

Arthroscopic ACL Reconstruction - Current Concepts -

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

이 병 일

전방십자인대 손상의 자연경과

환자의 선택

전방 십자인대 손상의 치료시 환자 선택에 있어서 고려해야 할 인자로 환자의 나이와 성별, 활동정도 및 직업, 불안정성의 정도, 동반손상의 유무, 그리고 수상시기 등이 있다^{19,27)}. 이중 환자의 나이, 성별, 직업 등은 그 자체가 절대적응증이 될 수 없고, 환자 개개인의 활동 정도가 더 중요한 인자로 작용한다⁹⁾. 전방 십자인대의 급성 단독 손상에 대한 치료는 많은 이견이 있다. 환자의 연령이 젊고 활발한 활동과 스포츠를 원하는 경우는 수술을 시행하나, 환자의 연령이 많고 활동량이 적으며 스포츠 활동을 제한할 수 있는 경우는 보존적 치료를 하는 것이 일반적인 경향이다. 만성 전방 십자인대 손상은 근본적으로 해부학적인 불안정성(anatomic instability)보다 기능적인 불안정성(functional instability)이 강조되고 있으며, 기능적인 불안정성이 있는 경우 수술의 적응증이 된다.

수술 시기

수술시기에 대하여 과거에는 가능한 조속한 시기에 수술을 시행하였으나, 근래 Shelbourne 등²⁷⁾에 의하면 수상 후 3주 이내에 일차 재건술을 한 경우, 17%에서 관절운동 제한이 나타났으나 수상 후 3주 이후에 일차 재건술을 시행한 경우 4%의 관절운동 제한이 있다는 결과를 발표하여 일차 재건술을 늦게 시행하는 것이 좋다고 하였다. 근래에

는 일반적으로 급성 일차 재건술을 시행하는 것보다 지연 일차 재건술을 선호하는 경향이 있는데, 부종이 소실되고 관절운동을 회복하는 재활요법을 시행한 후 일차 재건술을 시행하는 것이 좋다고 인정되고 있다.

일반적으로 단독 십자인대손상은 수상후 약 3~4주에 권장되고 있으며, 내측 측부인대 손상이 동반된 경우는 약 2주에 시행하는 것이 좋다는 의견과 내측 측부인대를 약 6주간 보존적 요법으로 가료후 전방 십자인대 수술을 시행하는 것이 좋다는 다른 의견이 있다.

수술 방법

일반적으로 급성 전방 십자인대 파열 후 수술방법은 일차 수복술, 보강술을 동반한 일차 수복술 및 일차 재건술이 있으며, 만성 전방 십자인대 파열은 이차 재건술이 있다. 급성 전방 십자인대 파열 후 수술방법에 따른 결과를 비교한 논문은 많으나 전향적으로 면밀한 비교를 한 논문은 적으며, Andersson 등⁹⁾과 Odensten 등²⁸⁾은 일차 수복술과 보강술을 동반한 일차 수복술, 그리고 보존적 요법을 비교한 결과 보강술을 동반한 일차 수복술의 결과가 일차 수복술의 결과보다 좋고 일차 수복술의 결과는 보존적 요법과 차이가 없다고 하였다.

Sandberg 등²⁴⁾은 일차 수복술의 결과는 수술을 안한 경우와 차이가 없다고 하였으며, Engbretsen 등¹⁴⁾은 일차 재건술의 결과가 보강술을 동반한 일차 수복술의 결과보다 좋으며, 보강술을 동반한 일차 수복술의 결과는 일차 수복술의 결과보다 좋다고 하였다. 이상의 결과로 보아 일차 수복술은 효과적인 방법으로 인정되지 못하고 있으나, 일차 수복술을 시행할 때에는 보강술을 동반하여야 하며, 일차 재건술이 가장 좋은 방법으로 인정되고 있다.

재건술의 방법에 대하여 슬관절내 재건술, 슬관절외 재건술, 혹은 두 가지 방법을 병합할 것인가에 대한 논란이 많으며, Zarins와 Rowe³⁰⁾는 관절내 재건술과 관절외 재건술의 장단점을 기술한 바 관절내 재건술의 장점으로 병소

* Address correspondence and reprint requests to
Byung-Il Lee, M.D.
Soonchunhyang University Hospital 657 Hannam-Dong,
Yongsan-Ku, Seoul, 140-743 Korea
Tel: 82-2-709-9254, Fax: 82-2-794-9414
E-mail: bilee@hosp.sch.ac.kr

자체를 대치하는 것을, 단점으로 무혈성인 공간을 통과한다는 점을 지적하였으며, 관절의 재건술의 장점으로는 혈관 분포가 좋은 부위에 위치하는 것과 rotational moment arm이 증가하는 것을, 단점으로 병소 자체를 대치하는 것이 아닌 점을 지적했다. 근래에는 관절역학상 우수한 슬관절내 재건술이 선호되고 있다.

전방 십자인대 파열과 내측 측부인대의 파열이 동반된 경우에서의 수술방법에 대하여 Shelbourne과 Porter²⁶⁾는 전방십자인대의 재건술을 시행한 후 내측 측부인대 파열에 대하여 수술군과 비수술군에 대한 내측이완에 대한 비교에서 별 차이가 없다고 보고한 후, 근래에는 내측 측부인대 파열에 대하여는 이완의 정도가 심하지 않고 후내측 인대까지 파열되지 않은 경우 보존적으로 치료하는 경향이 있다.

전방 십자인대의 부분 파열에 대하여는 파열의 정도가 50%이상이고 pivot shift검사 양성, Lachmann검사 양성이며, 많은 활동이 요구되는 환자에서는 수술의 적응증이 된다.

재건술의 기본 원칙

1) 이식건의 선택

자가 이식건(autogenous graft), 동종 이식건(allograft), 인공인대(synthetic ligament)등이 사용되었으나 이중 biocompatibility가 있는 자가 이식건이 가장 좋은 방법으로 인정되고 있다. 근래 동종이식에 대하여는 긍정적으로 평가되고 있으나, 기타 인공인대에 대하여는 회의적인 시각이 많은 실정이다. 근래에는 인공인대와 동종이식건의 장점을 이용하여 fabricated collagen bundle이나 mineralized bone matrix를 이용한 engineered graft가 연구되고 있으나, 임상적으로는 좀더 추시를 요하는 실정이다³³⁾.

이러한 자가 이식건, 동종 이식건, 인공인대 등을 선택하여 사용하고 평가하는 때는 정상 전방 십자인대의 신장강도(tensile strength)를 아는 것이 필수적이며 많은 학자들이 정상 전방 십자인대의 강도에 대하여 연구를 하였다. 그러나 사체를 이용하여야 하는 재료의 제한과 연령 및 개인차 등으로 발표자에 따라 많은 차이점이 있다. 1984년에 Noyes 등²¹⁾은 16세에서 26세까지의 6례의 젊은 사체에서 전방 십자인대의 신장강도를 측정된 결과 ultimate load가 1725±269 N, stiffness가 182±33 N/mm, 48세에서 86세까지의 20례의 노년기 사체에서는 734 N의 ultimate load, 129 N/mm의 stiffness를 발표하였는데, 이 연구 결과 일반적으로 전방 십자인대의 신장강도를 1730 N으로 인정하여 gold standard로 인정하고 있다. 그러나 그 후 Woo와 Adams²²⁾는 2500 N으로 보고하고 있으며, 이는 실험방법에 따른 차이로 생각된다.

① 자가 이식건

일반적으로 많이 사용되는 조직은 슬개건(patella tendon autograft), 슬릭건(ST/G autograft), 사두건(quadriceps autograft)이 많이 사용되고 있으며 특히 골-슬개건-골(bone-patellar tendon-bone)은 생체조직 중 가장 강하고, 골과 골고정이 가능하며, 수술도달이 쉽고, 경우에 따라 혈관부착이식이 가능한 장점이 있어 호평을 받고 있다. 그러나 정상 슬관절에 비해 load-deformation curve상 stiffness가 너무 많은 단점이 있고, 전방 슬관절통(anterior knee pain), 굴곡 구축(flexion contracture), 신전력 약화(extensor weakness)등의 후유증이 생길 수 있는 단점이 있다. 또한 신전근 기전의 부정정렬이 있거나 슬개건 폭이 좁고 작을 때, 대퇴-슬개관절의 골성 관절염 및 이상이 있을 때 그리고 성장이 끝나지 않은 환자에서는 사용의 제한이 있다.

반건양근전은 stiffness가 정상 전방 십자인대와 유사하

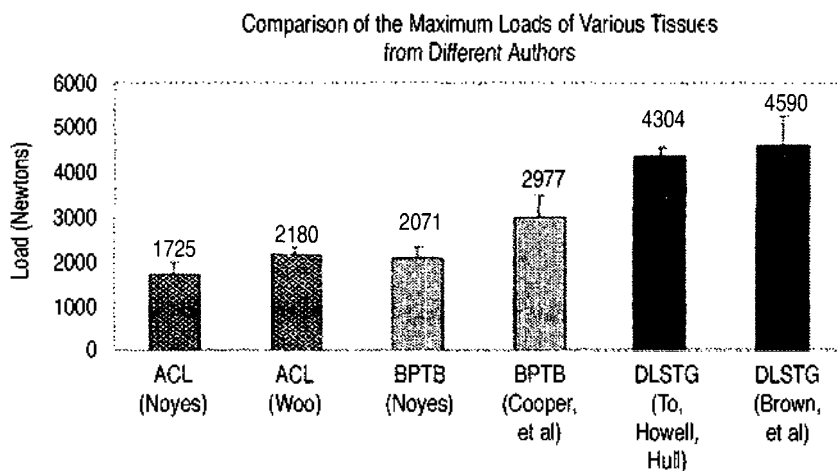


Fig. 1. The load to failure of the 4 bundle graft compared to the native ACL.

고, morbidity가 적은 장점이 있으나 ultimate load가 전방 십자인대에 비해 70%정도에 그치는 단점이 있다. 그러나 근래에는 반건양근건을 이중으로 접어 사용하거나 기타 박근건(gracilis tendon) 등과 동시에 4다발로 사용하면 생역학적으로 정상 전방 십자인대보다 높은 강도를 얻을 수 있는 것으로 인정되고 있다³⁰⁾(Fig. 1, 2).

일반적으로 슬개건은 morbidity의 단점이 있으며, 슬픽건은 이완의 단점이 있다고 볼 수 있으나, 사두건을 포함하여, 현재 사용되는 자가 이식건은 재건술의 이식건으로 큰 문제가 없는 것으로 평가되고 있으며, 수술수가에 좀더 비중을 두는 것이 좋을 것으로 사료된다. 참고로 2004년도에 ACL study group 10)에서 미국(50%)과 미주 이외의 지역(50%) 회원을 상대로 설문지에 의한 통계에 의하면 132명중 92명의 답신(72%)에서 슬개건이 70%, 슬픽건이 25%, 사두건이 2%로 아직까지는 슬개건의 사용빈도가 많은 것으로 나타나고 있으나, 1984년부터의 변화 추이를 보면 슬개건은 다소간 감소되고, 슬픽건은 증가되는 추세를 보이고 있다. 그러나, 2000년도에 제8차 Panther sports medicine symposium에 참가한 14명의 전방 십자인대 재건술에 경험이 많은 panelist에 의하면 8명(57%)이 자가 슬픽건, 5명(36%)이 자가 슬개건, 1명(7%)이 자가 사두건을 사용하고 3명(21%)만이 필요에 따라 동종 이식건을 사용하는 것으로 보아, 전방 십자인대 재건술에 전문적일 수록 슬픽건을 선호하는 경향이 있다는 추론이 가능하다고 생각된다⁷⁾.

② 동종 이식건

동종 이식건은 슬관절 주위의 구조물을 희생할 필요가 없어 수술 후 기능적 장애를 감소시킬 수 있고, 쉽게 이용할 수 있으며, deep-freezing하여 영구적으로 사용할 수 있는 장점이 있다. 동종 건이식이 성공하기 위해서는 이식건의 biocompatibility, 조직의 preservation, steriliza-

tion등을 고려해야 하며, 이식건에 대한 면역학적인 반응을 적게 하기 위하여 이식건을 freeze-drying 혹은 deep freeze등으로 처리하는데, 동물실험에서 전신적인 antibody는 발견할 수 없었으나, 활액내에 antidonor antibody가 발견되어 이에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다³¹⁾.

Shino 등²⁸⁾은 재혈관화(revascularization)과정이 술 후 6주면 완료되어 자가 건이식의 재혈관화보다 빨리 된다고 하였으며, Arnoczky 등⁷⁾은 재혈관화 기간이 자가이식건과 비슷하다고 하였으나 일반적으로 재혈관화와 숙주세포와 교원섬유(collagen fiber)로 대체되는 기간이 자가 이식건에 비하여 좀 더 오래 걸린다고 인정되고 있으며 질병의 이환 등의 문제가 있어 아직은 장기추사 후 평가가 요할 것으로 생각된다.

③ 인공인대

현재 임상적으로 연구되고 있는 인공인대는 자가 인대를 보강하는 stent로 이용되는 Kennedy ligament augmentation device (LAD), 섬유조직증식에 scaffold로 이용되는 dacron과 carbon, 영구적인 prosthesis로 이용되는 Gore-Tex polytetrafluoroethylene (PTFE) 등이 있다. 이들 인공인대들은 정상조직을 희생하지 않아도 되고, 충분한 길이와 강도를 가지며, 재활이 빠른 장점이 있으나, stiffness와 긴장집중(stress concentration), 마멸(abrasion), 긴장방어(stress shielding)등의 문제가 남아있다²⁸⁾. 근래에는 자가 인대를 보강하는 인공인대의 효과에 대하여는 논란이 되면서 사용되고 있으나, 기타 인공인대에 대하여는 회의적인 시각이 지배적이며 salvage procedure에만 제한적 사용이 권유되고 있다.

2) 이식건의 위치선정 (Graft placement)

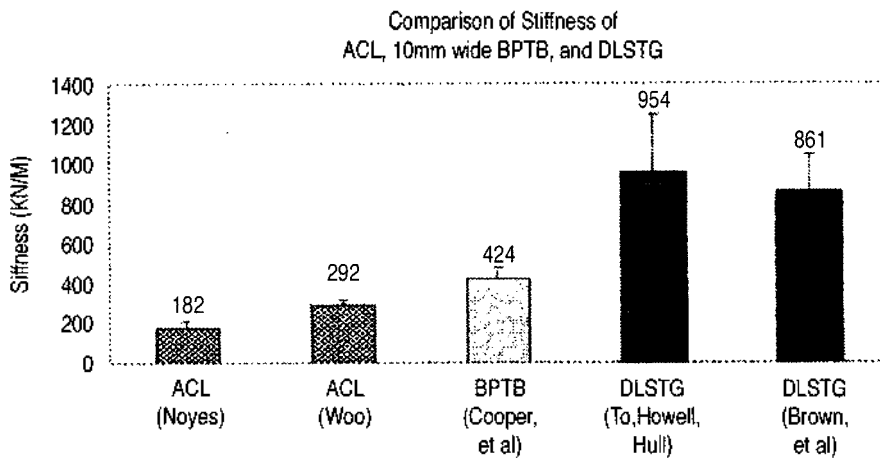


Fig. 2. Stiffness of the 4 bundle hamstring graft.

이식건의 위치선정은 일반적으로 해부학적 위치 (anatomic placement)와 등장위치(isometric placement)가 있다. 초기에는 정상해부학적 위치가 가장 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이라는 당연한 가정 하에 시도되었으나, 어떠한 수술방법도 해부학적 구조를 만들 수가 없어 결과적으로 기능적인 면에 중점을 두어 등장위치에 대한 연구 및 수술방법이 관심의 대상이 되었다. 그러나 실제적으로 슬관절 운동시 전방 십자인대의 길이가 일정하게 유지되는 등장점(isometric point)은 존재하지 않으며, 전방 십자인대의 어떠한 섬유(fiber)도 길이의 변화가 없는 섬유는 없으며 전방 십자인대의 전내측 섬유다발(anteromedial band)이 가장 등장상태를 유지하며 경골의 부착부위보다 대퇴골의 부착부위가 길이 변화에 예민하여 중요시 된다고 많은 연구에서 밝혀졌다.

1993년 ESSKA에서 시행한 1차 workshop³⁾에서 등장성(isometry)에 대하여 결론을 얻었으며 해부학적으로 전방 십자인대의 대퇴 부착부는 대퇴골의 후방 피질골의 연결선의 후방에 위치하며, 대퇴 부착부의 전방선의 근위부가 가장 등장점이 되고, 연결선의 전방에 이식건이 부착되면 슬관절 굴곡시 이식건의 길이가 증가되고 연결선의 후방에 부착되면 슬관절 굴곡시 길이가 감소된다는 의미있는 결론에 도달하였다(Fig. 3). 그러므로 이식건의 대퇴 부착부는

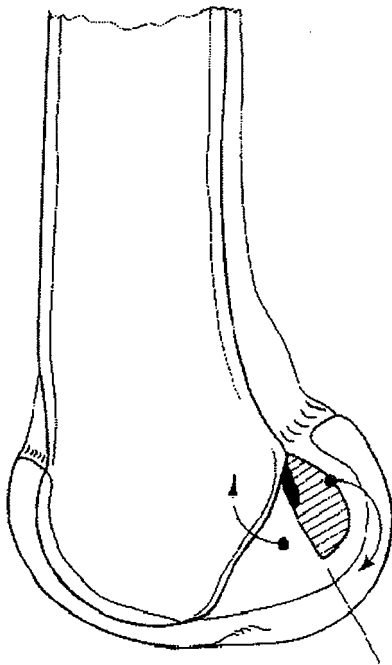


Fig. 3. The anterior cruciate ligament (ACL) attachment is posterior to the extended line of the posterior femoral cortex.

등장점을 포함하여 정상 전방 십자인대의 대퇴 부착부에 위치할 것을 주장하였다(Fig. 4). 경골 부착부는 등장성만을 생각하면 전내측 섬유다발이 부착하는 부위가 가장 좋은 위치이다. 대퇴과간 천장과의 충돌이 일어나므로 정상 전방 십자인대의 경골 부착부의 후방에 위치할 것을 권하였다(Fig. 5).

그러나 이러한 등장점을 이용하여 터널을 만들 경우 다른 결과가 나타나며, 이식건의 tension에 따라, 체중부하시, 근육이 긴장된 경우 또한 다른 결과를 나타내어 아직까지도 많은 논란이 되고 있는 실정이다. 임상적으로는 대퇴 부착부는 Over-the-Top을 이용하는 방법, 해부학적 부착부의 중앙점에 위치하는 방법, anteromedial band의 부착부(eccentric)에 위치하는 방법이 이용되고 있으며, 경골 부착부는 중앙점에서 5 mm전방 및 내측(eccentric)에 위치하는 방법, 해부학적 부착부의 중앙점, 중앙점에서 2~3 mm후방, 후방십자인대의 전면부에서 7 mm거리에 위치하는 방법 등이 이용되고 있다. 그러나 근래에는 대퇴 부착부는 대부분 대퇴부착부의 후방벽을 약 1~2 mm 보존하는 범위에서 가능한 후방으로 위치시키고, 경골 부착부는 이식건이 과간 천장에 충돌되는 것을 피하기 위해 해부학적 부착부의 후방에 위치시키는 것이 보편적인 경향이다.

2000년도 제 8차 Panther Sports medicine sym-

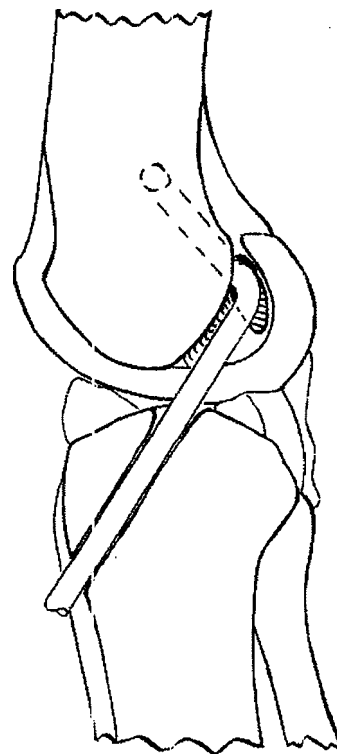


Fig. 4. The femoral attachment is within the proximal part of the anatomical ACL attachment, lying immediately posterodistal to the "most isometric" area.

posium의 panelist(14명)에 의하면 대퇴 부착부 위치선정에서 guide pin이 11시가 8명, 10시 30분이 4명으로, 대부분을 차지했으며, 1명은 9시, 1명은 12시로, 전문적인 술자도 차이가 있어 좀더 과학적인 연구가 필요할 것으로 생각된다¹⁷⁾. 그러나 지금까지 설명된 이식건의 위치는 전내측 다발과 유사한 부위를 재건하는 1-bundle 재건술로 실제 해부학적인 전방 십자인대의 2-bundle을 대처하지는 못한다고 할 수가 있겠다.

실제로 Aglietti의 연구¹⁸⁾에 의하면 25개의 잡지에서 최소 2년 이상 추사가 가능하였던 전방 십자인대 재건술(1-bundle) 논문 2646개의 결과를 종합하면 주관적인 만족을 못 얻은 경우가 10%, 3 mm 이상의 전방 전위(KT ssd)는 13%, 수상전의 운동 복구가 불가능한 경우가 28%, 특히, pivot-shift 양성이 15%로 다소간 만족치 못한 결과가 있으며, 그 원인을 해부학적인 2-bundle을 대처하지 못하는 것으로 결론을 지어 2-bundle 재건술의 타당성을 제시하였으며, 최근에 2-bundle 재건술에 관심이 집중되고 있는 실정이다.

해부학적으로 전내측 bundle은 굴곡시 긴장되고, 후외측 bundle은 이완되나, 신전시는 2-bundle이 모두 긴장되는 차이가 있으며¹⁹⁾, 기능적으로 전내측 bundle은 경골의 전방 전위에 중요하나 후외측 bundle은 회전을 조절하는 데, 중요한 역할^{20,21)}이 있는 것으로, 보고되고 있으므로, 2-bundle 재건술이 회전을 조절하는 데 좀 더 효과적일 것으로 이론적인 배경을 두고 있다^{16,29,33,34)}(Fig. 6).

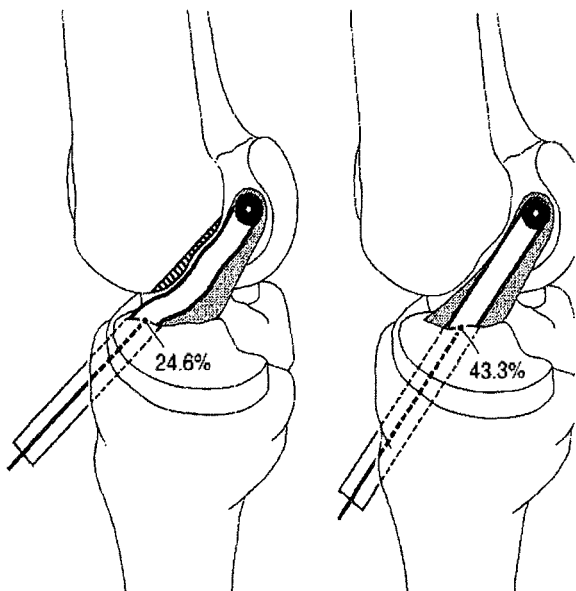


Fig. 5. Anterior tibial tunnel placement. Central K-wire in anterior part of normal ACL. Note graft impingement in the extended knee position when placed over isometric anterior limit of normal ACL.

그러나 기술상의 어려움, 골절의 위험성, 이식건의 충돌 위험성 재재건술시의 문제점 등을 우려하는 시각도 있으며, 이론상으로는 타당하나 실제적 결과에 대하여는 좀 더 추사가 필요한 것으로 생각된다.

이식건의 위치선정에 대하여 최근 Robot와 Navigation system (CAS)을 사용하여 실제 임상적으로 이용되고 연구되는 실정이며, 전방 십자인대 재건술에서 CAS의 장점은 골 터널의 정확한 위치선정이 가능하며, 과간 천정과의 충돌을 골 터널을 만들기 전에 미리 예방할 수 있고, 3차원적인 복원 하에 수술이 가능한 점 등을 들 수 있으며, 앞으로 많은 발전이 기대되는 분야이다⁸⁾.

3) 이식건의 긴장도 (Graft tensioning)

수술시 이식건의 긴장도에 대하여 긴장도가 낮으면 이완의 문제가 있고, 긴장도가 높으면 이식건의 재혈류가 지연되며 운동제한이 있어 적절한 긴장도에 대하여 많은 연구 및 논란의 대상이 되어 왔다. Burks와 Leland⁹⁾는 슬개건은 16 N(3.6 lb), 반건양근건은 38 N(8.5 lb), 장경대는 61 N(13.6 lb)의 긴장도를 유지하여야 한다고 하였으며, Danniell 등¹¹⁾은 슬개건은 22.5 N, 슬딕건(Hamstring)은 46 N의 긴장도가 필요하다고 하였다. 그러나 Yoshiya 등³⁵⁾은 수술시 긴장도와 수술 후 전후방 전위와는 무관하여, 오히려 긴장도가 증가할수록 vascularization이 감소하고 collagen fiber disorganization이 증가한다고 하였으며, 현재까지 정확한 정설이 없는 실정이다. 그러나 1996년 ESSKA에서 시행한 2차 workshop⁹⁾에 참석한 의사들의 평균을 계산한 결과 슬개건은 11도 굴곡하에서 47 N, 반건양근건은 11도 굴곡하에서 70 N으로 발표된 것으로 보아, 일반적으로 슬관절을 신전시킨 상태에서 20~80 N의 긴장도를 유지시키면서 고정하는 것이 일반적

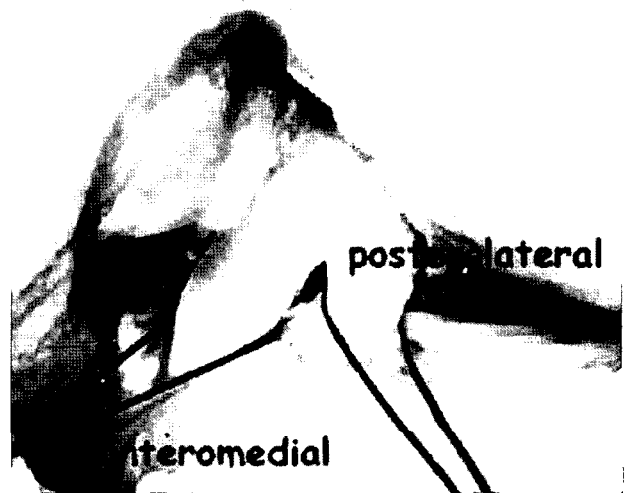


Fig. 6. Anatomy of 2 bundles.

인 경향이라고 발표하였다(Fig. 7).

근래 4다발의 슬괵전을 이용한 재건술에서 Yasuda는 80 N, Boylan은 69 N, Paolos는 67 N이 적당한 tension이라고 추천하여 과거보다는 다소간 높은 tension을 선호하는 경향이 있다³⁴⁾.

4) 이식건의 고정(Graft fixation)

이식건의 견고한 고정은 적극적인 조기 재활에 필수적이며, 일상생활이나 조기 재활에 적어도 450에서 500N의 강도가 이식전에 부하된다고 인정되고 있다²¹⁾.

이식건의 고정방법에는 간섭나사를 이용한 경우같이 직접적인 고정(direct fixation)과 endobutton같은 간접적인 고정(indirect fixation, suspended fixation) (Fig. 8) 방법이 있으며, 근래에는 직접적인 고정 중에서도 근위 고정(proximal fixation, anatomic fixation)이 가장 좋은 방법으로 인정되고 있다.

일반적으로 슬괵건의 고정이 슬개건 고정에 비하여 약하다는 통념이 있으나, 근래에는 슬괵건의 고정방법에 많은 발전이 이루어져, 슬개건 고정에 못지않거나, 좀더 강한 고정이 가능하며, 임상적으로 일상생활이나 조기 재활이 가능한 정도의 고정력은 얻을 수 있게 되었다.

5) 이식건의 재구성(Graft Remodeling)

운명(natural history)은 avascular necrosis,

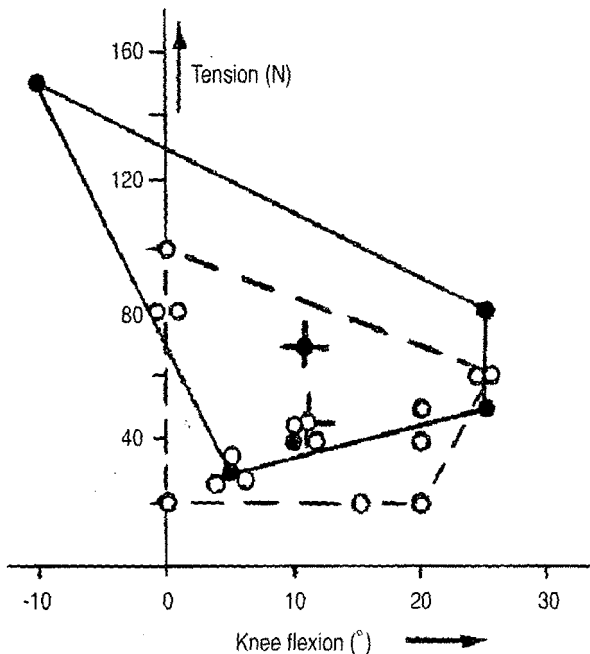


Fig. 7. Graft tensioning protocols used by surgeons at the workshop (○ patellar tendon grafts, ● hamstrings grafts).

revascularization, cellular proliferation, remodeling의 단계를 거치며 대략 1년이 소요된다고 한다. 재혈관화는 슬개건을 이용한 자가 이식의 경우 술후 6주에 vascular synovial sheath가 회복되며, 8대지 10주에 이식전 내의 intrinsic vessel이 발견되고 20주가 지나야 재혈관화가 완료된다고 하였다⁷⁾. 이러한 재혈관화는 infrapatellar fat pad의 연부조직, 절제한 인대의 근위 remnant, 대퇴골 부착부위의 endosteal vasculature, posterior synovial fold등에서 유래된다고 알려져 있다²⁾.

재혈관화 후 증식되는 세포의 유래에 대한 실험결과 자가 이식전 내에서 유래되는 것이 아니라, 이식전 이외의 부위(extrinsic)에서 유래된다는 것이 증명되어, 혈관부착 자가전 이식술은 불필요하다고 인정되고 있다. 자가 건이식과 동종 건이식은 재혈관화가 완료되기까지 avascular collagen scaffold만을 형성하고 있어 생역학적으로 상당히 약하여 이 기간 동안 보호가 필요하며 경우에 따라 internal splint역할을 하는 인공인대로 보강을 시행하기도 하나 초기에 안정성은 증가시키나 3개월만 지나면 별 차이가 없으며, Yoshiya 등³⁵⁾에 의하며 오히려 인공인대로 보강한 경우 혈관화가 떨어진다고 하여 좀더 장기 추시를 요할 것 같다. 근래에는 인대의 치유를 향상시키고, 이식건의 골유합을 촉진시키기 위하여 Growth Factor (IGF-1, TGFβ, VEGF, PDGF, bFGF)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 이식건의 재구성에 많은 발전이 있을 것으로 기대가 되고 있다.

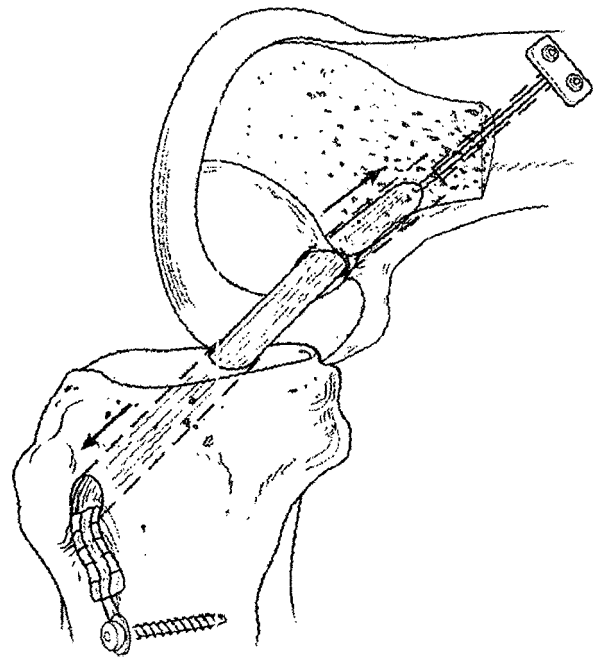


Fig. 8. Suspended fixation.

6) 재활 (Rehabilitation)

고정(immobility)의 관절에 대한 악영향은 일반적으로 인정되어 점차 조기 운동을 시키는 방향으로 변하고 있으나 언제부터 조기운동을 시켜야 되는지에 대하여는 동물 실험 등의 제한으로 과학적인 통계는 없는 형편이다. 그러나 조기 운동시 이식건의 가장 취약점인 고정부위의 강도에 따라 개개인에게 적절하게 결정되어야 할 것이다. 1990년에 Shelbourne과 Nitz²⁵⁾는 accelerated rehabilitation을 주장하여 슬관절의 완전신전, 조기 체중부하, closed chain exercise를 시행하는 것이 추후 슬관절 기능에 좋은 결과를 가져올 수 있다고 발표 하였으며, 근래에는 제한적인 관절운동에서 즉각적인 체중 부하하에 제한이 없는 관절운동으로 대체가 되고 있는 실정이다.

최근 2004년도 ACL study group의 설문지에 의한 통계¹⁰⁾에 의하면 99%에서 전방 십자인대 재건술후 즉시 완전 신전을 허용하며, 76%에서 관절운동 범위의 제한을 두지 않으며, closed kinetic chain exercise는 3주전 68%, 6주전 98%에 시작하여 비교적 빠른 재활을 하나 CPM은 42%에서 derotation 보조기는 24%만이 사용하는 것으로 되어 있다.

2003년도 397명의 AAOS회원에게 시행한 전방 십자인대 손상의 치료에 대한 설문지에서 약 60%에서 적어도 술 후 6주간은 보조기를 착용시켜 ACL study group과 다소간의 차이가 있으나 전 체중부하와 전 관절운동 허용은 술후 즉시가 가장 많으며, 술후 3주까지는 대부분이 허용하는 결과로 나타났다²⁰⁾.

결과 판정

일반적인 전방 십자인대 재건술의 성공률에 대하여 Friedman 등¹⁵⁾은 3년 이내의 원격추시 결과 75~85%의 성공률을 발표하였으나 Dickason 등¹²⁾, Odensten 등²³⁾은 일반적으로 수술후 2년에 80-90%의 성공률을 보이나, 수술후 5년에 40~50%로 떨어져 재건술의 결과를 평가하는데 적어도 5년 이상의 원격추시를 요한다고 하였다.

근래 대부분의 재건술 결과에서 85~95%의 성공률을 발표하고 있으나 대부분 전방 이완에 대한 제측을 근거로 한 것으로, 이식건의 강도에 대한 대부분의 동물실험 결과는 3년 추시결과, 정상 전방 십자인대의 10~50%에 머무는 보고로 보아 좀더 장기적이고 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1) **Aglietti P**: Double bundle reconstruction. presented at the Meeting ACL Study Group, Sardinia, Italy, May 30-June 3,

- 2004.
- 2) **Alm A and Stronberg B**: Vascular anatomy of the patella and cruciate ligament: a microangiographic and histologic investigation in the dog. *Acta Chir Scand*, 445:25-35, 1974.
- 3) **Amis AA, Beynon B, Blankevoort L et al.**: Proceedings of the ESSKA scientific workshop on reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2:124-132, 1994.
- 4) **Amis AA and Dawkins GP**: Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacement and injuries. *J Bone joint surg*, 73-B:260-267, 1991. .
- 5) **Amis AA and Jakob RP**: Anterior cruciate ligament graft positioning, tensioning and twisting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 6(1):2-12, 1998.
- 6) **Andersson C, Odensten M, Good L and Gillquist J**: Surgical or non-surgical treatment of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 71-A:965-974, 1980.
- 7) **Arnoczky SP, Warren R and Ashlock M**: Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft : an experimental study. *J Bone Joint Surg*, 68-A:376-385, 1986.
- 8) **Burkart A, Debski R, Rudy T et al**: A comparison of precision for ACL tunnel placement using traditional and robotic technique. *Compart Aided Surg*, 6:207-278, 2002.
- 9) **Burks RT and Leland R**: Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 4:260-266, 1988.
- 10) **Campbell J and Montana B**: Treatment trends with anterior cruciate ligament, posterior cruciate ligament, medial collateral ligament and cartilage problems. presented at the Meeting of ACL Study Group, Sardinia, Italy. May 30 - June 3, 2004.
- 11) **Daniel DM, Penner DA and Burks RT**: Anterior cruciate ligament isometry and tensioning. In: Friedman NJ and Ferkel RD, ed. *Prosthetic ligament reconstruction of the knee*. Vol. 1. Philadelphia: W.B. Saunders. 17-21, 1988.
- 12) **Dickason JM, Fox JM, Del Pizzo W, Friedman MJ, Snyder SJ and Blazina M**: Stabilization of the knee joint for anterior instability - A long term follow-up. Presented at the American Orthopaedic society for Sports Medicine (AOSM), Annual Meeting, Williamsburg, Va, July, 1983.
- 13) **Dunn MG, Tria AJ, Kato YP et al**: Anterior cruciate ligament reconstruction using a composite collagenous prosthesis. A biomechanical and histologic study in rabbits. *Am J sports Med*, 20:507-515, 1992.
- 14) **Engbretsen L, Bemum P, Fasting O, Molster A and Strand T**: A prospective, randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the ACL. *Am J Spors Med*, 18:585-590, 1990.

- 15) **Friedman MJ, Sherman OH, Fox JM, Pizzo WD, Snyder SJ and Ferkel RJ:** Autogenic anterior cruciate ligament (ACL) anterior reconstruction of the knee. *Clin Orthop*, 196:9-14, 1985.
- 16) **Hamada M, Shino K, Horibe S et al.:** Single- versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiple-stranded hamstring tendons with Endobutton femoral fixation. A prospective study. *Arthroscopy*, 17:801-807, 2001.
- 17) **Harner CD, Fu FH, Irrgang JJ and Vagrin TM:** Anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the new millennium, A global perspective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9(6):330-336, 2001.
- 18) **Jackson DW, Simon TM, Lowery W et al.:** Biologic remodeling after anterior cruciate ligament reconstruction using a collagen matrix derived from demineralized bone: an experimental study in the good model. *Am J Sports Med*, 24:405-414, 1996.
- 19) **Johnson RJ, Beynon BD, Nichols CE, Renstrom P:** Current concepts review: the treatment of injuries of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 74-A:140-151, 1992.
- 20) **Marx RG, Jones EC, Angel M et al.:** Beliefs and attitudes of members of the American Academy of Orthopaedic Surgeons regarding the treatment of anterior cruciate ligament injury. *Arthroscopy*, 19(7):762-770, 2003.
- 21) **Noyes FR, Butler DL, Grood ES et al.:** Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 66-A:344-352, 1984.
- 22) **Odensten M and Gillquist J:** Function and anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg*, 67-A:257-262, 1985.
- 23) **Odensten M, Lysholm J and Gillquist J:** Long term follow-up study of a distal iliotibial band transfer(DIT) for anterolateral knee instability. *Clin Orthop*, 176:129-135, 1983.
- 24) **Sandberg R and Balkfors B:** Partial rupture of the ACL. *Clin Orthop*, 220:176-178, 1987.
- 25) **Shelbourne KD and Nitz PA:** Accelerated rehabilitation after ACL reconstruction. *Am J Sports Med*, 18:292-299, 1990.
- 26) **Shelbourne KD and Porter DA:** ACL-MCL injury: non-operative management of the MCL tears with ACL reconstruction. *Am J Sports Med*, 20:283-286, 1992.
- 27) **Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A and DeCarlo M:** Arthrofibrosis in acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation. *Am J Sports Med*, 19(4):332-336, 1991.
- 28) **Shino K, Kawasaki T, Hirose H et al.:** 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.
- 29) **Takai S, Woo SL-Y, Livesay GA, Adams DJ and Fu FH:** Determination of the in situ loads on the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res*, 11:686-695, 1993.
- 30) **To JT, Howell SM and Hall ML:** Contributions of femoral fixation methods to the stiffness of anterior cruciate ligament replacements at implantation. *Arthroscopy*, 15(4):379-387, 1999.
- 31) **Vasseur PB, Rodrigo JJ, Stevensos S, Clark G and Sarkey N:** Replacement of the anterior cruciate ligament with a bone-ligament-bone anterior cruciate ligament allograft in dogs. *Clin Orthop*, 89:171-177, 1972.
- 32) **Woo SLY and Adams DJ:** The tensile properties of human ACL and ACL graft tissues. In: Dale D et al eds. *Knee ligaments: structure, function, injury and repair*. New York, Raven Press, 1990.
- 33) **Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debki RE, Fu FH and Woo SL-Y:** Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30:660-666, 2002.
- 34) **Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y and Kaneda K:** Effects of initial graft tension on clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction. Autogenous doubled hamstring tendons connected in series with polyester tapes. *Am J Sports Med*, 25:99-106, 1997.
- 35) **Yoshiya S, Andrish JT, Manley MT and Bauer TW:** Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction. An in vivo study in dogs. *Am J Sports Med*, 15:464-479, 1987.
- 36) **Zarins B and Rowe CR:** Combined ACL reconstruction using semitendinosus tendon and iliotibial tract. *J Bone Joint Surg*. 68-A:160-177, 1986.

총론

일반적으로 전방 십자인대 손상의 치료만큼 관심과 논쟁의 대상이 되는 분야도 드문 것으로 알려져 있다. 치료 방법으로는 과거에는 보존적 요법이나 일차 수복술, 관절외 재건술 등이 시행되었으나, 근래에는 관절경하에 재건술이 가장 보편화되고 선호되는 방법으로 발전되어 왔다. 현재까지 400개 이상의 전방십자인대 재건술의 방법이 문헌상 발표되고 있으나 아직까지도 이상적인 방법은 없는 것으로 알려져 있다. 재건술의 성공을 위하여 환자의 선택, 수술시기, 수술방법, 재건술의 기본원칙에 대한 이해 등이 중요한 요인으로 인정되며, 이에 대한 문헌고찰과 최근 경향 등에 대하여 논하고자 한다.