

## 슬릭건을 이용한 전방십자인대 재건술시 이식건과 골 사이의 골통합에 대한 조직학적 변화 -1례 보고-

중앙대학교 부속 용산병원 정형외과

정영복 · 장의찬 · 염재광 · 박근형

### Integration of Four-Strand Hamstring Tendon Graft with Bone in Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament -Report of one case-

Young-Bok Jung, M.D., Eui-Chan Jang, M.D.,  
Jae-Kwang Yum, M.D., Geun-Hyung Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yong-San Hospital,  
Chung-Ang University, Seoul, Korea

**ABSTRACT** : Arthroscopic anterior cruciate ligament(ACL) reconstruction using four-strand hamstring tendon with looping around transfixing screw in femoral tunnel requires osteointegration between the grafted tendon and bone for stability of the knee. Authors have experienced a histologic finding of osteointegration between the grafted autogenous hamstring tendon and bone in femoral tunnel after arthroscopic ACL reconstruction.

A patient received arthroscopic ACL reconstruction with autogenous four strand hamstring tendon for the ACL injury. Traumatic re-rupture of mid-substance of ACL graft was developed at thirteenth week after operation. During the procedures of arthroscopic revision at fifteenth week after initial ACL reconstruction, biopsy was performed at the site of interface between grafted tendon and bone in femoral tunnel. Integration between the grafted tendon and bone was evident by demonstrating the continuity of collagen fiber between bond and tendon.

This histologic finding and the low incidence of early graft failure suggest that free tendon autograft attached to bone by looping around a transfixing screw in femoral tunnel undergoes adequate osteointegration between 12 and 15 weeks after surgery and authors thought that insertion of bone chip into the femoral tunnel would accelerate osteointegration procedure.

**KEY WORDS** : Knee, Anterior cruciate ligament reconstruction, Hamstring tendon, Osteointegration

### 서 론

대퇴골과 경골에 자가 슬릭건(hamstring ten-

don)을 이식하는 것은 관절경적 전방십자인대 재건술의 한 방법이다. 이러한 수술에서는 이식건을 횡고정나사(transfixing screw)와 격쇄(staple)를 이용하여 고정하는데, 수술후 이식건과 골 사이에 골통합(osteointegration) 과정이 일어나야 이식건의 지속적인 안정성을 얻을 수 있다. 현재까지 동물실험 등에 의해서는 이러한 골통합 과정이 입증되었지만, 실제로 인간에 있어 자가 슬릭건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술후 골통합 과정이 언제, 어떻게 진행되는

\* Address reprint requests to  
Young-Bok Jung, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Yong-San Hospital  
Chung-Ang University  
#65-207 Hangang-ro, 3-ga, Yongsan-gu, Seoul, Korea  
Tel : 82-2-748-9564, Fax : 82-2-793-6634

지에 대해서는 알려진 것이 거의 없다. 이식건-골 사이의 골통합 과정을 이해하는 것은 이식건의 고정 방법을 향상시키고 수술후 재활계획 선택에 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 본 증례는 자가 슬립건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건 수술후 이식건 중앙 실질부의 파열로 재수술 시행시 대퇴 터널 부위에서 채취된 이식건-골 결합부의 조직학적 관찰 소견을 문헌과 함께 보고하고자 한다.

## 증례 보고

25세 남자 환자가 외상성 전방십자인대 파열로 본원에서 자가 슬립건을 이용한 관절경적 전방십자인대 재건술을 시행 받았다. 수술 방법은 채취한 자가 슬립건을 네가닥(four strand)으로 만들어 대퇴골 터널 안에 횡고정 나사(transfixing screw)를 이용하여 고정하였고, 고정력과 이식건-골 사이의 골통합을 촉진시키기 위해 경골측 터널을 코닝 확공기(coring reamer)로 만들 때 얻어진 골을 대퇴골 터널 내에 이식하였다. 이식건의 경골측 고정은 꺾쇠(staple)를 이용하였다. 수술 직후 슬관절의 완전 신전 상태를 유지한 자세에서 대퇴사두근 강화 운동을 실시하였다. 수술후 2주에 90도 정도의 슬관절 굴곡을 허용하였고, 슬후 4주에 120도까지 슬관절 굴곡 운동 범위를 확대하였다. 수술후 조기에 체중 부하를 허용했으며 6주까지 목발 보행을 시행하였다<sup>4,5</sup>. 수술후 13주에 환자가 미끄러져 넘어지면서 수술 받은 전방십자인대의 중앙 실질부에 재파열이 발생하였고, 최초 재건술후 15주에 동종 이식건(allograft)을 사용하여 재수술을 시행하였다. 재수술시 횡고정 나사를 제거후 경골 터널을 통해 10mm 코닝 확공기로 대퇴 터널 이식건-골 접촉면(interface)을 채취하여 조직학적인 관찰을 시행하였다. 표본은 종적으로 절개(longitudinally cutting)되어 Hematoxyline-eosin(H&E) 염색과 Masson trichrome 염색후 편광 현미경(polarization microscopy)으로 콜라겐의 연속성을 관찰하고자 하였다.

육안적 소견으로는 골조직에 어우러진 섬유건 띠(fibrotendinous band)가 관찰되었다. 광학 현미경 소견중 H&E 염색에 의한 관찰에서는 이식건의 중앙부는 무세포성(acellular)이었고 변연 부위에는 현저한 섬유모세포의 증식(fibroblastic proliferation)이 관찰되었다(Fig. 1). Masson trichrome 염색에 의한 관찰에서는 이식건의 골융합 소견으로 새로 형성된 골의 콜라겐 섬유들이 이식건의 콜라겐 섬유와 직접적인 연속성을 가지고 있는 것이 관찰되었다. 표본의 많은 부분에서 증식된 섬유모 및 근모세포

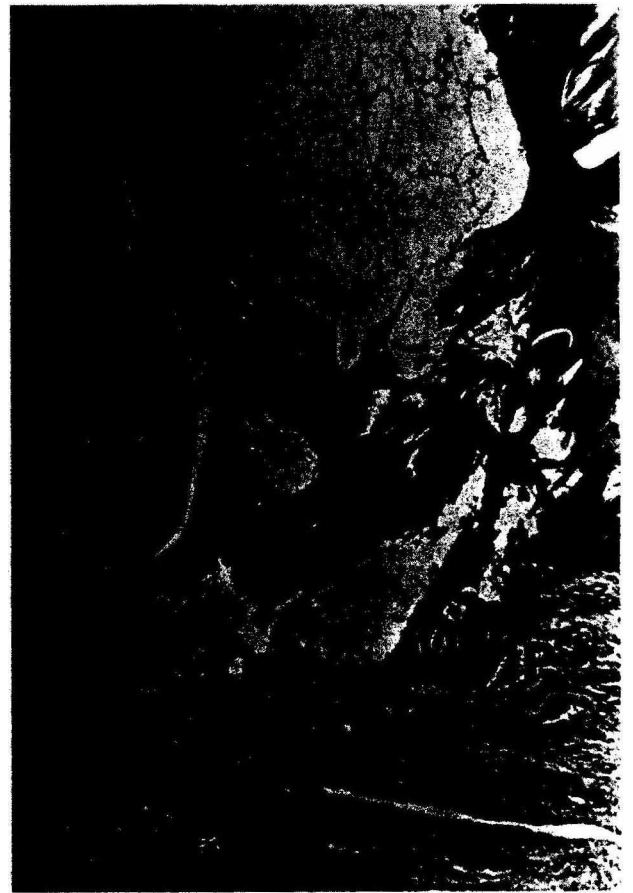


Fig. 1. Hematoxyline-eosin stain at fifteenth week after operation showing dense acellular graft centrally(C) with fibroblastic proliferation peripherally(P) merging with a zone of woven bone(W)( $\times 20$ ).

의 조직이 이식건 주위의 새로이 형성된 직골(woven bone)과 직접적으로 연결되어 있었고 새로 형성된 직골은 주위의 정상적인 층판골(lamellar bone)과 연결되어져 있었다(Fig. 2).

## 고 찰

전방십자인대는 대퇴 및 경골 부착 부위의 무기질화된 골(mineralized bone) 속으로 인대의 콜라겐 섬유가 합쳐지면서(incorporation) 부착한다<sup>1,2,9</sup>. 유연한 인대 조직이 딱딱한 골 조직으로 이행되는 것은 섬유성 연골(fibrocartilage)의 이행부(transitional zone)를 통해서 이루어지기 때문에<sup>1,2,9</sup> 미세구조가 유연한 인대로부터 딱딱한 골 조직으로 점차적으로 변경됨으로써 건이 골 조직에 부착되는 부위의 스트레스 집중 현상을 방지할 수 있다<sup>9</sup>. 최근 연구에 의하면 자가 이식건을 골 터널 속에 삽입하면 이런 이행 부위가 재형성될 수 있다고 한다<sup>30</sup>. 여러 학자들<sup>31</sup>이 동물 모델을 이용한 골터널 내에서의 이식건의 치

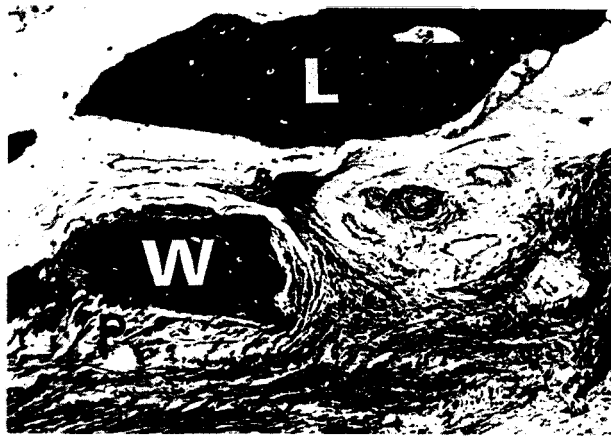


Fig. 2. Integration of graft with bone at fifteenth week after operation. Masson trichrome stain showing collagen continuity between the peripheral fibroblastic proliferation(P) and woven bone(W) at the graft bone interface ( $\times 200$ ). L; original lamellar bone.

유 과정에 대하여 보고하였는데, 이들의 연구에 따르면 조직학적 관찰 결과 이식전과 골 사이에 Sharpey-like fiber의 형성 및 성숙이 이식후 4-12주 사이에 이루어진다고 하였다. Rodeo등<sup>3)</sup>은 인장 강도 실험 및 조직학적 분석을 통하여 전 이식후 첫 12주에 걸쳐서 이식전-골 접촉면의 강도가 점차적으로 증가한다고 하였고, 이식후 2-8주 사이에는 이식전이 골터널로부터 분리되었으나, 이식 12주 이후의 이식전은 전 자체 및 실험 기구의 결자부위에서 분리된다고 하였다. 이러한 일련의 실험을 통하여 골과 이식전간의 융합은 조직학적 수준에서 일어남을 알 수 있으며 시간이 지나면서 이식전의 구조적인 취약 부위는 부착 부위로부터 전 자체로 이행됨을 알 수 있다. 황고정 나사로 고정후 약 10주에 이식전 파열 부위의 대부분이 중앙 실질부라는 사실은 골-인대 결합부의 강도(strength)가 이식전 중앙 실질부 파열을 유발하는 역치보다 낮은 재활 강도(rehabilitation force)에 대해서는 견딜 수 있다는 것을 의미한다. 이런 결과는 자가 슬립건을 이용한 전방십자인대 재건술후 적합한 재활 프로그램의 선택에 있어서 중요한 지침이 될 수 있을 것으로 사료된다.

본 증례는 이식된 슬립건과 골 사이의 융합 소견으로 콜라겐 섬유 연속성을 보여주고 있으며 이러한 소견은 염소(goats)에서 수술후 12주에 인대-골 결합 부위의 소견<sup>4)</sup>과 유사하다. Whiston과 Walmsley<sup>5)</sup>는 가토(rabbit)에서 경골 터널 안에 자가 이식건을 이용한 수술후 5주에 섬유모세포와 콜라겐을 함유한 조직단(cuff)을 관찰하였다고 보고하였다. 이러한 조직단 내에서 섬유모세포가 생산되는 골수 망상조직 활성화도(bone marrow reticular tissue activity)는

직접적으로 접촉하는 구역에서 가장 활발하게 일어난다. 이러한 사실을 고려해 볼 때 좁은 터널 안에서 자가 이식건이 골과 융합이 완전히 일어나기까지는 황고정 나사로 의하여 이식건과 골 사이의 접촉면이 잘 유지되어야 하며, 대퇴 터널 안의 이식건 부위에 골을 추가로 이식하면 이식전-골 융합이 더욱 촉진될 수 있을 것으로 사료된다.

## 요 약

전방십자인대의 손상이 있는 25세 남자 환자에서 자가 슬립건을 네가닥으로 만들어 관절경적 전방십자인대 재건술을 시행한 후 13주째에 이식건의 중앙 실질부가 재파열되었고 최초 수술후 15주째에 재파열된 이식건에 대한 재수술 과정에서 대퇴 터널 내의 이식전-골 부위를 채취하여 조직학적 관찰을 시행한 결과 이식전과 골 사이에 적절한 골융합이 일어나고 있는 것을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과를 볼 때, 동물실험에 의해 검증된 소견과 본 증례의 임상적 및 조직학적 소견은 이식전과 골 사이의 골융합이 수술후 12주에서 15주 사이에 완성된다는 보고를 뒷받침할 수 있을 것으로 사료되며 자가 슬립건을 이용한 전방십자인대 재건술시 수술후 재활 방법의 선택에 많은 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Cooper RR and Misol S : Tendon and ligament insertion: a light and electron microscopic study. *J Bone Joint Surg*, 52-A:1-20, 1970.
- 2) Matyas JR : The structure and function of tendon and ligament insertion to bone(Thesis). New York, Cornell University Medical College, 1985.
- 3) Rodeo SA, Arnoczky SP, Torzilli PA, Hidaka C, Warren RF : Tendon healing in a bone tunnel-A biomechanical and histological study in the dog. *J bone Joint Surg*, 75-A:1795-1803, 1993.
- 4) Shelbourne KD, Nitz P : Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 18:292, 1990.
- 5) Shelbourne KD, Wilckens JII : Arthrofibrosis in the acute anterior cruciate ligament reconstruction: the effect of timing of reconstruction and rehabilitation protocol. *Am J Sports Med*, 18:557, 1990.
- 6) St. Pierre P, Olson EJ, Elliott JJ, O'Hair KC, McKinney LA, Ryan J : Tendon-healing to cortical bone compared with healing to a cancellous

- trough, *J Bone Joint Surg*, 77-A:1858-1866, 1995.
- 7) Van Rens TJG, van den Berg AF, Huiskes R, et al : Substitution of the anterior cruciate ligament: a long-term histologic and biomechanical study with autogenous pedicled grafts of the iliotibial band in dogs. *Arthroscopy*, 2(3):139-154, 1986.
- 8) Whiston TB, Walmsley R : Some observation on the reaction of bone and tendon after tunnelling of bone and insertion of tendon, *J Bone Joint Surg*, 42-B: 377-386, 1960.
- 9) Woo SL-Y, Maynard J, Butler D et al : Ligament, tendon and joint capsule insertions to bone, in : Woo, Buckwalter, eds. Injury and repair of the musculoskeletal soft tissues, Park Ridge, Illinois, *American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 133-166, 1987.

**초** **록**

대퇴 터널 속에 횡고정 나사로 네가닥의 자가 슬관절을 고정하는 전방십자인대 재건술은 이식된 건과 골이 만나는 부위에서 건-골 융합 과정(골통합, osteo-integration)이 필요하다. 본 증례는 외상성 전방십자인대 파열 환자에서 자가 슬관절을 이용한 전방십자인대 재건술후 13주째에 수술한 전방십자인대 실질부(substance)의 외상성 재파열이 생겨 이를 관절경적 재수술을 시행하는 과정에서 대퇴 터널 내 골-이식건 결합부를 채취하여 조직학적 관찰을 시행하였다. 조직학적 소견은 이식건과 골 사이에 콜라겐 섬유 연속성이 존재하는 이식건의 골통합 소견을 관찰할 수 있었다. 본 증례의 조직학적 소견과 전방십자인대 재건술후 초기에 이식건 파열의 낮은 발생율은 수술후 대퇴 터널에서의 자가 이식건-골의 융합이 수술후 12주에서 15주 사이에 완성된다는 주장을 뒷받침할 수 있을 것으로 사료된다.

색인 단어 : 슬관절, 전방십자인대 재건술, 골-이식건 통합, 조직학적 소견