

자가 슬픽건을 이용한 전방 십자 인대 이중 다발 재건술 - 수술 술기 -

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실

안진환 · 이상학 · 안형권 · 강홍제

Anterior Cruciate Ligament Double Bundle Reconstruction with Hamstring Tendon Autografts - Technical Notes

Jin Hwan Ahn, M.D., Sang Hak Lee, M.D., Hyung Kwon Ahn, M.D., Hong Jae Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical Center Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: This article describes a double-bundle ACL reconstruction technique using a five-strand hamstring tendon autograft with conventional anteromedial bundle reconstruction and additional posterolateral bundle reconstruction.

Operative technique: For the tibial tunnel, the conventional single tunnel technique is performed and for the femoral tunnel, the double tunnel technique is performed with the anteromedial and posterolateral bundle. After minimal notchplasty, the anteromedial femoral tunnel is prepared with leaving one millimeter of posterior femoral cortex within the over-the-top, which is positioned at the 11-o'clock orientation for the right knee or at the 1-o'clock position for the left knee. The posterolateral femoral tunnel that is located 5 to 7 mm superior to the inner margin of the lateral meniscus anterior horn at 90° of flexion is prepared with the outside-in technique using a 4.5 cannulated reamer. The graft material for the double bundle reconstruction is made of the conventional four-strand hamstring autograft in the anteromedial bundle and of a single-strand semitendinosus tendon in the posterolateral bundle. The anteromedial bundle is fixed with using a rigid fix system on the femoral side and the posterolateral bundle is fixed to tie with the miniplate from the outside femur. Then, with the knee in 10° to 20° of flexion, a bioabsorbable screw is simultaneously applied to achieve tibial fixation with tensioning of both bundles.

Conclusion: A double bundle reconstruction with five-strand hamstring autograft, which is designed with a favorable conventional anteromedial bundle and an additional posterolateral bundle to restore rotation stability, seems to be a very effective method for the treatment for ACL instabilities.

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament, Double bundle reconstruction, Five-strand hamstring autograft

서 론

자가 이식건을 통한 전방 십자 인대 재건술은 전방 십자

인대 파열로 인한 불안정성이 있을 시 슬관절의 정상 기능을 회복할 수 있는 수술 방법으로 우수한 임상적 결과들이 보고되고 있다^{6,8,9)}. 자가 슬개건은 전방 십자 인대 재건술을 위한 자가 이식건 중 가장 많이 사용되고 있으며 현재까지도 "gold standard"로 알려져 있다^{6,8,9)}. 그러나, 전방 십자 인대 재건술의 추시 결과에서 자가 슬픽건과 자가 슬개건은 임상적으로 차이가 없는 것으로 발표되고 있다^{18,22,36)}. 또한, 자가 슬개건은 슬관절 신전 기전에 관한 문제, 관절 운동 범위 제한, 슬개골 골절 그리고 슬관절 전방 부 통증 등 공여부의 문제로 인하여 자가 슬픽건에 대한 판

* Address correspondence and reprint requests to
Jin Hwan Ahn, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine
50 Ilwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-3509, Fax: 82-2-3410-0061
E-mail: jha@smc.samsung.co.kr

* 본 논문의 요지는 2005년도 대한관절경학회 추계학술대회에서 발표되었음.

심이 높아지고 있으며 사용이 증가되고 있다^{7,13,23,26,30)}. 저자들의 경우 2001년 9월부터 대퇴골 터널은 rigid fix system으로 고정하며 자가 슬립건을 이용한 전방 십자 인대 재건술을 시행하여 좋은 결과를 얻고 있다²⁾.

관절경적 전방 십자 인대 재건술의 결과는 65~95%로 우수하게 보고되고 있으나 수상전의 활동도의 복귀와 주관적인 만족도의 문제, 잔존하는 회전 불안정성, 운동 능력의 회복 및 장기 추시 결과에 대한 문제점들이 남아 있다^{1,3,4,14,25)}. 최근 이러한 문제를 극복하기 위하여 기존의 수술 방법과는 달리 대퇴 터널을 10시 방향으로 하여 회전 안정성을 높이는 방법이나 해부학적 이중 다발 재건술을 통한 다양한 수술 방법들이 연구되어 시행되고 있다^{5,10,17,19,32,33,35)}. 하지만 이러한 방법들은 저자들간의 차이가 있으며 터널 확장, 이식건의 충돌 및 추후 재재건술에 관한 문제 등 잠재적인 합병증의 가능성이 있어 결과에 대한 추시 관찰이 필요하다.

이에 저자들은 5가닥(경우에 따라 6가닥)의 자가 슬립건을 이용하여 전내측 다발은 대퇴 터널 고정을 rigid fix system을 이용한 기존과 동일한 방법의 재건술에 부가적인 후외측 다발을 outside in 방법을 통하여 시행한 이중 다발 재건술을 소개하고자 한다.

수술 술기

관절경적 전방 십자 인대 파열 진단 (Arthroscopic confirmation of ACL lesion) 및 적응증

전방 십자 인대 재건술의 적응증은 슬관절 수상 후 지속적인 재활 운동에도 전방 불안정성이 지속되는 만성 환자를 대상으로 한다. 특히, 이학적 검사상 KT-2000 관절 계측 결과 전측에 비해 5 mm 이상의 전방 불안정성과 2도 이상의 pivot shift 양성여부가 수술 결정의 중요한 요소이다.

표준 전외측 및 전내측 도달법을 통하여 기본적인 관절경적 관찰을 시행하고 슬관절 내 이상 소견을 모두 확인한다. 특히, 전외측 도달법은 일반적으로 사용하는 위치에서 보다 슬개건에 매우 가깝게 또한 외측 반월상 연골의 상단에 가깝게 위치시켜야 대퇴골 파간 절흔(intercondylar notch) 외과의 후방을 잘 관찰할 수 있어 대퇴골 터널을 등장성 위치(isometric)에 정확하게 만들 수 있다. 전방 십자 인대가 완전히 소실되거나 일부분이 남아 있거나 혹은 남은 부분 일부가 후방 십자 인대에 부착되어 있는지 여부를 탐침(probe)을 이용하여 정확하게 확인 한다.

이 후 반월상 연골 파열이나 관절 연골 손상 등의 동반 손상에 대하여서 세밀히 관찰해야 한다. 특히 전방 십자 인대 만성 파열의 경우 약 85%에서 내측 반월상 연골 파열을 동반하므로 탐침자를 통한 세심한 검사와 후내측 구획의 관찰을 통하여 파열의 유무, 크기 및 위치를 정확하게 진단하여야 한다. 내측 반월상 연골 후각부는 전방 불안정성이

있는 슬관절에서 전방 전위를 방지하는 역할을 하기 때문에 후각부 파열은 가능하면 봉합술로 유지하여야 한다. 반월상 연골의 후각부 파열은 all-inside, 후내측 및 중각부는 modified inside-out, 전각부는 outside-in 방법으로 봉합한다. 외측 반월상 연골 손상 또한 전방 십자 인대 손상과 잘 동반되며 특히, 후각의 부하부 파열인 경우 회전 안정성에도 관여하므로 all-inside 방법을 통하여 봉합술을 시행한다.

이중 다발을 위한 반건양건 및 박건의 채취 및 준비

경골 결절(tibial tubercle)에서 후방 2 cm 부위를 약 5 cm 종적 절개를 하고 피부 및 피하조직을 박리하여 거위발건(pes anserinus)의 상부 경계부를 확인한 후 반건양건(semi-tendinosus tendon)으로 생각되는 부위를 경골의 내측 가장자리(medial border)에서 측지하여 확인한다. 건막을 절개하고 반건양건을 경골 내측 가장자리보다 후방에서 찾아 주위 연부조직으로부터 분리하고 1~3 개의 부속건(accessory tendon)을 반드시 확인하고 절제하여야 한다²⁸⁾. 이때 부속건을 절제하지 않고 건을 채취하면 아주 직경이 작은 건을 채취하게 된다. 인지(index finger)를 이용하여서 반건양건을 근위부로는 근건 이행부(musculotendinous junction portion)까지 충분히 연부조직으로부터 박리한다. 같은 방법으로 박건(gracilis tendon)도 분리하여 충분히 잘 미끄러지는 것을 확인 후 건분리기(tendon stripper)를 이용하여 먼저 박건부터 근위부 근건 이행부까지 분리하고 절단한다. 이후 반건양건도 같은 방법으로 분리 절단한다. 반건양건과 박건의 공동 부착부에서 골막에 붙은 상태로 최대한의 건의 길이가 유지 되도록 슬립건을 채취한 후 그 부위의 근막을 봉합한다.

채취한 이식건은 근육 및 지방조직을 세심하게 제거해 주고, 채취된 두건을 이용하여 이중 다발을 준비한다. 전내측 다발은 이중 고리 모양(double looped)으로 하여 모두 4 가닥으로 만들며 두께는 7~9 mm, 길이는 약 100 mm (대퇴골 터널에 삽입될 부위는 30 mm, 관절 내부에 위치할 부위는 30 mm, 경골 터널 내에 위치할 부위 40 mm)가 되게 한다. 슬립건 이중 고리 중 반건양건과 박건의 경골 부위는 No. 5 Ethibond(Ethicon, Somerville, NJ, USA) 봉합사를 이용하여 연결하고, 이식건의 접힌 부위(folding)에 No. 2 PDS(Ethicon, Somerville, NJ, USA) 봉합사를 통과시키고 이 부위와 직각이 되는 부위에 methylene-blue로 표시한 뒤 장력을 주었을 때 고르게 힘이 가해지는 것을 확인 후 No. 2 Vicryl(Ethicon, Somerville, NJ, USA) 봉합사로 근위부 약 30 mm 부위를 연속 봉합하여 이식건을 완성한다.

후외측 다발은 반건양건 단일 다발로 만들며 두께는 3~4 mm, 길이는 약 70~80 mm (대퇴골 터널에 삽입될 부위 20 mm, 관절 내부에 위치할 부위는 20 mm,

경골 터널 내에 위치할 부위 40 mm)가 되게 한다. 반전 양 단일 다발의 대퇴 부위 및 경골부를 각각 No. 5 Ethibond 봉합사를 이용하여 연결한다. 만약 박건의 길이가 25 cm 이상으로 충분할 경우 박건을 반전양건과 함께 2가닥의 다발을 만들 수 있다(Fig. 1).

대퇴 과간 절흔 성형술 (notchplasty)

전내측 도달법으로 관절경을 삽입하고, 전외측 도달법으로 전동 절삭기(motorized shaver)를 삽입하여 전외측으로 관절경을 삽입하였을 때 관절경 시야를 방해하는 구조물인 증식된 활막과 지방 조직을 제거한 후, 전외측 도달법으로 관절경을 삽입하면 좋은 관절경 시야를 확보할 수 있다. 전외측 도달법 통한 관절경적 시야 하에 전내측 도달법으로 burr를 사용하여 대퇴골 외과의 내측면의 골 및 연부조직을 최소한으로 제거하고 대퇴 외과 후방 피질골이 잘 보이도록 대퇴 과간 절흔 성형술을 시행한다. Burr 사용시 역회전(reverse)으로 하여야 섬세하게 뼈를 제거할 수 있다. 또한 대퇴외과의 후방 피질골에 부착되는 연부 조직을 깨끗이 제거하고 대퇴과 절흔의 후방 경계(over-the-top)의 위치를 잘 관찰할 수 있게 한다.

경골 터널 만들기

전외측 도달법을 통한 관절경적 시야 하에 45도 각도로 고정된 ACL tibial guide(Mitek, Norderstedt, Germany)를 전내측 도달법을 통하여 삽입하여 경골의 등장점을 향하여 guide wire를 삽입한다. 경골 터널의 관절의 위치는 거위 발(pes anserinus)의 상연(superior margin)보다 1.5 cm 상부와 경골 결절(tibial tubercle)의 내연(medial margin)에서 1 cm 후방의 만나는 점으로 한다. 관절 내 위치는 외측 반월상 연골의 전각부 내연(inner margin), 내측 경골 과간 용기의 외측부, 후

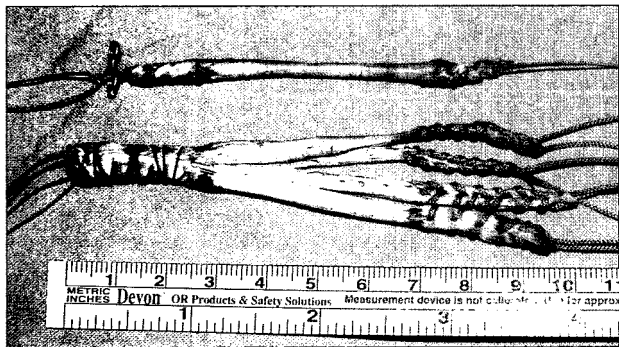


Fig. 1. Preparation of five strand hamstring tendon autografts. The anteromedial bundle is prepared with a four strand double-looped hamstring autograft. The posterolateral bundle is prepared with a single strand semitendinosus tendon autograft and a miniplate with tying Ethibond.

방 십자 인대의 7 mm 전방. 그리고, 전방 십자 인대의 경골 부착부의 중심점 혹은 그보다 약간 후방에 중심점을 기준으로 하여 결정한다.

관절 내로 guide wire가 나오면, 슬관절을 80~90도 굴곡한 시킨 위치에서 guide wire를 더욱 전진시켜 대퇴골의 등장점(즉, 11시 혹은 1시 방향으로 대퇴과 절흔 피질골 후방 경계(over-the-top)의 5 mm 가량 앞쪽에 위치)을 향하며 후방 십자 인대와 약 3 mm 간격이 있고, 슬관절을 신전 시켜 guide wire가 주위의 대퇴골과 충돌이 일어나지 않을 충분한 간격이 있는지 반드시 확인하여야 한다. 만약 guide wire가 대퇴골의 등장점보다 훨씬 전방을 향하는 위치에서 경골 터널을 만들면 슬관절을 신전시켜야 대퇴골의 등장점에 도달할 수 있고 신전 위치에서 경골 터널을 통하여 대퇴 터널을 만들면 대퇴 터널의 후방 피질골이 파괴 되거나, 무리하게 슬관절을 굴곡 시켜 대퇴골의 터널을 만들면 대퇴골 터널이 비등장성점에 위치하게 된다. 그러므로 만족한 위치에 guide wire가 삽입되지 않았을 경우는 다른 guide wire를 이용하여 이상적인 위치에 반드시 삽입 시켜야 한다.

정확한 위치에 삽입된 유도 강선을 따라 유관 확공기(cannulated reamer)로 경골 터널을 만들고, 확공기가 관절 내로 관통할 때 후방 십자 인대를 손상시키지 않도록 주의해야 한다. 처음부터 이식전과 동일한 직경으로 한번에 터널을 만들면 나중에 터널의 직경이 커질 수 있고 슬 후 터널 확장의 원인이 되기 때문에 먼저 이식전의 직경보다 1~1.5 cm 작은 직경의 유관 확공기(cannulated reamer)로 터널을 단는다.

이중 다발을 위한 대퇴 터널 만들기

먼저 전내측 다발을 위한 대퇴 터널을 만든다. 경골 터널을 통하여 transtibial femoral guide를 관절 내로 삽입하고 유도관(guide)의 후각을 대퇴과 절흔의 후방 경계(over-the-top)의 11시 혹은 1시 방향에 위치시켜 그보다 5.5 mm 전방에 Beath 핀을 삽입한다. Beath 핀을 transtibial femoral guide 속으로 따라 천공술(drilling) 하여 대퇴골 외과의 피부 밖으로 핀의 끝이 나오게 한다. 경골 터널과 동일한 직경의 대퇴골용 유관 확공기(cannulated reamer)를 Beath 핀을 따라 관절 내로 삽입하고, 대퇴골의 터널을 만들기 시작한다. 대퇴골의 터널의 입구 흔적만 먼저 만들어 터널의 위치가 이상적인 등장점 즉, 터널의 후방 대퇴 피질골이 약 1 mm 두께로 남아 있는 것을 확인하여야 한다(Fig. 2). 대퇴터널의 입구 흔적이 정확한 등장점에 위치하면 유관 확공기(cannulated reamer)를 이용하여 30 mm 길이의 터널을 만든다. 그 후 0.5 mm 간격으로 큰 확장기(dilator)를 이용하여 경골 및 대퇴 터널을 확장 시켜 이식전이 통과할 수 있는 최소한의 직경의 터널(7~9 mm)을 만든다. 그 후 Beath

핀을 대퇴골 외과 밖으로 뽑아낸다.

후외측 다발을 위한 대퇴 터널을 만들기 위해 슬관절 90도 굴곡 상태에서 외측 반월상 연골 후각의 경골 부착부 내연(inner margin)에서 외측 대퇴과 내측벽의 상방 5~7 mm 부위에 미세 골절 정(microfracture awl)을 이용하



Fig. 2. The femoral tunnel of anteromedial bundle is made with a 1 mm smaller reamer than the femoral graft size. The Beath pin is then pulled out, and the remained thin posterior cortex should be conformed.

여 미리 흔적을 남긴다(Fig. 3). 이후 대퇴골 외과 외측 상과(lateral epicondyle) 부위에 3 cm 가량 횡적 피부 절개를 가하고 피하 조직을 박리한 후 장경대(iliotibial band)를 역시 횡적 절개를 가한다. 관절경을 전내측 삽입구로 삽입한 후 tibial guide (Linvatec, Largo, FL, USA)를 전외측 삽입구로 삽입하여 미리 표시해 둔 부위에 위치시킨 후 대퇴골 외측 상과 부위로부터 outside in 방법으로 guide wire를 삽입한다(Fig. 4).

이 후 Rigid fix guide를 관절경 하에 삽입하고 대퇴 터널 고정을 위한 생체 흡수용 핀(bioabsorbable cross pin)을 삽입할 부위를 확인 한다. 후외측 터널을 위한 guide wire의 상방 1 cm 가량 떨어진 부위에 guide sheath를 삽입하고 drill을 이용하여 두개의 터널을 만들고 guide sheath를 대퇴골에 부착시킨다(Fig. 5). 관절경을 경골 터널로 통과하여 대퇴 터널에 삽입하여 시야를 확보하고, guide sheath 안으로 K-강선을 삽입하여 K-강선이 대퇴 터널의 중심부에 있는지 여부와 후외측 대퇴 터널을 guide wire가 연결되지 않음을 확인한다. 전외측 도달법을 통해 삽입된 관절경을 통해 관찰하며 후외측 터널을 위해 정확한 위치에 삽입된 guide wire를 따라 4.5 mm 유관 확공기(cannulated reamer)(Smith & Nephew, Andover, Massachusetts, USA)로 터널을 만든다(Fig. 6A).

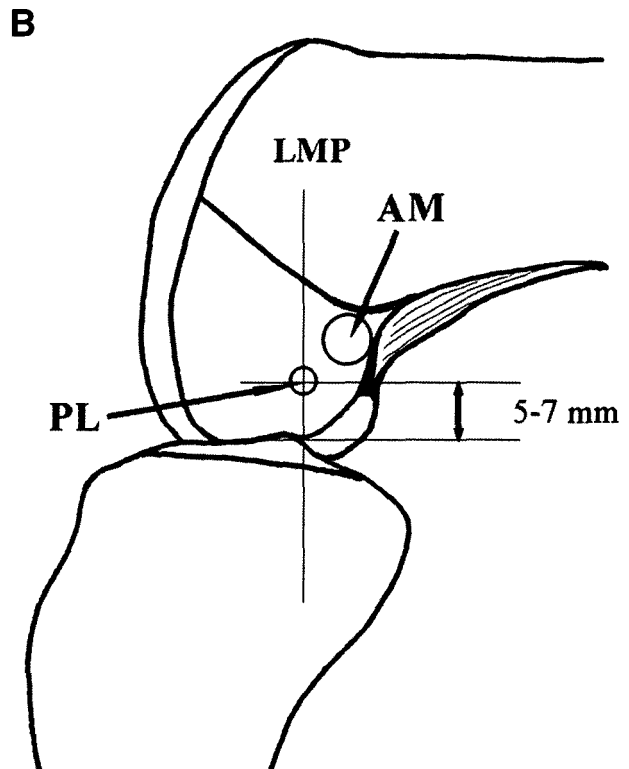
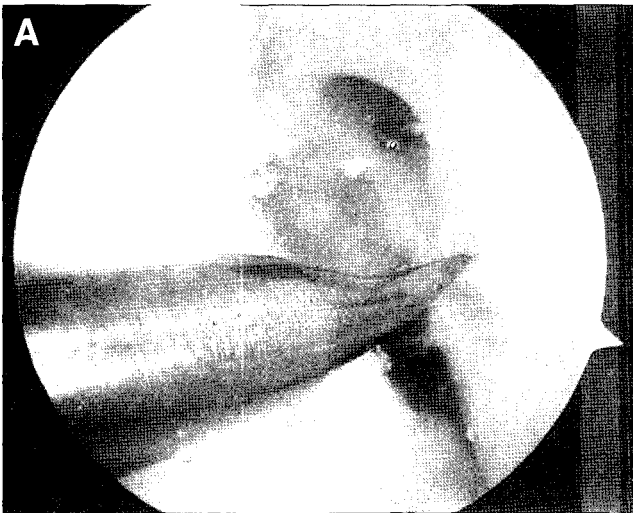


Fig. 3. (A) Arthroscopic view from the anterolateral portal of the left knee shows the mark on the site of posteromedial tunnel made by a microfracture awl that is introduced through the anteromedial portal. (B) Schematic drawing of the double femoral tunnel. The center of the posteromedial bundle is made at the point on the LMP line 5 to 7 mm superior to the edge of the joint cartilage. (AM, anteromedial tunnel; PL, posterolateral tunnel, LMP, inner margin of the lateral meniscus posterior horn).

이식전의 고정

먼저 후외측 다발을 위한 대퇴 터널에 외부에서 강선 고리(wire loop)를 관절내로 삽입하여 경골 터널로 통과 시켜 둔다. 이 후 7.0 mm 확장기(dilator)를 삽입하여서 Beath 핀을 다시 제자리에 삽입 후 강선 고리(wire loop)를 경골 터널을 지나 전내측 다발을 위한 대퇴 터널을 통하여 통과 시켜 둔다(Fig. 6B). 후외측 다발을 위한 대퇴 터널의 길이를 측정한다. 준비된 반전양건 단일 가닥의 대퇴측 Ethibond를 2 hole로 만든 miniplate(1.7 mm, 4 holes; Stryker Leibenger, Freiberg, Germany)를 이용하여 통과시키고 대퇴측 길이에 맞게 tie 한다(Fig. 1).

강선 고리(wire loop)에 반전양건 단일 가닥에 걸어 두었던 경골측 실을 연결하고 강선 고리(wire loop)를 후외측 대퇴 터널과 경골 터널을 통하여 뽑아낸다. 이때 miniplate가 장경대보다 심부에 대퇴골에 밀착되었는지를 반드시 확인한다. 이 후 강선 고리(wire loop)에 슬릭건 4가닥의 이중고리 근위부에 걸어 두었던 No. 2 PDS 봉합사를 연결하고 강선 고리(wire loop)를 경골 터널과 전내측 대

퇴 터널을 통하여 피부 밖으로 조심스럽게 뽑아 낸다.

Rigid fix bioabsorbable pin(length, 42 mm;

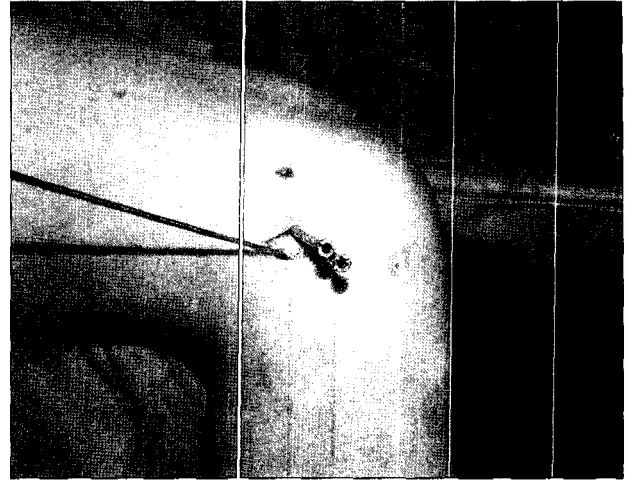


Fig. 5. The guide sheaths of Rigid fix system are inserted to the lateral epicondylar area 1 cm above the guide wire of the posterolateral femoral tunnel through a small skin incision.

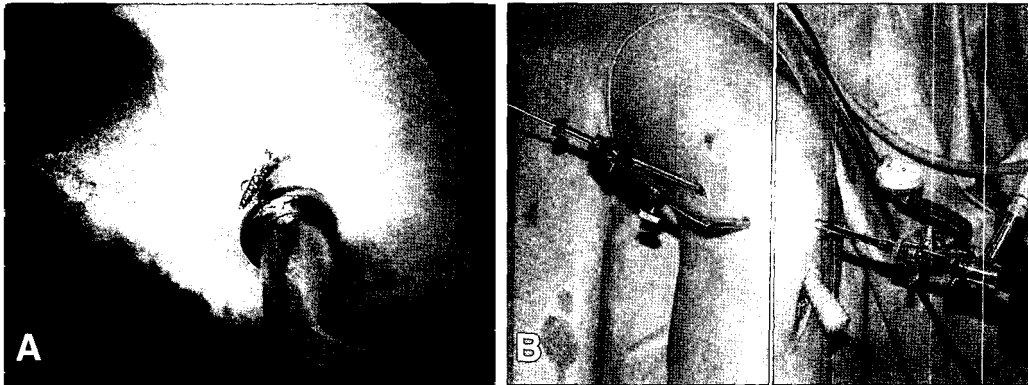


Fig. 4. (A) The guide wire to create the posterolateral femoral tunnel is inserted by the outside-in technique. (B) The tibial guide (Linvatec, Largo, FL, USA) with guide wire is seen from the outside.

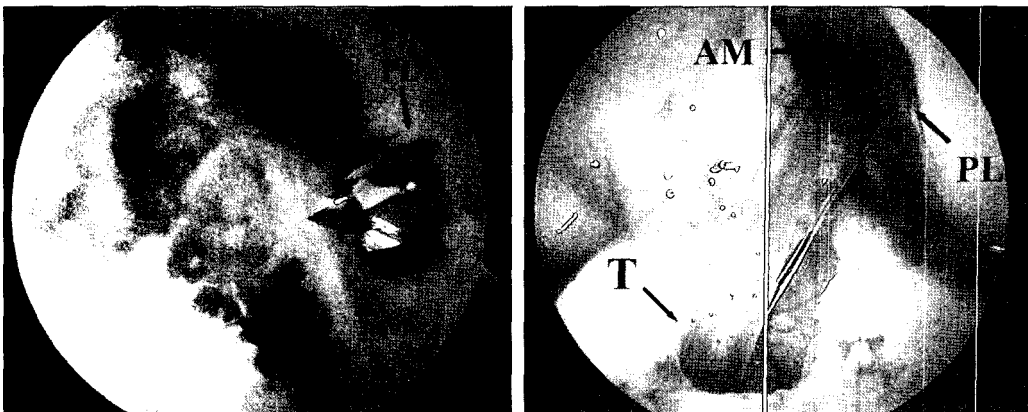


Fig. 6. (A) The 4.5 cannulated reamer is passed through the guide wire. (B) The wire loop with wrapping the IV(intravenous) line is introduced from the tibial tunnel and this passes out of the anteromedial femoral tunnel. The simple wire loop is introduced from the posterolateral femoral tunnel and it passes out the tibial tunnel. (AM, anteromedial femoral tunnel; PL, posterolateral femoral tunnel; T, tibial tunnel).

diameter, 3.3 mm; Rigid Fix, Ethicon, Mitek Division, Norderstedt, Germany)을 근위 sheath 안으로 삽입하여 고정 후 이식건을 당겨 잘 고정된 것을 확인 후 나머지 원위부도 같은 방법으로 고정한다. 대퇴골 터널에 이식건을 고정 후 경골 터널 밖에서 이식건을 당기면서 집게 손가락으로 이중 다발을 모두 당겨 경골 상단에 고정하면서 슬관절을 신전 및 굴곡시키면서 이식건의 이동 (excursion) 여부를 확인한다. 이 후 경골 터널에 bioabsorbable screw guide pin을 삽입하고 터널 쪽에 나와 있는 이중 고리 끝에 No. 5 Ethibond 봉합사에 인장기(tensioner)를 설치한다. 후외측 다발에 연결된 No. 5 Ethibond와 함께 인장기를 15-20 Lb의 힘으로 인장력을 가하면서 슬관절을 10~20도 굴곡 시킨 상태에서 guide pin을 따라서 경골 터널과 동일한 직경의 생체 흡수용 간섭 나사못(bioabsorbable interference screw)을 삽입하여 전내측 및 후외측 다발을 동시에 고정한다.

고정 후 이식건을 탐침 하였을 때 신전 및 90도 굴곡 위치에서 동일한 긴장이 축지 되어야 한다(Fig. 7). 경골의 고정력이 약화될 가능성이 있기 때문에 이식건을 봉합한 Ethibond 봉합사를 경골 상단부에 screw 와 washer를 이용한 post tie로 보강한다.

술 후 재활

피부 봉합 후 슬관절을 완전히 신전시킨 상태로 부목 고정을 한다. 부목은 통증이 소실될 때까지 약 2일 동안 시행하고, suction drain을 제거한 후, Continuous Passive Motion으로 0도에서 30도 까지 실시한다. 술

후 1일째부터 부분 체중 부하 하에 목발 보행을 시행하며 술 후 2일부턴 제한적 운동을 허용하는 보조기를 착용하여 점진적으로 운동량을 증가하여 술 후 4주에 90도 운동량을 회복하도록 한다. 보조기는 술 후 4~6주 동안 착용하며, 술 후 3개월 완전 체중 부하 하도록 한다. 근육 강화 훈련은 수술 통증이 없어지면 시작하며, 술 후 2개월부터 bicycling exercise, 술 후 3개월부턴 수영을 허용하며, 술 후 6개월 후부터는 조깅 등 가벼운 운동을 시작하여 8개월 후부터는 운동 활동을 허용하였다.

고 찰

해부학적 재건을 위한 다양한 방법들이 시도되고 있으나 최선의 방법에 대해서는 논란이 되고 있다. 저자들의 방법은 자가 슬관절 5가닥을 이용한 이중 다발 전방 십자 인대 재건술을 통하여 기존의 전방 십자 인대 재건술에서 후외측 다발 재건술을 부가한 방법이 슬관절의 전방 안정성을 물론 회전 안정성에 도움을 줄 수 있을 것이라 사료 된다. 경골 터널은 기존의 단일 터널 방법을 사용하였으며 대퇴 터널은 전내측과 후외측 다발을 위한 이중 터널 방법을 사용하였다. 전내측 다발을 위한 대퇴 터널은 기존의 방법과 동일하게 11시 혹은 1시 방향에 경골 터널을 통하여 만들어 주었고 후외측 다발을 위한 대퇴 터널은 outside-in 방법을 사용하였다.

전방 십자 인대의 해부학적 전내측과 후외측 다발을 재건하기 위하여 다양한 방법들이 시행되고 있다. 단일 경골 및

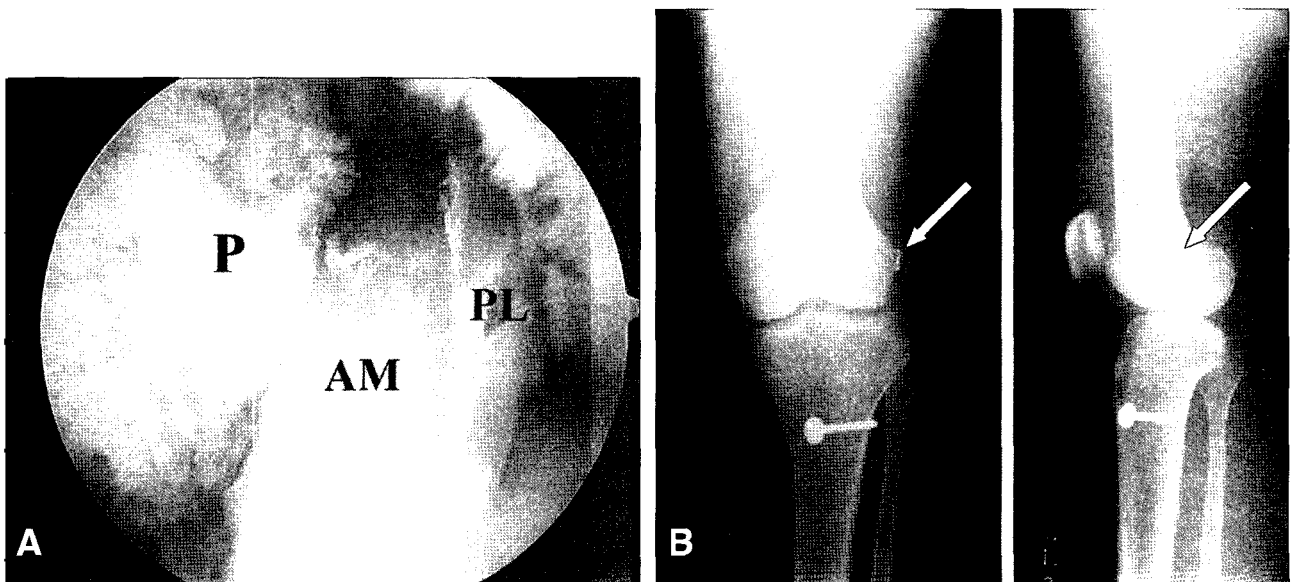


Fig. 7. (A) The graft for the anteromedial bundle is seen anteriorly. The posterolateral bundle is observed with good tension on probing at 90-degrees of knee flexion. (B) Postoperative radiographs in anteroposterior and lateral views shows the miniplate (arrow) on lateral femoral condyle.

대퇴 터널을 사용하거나²⁹⁾ 단일 경골과 2개의 대퇴 터널^{11,16)}, 2개의 경골 및 대퇴 터널^{19,32,35)} 그리고 3개의 경골과 2개의 대퇴 터널²⁷⁾ 방법들이 시도되어 보고 되었다. Mae 등¹⁶⁾은 생역학적 연구를 통하여 전방 십자 인대 이중 다발 재건술을 단일 경골과 이중 대퇴 터널을 사용할 경우 슬관절의 정상 기능을 회복하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 보고 하였다. 저자들의 방법 또한 경골을 단일 터널을 사용하여 이중 다발을 함께 인장 강도를 주어 고정함으로써 슬관절의 관절 운동범위에 따른 영향이 거의 없는 위치에 재건이 가능하였다.

기존의 전방 십자 인대 재건술은 대퇴 터널을 11시 방향(우측 슬관절의 경우)에 만들어 주는 방법이 주로 사용되었으며 이는 전내측 다발을 재건하는 방법이었다. 그러나, Loh 등¹⁵⁾과 Scopp 등²⁴⁾은 생역학적 실험을 통하여 대퇴 터널을 기존의 11시 방향보다 10시 방향에 만들어 주는 것이 전방 안정성뿐 아니라 회전 안정성에 도움을 줄 것으로 보고 하였다. 하지만 이는 생역학적인 연구 결과이고 이러한 시도 만으로는 전방 십자 인대의 기능을 회복하기는 어려울 것으로 생각 되었다. 또한 최근에 여러 연구들에서 전내측 다발과 후외측 다발을 재건하는 해부학적 재건술이 시행되어 회전 안정성 문제뿐 아니라 슬관절 본래의 전방 십자 인대 기능을 회복할 수 있을 것으로 기대하였다^{5,17,19,29,32,35)}. 그러나, 이들은 아직 이식건의 충돌(graft impingement), 이식건의 실패(graft failure), 터널의 확장 및 추후 재재건술의 문제 등의 잠재적인 합병증의 가능성이 있으므로 장기 추시 결과가 필요하다. 저자들의 방법은 기존의 검종된 전내측 다발 재건술에 부가적인 후외측 다발 재건술을 사용하여 이러한 문제들을 극복하고자 하였다. 전내측 다발은 해부학적인 11시 방향에 등장점(isometric point)인 후방 피질골을 1 mm 남긴 위치에 터널을 만들어 주었다. 여기에 후외측 터널은 outside-in 방법으로 4.5 mm reamer를 사용하여 전내측 터널보다 기울어진 방향으로 만들어 주어 후외측 터널 형성 시 대퇴 외과에 대한 골절 및 무혈성 괴사 등의 가능성을 줄이며 추 후 재재건술 시 터널 연결 등의 문제가 줄어들 것으로 생각된다.

후외측 다발의 위치에 대해서는 여러 가지 이견이 있으나 정확한 위치에 대한 기술보다는 전내측 다발에 대한 시계 방향을 기준으로 하거나 전방 십자 인대 대퇴골 부착부 흔적을 기준으로 하였다^{5,19)}. Yasuda 등³⁵⁾은 다발의 방향이나 부착부의 흔적 보다는 해부학적인 연구를 통하여 후외측 다발의 위치를 결정하였으며 이는 슬관절 90도 굴곡 상태에서 외측 대퇴골과 관절면과 만나는 부위를 기준으로 5~8 mm 상방을 중심으로 하였다. Yagi 등³¹⁾은 정확한 전내측 및 후외측 터널의 위치를 위하여 사체의 해부학적 전방 십자 인대 다발의 중심에 대퇴골 형판(template)을

통해 미리 인식된 navigation system을 통하여 결정하는 방법을 사용하였다. 전방 십자 인대 만성 파열의 경우 대퇴골 부착부 흔적은 확연하게 남아 있기 않은 경우가 많으며 시계 방향을 통한 위치 선정은 그 위치에 변화가 있으므로 정확한 위치를 판단하기는 어렵다. 저자들의 경우 후외측 다발의 위치는 슬관절을 90도 굴곡 상태에서 대퇴 외과 내측면의 외측 반월상 연골 후각의 내연에서 5~7 mm 상방을 중심으로 하였다. 이러한 위치는 신전하여 두 다발의 인대를 함께 고정 하였을 때 굴곡 및 신전시 긴장도를 유지할 수 있어 슬관절 관절 범위 운동에 따른 안정성을 가질 수 있을 것으로 판단된다. 이러한 대퇴골 후외측 터널 위치의 결정시는 전내측 삼입구를 통하여 관찰하면서 슬관절의 각도와 기준되는 구조물과의 관계를 확인하며 정확한 위치를 잡는 것이 중요하다.

최근 여러 저자들은 자가 슬픽건을 이용한 대퇴 터널의 이중 다발 고정 시 Endobutton을 이용한 고정방법을 사용하였는데 이는 이식건의 길이가 짧을 경우 유용하게 사용될 수 있으나 여러가지 문제점들이 보고되고 있다^{12,20,34)}. Endobutton을 통한 고정법은 관절내 이동, 골터널의 확장, 대퇴골 피질과 Endobutton사이의 연부 조직 간섭(interposition). 또한 이식물의 양끝이 멀리 떨어져서 고정됨에 따라 관절 운동에 따른 골터널과 이식건 사이에서 수직 움직임이 일어나는 "bungee effect"가 많이 일어날 수 있다. 저자들의 방법은 전내측 다발의 대퇴골 터널 고정 은 Rigid fix system에 의한 생체 흡수성 핀 2개로 고정 하였다. 이는 이식건의 해부학적 고정을 통하여 이식건의 움직임을 줄일 수 있으며 이식건의 손상이 적고 고정물 제거가 불필요하다. 또한 강성(stiffness) 및 최대 실패 강도가 높으며 초기에 고정력이 높아 빠른 재활이 가능한 장점이 있다³⁷⁾. 후외측 다발의 고정시는 miniplate를 이용한 tie로 관절 외 고정하는 방법을 사용하였는데 후외측 다발의 경우는 대퇴골 터널이 4.5 mm로 좁으며 길이가 짧아서 관절 외 이식건의 고정이 가져올 수 있는 이식건과 터널 사이의 수직 움직임이나 터널 확장 등의 합병증이 적을 것으로 사료 된다.

자가 슬픽건을 이용한 이중 다발 이식술은 이식건의 다발의 길이 및 굵기의 제한이 있다. 이러한 제한점을 극복하기 위하여 다양한 방법의 시술이 시행되고 있으며^{17,19,29)} Yasuda 등³⁵⁾과 Yagi 등³¹⁾은 Endobutton을 사용함으로써 전내측 다발을 슬픽건 4가닥 이중 다발로 기존의 길이(100~110 mm) 보다 짧은(80 mm) 길이를 사용할 수 있었다. 또한 후외측 다발로 반전양건 이중 가닥의 사용이 가능하였다. 하지만 이 경우 이식건과 터널사이의 길이가 짧아 골 터널-이식건사이의 치유에 불리하며 위에서 지적한 Endobutton이 가지는 문제인 골터널 확장이나 이식건의

움직임 또한 일어날 수 있다. 저자들의 방법은 전내측 다발을 충분한 길이(100 mm)의 슬릭건 4가닥을 사용하여 이식건의 치유를 도모하였다. Noyes 등²¹⁾은 생역학적 연구를 통하여 반건양건이 전방 십자 인대의 70%의 힘(strength)을 가지는 것으로 보고 하였는데 저자들은 후외측 다발로 사용한 반건양건 단일 가닥이 충분한 힘(strength)으로 회전 안정성에 기여할 것으로 사료 된다. 또한 박건의 길이가 충분할 경우 후외측 다발로 함께 사용하여 더욱 회전 안정성을 부가할 수 있을 것이다.

저자들의 방법의 장점은 첫째는, 기존의 우수한 결과를 보여 주었던 자가 슬릭건을 이용하고 Rigid fix system으로 대퇴골 터널을 고정한 전내측 다발 재건술을 동일하게 시행함으로써 새로운 수술로 인한 잠재적인 합병증의 문제를 배제할 수 있다는 점이다. 둘째로, 골터널과 인대의 길이를 충분히 유지하며 대퇴골 터널에 Rigid fix system으로 고정함으로써 골 인대 치유가 용이하며 조기 관절 운동이 가능하다는 점이다. 셋째는 전내측 다발에 부가적인 후외측 다발의 재건술을 통하여 이중 다발 재건술을 시행함으로써 전방 불안정성뿐만 아니라 회전 안정성을 회복할 수 있다는 점이다. 또한 넷째로 대퇴골 이중 터널을 통하여 이식건과 대퇴골 터널사이의 부착부가 넓어 골 터널-인식건간의 치유에 유리하며, 다섯째로 5가닥(경우에 따라 6가닥)의 슬릭건을 이용하므로 이식건의 표면적이 넓기 때문에 이식 후 혈관의 재형성이 다른 이식건의 경우 보다 빠른 장점이 있겠다.

하지만 이 방법의 문제점은 채취된 반건양건의 길이가 25 cm 이하로 짧은 경우나 특히, 왜소한 여자인 경우 사용에 제한이 있다는 점과 수술 시간의 연장 및 기술적인 어려움 등이며 추 후 생역학적 연구와 임상적인 장기 추시 관찰이 필요하겠다.

결 론

저자들은 비교적 우수한 결과를 보여주었던 기존의 전내측 다발 재건술에 회전 안정성을 위한 부가적인 후외측 다발을 통해 5가닥(경우에 따라 6가닥)의 자가 슬릭건을 이용한 이중 다발 재건술을 시행함으로써 좋은 결과가 기대된다.

REFERENCES

- 1) Aglietti P, Buzzi R, Zaccherotti G and De Biase P: Patellar tendon versus doubled semitendinosus and gracilis tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 22:211-217; discussion 217-218, 1994.
- 2) Ahn JH, Cho YB and Lee JY: Second-look arthroscopy after ACL reconstruction: Comparison of patellar tendon

- autografts with hamstring tendon autografts. *J of Korean Orthop Assoc*, 38:159-164, 2003.
- 3) Anderson AF, Snyder RB and Lipscomb AB, Jr.: Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med*, 29:272-279, 2001.
- 4) Bach BR, Jr., Tradonsky S, Bojchuk J, Levy ME, Bush-Joseph CA and Khan NH: Arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patellar tendon autograft. Five- to nine-year follow-up evaluation. *Am J Sports Med*, 26:20-29, 1998.
- 5) Cain EL, Jr. and Clancy WG, Jr.: Anatomic endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction with patella tendon autograft. *Orthop Clin North Am*, 33:717-725, 2002.
- 6) Corsetti JR and Jackson DW: Failure of anterior cruciate ligament reconstruction: the biologic basis. *Clin Orthop Relat Res*:42-49, 1996.
- 7) Engebretsen L, Benum P, Fasting O, Molster A and Strand T: A prospective, randomized study of three surgical techniques for treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 18:585-590, 1990.
- 8) Frank CB and Jackson DW: The science of reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Am*, 79:1556-1576, 1997.
- 9) 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.
- 10) Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M and Debski RE: Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res*, 22:85-89, 2004.
- 11) 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.
- 12) Jansson KA, Harilainen A, Sandelin J, Karjalainen PT, Aronen HJ and Tallroth K: Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with the hamstring autograft and endobutton fixation technique. A clinical, radiographic and magnetic resonance imaging study with 2 years follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7:290-295, 1999.
- 13) Kleipool AE, van Loon T and Marti RK: Pain after use of the central third of the patellar tendon for cruciate ligament reconstruction. 33 patients followed 2-3 years. *Acta Orthop Scand*, 65:62-66, 1994.
- 14) Kocher MS, Steadman JR, Briggs K, Zurakowski D, Sterett WI and Hawkins RJ: Determinants of patient satisfaction with outcome after anterior cruciate ligament

- reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 84-A:1560-1572, 2002.
- 15) **Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, Steadman RJ, Fu FH and Woo SL:** Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: Comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy*, 19:297-304, 2003.
 - 16) **Mae T, Shino K, Miyama T, et al:** Single- versus two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique: Biomechanical analysis using a robotic simulator. *Arthroscopy*, 17:708-716, 2001.
 - 17) **Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F and Presti ML:** Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy*, 19:540-546, 2003.
 - 18) **Marder RA, Raskind JR and Carroll M:** Prospective evaluation of arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction. Patellar tendon versus semitendinosus and gracilis tendons. *Am J Sports Med*, 19:478-484, 1991.
 - 19) **Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H and Shinomiya K:** Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy*, 15:618-624, 1999.
 - 20) **Nebelung W, Becker R, Merkel M and Ropke M:** Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction with semitendinosus tendon using Endobutton fixation on the femoral side. *Arthroscopy*, 14:810-815, 1998.
 - 21) **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF and Hefzy MS:** Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee-ligament repairs and reconstructions. *J Bone Joint Surg Am*, 66:344-352, 1984.
 - 22) **Otero AL and Hutcheson L:** A comparison of the doubled semitendinosus/gracilis and central third of the patellar tendon autografts in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 9:143-148, 1993.
 - 23) **Sachs RA, Daniel DM, Stone ML and Garfein RF:** Patellofemoral problems after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 17:760-765, 1989.
 - 24) **Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM and Moorman CT, 3rd:** The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy*, 20:294-299, 2004.
 - 25) **Shelbourne KD and Gray T:** Anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous patellar tendon graft followed by accelerated rehabilitation. A two- to nine-year followup. *Am J Sports Med*, 25:786-795, 1997.
 - 26) **Shino K, Nakagawa S, Inoue M, Horibe S and Yoneda M:** Deterioration of patellofemoral articular surfaces after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 21:206-211, 1993.
 - 27) **Shino K, Nakata, K, Nakamura N:** Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using two double-looped hamstring grafts via twin femoral and triple tibial tunnels. *Oper Tech Ortho*, 18:550-555, 2005.
 - 28) **Solman CG, Jr. and Pagnani MJ:** Hamstring tendon harvesting. Reviewing anatomic relationships and avoiding pitfalls. *Orthop Clin North Am*, 34:1-8, 2003.
 - 29) **Takeuchi R, Saito T, Mituhashi S, Suzuki E, Yamada I and Koshino T:** Double-bundle anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using bone-hamstring-bone composite graft. *Arthroscopy*, 18:550-555, 2002.
 - 30) **Williams RJ, 3rd, Hyman J, Petrigliano F, Rozentel T and Wickiewicz TL:** Anterior cruciate ligament reconstruction with a four-strand hamstring tendon autograft. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A:225-232, 2004.
 - 31) **Yagi M, Kuroda R, Yaoshiya S and Kurosaka M:** Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: The Japanese experience. *Oper Tech Ortho*, 15:116-122, 2005.
 - 32) **Yagi M, Wong EK, Kanamori A, Debski RE, Fu FH and Woo SL:** Biomechanical analysis of an anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30:660-666, 2002.
 - 33) **Yamamoto Y, Hsu WH, Woo SL, Van Scyoc AH, Takakura Y and Debski RE:** Knee stability and graft function after anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison of a lateral and an anatomical femoral tunnel placement. *Am J Sports Med*, 32:1825-1832, 2004.
 - 34) **Yamazaki S, Yasuda K, Tomita F, Minami A and Tohyama H:** The effect of graft-tunnel diameter disparity on intraosseous healing of the flexor tendon graft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 30:498-505, 2002.
 - 35) **Yasuda K, Kondo E, Ichiyama H, et al:** Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy*, 20:1015-1025, 2004.
 - 36) **Yunes M, Richmond JC, Engels EA and Pinczewski LA:** Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis. *Arthroscopy*, 17:248-257, 2001.
 - 37) **Zantop T, Weimann A, Rummler M, Hassenpflug J and Petersen W:** Initial fixation strength of two bioabsorbable pins for the fixation of hamstring grafts compared to interference screw fixation: single cycle and cyclic loading. *Am J Sports Med*, 32:641-649, 2004.

총 4쪽

목적: 저자들은 5가닥의 자가 슬립건을 이용하여 기존의 전내측 다발에 부가적인 후외측 다발을 통한 전방 십자 인대 이중 다발 재건술을 소개하고자 한다.

수술 술기: 경골 터널은 기존의 단일 터널 방법을 사용하였고, 대퇴 터널은 전내측과 후외측 다발을 위한 이중 터널 방법을 사용하였다. 전내측 대퇴 터널은 최소한의 대퇴 과간 절흔 성형술 후 기존의 방법과 동일하게 11시 혹은 1시 방향에 대퇴과 절흔의 후방 경계(over-the-top)에서 후방 피질골이 1 mm 두께로 남아 있게 만든다. 또한 후외측 대퇴 터널은 outside-in 방법을 사용하여 관절 내 터널 위치는 슬관절 90도 굴곡 상태에서 외측 반월상 연골 후각의 경골 부착부 내연(inner margin)에서 외측 대퇴과 내측벽의 상방 5~7 mm 부위에 4.5 mm reamer 이용하여 만들어 준다. 이중 다발을 위한 이식건으로 전내측 다발은 기존의 4가닥 슬립건을 사용하고 후외측 다발은 반건양건 단일 가닥으로 만든다. 대퇴 터널 고정 방법으로 전내측 다발은 rigid fix system으로 고정하며 후외측 다발은 관절 밖에 miniplate를 이용하여 endobutton 방식으로 결찰로 고정한다. 이 후 경골 터널 고정은 슬관절을 10~20도 굴곡 상태에서 이중 다발을 함께 인장 강도를 주고 간섭 나사못으로 고정하고 post tie로 보강한다.

결론: 저자들은 비교적 우수한 결과를 보여주었던 기존의 전내측 다발에 회전 안정성을 위한 부가적인 후외측 다발을 통해 5가닥(경우에 따라 6가닥)의 자가 슬립건을 이용한 이중 다발 재건술을 시행함으로써 좋은 결과가 기대된다.

색인단어: 전방 십자 인대, 이중 다발 재건술, 5가닥 자가 슬립건