

자가 아킬레스 건과 장력 부하 기법을 이용한 전방십자인대 재건술 후 자기 공명 영상을 이용한 이식건의 평가

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실

서재곤 · 문영완 · 유재철 · 장문종 · 김승연 · 김무현

Measurement of the Grafts for the Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Tension Load Technique and Achilles Tendon Autograft using Postoperative Magnetic Resonance Imaging

Jai Gon Seo, M.D., Young Wan Moon, M.D., Jae Chul Yoo, M.D.,
Moon Jong Chang, M.D., Seung Yeon Kim, M.D., Mu Hyun Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical Center
School of Medicine, Sungkyunkwan University, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the postoperative magnetic resonance image (MRI) findings of anterior cruciate ligament (ACL) reconstructed with a tension load technique using auto-Achilles tendon, and to compare the results with knees with a native ACL.

Materials and Methods: We evaluated 21 postoperative MRI scan of 21 patients (group A) who had undergone ACL reconstruction between January 1995 and November 1996. The control group (group B) consisted of 50 patients whose meniscus tear had been operated by arthroscopy and whose ACL was intact. We measured the orientation of the graft in the sagittal and coronal planes and compared it with that of the native ACL.

Results: The mean sagittal angle of the ACL angle in group A ($55.7 \pm 5.6^\circ$, range $47.2 \sim 68.8^\circ$) was statistically lesser than group B ($58.7 \pm 3.8^\circ$, range $50.4 \sim 67.5^\circ$) ($p=0.036$). But there was no statistically significant difference between the two groups with regard to the mean ACL-Blumensaat line angle (group A: $8.1^\circ \pm 4.9^\circ$, range $1.7^\circ \sim 22.0^\circ$, group B: $8.6^\circ \pm 3.6^\circ$, range $2.6^\circ \sim 18.1^\circ$) and the mean coronal angle of the ACL (group A: $64.9^\circ \pm 9.1^\circ$, range $46.9^\circ \sim 76.4^\circ$, group B: $65.9^\circ \pm 4.4^\circ$, range $57.7^\circ \sim 75.2^\circ$) ($p=0.88$, $p=0.62$). In the sagittal plane, the mean center of tibial insertion of the ACL graft in group A ($31.9 \pm 7.1\%$, range $22.4 \sim 47.9\%$) was positioned more anteriorly than group B ($37.0 \pm 4.9\%$, range $18.5 \sim 44.7\%$) ($p=0.005$). But in the coronal plane, there was no statistically significant difference between the two groups (group A: $46.3 \pm 2.8\%$, range $42.1 \sim 52.5\%$, group B: $45.7 \pm 2.8\%$, range $41.0 \sim 49.1\%$) ($p=0.392$).

Conclusion: We performed an ACL reconstruction with the tension load technique using auto-Achilles tendon and we found that the graft orientation in MRI was as good as that of the native ACL.

KEY WORDS: ACL, Achilles tendon autograft, Postoperative MRI, ACL reconstruction, Tension load technique

서 론

* Address reprint request to
Seung Yeon Kim, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical
Center, Sungkyunkwan University School of Medicine,
50 Ilwon-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-2206, Fax: 82-2-3410-0061
E-mail: ksy7443@hanmail.net

전방십자인대 재건술 시 이미 알려진 골-슬개관-골 자가 건은 자가건으로서의 장점뿐만 아니라 강도가 튼튼하고 조기에 관절운동이 가능하며 골과 골사이의 유합이므로 치유기간이 짧아 전방십자인대 재건술에 가장 많이 사용되어 왔으며 비교적 만족스러운 결과가 보고되었다*. 그러나 이는 전방

슬관절 동통 및 슬관절 굴곡 구축 등의 합병증 발생 빈도가 높으며 슬관절의 신전력의 회복이 느리다는 단점이 지적되어 왔다¹⁴⁾. 이외에도 동종건이나 자가 슬립건이 최근 널리 사용되고 있으나, 1990년대 초까지만 해도 최근 많이 사용되고 있는 동종건은 보고된 장기 추시 결과가 거의 없었으며 심지어는 몇몇 연구에서 매우 나쁜 결과가 보고되기도 하였다^{15,16)}. 또 질병의 전파, 면역 반응, 이식건의 처리과정의 문제, 인대의 재형성이 느린 점, 비용적 측면 등으로 인해 사용하는데 어려움이 있었다¹⁴⁾. 또한 자가 슬립건의 경우 사용 초기 단계로 이와 관련된 추시 결과 보고가 거의 없는 상태였다.

관절경을 이용한 전방십자인대 재건술시 경골부 및 대퇴부의 터널의 위치는 관절 내 기준점을 사용하여 형성하게 되나 여러 논문에 따르면 시상면에서 이식건의 각도는 35°에서 60°까지, 관상면에서 또한 우측 무릎을 기준으로 10시에서 11시까지 다양하게 관찰된다고 한다^{13,17)}. 또, 정상 전방십자인대에 가깝게 이식건의 각도 및 터널의 위치를 형성해야 보다 나은 생역학적 안정성을 보일 수 있다고 하였으나 슬립건 및 골-슬개건-골 자가건으로 관절경적 전방십자인대 치환술을 시행한 경우 정상 전방십자인대의 해부학적 위치와는 차이가 관찰된다고 하였다⁹⁾.

이에 저자들은 자가 아킬레스건과 장력 부하 기법으로 전방십자인대 재건술을 시행하였으며, 자기공명영상을 통하여 이식건의 위치를 정상 전방십자인대와 비교 평가하고 자기공명영상에서 관찰되는 이식건의 상태에 대해서도 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1995년 1월부터 1996년 11월까지 단일 술자에 의해 자가 아킬레스건 및 장력부하기법을 사용하여 전방십자인대 재건술을 시행 받은 환자 70명 중 추시 자기공명영상 촬영에 동의한 21명 21례(30%)(그룹 A)를 대상으로 하였다. 그 중 18예가 남자였고 3예가 여자였으며, 평균 연령은 28.3±9.4세(범위, 16~40세)였다. 술 후 추시 자기공명영상을 촬영하기까지 평균 기간은 121.6±16.1개월(범위, 61~133개월)이었다.

대조군(그룹 B)은 2000년 8월부터 2005년 11월 사이에 관절경적 반월상 연골 수술을 시행 받은 환자 중 정상 전방십자인대가 확인된 50예를 대상으로 하였으며 그 중 39예가 남자였으며 11예가 여자였고, 평균 연령은 28.3±9.9세(범위, 15~50세)였다. 두 그룹간 성별(p=0.90) 및 연령(p=0.53)은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

2. 수술 방법

1) 피부 절개 및 터널 형성

우선 내측 슬개골 주위 접근법을 이용하여 절개를 슬개골 내측 중간 바로 위에서 시작하여 관절선 하방 2 cm 지점까지 가한 후 전내측에 소관절천공술을 통해 반월상연골 파열 등에 대해 처치를 하였으며 전방십자인대의 손상을 확인하였다. 이후 경골부 및 대퇴부 터널은 가이드 핀을 통한 유관 확공기를 통해 형성하였는데 터널은 등척접 이중 터널 기술을 사용하여 형성하였다. 이후 진동톱을 이용하여 경골부 터널 입구 피질골에 1×1 cm 크기의 창을 만들어 이식건의 골면 크기만큼 해면골을 제거해 주었고 대퇴부 터널 가이드 핀이 나오는 지점에 이식건의 대퇴부 고정을 위한 피질골 나사를 삽입하기 위해 5 cm 가량 추가로 소절개를 가하였다.

2) 이식건의 채취 및 처리

아킬레스건 종골 부착부위에서 약 10 cm 근위부와 부착부에 각각 3 cm 길이의 피부절개를 가한 후 아킬레스건의 내측 1/3을 11 cm 길이로 종골 골편이 부착된 상태로 절취하였다(Fig. 1). 이후 떼어낸 아킬레스건을 관상형으로 봉합한 후 근위 건 부를 4-0 강선을 이용하여 Bunnel 술식으로 30회 이

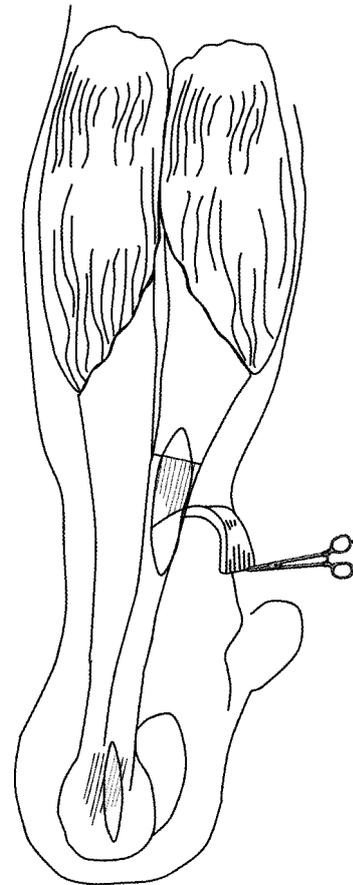


Fig. 1. Two separate incisions were used. Achilles tendon can be divided naturally at the time of passing the tendon from the proximal to the distal incision.

상 엮어서 튼튼히 고정될 수 있도록 하였다(Fig. 2).

3) 이식건의 장력 부하 및 고정

경골의 피질골 절제부를 통해 아킬레스건을 통과시킨 후 종골 골편을 경골부에 self-locking 시킨 후 건부는 다시 대퇴골 외과의 터널을 통과시켜 대퇴골 외측 피질에 2개의 4.5 mm 피질골 나사 및 와셔로 강선부를 고정하였다. 근위 건부를 엮은 강선을 피질골 나사에 시계 방향으로 감은 후 나사를 삽입하여 이식건에 장력을 가하였고 고정 전에 장력기를 이용하여 100N의 장력을 가하면서 나사에 고정한 후 슬관절의 굴곡, 신전 및 동요여부를 확인하였다(Fig. 3).

4) 술 후 처치

술 후 1주째부터 보조기 착용 후 관절운동을 시작하였다. 관절운동은 술 후 6주째 120도 이상 굴곡이 가능하도록 하였으며 보조기는 술 후 6주간 착용하였다. 2주째부터 부분 체중 부하를 시작하였고, 술 후 1개월에는 전 체중부하가 가능하였다.

이식건의 공여부에 대한 특별한 보조기는 착용하지 않았으며 술 후 목발 보행을 통해 부분 체중부하를 시작하였고 무드럽게 스트레칭을 격려하였으며 관절운동 범위가 모두 돌아

온 후 밴드를 이용하여 근력운동을 시작하도록 하였다. 고유 수용 감각 운동은 술 후 3개월 이후부터 시작하였다.

3. 자기공명영상 촬영법 및 측정방법

모든 환자에서 자기공명영상은 1.5-Tesla 기종(Signa, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)을 사용하였으며, 슬관절 전용 코일을 사용하였다. 시상면 및 관상면 양자 밀도 강조 영상(TE/TR 20/2000, FOV 140 mm, NEX 4, slice thickness/gap 4 mm/1 mm) 및 T2 강조영상(TE/TR 80/2000, FOV 140 mm, NEX 4, slice thickness/gap 4 mm/1 mm)을 양와위에서 슬관절을 펴고 15도 외회전 한 상태로 시행하였다.

각 수치는 두 명의 정형외과 의사가 각각 두 번에 걸쳐서 전방십자인대의 주요 부위가 가장 잘 드러난 영상을 PACS(Picture Archiving and Communications System; General Electric, Chicago, IL, USA) 모니터 상에서 골라 마우스 커서 및 거리/각도에 대한 자동계산을 통해 측정하였다.

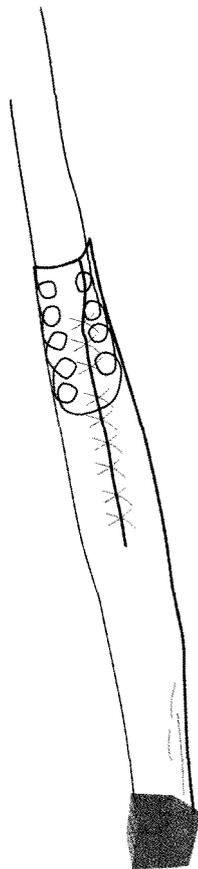


Fig. 2. One third of Achilles tendon was made into 'tube' fashion with attached calcaneal bone block .

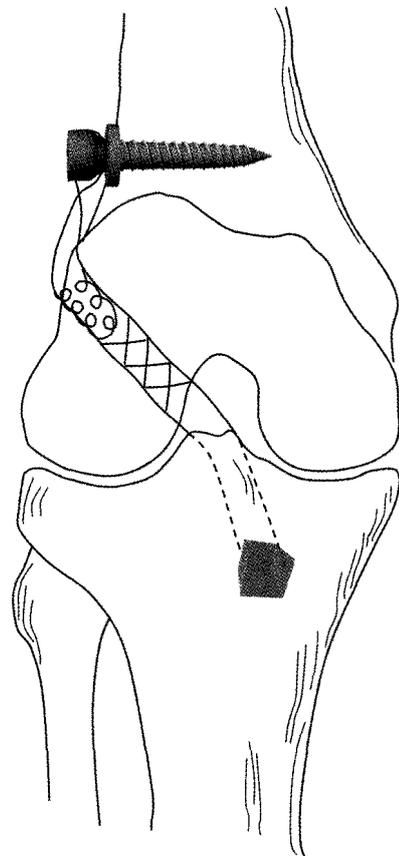


Fig. 3. To fix both ends of graft, the bone plug of graft was impacted to the entry of the tibial tunnel and then the femoral ends of suture were post-tied.

전방십자인대의 위치는 세 가지 다른 방법을 통해 계속하였다²⁾: 전방십자인대 시상면 및 관상면 각도, 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도. 전방십자인대 시상면 각도는 전방십자인대에 평행한 선과 경골의 장축에 수직인 선이 이루는 각으로 정의하였고 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도는 대퇴골의 후면과 전방십자인대에 평행한 선과의 각으로 정의하였으며 이 두 계측값은 시상면에서 측정되었다. 전방십자인대 관상면 각도는 관상면에서 ACL에 평행한 선과 경골 고평부에서 관절면에 평행하게 그린 선이 이루는 각으로 정의하였다.

경골 터널의 위치는 Odensten과 Gillquist에 의해 발표된 방법¹⁶⁾으로 결정하였으며 두 가지 방법으로 측정하였다. 시상면에서 경골 터널 축의 위치는, 경골 터널 중심 축의 연장선이 경골 고평부의 전후방 선과 만나는 점을 확인한 후 경골 고평부 전방에서 이 점까지의 거리를 경골 고평부 전후방 거리로 나눈 후 100을 곱한 값으로 정하였다. 관상면에서 경골 터널 축의 위치는, 경골 터널 중심 축의 연장선이 경골 고평부의 내외측을 잇는 선과 만나는 점을 확인한 후 경골 고평부 내측에서 이 점까지의 거리를 경골 고평부 내외측 거리로 나눈 후 100을 곱한 값으로 정하였다.

그 밖에 MRI 를 통해 이식건의 신호강도, 형태, 연속성 등을 관찰하였다. 시상면 및 관상면에서 이식건의 신호강도는 Howell 등²⁹⁾이 기술한 시스템을 이용해 측정하였다. 이식건의 관절내 부위를 세 등분한 후 각각의 부위의 신호강도를 0점에서 3점까지 매긴다(0: 후방십자인대나 슬개건처럼 균일한 저신호강도; 1:이식건 부피 50% 미만에서 신호강도 증가; 2:이식건 부피 50% 이상에서 신호강도 증가; 3:이식건 전반

에 걸쳐 신호강도의 증가). 세 부위 점수의 합계를 이식건의 신호강도로 정하였다. 이식건의 육안 형태는 네 가지로 나누었다²⁾: 균일한 저 신호강도 밴드, 세로 선상의 증가된 신호강도, 국소적으로 증가된 신호강도 및 전체적으로 증가된 신호강도의 네 가지 형태로 나누었다. 또 이식건의 연속성은 잘 유지된 경우, 부분 파열 및 완전 파열의 세 가지로 나누었다²⁾.

4. 통계 분석

두 그룹간 성별 및 나이의 차이 여부를 확인하기 위하여 Fisher의 정확 검정 및 Wilcoxon Two-Sample test를 사용하였으며, 이식건과 정상 십자인대 간의 각도 및 경골 삽입부 위치를 비교하기 위하여 Repeated measures ANOVA를 사용하였다. 또, Intraclass Correlation Coefficient를 이용하여 관찰자 내 및 관찰자간 일치도 검정을 시행하였다. 모든 통계는 SPSS 소프트웨어 패키지(SPSS for Windows Release 12.0; SPSS, Chicago, Illinois)를 이용하였으며 모든 분석의 유의수준은 0.05로 하였다.

결 과

그룹 A와 B의 평균 전방십자인대 시상면 각도는 각각 $55.7^{\circ} \pm 5.6^{\circ}$ (범위, $47.2 \sim 68.8^{\circ}$)와 $58.7^{\circ} \pm 3.8^{\circ}$ (범위, $50.4 \sim 67.5^{\circ}$)로 그룹 B가 그룹 A에 비해 통계적으로 유의하게 크게 관찰되었다($p=0.036$)(Fig. 4A, B). 그러나 그룹 A와 B의 평균 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도는 각각 $8.1^{\circ} \pm 4.9^{\circ}$ (범위, $1.7 \sim 22.0^{\circ}$)와 $8.6^{\circ} \pm 3.6^{\circ}$ (범위,

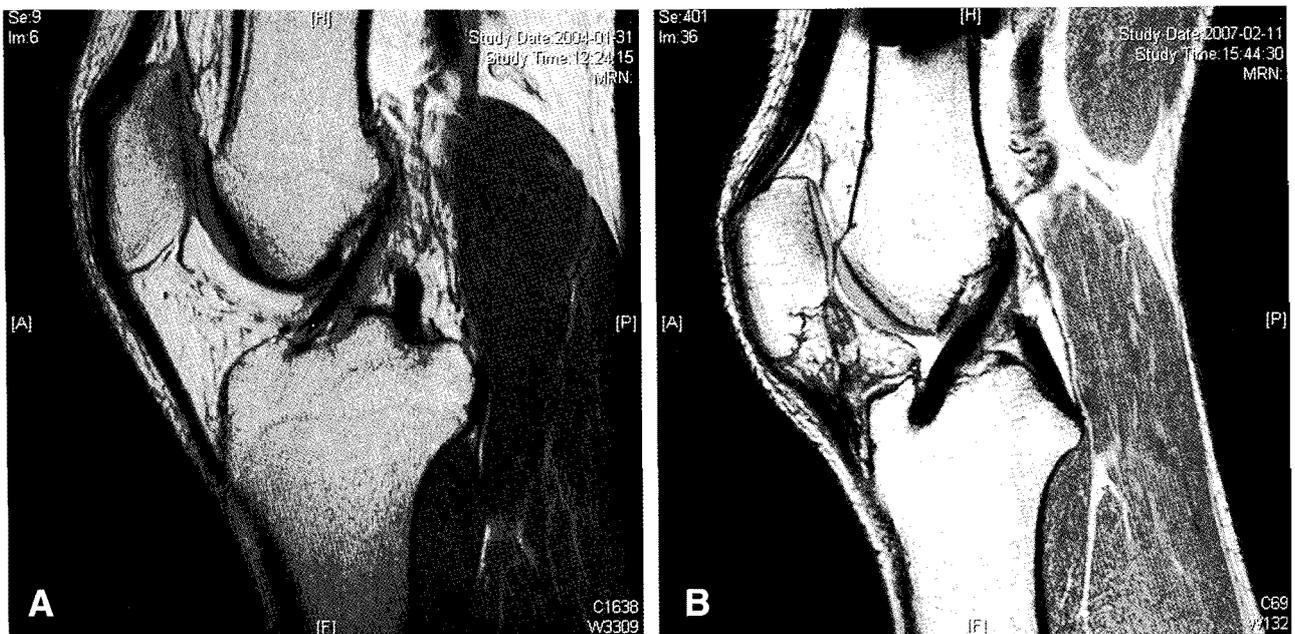


Fig. 4. Sagittal MRI scans of the individual groups show that the Achilles graft(B) was aligned more horizontally than the native ACL(A).

2.6~18.1°)로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으며 ($p=0.88$) 평균 전방십자인대 관상면 각도 또한 $64.9^{\circ} \pm 9.1^{\circ}$ (범위, 46.9~76.4°)와 $65.9^{\circ} \pm 4.4^{\circ}$ (범위, 57.7~75.2°)로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.62$).

시상면에서 평균 경골 터널 위치는 각각 $31.9 \pm 7.1\%$ (범위, 22.4~47.9%)와 $37.0 \pm 4.9\%$ (범위, 18.5~44.7%)로 그룹 A에서 그룹 B보다 통계적으로 유의하게 작게 관찰되어 터널의 위치가 앞쪽에 위치하였다($p=0.005$). 관상면에서는 각각 $46.3 \pm 2.8\%$ (범위, 42.1~52.5%)와 $45.7 \pm 2.8\%$ (범위, 41.0~49.1%)로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.392$).

MRI 소견상 총 21례 중 14례(66.7%)에서 신호강도가 증가하였으며 부분 파열이 4례(19.0%)에서 관찰되었다. 가장 흔히 관찰되는 이식건의 형태는 세로 선상의 증가된 신호강도로 11례(52.4%)에서 관찰되었다.

관찰시간 일치도는 전방십자인대 시상면 각도에 대해 $\rho=0.7893$ (95% 신뢰구간=(0.6823, 0.8632), 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도에 대해 $\rho=0.7659$ (95% 신뢰구간=(0.6493, 0.8473), 시상면에서 평균 경골 터널 위치에 대해 $\rho=0.8636$ (95% 신뢰구간=(0.7899, 0.9127), 신호강도에 대해 $\rho=0.9344$ (95% 신뢰구간=(0.8212, 0.9873), 연속성에 대해 $\rho=0.9921$ (95% 신뢰구간=(0.9756, 0.9958), 형태에 대해 $\rho=0.9356$ (95% 신뢰구간=(0.8154, 0.9812) 높은 일치도를 보였으며 전방십자인대 관상면 각도에 대해 $\rho=0.6817$ (95% 신뢰구간=(0.5342, 0.7889), 관상면에서 평균 경골 터널 위치에 대해 $\rho=0.7224$ (95% 신뢰구간=(0.5892, 0.8173)로 중간정도의 일치도를 보였다.

관찰자내 일치도는 전방십자인대 시상면 각도에 대해 $\rho=0.8573$ (95% 신뢰구간=(0.7572, 0.9237), 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도에 대해 $\rho=0.9137$ (95% 신뢰구간=(0.7954, 0.9673), 전방십자인대 관상면 각도에 대해 $\rho=0.9263$ (95% 신뢰구간=(0.7753, 0.9820), 시상면에서 평균 경골 터널 위치에 대해 $\rho=0.9334$ (95% 신뢰구간=(0.7955, 0.9812), 관상면에서 평균 경골 터널 위치에 대해 $\rho=0.9385$ (95% 신뢰구간=(0.8196, 0.9789), 신호강도에 대해 $\rho=0.9421$ (95% 신뢰구간=(0.8312, 0.9892), 연속성에 대해 $\rho=0.9941$ (95% 신뢰구간=(0.9796, 0.9978), 형태에 대해 $\rho=0.9436$ (95% 신뢰구간=(0.8255, 0.9862)로 높은 일치도를 보였다.

고 찰

본 연구를 통해 장력부하기법 및 자가 아킬레스건을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행한 결과 이식건의 각도 및 경골 터널의 위치를 정상 전방십자인대에 가깝게 얻을 수 있었음을 확인할 수 있었다.

전방십자인대 재건술에 있어 어떤 이식건이 가장 좋은지에

대해선 아직 여러 이견이 있다. 좋은 이식건은 정상 전방십자인대의 해부학적 및 생역학적 특성을 재현할 수 있어야 하고 초기에 견고한 고정과 함께 빠르게 치유될 수 있어야 하며 공여부 이환율이 낮아야 한다³⁾.

저자가 동측의 자가 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술을 시작할 때까지만 해도 동종건에 대한 장기 추시 결과는 별로 없었으며 심지어는 몇몇 연구에서 매우 나쁜 결과가 보고되기도 하였다^{4,5)}. 또 질병의 전파, 면역 반응, 이식건의 처리과정의 문제, 인대의 재형성 및 치유에 오랜 시간이 걸리는 점, 비용적 측면 등으로 인해 사용하는데 어려움이 있었다⁶⁾. 이로 인해 당시 대부분 자가인대를 선호하였다. 그 중 골-슬개건-골 자가건은 자가건으로서의 장점 뿐만 아니라 강도가 튼튼하여 초기에 관절운동이 가능하며 골과 골사이의 융합이므로 치유기간이 짧다는 장점이 있지만⁷⁾ 전방 슬관절 동동 및 슬관절 굴곡 구축 등의 합병증 발생 빈도가 높으며 슬관절의 신전력의 회복이 느리다는 단점이 지적되어 왔다⁸⁾. 또한 정상 전방십자인대에 비해 더 수직에 가까운 각도를 가짐으로써 발생하게 되는 잔여 동요가 문제점으로 지적되어 왔다⁹⁾. 이에 반해 슬관절의 경우 공여부의 이환이 적다는 장점과 이식건 고정기기의 발전으로 최근들어 대체 자가건으로 각광받고 있다.

이와 함께 전방십자인대 재건술에 있어 터널의 위치 및 이식건의 시상면 및 관상면 상에서의 각도도 중요한 연구의 대상이 되어 왔다. Cain 과 Clancy³⁾는 이식건을 수직에 가깝게 위치시키면 전후방 안정성은 회복되나 회전 불안정성이 남는다고 하였으며, Gabriel 등¹⁰⁾은 전방십자인대의 후외측 다반이 슬관절의 전방 및 회전 안정성에 미치는 중요성에 대한 실험결과를 보고하였고 Loh 등¹¹⁾은 대퇴골측 터널의 방향을 우측 슬관절을 기준으로 11시 방향에 비해 10시 방향으로 형성하는 경우 회전안정성을 더 얻을 수 있다고 하였다. 이와 비슷하게 Howell 등도 경골측 터널의 각도를 관상면상 75도 이상으로 형성할 경우 슬관절 굴곡 범위의 감소와 함께 전방 불안정성이 발생한다고 하였다. 하지만 지나치게 경골측 터널을 앞쪽으로 형성하게 되면 슬관절 신전시 과관 절흔에 충돌이 발생하는 등 실패의 가능성이 높아지게 된다¹²⁾.

저자들은 아킬레스건을 자가 이식물로 사용하였으며 이와 관련된 수술 술기 및 단기 추시 결과는 수차례 보고한 바 있다¹³⁾. 아킬레스건은 필요한 길이를 충분히 얻을 수 있고 강도도 높으며 재건술 직후 이식건의 이완을 막을 수 있고 또한 골편부착부가 상대적으로 안정되어 있어 이를 이용하여 전방십자인대 재건술시 충분한 장력을 가할 수 있다는 장점이 있었다. 그럼으로써 경골부 터널도 정상 전방십자인대의 경골 부착부만큼 충분히 앞쪽 내측으로 형성하여 이식건을 시상면 및 관상면에서 충분히 넓혀 전 운동범위에서 잔여 동요를 충분히 줄일 수 있었고, 슬관절 신전시 이식건이 대퇴골에 충돌되는 것을 방지할 수 있었다.

전방십자인대 재건술 후 이식건의 상태와 관련하여 자기공

명영상을 이용하여 많은 보고가 있어왔다. 이식건의 형태와 관련하여 Jansson 등¹¹⁾은 임상적으로 안정적인 전방십자인대 이식건은 그 내부 및 주위에 세로 선상의 증가된 신호강도가 보인다고 하였으며 이는 Hong 등⁷⁾도 건강한 전방십자인대 이식건에 있어 술 후 자기공명영상 주소견으로 같은 것을 들었다. 하지만 이식건의 기능 부전과 관련하여 다양한 자기공명영상 소견 및 진단의 정확도를 보여왔으며^{8,9)}, 이식건의 신호 증강의 의미에 대해서도 아직 불확실한 면이 있다. 이식건의 충돌이 있는 경우에 나타난다는 보고도 있지만 안정적인 전방십자인대에서도 관찰된다는 보고가 있다^{8,9)}. 따라서 이식건의 자기공명영상 소견과 관련하여 본 연구에서도 여러 소견이 관찰되었으나 이것만으로 이식건의 상태를 평가할 수 없을 것이다.

본 연구는 단일 술자에 의해 시행되었고 평균 10년의 추시가 되었다는 강점이 있지만 우선 자기공명영상 촬영에 동의한 환자만 포함하다 보니 연구에 포함된 환자가 같은 기간 수술 환자의 30%로 적다는 점, 그리고 이식건의 임상적인 평가 또는 관절경적 평가 없이, 또 자가 아킬레스건 공여부에 대한 평가 없이 자기공명영상 소견만을 다뤘다는 약점이 있다. 이와 관련해서 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

장력부하기법과 자가 아킬레스건을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행하였으며 추시 자기 공명 영상 검사를 통해 이식건이 정상 전방십자인대와 비슷하게 위치하였음을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F and Sasso F: Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A: 2143-2155, 2004.
- 2) Ahn JH, Lee SH, Yoo JC and Ha HC: Measurement of the graft angles for the anterior cruciate ligament reconstruction with transtibial technique using postoperative magnetic resonance imaging in comparative study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 15: 1293-1300, 2007.
- 3) Baer GS and Harner CD: Clinical outcomes of allograft versus autograft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Sports Med*, 26: 661-681, 2007.
- 4) Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al.: Anterior cruciate ligament replacement: comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am*, 84-A: 1503-1513, 2002.
- 5) Cain EL, Jr. and Clancy WG, Jr.: Anatomic endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patella tendon autograft. *Orthop Clin North Am*, 33: 717-725, 2002.
- 6) Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M and Debski RE: Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22: 85-89, 2004.
- 7) Hong SJ, Ahn JM, Ahn JH and Park SW: Postoperative MR findings of the healthy ACL grafts: correlation with second look arthroscopy. *Clin Imaging*, 29: 55-59, 2005.
- 8) Horton LK, Jacobson JA, Lin J and Hayes CW: MR imaging of anterior cruciate ligament reconstruction graft. *AJR Am J Roentgenol*, 175: 1091-1097, 2000.
- 9) Howell SM, Berns GS and Farley TE: Unimpinged and impinged anterior cruciate ligament grafts: MR signal intensity measurements. *Radiology*, 179: 639-643, 1991.
- 10) Jackson DW and Gasser SI: Tibial tunnel placement in ACL reconstruction. *Arthroscopy*, 10: 124-131, 1994.
- 11) Jansson KA, Karjalainen PT, Harilainen A, et al: MRI of anterior cruciate ligament repair with patellar and hamstring tendon autografts. *Skeletal Radiol*, 30: 8-14, 2001.
- 12) Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH and 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*, 19: 297-304, 2003.
- 13) Miller MD and Hinkin DT: The "N+7 rule" for tibial tunnel placement in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 12: 124-126, 1996.
- 14) Miller SL and Gladstone JN: Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am*, 33: 675-683, 2002.
- 15) Noyes FR and Barber SD: The effect of a ligament-augmentation device on allograft reconstructions for chronic ruptures of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 74: 960-973, 1992.
- 16) Odensten M and Gillquist J: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 67: 257-262, 1985.
- 17) Olszewski AD, Miller MD and Ritchie JR: Ideal tibial tunnel length for endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 14: 9-14, 1998.
- 18) Roberts TS, Drez D, Jr., McCarthy W and Paine R: Anterior cruciate ligament reconstruction using freeze-dried, ethylene oxide-sterilized, bone-patellar tendon-bone allografts. Two year results in thirty-six patients. *Am J Sports Med*, 19: 35-41, 1991.
- 19) Roe J, Pinczewski LA, Russell VJ, Salmon LJ, Kawamata T and Chew M: A 7-year follow-up of patellar tendon and hamstring tendon grafts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: differences and

similarities. *Am J Sports Med*, 33: 1337-1345, 2005.

Vol. 4: 208-215, 1992.

20) **Seo Jai-Gon CD-Y, Roh Jae-Young:** Graft force preloading technique in reconstruction of the anterior cruciate ligament. Analysis of 100 cases of ACL reconstruction using bone-Achilles tendon autograft. *J of Korean Knee Society*,

21) **Seo Jai-Gon KHC:** Reconstruction of the anterior cruciate ligament using an Achilles tendon autograft. Preliminary study. *J of Korean Orthop Assoc*, Vol. 24: 34-44, 1989.

초 록

목적: 장력부하기법과 자가 아킬레스건을 이용하여 이식한 전방십자인대의 자기공명영상 소견을 분석하고 이를 정상 전방십자인대의 자기공명영상 소견과 비교 평가하고자 하였다.

대상 및 방법: 1995년 1월부터 1996년 11월까지 장력부하기법과 자가 아킬레스건을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행 받은 환자 중 추시 자기공명영상을 검사한 21명 21예(그룹 A)의 자기공명영상을 분석하였다. 대조군(그룹 B)은 반월상 연골 파열로 관절경적 수술을 받은 환자 중 관절경적 소견상 정상 전방십자인대가 확인된 50명으로 구성되었다. 자기공명영상의 시상면 및 관상면에서 이식건의 위치를 측정하여 이를 정상 십자인대와 비교하였다.

결과: 그룹 A의 평균 전방십자인대 시상면 각도($55.7^{\circ} \pm 5.6^{\circ}$, 범위, $47.2 \sim 68.8^{\circ}$)는 그룹 B의 각도($58.7^{\circ} \pm 3.8^{\circ}$, 범위, $50.4 \sim 67.5^{\circ}$)보다 작았다($p=0.036$). 그러나 평균 전방십자인대-Blumensaat 선 사이의 각도(그룹 A: $8.1^{\circ} \pm 4.9^{\circ}$, 범위, $1.7 \sim 22.0^{\circ}$, 그룹 B: $8.6^{\circ} \pm 3.6^{\circ}$, 범위, $2.6 \sim 18.1^{\circ}$)와 평균 전방십자인대 관상면 각도(그룹 A: $64.9^{\circ} \pm 9.1^{\circ}$, 범위, $46.9 \sim 76.4^{\circ}$, 그룹 B: $65.9^{\circ} \pm 4.4^{\circ}$, 범위, $57.7 \sim 75.2^{\circ}$)는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.88$) ($p=0.62$). 시상면에서 그룹 A의 평균 경골 턱날 위치($31.9 \pm 7.1\%$, 범위, $22.4 \sim 47.9\%$)는 그룹 B의 위치($37.0 \pm 4.9\%$, 범위, $18.5 \sim 44.7\%$)보다 더 앞쪽에 위치하였다($p=0.005$). 하지만 관상면에서의 위치는 두 군(그룹 A: $46.3 \pm 2.8\%$, 범위, $42.1 \sim 52.5\%$, 그룹 B: $45.7 \pm 2.8\%$, 범위, $41.0 \sim 49.1\%$) 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.392$).

결론: 장력부하기법과 자가 아킬레스건을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행하였으며 추시 자기 공명 영상 검사를 통해 이식건이 정상 전방십자인대와 비슷하게 위치하였음을 확인할 수 있었다.

색인 단어: 전방십자인대, 자가 아킬레스건, 술 후 자기공명영상, 전방십자인대 재건술, 장력부하기법