

신선 동결 동종 아킬레스건을 이용한 전방 십자인대 재건술

가톨릭대학교 의과대학 성바오로병원 정형외과

최남용 · 한석구 · 나기호 · 송현석 · 서상일 · 이도성

Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament with Fresh-frozen Achilles Allograft

Nam Yong Choi, M.D., Suk Ku Han, M.D., Ki Ho Nah, M.D., Hyun Seok Song, M.D.,
Sang Il Seo, M.D., Do Sung Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, St. Paul's hospital
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

ABSTRACT: Purpose: We analyzed the clinical results of ACL (anterior cruciate ligament) reconstruction of chronic anterior cruciate ligament injuries with a fresh frozen Achilles allograft, retrospectively.

Methods: Thirty-eight patients (average age 32.4 years) who had an chronic injury of ACL reconstructed with an Achilles allograft between January 1999 and February 2001 were included. The mean follow-up was 19.2 (12-36) months. The clinical evaluation was done by range of motion, Lachman and pivot-shift test, KT-1000 arthrometer, Lysholm knee score, and the modified Feagin score.

Results: All patients recovered full range of motion of affected knees. With use of Lachman and pivot-shift test data, thirty seven (97.4%) were functional. When comparing KT-1000, we found mean maximum side-to-side differences less than 2.1 mm. According to Lysholm knee score, mean postoperative score was 90.4. Thirty four (89.5%) had good to excellent results in modified Feagin score.

Conclusion: Results of ACL reconstruction using fresh frozen Achilles allografts were comparable to autografts. ACL reconstruction with Achilles allograft could be a reasonable alternative to autografts.

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament, Reconstruction, Fresh frozen, Achilles allograft

서 론

전방 십자인대의 손상은 최근 교통 사고의 빈발 및 스포츠 인구의 증가로 인하여 그 빈도가 증가하고 있다. 수술적 치료로는 봉합술과 재건술 등이 있으며, 재건술은 터널을 만드는 방법 및 그 수에 따라 다양한 술기 방법이 사용되고 있다. 전방 십자인대 재건술에 사용되는 이식물의 선택은 술자의 견해와 경험, 조직의 취합성, 환자의 활동도 및 그

요구 정도에 따라 다양하며, 재건술에 사용되는 이식물로는 자가 이식물과 동종 이식물로 나눌 수 있다. 자가 이식물로는 골-슬개건-골^{4,19)}, 대퇴 근막¹⁴⁾과 슬릭건^{5,9)} 등이 있고, 동종 이식물에는 골-슬개건-골^{6,14)}, 아킬레스건¹⁰⁾ 및 전방 경골건²⁾ 등이 사용되고 있다. 이 중 자가 골-슬개건-골 이식물이 전방 십자인대 재건술에 가장 보편적으로 사용되고 있으나, 슬개골 골절, 슬개건 주위의 동통 및 대퇴 사두근 기전의 약화 등 이식건 공여부의 문제로 최근에는 동종 이식물에 대한 관심이 증가하게 되었다^{2,3,18)}. 또한 새로운 고정술의 개발로 연부조직의 견고한 고정이 가능하게 되어 생역학적으로 우수한 아킬레스건을 이용한 전방 십자인대 재건술이 최근 이용되고 있다²⁾.

저자들은 신선 동결 동종 아킬레스건을 이용하여 관절경적 전방 십자인대 재건술을 시행 후, 최종 추시 상 경골의

* Address correspondence and reprint requests to
Hyun Seok Song, M.D.
Dept. of Orthopedic Surgery, St. Paul's Hospital,
The Catholic University of Korea
Tel: 82-2-958-2159, Fax: 82-2-965-1456
E-mail: hssongmd@yahoo.com

Table 1. Cause of Injury

Mechanism	Incidence (%)
Sports injury	22 (57.9)
Traffic accident	12 (31.6)
Slip down	4 (10.5)
Total	38 (100.0)

Table 2. Summary of Affected Structures

Affected Structures	Incidence (%)
Isolated ACL	28 (73.7)
Combined ACL	10 (26.3)
ACL + MM	4 (10.5)
ACL + LM	2 (5.3)
ACL + LM + MM	4 (10.5)
Total	38 (100.0)

* ACL - anterior cruciate ligament; MM - medial meniscus; LM - lateral meniscus.

전방 전위정도 측정과 슬관절의 기능적 평가를 하여 재건술의 결과를 후향적으로 분석하였다.

방 법

1999년 1월부터 2001년 2월까지 만성 전방 십자인대 손상에 대하여 신선 동결 동종 아킬레스건을 이용하여 재건술을 시행 후 1년 이상 추시가 가능하였던 38명, 38예를 대상으로 하였다. 성별은 남자가 32예, 여자가 6예였다. 평균 연령은 32.4세(20~50세)였으며, 수상 원인은 교통사고와 스포츠 손상이 대부분(89.5%)을 차지하였다(Table 1). 수상 후 수술까지의 경과 기간은 평균 4.2개월이었으며, 평균 추시기간은 19개월(12~36개월)이었다. 전방 십자 인대의 단독 손상은 총 28예(73.7%)였으며, 나머지 예에서는 반월상 연골손상이 동반되었다(Table 2).

수술은 환자를 양와위로 하여 슬관절을 90도로 굴곡하여 시행하였으며, 전내측 및 전외측 삼입구를 이용하여 관절경 검사를 시행하였다. 연마기를 사용하여 전방 십자인대의 잔여 조직을 제거하였으며, 절흔 성형술을 모든 예에서 시행하였다. 관절경하에 경골 guide를 후방 십자인대의 전방 7 mm와 내측 경골 융기의 바로 외측 또는 전방 십자인대 경골 부착부의 중간 부위에 위치시킨 뒤, 경골 융기의 내측에 절개를 가하고 경골의 내측면으로부터 도자핀을 삽입시켰다. 확공기를 이용하여서 10 mm 직경의 경골 터널을 완성하고, 이를 통해 삽입한 도자핀을 over-the-top으로부터 7 mm 전방, 대퇴 외과의 내측면에 삽입한 후, 경골 터널로 통과시킨 확공기를 이용하여 10 mm 직경의 대퇴골

Table 3. Corrected Side-to-side Difference on KT-1000 Arthrometer (20 lb)

Difference (mm)	Preoperative (%)	Postoperative (%)
≤2	0	25 (65.8)
2-5	3 (7.9)	12 (31.6)
5-10	25 (65.8)	1 (2.6)
10<	10 (26.3)	0 (0.0)
Total	38 (100.0)	38 (100.0)

터널을 완성하였다.

신선 동결 동종 아킬레스건 (Regeneration Technologies Inc., U.S.A) 의 끝편은 폭 10 mm, 길이 25 mm로 하였으며, 건 부위는 직경 10 mm가 되도록 준비하였다. 이식건은 경골 터널로부터 대퇴골 터널로 통과시켰으며, 모든 예에서 대퇴측은 금속 간섭 나사로, 경골측은 spike washer와 해면골 나사로 이식건을 고정하였다.

수술 후 신선 상태로 보조기를 착용하였으며, 술 후 2주 경에는 90도 굴곡까지 도달되도록 CPM운동을 시켰다. 술 후 6주 경까지 완전한 관절 운동범위의 회복을 얻도록 하였으며 그 이후 전 체중 부하를 허용하였다. 보조기의 착용은 술 후 6주까지 하였으며, 스포츠 활동은 6개월부터 허용하였다.

수술 후 임상적 평가는 관절 운동범위, Lachman 및 pivot-shift 검사, KT-1000 관절계 (MedMetric, San Diego, California)를 통한 경골의 전방 전위 정도를 측정하였으며, 슬관절 기능적 평가는 Lysholm 슬관절 점수와 modified Feagin score를 측정하였다.

통계적 검정은 수술 전과 수술 후의 KT-1000 관절계로 측정된 전방 전위 정도, modified Feagin score과 Lysholm 슬관절 점수를 paired t-test를 사용하여 비교하였고 유의 수준은 95%로 검정하였다.

결 과

입원 중 및 외래 진찰시 관절 운동 범위를 확인하고 제한이 없도록 운동을 시켰으므로 최종 추사에서 모든 예에서 관절 운동범위의 제한은 없었다. 추시 중에도 과도하게 brisement을 할 정도로 운동 범위의 제한이 있었던 예는 없었다. 술 후 Lachman검사상 정상인 30예, grade 1은 7예, grade 2가 1예로 관찰되었으며 pivot-shift검사상 정상인 29예, grade 1이 8예, grade 2가 1예였다. KT-1000 관절계를 이용한 양 경골의 전방 전위정도 차이는 술 전 9.3 ± 2.0 mm에서 술 후 2.1 ± 0.8 mm로 향상되었다 ($p=0.001$) (Table 3).

Lysholm 슬관절 점수는 술 전 평균 65.3 ± 2.5 점에서

Table 4. Lysholm Knee Scoring Scale

	Preoperative score (%)	Postoperative score (%)
Excellent (95-100)	0 (0.0)	10 (26.3)
Good (84-94)	3 (7.9)	20 (52.6)
Fair (65-83)	11 (29.0)	8 (21.1)
Poor (< 64)	24 (63.1)	0 (0.0)
Total	38 (100.0)	38 (100.0)

술 후 90.4±3.0점으로 향상되었으며, 우수 이상의 결과를 보인 예는 모두 30예 (79.0%)였으며, 이는 통계적으로 유의한 향상을 보였다 (p=0.012) (Table 4).

또한 최종 추시상 modified Feagin score 평가에서는 우수 이상 결과가 나타난 예가 총 34예(89.5%)였으며 술 전 결과와 비교하여서 유의한 향상을 보였다 (p=0.001) (Table 5).

스포츠 손상에 의한 22예에서 전 예에서 수상 이전 상태 정도의 스포츠 활동이 가능하였다. 이 중 3예에서는 격렬한 스포츠 후 슬관절의 동통을 호소하였으나 이 후 실시한 단순 방사선 전후방 전위 검사상 정상측과 5 mm 이상의 차이를 보이는 예는 없었다.

또한 8예에서 대퇴 사두근의 경미한 위축이 관찰되었으나 슬관절의 기능에는 이상이 없었다.

고 찰

현재 전방 십자인대 손상의 치료는 자가 골-슬개간-골을 이용한 재건술이 가장 보편적 방법이다. 이에 대한 고정능력 및 생역학적 우수성과 장기 추시결과가 이미 입증되었지만^{1,9)}, 자가 이식공여에 따른 대퇴 사두근 약화, 관절 강직, 슬개건 주위 동통 및 슬개골 골절 등의 합병증이 발생할 수 있고 이식건의 크기가 제한되며 다발성 슬관절 인대손상이나 재건을 실패시 사용할 수 없다는 단점이 있다^{2,4,19)}. 또한 최근 자가 슬픽건 이식술^{5,9)}이 활발히 진행되고 있으나 공여부의 근위축, 신경종 발생 또는 수술적 위협성의 증가, 수술 시간의 연장 및 재활 치료의 지연 등이 문제가 될 수 있다. 전방 십자인대 재건술에 사용되는 동종 건은 골-슬개간-골, 아킬레스건, 전방 경골건 등이 있으며, 이는 자가 이식에 비해 공여부의 합병증이 발생하지 않고, 수술 시간을 줄일 수 있으며 빠른 재활이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 동종 건이식은 HIV, 간염 바이러스 등의 질병 전파 가능성, 비용 문제, 살균 처리과정 중의 건조성 생존성 (viability) 감소, 이식건의 강도, 이식 후 면역반응 여부 및 장기적 추시 결과의 문제점 등이 있다^{2,13)}.

모든 동종 조직 이식수술에서 질병 전파의 가능성은 상존하지만 새로운 멸균법과 조직 처리의 개발로 인해 실제 질

Table 5. Modified Feagin Score

	Preoperative score (%)	Postoperative score (%)
Excellent	0 (0)	12 (31.6)
Good	3 (7.9)	22 (57.9)
Fair	11 (29.0)	4 (10.5)
Poor	24 (63.1)	0 (0.0)
Total	38 (100.0)	38 (100.0)

병 전파의 가능성은 매우 낮으며, 실제로 보고된 예도 극히 미미하다⁶⁾. 건 채취시 과거 소독 과정에 사용되었던 ethylene oxide는 건세포의 생존성을 현저히 저하시키며 술 후 활액막 부종 등이 발생하여 현재 사용되지 않고 있으며¹⁵⁾, gamma 방사선 조사는 신선 동결 또는 동결 건조 이식건의 인장 강도(tensile strength)를 감소시키고 조직 생존성의 심각한 저하를 초래할 수 있어 HIV 멸균에는 미흡한 양이지만 최대 2.5 Mrad를 조사하고 있다^{2,11)}. 십자인대 재건술시 이식건의 선택에서 건의 강도가 매우 중요한데, 직경 10 mm의 동종 아킬레스건의 인장 강도는 2850 N으로 정상 전방 십자인대의 1700 N에 비하여 훨씬 강하여 생체 역학적 장점을 갖고 있다¹⁰⁾. 또한 건 조직의 치유과정은 골 조직에 비해 천천히 일어나기 때문에 견고한 고정이 필수적이며 최근 사용되는 간섭나사를 이용한 건-터널 고정은 역학적으로 골-슬개간-골의 골-터널 고정만큼 간단하다고 알려졌다^{2,9)}. 따라서 동종 아킬레스건을 이용한 전방 십자인대 재건술은 빠른 재활 치료가 가능하다.

술 후 동종 이식건에 대한 면역 반응에 대해 Jackson 등⁸⁾은 전자 현미경 연구에서 동종 이식건이 자가 이식건보다 성숙화 속도가 느리며 이런 변화는 술 후 최소 6개월 이상의 경과 관찰 시 더 뚜렷하고 동종건의 이완 현상이 자가 건보다 다소 많은 것으로 보고하였지만, Linn 등¹⁰⁾은 신선 동결 이종 아킬레스건 이식 2~4년 후에 건 조직의 면역 반응은 관찰할 수 없었다고 보고하였으며, Shino 등¹⁰⁾도 이식된 동종건은 술 후 18개월까지 충분히 성숙화되어 그 이후에는 변화가 없다고 하였고, Zhang 등²⁰⁾은 동물 실험에서 이식된 동종건이 자가건에 비해 재형성 과정(remodeling)이 늦지만 술 후 12주 이후에는 생체 유합(incorporation)되어 조직학적으로 동일하다고 하였다. 신선 동결 동종건은 동결 건조 동종건에 비해 조직의 생존성이 우수하며 면역 반응이 적어 임상적 결과가 더 우수한 것으로 알려져 있다⁶⁾. 한편, 동종 이식건 사용 후 방사선상 흔히 관찰되는 경골 터널의 확장 소견은 그 원인이 아직 불명확하며 그 임상적 연관성이 적다고 보고되어¹⁰⁾, 본 연구에서는 측정하지 않았다.

전방 십자인대의 재건술에 동종 이식건을 사용한 임상적 결과는 다양하게 보고되고 있지만, 각 각의 수술 방법이나

술기의 정확성, 이식건의 종류 등의 요소가 다양하기 때문에 아직 정확한 결론을 얻지는 못한 상태이다. Siebold 등¹⁷⁾은 신선 동결 동종 아킬레스건이 동종 골-슬개건-골 이식보다 술 후 결과가 우수하지만 자가 골-슬개건-골 이식술 보다는 실패율이 높다고 보고하였고, 무릎을 구부려 알하는 환자나 45세 이상 또는 십자인대 재건술이 실패한 환자에 국한해 동종건 이식수술을 해야 한다는 주장들^{13,18)}도 있다. 이에 반해 Linn 등¹⁰⁾은 동종 아킬레스건을 이용한 전방 십자인대 재건술에서 85%의 성공율을 보고하였고, Indelli 등⁷⁾은 젊고 활동적인 환자에서 동결 동종 아킬레스건 이식술을 시행하여 3~5년 추시상 94%의 성공율을 보고하였다. 이는 자가 골-슬개건-골 이식술을 시행한 다른 보고들^{4,19)}과 비추어 차이가 없으며, 본 연구에서도 평균 32.4세의 젊은 환자들에서 이완 실패율이 1예(2.6%)로 매우 우수한 결과를 보였다. 그러나 전방 십자인대 재건술시 사용되는 자가 또는 동종건의 유용성을 판단하기 위해서는 정확한 술기가 전제되어야 하며, 본 연구의 추시 기간이 비교적 짧아 좀 더 장기적 추시가 요할 것으로 사료된다.

결 론

전방 십자인대 손상의 치료 시 신선 동결 동종 아킬레스건을 이용한 재건술을 시행하여 임상적으로 만족스러운 결과를 얻을 수 있었으며, 특히 자가 조직을 사용하는데 제약이 있는 경우에는 우수한 대체물로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Aglietti P, Buzzi R, D' Andria S and Zaccherotti G: Long term study of anterior cruciate ligament reconstruction for chronic instability using the central one-third patellar tendon and a lateral extraarticular tenodesis. *Am J Sports Med*, 20:38-45,1992.
- 2) Barber FA, McGuire DA and Johnson DH: Should allografts be used for routine anterior cruciate ligament reconstructions?. *Arthroscopy*, 19(4):421-425,2003.
- 3) Carborn DN and Selby JB: Allograft anterior tibialis tendon with bioabsorbable interference screw fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 18(1):102-105,2002.
- 4) Chang SKY, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM and Richardson AB: Anterior cruciate ligament reconstruction: Allograft versus Autograft. *Arthroscopy*, 19(5):453-462,2003.
- 5) Graham SM and Parker RD: Anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon graft. *Clin Orthop*, 402:64-75,2002.
- 6) Indelicato PA, Bittar ES, Prevot TJ, Woods GA, Branch TP and Huegel M: Clinical comparison of

- freeze-dried and fresh frozen patellar tendon allografts for anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Am J Sports Med*, 18:335-342,1990.
- 7) Indelli PF, Dillingham MF, Fanton GS and Schurman DJ: Anterior cruciate ligament reconstruction using cryopreserved allografts. *Clin Orthop*, 420:268-275,2004.
- 8) Jackson DW, Grood ES, Goldstein JD: A comparison of patellar tendon autograft and allograft used for anterior cruciate ligament reconstruction in the goat model. *Am J Sports Med*, 21:176-185,1993.
- 9) Lawhorn KW, Maj, USAF, MC and Howell SM: Scientific justification and technique for anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous and allogeneic soft-tissue grafts. *Orthop Clin N Am*, 34:19-30, 2003.
- 10) Linn RM, Fischer DA, Smith JP, Burstein DB and Quick DC: Achilles tendon allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 21(6):825-831,1993.
- 11) Mae T, Shino K, Maeda A, Tortsuka Y, Horibe S and Ochi T: Effect of gamma irradiation on remodeling process of tendon allograft. *Clin Orthop*, 414:305-314,2003.
- 12) Malinin TI, Levitt RL, Bashore C, Temple HT and Mnaymneh W: A study of retrieved allografts used to replace anterior cruciate ligaments. *Arthroscopy*, 18:163-170, 2002.
- 13) Miller SL and Gladstone JN: Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop Clin North Am*, 33(4):675-683,2002.
- 14) Noyes FR and Barber-Westin SD: Reconstruction of the anterior cruciate ligament with human allograft. *J Bone J Surg*, 78A:524-537,1996.
- 15) 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.
- 16) Shino K, Nakata K, Horibe S, Inoue M and Nakagawa S: Quantitative evaluation after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Allograft versus autograft. *Am J Sports Med*, 21:609-616,1993.
- 17) Siebold R, Buelow JU, Bos L and Ellermann A: Primary ACL reconstruction with fresh-frozen patellar versus Achilles tendon allograft. *Arch Orthop Trauma Surg*, 123(4):180-185,2003.
- 18) Stricklan SM, MacQuillivray JD and Warren RF: Anterior cruciate ligament reconstruction with allograft tendons. *Orthop Clin North Am*, 34(1):41-47,2003.
- 19) Victor J, Bellemans J, Witvrow E, Govaers K and Fabry G: Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction- prospective analysis of patellar tendon

autografts compared with allografts. *Int Orthop*, 21(2):93-97,1997.

rior cruciate ligament after transplantation. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi*,17(5):370-373,2003.

20) Zhang CC, Zhou JS and Pan GP: Ultrastructure of ante-

초 록

서론: 만성 전방 십자인대 손상 환자에서 신선 동결 동종 아킬레스건을 이용하여 관절경적 전방 십자인대 재건술을 시행 후 임상적 결과를 후향적으로 분석하였다.

방법: 1999년 1월부터 2001년 2월까지 만성 전방 십자인대 손상에 대하여 동종 아킬레스건을 이용하여 재건술을 시행 후 1년 이상 추시가 가능하였던 38예를 대상으로 하였다. 남자가 32예, 여자가 6예였으며, 평균 연령은 32.4세 (20~50세)였으며, 손상 원인은 교통 사고와 스포츠 손상이 대부분(89.5%)을 차지하였다. 손상 후 수술까지의 기간은 평균 4.2개월이었고 수술 후 추시 기간은 평균 19.2개월(12-36)이었다. 수술 후 평가는 관절 운동범위, Lachman 및 pivot-shift 검사, KT-1000 관절계를 통한 경골의 전방 전위정도를 측정하였으며, 슬관절 기능적 평가는 Lysholm 슬관절 점수와 modified Feagin score를 측정하였다.

결과: 모든 예에서 술 후 관절 운동범위의 제한은 없었으며, Lachman 및 pivot-shift 검사에서 37명 환자 (97.4%)가 정상 또는 grade 1의 안정성을 보였다. KT-1000 관절계를 이용한 경골의 전방전위는 20 lb 부하시 정상 측과 비교하여 평균 2.1 mm의 차이를 나타내었다. Lysholm 슬관절 점수는 술 전 평균 65점에서 술 후 90점으로 향상되었으며, Modified Feagin score에 의한 평가는 89.5%에서 만족스러운 결과를 보였다.

결론: 전방 십자인대 손상에서 신선 동결 동종 아킬레스건을 이용한 재건술을 시행하여 임상적으로 만족스러운 결과를 얻을 수 있었으며, 자가 조직에 대한 우수한 대체물로 사료된다.

색인 단어: 전방 십자인대, 재건술, 신선 동결, 동종 아킬레스건.