

동종 경골건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술 후 활액막 형성과 임상적 결과의 상관관계

울산대학교 의과대학 울산대학교병원 정형외과학교실

염윤석 · 조성도 · 어 진 · 이기재 · 최영진

Relationship between the Synovialization and the Clinical Results after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Tibialis Tendon Allograft

Yoon-Seok Youm, MD, Sung-Do Cho, MD, Jin Eo, MD, Ki-Jae Lee, MD, Young-Jin Choi, MD

Department of Orthopedic Surgery, Ulsan University Hospital, University of Ulsan College of Medicine, Ulsan, Korea

The purpose of this study was to evaluate the relationship between the second-look arthroscopic findings of synovialization and the clinical results after the arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction with the fresh-frozen tibialis tendon allograft. Fifty-seven patients could be examined with the second-look arthroscopy after the ACL reconstruction with tibialis tendon allograft. The average duration from reconstruction to second-look arthroscopy was 18.4 months (range, 4-48 months). The patients were classified, according to the extent of synovialization, into 3 groups; 37 cases (64.9%) in group A (good), 15 cases (26.3%) in group B (partial), and 5 cases (8.8%) in group C (poor). The clinical results were compared in each group. The 2000 International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective knee score was 80 or more in 31 cases (83.8%) in group A, 9 (60%) in group B, and 1 (20%) in group C respectively. All thirty seven cases (100%) in group A had negative or 1+firm end-point Lachman test and negative pivot shift test, however, only 2 cases (40%) in group C. KT-1000 arthrometer measurement was less than 5 mm in 37 (100%) in group A, 14 (93.3%) in group B, and 2 (40%) in group C. According to the 2000 IKDC knee examination form, 37 (100%) in group A, 14 (93.3%) in group B, and 2 (40%) in group C respectively were normal or nearly normal. The synovialization of the graft had positive correlation with the clinical results after the ACL reconstruction with fresh-frozen allograft.

Key Words: Anterior cruciate ligament reconstruction, Tibialis tendon allograft, Synovialization

Received: February 23, 2012 Revised: June 24, 2012

Accepted: July 5, 2012

Correspondence: Sung-Do Cho

Department of Orthopedic Surgery, Ulsan University Hospital,
University of Ulsan College of Medicine, 877

Bangeojinsunhwan-doro, Dong-gu, Ulsan 682-714, Korea

Tel: +82-52-250-7129, Fax: +82-52-235-2823

E-mail: sdcho@uuh.ulsan.kr

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

전방십자인대재건술 시 사용되는 이식건은 크게 자가 이식물과 동종 이식물이 있으며, 이 중 자가건을 이용하는 방법은 이식건 채취에 따른 공여부 이환율이 문제가 될 수 있는 반면¹⁻³⁾, 동종건을 사용할 경우 공여부 이환율이 문제되지 않으며, 수술 시간의 단축 및 이식건의 길이나 두께를 비교적 용이하게 조절할 수 있는 등의 장점을 갖는다²⁴⁵⁾. 또한, 동종건

을 사용한 전방십자인대 재건술 시 자가건에 못지 않은 좋은 결과가 보고되고 있는 것도 사실이다^{14,67)}. 동종 경골건은 슬관절에 비해 강도와 강성이 같거나 더 강하며 단면적이 슬개건이나 아킬레스건보다 더 넓어 골 터널을 채우는데 용이하다는 장점을 갖는다.

한편, 전방십자인대 재건술 후 이식건의 치유에 있어 활액막 형성이 중요한 역할을 하며, 이는 수술 후 이식건의 장기적 생존, 임상적 결과 및 고유수용감각의 회복에도 영향을 미치는 것으로 추측되고 있는 바, 이를 보다 명확히 규명하기 위해 2차 관절경 검사 소견에 대한 보고가 점차 많아지고 있다^{13,57)}.

이처럼 전방십자인대 재건술 후 2차 관절경 검사 소견에 대한 연구는 많이 보고되어 왔으나 신선 동결된 동종 경골건을 사용한 전방십자인대 재건술 후에 시행한 2차 관절경 검사 소견, 특히 활액막 형성 정도와 임상적 결과와의 상관관계에 대한 연구는 매우 드물다⁶⁻⁸⁾.

이에 저자들은 신선 동결된 동종 경골건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술 후 2차 관절경 소견과 임상적 결과와의 상관관계를 알아보고자 하였다.

연구 방법

1. 연구 대상

2005년 2월부터 2010년 5월까지 신선 동결된 동종 경골건을 이용하여 10시(10시30분) 혹은 2시(1시30분) 방향의 경골 대퇴 터널을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술을 시행한 환자 중 2차 관절경 검사가 가능하였던 57명(57예)을 대상으로 하였다. 동측에 골절이나 후방십자인대 또는 후외측 인대 손상이 동반된 경우, 동종 경골건 이외의 다른 이식물을 사용한 경우는 제외되었다. 평균 연령은 32.1세였으며 남자는 48명(84.2%) 여자는 9명(15.8%)이었고, 평균 18.4개월(범위, 4-48개월)에 2차 관절경 검사를 실시하였다. 재건술 시행 당시 동반손상으로는 내측 반월상 연골 손상이 14예(24.6%), 외측 반월상 연골손상이 8예(14%), 내측 및 외측 반월상 연골 동시 손상이 6예(10.5%)였다. 이 중 8예에서 봉합술, 14예에서 부분 절제술, 3예에서 아전절제술, 3예에서 봉합술과 부분절제술을 동시 시행하였다.

2. 수술 방법

전 예에서 신선 동결된 동종 경골건을 이식물로 사용하여 단일 다발(single bundle) 재건술을 시행하였으며, 이식물은

두 점으로 접은 후 통과 가능한 최소 크기(8-10 mm)를 터널 크기로 정하였다. 이식건의 터널 부위를 #2-ethibond 비흡수성 봉합사를 이용하여 whipstitch하여 고정력에 도움을 줄 수 있게 하였다.

이후, 전방십자인대 파열의 소견을 확인하고 경골 터널 aimer 각도를 40°-45°로 하였으며, 경골에서 유도 강선의 시작 점은 거위발건의 근위부, 내측 측부인대의 내측부로 하였고, 경골의 장축과 유도 강선의 각은 30°-40°로 하였다. 유도 강선을 따라 원래 만들고자 하는 터널 크기보다 1 mm 작은 확공기를 사용하여 경골 터널을 완성하였다.

다음으로, 경골 터널을 통해 over-the-top의 10시(10시30분) 혹은 2시(1시30분) 방향에 offset guide의 후각을 위치시키고 유도 강선(guide pin)을 삽입한 뒤, 준비된 이식물의 지름과 같은 크기의 확공기를 이용하여 경골 터널을 확공하고 계속 진행시켜 대퇴 터널(30 mm)을 완성하였다.

대퇴부의 고정에는 RIGIDfix (Mitek, Norwood, MA, USA) 흡수성 횡고정 핀을 사용하여 대퇴골 외상과 부위에서 대퇴터널로 관통시켜 고정하였다. 경골부의 고정은 screw와 spiked washer로 고정한 후 경골 터널의 지름과 같은 크기의 흡수성 간섭 나사로 이중고정하였다.

3. 수술 후 재활

수술 후 다음날부터 슬관절 운동을 점차적으로 허용하였고, 슬관절 보조기를 사용하여 슬관절을 신전 상태로 유지 하면서 조기 체중 부하를 허용하는 적극적인 가속 재활 프로그램을 시행하였으며 수술 후 6개월부터 9개월 사이에 스포츠 활동을 허용하였다.

4. 2차 관절경 검사

전방십자인대 재건술 근위 경골부 피질골 나사의 제거를 원하였던 57예의 환자에 대해 2차 관절경 검사를 시행하였으며, 활액막 형성 정도, 파열 및 충돌 여부 등을 관찰하였다. 이식건의 활액막 형성 정도는 3군으로 나누어 이식건 전체가 완전하게 활액막으로 덮여 있는 경우는 A군(good), 이식건의 일부가 활액막으로 덮여있지 않거나, 부분적으로 파열되어 있는 경우는 B군(partial), 활액막 형성이 미미하여 이식건의 가닥이 보이거나 파열이 있는 경우를 C군(poor)으로 분류하였다.

5. 임상적 평가

임상적 결과 평가를 위해 5가지 항목을 이용하였으며, 주관

적 검사로 2000 International Knee Documentation Committee (IKDC) 주관적 슬관절 점수를 이용하였고, 객관적 검사로 Lachman 검사, Pivot shift 검사, KT-1000 arthrometer 검사상 환측과 건측의 최대 전방 전위 차이 및 2000 IKDC 슬관절 검사를 이용하였다.

6. 통계학적 분석

통계학적 분석으로는 chi-square test 및 Mann-Whitney U

test를 이용하였고 통계적 유의 수준은 0.05 미만으로 하였다.

결 과

2차 관절경 검사상 활액막 형성 정도에 따른 A군(good)은 37예(64.9%), B군(partial)은 15예(26.3%), C군(poor)은 5예(8.8%)였으며(Figs. 1-3), C군의 5예 중 1예는 이식건의 실패 소견을 보였다(Fig. 4). 임상적 결과 중 주관적 검사인 IKDC

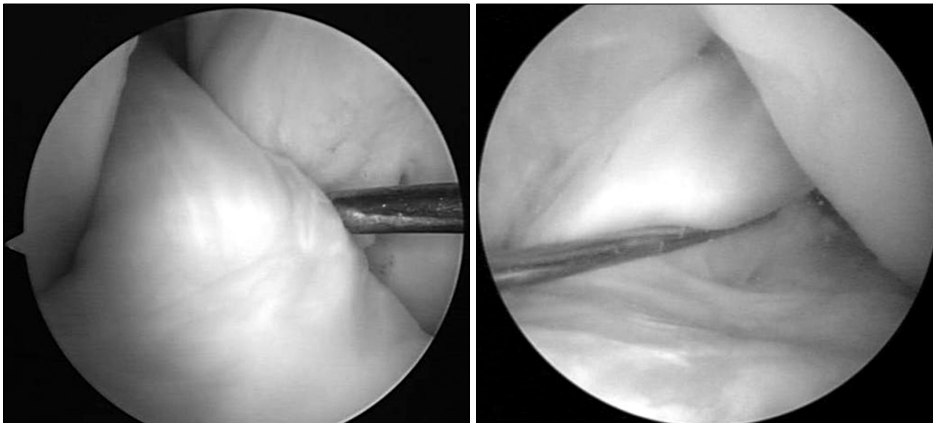


Fig. 1. Good synovialization of the anterior cruciate ligament graft was showed in 37 cases.

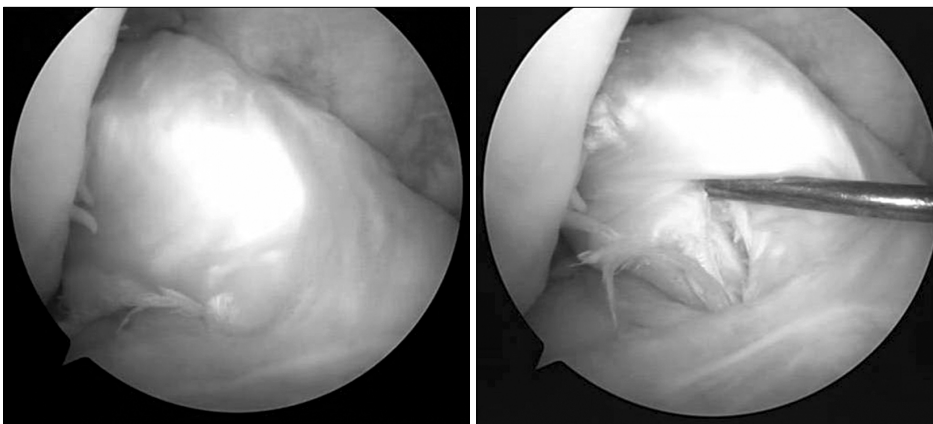


Fig. 2. Partial synovialization of the anterior cruciate ligament graft was showed in 15 cases.

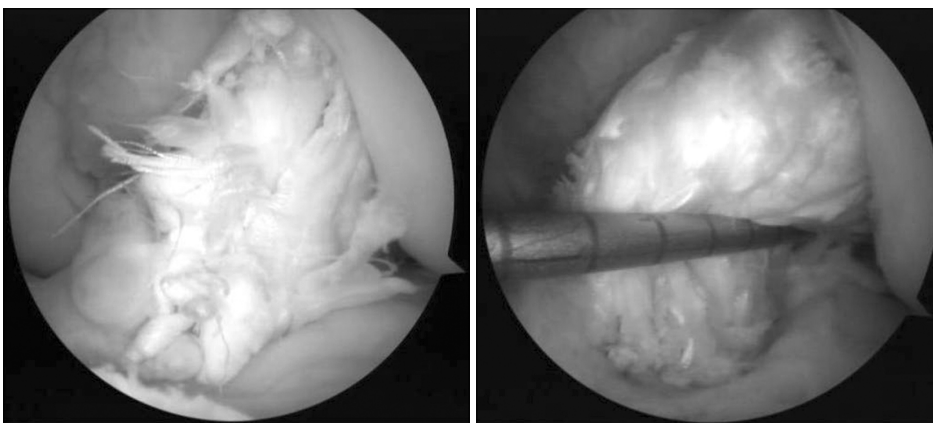


Fig. 3. Poor synovialization of the anterior cruciate ligament graft was showed in 5 cases.

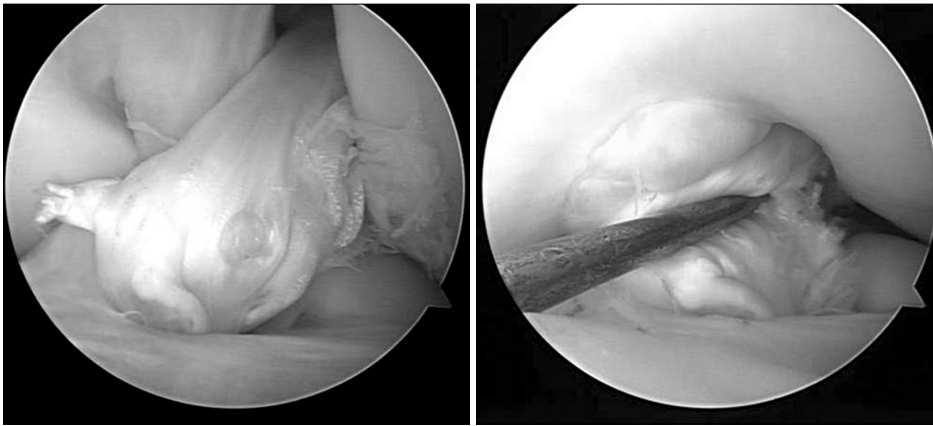


Fig. 4. Graft failure was showed in one case due to poor synovialization.

Table 1. Grade of graft synovialization in second look arthroscopy and clinical results

Group of synovialization	Group A (n=37)	Group B (n=15)	Group C (n=5)
IKDC score			
≥80	31 (83.3)	9 (60)	1 (20)
<80	6 (16.2)	6 (40)	4 (80)
Lachmann			
-	36 (97.3)	11 (73.3)	1 (20)
1+	1 (2.7)	4 (26.7)	1 (20)
2+	0 (0)	0 (0)	3 (60)
KT-1000 arthrometer			
0-2 mm	34 (91.9)	9 (60)	0 (0)
3-5 mm	3 (8.1)	5 (33.3)	2 (40)
≥6 mm	0 (0)	1 (6.7)	3 (60)
Pivot shift			
(-)	37 (100)	12 (80)	2 (40)
≥1+	0 (0)	3 (20)	3 (60)
IKDC exam			
Normal	34 (91.9)	9 (60)	0 (0)
Nearly normal	3 (8.1)	5 (33.3)	2 (40)
Abnormal	0 (0)	1 (6.7)	3 (60)

Values are presented as number (%).

IKDC: International Knee Documentation Committee.

주관적 슬관절 점수는 A군에서 31예(83.8%), B군에서 9예(60%), C군에서 1예(20%)가 80점 이상이였다. Lachman 검사상 A군에서 37예(100%), B군에서 15예(100%), C군에서 2예(40%)가 1+firm end-point 이하의 전방전위를 보였고 Pivot shift 검사에서 A군에서 37예(100%), B군에서 12예(80%), C군에서 2예(40%)가 음성인 결과를 보였다. KT-1000 arthrometer 검사상 환측과 건측의 최대 전방전위 차이는 A군에서 37예(100%), B군에서 14예(93.3%), C군에서 2예(40%)가 5 mm 이하의 차이를 보였고, B군에서 1예(6.6%), C군에서 3예(60%)가 6 mm 이상의 차이를 보였다. IKDC 슬관절 검사상 정상 또는 거의 정상이 A군에서 37예(100%), B군에서 14예(93.3%), C군에서

2예(40%)였다(Table 1).

통계적 유의성을 찾기 위해 B군과 C군을 합쳐 분석한 결과(B+C군), Lachman 검사, Pivot shift 검사 및 IKDC 슬관절 검사상 A군이 B+C군에 비해 유의하게 양호한 결과를 보였다(chi-square test; $p=0.002$, 0.001 , <0.001). 또한 IKDC 주관적 슬관절 점수는 A군에서 평균 82.6점, B+C군에서 평균 76.1점($p=0.003$)이었고, KT-1000 arthrometer 검사상 환측과 건측의 최대 전방전위 차이는 A군에서 평균 1.6 mm, B+C군에서 평균 3.1 mm($p=0.003$)로 두 군 간에 유의한 차이를 보였다.

고 찰

십자인대의 혈액 공급은 주로 인대를 둘러싸고 있는 활액막으로부터 이루어지는 것으로 알려져 있으며, 활액막의 혈관들은 전인대 혈관(preligamentous vessel)의 망상 구조를 형성하여 혈액을 공급한다고 한다^{9,10}. 또, 십자인대 고유수용감각 수용체가 존재하는 부위가 활액막에 존재한다고 보고 되고 있어 전방십자인대 재건술 후 활액막의 형성 정도가 이식건의 생존 뿐 아니라 슬관절의 기능수행에도 지대한 영향을 끼칠 것으로 생각된다¹¹. Laser Doppler로 전방십자인대 이식물의 혈류 변화를 측정된 결과, 수술 후 6개월 경에 가장 많아 정상 인대와 비슷한 혈류량을 보였다가 시간이 경과함에 따라 과혈관화가 감소하여 18개월경에는 안정기에 도달한다고 하였다^{12,13}. 본 연구에서는 전방십자인대 재건술 후 평균 18개월경 근위 경골 부 피질골 나사의 제거와 동시에 2차 관절경 검사를 시행하여 혈류량이 안정되는 시기에 이식건의 상태를 평가할 수 있었다.

자가 이식건이나 동종 아킬레스건, 동종 슬개건 등을 이용한 전방십자인대 재건술 후 2차 관절경 검사 소견에 대한 연구는 있어왔으나 2차 관절경 검사 소견과 임상적인 안정성과의 상관관계를 규명한 연구는 아직 충분하지 않다. Toritsuka

등¹⁴⁾은 자가 슬립건을 이용한 재건술 후 2차 관절경 소견상 11%에서 이식건의 이완 소견을 보였고, 34%에서 부분 파열을 보였다고 보고하였다. Otsubo 등¹⁵⁾은 자가 슬립건을 이용한 이중다발 전방십자인대 재건술 후 2차 관절경 소견상 11%에서 후외측 다발의 부분 또는 완전 손상을 보였고, 이식건 파열이 없는 환자에서도 대퇴터널 주위에서 이식건의 불량한 활액막 형성을 관찰할 수 있었으며, 특히 후외측 다발의 활액막 형성이 전내측 다발보다 더 불량하였다고 보고하였다. 저자들의 경우에도 B군(partial)의 경우, 특히 이식물 후외측 부위의 부분 파열을 관찰할 수 있었다. Choi 등⁴⁾과 Yoo와 Kim⁵⁾도 2차 관절경 소견상 약 13-25% 정도에서 불량한 활액막 형성을 보였음을 보고하였다.

Kondo와 Yasuda¹⁶⁾은 자가 슬립건을 이용한 이중다발 전방십자인대 재건술 후 2차 관절경 검사를 시행한 결과 활액막 형성의 정도와 슬관절의 안정성 간의 통계적으로 의미 있는 상관관계는 없었다고 하였다. Chung 등¹⁾은 동종 아킬레스건군과 자가 골-슬개건-골군에서 유사한 임상적 결과를 얻었으나 2차 관절경 검사 소견상 동종건에서만 중등도 이상의 분열 소견 2예(6%) 및 불량한 혈관 재형성 소견 3예(8%)가 관찰되었다고 하였다. Yoon 등⁶⁾은 동종 전 경골건과 자가 슬립건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술의 결과를 비교한 연구에서 이식건의 강도와 2차 관절경 검사상에서 이식건의 활액막 형성 정도에 따른 이식건의 성숙도를 임상적 결과와 비교 분석한 결과 이식건의 강도는 양군에서 비슷하게 유지되었으나 이식건의 활액막 형성 정도는 자가 슬립건군에서 더 우수한 결과를 보였는데, 이는 동종 이식건보다는 자가 이식건이 더 빠른 인대의 재형성 과정을 거치기 때문인 것으로 생각하였다.

이식건의 활액막 형성에 미치는 또 다른 요인으로 생각해 볼 수 있는 요소는 수상일로부터 재건술까지의 소요시간을 들 수 있다. Murray 등¹⁷⁾은 병리 소견상 전방십자인대 손상 후 20주까지는 혈관형성 및 세포 밀집도가 증가하지만 이후부터는 감소된다고 보고하였다. 본 연구에서도 수상일로부터 재건술까지 기간이 A군은 평균 10.4주(범위, 2-30주), B+C군은 평균 24.5주(4-68주)로 유의한 차이가 있었으며($p < 0.01$), 이를 통해 초기에 재건술을 시행하는 경우 활액막 형성이 우수하며, 수술 후 좋은 임상 결과를 기대할 수 있을 것이라고 유추해 볼 수 있었다. 하지만, 수상에서 재건까지 소요기간이 임상적 결과와 무관하다는 보고도 있기 때문에 이에 대한 연구는 추후 증례 수를 늘려 추가 연구를 시행해 봐야 할 것으로 생각된다¹⁸⁾. 활액막 형성에 영향을 줄 수 있는 또 다른 요인으로 수술 시 잔류조직의 보존 정도를 들 수 있다. 전방십

자인대의 혈액 공급은 대부분 대퇴 부착부 후방의 활액막에서 이뤄지기 때문에 잔류조직의 보존 정도 역시 수술 후 활액막 형성에 중요한 요인으로 생각된다¹⁹⁾. 따라서 재건술 시 과간절 혼부의 잔류조직의 손상이 가해지지 않도록 주의하는 것이 활액막 형성에 중요한 요소로 생각된다.

본 연구에서 신선 동결된 동종 경골건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 활액막 형성 정도에 비례하여 환자의 만족도뿐만 아니라 기능 수행에 있어 우수한 임상적 결과를 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 제한점으로 비록 한 명의 수술자에 의해 수술이 시행되었으나 이식건의 활액막 형성 정도를 파악하는데 정량적으로 측정하는 방법 없이 육안으로만 판단하여 주관적인 요소가 개입되었을 가능성이 있으며, 증례 수가 많지 않은 점, 임상적 결과를 슬관절내의 관절 연골이나 반월상 연골 등의 동반 손상과의 관계는 고려하지 않고, 활액막 형성 정도와의 상관 관계에만 주안점을 둔 점을 들 수 있고, 추시기간이 길지 못하다는 점 등을 들 수 있다. 하지만, 활액막 형성 정도에 비례한 임상 결과의 유의한 차이를 확인할 수 있다는데 의미를 둘 수 있으며, 추후에는 활액막 형성 정도를 정량화하는 방법에 대한 개발 및 동반 손상 정도를 고려한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Chung SW, Hahn SH, Yang BK, et al. Second-look arthroscopic findings after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between achilles allograft and bone-patellar tendon-bone autograft. J Korean Knee Soc 2003;15:102-10.
2. Noyes FR, Barber-Westin SD. Reconstruction of the anterior cruciate ligament with human allograft. Comparison of early and later results. J Bone Joint Surg Am 1996;78:524-37.
3. Jung YB, Yum JK. Arthroscopic second look findings of an anterior cruciate ligament bone-patellar tendon-bone autograft. Bull Hosp Jt Dis 1997;56:154-60.
4. Choi HR, Choi SW, Kwon SW, Park JS, Lee BI. Comparison of clinical results in anterior cruciate ligament reconstruction using bone-patellar tendon-bone autograft and using achilles tendon allograft. J Korean Orthop Assoc 2009;43: 618-24.
5. Yoo JD, Kim SI. Results of the reconstruction of anterior cruciate ligament with freshfrozen achilles allograft and of second-look arthroscopy. J Korean Arthroscopy Soc 2007;11: 111-6.
6. Yoon KH, Bae DK, So DH, Lee JH, Kim JW, Park SY. Clinical results after ACL reconstruction using tibialis anterior

- tendon allograft and hamstring tendon autograft. *J Korean Arthroscopy Soc* 2007;11:85-91.
7. Lee JH, Bae DK, Song SJ, Cho SM, Yoon KH. Comparison of clinical results and second-look arthroscopy findings after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using 3 different types of grafts. *Arthroscopy* 2010;26:41-9.
8. Lee JH, Bae DK, Song SJ, Kim JW, Park SY, Yoon KH. Clinical outcomes after arthroscopic ACL reconstruction using bone-patellar tendon-bone allografts, anterior tibialis tendon allografts, and hamstring tendon autografts. *J Korean Knee Soc* 2008;20:30-7.
9. Arnoczky SP, Rubin RM, Marshall JL. Microvasculature of the cruciate ligaments and its response to injury. An experimental study in dogs. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61:1221-9.
10. Arnoczky SP, Warren RF. Anatomy of the cruciate ligaments. In: Feagin JA, editor. *The cruciate ligaments*. New York: Churchill Livingstone; 1988. p. 179-81.
11. Lee BI, Min KD, Choi HS, et al. Immunohistochemical study of mechanoreceptors in the tibial remnant of the ruptured anterior cruciate ligament in human knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:1095-101.
12. Shino K, Inoue M, Horibe S, Nakata K, Maeda A, Ono K. Surface blood flow and histology of human anterior cruciate ligament allografts. *Arthroscopy* 1991;7:171-6.
13. Yamagishi T, Fujii K, Roppongi S, Hatsuumi H. Blood flow measurement in reconstructed anterior cruciate ligaments using laser Doppler flowmetry. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1998;6:160-4.
14. Toritsuka Y, Shino K, Horibe S, et al. Second-look arthroscopy of anterior cruciate ligament grafts with multistranded hamstring tendons. *Arthroscopy* 2004;20:287-93.
15. Otsubo H, Shino K, Nakamura N, Nakata K, Nakagawa S, Koyanagi M. Arthroscopic evaluation of ACL grafts reconstructed with the anatomical two-bundle technique using hamstring tendon autograft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:720-8.
16. Kondo E, Yasuda K. Second-look arthroscopic evaluations of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: relation with postoperative knee stability. *Arthroscopy* 2007;23:1198-209.
17. Murray MM, Martin SD, Martin TL, Spector M. Histological changes in the human anterior cruciate ligament after rupture. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82:1387-97.
18. Smith TO, Davies L, Hing CB. Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:304-11.
19. Arnoczky SP, Tarvin GB, Marshall JL. Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularization in the dog. *J Bone Joint Surg Am* 1982;64:217-24.