

전방십자인대 잔유물을 남겨둔 방법을 이용한 전방십자인대 재건술의 임상적 평가 – 자가 반건양건 단일 4가닥 이식건을 이용한 방법 –

Clinical Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Remnant-preserving Technique - Method Using Single Four-strand Semitendinosus Tendon -

경희수 • 오창욱 • 이현주

경북대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

목적: 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용하여 전방십자인대 잔류 조직을 보존한 관절경적 전방십자인대 재건술의 임상적 및 기능적 평가를 하였다.

대상 및 방법: 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술을 받은 환자 70명을 대상으로 하였다. 수술 당시 파열된 전방십자인대의 1/2 이상의 잔류 조직이 남아 있는 경우를 I군(N=34), 거의 남아 있지 않는 경우를 II군(N=36)으로 나누어 조사하였다. 수상 후 수술까지의 평균 기간은 I군은 5.7개월, II군은 6.9개월이었다. 평균 추시 기간은 I군은 18.7개월, II군은 20.7개월이었다. Lachman검사, pivot-shift 검사, Lysholm 점수, Tegner활동 점수, IKDC점수 등의 임상적 평가 및 고유수용감각 기능적 평가인 한 쪽 다리 지지 검사, 수상전 스포츠 활동으로의 복귀를 분석하였다.

결과: 수술 후 관절 Lachman검사, pivot-shift 검사, KT-2000 관절계 검사를 이용한 전방 전위 정도, Tegner 활동점수는 수술전보다 모두 호전되었으며, 양군간에 통계적인 차이는 없었다. International knee documentation committee (IKDC) 객관적 평가에서 A+B등급비율, 수상 전 스포츠 활동으로의 복귀율은 양군 간에 통계적인 차이는 없었으나, IKDC 주관적 평가(p=0.007) 및 Lysholm 점수(p=0.001)는 최종 추시 시 I군에서 더 좋은 결과를 얻었다. 한 쪽 다리 지지 검사를 이용한 고유수용감각 기능 측정에서 양군간에 통계적인 차이는 없었으나 수술 전보다는 호전되는 경향이 있었다.

결론: 전방십자인대의 자가 반건양건 단독4가닥 이식건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 양군 모두 좋은 결과를 얻었다. 그러나 잔유물을 남겨둔 경우 Lysholm 점수 및 환자의 IKDC 주관적 평가가 더 좋았다.

색인단어: 전방십자인대 재건술, 잔유물 보존방법, 단독 반건양건

서론

전방십자인대 재건술 후 일반적으로 90% 이상에서 좋은 임상적

결과를 얻는다.¹⁾ 그러나 몇몇 보고에 의하면 전방십자인대 재건술 후 슬관절의 안정성이 회복된 후에도 고유수용감각 기능 등 기능적으로 결과가 나쁘게 나오는 보고가 있다.²⁻⁵⁾ 정상적인 전방십자인대에는 슬관절의 고유수용감각 기능(proprioception)과 관련된 기계적 수용기(mechanoreceptor)들이 존재한다.⁶⁾ 전방십자인대가 파열되면 이와 같은 기계적 수용체가 사라져 고유 감각 기능에 문제가 생길 수 있다. 전방십자인대 파열 후 급성, 아급성 상태에서는 전방십자인대의 잔유물이 남아 있는 경우가 많은데, 대부분의 전방십자인대는 근위부에서 파열되지만 기계적 수용기의 대부분은 경골 부착부와 가까이 위치한다. 이 부위를 가능한

접수일 2010년 3월 2일 게재확정일 2010년 9월 20일

교신저자 경희수

대구광역시 중구 삼덕동 2가 50, 경북대학교병원 정형외과

TEL 053-420-5636, FAX 053-422-6605

E-mail hskyung@knu.ac.kr

한 잘 보존하면 전방십자인대 재건술 후 더 좋은 임상적 결과를 얻을 수 있지 않을까 하는 가정을 해본다.

또한 전방십자인대 재건술의 이식건으로 반건양건(semi-tendinosus)과 박건(gracilis)을 모두 이용한 4가닥 슬립건을 사용한 경우가 최근 급속히 증가되고 있다. 그러나 2개의 건을 모두 채취할 경우 슬립근 결손으로 슬관절의 굴곡력 및 내회전력이 10-20% 정도 결손을 초래한다는 단점이 보고되고 있다.⁷⁻⁹⁾ 그러나 만약 1개의 반건양건만을 이용하여 4가닥 이식건을 만들어 전방십자인대 재건술을 할 수 있으면 공여부의 이환을 줄이고 슬립근 근력 약화 정도의 감소를 기대할 수 있다.

이에 저자들은 자가 반건양건 단일 4가닥 이식건을 이용하여 전방십자인대 잔유물을 최대한 보존하면서 전방십자인대 재건술을 실시한 경우를 임상적, 기능적으로 분석하였다.

대상 및 방법

2006년 6월부터 2008년 12월까지 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용한 전방십자인대 재건술을 받은 환자 70명을 대상으로 후향적으로 조사하였다. 수술 당시 파열된 전방십자인대의 경골부위에서부터 1/2 이상의 잔류 조직이 남아있으면서 활액막이 덮여 있는 경우를 I군, 거의 남아 있지 않는 경우를 II군으로 나누어 조사하였다. I군은 34명, II군은 36명이었다. 평균 나이는 I군은 27.1±9.2세, II군은 26.0±9.3세이었다. 남녀 비는 I군에서 32:2, II군에서 33:3 이었다. 수상 후 수술까지의 평균 기간은 I군은 5.7±6.9개월, II군은 6.9±9.9개월이었다(p=0.583). 수상원인은 양군 모두 대부분 스포츠 손상이었다. 평균 추시 기간은 I군은 18.6±7.2개월, II군은 21.3±7.9개월이었다. 결과에 영향을 줄 것으로 생각되는 관절 연골손상, 관절염, 반월상연골 아전절제술 이상을 받은 환자는 제외하였다. 대퇴부 고정 기구는 I군은 PINN-ACL Crosspin® system (Linvatec, Largo, FL, USA)이 20예, CL EndoButton (Smith & Nephew, Andover, MA, USA)이 14예, II군 Crosspin system 22예, CL EndoButton 14예이었다. 동반 손상은 I군은 내측 반월상 연골 파열이 2예, 외측 반월상 연골 파열이 2예, 내측부인대 손상이 2예 있었으며, 동반손상의 처치는 1예는 반월상 연골 봉합술, 3예는 반월상 연골 부분 절제술, 내측부인대 파열은 2예 모두 보존적 치료를 하였다. II군은 내측 반월상 연골 손상 22예, 외측 반월상 연골 파열 11예, 내측부인대 손상 3예 있었으며, 동반손상의 처치는 반월상 연골 봉합술 10예, 반월상 연골 부분 절제술 7예, 나머지 17예에 대하여 안정형, 불완전, 변연부 반월상 손상으로 특별한 처치가 필요하지 않을 것 같아 그냥 두었으며, 내측부인대 손상 3예는 보존적 치료를 하였다.

임상적 평가는 관절 운동범위, Lachman 검사, pivot-shift 검사, KT-2000 관절계 전방 전위검사, Lysholm 점수, Tegner 활동점수, IKDC 점수, 고유수용감각기능 평가를 위한 한쪽 다리 지지 검사

(single limb standing test), 수상전 스포츠 활동으로의 복귀를 분석하였다. 한쪽 다리 지지 검사는 2명의 검사자가 3회 반복하여 측정된 값의 평균으로 하였다.

양군의 결과 비교를 위하여 통계적인 방법으로 student t-test와 χ^2 -test을 이용하였으며 유의한 p 값은 0.05로 하였다.

1. 수술 방법

환자는 척추마취 및 양와위를 취하고, 먼저, 수술 전 정확한 이학적 검사를 마취 하에서 시행하였고, 거위발 건(pes anserinus) 주위에 2-3 cm의 일직선상 피부 절개를 가하고, 봉공근(sartorius) 막을 확인한 후 슬립건 방향에 맞추어 비스듬히 절개를 시행한다. 반건양건은 2 cm 길이의 골막과 함께 경골로부터 분리하여 전 말단 부로부터 약 3 cm를 비흡수성 2번 Ethibond (Ethicon®, Somerville, NJ, USA)를 이용하여 서로 맞물린 형태로 봉합을 한다(Fig. 1). 이후 폐쇄성 건 채취기를 대퇴부로 전진시켜 반건양건을 채취하였다. 이때 채취된 건의 길이가 28 cm보다 길다면 추가적인 박건의 채취는 불필요하였다. 채취된 이식건을 두 번 접어 4가닥으로 만들고 이에 대하여 직경을 측정하였다. 채취한 반건양건의 길이는 28 cm 이상으로 29.2±1.4 cm이었으며, 단일 반건양건 4가닥 이식물의 평균경은 8.4 mm (7-10 mm)였다.¹⁰⁾

그 후 충분한 전방십자인대의 경골부 잔류조직이 있고 근위부에 반흔 조직으로 보이는 느슨한 전방십자인대가 있다면, 경골부 잔류 조직 보존 술식으로 전방십자인대 재건술을 시행하였다.¹¹⁾ 대퇴측은 전방십자인대 잔류조직을 최대한 남긴 채로 터널을 뚫었고, 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



Figure 1. This photograph shows semitendinosus tendon harvesting technique with periosteum attachment.

(보통 6-7 mm)의 확공기(reamer)로 터널을 뚫었다. 경골에 터널을 만드는 동안 경골부 잔류조직이 손상 받지 않도록 주의를 하였다. 다음에 대퇴 터널을 만들고, 골조직 부유 잔류물들을 제거하였다. 그 다음 경골 및 대퇴골 터널을 이식건이 팍 맞도록 확장기(dilator)로 넓혔다. 일반적으로 대퇴골 터널의 방향은 10시 30분 방향이지만, 전내측 다발 보강술에서는 11시 방향, 후외측 다발 보강술에서는 10시 방향으로 하였다. 이식건을 전방십자인대 잔류 조직을 통과시킨 후¹¹⁾ 대퇴골부 고정은 CL-EndoButton (Smith & Nephew, Andover, MA, USA) 또는 PINN-ACL Crosspin®system (Linvatec, Largo, FL, USA)과 흡수성 간섭나사(Linvatec, Largo, FL, USA)를 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-tie고정과 흡수성 간섭나사(Linvatec, Largo, FL, USA)로 하였다. 이때 슬관절 굴곡 약 20도, 이식건의 경골부 장력은 손으로 적절히 당긴 상태에서 고정하였다. 경골 터널에 이식건으로 채워지지 않은 원위부 공간은 경골 터널을 확공할 때 모은 골을 이용하여 채워 넣었다.

2. 술 후 처치

수술 후 즉시 대퇴사두근 근력 강화운동을 실시하였고, 건-골 치유가 되도록 조기 관절 운동을 2주간 연기하여 신전 고정 보조기(extension locking brace)를 착용한 상태에서 통증이 없는 범위 내에서 체중부하를 허용하였다. 능동적 관절 운동은 2주 후부터 시작하였고 이후부터는 일반적 전방십자인대 재건술에 적용되는 재활 과정을 시행하였다.¹²⁾

Table 1. Stability Results in Group I and II

	Group I		Group II		p-value
	Preoperative	Follow-up	Preoperative	Follow-up	
Lachman test positive (No)	35	2	36	3	0.365
Pivot-shift test positive (No)	30	0	30	2	0.674
KT-2000±SD (mm)	6.6±4.4	2.2±1.9	8.3±3.5	2.3±2.0	0.723

SD, standard deviation.

결 과

수술 후 관절 운동범위는 양군 모두 굴곡 구축 없이 정상으로 회복되었다. Lachman검사, pivot-shift 검사는 수술 전보다 모두 호전되었으며, 양군간에 통계적인 차이는 없었다($p>0.05$). KT-2000 관절계 검사를 이용한 전방 전위 정도는 I군에서 수술전 평균 6.6 mm에서 최종 추시시 평균 2.1 mm, II군에서 수술전 평균 8.3 mm에서 최종 추시시 평균 2.3 mm로 호전되었으나 양군간에 차이는 없었다($p=0.723$) (Table 1).

Lysholm 점수, Tegner 활동점수는 수술전보다 모두 호전되었으며, Lysholm 점수는 I군에서 최종 추시시 평균 95.3, II군에서 평균 92.1이었다($p=0.001$). Tegner 활동점수는 양군간에 통계적인 차이는 없었다($p=0.823$). IKDC 객관적 평가에서 A+B등급은 I군에서 최종 추시시 32예(94%)로, II군에서 최종 추시시 33예(91.6%)이었다($p=0.528$). IKDC 주관적 평가에서 I군에서 최종 추시시 평균 88.7, II군에서 평균 84.5이었다($p=0.007$). 수상 전 스포츠 활동으로의 복귀는 I군에서 30예(88.2%), II군에서 27예(75%)이었다($p=0.132$). 한 쪽 다리 지지 검사를 이용한 고유수용감각 기능 측정에서 I군에서 평균 편차는 수술 전 18 mm에서 최종 추시시 12 mm이었다. II군에서 평균 편차는 수술 전 20 mm에서 최종 추시시 15 mm이었다. 양군간에 통계적인 차이는 없었다($p=0.232$) (Table 2).

I군과 II군의 반월상연골 봉합술을 시행한 11예는 추후 반월상연골과 관련된 증상은 없었다. 그리고 내측부인대 손상은 모두 치유되었다.

합병증으로 새로운 외상으로 전방 십자인대의 재파열이 I군에서 1예 있어 재재건술을 받았으며, 심부 감염이 각 군에서 1예씩 모두 2예 있었으나 변연 절제술 후 모두 호전되었다.

고 찰

전방십자인대의 기능은 슬관절의 안정성에도 관여하지만 고유수용감각 기능에도 관여한다. 정상적인 전방십자인대는 기계적 수용기 등을 포함하는 신경 성분을 포함하며, 이 기계적 수용기에는 인장력에 느리게 반응하는 Ruffini end-organ형과, 빠른 운동에 반응하는 Pacinian Corpuscle, Golgi tendon organ과 통증에 관여하는 free-nerve ending이 있다.¹³⁻¹⁵⁾ 이와 같은 기계적 수용기는 활막하(subsynovial location), 경골 부착부에 많이 위치한다고 알려져 있으며, 긴장한 근육들의 수축을 지배하는 보호 반사궁(protective reflex arc)의 중요 요소이다.^{16,17)} 전방십자인대는 슬관절의 고유수용감각 정보의 모든 요소 중에서 가장 중요한 역할을 하며, 전방십자인대가 파열시 안정화 반사(stabilizing reflex)의 손상과 감각 소실이 뒤따른다.^{2,13)} 그래서 고유수용감각 기능의 회복은 전방십자인대 재건술 후 좋은 임상적 결과에 필수적인 요소로 생각된

Table 2. Clinical Evaluation Results in Group I and II

	Group I		Group II		p-value
	Preoperative	Follow-up	Preoperative	Follow-up	
Lysholm score \pm SD	79.9 \pm 10.1	95.0 \pm 3.1	78.4 \pm 11.1	92.1 \pm 2.6	0.001
Tegner score \pm SD	5.5 \pm 1.0	7.5 \pm 1.0	5.0 \pm 1.6	7.0 \pm 1.2	0.823
IKDC objective grade					
A		20		18	0.528 (A+B)*
B	2	12	1	15	
C	21	2	25	3	
D	12		10		
IKDC subjective score \pm SD		88.7 \pm 7.1		84.5 \pm 5.48	0.007
Return to pre-injury sports activity		30 (88.2%)		27 (75.0%)	0.132
SLS test (mm)	18.0 \pm 13.0	12.0 \pm 10.1	20.0 \pm 15.2	15.0 \pm 8.8	0.232

SD, standard deviation; IKDC, international knee documentation committee; SLS, single limb standing.

*IKDC grade A+B.

다.

많은 급성 전방십자인대 파열환자에서 경골부 잔류 조직들은 보통 충분한 길이를 보이고, 어떤 만성적인 경우에서는 잔류조직들이 후방십자인대에 붙어있거나 연속성이 별로 없이 외측벽에 붙어 있기도 한다.¹⁸⁾ Georgoulis 등¹⁹⁾은 전방십자인대 재건술에서 파열된 전방십자인대의 잔류조직의 조직학적 연구에서, 기계적 수용기는 후방십자인대에 붙은 전방십자인대 잔류 조직을 가진 환자에서 3년간 존재하며, 전방십자인대의 잔류 조직을 남기는 것은 cyclop's lesion의 위험 없이 환자에게 상당한 도움이 될 것이라고 하였다. Adachi 등²⁰⁾은 조직학적으로 여러 개의 기계적 수용기들이 전방십자인대의 잔류 조직에 존재하고, 이 기계적 수용기들의 수가 슬관절의 고유수용 감각 기능과 상당한 관계가 있다고 하였다. MacDonald 등,²¹⁾ Valeriani 등²²⁾은 전방십자인대의 재건술로 고유수용감각 기능은 향상시키지 않는다고 하였다. 그러나 Fremerey 등³⁾은 전방십자인대 잔류 조직을 보존한 연구에서 전방십자인대 재건술 후 양호한 안정성을 얻었지만 몇몇 환자에서 기능적 결과가 나쁜 이유를 고유 수용 감각기능의 감소로 설명하여 환자의 만족도와 고유수용감각 기능 사이에 가장 밀접한 관계가 있다고 하였다. 그리고 전방십자인대 재건술 그 자체만으로 슬관절의 안정성뿐 아니라 고유수용감각 기능이 향상될 수 있다는 보고도 있다.^{4,5,20,23)} 그래서 전방십자인대 파열 후 남아있는 잔유 인대 조직을 잘 보존하여 전방십자인대 재건술을 하면 고유수용감각 기능에 관여하는 기계적 수용체를 보존하여 고유수용감각 기능을 회복시키고 이식건의 재혈관화와 인대화 과정을 향상시킬 수 있다. Ochi 등²⁴⁾은 이식된 건의 재혈관화를 위해서는 전방십자인대 잔류조직의 풍부한 혈관 분포가 재혈관화에 긍정적인 효과

를 제공하고 이식건의 좀 더 빠른 인대화 과정을 가져온다고 하였다. Choi 등²⁵⁾은 운동선수의 전방십자인대 재건술 후 수상 전 상태로 복귀에 대한 결과에서 전방십자인대 잔류 조직 보존한 군에서 더 좋은 결과를 얻었다고 보고 하였다. 그러나 본 연구에서는 전방십자인대 잔유물을 남겨둔 경우 전방십자인대 재건술 후 충돌 증상 없이 양호한 슬관절의 안정성을 유지하면서 Lysholm 점수와 IKDC 주관적 평가에서 잔유물이 없는 경우 보다 더 좋은 결과를 얻었다.

고유수용 감각 기능을 측정하는 방법으로 관절 위치 감각(joint position sense)과 수동적 운동을 감지할 수 있는 역치(threshold to detection of passive motion) 등을 이용할 수 있다. 그러나 고유감각 기능을 측정할 수 있는 여러 가지 복잡한 방법이 소개되고 있지만,^{13,23)} 실제 완벽하게 측정할 수 있는 방법은 없다. 저자들이 사용한 단순한 한쪽 다리 지지 검사는 완벽하게 정확하지는 않지만 관절위치, 운동감각 및 자세 조절 등을 통합적으로 측정 할 수 있는 단순하며 간단한 방법으로 사료된다.^{26,27)} 이 방법을 이용한 저자들의 경우 수술 후 정상 반대측 보다는 좋지 않았지만 수술 전 상태보다는 좀 더 호전되는 경향을 보였다.

전방십자인대 재건술에 사용되는 이식건은 다양하지만, 최근에는 슬픽건 특히, 4가닥의 자가 반건양건과 박건이 가장 많이 이용되고 있다. 하지만 이를 이용한 술식 후에는 10-20%의 슬관절 굴곡 및 내회전 결손이 따르는 것으로 알려져 있다.²⁸⁾ 슬픽건 채취의 영향으로 생긴 술 후 슬관절 굴곡 약화에 관한 몇몇 보고가 있다.⁷⁻⁹⁾ 만약 박건을 제외한 단일 반건양건 4가닥 건을 전방십자인대 재건에 사용하여 다른 방법들과 유사한 결과를 얻을 수 있다면, 반건양건을 단독으로 사용함으로써 반건양건과 박건을 모두

채취할 때 생기는 건 공여부의 이환을 줄일 수 있을 것으로 기대할 수 있다. Nakamura 등⁸⁾은 반건양건과 박건을 동시에 이용한 환자군에서의 평균 최대 기립 슬관절 굴곡 각도의 좌우 양측 비율은 반건양건만을 이용한 환자군보다 상당히 낮은 수치를 보여 슬픽건을 이용 후 슬관절 굴곡력의 감소가 이전에 알려진 것보다 더 두드러진다는 사실을 보고하였다. Tashiro 등⁹⁾은 전방십자인대 재건술 시의 내측 슬픽건 중 한 개의 건을 이용하는 것과 두 개의 건 모두를 사용하는 것이 슬관절 굴곡력에 있어 미치는 영향에 대하여 보고하였다. 슬관절이 70° 혹은 그 이상 굴곡 시에는 양군 모두 슬픽건의 등속성 및 등척성 근력 모두에 있어 상당한 감소를 나타내었으며, 슬픽건의 채취는 고도의 슬관절 굴곡 시에 상당한 정도의 슬픽근력 약화를 초래하지만, 박건이 보존된다면 그 약화는 최소화될 수 있다고 하였다. Williams 등²⁹⁾은 반건양건과 박건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 줄어드는 반건양건과 박근 기능을 보상하기 위한 대퇴 이두근과 반막양근의 변화가 관찰되었으며, 대부분에서 건의 재생이 관찰되었으나 술 후 6개월 시 그 재생 정도가 종종 부족한 것으로 조사되었다. 본 연구에서는 반건양건과 박건을 모두 이용한 전방십자인대 재건술과 반건양건만을 이용한 전방십자인대 재건술 간의 슬관절 굴곡력과 경골의 내회전력을 직접적으로 비교하지 못한 단점이 있으나, 이전에 시행된 연구로부터 반건양건만을 이용한 경우 근력이 더 좋을 수 있다는 것을 추정할 수 있었다.^{8,9,29)}

골 터널 내의 고정 이 견고할수록 그리고 터널 내에 차지하는 이 식물의 길이가 길수록 골-건의 치유에 좋은 영향을 줄 것이라는 통념이 있다. Greis 등³⁰⁾은 터널 내 건의 길이가 길어질수록 술 후 6주째 그 인장강도가 더 증가하는 것으로 보고하였다. 그러나 Yamazaki 등,³¹⁾ Zantop 등³²⁾은 전방십자인대 재건술을 시행하여 슬관절 내에서의 터널-이식 길이의 영향에 관한 보고를 하였는데, 대퇴골 터널 내 짧은 이식건의 길이(15 mm)가 슬관절의 운동학적 그리고 구조적 성질에 부정적인 영향을 끼치지 않는 것으로 보고하였다.

전방십자인대 재건을 위한 4가닥 슬픽건의 최소 길이는 7 cm라고 사료되며,¹⁰⁾ 따라서 4가닥의 건 이식물을 위해서는 최소 28 cm의 슬픽건을 필요로 하게 된다(Fig. 2). 따라서 28 cm 이상의 반건양건을 얻을 수 있다면 전방십자인대 재건술을 위한 단일 4가닥 반건양건을 만들 수 있다. 반건양건에 부착된 2 cm 이상의 골막을 부가적으로 얻을 수 있었기 때문에, 이전의 연구에서 28 cm 이상의 반건양건을 채취할 확률은 94.5%로 조사되었다.¹⁰⁾ 그리고 본 연구에 사용된 단일 4가닥 반건양건의 평균 직경은 8.4 mm로 반건양건과 박건 모두를 사용한 4가닥 이식건 7.9 mm 보다 더 두꺼웠다.¹⁰⁾

반건양건에 부착된 골막을 이용하는 것에는 여러 가지 이점이 있다. 여분의 건 2 cm를 확보할 수 있으며, 반건양건 단일 4가닥을 이용함으로써, 슬관절 굴곡 시의 굴곡력의 보존을 기대할 수

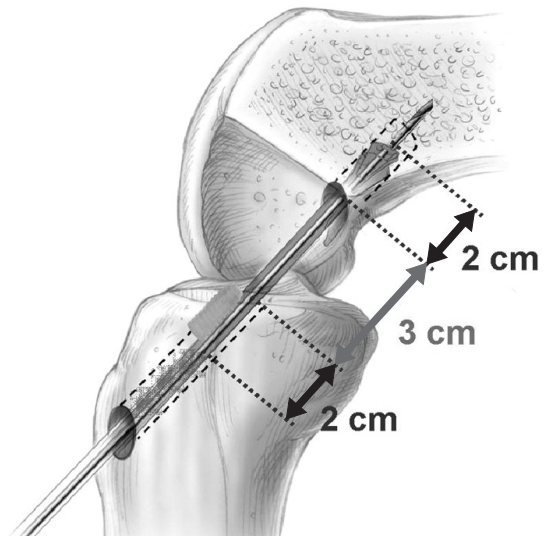


Figure 2. This drawing shows sufficient length for the ACL reconstruction: 2 cm for femoral side, 3 cm for intra-articular portion, and 2 cm for tibial side.

있으나,^{8,9)} 골막으로 인한 골-건 치유의 개선 및 더 굵은 4가닥 슬픽건 확보를 기대할 수 있다.³³⁻³⁵⁾ 반건양건과 박건을 모두 이용한 방법에 비하여 경골터널 축의 고정 이 다소 약해진다는 단점이 있다. 본 연구에서 이러한 단점을 보완하기 위해 재활 프로그램을 2주 정도 연기하였으며, 골 확공시 채집된 골조직을 이용하여 인대 재건 후 남은 경골 터널에 이식하였다.

본 연구는 자가 반건양건 단일 4가닥을 이용하면 기존의 연구⁷⁻⁹⁾에서와 같이 2개의 건을 채취하는 것보다 공여부 이환을 줄일 수 있을 것으로 사료되며, 이전의 반건양건 및 박건을 모두 이용한 전방십자인대 재건술의 결과^{27,36-39)}와 비교하여도 유사하게 우수한 결과를 얻었으므로 단일 반건양건만을 이용하여도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 또한 전방십자인대의 잔유물을 남김으로써 좀 더 나은 임상적 결과를 얻었다고 사료된다. 그러나, 본 연구 단점으로 증례수가 적고, 전향적 연구가 아니고, 추시 기간이 짧고 더 정확한 기능적 평가 방법이 동원되지 않았으며 반건양건, 박건은 모두 이용한 군과 반건양건 단독군의 굴곡 근력 비교가 되지 않았으며, 2차 관절경적 소견이 첨부되지 않았다는 점이다. 그리고 양군의 동반손상이 차이가 나는데 내측부인대 손상은 모두 보존적 요법으로 치유되었으며, I군과 II군의 반월상연골 봉합술을 시행한 11예는 추후 반월상연골과 관련된 증상은 없었다. 양군 간에 반월상연골 부분절제술을 받은 경우가 I군에서 3예, II군에서 7예로 차이가 나지만 이는 임상적으로 2년 이내의 단기간에는 큰 의미는 없다고 생각되나 향후 좀더 많은 증례로 상기 단점을 보완하여 장기 추시를 요할 것으로 사료된다.

결 론

전방십자인대손상시 자가 반건양건 단일 4가닥 이식건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 양군 모두 일반적으로 보고되는 전방십자인대 재건술의 임상적 결과와 유사하게 우수한 결과를 얻었으며, 잔유물을 남겨둔 경우 Lysholm 점수 및 IKDC 주관적인 점수가 더 좋았으며, 고유수용감각 기능의 회복은 통계적인 차이는 없었지만 잔유물 남겨둔 경우에 더 좋은 경향이 있었다.

참고문헌

- Lewis PB, Parameswaran AD, Rue JP, Bach BR Jr. Systematic review of single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a baseline assessment for consideration of double-bundle techniques. *Am J Sports Med.* 2008;36:2028-36.
- Barrett DS. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:833-7.
- Fremerey RW, Lobenhoffer P, Zeichen J, Skutek M, Bosch U, Tscherne H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82:801-6.
- Reider B, Arcand MA, Diehl LH, et al. Proprioception of the knee before and after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2003;19:2-12.
- Shimizu T, Takahashi T, Wada Y, Tanaka M, Morisawa Y, Yamamoto H. Regeneration process of mechanoreceptors in the reconstructed anterior cruciate ligament. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1999;119:405-9.
- Aune AK, Hukkanen M, Madsen JE, Polak JM, Nordsletten L. Nerve regeneration during patellar tendon autograft remodeling after anterior cruciate ligament reconstruction: an experimental and clinical study. *J Orthop Res.* 1996;14:193-9.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- Shelbourne KD, Whitaker HJ, McCarroll JR, Rettig AC, Hirschman LD. Anterior cruciate ligament injury: evaluation of intraarticular reconstruction of acute tears without repair. Two to seven year followup of 155 athletes. *Am J Sports Med.* 1990;18:484-8.
- Barrack RL, Skinner HB, Buckley SL. Proprioception in the anterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med.* 1989;17:1-6.
- Schultz RA, Miller DC, Kerr CS, Micheli L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. A histological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:1072-6.
- Schutte MJ, Dabiezies EJ, Zimny ML, Happel LT. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:243-7.
- Solomonow M, Baratta R, Zhou BH, et al. The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintaining joint stability. *Am J Sports Med.* 1987;15:207-13.
- Tibone JE, Antich TJ, Fanton GS, Moynes DR, Perry J. Functional analysis of anterior cruciate ligament instability. *Am J Sports Med.* 1986;14:276-84.
- Crain EH, Fithian DC, Paxton EW, Luetzow WF. Variation in anterior cruciate ligament scar pattern: does the scar pattern affect anterior laxity in anterior cruciate ligament-deficient knees? *Arthroscopy.* 2005;21:19-24.
- 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.
- Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. *Acta Orthop Scand.* 2002;73:330-4.
- MacDonald PB, Hedden D, Pacin O, Sutherland K. Proprioception in anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed knees. *Am J Sports Med.* 1996;24:774-8.

22. Valeriani M, Restuccia D, Di Lazzaro V, Franceschi F, Fabbri-ciani C, Tonali P. Clinical and neurophysiological abnormalities before and after reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee. *Acta Neurol Scand*. 1999;99:303-7.
23. 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.
24. Ochi M, Adachi N, Deie M, Kanaya A. Anterior cruciate ligament augmentation procedure with a 1-incision technique: anteromedial bundle or posterolateral bundle reconstruction. *Arthroscopy*. 2006;22:463.e1-5.
25. Choi JW, Oh CW, Sohn YH, Lee HJ, Kyung HS. Return to pre-injury activity after ACL reconstruction on athletes: remnant preserving technique. *Korean J Sports Med*. 2008;26:1-6.
26. al-Othman A, Moussa M, Eraky MZ. A simple outpatient test for proprioception in the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Orthopedics*. 1998;21:677-9.
27. Lee BI, Kim JB, Min KD, Choi HS, Eom JP. Comparison of clinical results according to amount of preserved remnant in arthroscopic ACL reconstruction using quadrupled hamstring graft. *J Korean Orthop Assoc*. 2005;40:284-92.
28. 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.
29. 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-A:1936-46.
30. Greis PE, Burks RT, Bachus K, Luker MG. The influence of tendon length and fit on the strength of a tendon-bone tunnel complex. A biomechanical and histologic study in the dog. *Am J Sports Med*. 2001;29:493-7.
31. Yamazaki S, Yasuda K, Tomita F, Minami A, Tohyama H. The effect of intraosseous graft length on tendon-bone healing in anterior cruciate ligament reconstruction using flexor tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:1086-93.
32. 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.
33. Chen CH, Chen WJ, Shih CH, Yang CY, Liu SJ, Lin PY. Enveloping the tendon graft with periosteum to enhance tendon-bone healing in a bone tunnel: a biomechanical and histologic study in rabbits. *Arthroscopy*. 2003;19:290-6.
34. 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.
35. 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.
36. Harilainen A, Linko E, Sandelin J. Randomized prospective study of ACL reconstruction with interference screw fixation in patellar tendon autografts versus femoral metal plate suspension and tibial post fixation in hamstring tendon autografts: 5-year clinical and radiological follow-up results. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14:517-28.
37. Laxdal G, Sernert N, Ejerhed L, Karlsson J, Kartus JT. A prospective comparison of bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction in male patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15:115-25.
38. Streich NA, Friedrich K, Gotterbarm T, Schmitt H. Reconstruction of the ACL with a semitendinosus tendon graft: a prospective randomized single blinded comparison of double-bundle versus single-bundle technique in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16:232-8.

Clinical Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Remnant-preserving Technique – Method Using Single Four-strand Semitendinosus Tendon –

Hee-Soo Kyung, M.D., Ph.D., Chang-Wug Oh, M.D., Ph.D., and Hyun-Ju Lee, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Purpose: We evaluated the functional and clinical results of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction with remnant-preserving technique using an autologous single four-strand semitendinosus tendon.

Materials and Methods: We evaluated 70 patients who had undergone ACL reconstruction using autologous single four-strand semitendinosus tendon. Group I (n=34) were cases in which more than half of the ACL remnant remained. Group II (n=36) included cases in which the ACL was nearly absent. The mean follow-up period was 18.7 months for group I cases, and 20.7 months in group II cases. We performed clinical evaluation using the following tests: Lachman test, pivot shift test, Lysholm score, Tegner activity score, and IKDC score; functional evaluation was performed using the single limb standing test and ability to return to pre-injury sports activity.

Results: Lachman test, pivot-shift test, measurement of side-to-side difference using KT-2000 arthrometer and Tegner activity scores were much improved over preoperative evaluations, and there were no statistically significant differences between the 2 groups. The objective IKDC (International Knee Documentation Committee) score and return to pre-injury sports activity showed no statistical difference between the 2 groups, but the subjective IKDC score ($p=0.007$) and Lysholm score ($p=0.001$) were better in group I than in group II. There was no difference in the single limb standing test and there was no difference between the 2 groups, but there was a tendency to have improved over the preoperative evaluation.

Conclusion: We obtained good results after ACL reconstruction using the autologous single four-strand semitendinosus tendon. ACL remnant preserving group had better Lysholm score and IKDC subjective score.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction, remnant preserving method, single four strand semitendinosus tendon

Received March 2, 2010 **Accepted** September 20, 2010

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

Department of Orthopaedic Surgery, Kyungpook National University Hospital, 50, Samduk-2ga, Jung-gu, Daegu 700-721, Korea

TEL: +82-53-420-5636 **FAX:** +82-53-422-6605 **E-mail:** hskyung@knu.ac.kr