

반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술의 중기 추시 결과

박호원 • 김희준 • 경희수[✉] • 한정원

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

Mid-Term Results after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Four-Strand Single Semitendinosus Tendon

Ho-Won Park, M.D., Hee-June Kim, M.D., Hee-Soo Kyung, M.D., Ph.D.[✉], and Jung-Won Han, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University School of Medicine, Daegu, Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the mid-term results after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using a single four-strand semitendinosus tendon.

Materials and Methods: We evaluated 81 patients (84 cases) who had undergone ACL reconstruction using an autologous single four-strand semitendinosus tendon. The patients consisted of 77 men and 4 women with a mean age of 28.8 years (15–59 years) years. Most injuries were sports related, and the largest number of cases occurred during a soccer game (38 cases). Combined injuries were meniscus injuries in 43 cases, cartilage injuries in 6 cases and medial collateral ligament injuries in 8 cases. Femoral fixation device was PINN-ACL CrossPin in 44 cases and extracortical suspension device in 40 cases. Suture tie around a screw post and an additional bioabsorbable screw were used for tibial fixation. The mean time from injury to surgery was 9±16 months (7 days–10 years) and the mean follow-up period was 72.0±8.3 months (53–95 months). Clinical evaluation was performed using Lachman test, pivot-shift test, KT-2000 arthrometer, Lysholm score, Tegner activity score, International Knee Documentation Committee (IKDC) score and return to pre-injury sports activity. Radiologic evaluation was performed using plain radiographs to evaluate joint space narrowing.

Results: All patients showed normal range of motion at the final follow-up. The Lachman test was positive in 4 cases, and pivot-shift test was positive in 3 cases. Lysholm score improved from 76.7 to 92.2, Tegner activity score improved from 5.1 to 6, IKDC score improved from 72.0 to 86.5, and mean anterior translation by KT-2000 improved from 7.4 mm to 2.3 mm, and 80.2% of patients returned to pre-injury sports activity. No significant differences in joint space narrowing were observed in plain radiographs.

Conclusion: In this study, good results were obtained after ACL reconstructions using the autologous four-strand single semitendinosus tendon with maintaining the joint stability at mid-term follow-up.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction, semitendinosus tendon

서론

전방십자인대 재건술의 목적은 슬관절의 기능 및 안정성을 제공

하여 손상 전의 활동 상태로 복귀하는 데 있다. 전방십자인대 재건술의 이식건으로 골-슬개골-골, 반건양건과 박건, 대퇴사두건-골, 동종건, 자가-동종건의 혼합건 등 여러 종류의 건이 사용되고 있다.¹⁾

동종건은 공여부의 이환이 없고 이식건의 채취과정이 필요 없어 수술 시간이 단축되는 장점이 있으나 냉동처리 등으로 인한 이식건의 생역학적 변화, 상대적으로 느린 인대 결합률, 이식건에 대한 면역반응, 질병의 전파 및 수술비용의 증가 등의 단점이 보

Received March 23, 2015 Revised May 21, 2015 Accepted June 22, 2015

[✉]Correspondence to: Hee-Soo Kyung, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University Hospital, 130 Dongdeok-ro, Jung-gu, Daegu 41944, Korea

TEL: +82-53-200-5636 FAX: +82-53-422-6605 E-mail: hskyung@knu.ac.kr

고되고 있다. 자가건은 질병의 전파 및 이식된 조직의 면역 거부 반응이 없다는 장점이 있으나 이식건의 채취 부위의 이환율이 증가될 수 있다는 단점이 있다.¹⁾

최근 자가이식건의 경우 슬개-대퇴 관절의 동통과 대퇴 신전력의 약화, 슬개건 파열 등의 문제로 골-슬개건-골의 사용빈도는 줄어들고, 이러한 단점이 적은 슬괁건(hamstring tendon)의 이용이 증가하는 추세이다.^{2,3)} 그러나 반건양건(semi-tendinosus)과 박건(gracilis)을 모두 채취할 경우 슬괁근의 결손으로 슬관절의 굴곡력 및 내회전력이 10%~20% 정도 감소한다는 단점이 보고되고 있다.⁴⁻⁶⁾ 하지만 반건양건 단일건만을 이용한 전방십자인대 재건술 시에는 공여부 이환율을 줄이고 슬괁근 근력약화 정도가 감소될 것으로 기대할 수 있다.⁷⁻⁹⁾ Kyung 등¹⁰⁾은 최근 연구에서 반건양건 단일건만을 사용한 전방십자인대 재건술 시 골 터널 내의 이식건의 길이 짧아 고정력에 대한 문제가 제기되었지만, 반건양건 및 박건을 모두 사용한 경우와 비교하였을 때 공여부의 근력은 보존되었으며 관절의 안정성에는 차이가 없다는 단기결과를 보고하였다.

이에 저자는 이식건의 길이가 짧은 반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술 후 중기 결과에도 관절 안정성이 유지되고 임상적 결과가 만족스러운 것이라는 가설을 세웠으며, 이에 반건양건 단일 4가닥 이식건을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행 후 중기 추시 결과를 알아보는 데 연구의 목적을 두었다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 6월부터 2009년 6월 사이 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용한 단일 다발 전방십자인대 재건술을 시행받은 91명 중 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되는 반월연골판 아전절제술 또는 전절

제술을 받은 10명을 제외한 81명 84예에 대하여 분석하였다. 평균 나이는 28.8세(15~59세), 남녀 비는 77:4였으며, 수상 기전은 대부분 스포츠 손상이었고 축구가 38예로 가장 많았다.

전방십자인대 완전 파열의 진단은 자기공명영상촬영 소견상 실질부 완전 파열의 1차 소견 및 대퇴 외과 중앙, 경골 외과 후방에 골좌상이 있는 2차적인 소견이 있는 경우 완전 파열로 진단하였다.

동반 손상은 반월연골판 파열이 43예, 관절 연골 손상이 6예, 내측측부인대 파열이 8예였다. 이에 대한 처치는 반월연골판 부분절제술 17예, 봉합술 10예, 관절 연골 미세천공술 3예였다. 대퇴 고정방법은 PINN-ACL CrossPin System (Linvatec, Largo, FL, USA)을 44예, CL-EndoButton (Smith & Nephew, Andover, MA, USA) 등 현수장치를 이용한 경우가 40예였다. 경골 고정 방법은 나사 및 와셔로 지주 결찰 및 흡수성 간섭나사(Linvatec)로 보강하였다. 수상 후 수술까지의 기간은 평균 9±16개월(7일~10년)이었다. 평균 추시 기간은 72.0±8.3개월(53~95개월)이었다.

본 연구는 경북대학교병원 Institutional Review Board (IRB)의 승인을 받아 진행하였다(IRB File No.: 2015-03-014).

2. 임상적 평가

임상적 평가로 Lachman 검사, 축 이동(pivot-shift) 검사, KT-2000 (Medmetric Corp. San Diego, CA, USA) 관절계 검사, Lysholm 점수, Tegner 활동점수, International Knee Documentation Committee (IKDC) 주관적 점수, 수상 전 운동 상태로의 복귀를 조사하였다. 방사선 검사로 기립 후전면 방사선 사진을 이용하여 슬관절 간격 협소 등을 조사하였다.

3. 수술 방법

환자는 척추마취 및 앙와위를 취하고, 수술 전 정확한 이학적 검

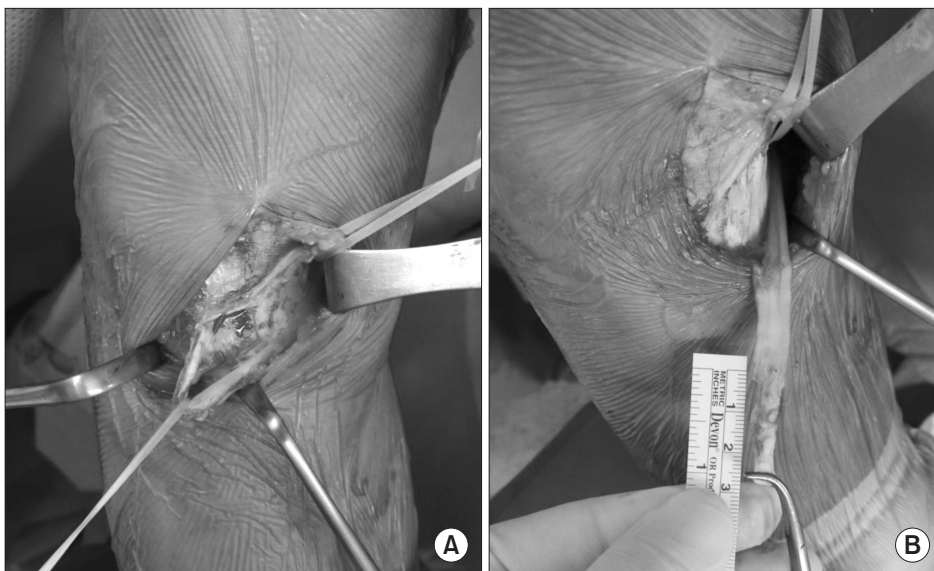


Figure 1. (A) This figure shows the semi-tendinosus tendon harvesting technique with periosteum attachment. (B) Additional 2 cm periosteum was harvested.

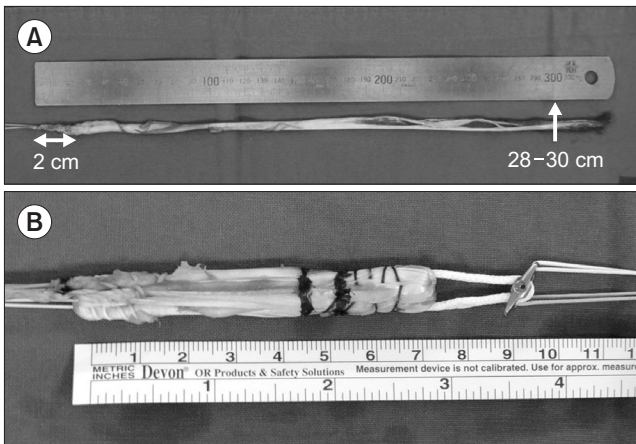


Figure 2. (A) The semitendinosus tendon was harvested with 2 cm periosteum. (B) This figure shows the 4-strand semitendinosus tendon graft with suspension device.

사를 마취하에서 시행하였다. 거위발 건(pes anserinus) 주위에 2-3 cm의 일직선상 피부 절개를 가하고, 봉공근(sartorius) 막을 확인한 후 슬관절 방향에 맞추어 비스듬히 절개를 시행하였다. 반건양건은 2 cm 길이의 골막과 함께 경골로부터 분리하여 전 말단부 약 3 cm를 비흡수성 2번 Ethibond (Ethicon, Somerville, NJ, USA)를 이용하여 서로 맞물린 형태로 봉합하였다(Fig. 1). 이후 폐쇄성 건 채취기를 대퇴부로 전진시켜 반건양건을 채취하였다. 이때 채취된 건의 길이가 28 cm보다 길다면 추가적인 박건의 채취는 불필요하였다.⁷⁾ 채취된 이식건을 두 번 접어 4가닥으로 만들고 이에 대하여 직경을 측정하였다(Fig. 2). 4가닥 반건양건 이식건의 길이가 최소 7 cm가 되도록 하여 대퇴터널에 2 cm, 관절 내 3 cm, 경골터널에 2 cm 삽입되도록 재건술을 계획하였다. Pretensioning은 자가건이므로 따로 시행하지 않았으며, 반건양건을 4가닥 이식건을 하나로 만드는 과정에서 보조자가 약 5분 정도 당긴 상태에서 만들었다.

그 후 충분한 전방십자인대의 경골부 잔류조직이 있고 근위부에 반흔 조직으로 보이는 느슨한 전방십자인대가 있다면, 경골부 잔류 조직 보존 술식으로 전방십자인대 재건술을 시행하였다. 대퇴측은 전방십자인대 잔류조직을 최대한 남긴 채로 터널을 뚫었다. 경골터널 구멍을 뚫기 위한 경골의 guide tip은 전방십자인대 경골부 잔류조직의 가운데에 위치하도록 하고 경골 터널은 전방십자인대의 활막 덮개(synovial coverage)를 보존하며 전방십자인대 기질을 통해 이식건의 직경보다 1 mm 정도 작은 크기(보통 6-7 mm)의 확공기(reamer)로 터널을 뚫었다. 경골에 터널을 만드는 동안 경골부 잔류조직이 손상받지 않도록 주의를 하였다. 다음에 대퇴 터널을 만들고, 골조직 부유 잔류물들을 제거하였다. 그 다음 경골 및 대퇴골 터널을 이식건이 꼭 맞도록 확장기(dilator)로 넓혔다. 대퇴골 터널의 방향은 10시 30분 방향으로 하였다. 이식건을 전방십자인대 잔류 조직을 통과시킨 후 대퇴골부 고정 CL-EndoButton (Smith & Nephew) 또는 PINN-ACL Crosspin

System과 흡수성 간섭나사를 이용하였다. 그 후 원위 이식건을 당긴 상태에서 슬관절을 굴곡-신전운동을 20회 반복하는 cycling loading을 시켰다. 슬관절 신전의 끝부분에 대퇴 과간 절흔의 지붕과 전방십자인대의 잔류물이 서로 충돌하지 않는지 점검하였고 필요하다면 변연 절제술을 시행하였다. 경골부 고정은 나사못 및 와서를 이용한 post-tie 고정과 흡수성 간섭나사로 하였다. 이때 슬관절 굴곡 약 20도, 이식건의 경골부 장력은 50 N의 힘으로 적절히 당긴 상태에서 고정하였다. 경골 터널에 이식건으로 채워지지 않은 원위부 공간은 경골 터널을 확공할 때 모은 골을 이용하여 채워 넣었다.

4. 술 후 재활

술 후 완전 신전상태에서 즉각적인 대퇴사두근 근력 강화운동을 시행하였으며, 체중부하는 2주 후 신전 고정 보조기(extension locking brace)를 착용한 상태에서 통증이 없는 범위하에 허용하였다. 능동적 관절 운동은 2주 후부터 시작하였고, 술 후 6주에 완전 굴곡이 되도록 점진적인 굴곡 운동을 시행하였다. 술 후 6주까지 보조기를 착용하였으며 수술 후 2개월에 가벼운 활동을 하고 4-6개월 후 조강을 허용하였으며 근력이 반대측의 85% 이상 회복 시 수상 전 스포츠 활동에 복귀하였다.

5. 통계적 방법

수술 전, 후의 점수 및 관절계 검사의 비교를 위하여 paired t-test를 시행하였고, 수술 전, 후의 Lachman 검사, 축 이동 검사의 비율의 변화는 chi-square test를 이용하여 분석하였다. 모든 통계적 분석의 유의 수준은 0.05로 하였으며, PASW Statistics ver. 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다.

결 과

수술 후 전체 예에서 관절 운동범위는 굴곡 구축 없이 반대측과 같이 정상으로 회복되었다. 불안정성의 평가로 Lachman 검사 및 축 이동 검사(pivot-shift test)가 대부분의 예에서 호전을 보였으나 Lachman 검사 양성이 4예, 축 이동 검사 양성이 3예 관찰되었다. Lysholm 점수는 수술 전 76.7 ± 12.2 점에서 평균 92.2 ± 6.2 점으로 호전되었으며($p < 0.01$), Tegner 활동점수는 수술 전 5.1 ± 1.0 점에서 평균 6.0 ± 1.0 점으로 호전되었다($p < 0.01$). IKDC 주관적 점수는 수술 전 72.0 ± 12.6 점에서 평균 86.5 ± 9.0 점으로 호전되었으며($p < 0.01$), KT-2000 관절계를 이용하여 측정된 전측과 비교한 전방 전위 정도는 수술 전 7.4 ± 2.8 mm에서 평균 2.3 ± 1.3 mm로 호전되었다($p < 0.01$) (Table 1). 수상 전 활동으로 복귀는 80.2% (65/81)였다.

합병증으로 심부 감염이 3예, 표재성 경골 터널부위 감염이 2예, cyclops 병변이 1예, 외상으로 인한 이식 건 재파열이 1예 있었다. 감염된 예는 변연절제술 후 증상이 호전되었다, cyclops 병변

Table 1. Clinical Outcomes after ACL Reconstruction Using Four-strand Single Semitendinosus Tendon

Variable	Preoperation (n=84)	Final F/U (n=84)	p-value
Lachman test (+)	84	4	<0.01
Grade 0		80	
Grade 1	14	3	
Grade 2	65	1	
Grade 3	5		
Pivot shift test (+)	69	3	<0.01
Grade 0	15	81	
Grade 1	55	2	
Grade 2	14	1	
Grade 3	0	0	
Lysholm score	76.7±12.2	92.0±6.2	<0.01
Tegner activity score	5.1±1.0	6.0±1.0	<0.01
IKDC subjective score	72.0±12.6	86.5±9.0	<0.01
KT-2000 arthrometer (mm)*	7.4±2.8	2.3±1.3	<0.01

Values are presented as number only or mean±standard deviation. *Side-to-side difference. ACL, anterior cruciate ligament; F/U, follow-up; IKDC, International Knee Documentation Committee.

은 관절경적 변연절제술 후 회복되었으며, 이식 건 재파열의 경우 재재건술을 실시하였다. 반월연골판 봉합술을 시행한 10예는 추후 반월연골판과 관련된 증상은 없었으며 내측측부인대 손상은 모두 호전되었다.

공여부의 동통 및 운동감소는 관찰되지 않았으며, 방사선적 관절 간격의 변화는 수술 전 평균 3.9 ± 1.6 mm에서 최종 추시 시 4.0 ± 1.2 mm로 수술 전, 후 비교 시 의미있는 차이는 없었다($p < 0.01$).

고 찰

본 연구에서 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술의 중기 추시 결과로, 이식건의 길이가 짧음에도 불구하고 Lachman 검사, 측 이동 검사 및 KT-2000 관절계를 이용하여 측정한 건측과 비교한 전방 전위 정도에서 수술 전보다 통계적으로 유의하게 호전을 보여 관절의 불안정성이 감소하였음을 알 수 있었으며, Lysholm 점수, Tegner 활동점수 및 IKDC 주관적 점수도 모두 수술 전보다 유의하게 상승하여 증상의 호전, 활동 복귀 및 스포츠 활동 등 임상적으로도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 방사선적 관절 간격의 변화가 관절염이 진행되는 것을 모두 나타내지는 않지만 본 연구에서 수술 전, 후 비교 시 의미있는 변화가 없는 것은 확인할 수 있었다. 이 결과는 다른 이식건 및 고정방법을 사용한 전방십자인대 재건술의 결과와 비교하였을 때 큰 차이를 보이지 않았다.¹¹⁻¹³⁾

반건양건을 단독으로 사용시 짧은 골 터널과 이식물의 길이로

인한 고정강도에 대한 의문이 있으나, Qi 등¹⁴⁾은 동물 연구에서 골터널 내 이식물의 실이가 15 mm 미만이면 조직학적인 성장이나 생역학적 강도가 지연된다고 하였고, Zantop 등¹⁵⁾은 동물 실험에서 골터널 내 이식물의 길이가 15 mm와 25 mm 사이에 운동학적 및 구조적 특성에 차이가 없다고 보고하였다. Yang 등¹⁶⁾은 골 밀도가 인간 대조군과 같은 사체 돼지모델에서 2 cm의 골 터널 길이면 전방십자인대 재건술 후 재활에 필요한 450 N 이상의 충분한 강도를 얻을 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서 시행한 수술 방법에 따르면 전방십자인대 재건을 위한 4가닥 슬픽건의 최소 길이는 7 cm로 생각되며, 대퇴 터널에 2 cm 경골 터널에 2 cm, 그리고 관절 내 부분 3 cm로 이루어지게 된다. 이에 4가닥의 건 이식물을 위해 28 cm 이상의 반건양건을 얻을 수 있다면 전방십자인대 재건술을 위한 단일 4가닥 반건양건을 만들 수 있다. 이식물 채취 시 반건양건 부착부의 골막을 함께 채취한다면 약 2 cm 정도의 길이를 추가적으로 얻을 수가 있다. 이렇게 골막을 같이 채취할 경우 길이에 대한 유용성뿐만 아니라 두께의 증가 및 골막으로 인한 골-건의 치유 확률의 증가 등을 기대해볼 수 있다.^{17,18)} 이전 연구에 의하면 28 cm 이상의 반건양건을 채취할 확률은 94.5%였으며 단일 4가닥 반건양건의 평균 직경은 8.4 mm로 경골 고정 에 있어서 충분한 두께를 확보할 수 있었다.^{7,8)}

Nakamura 등⁵⁾이 발표한 자가 슬픽건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 능동적 슬관절 굴곡과 슬픽건의 강도에 대한 연구에서 반건양건만 사용한 환자군과 비교하였을 때 반건양건 및 박건을 동시에 사용한 환자군에서 평균 최대 기립 슬관절 굴곡 각도의 비율이 감소함을 보고하였다.

Choi 등¹⁹⁾은 자가 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 시 공여부 슬괵건의 재생이 불량할 경우 슬관절의 굴곡력이 감소한다고 보고하였다. Tashiro 등⁶⁾은 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 시 내측 슬괵건 중 한 개의 건을 이용한 경우와 두 개 모두를 이용한 경우를 비교연구하였으며, 70도 이상의 굴곡 시 양 군 모두 슬괵건의 등속성 및 등척성 운동에 상당한 감소가 있었고, 박건을 보존하였을 경우 운동의 감소를 최소화할 수 있다고 보고하였다. Karimi-Mobarakeh 등²⁰⁾의 4가닥 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술 시 박건의 역할에 대한 최근 연구에서 반건양건을 이용한 군과 반건양건 및 박건을 모두 이용한 군 사이의 임상적인 차이는 없었으며, 술 후 슬관절의 기능 및 강도로 볼 때 박근의 채취는 불필요하다고 보고하였다.

수술적으로 제거된 공여부의 건 조직 재생은 아직 불분명하나 이에 대한 여러 연구가 보고되고 있다. Eriksson 등^{21,22)}은 반건양건의 채취 후 6개월에서 12개월 사이에 자기공명영상촬영 및 조직검사로 평가하였을 때 대부분의 경우에서 반건양건은 원래 모양과 비슷한 형태로 재생이 가능하다고 보고하였다. Stevanović 등²³⁾은 반건양건은 재생능력이 뛰어나기 때문에 전방십자인대 재건을 위한 채취 후 공여부에 재생된 반건양건을 이용하여 반복적인 인대 재건술이 가능하다고 보고하였다. 하지만 이와 반대되는 연구들이 보고되고 있는데, Irie와 Tomatsu²⁴⁾ 및 Hioki 등²⁵⁾은 슬괵건의 채취 후 근육 운동의 회복은 단지 기능적인 재생이며 슬관절 굴곡근의 대상적 비대(compensatory hypertrophy)로 설명할 수 있다고 보고하였다. 또한 Williams 등²⁶⁾은 슬괵건의 채취 후 반건양근과 박근의 기능의 보상을 위해 대퇴 이두근과 반막양근의 변화가 관찰되었으며, 대부분에서 건의 재생이 관찰되었으나 술 후 6개월에 그 재생 정도가 종종 부족한 것을 보고하였다. Nakamae 등²⁷⁾은 십자인대 재건술 시 채취한 반건양건 공여부의 근육 위축 및 단축이 관찰되었으며, 공여부 반건양건의 재생의 불량을 보고하였다. 그래서 본 연구에서는 이식건으로 2개 반건양건 및 박건을 사용하지 않고 하나의 반건양건만을 사용하여 공여부의 이환을 줄이고자 하였다.

본 연구의 제한점으로 반건양건, 박건을 모두 사용한 군과 반건양건 단독으로 사용한 군의 직접적인 굴곡 근력비교 및 공여부의 이환 정도에 대하여 객관적인 평가가 되지 않았으나 이전 연구¹⁰⁾를 참고하였을 때 반건양건의 단독 사용군에서 중기 추시 결과 관절의 불안정성의 증가 없이 좋은 결과를 얻었다. 또한 대퇴 고정 방법으로 PINN-ACL Crosspin System을 44예, CL-EndoButton을 40예에서 사용하였는데, 이는 PINN-ACL Crosspin System을 사용하다가 원인 불명의 감염 발생으로 고정방법을 바꾼 것으로, 각각의 임상적 평가는 구분하지 않은 제한점이 있다. 그리고 동반된 반월연골판 손상 및 내측측부인대 손상 등이 임상적 결과에 영향을 미칠 가능성이 있는데, 반월연골판 아전절제술을 시행할 정도의 손상은 연구에서 제외하였고, 내측측부인대 손상은 치유된 이후 십자인대 재건술을 시행하였으나 반월연골판

부분 절제술을 시행한 경우 등은 따로 구분하지 않아서 이것이 임상적 결과에 영향을 미칠 수 있다는 제한점이 있다.

결론

자가 반건양건 단일 4가닥 이식건을 이용한 전방십자인대 재건술의 중기 추시 결과에서 관절의 안정성은 유지되었으며, 임상적 결과도 역시 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Sherman OH, Banffy MB. Anterior cruciate ligament reconstruction: which graft is best? *Arthroscopy*. 2004;20:974-80.
2. Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med*. 1999;27:444-54.
3. Spindler KP, Kuhn JE, Freedman KB, Matthews CE, Dittus RS, Harrell FE Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction autograft choice: bone-tendon-bone versus hamstring: does it really matter? A systematic review. *Am J Sports Med*. 2004;32:1986-95.
4. Coombs R, Cochrane T. Knee flexor strength following anterior cruciate ligament reconstruction with the semitendinosus and gracilis tendons. *Int J Sports Med*. 2001;22:618-22.
5. Nakamura N, Horibe S, Sasaki S, et al. Evaluation of active knee flexion and hamstring strength after anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Arthroscopy*. 2002;18:598-602.
6. Tashiro T, Kurosawa H, Kawakami A, Hikita A, Fukui N. Influence of medial hamstring tendon harvest on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. A detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *Am J Sports Med*. 2003;31:522-9.
7. Kyung HS, Kim TG, Oh CW, Yoon SH. Anterior cruciate ligament reconstruction with a four-strand single semitendinosus tendon autograft. *J Korean Arthrosc Soc*. 2009;13:138-42.
8. Kyung HS, Oh CW, Kim PT, Lee BW. Arthroscopic ACL reconstruction using quadrupled hamstring tendon with tibial remnant-preserving technique. *J Korean Orthop Sports Med*.

- 2007;6:92-8.
9. Kyung HS, Oh CW, Lee HJ. Clinical evaluation of anterior cruciate ligament reconstruction with remnant-preserving technique: method using single four-strand semitendinosus tendon. *J Korean Orthop Assoc.* 2011;46:60-7.
10. Kyung HS, Lee HJ, Oh CW, Hong HP. Comparison of results after anterior cruciate ligament reconstruction using a four-strand single semitendinosus or a semitendinosus and gracilis tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:3238-43.
11. Ahn JH, Kim JG, Wang JH, Jung CH, Lim HC. Long-term results of anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone: an analysis of the factors affecting the development of osteoarthritis. *Arthroscopy.* 2012;28:1114-23.
12. Leys T, Salmon L, Waller A, Linklater J, Pinczewski L. Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med.* 2012;40:595-605.
13. Shaerf DA, Pastides PS, Sarraf KM, Willis-Owen CA. Anterior cruciate ligament reconstruction best practice: a review of graft choice. *World J Orthop.* 2014;5:23-9.
14. Qi L, Chang C, Jian L, Xin T, Gang Z. Effect of varying the length of soft-tissue grafts in the tibial tunnel in a canine anterior cruciate ligament reconstruction model. *Arthroscopy.* 2011;27:825-33.
15. Zantop T, Ferretti M, Bell KM, Brucker PU, Gilbertson L, Fu FH. Effect of tunnel-graft length on the biomechanics of anterior cruciate ligament-reconstructed knees: intra-articular study in a goat model. *Am J Sports Med.* 2008;36:2158-66.
16. Yang DL, Cheon SH, Oh CW, Kyung HS. A comparison of the fixation strengths provided by different intraosseous tendon lengths during anterior cruciate ligament reconstruction: a biomechanical study in a porcine tibial model. *Clin Orthop Surg.* 2014;6:173-9.
17. Kyung HS, Kim SY, Oh CW, Kim SJ. Tendon-to-bone tunnel healing in a rabbit model: the effect of periosteum augmentation at the tendon-to-bone interface. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:9-15.
18. Ohtera K, Yamada Y, Aoki M, Sasaki T, Yamakoshi K. Effects of periosteum wrapped around tendon in a bone tunnel: a biomechanical and histological study in rabbits. *Crit Rev Biomed Eng.* 2000;28:115-8.
19. Choi JY, Ha JK, Kim YW, Shim JC, Yang SJ, Kim JG. Relationships among tendon regeneration on MRI, flexor strength, and functional performance after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Am J Sports Med.* 2012;40:152-62.
20. Karimi-Mobarakeh M, Mardani-Kivi M, Mortazavi A, Saheb-Ekhtiari K, Hashemi-Motlagh K. Role of gracilis harvesting in four-strand hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction: a double-blinded prospective randomized clinical trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:1086-91.
21. Eriksson K, Hamberg P, Jansson E, Larsson H, Shalabi A, Wredmark T. Semitendinosus muscle in anterior cruciate ligament surgery: morphology and function. *Arthroscopy.* 2001;17:808-17.
22. Eriksson K, Larsson H, Wredmark T, Hamberg P. Semitendinosus tendon regeneration after harvesting for ACL reconstruction. A prospective MRI study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7:220-5.
23. Stevanović V, Blagojević Z, Petković A, et al. Semitendinosus tendon regeneration after anterior cruciate ligament reconstruction: can we use it twice? *Int Orthop.* 2013;37:2475-81.
24. Irie K, Tomatsu T. Atrophy of semitendinosus and gracilis and flexor mechanism function after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopedics.* 2002;25:491-5.
25. Hioki S, Fukubayashi T, Ikeda K, Niitsu M, Ochiai N. Effect of harvesting the hamstrings tendon for anterior cruciate ligament reconstruction on the morphology and movement of the hamstrings muscle: a novel MRI technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2003;11:223-7.
26. Williams GN, Snyder-Mackler L, Barrance PJ, Axe MJ, Buchanan TS. Muscle and tendon morphology after reconstruction of the anterior cruciate ligament with autologous semitendinosus-gracilis graft. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86:1936-46.
27. Nakamae A, Ochi M, Deie M, Adachi N. Unsuccessful regeneration of the semitendinosus tendon harvested for anterior cruciate ligament reconstruction: report of two cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2012;98:932-5.

반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술의 중기 추시 결과

박호원 • 김희준 • 경희수[✉] • 한정원

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 반건양건 단일 4가닥을 이용하여 단일 다발 전방십자인대 재건술을 시행한 후 중기 추시 결과를 조사했다.

대상 및 방법: 2006년 6월부터 2009년 6월 사이 경북대학교병원에서 반건양건 단일 4가닥을 이용한 단일 다발 전방십자인대 재건술을 시행받은 81명 84예에 대해 분석하였다. 평균 나이 28.8세, 수상 후 수술까지의 기간은 평균 9개월, 평균 추시 기간은 72개월이었다. 임상적 평가로 Lachman 검사, pivot-shift 검사, KT-2000 관절계 검사, Lysholm 점수, Tegner 활동점수, International Knee Documentation Committee (IKDC) 주관적 점수, 수상 전 운동 상태로의 복귀를 조사하였고, 방사선 검사로 관절 간격 협소 등을 관찰하였다.

결과: 전체 예에서 관절 운동범위는 정상으로 회복됐고, Lachman 검사 양성 4예, pivot-shift 검사 양성 3예, Lysholm 점수 92.2점, Tegner 활동점수 6점, IKDC 주관적 점수 86.5점, KT-2000 관절계 계측상 건측과 2.3 mm 차이, 수상 전 활동으로 복귀가 80.2%였다. 방사선적 관절간격의 변화는 수술 전, 후 의미 있는 차이는 없었다.

결론: 반건양건 단일 4가닥을 이용한 단일 다발 전방십자인대 재건술 후 중기 추시 결과 관절의 안정성이 유지되며 임상적으로 만족할 만한 결과를 얻었다.

색인단어: 전방십자인대 재건술, 반건양건

접수일 2015년 3월 23일 수정일 2015년 5월 21일 게재확정일 2015년 6월 22일

[✉]책임저자 경희수

41944, 대구시 중구 동덕로 130, 경북대학교병원 정형외과

TEL 053-200-5636, FAX 053-422-6605, E-mail hskyung@knu.ac.kr