation)이 잘되어 각각의 다발을 분간하기 어려운 경우 우수, 활액막 사이로 이식건이 관찰되고 이식건의 연속성이 유지되고 있으나 융합이 안돼 각각의 다발의 모양에 변화가 없는 경우 양호, 활액막 사이로 이식건이 관찰되며 이식건의 연속성이 단절되거나 손상된 경우를 불량으로 평가하였다. 활액막 형성정도는 이식건이 전체적으로 활액막에 덮여 있고 활액막이 결손된 부위가 없어 이식건이 노출되지 않은 경우를 우수, 활액막의 부분 결손으로 이식건의 가닥이 보이는 경우를 양호, 활액막이 전체 이식건 길이의 50% 이하로 형성이 부족한 경우를 불량으로 나누어 평가하였다(Fig. 2).

4) 자기공명영상 평가

자기공명영상은 이차관절경 시행 전 이식건의 상태에 대한 객관적인 평가를 원하는 환자를 대상으로 사전 설명 후 동의하에 시행되었다. 자기공명영상은 1.5T 자기공명기기(Magnetom Sonata; Seimens, Munich, Germany)로 시행하였고, 촬영 조건은 양성자 밀도 영상(proton density weighted image)을 repetition time 4000 echo time 17-18으로, 절편두께(slice thickness) 4 mm, 절편간격(slice spacing) 1 mm로 하여 관상면(coronal plane)을 촬영하고 관상면상에서 이식건의 기울기에 맞추어 사각 시상면(sagittal oblique plane)을 촬영하였다. 양성자 밀도 영상 시상면 중 재건된 이식건의 전장이 가장 잘나온 영상을 이용하여 전방십자인대 이식건의 관절 내 부위를 근위부, 중간부, 원위부, 그리고 대퇴사두건(quadriceps tendon) 슬개골(patella) 부착부 근위 1 cm 부위와 슬개건(patellar tendon) 전방 2 cm 부위의 배경부(background)에 각각 약 3 mm 직경의 원을 표시하고 각 부위의 신호강도를 picture archiving and communications system 프로그램(Dejaviewer; Dowean Information Technology, Seoul, Korea)을 이용하여 자동 측정하였다(Fig. 3). 측정된 신호강도의 평균값으로 각각의 자기공명영상 간 측정 환경이나 환자 간 정상인대 신호강도 차이를 보정하기 위해 signal to noise quotient (SNQ) ratio를 이용하였다.

SNQ ratio=(signal of anterior cruciate ligament graft-signal of quadriceps tendon)/signal of background

4. 통계

통계적 분석은 IBM SPSS ver. 20.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 수술 후 임상적 결과와 자기공명영상상 이식 건내 신호강도, 수술 전 및 수술 후의 임상 점수 및 GNRB® 전위정도 등이 두 군 간에 차이가 있는지를 각 군의 증례 수가 적기 때문에 비모수적 검정법인 독립 2 표본 검정법(Mann-Whitney U test)을 이용하여 분석하였다. 그리고 임상점수를 수술 전과 수술 후를 비교하기 위해서 대응 2 표본 검정법(Wilcoxon signed rank test)을 사용하였다. 또한 이차관절경상 이식건의 상태, 긴장도, 활액막 형성 상태에 대한 두 군 간 빈도 평가 및 IKDC 객관적 검사 결과를 선형 대 선형 결합(Linear by linear association) 방법 및 카이제곱검정(chi-square test)을 적절히 사용하여 분석하였고, 기대값이 5 미만인 경우 Fisher's exact test를 적용하였다. 마지막으로 이차관절경상 이식건 다발의 상태와 활액막 형성정도에 따른 자기공명영상의 이식건 신호강도 간에 상관관계에 대하여 분석하기 위해 독립 K 표본 검정법(Kruskal-Wallis test)을 이용하여 분석하였다. 통계적으로 유의한 값은 p-value가 0.05 미만일 경우로 정하였다.

결 과

1. 안정성 평가 결과

전방전위는 GNRB® 검사상 134 N에서 전방십자인대 재건수술 전 비보존군에서 5.67±1.64 mm, 보존군에서는 5.14±1.84 mm로

측정되었으며, 이차관절경 시행 전 비보존군에서 1.27±0.75 mm, 보존군에서 1.09±0.86 mm로 측정되었다. 전방십자인대 재건수술 전(p=0.41)과 이차관절경 시행 전(p=0.58) 두 군 간의 통계적인 차이는 없었다. Pivot-shift 검사상에서는 전방십자인대 재건수술 전 비보존군에서 grade II가 5예, grade III가 6예였고, 보존군에서 grade II가 6예, grade III 가 6예였으나 이차관절경 시행 전 비보존군에서 grade I 2예, 보존군에서 grade I가 1예 관찰되고, 나머지는 모두 음성소견을 보여 두 군 간에 차이는 보이지 않았다(p=0.59; Table 2).

2. 기능적 평가 결과

관절운동범위는 전방십자인대 재건수술 전과 이차관절경 시행 전 두 군 간에 차이가 없었으며 신전제한을 호소하는 경우는 없었다. IKDC 객관적 점수는 전방십자인대 재건수술 전 비보존군에서 A가 0예, B가 1예, C가 8예, D가 2예였고, 보존군에서 A가 0예, B가 0예, C가 8예, D가 4예였다. 최소 1년 이상 경과 후 이차관절경 수술 전 두 군 모두 호전되었으며, 비보존군에서 A가 5예, B가 6예였고 보존군에서 A가 7예, B가 5예로 이차관절경 수술 전 두 군 간 결과의 관찰 빈도는 통계적 차이는 없었다(p=0.55). 하지만 외발뛰기 검사상 비보존군은 건측에 비해 평균 83.82%였으나 보존군은 평균 89.42%로 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p=0.014). Lysholm 점수는 비보존군에서 전방십자인대 재건수술 전 68.81±7.74점에서 이차관절경 시행 전 94.36±3.61점으로 통계적으로 유의하게 호전되었으며(p<0.01), 보존군에서 전방십자인대 재건수술 전 61.16±21.16점에서 이차관절경 시행 전 96.00±2.98점으로 통계적으로 유의하게 호전되었다(p<0.01). 두 군 모두 재건술 후 Lysholm 점수는 호전되었지만 두 군 간에 통계적인 차이는 없었다(p=0.26; Table 3).

Table 2. Comparison of Stability

Variable	Group I	Group II	p-value
GNRB® test			
Preoperative (mm)	5.67±1.64	5.14±1.84	0.41
Postoperative (mm)	1.27±0.75	1.09±0.86	0.58
Pivot shift			0.59
Negative	9 (81.8)	11 (91.7)	
1+	2 (18.2)	1 (8.3)	
2+	0	0	
3+	0	0	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).
Group I, remnant sacrificing group; Group II, remnant preserving group.

3. 이차관절경 소견 평가

이식건의 긴장도는 비보존군에서 11예 모두 우수(good)였고, 보존군에서는 12예 중 우수 11예, 양호 1예를 보여 관찰 빈도에 통계적 차이는 없었다(p=0.34). 이식건 다발의 상태는 비보존군에서 우수 4예, 양호 7예, 불량 0예였고, 보존군에서는 우수 6예, 양호 6예, 불량 0예로 관찰 빈도에 통계적 차이는 없었다(p=0.52). 활액막의 형성정도는 비보존군에서 우수 4예, 양호 5예, 불량 2예 관찰되었고, 보존군에서는 우수 6예, 양호 4예, 불량 2예로 관찰되어 빈도에 통계적 차이는 없었다(p=0.63; Table 4). 하지만 활액막의 형성정도가 우수에 해당되는 보존군의 경우 육안적으로 활액막이 두꺼

Table 3. Comparison of Functional Outcomes

Variable	Preoperative		Postoperative		
	Group I	Group II	Group I	Group II	
IKDC					
Objective score					
A (normal)	0 (0)	0 (0)	5 (45.5)	7 (58.3)	
B (nearly normal)	1 (9.1)	0 (0)	6 (54.5)	5 (41.7)	
C (abnormal)	8 (72.7)	8 (66.7)	0 (0)	0 (0)	
D (severely abnormal)	2 (18.2)	4 (26.1)	0 (0)	0 (0)	
p-value	0.26		0.55		
One leg hoop test (%)			83.8	89.4	
p-value				0.014	
					p-value
Lysholm score	68.81±7.74		94.36±3.61		0.003
		61.16±21.16		96.00±2.98	0.002
p-value		0.45		0.26	

Values are presented as number (%) or percent only. Group I, remnant sacrificing group; Group II, remnant preserving group; IKDC, International Knee Documentation Committee.

워 활액막 안으로 이식건 다발이 비춰지지 않았고 활액막 주변으로 혈관형성이 왕성한 것이 특징적이었다. 그에 비하여 비보존군은 활액막이 얇고 혈관형성이 부족한 양상이었다(Fig 4). 관절경하 검사상에서 대퇴 과간 충돌소견은 관찰되지 않았고 보존군 1예에서 Cyclops 유사 병변이 관찰되었으나 병변은 단단하지 않은 낭종 양상으로 증상은 없었다.

Table 4. Comparison of Graft Tension and Synovial Coverage and Status of Bundle

Variable	Group I	Group II	p-value
Graft tension			0.34
Good	11 (100.0)	11 (91.7)	
Fair	0 (0)	1 (8.3)	
Poor	0 (0)	0 (0)	
Synovial coverage			0.63
Good	4 (36.4)	6 (50.0)	
Fair	5 (45.5)	4 (33.3)	
Poor	2 (18.2)	2 (16.7)	
Status of bundle			0.52
Good	4 (36.4)	6 (50.0)	
Fair	7 (63.6)	6 (50.0)	
Poor	0 (0)	0 (0)	

Values are presented as number (%). Group I, remnant sacrificing group; Group II, remnant preserving group.

4. 자기공명영상 결과 평가

자기공명영상은 이차관절경 수술 전에 시행하여 수술 후 자기공명영상 촬영까지의 기간은 비보존군이 17.8개월(12-28개월), 보존군이 15.5개월(12-43개월)로 이식건의 근위부, 중간부, 원위부로 나누어 측정하여 SNQ ratio를 구하였다. 근위부의 SNQ ratio는 비보존군에서 평균 4.74, 보존군에서 평균 3.04로 통계적인 차이가 관찰되었고($p<0.01$), 중간부의 SNQ ratio는 비보존군에서 평균 5.18, 보존군에서 평균 3.55로 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.01$) 원위부 역시 비보존군에서 평균 4.06, 보존군에서 평균 2.70으로 통계적으로 유의하게 낮은 신호강도를 보였다($p<0.05$; Table 5). 보존군은 모든 예에서 이식건 주변에 잔류조직이 남아 있는 것이 관찰되었다(Fig. 5).

이차관절경 소견 중 활액막 형성정도와 이식건 다발의 상태에 따라 자기공명영상의 SNQ ratio가 통계적인 차이를 갖는지를 분석하였다. 활액막 형성정도에 따라 분류한 이식건 근위부의 SNQ

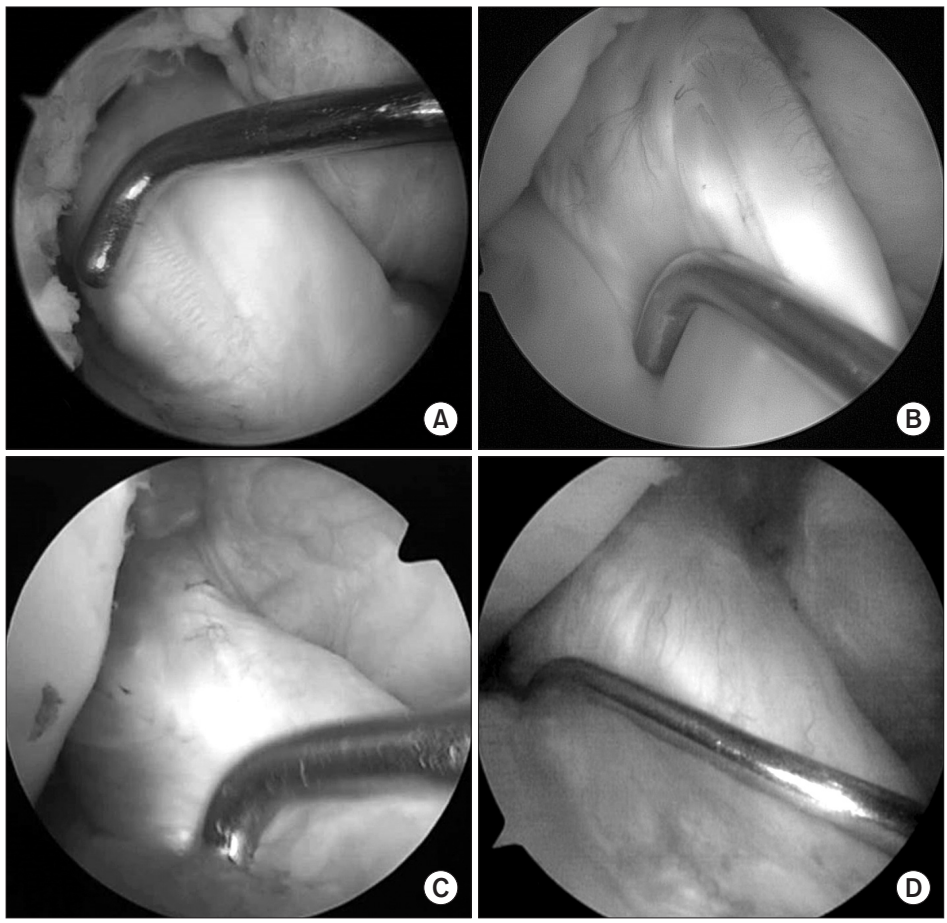

Figure 4. Comparison of second look arthroscopic findings between the remnant preserving group and the remnant sacrificing group. (A, B) Second look arthroscopy in the remnant sacrificing group showed thin, pale and hypovascular synovial membrane. (C, D) Second look arthroscopy in the remnant preserving group showed thick and hypervascular synovial membrane like normal synovial membrane of the anterior cruciate ligament.

ratio는 우수(n=10) 3.16, 양호(n=9) 4.2, 불량(n=4) 4.8로 유의한 차이를 보이지 않았으며(p=0.16), 중간부의 SNQ ratio는 우수 4.34, 양호 4.27, 불량 4.43으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.88). 원위부 역시 SNQ ratio는 우수 3.38, 양호 3.51, 불량 2.82로 차이를 보이지 않았다(p=0.78). 이식건 다발의 상태에 따라 분류하면 총 23예 중 우수 10예, 양호 13예였다. 이식건 근위부는 우수 3.17, 양호 4.39의 신호강도를 보였고(p=0.07), 중간부는 우수 4.34, 양호 4.31의 신호강도를 보였으며(p=0.93), 원위부는 우수 3.38, 양호 3.3으로(p=0.78) 세 부위 모두에서 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 6).

결과적으로 수술 후 1년 이상 경과한 두 군 간의 신호강도는 보존군이 전 범위에서 유의하게 낮은 신호강도를 보였고, 이차관절경상 활액막 형성정도나 이식건 다발의 상태는 자기공명영상에서 이식건의 신호강도와 연관성을 보이지 않았다.

고 찰

잔류조직 보존군과 비보존군 간의 기계적 안정성 검사, IKDC 객관적 점수, Lysholm 점수는 차이를 보이지 않고 양 군 모두 우수한 결과를 보였고, 외발뛰기 검사는 비보존군이 83.82%, 보존군이 89.42%로 보존군이 우세하였다. 이식건의 활액막 형성정도가 이차관절경상에서 보존군이 우수할 것이라 가정하였으나 저자들의 객관적 평가 분류에 따른 평가는 두 군 간에 통계적 빈도 차이를 보이지 않았다. 잔류조직이 이식건의 인대화 과정을 촉진할 것이라는 가정하에 자기공명영상을 이용하여 이식건 내 신호강도를 SNQ ratio로 두 군을 비교하였을 때 통계적으로 유의하게 보존군에 더 낮은 신호 강도를 보였다. 이차관절경상 활액막 형성정도에 따른 자기공명영상에서 이식건의 신호강도 차이는 보이지 않았다.

전방십자인대 재건술의 성공은 이식건의 선택, 이식건의 위치 선정, 이식건의 고정법, 수술 후 재활 등에 영향을 받는다. 궁극적인 목표는 손상된 전방십자인대를 기존 전방십자인대로 해부학적, 생물학적으로 재현하여 슬관절의 정상 생역학을 복원하

Table 5. Comparison of Signal Intensity of Graft by Magnetic Resonance Imaging

SNQ ratio	Group I	Group II	p-value
Proximal	4.74	3.04	0.006
Middle	5.18	3.55	0.009
Distal	4.06	2.70	0.032

Values are presented as mean. SNQ, signal to noise quotient; Group I, remnant sacrificing group; Group II, remnant preserving group.

Table 6. Comparison of Signal Intensity of Graft according to Result of 2nd Look Arthroscopy

Variable	SNQ ratio		
	Proximal	Middle	Distal
Synovial coverage			
Good (n=10)	3.16	4.34	3.38
Fair (n=9)	4.2	4.27	3.51
Poor (n=4)	4.8	4.43	2.82
p-value	0.16	0.88	0.78
Status of bundle			
Good (n=10)	3.17	4.34	3.38
Fair (n=13)	4.39	4.31	3.3
Poor (n=0)	0	0	0
p-value	0.07	0.93	0.78

Values are presented as mean. SNQ, signal to noise quotient.

Figure 5. Comparison of magnetic resonance imaging (MRI) findings. Sagittal oblique proton density MRI image showed low signal intensity in the graft of the remnant sacrificing group (A) and the remnant preserving group (B). The signal intensity in the remnant preserving group was lower than the signal intensity in the remnant sacrificing group. The remnant tissue of the anterior cruciate ligament was observed in the remnant preserving group.

는 것이다. 이를 위해서는 전방십자인대 재건술 후 이식한 건이 전방 안정성을 복원하는 것뿐만 아니라 인대로 변하는 '인대화(ligamentization)'의 과정을 거쳐 해부학적 위치에 기능적 강도를 유지하며 생존할 수 있어야 하며 전방십자 인대의 고유수용감각 수용체를 보존하여야 기능적 생역학의 복원이 가능할 것이다. 이를 위해 전방십자인대를 단순한 안정성을 위한 구조가 아니라 좀 더 복잡하게 신경 및 혈관이 포함된 기능적 장기로 인식하고 전방십자인대 잔류조직 보존에 대한 관심이 커지고 있다. 대부분의 전방십자인대 파열은 근위부에서 발생되어,[19] 경골 부착부의 잔류조직을 보존하는 노력들이 다양하게 시도되고 있다.[6,8-10,12,13]

Ahn 등[13]은 잔류조직을 보존한 길이에 따라 활액막 형성정도를 면적을 비교하여 더 많이 보존한 경우 활액막 형성 정도가 더 뛰어났었다고 보고한 바 있고, Chun 등[12]도 잔류조직 보존군과 비보존군을 타가건을 이용한 전방십자인대 재건술에서 활액막 형성정도는 보존군에서 더 잘 형성되었다고 보고하였다. 저자들도 활액막 형성 정도가 보존군에서 더 우수할 것이라고 가정하였으나 보존군과 비보존군 사이에 활액막 형성정도를 포함한 이식건의 상태 및 이식건의 긴장도에 대한 이차관절경의 평가는 양군에서 통계적인 차이가 없었다. 주관적으로 잔류조직 보존군이 활액막이 더 두껍고 활액막의 혈관 형성정도가 더 많아 정상 십자인대와 유사하였으나(Fig. 4C, 4D), 분류 기준에서 면적의 평가나 형성된 활액막의 두께를 기준으로 하기에는 주관적인 면이 있어 이차관절경의 평가를 최대한 객관화하기 위해 활액막의 손상 유무 및 이식건의 융합 및 손상 유무로 이분화하여 각 군 간의 분류 기준으로 적용하였기 때문에 두 군 간에 차이를 설명하기에는 한계가 있었다. 또한 보존군과 비보존군 간 연속변수가 아닌 관찰빈도인 항목 변수의 차이를 통계적으로 평가하기에는 각 군의 증례수가 부족하기 때문에 이차관절경을 통한 두 군 간에 차이를 비교하기에는 한계가 있었다. 추후 더 많은 증례를 이용한 추가 연구가 필요할 것이다.

Arnoczky[20]는 전방십자인대의 혈액공급은 전방십자인대를 감싸고 있는 활액막하 혈관으로부터 이루어지며 이들은 슬개하지방체(infrapatellar fat pad)나 활액막 등과 같은 슬관절 내 연부조직의 혈관으로부터 혈액공급을 받는다고 하였다. Dunlap 등[21]은 정상 전방십자인대에 대한 동물실험에서 슬개하지방체를 절제한 경우 전방십자인대로 혈액관류(perfusion)가 반으로 줄어든다고 보고하였다. 이에 근거하여 저자들은 활액막 형성정도가 우수한 경우가 활액막 형성정도가 부족했던 경우보다 활액막하 혈관형성이 우수하여 이식건의 인대화 과정을 가속할 수 있어 수술 후 1년 이상 경과한 대상군에서는 SNQ ratio가 더 낮을 것이라 가정하였으나 이차관절경의 활액막 형성에 따른 SNQ ratio는 차이를 보이지 않았다. Fulkerson 등[22]은 자가 슬개건 이식 후 2년까지는 활액 혈관형성 없이 활액 영양공급만으로 이식건의 생존이 가능하다고 하였고, 슬개하지방체의 보존정도에 양 군 간 차이는 없었으며 활액막이 완전 결손된 경우는 없었기 때문에 부분적인 활액막 결손이 이식건 내 혈관형성 및 인대화 과정의 변화에 영향을 미치지는 않는 것으로 생각된다. Weiler 등[18]은 인대화 과정에 따른 조직학적 변화와 자기공명영상의 신호강도의 변화가 일치함을 보고하였지만, 저자들은 자기 공명영상의 이식건 내 신호강도가 인대화 과정에 따른 세포변화나 이식건 내 혈관형성 정도 이외에 활액막 결손으로 이식건이 주변 관절액에 노출되는 것이 이식건 신호강도에 영향을 줄 수 있는 변수가 될 수 있을 것으로 생각하였다. 하지만 이차관절경상 활액막 형성 정도와 자기공명영상 신호강도 사이에 통계적인 유의성이 없었다는 점은 활액막 결손으로 이식건이 주변 관절액에 노출되는 것이 자기공명영상의 이식건 신호강도에 영향을 주지 않는다고 볼 수 있다. 이식건이 주변 관절액에 노출되는 것은 자기공명영상의 이식건 내 신호강도에 영향을 주는 변수에서 제외할 수 있어 SNQ ratio를 인대화 진행정도의 지표로 삼을 수 있다고 판단된다.

Gohil 등[7]은 과간 잔류조직과 슬개하지방체를 최소 변연절제함으로써 재혈관화가 더 빠르게 이루어짐을 확인하였고 잔류조직이 인대화 과정에 영향을 미칠 수 있기 때문에 이 조직들을 보존하고 이용하는 것이 유용할 것이라고 시사하였다. 동물실험에서도 잔류조직 보존군이 이식건의 혈과형성과 재형성(remodeling)을 촉진할 것이라는 가정하에 Sun 등[23]은 비보존군과 비교하여 조직학적으로 술 후 4주와 8주에 이식 건 표면에 혈관밀도가 증가한 것을 보고하였고, Wu 등[24]도 수술 후 6주와 12주에 레이저 혈류 측정 장치(laser Doppler flowmetry)와 조직학적 검사를 통해 이식건의 혈류가 증가하고 제3형 콜라겐이 증가한다고 보고하였다. 또한 Xie 등[25]은 이식건의 혈관형성을 촉진하는 mRNA 양을 유전자 분석하여 잔류조직을 보존한 군에서 그 양의 변화가 더 크다고 보고한 바 있다.

Ahn 등[11]은 수술 후 평균 6.3개월째 자기공명영상을 이용하여 보존군과 비보존군을 비교하였다. 전방십자인대의 면적이 보존군이 유의하게 넓었으나 이식건 내 SNQ ratio는 두 군 간에 차이가 없었다. 저자들의 경우 수술 후 보존군은 평균 15.5개월, 비보존군은 평균 17.8개월에 자기공명영상 촬영을 시행하였으며 두 군 간 촬영기간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 이식건 내 SNQ ratio가 보존군에서 더 유의하게 낮은 결과를 보였다. 이식건의 인대화 과정은 이식 건의 종류에 따라 타가건이 자가건보다 느리고 자가 슬개건보다 자가 슬괵건이 느리게 일어나는 것으로 알려져 있다.[26,27] 슬괵건의 경우 인대화 과정이 24개월까지 지속된다.[26,28,29] 본 연구의 결과로 보아 두 군의 인대화 과정은 아직 진행 중이나 수술 후 1년 이상 경과한 시점에서 잔류조직 보존군이 더 낮은 신호강도를 보인다는 점은 인대화 과정이 더 빠르게 진행중임을 시사하고 있다.

잔류조직 보존술을 시행 후 임상적으로 우수한 결과를 보고하기도 하나,[8,11] 보존군과 비보존군의 임상 결과를 비교한 많은 논

문에서 두 군 간에 차이가 없었다고 보고하기도 하였다.[15,16,30] 저자들의 경우에도 IKDC 점수나 Lysholm 점수에서 수술 후 두 군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 외발뛰기 검사는 점프 시 슬관절 주변 근력과 착지 시 슬관절의 기계적 안정성 및 슬관절의 고유수용감각에 의한 역동적 안정성 등 다양한 인자에 의해 영향을 받는 기능적 평가방법 중 하나이다. 본 연구에서는 외발뛰기 검사상 평균값이 비보존군이 83.82%, 보존군이 89.42%로 보존군이 유의하게 호전된 소견을 보여 보존군에서 고유수용감각의 보존으로 더 우수한 결과를 보인 것으로 추정해볼 수 있으나 슬관절 주변 근육의 근력 차이 등 다양한 인자에 영향을 받을 수 있어 검사상의 한계가 있다. 또한 IKDC 객관적 평가 점수에서 두 군 모두 B군(nearly normal, 89%-76%)에 속해 IKDC 점수를 이용하여 평가 시 두 군은 임상적인 차이는 없는 것으로 평가된다. 이와 같이 임상 점수 평가 항목은 보존군과 비보존군에서 차이를 평가하는 것은 한계가 있다. 이에 저자들은 보다 객관적인 방법으로 두 군 간의 차이를 평가하기 위해 수치화할 수 있는 자기공명영상상의 SNQ ratio를 이용하였고, SNQ ratio가 보존군에서 더 낮게 관찰되어 잔류조직이 이식건의 인대화 과정을 촉진할 수 있다는 가설을 긍정하는 결과를 보였다. Wu 등[24]도 동물실험에서 조직학적으로 이식건의 인대화 과정이 보존군에서 더 촉진되었고 이에 따라 이식건의 강도가 증가되었음을 보고하였다. 인대화 과정의 차이는 기존의 고식적인 재활과정에 변화를 고려해 볼 수 있을 것이며 재활 중 이차 수상의 위험성을 감소시킬 수 있을 것으로 기대되어 장기적으로 이식건의 생존율에 영향을 줄 수 있으므로 추가적인 장기 추시 연구를 통해 잔류조직 보존술의 효용성에 대한 평가가 필요할 것이다.

본 연구의 제한점은 보존가능한 잔류조직은 가능한한 보존술식을 이용하려 노력하였기 때문에 무작위적으로 대상을 선정하여 연구를 진행하지 않았고, 후향적 연구라는 점과 증례의 숫자가 충분하지 못한 점, 그리고 검사 결과의 측정 및 평가 시 한 명의 단일 저자에 의해 이루어졌다는 점이다. 또한 본 연구는 임상적 평가 중 고유수용감각 검사평가를 함께 평가하지 못하였으며, 외발뛰기 검사의 차이를 보이는 이유에 대하여 슬관절 주변 근력에 대한 평가가 필요하나 장비의 부재로 객관적 근력 평가를 하지 못하였다. 또한 간접 시사 소견으로 수술 전과 수술 후 양측 허벅지 두께 차이를 평가할 필요가 있으나 데이터 누락으로 이 점을 평가 대상에서 제외한 점이 이 연구의 제한점이다. 마지막 제한점으로 이차관절경 평가시점이 재건술 후 1-2년 사이로 단기 평가라는 점이다.

결 론

임상적 평가 점수와 기계적 안정성에서 두 군 간의 차이는 보이지 않았으나 외발뛰기 검사상 잔류조직 보존군이 우수한 결과를 보였고, 이차관절경 소견상 두 군 간에 객관적 분류에 따른 차이는 없었다. 자기공명영상은 이식건의 인대화 과정을 평가하기 위해 유용한 것으로 생각되며, 전방십자인대 잔류조직 보존술은 자기공명영상을 통한 평가에서 비보존군과 비교하여 1년 이상 추시 시 더 낮은 신호강도를 보였다. 잔류조직 보존술식이 인간대상 연구에서 생물학적 차이를 보임을 자기공명영상을 이용하여 간접적으로 확인할 수 있었다. 이식건의 생존율 및 재수상 위험성에 대한 장기 추시 결과에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH, Woo SL. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. 2002 Richard O'Connor Award paper. Arthroscopy. 2003;19:297-304.
2. Middleton KK, Hamilton T, Irrgang JJ, Karlsson J, Harner CD, Fu FH. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective. Part 1. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:1467-82.
3. Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. J Bone Joint Surg Br. 1991;73:833-7.
4. Ochi M, Iwasa J, Uchio Y, Adachi N, Sumen Y. The regeneration of sensory neurones in the reconstruction of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg Br. 1999;81:902-6.
5. Georgoulis AD, Pappa L, Moebius U, et al. The presence of proprioceptive mechanoreceptors in the remnants of the ruptured ACL as a possible source of re-innervation of the ACL autograft. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2001;9:364-8.
6. Lee BI, Min KD, Choi HS, et al. Immunohistochemical study of mechanoreceptors in the tibial remnant of the ruptured anterior cruciate ligament in human knees. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009;17:1095-101.
7. Gohil S, Annear PO, Breidahl W. Anterior cruciate ligament reconstruction using autologous double hamstrings: a comparison of standard versus minimal debridement techniques using MRI to assess revascularisation. A randomised prospective study with a one-year follow-up. J Bone Joint Surg Br. 2007;89:1165-71.

8. 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. 2008;24:560-8.
9. 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. 2006;22:340.
10. Ahn JH, Lee YS, Ha HC. Anterior cruciate ligament reconstruction with preservation of remnant bundle using hamstring autograft: technical note. Arch Orthop Trauma Surg. 2009;129:1011-5.
11. Ahn JH, Wang JH, Lee YS, Kim JG, Kang JH, Koh KH. Anterior cruciate ligament reconstruction using remnant preservation and a femoral tensioning technique: clinical and magnetic resonance imaging results. Arthroscopy. 2011;27:1079-89.
12. Chun KC, Hwang JS, Kim KM, Kim DH, Chun CH. Comparison of clinical results and second-look arthroscopic findings of remnant preserving versus non-remnant preserving technique after anterior cruciate ligament reconstruction using achilles allograft. J Korean Orthop Assoc. 2013;48:366-74.
13. Ahn GY, Nam IH, Moon GH, Lee YH, Choi SP, Yoo JY. The effect of a tibial remnant preservation technique on the synovialization of the graft tendon in anterior cruciate ligament reconstruction: based on the second look arthroscopic findings. J Korean Arthrosc Soc. 2013;17:11-7.
14. Ochi M, Adachi N, Uchio Y, et al. A minimum 2-year follow-up after selective anteromedial or posterolateral bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2009;25:117-22.
15. Hong L, Li X, Zhang H, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction with remnant preservation: a prospective, randomized controlled study. Am J Sports Med. 2012;40:2747-55.
16. Hu J, Qu J, Xu D, Zhang T, Zhou J, Lu H. Clinical outcomes of remnant preserving augmentation in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:1976-85.
17. Song GY, Zhang H, Zhang J, et al. The anterior cruciate ligament remnant: to leave it or not? Arthroscopy. 2013;29:1253-62.
18. Weiler A, Peters G, Mäurer J, Unterhauser FN, Südkamp NP. Biomechanical properties and vascularity of an anterior cruciate ligament graft can be predicted by contrast-enhanced magnetic resonance imaging. A two-year study in sheep. Am J Sports Med. 2001;29:751-61.
19. 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. 1991;19:243-55.
20. Arnoczky SP. Blood supply to the anterior cruciate ligament and supporting structures. Orthop Clin North Am. 1985;16:15-28.
21. Dunlap J, McCarthy JA, Joyce ME, Ogata K, Shively RA. Quantification of the perfusion of the anterior cruciate ligament and the effects of stress and injury to supporting structures. Am J Sports Med. 1989;17:808-10.
22. Fulkerson JP, Berke A, Parthasarathy N. Collagen biosynthesis in rabbit intraarticular patellar tendon transplants. Am J Sports Med. 1990;18:249-53.
23. Sun L, Wu B, Tian M, Liu B, Luo Y. Comparison of graft healing in anterior cruciate ligament reconstruction with and without a preserved remnant in rabbits. Knee. 2013;20:537-44.
24. Wu B, Zhao Z, Li S, Sun L. Preservation of remnant attachment improves graft healing in a rabbit model of anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2013;29:1362-71.
25. Xie GM, Huang Fu XQ, Zhao JZ. The effect of remnant preservation on patterns of gene expression in a rabbit model of anterior cruciate ligament reconstruction. J Surg Res. 2012;176:510-6.
26. Pauzenberger L, Syré S, Schurz M. "Ligamentization" in hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of the literature and a glimpse into the future. Arthroscopy. 2013;29:1712-21.
27. Muramatsu K, Hachiya Y, Izawa H. Serial evaluation of human anterior cruciate ligament grafts by contrast-enhanced magnetic resonance imaging: comparison of allografts and autografts. Arthroscopy. 2008;24:1038-44.
28. Janssen RP, Scheffler SU. Intra-articular remodelling of hamstring tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:2102-8.
29. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Prado R, Muruzabal F, Andia I. Ligamentization of tendon grafts treated with an endogenous preparation rich in growth factors: gross morphology and histology. Arthroscopy. 2010;26:470-80.
30. Song GY, Zhang J, Li X, Chen XZ, Li Y, Feng H. Acute anterior cruciate ligament reconstruction with an augmented remnant repair: a comparative macroscopic and biomechanical study in an animal model. Arthroscopy. 2014;30:344-51.

pISSN : 1226-2102, eISSN : 2005-8918

Original Article J Korean Orthop Assoc 2015; 50: 501-512 • http://dx.doi.org/10.4055/jkoa.2015.50.6.501 www.jkoa.org

전방십자인대 재건술 후 잔류조직 보존술식과 비보존술식의 자기공명영상을 이용한 연구; 임상적, 이차관절경 검사와의 비교: Pilot Study

이병일 • 김병민* • 고덕환* • 권세원 • 김환배*

순천향대학교 서울병원 정형외과, *건국대학교 충주병원 정형외과

목적: 전방십자인대 재건술 시 잔류조직 보존술식과 비보존술식 간 차이를 안정성 검사와 기능적 평가, 이차관절경 소견 및 자기공명영상을 이용하여 비교하고자 한다.

대상 및 방법: Outside-in 술식하에 자가 슬괵건을 이용한 재건술을 시행받고 12개월 이상 경과하여 이차관절경과 자기공명영상을 시행한 환자 23명 중 보존군 12예와 비보존군 11예로 나누어 두 군 간에 안정성 검사, 임상적 기능평가점수, 이차관절경 소견과 자기공명영상에서 signal to noise quotient (SNQ) ratio를 비교하였다.

결과: 안정성 검사와 International Knee Documentation Committee 점수, Lysholm 점수에서는 두 군 간에 차이를 보이지 않았으나 외발뛰기 검사에서 보존군에서 더 우수하였고($p<0.05$), 보존군에서 유의하게 SNQ ratio가 더 낮았다($p<0.05$). 이차관절경 평가는 두 군 간에 유의한 빈도 차이를 보이지 않았다. 이식건의 활액막 형성정도와 이식건의 상태는 SNQ ratio와 연관성이 없었다($p>0.05$).

결론: 잔류조직 보존술식은 1년 이상 추시 시 자기공명영상에서 비보존군에 비해 낮은 신호강도를 보였다. 잔류조직 보존술식이 인간대상연구에서 생물학적 차이를 보임을 자기공명영상을 이용하여 간접적으로 확인할 수 있었다.

색인단어: 전방십자인대, 전방십자인대 재건술, 잔류조직 보존술식, 인대화, 자기공명영상

접수일 2015년 4월 28일 **수정일** 2015년 6월 3일 **게재확정일** 2015년 7월 21일

책임저자 김병민

27376, 충주시 국원대로 82, 건국대학교 충주병원 정형외과

TEL 043-840-8250, **FAX** 043-844-7300, **E-mail** :stompower@hanmail.net

 Copyright © 2015 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."