

ACL Reconstruction with Hamstring Tendon

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

송 은 규

전십자인대 손상은 슬관절의 심각한 기능장애를 초래할 뿐 아니라 퇴행성 관절염을 일으키기 때문에 손상시엔 전십자인대의 해부학적 안정성과 충분한 기능회복을 요한다. 또한 손상된 기능의 조기회복을 위해 관절경하 전십자인대 재건술이 주로 이용된다.

전십자인대의 재건술에 있어서 자기이식건을 이용한 재건술이 슬관절의 재안정을 얻을 수 있는 보편적이고 쉬운 방법이며, 골-슬개건-골(bone-patellar tendon-bone)과 반건양건-박건(semi-tendinosus-gracilis tendon)이 이식건으로써 여러 가지 장점이 있기 때문에 많이 사용되고 있다.

역학적 강도(strength)는 골-슬개건-골의 중간 농부위의 직경이 14 mm인 경우는 정상 전십자인대 강도의 168%, 10 mm는 125%, 반건양건은 70%, 박건은 50%, 반건양건과 박건을 두겹(double loop)하면 238%의 강도임이 실험적으로 증명되었다.

Noyes등에 의해 보고된 생역학적 강도를 살펴보면 정상 전십자인대 $1725 \pm 269\text{N}$, 골-슬개건-골 (중간 1/3) $2900 \pm 260\text{N}$, 반건양건 $1216 \pm 50\text{N}$, 박건이 $838 \pm 30\text{N}$ 이었고 정상할 동시에 전십자인대에 가해지는 부하는 약 454N 이라 하였다.

전방십자인대 재건술에서 이식건의 고정을 위한 많은 방법들이 있으며, 일차적인 최대 부하 인장검사를 통하여 고정력에 대한 연구 결과들이 많이 보고되었으나, 주기성 부하인장검사(Cyclic loading test)를 이용한 생역학적 고정강도에 대한 보고는 드문 실정이다. 최근 Peter등에 의한 ACL Reconstruction 후 주기성 부하인장검사(Cyclic Tensile Loading Test)동안에 Hamstring과 Patellar Tendon Graft의 tendinous portion에서의 점진적 손상반응(creep Response)에 있어서는 두 조직간에 별 차이가 없었으며, graft fixation을 어떤 방법으로 시행하였는지 여부에 따라 graft creep의 중요한 원인이 된다고 보고하였다.

현재 전십자인대 재건에 사용되고 있는 여러가지 고정방법에 따른 이식건의 대퇴골및 경골 고정 후 초기안정성에 대하여 약 $30\text{N} \sim 150\text{N}$ 으로 주기적 부하 인장검사를 실시하고, 각각의 생역학적 특성을 비교, 분석한 결과 대퇴골 고정 경우 실제로 술 후 재활기간동안 슬관절에 부하되는 힘인 주기성의 낮은 부하가 주고난 후 LA 나사군($601.07 \pm 154\text{N}$)과 티타늄 간섭나사군($601.81 \pm 134\text{N}$), BPTB-Bioscrew군($588.7 \pm 124\text{N}$), Hamstring-Bioscrew군($360.7 \pm 56\text{N}$), Semifix군($710.65 \pm 114\text{N}$)에서 최대의 장력은 주기성 부하를 시작하기 전

LA 나사군($1003.42 \pm 145N$), 티타늄 간섭나사군($1067.01 \pm 148N$), BPTB-Bioscrew군($987.08 \pm 168N$), Hamstring-Bioscrew군($595.5 \pm 104N$), Semifix군($1431.67 \pm 135N$)에 비하여 고정력이 약 40~50%감소하였으며, Endobutton군 (주기성 부하 주고난 후 : $459.08 \pm 46N$ & 주기전 : $603.63 \pm 54N$)과 Hamstring-Bioscrew군 등의 고정방법은 인장력에 있어 다른 군에 비해 불충분한 초기 안정성을 제공하는 것으로 생각되었다. 경골측 고정 경우 이전의 단순 인장 부하검사의 결과들은 기존의 경골측 고정방법에 따른 고정력이 초기 부하를 견뎌내는데 충분하다고 보고하고 있으나 실제로 술 후 재활기간동안 슬관절에 부하되는 힘인 낮은 주기성 부하를 주고 난 후 최대인장력을 비교해 본 결과,

BPTB-티타늄 간섭나사군은 평균 $358.9 \pm 93.1N$ (← $625.1 \pm 116.7N$), BPTB-생체흡수성 간섭나사군은 평균 $275.1 \pm 53.7N$ (← $557.1 \pm 76.9N$), Hamstring-티타늄 간섭나사군은 평균 $421.3 \pm 87.7N$ (← $741.2 \pm 84.5N$), Hamstring-생체흡수성 간섭나사군은 평균 $347.3 \pm 93.0N$ (← $638.2 \pm 87.7N$), Hamstring-꺼쇠못군(turn buckle technique)은 평균 $707.1 \pm 75.3N$ (← $690.0 \pm 92.1N$), Hamstring-Tie over screw post군은 평균 $242.4 \pm 22.4N$ (← $268.8 \pm 26.3N$)로 슬핀전-꺼쇠못(staple)군을 제외한 대부분의 고정방법들이 불충분한 초기 안정성을 제공하는 것으로 생각되어 새로운 고정기구 및 방법의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

골-슬개건-골 이식은 강도가 튼튼하고, 간섭 나사(interference screw)로 골편을 견고하게 고정할수 있고 조기에 관절운동이 가능하고, 또한 골과 골(bone to bone)로써 일차유합되는 장점이 있으나, 슬개건 두께에 따라 조직크기의 제한을 받고 이식건 공여부 슬관절에 슬개건 염 또는 슬개건 파열, 슬개골 골절, 만성 술후 전방 슬관절 동통, 사두고근 약화, 섬유성 관절증 등의 합병증이 초래되며 이식후 대퇴-슬개관절의 동통과 신전력 약화 등의 문제가 있다.

반건양건의 강도는 슬개건 보다 약하나 단단함(stiffness)은 슬개건에 비해 정상 전십자인대와 더 비슷하다는 장점이 있고, 작은 직경의 여러 가닥은 한 개의 큰 직경의 건 보다 표면적이 넓기 때문에 이식후 혈관이 재형성이 빠르고, 신전건의 손상이 없으며, 대퇴-슬개관절의 동통이 적고, 이식건 공여 슬관절부의 기능손상이 적다는 장점이 있으나, 슬핀전(hamstring tendon)은 고정이 어려운 단점이 있다.

반건양건-박건을 이용한 전십자인대 재건술은 Endobutton을 이용한 방법, Ligament Anchor Screw과 Semifix등의 Cross pin fixation방법들이 있으며 각각의 장단점이 있다.

- Graft Preparation For LA Screw fixation

Hamstring tendon의 harvest는 경골절절 상연에서 약 1 cm 내측으로부터 종으로 약 3

cm의 피부절개를 하고 봉공건막(sartorius aponeurosis)을 확인후 바로 아래에 있는 반건양건과 박건을 만져서 확인한다. 봉공건막을 반건양건의 주행에 따라 절개하여 먼저 반건양건을 확인하여 박리시킨다. penrose rubber drain을 반건양건의 원위 부착부에 끼워서 잡아 당긴채로 근위부를 손가락으로 분리하면서 슬관절 후내측까지 올라간다. 반건양건의 원위 부착부로부터 약 7~8 cm내에 2~3개의 accessory tendon을 확인하여 유리시켜야 건의 손상없이 건을 채취할 수 있다.

tendon stripper를 넣어서 반건양건을 근육질로부터 분리시켜 올라가면 약 28 cm 정도의 길이를 확보할수 있다. 반건양건의 원위부착부는 그대로 두고 박건도 반건양건과 같은 방법으로 근육질로부터 분리시킨후 반건양건과 박건의 conjoined tendon이 경골에 부착되어 있는 부위에서 약 1 cm 길이를 periosteum과 함께 박리하여 떼어 낸다. 반건양건과 박건에 남아 있는 근육질을 깨끗이 떼어내고 LA screw의 eyelet에 통과시켜 반으로 접으면 약 13~14 cm 길이의 4가닥의 이식건이 되며 Ethibond No. 1 비흡수 봉합사로 양끝이 겹쳐지는 곳을 whipstitch 한다. 이때 봉합사의 길이를 약 20 cm 이상 남겨서 LA screw driver의 원통내부 안으로 ethibond봉합사와 4가닥의 이식건을 통과시키고 LA screw driver head 끝에 나와 있는 결합 points(assembly point)를 LA screw의 결합 home(assembly home)에 고정시키고 driver handle 끝에 나와있는 ethibond봉합사를 당겨서 driver handle의 고정장치에 고정하여 LA screw-driver assembly를 완성시키고 경골이나 대퇴골 터널에 LA screw를 삽입하는 과정에서 쉽게 LA driver-screw assembly가 분리 되지 않도록 유지한다.

- Isometric Point Drilling

전외방 portal에 관절경을 삽입하여 슬관절 내부를 검사한후 전내방 portal은 보통의 위치보다 약1cm내측에 위치시키고 9~10 mm 정도로 크게 만든다. 전내방 portal을 약간 내측으로 이동시키는 것은 대퇴골 터널의 경사도(obliquity)를 줄여 LA screw를 대퇴골 외측의 cortical bone에 삽입할 때 보다 용이하게 하기 위함이다. 슬관절을 약115~120° 굴곡시켜 전내방 portal을 통하여 대퇴골의 isometric point에 guide pin을 삽입하여 대퇴부의 피부 외측까지 빼낸다. 먼저 7 mm의 reamer로 guide wire를 따라서 대퇴골 터널을 만드는데 반드시 대퇴골 외측의 cortical bone까지 뚫어야 한다. 약 4 cm 깊이로 reaming하면 cortical bone에 닿아 저항이 있으며 계속 reaming하면 약 4.5 cm~5 cm길이의 대퇴골 터널을 만들 수 있다.

경골의 isometric point를 외측반월 연골의 전각부 내연의 연장선과 전십자인대 부착부의 중심이 만나는 곳에 정하고 7 mm로 reamer로 경골터널을 만든다.

- Graft Passage of Fixation

LA screw-driver assembly를 전내방 portal을 통하여 삽입하고 슬관절을 약 115~120° 굴곡상태로 유지하면서 LA screw를 대퇴골 터널에 삽입한다.

이때 driver가 약 2.5 cm 이상 대퇴골 터널에 삽입되어 LA screw가 대퇴골의 외측 cortex에 확실히 고정되도록 해야 한다.

LA screw를 대퇴골 터널에 삽입후 LA driver를 제거하면 hamstring graft가 대퇴골 터널에 정확히 고정된 채로 전내방 portal를 통하여 슬관절 밖으로 나와 있게 된다.

경골터널을 통하여 grasper를 넣어 전내방 portal에 나와 있는 ethibond 봉합사를 물고 grasper를 빼내면 graft가 전내방 portal에서 7 mm 크기의 경골터널을 통과하게 된다.

graft와 봉합사에 약 20lb의 tension을 주면서 isometricity test후 7 mm의 biodegradable interference screw로 경골 터널에 graft를 고정한다.

- Postoperative rehabilitation

술 후 슬관절 보조기로 고정하여 수술 다음날부터 완전신전운동과 90도 굴곡까지의 슬관절 능동운동을 시키고 사두근의 근력강화 운동을 추가하였으며 술후 2주~3주에는 완전굴곡 까지 운동범위를 허용하였다. 술후 8주부터 closed kinetic chain exercise 일종인 절반 쭈그려 앉기 및 기구운동과 자전거타기 운동을 시작하였으며, 술후 12주부터는 보조기를 제거 하고 완전 쭈그려 앉기운동 등 대퇴사두근의 강화운동을 적극시행하였다. 술후 6개월 부터는 가벼운 조깅등을 허용하였다.

References

- 1) 송은규, 박동욱 : 순수관절경적 전방십자 인대재건술. 대한정형외과학회지 29: 1767-1771, 1994.
- 2) 송은규, 김형순, 허정필 : Endoscopic ACL Reconstruction with one Tunnel Technique. 대한정형외과학회지, 17:139-143, 1993.
- 3) 송은규, 문은선, 정재윤, 노성만 : Endoscopic ACL Reconstruction. 일본정형외과 스포츠학회지, 13:350-358, 1993.
- 4) Bulter D Noyes F, Grood E, Miller E and Malek M : Mechanical properties of transplants for the anterior cruciate ligament. Orthop Trans, 3:180-181, 1979.

- 5) Clancy WG, Nelson DA, Reider B and Narechania RG : Anterior cruciate ligament reconstruction using one-third of the patellar ligament, augmented by extra-articular tendon transfers. *J Bone Joint Surg*, 64-A:352-359, 1982.
- 6) Fetto JF and Marshall JL : The natural history and diagnosis of anterior cruciate insufficiency. *Clin Orthop*, 147:29-38, 1990.
- 7) Gomes JLE, Marczyk LRS. Anterior cruciate ligament reconstruction with a loop or double thickness of semitendinosus tendon. *Am J Sports Med* 1984;12:199-203.
- 8) Hormel S, Larson RV, Larry I. ACL reconstruction with double loops of semitendinosus and gracilis tendons : 3 year follow-up. Annual meeting of American Academy of Orthopaedic Surgeons, Orlando, Fla., Feb. 21, 1995.
- 9) Jones KG : Reconstruction of the anterior cruciate ligament using the central one-third of the patellar ligament. A follow-up report. *J Bone Joint Surg*, 52-A:1302-1308, 1970.
- 10) Lane JG, McFadden P, Bowden L, Amiel D. The ligamentization process: A four year case study following ACL reconstruction with a semitendinosus graft. *J Arthro Rec Surg* 1993;9(2):149-153.
- 11) 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, 1980.
- 12) Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RE and Hefzy MS : Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg*, 66-A:344-352, 1984.
- 13) Pagnani MJ, Warner JJP, O' Brien SJ, Warren RF, Anatomic considerations in harvesting the semitendinosus and gracilis tendons and a technique for harvest. *Am J Sports Med* 1993;21:565-571.
- 14) Peter TS, Rebecca EL, Timothy MW, Thomas LW, Russell FW : Response of Hamstring and Patella Tendon Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction During Cyclic Tensile Loading. *Am J Knee Surg*. 2000;13:8-12.
- 15) Rodeo SA, Amoczky SP, Torzilli PA. Tendon-healing in a bone tunnel : A biomechanical and histological study in the dog. *J Bone Joint Surg* 1993;75A:1795-1803.
- 16) Steiner ME, Hecker AT, Brown CH, Hanes WC. Anterior cruciate ligament graft fixation : Comparison of hamstring and patellar tendon grafts. *Am J Sports Med* 1994;22:240-247.