

## 신선 동결 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술 - 임상적 결과, 2차 관절경 및 조직학적 소견 -

원광대학교 의과대학 정형외과학교실, 해부학교실\*

전철홍· 하대호· 최민규\*· 유선수

### Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using Fresh Frozen Achilles Allograft - Clinical results, 2nd look Arthroscopic and Histologic findings -

Churl Hong Chun, M.D., Dae Ho Ha, M.D.,  
Min Kyu Choi\*, Ph.D., Son Soo You, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery and Anatomy\*, School of Medicine,  
Wonkwang University, Iksan, Korea

**ABSTRACT : Purpose :** We observed usability of allograft by evaluating the clinical results, second look arthroscopic and histologic findings at last follow up after anterior cruciate ligament(ACL) reconstruction using by fresh frozen Achilles allograft.

**Materials and Methods :** We analyzed in 58 patients(59 cases) by subjective and objective parameters, Telos stress arthrometer and Modified Feagin Scoring System. The average age and follow up period was 25 years(ranging from 18 to 49 years), and 15 months(ranging from 12 to 19 months). Among them we studied second look arthroscopic and histologic findings in 16 patients.

**Results :** The mean Lysholm Score was improved from 60 to 88.2 as well the anterior translation was improved from 7.1mm to 2.3mm at last follow up. The second look arthroscopic findings were close to normal in ligament thickness, tension and showed revascularization at the bony attachment site. Light microscope(LM) findings showed dense cellularity like a normal ligament. In electron microscope(EM) collagen fibrils showed parallel arrangement longitudinally and unimodal pattern diameter close to normal tissue in the transverse section .

**Conclusion :** We think that the fresh frozen Achilles allograft is a good substitution of autograft in cruciate ligament reconstruction.

**KEY WORDS :** ACL, Reconstruction, Fresh frozen achilles allograft

## 서 론

슬관절의 전방 십자 인대 재건술은 이론적으로는 슬관절

의 안정성 회복과 퇴행성 변화 방지에도 좋은 효과를 보인 것으로 보고되고 있으며<sup>20)</sup>, 현재의 주 관심은 생명력있는 인대를 재건하는 것이다. 전방 십자 인대 재건술에 흔히 사용되는 이식 구조물로서는 장경 인대, 골-슬개건-골, 반건 양근건, 박건, 대퇴근막, 아킬레스건, 합성 인대등이 있으며, 이미 Shino 등<sup>18)</sup>은 여러 다양한 대치 이식건의 이용이 유용하다고 한 바 있으며 제형성 및 성숙도에서 더 필요한 연구가 진행되어야 한다고 제시하였다.

본 연구 목적은 신선 동결된 아킬레스 동종건을 이용하여 관절경적 전방 십자 인대 재건술을 시행하고 술 후 1년에

\* Address reprint requests to  
Churl Hong Chun, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine,  
Wonkwang University  
344-2, Shinyong-dong, Iksan, Chunbuk, Korea  
Tel : 82-63-850-1254, Fax : 82-63-852-9329  
E-mail : cch@wonkwang.ac.kr

임상적 결과를 분석하고, 2차 관절경을 시행하여 이식건의 육안적 소견 및 형태학적 변화와 조직학적 성숙도를 관찰하고 대치건으로서의 유용성을 조사하고자 하였다.

### 연구 대상 및 방법

#### 1. 연구 대상

1998년 6월부터 1999년 4월까지의 전방 십자 인대 손상을 보인 환자에서 신전 동결 아킬레스 동종건을 이용하여 관절경하에 전방 십자 인대 재건술을 시행하고 1년이상 추시가 가능한 58명, 59예를 대상으로 하였다. 남자가 47명, 여자가 11명이었으며, 연령은 18세에서 49세, 평균 25세로 대부분 활동성이 많은 젊은 남자였다.

손상 부위는 우측 28명, 좌측이 29명이었고, 양측이 1명이었다. 수술 후 수술까지의 기간은 일반적으로 3주 이내를 급성, 3주 이후를 진구성으로 분류하였는데 6예에서 급성, 53예에서 진구성 손상이었고, 수술까지의 평균 기간은 11개월이었다.

손상 원인은 스포츠 손상이 30예로 가장 많았고, 낙상 및 실족이 11예, 교통사고가 18예이었으며, 스포츠 손상 중에는 축구에 의한 손상이 10예로 가장 많았다.

#### 2. 연구 방법

##### 1) 진단 평가 방법

진단은 환자의 주소, 이학적 소견, 방사선 촬영, 자기 공명 영상으로 하였으며 관절경 검사를 통해 확진하였다. 이학적 검사로는 슬관절 부위의 압통, 운동 제한 여부 및 과거력상 불안정과 대퇴 사두근의 위축등을 확인하였으며, 불안정성 여부는 전후방 전위 검사로 양측 슬관절을 비교하였다. 방사선 촬영은 Telos stress arthrometer를 이용하여 20lbs의 힘으로 90도 굴곡 상태에서 정확한 측면 슬관절 방사선 사진 촬영을 하고, 경골 고원부의 전후방을 잇는 선과 대퇴골과를 지나는 선이 서로 직각으로 교차하게 하고 정상측과의 차이를 비교하여 경골의 전방 전위 정도를 측정하였다.

##### 2) 수술 방법

신전 동결 아킬레스 동종건은 사용하기 전 따뜻한 생리식염수에 약 30분간 충분히 녹인 후, 관절경하에 25mm 길이의 종골골과 10mm 두께의 아킬레스 동종건을 경골측의 등장점의 직경 10mm 구멍(Tunnel)을 통해서 통과시킨 후, 대퇴골측의 등장점의 구멍을 통하여 이식건을 통과시켜 동종 인대의 등장점 및 긴장도를 유지하면서 대퇴골측은 간섭 나사못(Interference screw)을 이용하여 고정하고 굴곡 및 신전 운동을 약 15회이상 시행 후에 완전 신전하에 도수조작으로 충분히 장력을 유지하면서, 경골측은 Biodegradable 나사못과 Staple를 이용하여 고정하는 단일 터

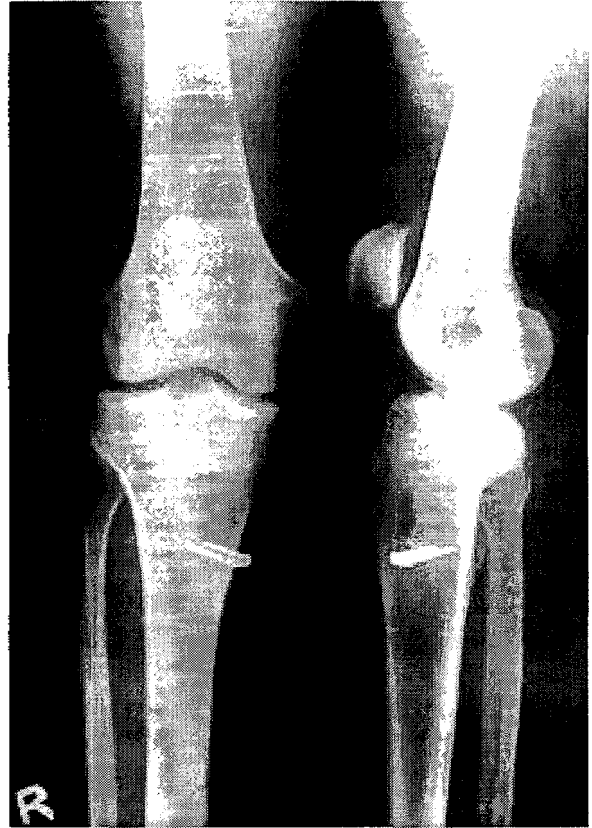


Fig. 1. Simple X-ray film showed fixation with interference screw at femoral site and biodegradable screw, staple at tibial site, after ACL reconstruction using Achilles allograft.

널 방식을 사용하였다(Fig. 1).

##### 3) 임상적 및 방사선적 결과 판정

술 전 및 추시 관찰상 불안정성, 운동 능력 회복정도, Lysholm Knee Score, 슬관절 운동 능력, 전방 전위 검사를 시행하였으며, Telos stress arthrometer를 이용하여 20lbs 부하상 전방 전위 여부를 정량적으로 측정하였고, 건체적인 기능 평가는 Modified Feagin Scoring System을 이용하였다.

##### 4) 조직학적 검사

신전 동결 아킬레스 동종건을 이용하여 전방 십자 인대 재건술을 시행한 환자중 우수한 결과를 보인 16명에서 술 후 12개월 후에 2차 관절경적 형태를 관찰하고, Millonig 방법을 이용하여 이식건의 중앙의 내측방 부위에서 조직을 채취하여 조직 검사를 병행하였으며, 조직검사는 검체를 10% 포르말린에 고정하고, 알코올로 탈수시킨 다음 파라핀에 포매한 후 절삭기로 5mm 두께로 잘라서 H&E(hematoxylin and eosin)염색을 하여 광학 현미경 하에서 200배 배율로 관찰하였다. 또한 채취한 조직은 0.1M 인

산 완충액으로 조정된 6.25% glutaraldehyde 용액에 1 시간 정도 전고정하고 동일한 완충액으로 조정된 1% osmium산에 4°C 얼음물속에 1시간 동안 후고정하였다. 후고정된 조직은 알콜 농도 상승순으로 탈수하고 Luft 방법<sup>14)</sup>에 따라 propylene oxide를 거쳐 epon과 propylene oxide를 동량 혼합액에서 4시간 동안 매대로 흔들면서 방치한 후 epon 혼합액을 포매하여 35°C, 45°C, 60°C 오븐 내에서 각각 24시간씩 유지시켜 중합을 완료하였다. 중합이 완료된 조직은 초박 절편기로 80nm 내외 두께의 초박 절편을 작성하고 uranyl acetate와 lead citrate로 이중 염색을 실시한 후, 전자 현미경으로 가속전압 75Kv에서 관찰하였다.

결 과

1. 주관적, 객관적 지표  
(Subjective and Objective evaluation)

술 후에 불안정성은 46예에서 나타나지 않았고, 7예에서는 심한 노동이나 격렬한 운동시 드물게 나타났으며, 5예에서는 심한 노동이나 격렬한 운동시 약간의 불안정성이, 1예에서만 일상 생활시 불안정성을 호소했다. Lysholm Knee Score는 술 전 평균 60점에서 추시 관찰상 평균 88.2점으로 향상되었다. Lachman 검사상 정상 측과 비교하여 술 전 grade I, II, III가 각각 8예, 26예, 25예 이었으나 추시 관찰 상은 grade 0, I, II, III가 각각 46예, 10예, 2예, 1예였다. Pivot shift상 정상측과 비교하여 술 전 trace 6예, present 42예, guarding 11예였으나, 술 후 추시 관찰상 zero 44예, trace 11예, present 3예, guarding 1예를 보였다. 슬관절 운동범위는 전예에서 정상 운동 범위를 회복하였으며, 굴곡 구축이 있었던 경우는 없었다.

2. 방사선적 검사 및 임상적 결과

Telos stress arthrometer를 이용한 20lbs 부하 전방 스트레스 방사선 사진상 술 전에 정상측과 비교하여 grade I이 6예, grade II가 27예, grade III는 26예이며, 추시 관찰상에서는 grade 0이 33예, grade I이 21예, grade II가 4예, grade III는 1예로 술 전에 비해 호전된 결과를 보였으며, 전방 전위 정도는 술 전 평균 7.1mm에서 추시 관찰상 평균 2.3mm로 호전되었다. Modified Feagin Scoring System에 의한 기능 평가에서는 우수 33예(56%), 양호 19예(32%), 보통 6예(10%), 불량 1예(2%)의 결과를 얻었다.

3. 2차 관절경에 의한 육안적 소견 및 조직학적 소견

술 후 12개월째에 혈관의 재형성은 정상 전방 십자 인대와 비슷한 침습도를 보이고 동종건의 중간부위는 비교적 혈관분포가 감소된 저혈관 양상을 보였으나 원형으로 거의 정상 인대와 비슷한 모양 및 두께를 지니고 스트레스상에서

긴장된 양상을 보이고 있었다(Fig. 2). 광학 현미경을 이용한 조직학적 소견은 방추형의 섬유 모세포는 정상 전방 십자 인대와 비슷한 세포 밀집도를 보이고 콜라겐 섬유는 주름 형태의 규칙적 배열 양상을 보였다(Fig. 3). 전자 현미경 소견은 방추형의 핵을 보이는 섬유모세포는 다량의 골지소체와 내형질세망을 포함하며 세포질 또한 풍부하고 핵은 한쪽으로 치우쳐 있는 모습이었고, 콜라겐 섬유는 종적으로 더욱 견고해진 주름진 모양의 배열 양상을 보이고 횡적으로 단일 형태 및 정상 조직과 유사한 직경을 보이고 있어 정상 전방 십자 인대와 비슷한 규칙적인 양상을 보였다(Fig. 4).

고 찰

전방 십자 인대의 관절내 재건에는 자가 인대, 동종 인



Fig. 2. At 12 months after ACL reconstruction, arthroscopic findings were almost normal in tension covered with synovial membrane, and revascularization at the femoral bony attachment site(black arrow).



Fig. 3. LM findings showed hypercellularity and collagen fibers with crimp pattern(H-E, 200X).



**Fig. 4.** EM findings showed fibroblast(white arrow) with folded nucleus(N) and abundant cytoplasm. Collagen fibrils exhibited parallel arrangement longitudinally and distribution of the diameter were regular unimodal pattern in the transverse section(4,000×).

대, 합성 인대등의 다양한 종류의 이식건이 이용되었으며 역학적 강도는 이식 구조물중 골-슬개건-골이 정상 전방 십자 인대의 강도보다 더 강한 고정력을 갖는 구조물로 알려져 있어 가장 이상적인 대체건으로 이용되고 있다.<sup>2,5-9)</sup> 그러나, 자가 골-슬개건-골을 이용하는 경우 이에 따른 공여 부위의 지속적인 통증 및 슬개골 골절, 대퇴 사두근 약화, 관절 운동의 제한 등의 합병증 발생<sup>17)</sup>이 보고되고 있어 합병증을 줄이고 초기에 재활 치료를 시행하여 빠른 능동적 슬관절 운동을 가능하게 하고 장기간 보편이 유용한 동종 이식건의 사용이 증가하게 되었다.<sup>7,11,13,14,16)</sup> 또한 관절내에서 임상적으로 기능적인 상태를 보이는 경우 정상 전방 십자 인대와 비슷한 재혈관 형성 및 재생능력을 갖게된다고 하였으며, Alm 등<sup>12)</sup>은 동종 이식건을 이용한 전방 십자 인대 재건술을 시행함에 있어서 술 후 1년까지 임상적으로 긴장된 양상을 보이는 경우에 조직학적으로 정상 전방 십자 인대 조직과 유사한 결과를 보이며, 이완된 이식건은 일정한 방향을 상실하고 퇴행성 변화 및 부분 파열 또한 보일 수 있다고 하였다.

이미 Shino 등<sup>18)</sup>과 Masahiro 등<sup>19)</sup>은 다양한 이식건을 이용하여 시행한 육안적 2차 관절경적 소견에서 성숙된 양상의 조직학적 소견을 보여주었으며, Linn 등<sup>20)</sup>과 Levitt 등<sup>21)</sup>은 아킬레스 동종건을 이용하여 전방 십자 인대 재건술을 시행한 결과 면역학적 반응없이 임상적으로 만족스런 결과를 얻었다. 그러나, 아직 국내에서는 아킬레스건만을 단독으로 이용하여 집중적인 임상적, 조직학적 성숙도에 있어서 보고된 바가 없었으며, 따라서 본 연구에서 신선 동결 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술을 실시하고 임상적, 조직학적 소견들을 조사하여 보았다.

Alm 등<sup>22)</sup>은 동종 이식건의 치유는 대퇴골 및 경골과의

연결부에서 골내와 인대자체내 혈관들의 재문합 그리고, 골막과 인대주위의 혈관들의 재문합에 의하며, 이의 재혈관 형성은 유경 이식편 자체, 슬개하 지방조직, 전방 십자 인대 원위부 잔유물, 터널내 육아 조직의 붓모를 이용하여 골-인대간의 치유 과정이 이루어지면서 유합이 발생한다고 하였다.

Shino 등<sup>18)</sup>은 자가 이식건은 조직학적으로 술 후 8주째 재혈관 형성이 관찰된다고 보고하고 있으며, 12개월째에는 거의 정상 인대와 유사한 결과를 보인다고 하였으나 육안적으로는 약 4~5개월에 정상 인대와 비슷한 모습을 보인다고 하였다. 동종 인대 이식건의 경우는 조직학적으로 혈관 재형성이 6주째에 나타나고 육안적으로나 조직학적으로 정상 인대와 유사한 것은 약 12개월로 자가 이식건과 동등한 결과를 보인다고 하였다. Alm 등<sup>22)</sup>과 Arnoczky 등<sup>23)</sup>은 자가 이식건보다 동종 이식건이 보다 빠른 재혈관 형성이 나타난다고 보고하였으며, Hosrtman 등<sup>24)</sup>은 동종 대퇴근막을 이용한 전방 십자 인대 재건술에서 술 후 20개월에 정상 전방 십자 인대와 비슷한 조직학적 성숙된 소견을 보인다고 하였다. Arniel 등<sup>25)</sup>은 동종 이식건을 이용한 전방 십자 인대 재건술에서 이식건의 해부학적 위치와 주위조직 환경에 의해 인대화 되는 것을 보고하였다. 또한 동종 이식건을 이용한 조직학적 및 생역학적 연구에서 Clancy 등<sup>26)</sup>은 자가 이식건에서 보다 동종건에서 재혈관 형성이 일찍 시작된다고 보고하였다. 그리고 인장 검사에서도 긴장된 양상을 보이고 두께 성장 또한 전방 십자 인대와 유사한 결과를 보였다.

저자들은 신선 동결 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술을 시행후 임상적 결과에서 Pivot shift test와 Lachman test상에서 정상 또는 Grade I을 보이는 경우를 임상적으로 양호한 것으로 판단하고, 2차 관절경적 평가를 시행하였으며 광학 및 전자 현미경적 조직 검사를 시행하였다. 2차 관절경적 육안적 소견상 인대의 재혈관 형성이 경골 및 대퇴골과의 연결부에서 보이고 있었고, 광학 및 전자 현미경적 조직학적 소견에서 성숙된 소견을 보여줌으로써 임상적 결과와 부합되는 조직학적 결과를 얻었다. 불충분한 강도에 의하여 전방 십자 인대 결손을 대체할 이식건으로서 아킬레스건 사용이 제한되어 왔으나, 본 연구에서 임상적으로 신선 동결된 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술에 있어서 육안적 소견과 광학 현미경적으로 정상과 비슷한 성숙도를 갖는 결과를 보여줌으로써 기능상에 있어서 충분히 만족할만한 이식건으로 사료되어졌다.

## 결 론

신선 동결 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술은 추시 1년이상 시행한 결과 임상적인 결과 및 2차 관절경을 이용한 육안적 및 광학·전자현미경을 이용한 조직학적 측면에서 안정되고 성숙된 모습을 보였으며, 정상

전방 십자 인대와 비슷한 육안적, 조직학적 결과를 보였다. 이는 수적으로 제한되어 있는 자가건을 피하고, 정상 인체 조직인 자가 골-슬개관-골을 이용함으로써 발생할 수 있는 합병증을 예방하면서, 정상적인 해부학적 구조를 보존하기에 신선 동결 아킬레스 이식건의 사용은 충분한 대치건으로서 가치가 있을 것으로 사료된다. 그러나 조직학적 변화는 장기간의 추시 관찰이 되어져야 할 것이다.

REFERENCES

1) **Alm A** : Survival of part of patellar tendon transposed for reconstruction of anterior cruciate ligament. *Acta Chir Scand*, 139:443-447, 1973.

2) **Alm A, Liljedahl SO and Stromberg B** : Clinical and experimental experience in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Orthop Clin N Am*, 7:181-189, 1976.

3) **Amiel D, Kleiner JB, Roux RD, Harwood FL and Akeson WH** : The phenomenon of "Ligamentization"; Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon. *J Orthop Res*, 4:162-172, 1986.

4) **Arnoczky SP, Tarvin GB and Marshall JL** : Anterior cruciate ligament replacement using patellar tendon. An evaluation of graft revascularization in the dog. *J Bone Joint Surg Am*, 64(A):217-224, 1982.

5) **Butler DL, Noyes FR, Grood ES and Malek M** : Mechanical properties of transplants for the anterior cruciate ligament. *Orthop. Trans.* 3:180-181, 1979.

6) **Chun CH and Lee HS** : Histologic findings of anterior cruciate ligament reconstructed with bone-patellar tendon-bone allograft -prospective study-. *J of Korean Orthop Surgery*, 33:707-713, 1998.

7) **Chun CH, Lee BC, Kim YJ and Yang HD** : Reconstruction of anterior cruciate ligament with bone-patellar tendon-bone allograft. *J of Korean Arthroscopy Soc*, 3:102-108, 1999.

8) **Clancy WG Jr, Narechania RG, Rosenberg TD, Gmeiner JG, Wisnefske DD and Lange TA** : Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in rhesus monkeys. A histological microangiographic and biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am*, 63(A):1271-1284, 1981.

9) **Clancy WG Jr, Nelson DA, Reider B and Narechania RG** : Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament augmented by extraarticular tendon transfer. *J Bone Joint Surg*, 64(A):352-359, 1982.

10) **Hosrtman JK, Ahmadu-Suka F and Norrdin RW** : An-

terior cruciate ligament fascia lata allograft reconstruction: Progressive histologic changes toward maturity. *Arthroscopy*, 9(5):509-518, 1993.

11) **Kleipool AE., Zijl JA and Willems WJ** : Arthroscopic anterior 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*, 6: 224-230, 1998.

12) **Levitt RL, Malinin T, Posada A and Michalow A** : Reconstruction of anterior cruciate ligaments with bone-patellar tendon-bone and achilles tendon allografts. *Clin Orthop*, 303:67-78, 1994.

13) **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 Medicine*, 21(6):825-831, 1993.

14) **Luft JH** : Improvements in epoxy resin embedding method. *J Biophys Biochem Cytol*, 9:409-414, 1951.

15) **Masahiro K, Shuji A, Tetsuhiro I, Shinichi Y and Kazushi H** : Light and electron microscopic study of remodelling and maturation process in autogenous graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 9(4): 394-405, 1993.

16) **Noyes FR and Barber-Westin SD** : Reconstruction of the anterior cruciate ligament with human allograft. Comparison of early and later results. *J Bone Joint Surg Am*, 78(A): 524-537, 1996.

17) **Robert LL and Mario T** : Anterior cruciate ligament insufficiency: Principles of treatment. *J Am Acad Orthop Surg*, 2:26-35, 1994.

18) **Shino K, Inoue M, Horibe S, Nagano J and Ono K** : Maturation of allograft tendons transplanted into the knee. An arthroscopic and histological study. *J Bone Joint Surg*, 70(B):556-560, 1988.

19) **Shino K, Inoue M, Horibe S, Nakata K, Maeda A and Ono K** : Surface blood flow and histology of human anterior cruciate ligament allografts. *Arthroscopy*, 7(2):171-176, 1991.

20) **Shino K, Kawasaki T, Hirose H, Gotoh I, Inoue M and Ono K** : Replacement of the anterior cruciate ligament by an allogenic tendon graft. An experimental study in the dog. *J Bone Joint Surg*, 66(B):672-681, 1984.

21) **Stringham DR, Pelmas CJ, Burks RT, Newman AP and Marcus RL** : Comparison of anterior cruciate ligament reconstructions using patellar tendon autograft or allograft. *Arthroscopy*, 12(4):414-421, 1996.



목적 : 신선 동결 아킬레스 동종건을 이용한 전방 십자 인대 재건술 후 1년 추시상 임상적 결과와 2차 관절경 및 조직학적 소견을 조사하여 동종건의 유용성을 살펴보았다.

대상 및 방법 : 추시 가능한 58명 59예를 대상으로 주·객관적 지표 Telos stress arthrometer, Modified Feagin Scoring System을 이용 분석하였다. 평균 연령 및 추시 기간은 25세(18~49세), 15개월(12~19개월)이었다. 이중 16명을 대상으로 2차 관절경 소견을 확인하고 광학 현미경 및 전자 현미경을 이용하여 조직 검사를 하였다.

결과 : Lysholm Score는 술 전 60점에서 88.2점, 전방 전위는 술 전 7.1mm에서 술 후 2.3mm로 향상되었다. 2차 관절경적 육안적 소견은 정상 인대와 비슷한 두께와 긴장상태를 보였으며 골성 조직과의 연결부에서 혈관 재형성을 보이고 있었다. 조직학적 소견은 광학 현미경 소견상 정상 인대와 비슷한 세포 밀집도를 보였으며, 전자 현미경 소견상 콜라겐 섬유는 종적으로 평행한 배열을 보이고 횡단면상 정상 조직과 유사한 단일 형태의 직경을 보였다.

결론 : 신선 동결 동종 아킬레스건은 임상적 결과와 조직학적 소견들로 보아 자가건의 대치건으로서 사용이 충분할 것으로 사료된다.

색인단어 : 전방 십자 인대, 재건술, 신선 동결 아킬레스 동종건