

## 관절경적 전방십자인대 재건술

중앙대학교 의과대학 부속 용산병원 정형외과

정 영 복 · 엄 재 광

### 서 론

지난 10여년 간 전방십자인대 재건술은 괄목할 만한 발전을 해 왔다. 전방십자인대 재건술 후에 장기적 추시 결과가 아주 좋거나(excellent), 좋은 경우(good)가 75-90%로 다양하게 보고되어 왔다. 전방십자인대 재건술의 주목적은 무릎 관절의 전방 불안정성 즉, 경골이 대퇴골에 대해서 전방 전위를 방지하고 안정성을 얻음으로써 전방십자인대 결손 환자에서 발생하는 반월상 연골판 손상 및 관절 연골의 이차적 퇴행성 관절염 방지에 그 목적이 있다<sup>3,4,9,10,15,22</sup>. 골-슬개골-골을 이용해서 재건술을 시행할 때 무릎 관절의 절개를 크게 해서 슬개골을 외측으로 전위시킬 경우, 약 50% 환자에서 슬개골 연골연화증의 합병증이 보고되었다. 현재는 관절경적 전방십자인대 재건술이 점차 활기를 띠고 수술 수기도 관절경하에서 하는 수가 익숙해지면 수술 시야도 더욱 좋고 관절 연골 손상도 적어, 수술 후 회복도 빠르고 미용적인 효과까지 좋아, 앞으로는 전방십자인대 재건술을 관절경 감시 하에서 경골 부위에 하나의 절개로써 관절을 크게 절개하지 않고 수술하는 것이 그 결과도 좋고 수술 시간도 단축되고 관절내 섬유성 유착 등 합병증도 적게 생기므로<sup>2,8,13,19</sup> 이점이 많다. 그러나 관절경적 전방십자인대 재건술을 하려면 관절경을 위시한 수술 기구가 잘 구비되어야 하며, 또한 관절경 수술에 대한 훈련이 필수적으로 요구된다.

이에 관절경적 전방십자인대 재건술시 그 실패의 원인과 수술시 중요한 몇 가지 점을 소개하고자 한다. 전방십자인대 재건술이 성공적으로 되려면 첫째, 이식물이 튼튼하고 이식했을 경우 정상적으로 전방십자인대 기능을 할 수 있는 조직이어야 좋다. 둘째, 수술시 이식건의 위치 선정이 정확하셔서 이식된 조직에 스트레스가 너무 많이 가서 조

각이 늘어나거나 변형이 되지 않아야 한다. 이를 위해서도 등장성(isometricity)이 좋아야 한다. 셋째, 이식된 조직을 튼튼하게 고정하여 수술후 빠른 시기에 제할 운동을 허용할 수 있어서 대퇴사두근의 약화를 방지할 수 있어야 좋은 결과를 얻을 수 있다.

### 과간절흔 성형술(notchplasty)

해부학적으로 대퇴골 내과 및 외과의 과간 내측면 사이의 최대 간격은  $21 \pm 3\text{mm}$ 이나 만성 전방십자인대 손상 환자에서는 대퇴골 과간 내측면 최대 간격이  $15 \pm 3\text{mm}$ 로 좁아져 있었다<sup>11</sup>.

이식건이 대퇴골 과간절흔(intercondylar notch)에 닿아서 파열되는 것을 방지하기 위해서 전방십자인대 재건술시 과간절흔 성형술(notchplasty)은 이식건을 완전히 고정된 후에 이식건과 대퇴골 외과의 내측면 및 천정의 간격이 2-3mm 정도의 여유가 있어야 좋다<sup>6</sup>. 과간절흔 성형술을 너무 과도하게 하면, 특히 천정 부위 대퇴골을 너무 많이 절제하면, 대퇴-슬개골 관절 연골의 문제점이 발생하므로 가능한 과간절흔 성형술을 적게 하는 것이 좋다. 본 저자는 관절경적 재관찰(second look)시에 가끔 골극(?) 비슷한 골 조직이 과간천정과 대퇴골 외과 내측면연부(과간 변연부위)에 생긴 것을 볼 수 있었다. 이식건의 침해(impingement)가 안 생기려면 경골 부위 터널 위치가 아주 중요하므로, 경골 부위 위치선정시 무릎 관절을 완전히 선전 시켜서 침해 유무를 확인한 후 경골터널을 뚫어야 과간절흔 성형술을 적게 해도 이식건의 침해가 안 생긴다<sup>6</sup>.

### 터널 위치

#### 1. 경골터널

경골 부위 하나의 절개를 이용한 전방십자인대 재건술 시에는 경골터널의 위치와 방향이 이 수술의 성패를 좌우할 정도로 중요하다<sup>15,16,20,21,22,23,24</sup>. 그러나 등장성의 문제만 생각하면 경골 부위의 위치가 대퇴골보다 중요하지 않다.

\* 통신저자 : 정 영 복  
중앙대학교 의과대학 부속 용산병원 정형외과

경골 부위 위치선정의 관절내 기준점은 1) 후방십자인대 전연에서 7mm 앞쪽이 좋다. 이는 무릎 관절의 크기와 거의 관계없이 항상 일정하다고 한다<sup>26</sup>. 2) 전방십자인대 경골 부착부 중심 부위에서 2-3mm 후방<sup>16</sup>, 3) 외측半月상 연골판의 전방각의 후방연<sup>7</sup> (posterior edge of the anterior horn of the lateral meniscus) 또는 1-2mm 후방, 4) 경골터널의 시작점 즉, 관절 바깥에서 종으로 거위발 건 (pes anserinus) 부착 부위 상연에서 1cm 상방, 횡으로 경골 길절 내측연에서 후대방 1.5-2cm 지점에서 무릎 관절을 완전히 신전시켰을 때 과간천정(intercondylar roof) 과 평행 되게 (경골터널이 경골 고평부와 이루는 각이 종으로  $68 \pm 3.8^\circ$ ) 하는 것이 좋다<sup>7</sup>. 등장점도 중요하지만 이식건이 지나는 방향 즉, 등장성 경로가 중요하리라 생각된다. 경골터널의 방향을 Fig. 1과 같이 횡으로 약  $30^\circ$ 를 이루는 방향으로 터널을 뚫으면 이식건이 대퇴골 과간천정에 부딪치는 것을 피할 수 있으므로 과간절혼 성형술을 적게 해도 된다. 경골터널이 적어도 3cm 이상 되게끔 뚫어야 되며, 이때 터널 guide는 경골 고평부와 약  $50^\circ-60^\circ$  각을 이루는 것이 좋다.

## 2. 대퇴골 터널

역학적으로 등장점은 대퇴골이 더욱 중요하며 그 위치는 대퇴골의 후상방 부위 즉, over the top에서 11시(좌측 슬관절: 1시) 방향으로 4-5mm 지점으로, 실제 수술시에는 경골 터널을 통과하여 over the top에 부착하면 약 7mm 앞쪽 지점에서 guide pin을 삽입할 수 있는 기구를 사용

하여서 대퇴골 터널을 뚫는다. 이때 무릎 관절을 약  $80^\circ-90^\circ$  정도 굽혀서 대퇴골터널을 뚫으면 대퇴골 후방 피질골 손상을 피할 수 있다. 대퇴골터널의 방향은 Fig. 2와 같이 대퇴골의 등장점에서 전방으로  $25^\circ$ , 외측으로  $15^\circ$  방향으로 뚫으면 좋으며, 대퇴골터널을 뚫고 나서 대퇴골 후방 피질골이 약 1-2mm 정도 남아 있게 보이면 정확한 위치이다. 이들 터널 입구의 변연부를 부드럽게 하여 이식건의 손상을 방지하여야 한다. 본 저자의 경험상 10년 이상된 전방십자인대 결손 환자에서 관절경 수술하에서 대퇴골터널을 뚫고 난 후, 후방 피질골이 1-2mm 정도 남은 것을 확인하였음에도 불구하고 대퇴골터널이 너무 앞쪽에 뚫은 경험이 2례 있었으므로, 대퇴골터널을 만들기 직전에 다시 한번 더 그 위치를 확인해 볼 필요가 있으며(대퇴골 외과의 폭 및 대퇴골터널의 위치를 수술 전에 슬관절 측면 방사선 사진 상에서 측정하였다가 관절경 수술시 대퇴골 외과 과간절혼 내측면의 폭의 길이 및 터널 위치를 확인해 보고) resident notch의 제거 등을 다시 확인 후 관절경 시야에서 대퇴골 외과 내벽의 심층 변연부위(해부학적으로는 외과골의 근위 변연부)를 골막 박리 기기(perioosteal elevator)로 확인 후에도 의심스러우면 슬관절 측면 방사선 촬영을 해보는 것도 도움이 될 것으로 생각된다.

## Graft tension(이식건의 긴장도)

이식건을 고정하기 전에 어느 정도의 힘으로 당겨야 적당한지 아직 정확한 수치(data)는 없지만 약 16 N(3.6 lb)-20 N., 5-10 Lb., 12Lb. 등으로 다양하게 보고되고

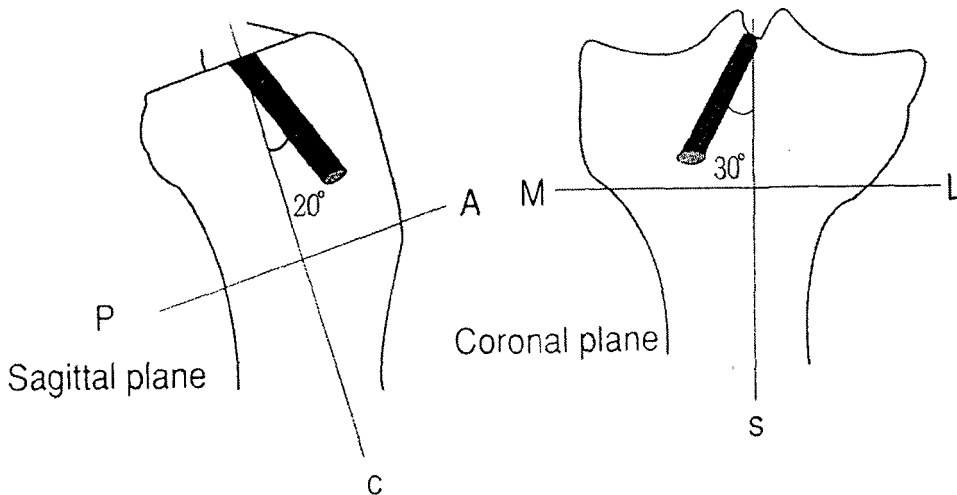


Fig. 1. A schematic drawing of the tibial tunnel according to the coronal and sagittal plane of the tibia.

있으므로<sup>17)</sup> 상기 기술한 수치의 범위 내에서 적당한 정도의 힘으로 당겨서 cyclic loading을 5-6회 실시 후 즉, 이 식건을 당기면 무릎 관절의 경골이 정상 위치로 정복되면 그 이상 당기지 않는 것이 좋다. 만약 이때 너무 많이 당기면, 즉 장력(tension)이 과도하게 주어지면 이식건이 터널 입구에서 마모(abrasion)되어 끊어지기 쉽고, 이식건의 혈액순환이 잘 안되고 변성 변화가 생기기 쉽다고 동물 실험에서 보고되었다.

### Graft fixation(이식건의 고정)

이식건이 대퇴골터널 입구와 골-이식건 연결부가 일치되는 것이 이상적이라고 보고하고 있으나 술자에 따라서는 상관치 않는 경우도 있다. 이식건을 튼튼하게 고정하려면 현재까지는 간섭나사못고정법이 가장 튼튼하고 좋은 것으로 보고되고 있는 실정이다.

간섭나사못 고정 시에 충분히 튼튼히 고정하려면 터널 내에서 골-슬개건-골과 터널 사이의 간격보다 4mm 큰 나사못을 가능한 한 골-슬개건-골과 평행 되게 삽입해야 튼튼하게 고정된다. 만약 이때 골-슬개건-골과 터널 사이 간격이 6mm 이상이면 간섭나사못으로 충분히 튼튼히 고정할 수 없으므로 post-tie 방법을 사용하여야 된다<sup>18)</sup>.

만약 슬괵근건(hamstring tendon)을 사용할 경우에는 대퇴골터널에서는 Semifix 나사못을, 경골 부위에는 belt buckle형으로 두개의 꺾쇠(staple)로 고정을 하거나 아니면 post-tie 방법으로 고정을 한 후 경골터널을 뚫을 때 coring reamer를 이용해서 채취한 core bone block을

대퇴골 및 경골터널에 삽입함으로써 이식건을 보다 정확히 해부학적으로 고정할 수 있으며 전방십자인대 재건술후 안정성 및 터널이 넓어질 우려도 적어질 것으로 사료되며 이식건이 터널 내에서 부착되는 치유 과정도 단축될 것으로 사료된다.

### 이식건의 선택(graft selection)과 채취(harvast)

현재까지는 자가 골-슬개건-골이 가장 좋은 것으로 인정되고 있는 실정이다. 자가 골-슬개건-골의 이점으로 고인 장력(high tensile strength), 혈관 재침투 능력(ability to vascularize)과 뼈와 뼈 사이의 골유합(bony plug insertion) 등이다. 그러나 골-슬개건-골을 채취할 수 없는 경우는 다음과 같다.

1. 신전근 기전의 부정렬.
2. 슬개건 폭이 좁고 작을 때.
3. 대퇴-슬개골 관절의 골성 관절염 및 이상이 있을 경우 (슬개골 압통 및 patellar inhibition test 양성).
4. 성장이 끝나지 않은 환자.

골-슬개골-골을 채취할 때 기술상으로 특히 슬개골 부위에서는 관절연골 손상의 방지를 위해서 골끌(osteotome)을 이용해서 망치질(hammering)을 해서는 안된다. 또한 슬개건 부위를 지나는 신경 손상을 방지하도록 조심해야 된다.

실제 슬개건이 약 28-40mm정도로 전방십자인대 재건술

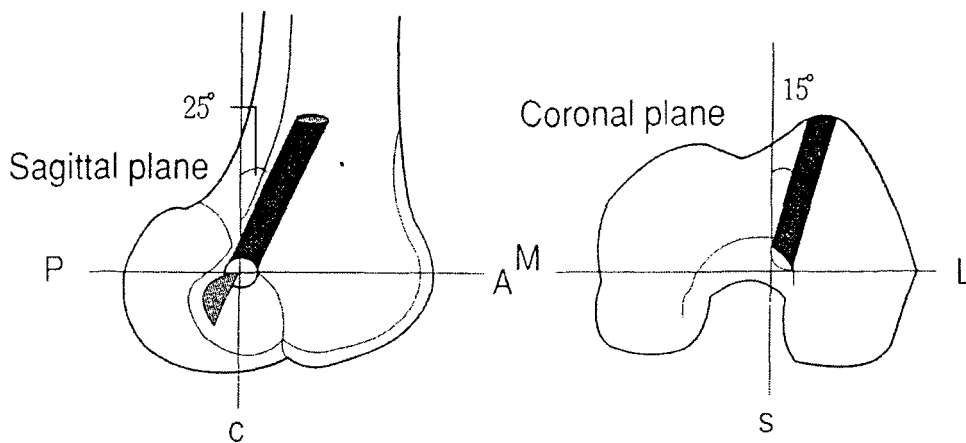


Fig. 2. A schematic drawing of the femoral tunnel according to the coronal and sagittal plane of the femur.

사 관절내 실제 길이(26mm 전후)보다 길므로 골-슬개건-골 채취사 경골 부위 슬개건 및 뼈를 약 1cm 정도 근위부로 연장하여 채취함으로써 연장된 뼈(nubbin)와 슬개건을 통합하여서 대퇴골과 경골 터널 내에 뼈가 꼭 차도록 하는 것이 좋다.

터널과 슬개건의 길이 차이를 해소하고 튼튼히 고정하는 방법으로 경골 터널을 상기 기술한 바와 같이 뚫으면 적어도 3.5cm 이상 길이를 얻고 또한 경골 터널과 관절내 길이와 슬개건 길이의 차이를 쉽게 해결할 수 있다.

전방십자인대 재건술시 실패의 원인은 이식건 침해(graft impingement)로 인한 이식건의 부분 파열, 잘못된 터널의 위치 선정 즉, 등장성의 잘못으로 이식건에 과도한 스트레스로 이식건이 늘어나거나 관절운동에 제한이 생기는 경우, 고정위 실패, 수술 전후에 재활이 잘못된 경우 등을 들 수 있겠다.

요약하면, 전방십자인대 재건술이 성공적으로 되려면 이식건의 채취가 튼튼하게 잘 되어야 하고 경골 및 대퇴골터널의 위치 및 방향이 좋아서 침해가 안 생기고 등장성이 좋고 또한 이식건에 적당한 긴장도를 주고 튼튼하게 고정하여 빨리 체중 부하 및 재활 운동을 할 수 있어야 그 결과가 좋을 것이다.

## REFERENCES

1. 정영복, 태석기, 배영재 : 자가 이식건에 의한 전방십자인대 재건술의 실패요인. - 침해에 대하여 -. *대한관절경학회지*, 7:136-141, 1995.
2. Almekinders LC, Moore T, Freedman D and Taft TN : Post-operative problems following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg, Sports Traumat, Arthrosc*, 3:78-82, 1995.
3. Andersson C, Odensten M and Gillquist J : Knee function after surgical or nonsurgical treatment of acute rupture of the anterior cruciate ligament: a randomized study with a long-term follow-up period. *Clin Orthop*, 264:255-263, 1991.
4. Arnold JA, Coker TP, Heaton LM, Park JP and Harris WD : Natural history of anterior cruciate tears. *Am J Sports Med*, 7:305-313, 1979.
5. Ballock RT, Woo S L-Y, Lyon RM, Hollis JM and Akeson WH : Use of patellar tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction in the rabbit: a long-term histologic and biomechanical study. *J Orthop Res*, 7:474-485, 1989.
6. Beck CL, Paulos LE and Rosenberg TD : Anterior cruciate ligament reconstruction with the endoscopic technique. *Operative techniques in orthopedics*, 2:86-98, 1992.
7. Braud MG and Daniel DM : Considerations in the placement of an intra-articular anterior cruciate ligament graft. *Operative techniques in orthopedics*, 2: 55-62, 1992.
8. Cosgarea AJ, Sebastianelli EJ and DeHaven KE : Prevention of arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction using the central third patellar tendon autograft. *Am J Sports Med*, 23:87-92, 1995.
9. Feagin JA Jr and Curl WW : Isolated tear of the anterior cruciate ligament: 5- year follow-up study. *Am J Sports Med*, 4:95-100, 1976.
10. Fetto JF and Marshall JL : The natural history and diagnosis of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop*, 147:29-38, 1980.
11. Good L, Odensten M and Gillquist J : Intercondylar notch measurements with special reference to anterior cruciate ligament surgery. *Clin Orthop*, 263:185-189, 1991.
12. Graf BK and Vanderby R Jr : Autograft reconstruction of the anterior cruciate ligament. Placement, tensioning and preconditioning. In *The Anterior Cruciate Ligament. Current and Future Concepts*. pp. 281-289, Edited by D. W. Jackson, S. P. Arnoczsky, S. L-Y. Woo, C.B. Frank and T. M. Simon. New York. Raven Press, 1993.
13. Graf BK, Ott JW, Lange RH and Keene JS : Risk factors for restricted motion after anterior cruciate reconstruction. *Orthopedics*, 17:909-912, 1994.
14. Fithian DC, Daniel DM and Casanave A : Fixation in knee ligament repair and reconstruction. *Operative techniques in orthopedics*, 2: 63-70, 1992.
15. Howell SM and Clark JA : Tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstructions and graft impingement. *Clin Orthop*, 283:187-195, 1992.
16. Howell SM and Taylor MA : Failure of reconstruction of the anterior cruciate ligament due to impingement by the intercondylar roof. *J Bone Joint Surg*, 75-A:1044-1055, July 1993.
17. Larson RV and Friedman MJ : Anterior Cruciate Ligament: Injuries and Treatment. Instructional Course Lectures, American Academy of Orthopaedic Surgeons, vol. 45:235-243, 1996.
18. McDaniel WJ Jr and Dameron TB Jr : Untreated ruptures of the anterior cruciate ligament. A follow-up study. *J Bone Joint Surg*, 62-A:696-705, July 1980.
19. Mohitadi 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.
20. Morgan CD, Kalman VR and Grawl DM : Definitive landmarks for reproducible tibial tunnel placement in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 11:275-288, 1995.

21. **Muneta T, Yamamoto H, Ishibashi 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.
22. **Noyes FR, Bassett RW, Groud ES and Butler DL** : Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg*, 62-A:687-695, 757, July 1980.
23. **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*, 277:201-209, 1992.
24. **Romano VM, Graf BK, Keene JS and Lange RH** : Anterior cruciate ligament reconstruction. The effect of tibial tunnel placement on range of motion. *Am J Sports Med*, 21:415-418, 1993.
25. **Yaru NC, Daniel DM and Penner D** : The effect of tibial attachment site on graft impingement in an anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 20: 217-220, 1992.

---

## Anterior Cruciate Ligament Reconstruction using the Autogenous Bone-Patellar Tendon-Bone Graft

Young Bok Jung, M.D., Jae Kwang Yum, M.D.

*Dept. of Orthopaedic Surgery, Yong-San General Hospital, Chung-Ang Univ.*

A torn anterior cruciate ligament(ACL) is the most common serious ligamentous injury to the knee joint. The incidence of ACL tears seems to be increasing, at least partly as a result of the increasing participation of individuals of all ages in high-risk sports.

The most commonly used graft source for ACL reconstruction is the autogenous bone-patellar tendon-bone graft unit. Despite a good success record, postoperative complications, such as infection, patellar contracture/patellar baja, patellar fracture, rupture of the patellar tendon, graft failure without reinjury, can occur following ACL surgery.

The purpose of this paper is to provide guidelines regarding the key points of the reconstructive procedure in a sequence and how to prevent or minimize the complications that can follow ACL reconstructive surgery. We want this knowledge can help orthopaedic surgeons to understand the reasons for previous and current successes and failures of reconstruction of the ACL, and it can help them to plan the care of patients who have an injury of the ligament.

**Key Words** : Anterior Cruciate Ligament, Reconstruction, Autogenous Bone-Patellar Tendon-Bone Graft

---