

자가 슬괵건과 동종 경골건을 이용한 전방십자인대 재건술의 비교

을지의과대학 정형외과학교실

이광원 · 이승훈 · 양동현 · 강성일 · 최원식

Comparison of ACL Reconstructions using Quadrupled Hamstring tendon Autograft and Tibialis tendon Allograft

Kwang-Won Lee, M.D., Seung-Hun Lee, M.D., Dong-Hyun Yang, M.D.,
Sung-II Kang, M.D., Won-Sik Choy, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eulji University Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: The purpose of this study was to compare the clinical outcomes of ACL reconstruction using autogenous hamstring tendon and allo-tibialis tendon.

Materials and Methods: Between March 2002 and March 2005, We performed 30 ACL reconstructions using hamstring autograft and 20 ACL reconstructions using tibialis tendon allograft. The average follow up period was 22 months in auto-hamstring tendon and 18 months in allo-tibialis tendon. For the clinical evaluation, we measured the Lysholm score, International Knee Documentation Committee (IKDC) score and anterior laxity by KT-2000 arthrometer at final follow up and compare the results between two groups.

Results: The Lysholm score improved from 69.5 preoperatively, to 95.3 at final follow-up in the hamstring autograft groups and from 69.0 to 90.4 in the tibialis allograft groups. According to the IKDC evaluation form, 80% of autogenous hamstring tendon group and 73% of allograft group were good results, higher than B (almost normal) ($p > 0.05$). The average KT-2000 arthrometer side-to-side difference, decreased from 7.1mm preoperatively, to 1.8mm at final follow-up in the hamstring autograft groups and from 7.4 mm to 2.4mm in the tibialis allograft groups.

Conclusion: The clinical results of ACL reconstruction using auto-hamstring tendon and allo-tibialis tendon showed no significant differences. The allo-tibialis tendon is an acceptable substitute for auto-hamstring tendon in ACL reconstruction.

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament reconstruction, Hamstring tendon autograft, Tibialis tendon allograft

서 론

전방십자인대 재건술에 사용되는 이식건은 크게 자가건 및 동종건으로 나눌 수 있으며 이는 정상 전방십자인대를 대치

하기 위해 해부학적 및 생역학적으로 유사한 구조와 강도를 지녀야 한다. 자가건으로는 골-슬개건-골(bone-patellar tendon-bone), 사두건(quadriceps tendon), 슬괵건(hamstring tendon) 등이 많이 사용되고 있으며 동종건으로는 골-슬개건-골(bone-patellar tendon-bone), 아킬레스건(achilles tendon), 전방 및 후방 경골건(anterior or posterior tibialis tendon) 등이 다양하게 사용되고 있다^{4,7,13}. 최근에는 과거 Gold standard로 여겨지던 자가 골-슬개건-골의 단점들이 보고되면서, 자가 슬괵건의 사용이 증가하고 있으며, 그 결과도 좋은 것으로 보고 되고 있다. 그러나 자가 슬괵건은 공여부의 이환 및 채취시 문제점이 발생할 수

* Address reprint request to

Kwang Won Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eulji University Hospital
1306 Dunsan-Dong, Seo-Ku, Daejeon, 302-799, Korea
Tel: 82-42-611-3280, Fax: 82-42-259-1289
E-mail: kwangwon@eulji.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2007년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

있으며 이러한 단점을 보완하기 위해 현재 동종건의 사용이 증가하고 있다. 그러나 동종이식건에 대한 결과는 아직 논란이 있어 현재 제한적으로만 사용되고 있다. 이에 저자들은 자가 슬픽건과 동종 경골건을 사용하여 전방십자인대 재건술을 실시하고 두 군간의 임상적 결과를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2002년 3월부터 2005년 3월까지 생흡수성 RIGIDfix[®]를 이용하여 관절경적 전방십자인대 재건술을 시행 받았고 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 환자 중 자가 슬픽건을 이용하여 재건술을 시행한 환자 30예와 동종 경골건을 이용한 환자 20예를 대상으로 후향적 방법으로 연구하였다. 자가 슬픽건을 이용한 경우는 남자 26례, 여자 4례이었고, 동종 이식건을 이용한 경우는 남자 15례, 여자 5례이었다. 자가 슬픽건을 이용한 경우의 평균 나이는 30.5(16~46)세이었고, 평균

추시 기간은 22(16~44)개월이었으며, 동종 이식건을 이용한 경우의 평균 나이는 37.9(18~48)세이었고, 평균 추시 기간은 18(14~38)개월이었다(Table 1). 이식건의 선택은 치료자와 환자간에 상담 후 환자의 결정에 따라 결정하였다.

2. 동반손상

동반 손상으로는 내측 반월판 연골 손상이 동반된 경우가 22예였고 이 중 6예는 봉합술을, 16예는 부분 절제술을 시행하였고, 외측 반월판 연골 손상이 동반된 경우는 2예였고 1예는 봉합술을, 1예는 부분 절제술을 시행하였다. 내측 측부인대 손상이 동반된 경우가 2예 있었는데 손상후 3주 고정후 관절 운동 범위의 회복후 재건술을 진행하였고, 후방십자인대 손상이 동반된 경우는 대상에서 제외하였다.

3. 수술 및 재활 방법

이식건을 준비할 때, 자가 슬픽건은 동측에서 박건과 반건

Table 1. Demographics of the Patients

	Autograft	Allograft
Cases	30	20
Follow up (Months)	22 (16~44)	18 (14~38)
Mean age (Years)	30.5 (16~46)	37.9 (18~48)
Sex (M/F)	26/4	15/5

Table 2. Preoperative and postoperative Lysholm knee score

Grade	Preop		Post op	
	Autograft	Allograft	Autograft	Allograft
Poor (<65)	9	6	0	0
Fair (65~83)	11	6	0	4
Good (84~94)	5	6	8	9
Excellent (95~100)	5	2	22	7
mean	Fair	Fair	Excellent	Good

Table 3. Preoperative and postoperative IKDC knee examination

Grade	Preop		Post op	
	Autograft	Allograft	Autograft	Allograft
A	5	3	13	8
B	10	9	11	6
C	13	7	6	6
D	2	1	0	0

양건을 채취하여 4점으로 만들었고 동종건은 전방 혹은 후방 경골건을 2점으로 만든 후 비흡수성 봉합사로 whipstitch하였다. 이식건을 고정할 때, 대퇴측 고정은 생흡수성 RIGIDfix[®]를 이용하였으며 경골 측 고정은 경골 터널의 원위부에서 피질골 나사(cortical screw)와 spike washer를 이용하였다.

술 후 재활 방법은 자가건을 이용한 군과 동종경골건을 이용한 군에서 모두 같은 방법을 사용하였는데, 수술 직후부터 대퇴 사두근 강화 운동을 시작하였고, 술 후 2~3일부터 능동적 관절 운동을 시작하였으며 술 후 3~4주까지는 슬관절 보조기 착용하에 부분 체중 부하에 의한 목발 보행을 하되 그 전이라도 가능하다면 목발의 도움 없이 전 체중 부하 보행을 하도록 하였다. 술 후 3~4개월에 가벼운 조깅을 허용하였으며 술 후 8~12개월에 스포츠 활동을 허용하였다.

4. 임상적 평가 및 결과 분석

두 군 간의 임상적 결과 비교는 술전과 최종 추시시 Lysholm score와 International Knee Documentation Committee (IKDC) 평가 기준을 사용하였고, 전방 전위 정도는 KT-2000 관절 계측기를 이용하여 최대 도수 부하 검사상 전측과의 전위차를 측정하였다. 결과의 통계학적 분석은 SPSS v10.0 통계 프로그램을 사용하였고, 반복 측정 분산 분석 (Repeated measure ANOVA test), 독립 표본 T-검정 (Independent T-test)을 이용하여 술 전과 술 후 차이를 분석하였으며, 유의 수준은 0.05 이하로 하였다.

결 과

1. 임상적 결과

Lysholm score는 전체적으로는 술 전 평균 69.5점에서 최종 추시시 평균 92.5점으로 향상되었다. 자가 슬릭건을 이용한 경우는 술 전 poor 9예, fair 11예, good 5예, excellent 5예로 평균 69.5점에서 최종 추시시 good 8예, excellent 22예의 평균 95.3점으로 호전되었으며, 동종 경골건을 이용한 경우는 술 전 poor 6예, fair 6예, good 6예, excellent 2예로 평균 69.0점에서 최종 추시시 fair 4예, good 9예, excellent 7예의 평균 90.4점으로 두 군에서 모두 호전된 양상을 보였으나 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다 ($p>0.05$) (Table 2).

IKDC 평가 기준에 의한 평가에서 B(거의 정상)이상의 결과를 보인 경우가 전체적으로는 술 전 60%에서 최종 추시시 78%로, 자가 슬릭건 군을 이용한 경우는 술 전 50%에서 최종 추시시 80%로, 동종 경골건을 이용한 경우는 술 전 63%에서 최종 추시시 73%로, 두 군에서 모두 호전된 양상을 보였으나 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다 ($p>0.05$) (Table 3).

2. 슬관절의 불안정성

KT-2000 관절 계측기를 이용하여 20 pounds 에서 건측과의 전위차는 전체적으로 술 전 평균 1.1(0.3~1.7)mm 에서 최종 추시시 평균 0.5(0.1~1.1)mm 로, 자가 슬릭건을 이용한 경우는 술 전 평균 0.9(0.5~1.2)mm 에서 최종 추시시 평균 0.6(0.3~1.1)mm 로, 동종 경골건을 이용한 경우는 술 전 평균 1.2(0.3~1.7)mm 에서 최종 추시시 평균 0.4(0.1~1.0)mm 로, 두 군에서 모두 호전된 양상을 보였으나 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다 ($p>0.05$). 최대 도수 부하 검사상 전측과의 전위차는 전체적으로 술 전 평균 7.3(3.3~11.8)mm 에서 최종 추시시 평균 2.2(1.0~3.2)mm 로, 자가 슬릭건을 이용한 경우는 술 전 평균 7.1(3.3~10.8)mm 에서 최종 추시시 평균 1.8(1.0~2.9)mm 로, 동종 경골건을 이용한 경우는 술 전 평균 7.4(4.5~11.8)mm 에서 최종 추시시 평균 2.4(1.0~3.2)mm 로, 두 군에서 모두 호전된 양상을 보였으나 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다 ($p>0.05$).

고 찰

정상적인 전방십자인대는 길이 31~38 mm, 폭 11 mm, 단면적 44 mm²의 관절내 구조물로 대퇴 외과의 내측 후방부에서 경골 돌기의 전내측에 전내측대(anteromedial band)와 후외측대(posterolateral band)로 나뉘어 부착되는 구조물이다. 전방십자인대는 약 2000N의 인장력(maximal load)을 억제할 수 있으며 242N/mm의 강성(stiffness)을 보이며 40도 굴곡에서 신전 사이에 최고 하중이 부하되는 특징을 가지고 있다⁹. 이런 전방십자인대의 재건술을 위해서는 공여부의 이환율이 적으며, 생체 적합성이 뛰어나고, 높은 인장력을 억제할 수 있는 강성을 가진 이식건을 선택해야 한다¹⁷. 이러한 이식건은 크게 자가건과 동종건으로 나눌 수 있는데 이들의 장단점을 살펴보면, 자가건은 간염 등의 질병 감염의 걱정이 없으며 이식된 조직에 면역 반응이 없다는 장점이 있으나, 자가건 채취에 따른 수술 시간의 연장과 이식된 채취부위의 이환율(morbidity)이 증가될 수 있다는 점과 다발성 인대 손상에서는 사용이 제한된다는 단점이 있다. 동종건은 자가건에 비해 이식물 채취의 필요가 없어 수술 시간이 단축되고, 공여부의 이환율이 없다는 장점이 있으나 질병 감염의 가능성과 이를 예방하기 위한 냉동처리와 방사선 조사 등의 전 처치로 인한 이식건의 생역학적 변화, 면역학적 반응으로 유합이 늦어지는 점 등의 단점이 있다^{2,15}. 이러한 여러 이식건 중에서 골-슬개건-골은 강한 고정으로 조기 재활이 가능하여 전방십자인대 재건술의 gold standard로 여겨져 왔으나, 슬관절 통증, 공여 부위의 이환율(morbidity) 증가, 신전 기능의 약화 등의 단점이 대두되어 최근에는 공여 부위의 이환율이 적고 신전 기능이 보존되는 자가 슬릭건의 이용이 늘고 있는 추세이다. 하지만 채취된 이식건이 너무 짧거나 직경이 얇은 경

우, 채취시 손상이 있는 경우에는 이식건으로의 사용이 불가능하거나 복제 신경의 손상이 동반될 수 있는 단점이 있다. 또한 Fukubayashi⁷⁾에 의하면 슬립건을 이용한 재건술 후 슬관절 굴곡력은 90도 이상에서 현저히 저하된다고 보고하였다. 따라서 슬립건 채취가 어렵거나 비만, 노인 등의 이유로 자가 슬립건의 이용이 여의치 않을 경우, 슬관절 내측부의 동반 손상이 있거나 슬립건을 많이 쓰는 운동 선수 등에서는 슬립건의 이용보다는 동종 경골건의 이용이 증가되는 추세이다.

재건술에 사용되는 이식건의 인장력을 비교해 보면, Miller 등¹²⁾은 자가건 중에서 10 mm 폭의 골-슬개건-골 이식건은 2376 N, 대퇴 사두건은 2352N, 반건양건과 박건으로 된 4겹의 슬립건은 4108 N의 인장력으로 각각 정상 전방십자인대의 약 1.1배, 1.1배, 2배의 인장력을 지니고, 동종건으로 사용되는 전방 경골건과 후방 경골건은 3412 N, 3391 N의 인장력으로 약 1.7배의 인장력을 가진다고 보고하였다. 이러한 여러 이식건 중 본 연구에서 사용한 자가 슬립건은 1939년 Macey¹¹⁾에 의해 처음 사용되었고 이후 여러 방법이 보고되었으며 두 겹(double loop)⁶⁾, 네 겹(quadrupled)으로 사용할 경우 전방십자인대 재건술에 이용될 정도의 충분한 강도를 갖게 되었다^{8,17)}. Becks 등¹⁾에 의해 기술된 네 겹의 반건양건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술은 작은 직경의 여러 가닥을 이용하기 때문에 한 개의 큰 직경보다 표면적이 넓어 이식 후 혈관 재형성이 빠르고, 신전건의 손상이 없으며 관절부의 통증이 적고 이식건 공여부의 기능 손상이 적다는 장점이 있으나 인대와 골 사이의 유합에 오랜 시간이 걸리고 고정이 어렵다는 단점이 있다. 또한 본 연구에서 사용한 동종 전방 경골건과 후방 경골건은 슬립건에 비해 인장력과 강성이 더 강하며 단면적이 더 넓어 골터널을 채우기에 더 좋은 것으로 알려져 있지만¹²⁾, 자가 슬립건과 마찬가지로 고정이 어렵다는 단점이 있어 견고한 고정이 필요하다. 하지만 최근에 고정 기구의 발달로 인해 견고한 고정이 가능해지면서 자가 슬립건 및 동종 경골건의 사용은 점차 늘어나는 추세이다.

자가건과 동종건을 이용한 전방십자인대 재건술의 결과 비교에 관한 많은 연구가 있어왔는데^{3,9,14,15,18)}, Kleipool 등¹⁰⁾은 동종 골-슬개건-골과 자가 골-슬개건-골을 사용한 전방십자인대 재건술 후 최소 4년 이상의 추시에서 두 군간에 유의한 차이는 없다고 하였고, Harner 등⁹⁾, Peterson 등¹⁴⁾ 과 Shelton 등¹⁶⁾ 또한 골-슬개건-골의 자가건 및 동종건의 비교 연구에서 이식물의 강도와 내구성에서 두 군간에 유사한 결과를 얻었다고 보고하였다. Shino 등¹⁸⁾은 신선 동결 동종과 자가 골-슬개건-골의 비교 연구에서 전방 전위와 대퇴 사두근의 기능 회복에 있어 동종건이 더 낫다는 결과를 보고하였다. 하지만 연부 조직 이식건인 자가 슬립건과 동종 경골건을 비교한 연구는 흔하지 않았는데, 송 등¹⁹⁾은 24예의 자가 슬립건과 30예의 동종 경골건을 이용한 전방십자인대 재건술의 비교 연구에서, 두 군간의 임상적, 방사선학적으로 유의한 차이는 발견할 수 없었다고 하였으며, 본 연구에서도 술 후

Lysholm score와 IKDC 평가와 같은 임상적 결과와 슬관절의 불안정성을 평가한 KT-2000에서 두 군 모두 호전되는 양상을 얻었고 두 군간의 통계학적 유의성은 관찰되지 않았다.

결 론

자가 슬립건과 동종 경골건을 이용한 전방십자인대 재건술은 임상적 결과 및 슬관절의 불안정성의 비교에서 양 군간의 차이 없이 모두 우수한 결과를 보였다. 전방십자인대 재건술에서 동종 경골건은 자가 슬립건을 대체할 수 있는 이식건이라 사료된다.

REFERENCES

- 1) **Becks CL, Paulos LE and Rosenberg TD:** Ant. cruciate ligament reconstruction with the endoscopic technique. *Operative techniques in Orthopaedics*, 2:86-98, 1992.
- 2) **Bucks BE, Malinin TI and Brown MD:** Bone transplantation and human immunodeficiency virus: An estimate of risk of acquired immunodeficiency syndrome (AIDS). *Clin Orthop*, 240: 129-136, 1989.
- 3) **Carter TR and Edinger S:** Isokinetic evaluation of ant. cruciate ligament reconstruction: Hamstring versus patellar tendon. *Arthroscopy*, 15: 169-172, 1999.
- 4) **Chang SK, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM and Richardson AB:** Ant. cruciate ligament reconstruction: allograft versus autograft. *Arthroscopy*, 19: 453-462, 2003.
- 5) **Evans NA and Jackson DW:** Arthroscopic treatment of ant. cruciate ligament injuries. In: Mc Ginty JB, ed. *Operative Arthroscopy*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins: 347-365, 2003
- 6) **Friedman MJ:** Arthroscopic semitendinous reconstruction for ant. cruciate ligament deficiency. *Techniques in Orthopedics*, 2: 74-80, 1988.
- 7) **Fukubayashi T:** Functional anatomy of hamstring tendons. *International society of arthroscopy, knee surgery and orthopaedic sports medicine*, Hollywood, Florida: 5-10, 2005.
- 8) **Hammer DL, Brown CH Jr., Steiner ME, Hecker AT and Hayes WC:** Hamstring tendon grafts for reconstruction of the ant. cruciate ligament: biomechanical evaluation of the use of multiple strands and tensioning techniques. *J Bone Joint surg*, 81-A: 549-557, 1999.
- 9) **Harner CD, Olson E, Irrang JJ, Silverstein S, Fu FH and Silbey M:** Allograft versus autograft ant. cruciate ligament reconstruction: 3-to-5-year outcome. *Clin Orthop*, 324: 134-144, 1996.
- 10) **Kleipool AE, Ziji JA and Willems WJ:** Arthroscopic ant. cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone allograft or autograft. A prospective study with

- an average follow up of 4 years. *Knee surg sports traumatol arthrosc*, 6: 224-230, 1998.
- 11) **Macey J**: New operative procedure for the repair of rupture cruciate ligaments of the knee joint. *Surg gynecol obstet*, 69: 108-109, 1939.
 - 12) **Miller SL and Gladstone JN**: Graft selection in ant. cruciate ligament reconstruction. *Orthop clin north am*, 33: 675-683, 2002.
 - 13) **Otero AL and Hutcheson L**: Acomparison of the doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopin ant. cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 9: 143-148, 1993.
 - 14) **Peterson RK, Shelton WR and Bomboy AL**: Allograft versus autograft patellar tendon ant. cruciate ligament reconstruction: A-5-year follow-up. *Arthroscopy*, 17: 9-13, 2001.
 - 15) **Ramussen TJ, Feder SM, Butler DL and Noyes FR**: The effects of 4 Mrad of gamma irradiation on the initial mechanical properties of bone-patellar tendon-bone graft. *Arthroscopy*, 10: 188-197, 1994.
 - 16) **Shelton WR, Papendick L and Dukes AD**: Autograft versus allograft ant. cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 13: 446-449, 1997.
 - 17) **Sherman OH and Banffy MB**: Ant. cruciate ligament reconstruction: which graft is the best? *Arthroscopy*, 20: 974-980, 2004.
 - 18) **Shino K, Nakata K, Horibe S, Inoue M and Nakagawa S**: Quantitative evaluation after arthroscopic ant. cruciate ligament reconstruction. Allograft versus autograft. *Am J Sports Med*, 21: 609-616, 1993.
 - 19) **Song EK, Seon JK, Bae BH and Park SJ**: Comparison of ant. cruciate ligament reconstructions using hamstring tendon autograft and tibialis tendon allograft, *J of Korean Arthroscopy Soc*, 10: 141-147, 2006.

초 록

목적: 자가 슬괵건과 동종 경골건을 사용하여 시행한 전방십자인대 재건술의 임상적 결과를 비교하였다.

재료 및 방법: 2002년 3월부터 2005년 3월까지 관절경적 전방십자인대 재건술을 시행 받은 환자 중 자가 슬괵건을 이용한 30예와 동종 경골건을 이용한 20예를 대상으로 하였으며, 평균 추시 기간은 자가 슬괵건군이 22개월, 동종 경골건군이 18개월이었다. 임상적 평가는 Lysholm score와 International Knee Documentation Committee (IKDC) 평가 기준을 사용하였고, 전방 전위 정도는 KT-2000 관절 계측기를 이용하였으며 두 군간의 최종추시시의 결과를 비교하였다.

결과: Lysholm score는 자가 슬괵건 군에서 술 전 평균 69.5점에서 최종 추시시 95.3점으로, 동종 이식건 군에서 술 전 평균 69.0점에서 최종 추시시 90.4점으로 향상되었고($p>0.05$), IKDC 평가 기준에 의한 최종 평가상 자가 슬괵건 군의 80%, 동종 이식건 군의 73%에서 B(거의 정상) 이상의 양호한 결과를 보였다($p>0.05$). KT-2000 관절 계측기를 이용한 최대 도수 부하 검사상 건축과의 평균 전위차가 자가 슬괵건 군에서는 술 전 7.1 mm에서 최종 추시시 1.8 mm로, 동종 이식건 군에서는 술 전 7.4 mm에서 최종 추시시 2.4 mm로 감소되었다($p>0.05$).

결론: 자가 슬괵건과 동종 경골건을 이용한 전방십자인대 재건술의 결과는 두 군간 유의한 차이가 없었다. 전방십자인대 재건술에서 동종 경골건은 자가 슬괵건을 대체할 수 있는 유용한 방법으로 사료된다.

색인 단어: 전방십자인대 재건술, 자가 슬괵건, 동종 경골건