

전방 십자 인대 재건술: 골-슬개건-골 자가이식물

가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 정형외과

고 해 석

ACL Reconstruction: Bone-Patellar Tendon-Bone Autograft

Hae Seok Koh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, St. Vincent's Hospital, The Catholic University of Korea, Suwon, Korea

The incidence of anterior cruciate ligament tears is increasing as a result of the increasing participation of individuals of all ages in high-risk sports. Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous central third bone-patellar tendon-bone graft is the most commonly used method. With regard to BPTB graft as the gold standard in ACL reconstruction, there are no data that refute this claim to date. Author reviewed the biomechanical properties, donor site morbidity and selection of the bone-patellar tendon-bone graft and described the surgical technique of endoscopic ACL reconstruction using BPTB autograft

KEY WORDS: Knee, Anterior cruciate ligament, Reconstruction, Bone-patellar tendon-bone autograft, Arthroscopy

서 론

젊은 운동 선수에서 전방십자인대 손상은 “슬관절 종말의 시작(the beginning of the end for the knee)”이라고 알려져 있다²⁷⁾. 수술 시기(surgical technique)와 재활 치료(rehabilitation)의 발달로 과거 20년간 전방십자인대 재건술의 결과가 현저히 좋아져, 전방십자인대 재건술이 많이 시행되고 있다^{6,27)}. 전방십자인대는 여러 가지 기능이 있으며, 부착부에는 여러 신경 종말이 존재하며 응력 집중을 방지하기 위한 골 부착부의 독특한 이행 구조가 있다. 현재 시행되는 재건술은 이러한 전방십자인대의 해부학적 구조 및 기능을 아직까지 완벽하게 회복할 수 없으며, 수술 후 실패율도 10~25%에 이른다. Daniel 등²⁸⁾은 증상은 있으나 어느 정도 잘 적응하고 지낼 수 있는 사람들(Copers)이 약 62%이었다고 보고하였다. 따라서 적절한 수술 적응증, 이식물 선택과 정확한 술기의 습득이 중요하

다. 현재 가장 보편적으로 많이 사용되는 이식물은 골-슬개건-골(bone-patellar tendon-bone)과 슬릭건(hamstring tendon)이다. 아직까지 가장 많이 사용되고 있는 골-슬개건-골 이식물의 생체역학적 특징(biomechanical properties), 공여부 이환(donor site morbidity) 및 이식물 선택의 적응증(indication of graft selection)에 대한 문헌 고찰과 함께 자가 골-슬개건-골 이식을 이용한 내시경적 전방십자인대 재건술(endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction)의 수술 수기에 대하여 기술하고자 한다.

골-슬개건-골 이식물

1917년 Groves는 최초로 전방십자인대 재건술을 시행하였고, 1963년 Jones등은 슬개건 중앙 1/3을 이용하여 시행한 이후에 골-슬개건-골 이식물은 쉽게 얻을 수 있고, 충분히 강하고, 조기에 골-골 유합이 이루어 지고, 따라서 조기에 제한이 없는 재활 활동이 가능하고, 빠른 스포츠 활동의 복귀가 가능하다는 여러 가지 장점들을 가지고 있다. 자가 골-슬개건-골을 사용하여 좋은 결과를 얻어 대표적인 방법으로 알려져 있다. 그러나 전방 슬관절 동통(anterior knee pain), 슬개건염(patellar tendonitis), 슬개골 골절 및 슬개건 파열 등의 발생될 수 있어 슬릭건의 사용이 높고 있다.

* Address correspondence and reprint requests to
Hae-Seok Koh, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, St. Vincent's Hospital
93-6 Chi-dong, Paldal-gu, Suwon 442-723, Korea
Tel: 82-31-249-7114, Fax: 82-31-254-7186
E-mail: hskoh@unitel.co.kr

1. 생체역학적 특징

공여자의 연령, 이식물의 크기와 실험 방법이 다르기 때문에 전방십자인대 재건에 사용되는 이식물들의 생체역학적 특징을 서로 비교하기는 어렵다. 최고 인장 강도(ultimate tensile load) 면에서 정상 전방십자인대는 2160 N이며⁴¹⁾, 10 mm 폭의 골-슬개건-골 이식건은 2977 N⁷⁾으로 전방십자인대에 비해 약 1.4 배정도로 강하며, 1216 N⁷⁾인 하나의 반건양건보다는 골-슬개건-골이 전방십자인대 재건술 이식물로 양호하나, 이를 극복하기 위해 4점의 슬픽건은 최고 강도는 4108 N⁶⁾으로 전방십자인대에 비해 약 2배로 우수하다. 강성(stiffness)은 Noyes 등²⁶⁾은 골-슬개건-골은 816 N/mm로 전방십자인대가 182 N/mm에 비해 너무 강성을 크다고 보고한 이후 이 보고를 근거로 골-슬개건-골 이식물이 강성 면에서 문제가 있다고 자주 인용되고 있으나, Woo 등⁴²⁾은 전방십자인대의 강성이 242 N/mm로 이전의 보고보다 높다고 하였다. Cooper 등⁷⁾은 슬개건의 강성이 424 N/mm이라고 보고하였고, 그 후 여러 보고⁴³⁾에 따르면 슬개건의 강성이 슬픽건의 강성보다 낮아 강성은 큰 문제가 되지 않는다.

2. 공여부 이환

골-슬개건-골 이식물을 이용할 때 흔히 거론되는 단점으로는 공여부에 관련하여 전방 슬관절 동통, 슬개건염 등이 발생할 수 있으며 복제신경(Saphenous nerve)의 하슬개 분지(infrasaphenous branch)가 손상되어 이상 감각 및 감각 둔마가 발생되며 무릎 꿇기가 불편할 수 있다. 그러나 골-슬개건-골과 슬픽건을 이용한 재건술의 결과를 비교하여 전방 슬관절 동통의 발생이 통계적으로 유의하지 않았다는 보고도 많다^{1-4,9,10)}.

반대측 자가 슬개건을 동측에서 채취가 어렵거나 좀 더 조기에 재활을 쉽게 하기 위해 사용하기도 한다^{32,33)}. 이환된 슬관절에는 수술이 적어지고 조기에 충분한 활동과 스포츠 활동 복귀가 가능하게 되나, 역시 공여부에 관계된 문제

는 단기간에 걸쳐 나타날 수 있으나, 장기 추시 시 대개 전방 슬관절 동통의 문제가 없는 경우가 많다^{29,33)}.

일부 보고에 의하면 공여부에 골이식술을 시행하여 전방 슬관절 동통을 낮출 수 있다고 하였다³⁸⁾. 슬개골에서 골편 채취할 때 망치(mallet)의 사용은 피하여야 하고, 전방 조직(paratenon)의 손상을 최소로 하여 슬개건을 채취하고, 나중에 봉합하면 전방 슬관절 동통을 줄일 수 있다.

3. 자가 골-슬개건-골 이식물 선택의 적응증

전방십자인대 손상 환자에서 이식물의 선택에 대한 적응증은 아직까지 명확히 없고 술자의 이식물 채취 경험 및 선호도에 따라 결정된다. Larson과 Friedman¹⁸⁾이 이식물 선택에 있어서 고도의 이완이 있는 슬관절에서 좀 더 안정된 결과를 얻기 위해서 골-슬개건-골 이식물을 추천하였다(Table 1). West와 Harner³⁹⁾는 일반적으로 고클동 운동 선수들(high-performance athletes)에서는 골-슬개건-골 이식물, 저활동 일반인들(low-demand individuals)에서 슬픽건 이식물의 사용을 권유하였다.

골-슬개건-골을 이용한 내시경적 전방십자인대 재건술의 수술 시기

골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술의 단점으로 지적되는 전방 슬관절 동통, 대퇴 사두근의 약화, 슬개골 골절, 슬개건 파열, 슬개건염, 굴곡 구축 등 신전 기전에 부분적으로 손상을 주는 합병증을 제외하고 부적절한 수술 시기로 수술을 시행한 경우 불량한 결과가 초래되므로 정확한 수술 시기의 습득이 중요하다. 특히 이식물과 터널 길이 불일치(graft-tunnel mismatch)을 피하고 간섭나사(interference screw) 고정을 골편의 방향과 일치하여 삽입하는 방법이 매우 중요하다. 가장 선호되는 단일 피부 절개를 이용하여 경골과 대퇴골의 터널을 만드는 내시경적 전방십자인대 재건술을 중심으로 수술 시기를 기술하고자 한다.

Table 1. Friedman's guide in graft selection for ACL reconstruction

(1) Acute hamstring ACL reconstructions tend to have better results than chronic reconstructions.
(2) The ideal candidate for hamstring reconstruction appears to be a lightweight individual with an acute ACL tear and a history of patellofemoral pain, a small patellar tendon, and only a 1+ Lachman or 1+ pivot shift.
(3) Patients with increased patholaxity (3+ Lachman, 3+ pivot shift) appear to have a more stable knee with patellar tendon ACL reconstruction.
(4) Patients with chronic ACL-deficient knees with a history of patellofemoral pain and with decreased activity level in such sports as skiing and recreational tennis might be candidates for allografts.
(5) Chronic ACL deficient knees with 3+ Lachman, 3+ pivot shift and high activity level (football, soccer, basketball) should have autogenous patellar tendon ACL reconstructions.

1. 마취하 검사 및 관절경 검사

전신 혹은 척추 마취가 된 후에 슬관절 불안정성에 대한 검사를 시행하여 전방 불안정성의 정도를 측정하고, 동반한 다른 인대의 손상이 있는 지 여부를 세밀히 검사한다. 재진술을 시작하기 위해서 관절경을 관절 내 삽입하고 먼저 전방십자인대 파열을 확인한 후 다른 병변의 유무를 진단하고, 반월상 연골 파열 등 치료가 필요한 병변이 있으면 먼저 이에 대한 처치를 먼저 시행한다.

2. 대퇴 과간 절흔 성형술(Notchplasty)

과간 절흔 성형술을 반드시 시행하여야 하는지에 대하여 아직 논란이 많으나, 부적당한 과간 절흔 성형술도 슬관절을 신전할 때 이식물의 충돌을 일으킬 수 있으므로, 충돌을 방지하기 위해서는 지붕(roof)과 외측 벽(lateral wall)이 이식물과 2~3 mm 간격이 유지 되도록 하여야 한다. 대퇴 슬개 관절(patellofemoral joint)의 해부를 왜곡시키고, 과간 절흔 성형술을 시행하여도 다시 절흔이 좁아진다고 하여 최근에는 최소로 하는 경향이 있으나¹⁷⁾, 만성 손상 환자에서 과간 절흔이 좁아진 환자에서는 적절한 과간 절흔 성형술을 시행하여야 'over the top' 위치를 정확하게 확인할 수 있다. 술자가 초심자인 경우에 'resident ridge'를 'over the top'으로 잘못 알고 대퇴 터널을 너무 앞 쪽으로 만들 수 있기 때문에 경험이 적은 술자는 과간 절흔 성형술을 하는 것이 좋다.

과간 절흔 성형술은 전방을 너무 과도하게 하면 대퇴 슬개 관절 연골에 문제가 발생할 수 있고, 후방을 과도하게 하면 대퇴 터널의 위치가 잘못될 수 있어 주의하여 시행하여야 하며, 반드시 앞이 두껍고, 뒤가 좁은 쐐기 모양(wedge shape)으로 전체 외측 벽과 지붕에 과간 절흔 성형술을 시행하여야 한다.

3. 자가 골-슬개건-골 이식물 채취(Bone-patellar tendon-bone graft harvesting)

슬개골 하부 1/3 중앙에서 근위 경골 내측으로 약간 비스듬한 피부 절개(oblique skin incision)를 시행한다. 슬개건이 어느 정도 긴장되도록 약 70도 이상 굴곡시킨 상

태에서 건방 조직을 나중에 봉합이 가능하도록 손상이 되지 않게 노력하면서 세심하게 종으로 절개 박리한다. 노출된 슬개건의 폭을 측정하여 25 mm이하이면 다른 이식물을 선택하여야 한다. 후방에 있는 'fat pad'의 손상이 덜 가도록 하면서 슬개건을 한번에 전체 두께로 잘라 여러 번에 자를 때 발생하는 너덜거림과 슬개건 파열을 방지하며 폭이 10 mm가 되도록 중앙 슬개건을 절제한다. 슬개건에 부착된 슬개골에서 길이 약 25 mm, 폭 10 mm의 골편, 경골 결절에서 길이 약 30 mm, 폭 10 mm의 골편을 채취한다. 특히 슬개골 골편을 채취할 때 먼저 전기 소작기(electrocautery)로 연부 조직을 제거하고 채취할 경계를 표시하면 슬개골 골절을 막을 수 있다. 'microsagittal' 전기 톱을 이용하여 먼저 수직 방향으로 시작하여 약 60도로 기울여 톱질하여 골편이 사다리꼴(trapezoid) 모양이 되도록 하고, 슬개골로부터 떼어낼 때 절골도(osteotome)과 망치를 사용하면 슬개골 관절 연골의 손상이 발생할 수 있기 때문에 되도록 'Freer elevator'을 이용하여 조심스럽게 떼어내면 슬개골 관절 연골의 손상을 최소화할 수 있다. 두 개의 슬개골 골편과 경골 결절 골편을 떼어내기 전에 구멍을 뚫어 놓는 것이 나중에 완전 분리 후에 구멍을 만드는 것보다는 편리하다. 보통 슬개건의 길이가 정상 전방십자인대의 길이보다 10 mm 이상 길기 때문에 경골 결절에서 골편을 만들 때 경골 결절 상방으로 슬개건 후면의 경골에서 경골 결절과 연장하여 삼각형의 골 조각(nubbin)을 함께 채취하는 것도 이식물과 터널 길이 불일치를 방지할 수 있어 편리하다. 이상의 과정과 이식물 이동 과정에서 수술 중 여러 합병증(Table 2.)이 발생할 수 있기 때문에 신중하게 처치하여야 한다.

4. 채취 이식물 처치

채취한 이식물은 별도의 처치대(side table)에서 다루기 위해 이동하여야 하는 데 떨어뜨려 이식물이 오염되지 않도록 주의하여야 한다. 운반된 이식물은 터널을 통과할 수 있게 다듬어야 하고 실을 끼워 긴장 장치(tensioner)에 8내지 10 파운드의 긴장이 걸리도록 걸어두고 마르지 않도록 습한 거즈로 덮어 둔다. 이 때 골편과 슬개건의 길이를 측정하여, 슬개골 골편은 22 mm, 경골 결절 골편은 30 mm가 되도록 다듬는다. 터널 통과를 시작할 슬개골 골편

Table 2. Potential intraoperative complications during bone-patellar tendon-bone autograft harvest

(1) Patellar fracture
(2) Undersized tendon harvest
(3) Undersized bone plug harvest
(4) Donor site damage
(5) Loss of sterility

끝은 총알의 앞 부분처럼 만든다.

5. 경골 터널 처치

등장점에 이식건을 위치하기 위하여 제일 중요한 것은 대퇴 터널의 위치가 매우 중요하다. 내시경적 방법은 경골 터널의 위치와 방향이 대퇴 터널의 위치 결정에 중요하므로, 경골 터널의 정확한 위치와 방향이 매우 중요하다^{15,18,22,24}. 경골 터널의 관절내 위치 선정의 4가지 기준점(landmark)는 내측 경골 과간 융기의 내측과외측 경사면, 잔존하는 전방십자인대 경골 부착부의 중심에서 약간 후내측^{15,21}, 외측 반월상 연골의 내연의 연장선과 내측 경골 과간 융기 정점의 바로 외측이 만나는 점, 혹은 후방 십자 인대의 전방 7 mm 지점²⁴으로 이들 기준점을 종합하여 위치를 선정한다.

경골 터널 관절외 시작점은 거위발건(pes anserinus)의 상연보다 1 cm 상부와 경골 결절의 내연에서 1.5 cm 후방이 만나는 점^{19,24}, 혹은 경골 결절의 정점에서 3~4 cm 후내방, 즉 경골 결절과 경골 내측 후면의 중간점이다¹⁴. 최근 만성 손상 환자에서 좀더 비스듬한 대퇴 터널(oblique femoral tunnel)을 만드는 경향에 따르려면 나중의 기준점을 이용하여야 한다.

경골 터널 유도기(tibial tunnel guide)를 위에서 설명한 경골 터널 내외 기준점에 맞추고, 유도 강선을 삽입하고, 유도 강선을 따라 10 mm 직경의 천공기(reamer)로 터널을 만든다. 이 때 다소 작은 직경의 천공기로 터널을 만든 다음 확공기(dilator)로 직경을 넓힐 수도 있다. 경골 터널을 만들 때 사용하는 천공기는 전체 길이가 같은 직경의 천공기로 사용하여 천공기가 경골을 뚫으면서 관절내로 들어갈 때 별경거림을 방지하여 좀 더 일정한 직경의 경골 터널을 만들 수 있다. 경골 터널을 만든 다음에 경골 터널 관절내 입구에 전방십자인대 절단단(stump)에 붙어 남아 있는 작은 골 조각을 잘 제거하여야 수술 후 합병증인 'cyclops' 병변을 막을 수 있다. 특히 경골 터널 관절내 입구의 후방부위의 모서리를 잘 다듬어(posterior chamfering) 이식물이 여기 모서리에 마멸되는 것을 방지하여야 한다.

경골터널이 적어도 3 cm 이상 되게끔 뚫어야 되며, 이 때 터널 유도기는 경골 고평부와 약 50도~60도 각을 이루는 것이 좋다. 또한 경골 터널을 만들 때 채취된 이식물의 길이를 계산하여, 특히 슬개관 부분의 mm로 길이(N)를 측정하고 여기에 7를 더하는 'N+7 법칙(N+7 rule)'을 이용하여 이를 경골 터널 유도기의 각도로 조정하면 적절한 길이의 경골 터널을 만들어 이식물과 터널 길이의 불일치를 방지할 수 있다²⁰.

경골 터널이 너무 앞에 위치하면 완전 신전할 때 과간 절흔에 이식물이 감입되고 굴곡시 과도한 긴장이 생기고, 경골

터널이 너무 뒤에 위치하면 굴곡할 때 후방십자인대와 감입되고 신전시 과도한 긴장이 생기며, 굴곡시에 이완이 된다³¹.

6. 대퇴 터널의 위치

대퇴 터널은 이상적인 등장점, 즉 터널의 후방 대퇴 피질골의 약 1~2 mm 앞에 위치해야 한다. 그러나 전방십자인대 재건술에서 저지르기 쉬운 가장 흔한 잘못은 대퇴 터널을 너무 앞쪽에 위치 시키는 것이다⁶. 대퇴 터널이 너무 앞쪽에 위치하면 경골 터널이 등장 위치란 가정 하에 슬관절을 굴곡 시키면 대퇴골 부착부와 경골 부착부간의 거리가 증가해 이식물에 과도한 긴장이 주어져 슬관절 굴곡 제한이나 이식물의 신연을 초래하고 인대화에도 영향을 주어 교원 섬유외의 비평행 배열 및 균열을 일으킨다^{3,25}. 대퇴 터널이 너무 뒤쪽에 위치한 경우는, 슬관절 굴곡과 신전 운동시 약 10 mm 정도의 길이 차이가 나타나고, 슬관절 신전 시에는 이식물에 긴장력이 증가된다. 또 한 후방 피질골이 파괴된 경우는 골편을 나사못으로 고정할 수 없게 된다.

대퇴 터널의 방향은 전통적으로 우측 슬관절에서는 11시(좌측 슬관절; 1시)방향이 좋다고 했으나 최근에는 9시 30분 또는 10시(좌; 2시 또는 2시 30분)방향이 전방안정성과 동시에 회전 방향의 안정성에서 보다 효율적이라고 보고하고 있다^{31,36}. 급성 전방인대 손상에서는 전방십자인대의 전내 다발(anteromedial bundle)을 재건하려면 전통적인 방향이 좋고, 만성 손상에서 이차 전방 전위 제한 해부학적 구조물이 같이 늘어났다고 판단되면 후외 다발(posterolateral bundle)을 재건하려는 최근의 비스듬한 대퇴 터널을 사용하는 것이 좋다.

정확한 대퇴 터널을 만들기 위해서는 천공기의 중심이 되는 유도 강선의 시작점이 중요하다. 이 시작점을 결정하기 위해서 경골 통과 대퇴 터널 유도기를 이용하거나(transtibial femoral guide), 등장점 확인기(isometry), 기구를 사용하지 않고 육안으로 하는 방법 등이 있다. 사용하고자 하는 천공기의 직경을 고려하여 대퇴 터널 후방의 피질골 두께가 1~2 mm가 남게 하여야 간섭 나사로 고정할 때 견고한 고정이 가능하다. 충분히 슬관절을 약 90도 굴곡시킨 상태에서 대퇴 터널 유도기를 경골 터널을 통과하고 정확한 위치에 놓고 이를 따라 유도 강선을 삽입한다. 유도 강선을 따라 천공기로 구멍을 뚫을 때 전체 길이를 다 천공하지 않고 5 mm 이내로 천공하여 발자국(foot print)을 만들어 반드시 후방 피질골이 약 2 mm 남아 있는 것을 확인한다. 확인 과정을 거치지 않으면 후방 피질골이 남지 않게 되어 간섭 나사의 고정이 어렵게 된다. 반대로 '수련의 능(resident's ridge)'을 'over the top' 위치로 혼동하여 너무 전방에 대퇴 터널이 형성되는 것을 피하여야 한다.

천공기 사용할 때 후방십자인대가 손상 받을 수 있기 때

문에 반드시 탐침자(probe)로 보호하여 천공기에 의해 마멸되지 않게 해야 하고, 끝부분이 도토리 모양으로 된 천공기(acorn type reamer)를 사용하는 것이 좋다.

경골 터널과 대퇴 터널을 만든 다음 대퇴 터널 끝에서 경골 터널 관절외 시작점까지 거리를 측정하여 이식물의 길이와 비교한다. 차이가 있는 경우 슬개골 골편의 길이를 줄이거나 대퇴 터널의 길이를 더하여 터널과 이식물의 불일치를 최소로 한다. 슬개건이 너무 길어 불일치가 일어난 경우에는 경골 결절 골편을 반대로 겹쳐서 사용하면 된다(flip-ping). 대퇴 터널 입구의 전방부위의 모서리를 잘 다듬어(anterior chamfering) 이식물이 이 모서리에 마멸되는 것을 방지하여야 한다.

7. 이식물의 통과 및 고정

골-슬개건-골 이식물을 슬개골 골편의 2개의 구멍에는 대퇴골을 쉽게 통과할 수 있게 하는 실, 경골 골편의 2개의 구멍에는 충분한 견인을 허용할 수 있는 두꺼운 실을 통과시킨다. 실을 걸 수 있는 눈이 있는 유도강선을 슬관절을 약 100도 굴곡시킨 상태에서 대퇴 터널의 중심보다 전방으로 삽입하여 유도 강선이 쉽게 원위 대퇴부 피부 밖으로 나올 때까지 삽입한다. 슬개골 골편에 걸어놓은 실을 유도 강선의 원위부 실눈에 통과하여 연결한다. 대퇴부 피부로 나와있는 유도 강선을 뽑아내어 견인실이 피부 밖으로 나오게 하여 실을 견인하면서 슬개골 골편을 대퇴 터널에 삽입시킨다. 이 때 탐침자를 이용하여 이식물의 피질골이 후방으로 향하게 하게 하고 피질골과 슬개건이 경계가 대퇴 터널의 후방 입구와 일치시킨다. 슬개건의 내측연을 따라 원위부에 소절개(inferomedial portal)를 만들고 이를 통하여 간섭 나사 유도 강선을 슬관절을 100도 굴곡시키면서 슬개골 해면골과 대퇴 터널 전방 사이에 10 mm 정도 삽입하여 골편과 비교적 평행하게 위치하게 한다. 슬개골 골편을 22 mm로 다듬은 경우 20 mm 대퇴 간섭 나사를 피질골과 슬개건의 경계, 즉 대퇴 터널의 후방 입구에 일치할 때까지 삽입하여 고정한다. 대퇴 간섭 나사를 고정할 때 10 mm 측정기(sizer)와 간격이 2 mm 이하인 경우 7 mm 직경의 간섭 나사, 2 mm이상의 간격이 있으면 9 mm 직경의 간섭 나사로 고정한다. 대퇴 간섭 나사 고정을 한 후 슬관절을 20 lb 힘으로 10 회 굴곡-신전을 반복하여 경골 터널 밖의 이식물의 들나듬 길이(excursion)를 측정한다. 이 길이가 2 mm 이내 이어야 한다.

경골 간섭 나사로 고정하기 전에 이식물의 긴장을 어느 정도로 하는 것이 가장 좋은지는 논란이 되고 있지만 적당한 긴장을 유지 하는 것이 중요하다. 긴장 정도가 작으면 이완 현상을 초래하고, 너무 과긴장이 되면 슬관절의 운동 범위를 잃고, 혈관화가 지연되며, 점액성 퇴행성 변화, 이식물의 실패를 초래한다. 또한 경골 간섭 나사를 고정할 때

슬관절 굴곡 각도도 의견이 분분하나 최근 수술 후 재활 치료의 주요 관심이 굴곡 구축을 방지하고자 노력하기 때문에 골-슬개건-골 이식물을 이용하는 재건술시에는 약 10 lb 정도로 이식건을 긴장시키면서 슬관절을 신전시킨 상태에서 경골 간섭 나사를 삽입한다.

경골 간섭 나사도 골-슬개건-골과 터널 사이의 간격이 1~2 mm일 때는 7 mm 간섭 나사못을 그 간격이 3~4 mm일 때는 9 mm 간섭 나사못으로 고정한다.

요 약

전방십자인대 재건술의 실패의 원인은 여러 가지 보고되고 있으나, 이 중 가장 흔한 원인은 수술 수기의 잘못이다. 따라서 정확한 슬기의 연마가 제일 중요하다. 최근 슬픽전 고정 의 향상과 골-슬개건-골 공여부 이환의 염려로 슬픽전 이식물 사용이 늘고 있다. 그러나 골-슬개건-골과 슬픽전을 이용한 재건술의 결과를 비교하여 전방 슬관절 동통의 발생이 통계적으로 유의하지 않았다는 보고도 많다^{1,3,9,10)}. Sherman과 Banffy³⁴⁾가 여러 보고들을 신중히 고찰하고 결코 골-슬개건-골 이식물이 가장 이상적인 이식물이라는 주장을 무너뜨릴 자료가 아직 충분하지 않다고 하였다. 또한 아직까지 임상적으로 이 이식물이 가장 많이 사용되고 있다¹⁾.

임상 의사는 여러 가지 이식물의 사용할 수 있는 능력이 반드시 있어야 하나, 조기 운동 복귀가 가능한 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술을 수술 수시가 정확하다면 이상적으로 사용하여도 될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Anderson AF, Snyder RB and Lipscomb AB: Anterior cruciate ligament reconstruction; a prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med*, 29:272-279, 2001.
- 2) Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK and Steen H: Fourstrand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 29:722-728, 2001.
- 3) Beard DJ, Anderson JL, Davies S, Price AJ and Dodd CAF: Hamstrings vs. patella tendon for anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized controlled trial. *Knee*, 8:45-50, 2001.
- 4) Beynon BD, Johnson RJ, Fleming BC, et al: Anterior cruciate ligament replacement. Comparison of bone-patellar tendon-bone grafts with two-strand hamstring grafts; a prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am*, 84-A:1503-1513, 2002.
- 5) Brown CH Jr, Steiner ME and Carson EW: The use of hamstring tendons for anterior cruciate ligament recon-

- struction. Technique and results. *Clin Sports Med*, 12:723-756, 1993.
- 6) **Chang SKY, Egami DK, Shaieb MD, Kan DM and Richardson AB:** Anterior cruciate ligament reconstruction: Allograft versus autograft. *Arthroscopy*, 19:453-462, 2003.
 - 7) **Cooper D, Deng X, Burnstein A and Warren R:** The strength of the central third patellar tendon graft. *Am J Sports Med*, 21:41-47, 1993.
 - 8) **Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ and Kaufman KR:** Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. *Am J Sports Med*, 22:632-644, 1994.
 - 9) **Ejerhed L, Kartus J, Sernert N, Kohler K and Karlsson J:** Patellar tendon or semitendinosus tendon autografts for anterior cruciate ligament reconstruction? A prospective randomized study with a two-year follow-up. *Am J Sports Med*, 31:19-25, 2003.
 - 10) **Eriksson K, Anderberg P, Hamberg P, et al:** A comparison of quadruple semitendinosus and patellar tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 83-B:348-354, 2001.
 - 11) **Fineberg MS, Zarins B and Sherman OH:** Practical considerations in anterior cruciate ligament replacement surgery. *Arthroscopy*, 16:715-724, 2000.
 - 12) **Fu FH, Bennett CH, Ma CB, Menetrey J and Lattermann C:** Current trends in anterior cruciate ligament reconstruction. Part II. Operative procedures and clinical correlations. *Am J Sports Med*, 28:124-130, 2000.
 - 13) **Graf B and Uhr F:** Complications of intra-articular anterior cruciate reconstruction. *Clin Sports Med*, 7:835-848, 1988.
 - 14) **Harner CD, Marks PH, Fu FH, Irrgang JJ, Silby MB and Mengato R:** Anterior cruciate ligament reconstruction: Endoscopic versus two-incision technique. *Arthroscopy*, 10:502-512, 1994.
 - 15) **Howell SM and Clark JA:** Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstructions and graft impingement. *Clin Orthop*, 283:187-195, 1992.
 - 16) **Jackson DW and Jennings LD:** Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament using a patella tendon bone autograft. *Clin Sports Med*, 7:785-800, 1988.
 - 17) **LaPrade RF, Terry GC, Montgomery RD, Curd D and Simmons DJ:** The effects of aggressive notchplasty on the normal knee in dogs. *Am J Sports Med*, 26:193-200, 1998.
 - 18) **Larson RV and Friedman MJ:** Anterior cruciate ligament: injuries and treatment. *Instr Course Lect*, 45:235-243, 1996.
 - 19) **Meyers JF, Caspari RB, Cash JD and Manning JB:** Arthroscopic evaluation of allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 8:157-161, 1992.
 - 20) **Miller MD and Hinkin DT:** The "N + 7 rule" for tibial tunnel placement in endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 12:124-126, 1996.
 - 21) **Miller MD and Olszewski AD:** Posterior tibial tunnel placement to avoid anterior cruciate ligament graft impingement by the intercondylar roof. An in vitro and in vivo study. *Am J Sports Med*, 25:818-822, 1997.
 - 22) **Mohtadi NG, Webster-Bogaert S and Fowler PJ:** Limitation of motion following anterior cruciate ligament reconstruction. A case-control study. *Am J sports Med*, 19:620-624, 1991.
 - 23) **Mologne TS and Friedman MJ:** Graft options for ACL reconstruction. *Am J Orthop*, 29:845-853, 2000.
 - 24) **Morgan CD, Kalman VR and Grawl DM:** Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 11:275-288, 1995.
 - 25) **Muneta T, Yamamoto H, Ishigashi T, Asahina S, Murakami S and Furuya K:** The effects of tibial tunnel placement and roofplasty on reconstructed anterior cruciate ligament knees. *Arthroscopy*, 11:57-62, 1995.
 - 26) **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.
 - 27) **O Neil D:** Arthroscopically assisted reconstruction of the anterior cruciate ligament: a prospective randomised analysis of three technique. *J Bone Joint Surg*, 78-A:803-812, 1996.
 - 28) **O'Meara PM, O'Brien WR and Henning CE:** Anterior cruciate ligament reconstruction stability with continuous passive motion. The role of isometric graft placement. *Clin Orthop*, 7:201-209, 1992.
 - 29) **Rubinstein RA, Shelbourne DK, VanMeter CD, McCarroll JC and Rettig AC:** Isolated autogenous bone-patellar tendon bone graft site morbidity. *Am J Sports Med*, 22:324-327, 1994.
 - 30) **Schatzmann L, Brunner P and Staubli HU:** Effect of cyclic preconditioning on the tensile properties of human quadriceps tendons and patellar ligaments. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 6(S1):S56-61, 1998.
 - 31) **Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM and Moorman CT:** The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy*, 20:294-299, 2004.
 - 32) **Shelbourne KD:** Contralateral patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Instr Course Lect*, 51:325-328, 2002.
 - 33) **Shelbourne KD and Urch SE:** Primary anterior cruciate ligament reconstruction using the contralateral autogenous

- patellar tendon. *Am J Sports Med*, 28:651-658, 2000.
- 34) **Sherman OH and Banffy MB**: Anterior cruciate ligament reconstruction: which graft is best? *Arthroscopy*, 20:974-980, 2004.
- 35) **Small NC**: Complications in arthroscopic surgery performed by experienced arthroscopists. *Arthroscopy*, 4:215-221, 1988.
- 36) **Steadman J and Mair S**: Anterior cruciate ligament reconstruction with bone-patellar tendon-bone autograft two-incision technique. *Oper Tech Orthop*, 9:273-280, 1999.
- 37) **Torg JS, Conrad W and Kalen V**: Clinical diagnosis of anterior cruciate ligament instability in the athlete. *Am J Sports Med*, 4:84-93, 1976.
- 38) **Tsuda E, Okamura Y, Ishibashi Y, Otsuka H and Toh S**: Techniques for reducing anterior knee symptoms after anterior cruciate ligament reconstruction using a bone-patellar tendon-bone autograft. *Am J Sports Med*, 29:450-456, 2001.
- 39) **West RV and Harner CD**: Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg*, 13:197-207, 2005.
- 40) **Wilson TW, Zafuta MP and Zobitz M**: A biomechanical analysis of matched bone-patellar tendon-bone and double-looped semitendinosus and gracilis tendon grafts. *Am J Sports Med*, 27:202-207, 1999.
- 41) **Woo SL, Hollis JM, Adams DJ, Lyon RM and Takai S**: Tensile properties of the human femur-anterior cruciate ligament-tibia complex. The effects of specimen age and orientation. *Am J Sports Med*, 19:217-225, 1991.

총 서

전방십자인대 손상은 모든 연령대에서 고위험 운동에 참여하는 인구의 증가로 계속 증가하고 있다. 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술이 가장 많이 시행되는 수술이다. 지금까지 골-슬개건-골 자가이식물이 가장 이상적인 전방십자인대 재건술의 이식물이라고 하는 주장을 바꿀 만한 충분한 자료가 아직 없다. 골-슬개건-골 이식물의 생체역학적 특징, 공여부 이환과 적응증을 고찰하고, 이를 이용한 내시경적 전방십자인대 재건술의 수술 수기를 기술하고자 한다.

색인단어: 슬관절, 전방십자인대, 재건술, 골-슬개건-골 이식물, 관절경