

동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

배기철 · 손승원 · 조철현 · 이경재 · 오건명

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using an Achilles Tendon Allograft

Ki Cheor Bae, M.D., Sung Won Sohn, M.D., Chul Hyun Cho, M.D.,
Kyung Jae Lee, M.D., Geon Myeong Oh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

The purpose of this study was to evaluate the clinical and radiologic result of arthroscopic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction using an Achilles tendon allograft. Fifty three patients out of 66 patients, who were performed arthroscopic ACL reconstruction between January 2004 and May 2006 at our institute, were followed up at least more than 1 year 6 months. Among them, sixteen patients underwent second look arthroscopy. The average Lysholm score was improved from preoperative 51.2 to postoperative 84.9. On Lachman test, 45 cases were converted to negative. On Pivot shift test, 46 cases were converted to negative. The anterior laxity test with Telos[®] on 30 lb was 10.3 mm in average at preoperative stage and was decreased to 2.9 mm in average at postoperative stage. In conclusion, ACL reconstruction using Achilles allograft can be one of effective grafts for the ACL reconstruction.

Key Words: Knee joint, Anterior cruciate ligament reconstruction, Achilles tendon allograft

서론

전방십자인대의 손상은 스포츠활동 시 흔하게 수상하는 부위로, 전방십자인대 손상으로 인한 슬관절의 불안정성으로 인해 이차적인 반월상 연골의 손상이나 관절의 조기 퇴행성 변화를 초래할 수 있으므로 이에 대한 재건술을 시행하는 것이 보편적이다¹⁻⁷⁾.

전방십자인대 재건술에 사용되는 재료에는 자가 조직이나 동종 조직이 많이 이용되고 있는데, 이중 자가이식 조직으로써 슬개건, 반건양건, 대퇴근막 및 대퇴 사두근 등이 이용되고 있으며, 동종 이식 조직으로써 골-슬개건-골, 전·후 경골

건 및 골-아킬레스건 등이 널리 사용되고 있다.

최근에는 수술 시간의 단축, 빠른 재활 및 환자 조직 자체의 보호 등의 장점으로 인해 동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술이 많이 시행되고 있으며, 여러 연구에서 좋은 결과를 보고하고 있다⁸⁻¹¹⁾.

이에 저자들은 전방십자인대 손상에 대해 동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행한 후 임상적 결과 및 방사선학적 결과, 그리고 2차 관절경 결과를 분석하였다.

대상 및 방법

2004년 1월부터 2006년 5월까지 본원에서 동종 아킬레스건을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행한 66례 중 최소한 1년 6개월 이상 추시가 가능하였던 53례를 대상으로 하였으며, 이중 16례를 대상으로 2차적 관절경 검사를 시행하였다. 연령 분포는 17세에서 66세로 평균 33세였으며, 남자가

책임저자: 조 철 현

700-712, 대구광역시 중구 동산동 194번지

계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과학교실

Tel: 053-250-8160, Fax: 053-250-7205

E-mail: oscho5362@dsmc.or.kr

47례, 여자가 6례였다.

평균 추시 기간은 최소 1년 6개월에서 최대 2년으로 평균 1년 9개월이었고, 16례에서 2차적 관절경 검사를 시행하였으며, 전방십자인대 재건술 후 2차적 관절경 검사까지의 기간은 12개월에서 16개월로 평균 12.9개월이었다.

수상 원인으로는 교통사고가 26례로 가장 많았으며, 스포츠 손상이 21례, 낙상과 실족으로 인한 손상이 각각 3례였다. 동반 손상으로는 내측 측부 인대 손상이 11례로 가장 많았으며, 기타 골절이 9례, 외측 측부 인대 손상이 8례였고, 내측 반월상 연골 손상과 외측 반월상 연골 손상이 각각 6례였다(Table 1).

수술은 1인의 시술자에 의하여 시행되었으며, 이식건은 전례에서 상품화된 신선동결 동종 아킬레스건(Achilles Tendon Bone, Regeneration Technology Inc., FL, USA)을 사용하였다. 이식건의 고정은 53례 모두에서 대퇴골 부위는 금속 간섭 나사로 고정하였고, 경골 부위는 생체 흡수성 간섭 나사와 금속 나사못, 그리고 Spiked Washer를 이용하여 고정하였다.

외래 추시가 재건술 후 최소 1년 6개월 이상 가능하였던 환자들을 대상으로 임상적 결과는 Lachman 검사¹²⁾, Pivot-shift 검사¹³⁾, Lysholm 슬관절 점수¹⁴⁾를 측정하였으며, 방사선학적 결과로는 수술 전과 수술 후 6개월에 입원하였을 당시 Telos[®] 기기(Fa Telos, Medizinisch-Technische GmbH, D-6103 Griesheim, Germany)를 이용하여 30 lb의 힘을 가하여 측정한 양측 슬관절의 전방전위 정도를 비교하였다.

그리고 International Knee Documentation Committee rating system¹⁵⁾에서 제시한 기준에 따라 Lachman 검사는 음성(0-2 mm), +1(3~5 mm), +2(6~10 mm), +3(>10 mm)으로, Pivot-shift 검사는 음성(normal), +1(glide), +2(clunk), +3(gross)로, Telos[®]

기기를 이용한 전방 전위 검사는 건측과의 차이를 <3 mm, 3~5 mm, >5 mm으로 나누어 조사하였고, Lachman 검사와 Pivot-shift 검사는 +1 이상을, Telos[®] 기기를 이용한 전방전위 검사는 건측과의 차이가 3 mm 이상인 경우를 비정상적으로 정의하였다. 또한 수술 후 최소 1년 이상 경과한 16례를 대상으로 2차적 관절경 검사를 통해 슬관절 굴곡과 신전 시 이식건을 검사하여 이용하여 당겨봄으로써 이식건의 이완도를 평가하였고, 이식건의 충돌현상 유무와 이식건 주위 활액막의 증식 정도, 이식건의 연속성 등을 평가하였다.

통계학적 분석은 SPSS 12.0 프로그램을 이용하여 chi-square test를 실시하였고, P value가 0.05 미만인 경우를 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 임상적 결과

Lysholm 슬관절 점수는 수술 전 최소 12점에서 최대 76점으로 평균 51.2점이었으며, 수술 후 최종 추시상 최소 55점에서 최대 95점으로 평균 84.9점으로 증가하였으며, 두 군간에 통계학적으로 의미있는 차이를 보였다($p<0.05$) (Table 2). Lachman 검사는 수술 전에는 음성을 보인 경우가 0, 22례에서 +1을, 26례에서 +2을, 5례에서 +3을 보였고, 수술 후 최종 추시 상 45례에서 음성으로 전환되었고, 8례에서 +1을 보였다(Table 3). Pivot-shift 검사는 술전에 음성을 보인 경우가 5례, 26례에서 +1을, 20례에서 +2을, 2례에서 +3을 보였고, 수술 후 최종 추시 상 46례에서 음성으로 전환되었으며, 7례에서 +1을 보였고, 두 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다($p<0.05$) (Table 4).

Table 1. Associated injuries

Affected structures	Incidence (%)
Isolated ACL *	13(25)
Combined ACL	40(75)
ACL + MM [†]	6(11)
ACL + LM [‡]	6(11)
ACL + MCL [§]	11(21)
ACL + LCL	8(15)
ACL + Other fractures	9(17)
Total	53(100)

* ACL= anterior cruciate ligament

† MM= medial meniscus

‡ LM= lateral meniscus

§ MCL = medial collateral ligament

|| LCL= latera collateral ligament

Table 2. Lysholm Knee Score

Result	Preop (%)	Follow up (%)
Excellent (85-100)	0(0)	34(64)
Good (70-84)	2(4)	17(32)
Fair (55-69)	17(32)	2(4)
Poor (0-54)	34(64)	0(0)
Average	51.2	84.9

Table 3. Lachman Test

Grade	Preop (%)	Follow up (%)
Negative	0(0)	45(85)
+	22(42)	8(15)
++	26(49)	0(0)
+++	5(9)	0(0)

2. 방사선학적 결과

슬관절의 전방 불안정성을 측정하기 위해 수술 전 및 수술 후 6개월, 그리고 2차 관절경 검사를 위해 입원하였을 당시 Telos[®] 기기를 이용한 전방전위 방사선 사진을 이용하여

Table 4. Pivot-Shift Test

Grade	Preop (%)	Follow up (%)
Negative	5(9)	46(87)
+	26(49)	7(13)
++	20(38)	0(0)
+++	2(4)	0(0)

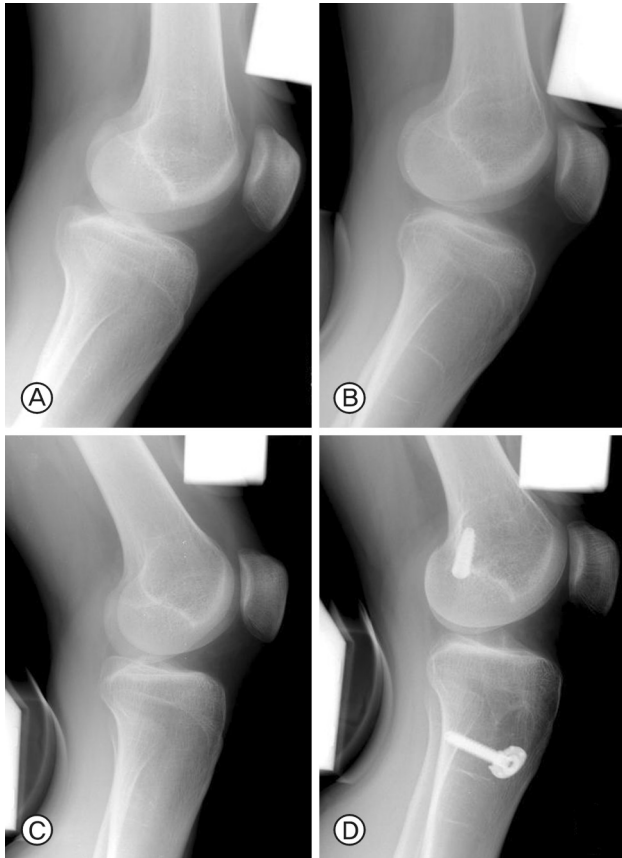


Fig. 1. (A, B) These are the radiographs stress test with Telos[®] of a twenty-one years old man with left knee instability at the preoperative stage. They showed 11 mm in side to side difference. (C, D) After postoperative 12 months, Follow-up radiographs showed establishment of anterior stability of the knee joint, by showing a decrease of 2 mm in side to side difference.

전방전위 정도를 건축과 비교하였다. 수술 전 정상 슬관절과의 차이가 3 mm 미만인 경우는 없었으며, 3~5 mm인 경우가 1례, 5 mm 초과인 경우가 52례였고, 환측의 전방전위 정도는 평균 10.3 mm였다. 반면, 수술 후 추시 검사상 정상 슬관절과의 차이가 3 mm 미만인 경우는 40례, 3~5 mm인 경우가 10례, 5 mm 초과인 경우가 3례였으며, 환측의 전방전위 정도는 평균 2.9 mm로 감소하여 전방 불안정성이 회복되었고, 두 군간에 통계학적으로 의미 있는 차이를 보였다($p < 0.05$) (Table 5).

또한 수술 직후와 최종 추시 시에 시행한 슬관절 전-후면 및 측면 방사선 사진을 비교한 결과 전례에서 슬관절의 퇴행성 변화 및 골흡수에 의한 골 터널의 확장 소견은 관찰되지 않았다.

3. 2차적 관절경 검사 결과

2차적 관절경 소견 상 16례 모두에서 이식건의 이완 현상이나, 이식건 자체가 과간 절흔에 충돌되는 현상은 없었으며, 또한 이식건 주위의 변화에서는 주위 조직과의 유착, 활액막의 형성 정도 및 이식된 건 조직의 재형성면에서도 양호한 결과를 보였다.

Table 5. Arthrometer Test with Telos[®] (30 lb, side to side difference, mm)

Side to Side difference	Preop (%)	Follow up (%)
<3 mm	0(0)	40(75)
3 to 5 mm	1(2)	10(19)
5 mm <	52(98)	3(6)
Average	10.3	2.9

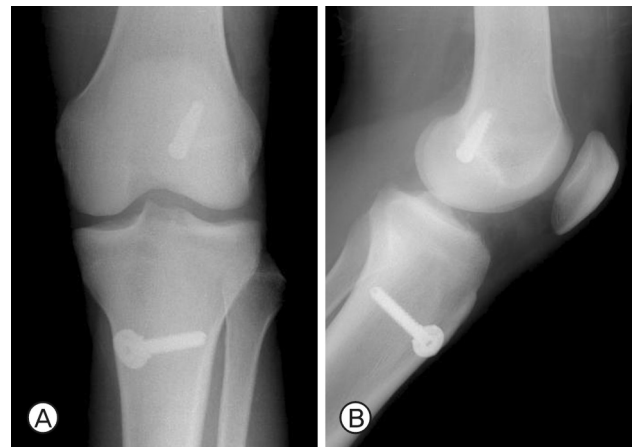


Fig. 2. (A, B) Anteroposterior and lateral radiographs of the left knee showed proper placement of the graft and screw.

고 찰

최근 스포츠 인구의 증가와 외상으로 인해 전방 십자 인대 손상의 빈도가 증가하고 있으며, 현재 관절경을 이용한 전방십자인대 재건술이 널리 시행되고 있다. 전방십자인대 재건술은 일차 봉합술이나 비수술적 치료 시 발생할 수 있는 슬관절의 기능 장애와 반월상 연골판 손상 및 관절 연골의 퇴행성 변화 등의 2차적 손상을 예방하고, 슬관절 기능의 회복을 위해 고려되는 수술 방법이다^{1,2,3,5,7,16,17}.

Fetto 등³은 급성 전방십자인대 손상 시 일차 복원술의 경우 많은 합병증으로 재건술에 비해 그 결과가 좋지 않다고 보고하였으며, Wasilewski 등¹⁸은 전방십자인대 손상 후 일차 복원술의 경우 그 예후가 불량하므로 일정 기간 고정 및 관찰 후 기능적인 전방 불안정성이 보이면 재건술을 시행하는 것이 적당하다고 하였다. 현재에는 전방십자인대의 생역학에 대한 지식이 향상됨에 따라서 전방십자인대 재건술을 위한 방법이 계속 개선되고 있으며, 이중에서도 이상적인 이식건의 선택이 재건술 후 좋은 결과를 얻기 위한 중요 사항으로 생각되고 있다. 재건술에 사용되는 이식건으로는 자가 이식건과 동종 이식건이 있으며, 자가 이식건으로는 슬개건, 슬靱건, 대퇴근막, 대퇴 사두근 등이 있으며, 동종 이식건으로는 골-슬개건-골 및 아킬레스건 등이 있다^{5,15,19,20}.

이중 골-슬개건-골 자가 이식건은 강도 면에서 우수하며, 슬개건에 부착된 골편의 골유합을 통해 견고한 고정을 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있어 전방 십자 인대 재건술에 가장 보편적으로 사용되고 있으나, 이식 후 슬관절 신전 제한과 슬개 대퇴 관절 주위의 합병증이 동종건에 비해 많다는 단점을 가지고 있다. 한편, 자가 슬靱건 이식은 골-슬개건-골 자가 이식과 비교하여 기증 조직에 적은 손상을 준다는 이점이 있어 최근 많이 사용하고 있지만, 이것 역시 이미 손상받은 슬관절에서 정상의 근, 건 구조물을 희생하여야 하므로 슬관절 기능 회복에 악영향을 미칠 수 있고, 이에 따른 재활 기간의 연장을 초래할 수 있으며, 이식 조직을 확보하기 위한 광범위한 피부 절개 및 수술 시간 연장 등의 불리한 점이 있다. 따라서 최근에는 동종 이식건을 이용한 전방 십자 인대 재건술에 많은 관심을 가지게 되었다.

1984년 Shino 등²¹이 동종 이식건을 이용한 전방십자인대 재건술에 대해 기술한 이래로 동종 이식건을 이용한 재건술에 많은 관심을 가지기 시작했고, 31명의 환자에 대해서 신전동결 동종 이식건을 사용하여 전방십자인대 재건술을 시행하여,

이중 30명의 환자에서 수상 전 스포츠활동 정도의 수준으로 복귀 가능하였음을 발표하였다. 또한 Noyes 등¹⁰은 동종건을 사용하여 89%에서 우수 이상의 결과를 보고하였는데, 그들은 자가 이식건과 비교하여 동종 이식건을 이용한 재건술의 경우 공여부 손상을 피할 수 있고, 조직 확보가 용이하며, 수술 시간의 단축과 이식건의 크기 선택이 가능할 뿐만 아니라, 강도 면에서 자가 이식건과 유사한 기능적 안정성을 가지고 있으며, 이미 형성된 터널 크기에 따라 이식건의 골편 크기를 조절할 수 있다는 점에서 유리하다고 하였다^{4,16,19,20,22}.

동종 이식건에는 동종 골-슬개건-골과 동종 아킬레스건이 흔하게 사용되고 있으며, 이중에서도 동종 아킬레스건이 동종 골-슬개건-골에 비해 단면적이 커서 강도 면에서 우수하고, 터널-이식건 길이 불일치성을 피할 수 있으며, 수술 후 슬관절 신전 제한의 감소 및 슬개 주위 합병증 발생이 적다는 장점이 있다^{6,8,10,11}. 이는 2003년 Siebold 등²³이 동종 골-슬개건-골과 동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술의 비교 연구에서 동종 아킬레스건이 재건술 후 인대 재파열과 이완 등의 발생률에서 동종 골-슬개골-골을 이용한 재건술보다 낮았음을 보고하였다. 또한 1993년 Linn 등⁹은 동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술에서 85%의 성공률을 보고하였으며, 이식 2~4년 후에 이식건 조직의 면역 반응은 관찰할 수 없었다고 보고하였고, Indelli 등²⁴은 젊고 활동적인 환자에서 동종 아킬레스건 이식술을 시행 후 3년 이상 추시한 결과 94%의 이식 성공률을 보고하였다. 본 연구에서도 임상적 결과에서 Lysholm 슬관절 점수가 수술 전 평균 51.2점에서 수술 후 평균 84.9점으로 호전되었고, 94%에서 우수 이상의 결과를 보여 정상 슬관절에 가까운 기능을 보였다. Lachman 검사 및 Pivot shift 검사 등 이학적 검사에서도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었으며, 기능적인 면에서도 정상 일상생활과 수상 전 스포츠활동 정도의 수준으로 복귀가 가능하였다. 그리고 방사선학적 결과에서도 Telos[®] 기기를 이용한 전방전위 방사선 사진상 전방 불안정성이 크게 회복된 것으로 조사되어 동종 아킬레스건을 이용한 재건술의 우수한 결과를 보여주었다.

반면, Stringham 등²⁵의 보고에 의하면 동종건을 사용한 경우 수술 후 외상성 파열이 증가한다고 보고하였으며, Victor 등²⁶은 동종건이 시간이 지남에 따라 그 안정성이 떨어진다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 추시 기간동안 임상적으로나 방사선학적 결과에서 이식 인대 파열과 이완 등의 소견은 관찰되지 않았으며, 최소 1년간의 추시 후 시행한 2차적 관절경 검사 소견에서도 모든 예에서 이식건의 이완 현상

과 이식건 자체가 과간 절흔에 충돌되는 현상은 없었으며, 주위 조직과의 유착 및 활액막의 형성 정도, 그리고 이식된 건 조직의 재형성면에서도 양호한 결과를 보였다. 또한 2차적 관절경 검사를 통해 이식된 건 조직이 주위 조직과 유착이 되었거나, 섬유성 조직의 형성 등을 보이는 경우 이를 제거해 줄 수 있어, 경골 부위 금속 나사못 제거를 원하는 환자에 대하여 금속 나사못 제거술 시에 2차적 관절경 검사를 동시에 시행하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

그리고 동종건 이식에서는 후천성 면역 결핍증과, C형 간염 등의 질병 전파 가능성과 이식 후 면역반응 여부 및 장기적 추시 결과의 문제점 등이 발생 할 수 있다²⁷⁾. 그러나 새로운 멸균법과 조직 처리법의 개발로 질병 전파의 가능성은 매우 낮은 것으로 보고되고 있으며²⁷⁾, 본 연구에서도 감염의 소견은 보이지 않았다.

자가 이식건의 예후에 대하여 2007년 Matthias 등²⁸⁾이 네 겹의 자가 반건양건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 최소 6년 추시한 결과를 발표하였는데, 방사선 검사 상 69%의 환자에서 슬관절의 퇴행성 변화 소견을 보였고, 이중에서 33%가 그 이후의 추시기간 동안에 퇴행성 변화가 악화되는 양상을 보였으며, 이와 같이 퇴행성 변화가 심하였던 환자는 Lysholm score 등 임상적 결과도 불량하였다고 보고하였다. 반면에, 골흡수에 의한 골 터널의 확장 소견은 대퇴부는 15%, 경골부는 40%에서 관찰되었으나, 이러한 소견을 보인 환자에서 슬관절의 안정성 및 임상적 결과가 불량하지는 않았다고 보고하였다. 또한 Peter 등²⁹⁾은 골 터널 확장의 원인이 명확하게 밝혀지지 않는다고, 이식 조직의 기질적 특성과 고정물의 특성, 그리고 Endobutton을 사용한 피질골 외부 고정과 간섭 나사를 사용한 관절근위 고정처럼 고정 방법의 차이가 골 터널 확장에 영향을 미친다고 하였다. 본 연구에서는 최종 추시 시 슬관절의 퇴행성 변화 및 골흡수에 의한 골 터널 확장 소견이 전례에서 관찰되지 않았으나, 이는 평균 추시 기간이 1년 9개월로 비교적 짧은 데에 기인하는 것으로 사료되며, 따라서 좀 더 장기적 추시가 필요할 것으로 사료된다.

최근에는 회전 안정도를 고려하여 이중 다발 술식을 이용한 전방십자인대 재건술이 많이 시행되고 있다. 2007년 Lie 등³⁰⁾은 사체 실험을 통하여 단 다발 술식을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행한 경우에 전후방 안정성은 크게 향상되었으나, 회전 안정성은 거의 회복되지 않았다고 보고하였다. 또한 2008년 Seibold 등³¹⁾은 이중 다발 술식을 시행한 환자 35례와 단 다발 술식을 시행한 환자 35례를 비교한 연구에서 전방 전위 정도는 두 군에서 비슷한 정도의 향상을 보였으나, 회

전 안정도를 검사하는 Pivot-shift 검사에서는 이중 다발 술식을 시행한 군에서 97%의 환자가 음성으로 전환되었고, 단 다발 술식을 시행한 군에서 71%의 환자만이 음성으로 전환되어 상이한 차이가 있음을 보고하였다. 본 연구에서는 동종 아킬레스건을 이용한 단 다발 전방십자인대 재건술을 시행하였으나, Lachman 검사와 함께 Pivot-shift 검사에서도 85% 이상의 환자에서 음성으로 전환되는 결과를 얻었다. 이와 같은 결과는 Pivot-shift 검사가 검사자의 주관적인 견해에 영향을 받을 수 있기 때문에 사료되며, 앞으로 더 많은 환자를 대상으로 한 연구를 통해 결과를 비교함이 필요할 것이다.

향후 보다 많은 예를 장기 추시 관찰함으로써 전방십자인대 재건술에 있어 동종 아킬레스건의 선택이 좋은 이식 대체물로 이용 가능함을 분석해야 하겠다.

결 론

동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술 후 최소 1년 6개월 이상 추시 관찰하여 임상적으로나 방사선학적으로 그리고 2차적 관절경 검사 소견 모두 양호한 결과를 보여, 동종 아킬레스건을 이용한 전방십자인대 재건술은 전방십자인대 재건술의 여러 좋은 방법 중 하나로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Feagin JR, Alton WC. The anterior cruciate ligament. Clin Orthop, 164:54-58, 1982.
2. Fetto JF, Marshall JL. The natural history and diagnosis of anterior cruciate insufficiency. Clin Orthop, 147:29-38, 1990.
3. Fetto JF, Marshall JL. Injury to the anterior cruciate ligament producing the pivot-shift sign. An experimental study on cadaver specimens. J Bone Joint Surg, 61A:710-714, 1979.
4. Gerber C, Matter P. Biomechanical analysis of the knee after rupture of the anterior cruciate ligament and its primary repair: An instant-centre analysis of function. J Bone Joint Surg, 65B:391-399, 1983.
5. Lee EW, Ahn BW, Seo KJ. Reconstruction of anterior cruciate ligament with iliotibial and transfer. J of Korean Orthop Assoc, 22:117-121, 1987.
6. McGuire DA, Wolchok JC, Hendricks SD. The use of allografts in ligamentous reconstruction of the knee. Alaska Med, 43(2):26-31, 2001.

7. McDaniel WJ Jr, Dameron TB JR. Untreated ruptures of the anterior cruciate ligament. A follow-up study. *J Bone Joint Surg*, 62-A:696-705, 1980.
8. Lim HC, Shon WY, Lee EJ, Jang WS. The fate of untreated ACL insufficient knee joint. *J of Korean Orthop Assoc*, 29: 38-354, 1994.
9. Linn RM, Fischer DA, Smith JP, Burstein DB, Quik DC. Achilles tendon allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 21(6):825-831, 1993.
10. Noyes FR, Barber-Westin SD, butler DL, Wilkins RM. The role of allografts in repair and reconstruction of knee joint ligaments and meniscus. *Instr Course Lect*, 47:379-396, 1998.
11. Vangsness CT, JR., Triffon MJ, Joyce MJ, Moore M. Soft tissue for allograft reconstruction of the human knee: A survey of the american association of tissue banks. *Am J Sports Med*, 24(2):230-234, 1996.
12. Torg JS, Contad W, Kalen V. Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med*, 4:84-93, 1976.
13. Galway RD, Beaupre A, MacIntosh DL. Pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg*, 54B:763-764, 1972.
14. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee tendon surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*, 10:150-154, 1982.
15. Hefti F, Muller W, Jakob RP. Evaluation of knee ligament injuries with the IKDC form. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1:226-234, 1993.
16. Clancy WG. Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin North Am*, 16:241-269, 1985.
17. Song EK. Anatomy and faction of the anterior cruciate ligament. *J of Korean Knee Society*, 1:19-21, 1989.
18. Wasileswski SA. Effect of surgical timing on recovery and associated injuries after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 21:338-342, 1995.
19. Grewe SR, Paulos LE. Prosthetic replacement of the anterior cruciate ligament with expanded polytetrafluoroethylene. *Inst Course Lect*, 40:213-217, 1991.
20. Paulos LE, Butler DL, Noyes FR, Gorood ES. Intra-articular cruciate reconstruction II: Replacement with vascularized patellar tendon. *Clin Orthop*, 172:78-84, 1983.
21. Shino K, Kawasaki T, Hirose H, Gotoh I, Inoue M, Ono K. Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogeneic tendon graft. *J Bone Joint Surg*, 66B:672-681, 1984.
22. Zarins B, Rowe CR. Combined anterior cruciate ligament reconstruction using semitendinosus tendon and iliotibial tract. *J Bone Joint Surg*, 68A:160-177, 1986.
23. Siebold R, Buelow JU, Bos L, Ellermann A. Primary ACL reconstruction with fresh-frozen patellar versus achilles tendon allograft. *Arch Orthop Trauma Surg*, 123:180-185, 2003.
24. Indelli PF, Dillingham MF, Fanton GS, Sehurman DJ. Anterior cruciate ligament reconstruction using cryopreserved allografts. *Clin Orthop*, 420:268-275, 2004.
25. Stringham DR, Pelmas CJ, Burks RT, Newman AP, Marcus RI. Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft or allograft. *Arthroscopy*, 12: 414-421, 1996.
26. Victor J, Bellemans J, Witvrouw F, Govaers K, Fabry G. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction: Prostpective analysis of patellar tendon autografts compared with allografts. *Int Orthop*, 21:93-97, 1997.
27. Barber FA, McGuire DA, Johnson DH. Should allografts be used for routine anterior cruciate ligament reconstruction?. *Arthroscopy*, 19(4):421-425, 2003.
28. Matthias B, Thorsten S, Holger S. Anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled semitendinosus tendon-minimum 6 year clinical and radiological follow-up. *The knee*, 14:321-327, 2007.
29. Peter F, Soren K. Tunnel widening after hamstring anterior cruciate ligament reconstruction is influenced by the type of graft fixation used: A prospected randomized study. *Arthroscopy*, 21(11):1337-1341, 2005.
30. Lie DT, Bull AM, Amis AA. Persistence of the mini pivot shift after anatomically placed anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical Orthopaedics & Related Research*, 457: 203-209, 2007.
31. Siebold R, Dehler C, Ellert T. Prospective randomized comparison of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 24(2):137-145, 2008.