

슬관절 후방십자인대와 후외측 회전 불안정성의 최근 치료 경향:

해부학, 기능적 생역학, 손상 빈도, 손상 기전, 진단, 치료

중앙대학교 의료원, 국군 부산 병원*

정영복 · 이용석*

서 론(Introduction)

후방십자인대와 후외측 구조물들은 전방십자인대에 대한 해부학, 기능, 수상기전등이 여러 문헌에서 많이 보고 되는데 비하여 상대적으로 덜 소개되고 있다. 또한, 그 진단 방법, 수술의 적응증 및 수술 방법에 대해서도 많은 논쟁이 있는 것이 사실이다. 그러나, 후방십자인대는 전방십자인대에 비하여 자연치유력이 좋으므로 전방십자인대와는 다른 각도의 접근이 필요할 것으로 보이며 후외측 구조물들은 최근에 그 연구가 활발히 진행되고 있어서 여러 문헌 고찰과 저자들의 경험을 바탕으로 아틀에 대한 전반적인 견해를 서술하고자 한다.^{5,22,25,47,48,50)}

해부학(Anatomy)

1. 후방십자인대(Posterior Cruciate Ligament)

후방십자인대는 슬관절 후방부에서 전면이 활액막으로 잘 싸여진 관절의 구조이면서 주위에 혈관이 인접하고 있다.^{5,10,22,47)} 평균 길이는 38 mm 이며 평균 넓이는 13 mm 이고, 중간 부위가 가장 얇으며 위 아래로 부채 모양으로 넓게 퍼지면서 부착이 되는데 그 정도는 대퇴부 쪽이 더 넓게 부착한다. 후방십자인대의 다발은 2다발(bundle), 3다발, 4다발로 구성된다는 보고가 있으며 이중 전외측 다발(anterolateral bundle) 과 후내측 다발(posteromedial bundle) 이 중요하게 거론되고 있다. 이러한 다발은 대퇴부(anterior or posterior)와 경골부(medial or lateral)의 부착부에 따라 이름 지어지며 이러한 다발이 완전히 구분되어지는 것은 아니며 대퇴부 부착부는 대퇴 내과의 외측에 환형을 이루면서 부착되고, 32 mm 의 전후 직경을 이루면서 가장 원위부(distal) 섬유는 관절연골에서

3 mm 근위부에 위치한다. 전방 반월상 대퇴인대(anterior meniscofemoral ligament, ligament of Humphry) 는 후방십자인대 직경의 1/3 미만으로써 외측 반월상 연골 후각부에서 시작하여 후방십자인대 앞을 가로질러 대퇴쪽 후방십자인대 부착부의 원위부 모서리에 부착한다. 후방 반월상 대퇴인대(posterior meniscofemoral ligament, ligament of Wrisberg) 는 후방십자인대 직경의 1/3~1/2 정도로써 외측 반월상 연골 후각부에서 시작하여 후방십자인대 뒤를 사선으로 가로질러 대퇴 내과에 부착한다. 이러한 반월상 대퇴인대는 보고에 따라 70% 에서 100 % 까지 다양하게 보고되고 있으며 후방 반월상 대퇴인대가 더 자주 관찰된다는 보고가 있다³⁾.

2. 후외측 구조(Posterolateral Structure)

후외측의 정적 안정성에 작용하는 구조물으로써는 장경대(Iliotibial tract), 외측측부인대(lateral collateral ligament) 가 있고, popliteus complex 의 동적 안정성으로는 popliteus muscle-tendon unit 가 있으며 정적 안정성 요소로 popliteofibular ligament, popliteotibial fascicle, popliteomeniscal fascicle 로 구성되어 있고, 그 외 무릎의 후외측부 정적요소로 외측 관절낭 인대의 중앙 1/3, fabellofibular ligament, arcuate ligament, posterior horn of the lateral meniscus, lateral coronary ligament, posterolateral capsule 등이 동시에 안정성에 기여한다^{23,30)}. 후외측 불안정성에서 재건해야 할 구조물에 대해서도 이견이 많은 실정이고 최근에 와서는 슬와비골인대(popliteofibular ligament)의 중요성이 부각되고 있으며 Kanamori 등에 의해서 이 인대의 재건이 슬관절의 생역학을 가장 잘 재건하고 슬관절의 후방, 외회전력에 가장 잘 저항한다고 하였다²⁸⁾.

기능적 생역학(Functional Biomechanics)

생역학적 연구에 의하여 각각 인대의 작용에 대하여 많은 연구자들이 각각의 인대를 분리하여 절단한 후 안정성을 검사하는 방법을 사체 실험에서 연구 하였다. 후방십자인대를

* Adress correspondence and reprint requests to
Young Bok Jung, M.D.
Department of Orthopedic surgery, Chung-Ang University
Medical Center, Heukseok-dong 224-1, Dongjak-gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-6299-1578, Fax: 82-2-822-1710
E-mail: jungyb2000@hanmir.com

단독으로 절단하였을 때는 내반 또는 외회전의 안정성에 관여하지 않는다⁴¹⁾. 무릎이 0~90도 범위에서 외측측부인대와 후외측 복합인대는 경골의 내반과 외회전을 방지하는 기본적인 구조물이다⁵¹⁾. 외측측부인대나 후외측 복합인대를 각각 단독으로 절단했을 때는 후방 전위가 일어나지 않으나, 동시에 절단했을 때에는 모든 각도에서 후방 전위가 다소 일어난다. 외측측부인대를 단독으로 절단했을 때에는 내반 회전이 1~4 도로 경하게 모든 각도에서 나타나나, 후외측 복합 인대와 동시에 절단 했을 때에는 내반이 보다 증가하며 특히 30도 굴곡시에 더욱 증가한다. 여기에 후방십자인대를 다시 추가로 찢르면 후방전위, 내반 회전이 15~19도로 증가되는 동시에 경골의 외회전이 모든 각도에서 증가된다^{14, 39, 42, 52)}. Markolf 등은 후외측 구조물을 완전히 절단 후 무릎을 45도에서 90도 굴곡 상태에서 경골에 후방 및 외회전 힘을 가하면 후방십자인대에 미치는 힘이 완전 신전 각도를 제외하고는 모든 굴곡 각도에서 증가되는 것을 증명하였다. 또한, 이 경우에 내회전 힘을 가하면 후방십자인대에는 아무 영향이 없으나 0~20도에서 전방십자인대에 미치는 힘이 증가되는 것을 사체 실험에서 증명하였다³⁹⁾. Noyes 등은 후외측 구조물을 절단하면 경골과의 후외측부가 후방으로 전위되는 것이 30도에서는 증가되나 90도 굴곡위에서는 증가되지 않는다고 했다. 그러나, 후방십자인대와 후외측 구조물을 동시에 절단하면 근위 경골과의 내과 및 외과 모두 30도와 90도 모두에서 후방 아탈구가 증가되는 것을 실험적으로 증명하였다⁴²⁾. Veltri 등은 슬와 비골인대(popliteofibular ligament)와 슬와전근(popliteus)은 후방 전위, 내반과 외회전, coupled external rotation 을 방지하는 기능에 중요한 구조물이라 했다⁵¹⁾. LaPrade 등은 사체 실험에서 이식된 전방십자인대에 미치는 힘을 외측측부인대를 찢르고 내반힘을 0도, 30도 위치에서 가할 경우에 이식 전방십자인대에 미치는 힘이 증가되며 내반 및 내회전의 힘을 동시에 가할 때 이식 전방십자인대에 미치는 힘이 보다 증가되며 슬와 비골인대 및 슬와전근을 연속적으로 찢르면 이식 전방십자인대에 미치는 힘이 더 가해지는 것을 보아 전방십자인대 손상과 외측 및 후외측 복합인대 손상을 동시에 치료 할 것을 권장하였다³⁹⁾. Skyhar 등은 후방십자인대 단독 절단에서보다 후방십자인대와 후외측 복합인대를 모두 절단시 슬개 대퇴 관절의 압박력이 증가되는 것을 실험하였다⁴⁹⁾. 후외측 손상은 주로 다른 인대 손상과 동반되는 경우가 많기 때문에 다른 인대 손상의 재건후에도 이에 대한 치료를 시행하지 않을 때에는 장기적으로 재건한 십자인대를 이완시키며 사체실험에서 내회전할 때에는 전방십자인대에 부하가 증가하고, 외회전의 경우 후방십자인대에 부하가 증가된다고 하였다^{39, 44)}. 후방 반월상 대퇴인대의 기능은 무릎을 15~9도 굴곡 상태에서 후방 전위를 방지하는 기능이 있으며 후방십자인대가 정상적 기능일 때는 약 28%, 기능이 없을 때에는

70.1%의 후방전위를 막는 기능이 있으며 회전 작용에는 그 기능이 없다는 보고가 있다¹⁵⁾.

손상 기전(Mechanism of Injury)

후방십자인대의 손상 기전은 전 경골부 외상(pretibial trauma), 무릎 관절의 과도 굴곡(hyperflexion), 과도 신전(hyperextension) 등에 의해서 발생할 수 있으며 굴곡 상태에서의 pretibial trauma 가 후방십자인대 단독 손상의 가장 많은 원인이다. 발목이 배굴 될 때는 후방십자인대 보다는 슬개골이나 대퇴쪽으로 충격이 전달되며 발목이 족저 굴곡 될 때는 후방십자인대의 손상이 발생할 수 있다. 그 외의 다른 기전에 의한 손상은 대개 복합 손상의 형태로 발생한다^{3, 20)}.

후외측 복합인대 단독 손상은 비교적 드문 손상으로 DeLee 등은 약 1.6% 로 급성 단독 손상을 보고 했다¹¹⁾. 후외측부 단독 손상은 무릎이 신전 또는 거의 신전된 상태에서 경골 내측 근위부에 후외측 방향으로 힘이 가해질 때 무릎이 과신전 및 내반 되므로 후외측 측부인대 손상을 받게 된다^{11, 17)}. 다른 기전은 주로 다른 인대와 동반 손상으로 생기는데, 무릎이 과신전과 외회전력, 접축성 또는 비접축성 과신전, 심한 내반력을 받을 때, 무릎이 굴곡되고 경골이 외회전 된 상태에서 경골 근위부에 후방으로 직접적인 힘이 가해질 때와 무릎이 완전 탈구 될 때 후외측부에 심한 손상을 받게 되는 경우를 볼 수 있다^{34, 54)}.

진단(Diagnosis)

후방십자인대 손상의 진단은 급성기에는 소량의 effusion 을 보이면서 슬관절 후방부에 압통이 있을 수 있으며 kneeling 위치에서 통증을 호소한다. 아급성기와 만성기가 되면 감속기나 계단을 내려갈 때 통증을 나타내며 슬관절 전방부와 내측부에 통증이 발생한다⁴⁹⁾. 이학적 검사로는 posterior drawer test, stepping test, reverse pivot-shift test, quadriceps active test, tibia external rotation (dial) test 등의 검사가 있으며 특히 경골 내측과 와 대퇴골 내측과 사이에 계단(steping)이 생기는 것을 전측과 비교하면 쉽게 진단 할 수가 있다. 스트레스 방사선 사진과 자기공명영상은 진단에 도움이 된다.

후외측 불안정성의 진단은 급성기에는 무릎 후외측부의 압통을 호소하고 비골두 골절이나 비골두 주위의 arcuate fracture 나 segond fracture 유무를 잘 관찰해야 한다. 후외측부의 동반 인대 손상이 심할 경우에는 무릎이 탈구 되었다가 자연적으로 정복되는 경우가 많은 것을 염두에 두고 신경, 혈관 손상 유무를 잘 관찰하여야 되며 무릎 이하의 혈액 순환 장애가 확실할 때에는 혈관 촬영 때문에 시간을 지연시키지 않도록 한다. 만성 손상의 경우는 확진적 검사가

없는 실정으로 병력, 이학적 검사, 방사선 검사, 관절경 검사 소견(drive through sign) 등을 종합해서 하게 되며 무엇보다도 후외측 손상이 있을 수 있다고 의심하는 것이 가장 중요하다고 하였다³⁴⁾. 또한, 전내측 회전 불안정성과의 감별도 중요하다²⁾. 이학적 검사에서는 external-rotation recurvatum test, posterolateral drawer test, reverse pivot test, dial test 등의 검사가 있는데, dial test는 슬관절의 회전의 정도와 족부의 회전이 1:3의 비율로 이루어지고 족관절 및 족부의 변형에 의해서 영향을 받을 수 있다고 하였으며 저자들은 이의 극복을 위하여 양와위에서 검사를 시행하면서 경골 골절의 회전 정도도 관찰 한다¹⁹⁾. 또한, 저자들은 경골의 아탈구를 잘 관찰하기 위하여 90도 굽곡 상태에서 보조자가 슬관절을 잡도록 하여 4개의 손가락으로 경골 뒤쪽 외과부가 대퇴골 뒤쪽 외과부에 대해서 아탈구 되는 것을 촉진하는 것이 진단에 중요하다(Fig.

1A, B). 방사선 검사는 스트레스 방사선 사진과 자기 공명 영상이 도움이 되기는 하나 스트레스 방사선 사진은 회전이 가해지면 양측의 정확한 비교가 힘들며 자기 공명 영상은 1.5 T (tesla) 이상이어야 가능한 점이 있다²⁾.

치료(Treatment)

1. 후방 불안정성(Posterior Instability)

후방십자인대 단독 손상에서 후방 불안정성이 3도 이상이고 복합 손상은 수술적 교정을 요하고 불안정성이 1~2도 미만을 석고 고정 등의 방법을 이용해서 치료하는 것이 보통이다. 후방십자인대의 수술에 대해서는 이식물(autograft versus allograft), 경골부의 고정 방법

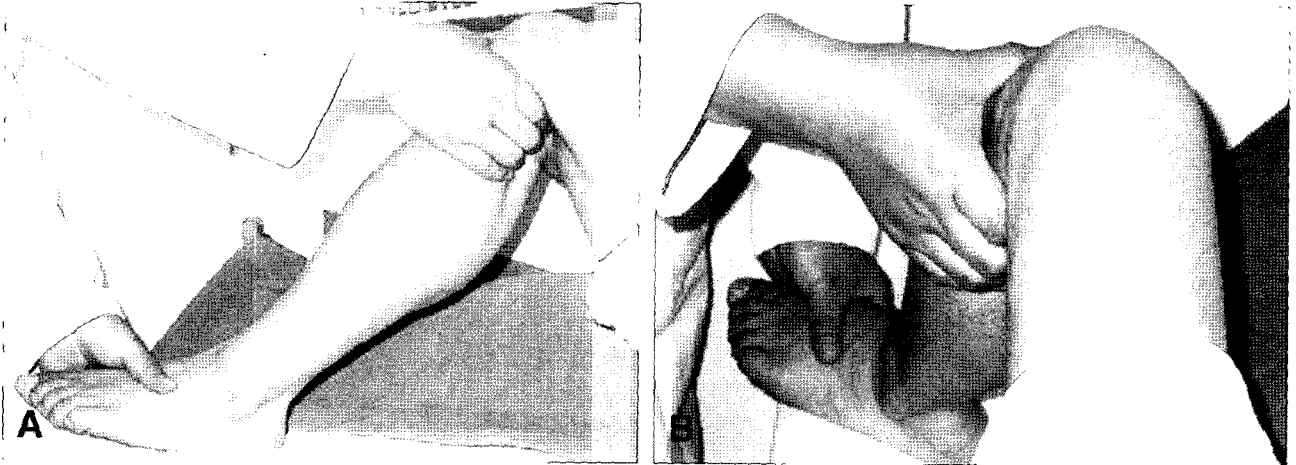


Fig. 1. (A, B) We palpated the subluxation of posterior tibia condyle using 4 fingers at posterolateral aspect of popliteal fossa while externally rotating ipsilateral foot and checked the rotation of tibial tuberosity.

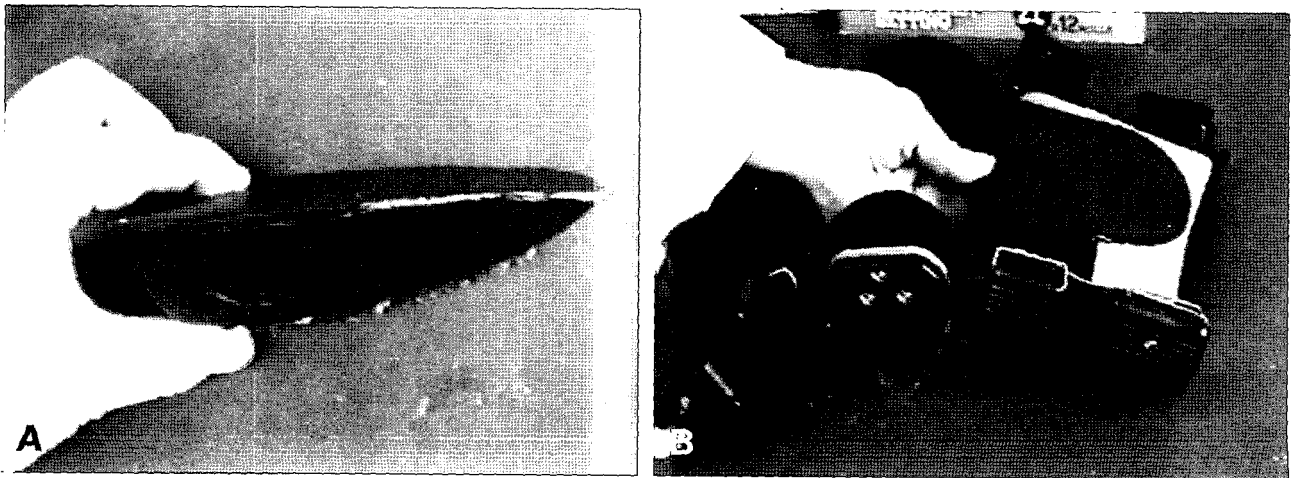


Fig. 2. (A, B) these photos show the PCL brace with tibial supporter. The brace is made up of routine PCL brace with tibial supporter for posterior displacement during reduction and immobilization.

(transtibial^{1,21)} versus inlay^{4,24,26,29,40)}, 대퇴 터널의 위치⁴³⁾ (isometric, central, eccentric), 재건해야 할 다발 수(one bundle versus two bundle) 등에서 이견이 있는 실정이다. 후방십자인대 손상의 급성기 및 아급성기의 치료는 그 인대의 뛰어난 자연치유력을 이용하는 방향의 치료가 적합할 것으로 생각된다^{22,25,48,50)}. 2도 미만의 정도의 손상에 대해서는 후방십자인대가 후방 전위가 발생하지 않도록 경골 후방부에 supporter를 대준 상태에서 석고 고정이나 보조기를 이용하여 6주간 고정을 실시한다

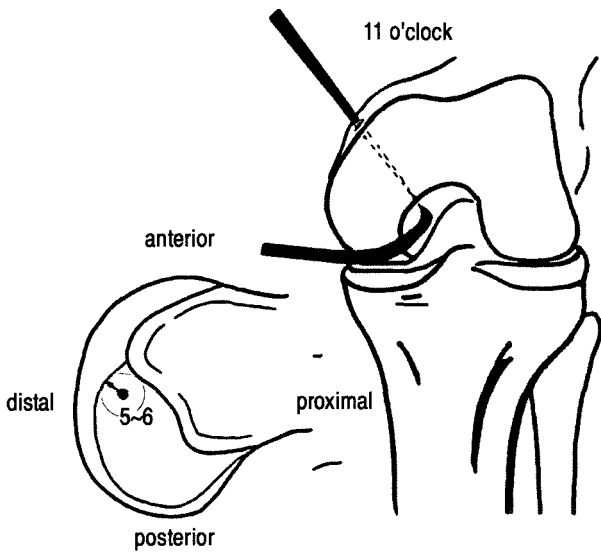


Fig. 3. The location of center of femoral tunnel is 5 or 6 mm proximal to the margin of the articular cartilage at the 11 or 11:30 o'clock position (left knee).

(Fig. 2A, B). 치료 과정에서 1~2회 석고 고정을 바꾸면서 간간히 관절운동을 시키며 이때는 복외위 상태에서 실시하거나 앉은 자세에서 근위 경골을 받쳐주면서 서서히 실시한다. 2도 이상의 손상이면서 환자의 나이가 젊고 활동 정도가 높다면 수술적 방법도 고려할 만하다. 이 시기의 수술적 방법은 기존의 손상되지 않고 일부 남아있는 후방십자인대 일부(주로 후내측 다발)와 반월상 대퇴인대(meniscofemoral ligament)를 잘 보존하면서 internal splint 개념의 transtibial method 개념의 수술을 시행할 수 있겠다¹⁾. internal splint 개념으로 artificial ligament를 사용하면 stress shielding 효과가 문제가 될 수가 있으며 또한 만성 활액막염 등을 일으키는 단점이 있다. 이를 극복하기 위하여 자가 슬립근 4다발(hamstring 4 bundles)을 이용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 저자들이 최근 2년 전부터 급성 및 아급성 후방십자인대 손상 환자에서 슬립근 4다발로 손상된 후방십자인대를 최대한 보존한 상태에서 전외측 다발을 재건하면서 internal splint 개념으로 치료한 환자에서 우수한 결과를 얻고 있으며 향후 보고하고자 한다. 여러 생역학 연구와 마찬가지로 경골부 터널의 후방 출구의 위치는 대퇴 내파에 충격을 일으키지 않는다면 내외측의 위치는 그다지 중요하지 않으므로 이를 위해서 후방십자인대와 반월상 대퇴인대를 희생시키는 일이 없어야 하겠으며 대퇴 터널의 위치가 원위부에 eccentric 하게 위치시키는 것이 중요하다^{24,38,43)} (Fig. 3).

만성기 후방십자인대는 그 자연치유력에 의해 자기공명영상 및 가토 슬관절 등의 연구를 보면 연속성이 유지되면서 치유가 된다. 이에 저자들은 최종 수술전 자기공명영상에서 후방십자인대가 모든 부위에서 치유가 잘되어서 굵게 연속

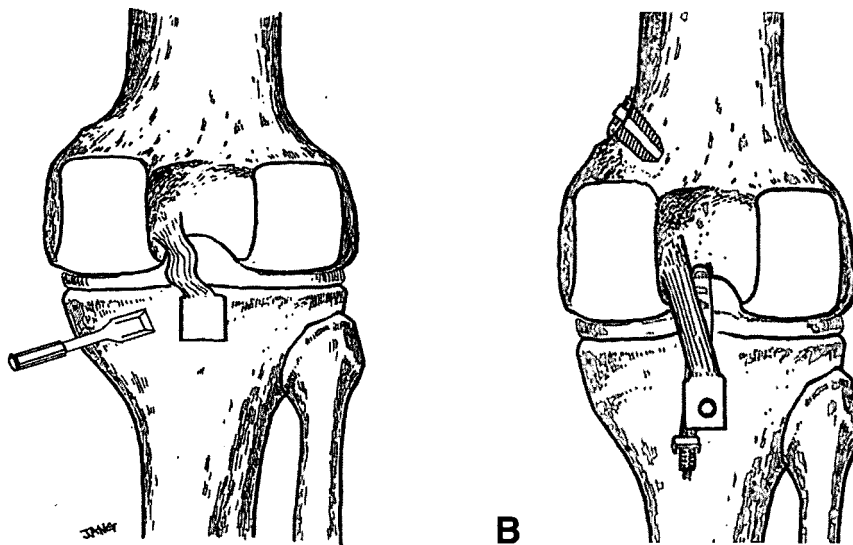


Fig. 4. (A, B) The bone block of PCL tibial attach site is detached using curved osteotome and trough is made in 5~10 mm distal site. The graft is fixed at medial side and bone block is fixed just lateral to graft without damaging the graft.

성을 보일 때는 변형된 후내측 도달법을 이용하여 경골 부착부에서 bone block을 떼어내서 긴장(tensioning) 시키는 방법을 사용하고 있으며 이 경우에는 수상 후 적어도 1년 이상이 경과되고 자기공명 사진상에서도 거의 정상에 가까운 굵기로 치유되어 방사선 전문의가 정상으로 판정할 정도가 되어야 결과가 좋을 것이다. 치유된 부분이 얇아 정상 굵기의 50~60% 정도의 굵기인 경우는 경우에는 슬립근 4다발을 이용하여 전외측 다발을 보강해주는 방법을 사용하고 있다^{4,6,24,27}(Fig. 4A, B). 심한 불안정성을 보이면서 치유되어서 남아있는 후방십자인대가 거의 연속성을 보이지 않을 때는 전외측 다발의 단일 재건술 보다는 해부학적인 두 다발(double bundle) 재건술이 좋을 것으로 생각되며 이때 터널의 위치는 저자마다 다른데 본 저자들의 경험으로는 shallow-shallow 위치가 좋을 것으로 사료되며 적어도 전외측 다발은 이식물의 긴장이 후방부에서 걸리는 것을 고려하여 shallow 위치에 만드는 것이 중요할 것으로 사료되며 가능한 해부학적으로 재건술을 시행하는 것이 좋을 것으로 사료된다^{4,8,16,36,37,45}. 이러한 방법으로 저자들이 전방십자인대에 못지 않는 훌륭한 안정성을 얻을 수 있었는데 그 근거를 분석해보면 첫째 기존의 남아있는 후방십자인대를 긴장 시키면서 전외측 다발을 재건시키는 것이 두 다발 재건술 보다 proprioception 면에서 더 좋을 것이며⁴⁶, 둘째 전외측 다발의 대퇴 터널을 원위부에 eccentric 하게 만들므로서 실제적으로 긴장이 되는 이식전의 후방부가 해부학적 위치에 놓이게 되며^{7,13}, 셋째 후외측 불안정성 등의 복합 손상은 후방십자인대 재건술 후의 안정성과는 별도로 반드시 재건해준 결과라고 생각된다³³.

2. 후외측 불안정성 (PosteroLateral Rotatory Instability)

후외측 구조물 손상 정도의 분류는 단일 분류로 사용되고 있지 않은 실정이며 아직은 우월한 어떤 분류도 없는 실정이나 10도 이상의 정상측과 차이가 있으면서 경골과 후외측으로 아탈구되면 수술의 적응증으로 보고 있는 실정이다^{12,34,42}. Fanelli 등에 의하면 A형은 외회전만 증가되고 내반 불안정성이 없는 상태, B형은 외회전이 증가되면서 30도 굴곡 내반 스트레스에서 경한 내반 불안정성이 5~10mm 외측 관절 간격이 벌어진 경우, C형은 외회전 불안정성 및 내반 불안정성이 모두 심할 때라고 분류하였다¹². 후외측 구조물 손상시 1도 또는 2도 손상은 보존적 치료를 할 수가 있으나, 2도 손상은 치료 후 경한 이완이 남는다³⁴. 양반다리 자세에서 통증이 증가할 시는 popliteomeniscal fascicle 손상이 있을 수 있으며 이 때에는 외측 반월상 연골이 과도하게 움직이므로 외측 반월상 연골을 popliteomeniscal fascicle 에 봉합하면 좋은 결과를 얻을 수 있다³⁴. 만성 후외측 불안정성에 대한 치료에 앞서 가장 중요한 것은 varus thrust gait 가 있거나 내반 변형이 있을 경우에는 하지의 축을 바로 잡는 것이 중요하며 하지의 정렬만 맞추어도 후외측 불안정성이 없어지는 경우도 있다^{23,34}. 하지 축을 교정 할 때는 경골근위부 내측에서 개방성 절골술이 외측에서 폐쇄성 절골술보다 좋을 것으로 사료된다. 만성 불안정성에 대한 재건술은 기존의 Clancy biceps tenodesis 와 Hughston-Jacobson 방법의 문

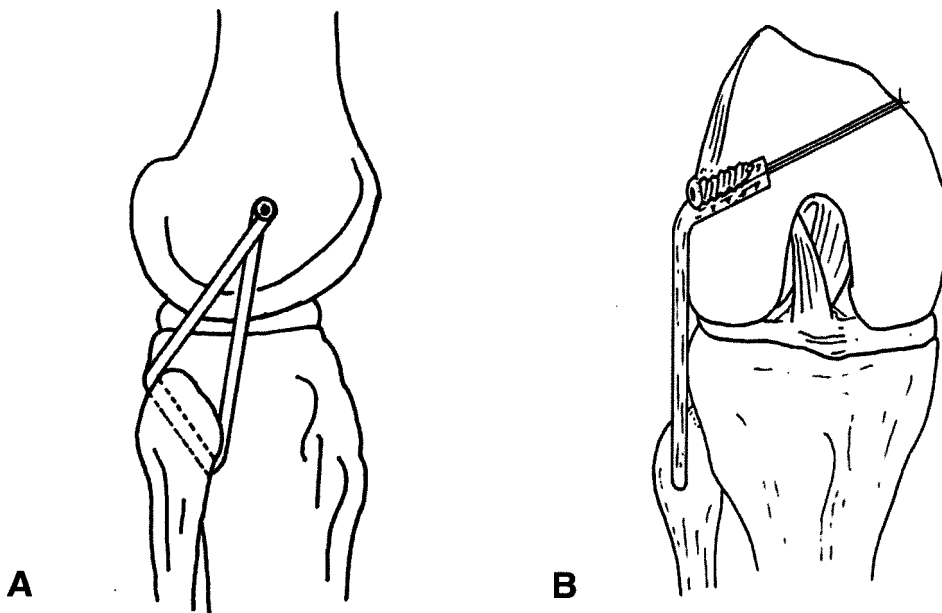


Fig. 5. (A, B) these drawings show modified PLCS through fibular head tunnel and oblique tunnel configurations to reduce killer turn and central position of tunnel in coronal plane

제점은 1) 해부학적 재건이 아니며 2) 등장점에 관심을 갖지 못하였고 3) 동적 안정 구조물을 희생하는 문제가 있고 4) 전진되는 조직의 질적인 문제가 있다^{9,18,30,31,42,53}. 경골 터널은 굴곡이 진행되면서 이완이 되는 단점이 있으며 등장점이 없다고까지 하였다¹². 반면, 비골 두 부분은 거의 전부 등장적이며 특히 비골 두의 후방부와 대퇴 외상과의 전방부, 비골 두의 전방부와 대퇴 외 상과의 후방부가 등장적이라고 하였으며 회전 불안정과 내반 불안정의 정도에 따라서 변형을 가할 수 있다¹². 저자들은 비골 두가 깨어지지 않도록 비골 두 중앙부를 사선방향으로 뚫는 방법을 사용하며 수술 시 반드시 근위 경비골 관절의 안정성을 확인 한다. 대퇴부는 외측 epicondyle 정점에서 약 7~10 mm 원위부에 도자핀을 박고 등장점을 확인 후 대퇴 터널을 만든다^{12,23}(Fig. 5A, B). 이외에 슬와건의 부착부위와 외측 측부인대의 부착부위의 떨어진 간격이 18 mm 정도 되므로 이 부위의 해부학적 재건을 하는 것에 대한 관심이 최근에 대두되고 있으며 해부학적 재건을 위하여 경골 터널과 비골 터널을 동시에 뚫어 popliteus tendon, popliteofibular ligament, lateral collateral ligament 를 재건하는 방법도 대두되고 있다^{32,35}. 저자들의 경험상 후외측 회전 불안정성이 2도 정도이고, 내반 불안정성이 없거나 1도 정도로 경하게 동반된 경우는 자가 슬릭션 등을 이용한 비골두에 터널을 통하여 후외측 재건술(posterolateral corner sling) 로써 좋은 결과를 얻고 있으나(Fig. 5), 후외측 회전 불안정성이 2도~3도 이면서 내반 스트레스 검사상 2도 이상의 불안정성을 보일 때는 경골 터널과 비골 터널을 이용한 해부학적 재건술이 보다 더 좋을 것으로 보인다. 또한, 체중이 80~90 kg 이상의 환자에서는 가능한 한 튼튼하게 해부학적으로 재건하자는 주장이 있다“(LaPrade RF, personal communication)”.

재활(Rehabilitation)

수술 후 재활은 환자 개개인에 따라 특히 수술 방에서 얼마나 안정된 고정이 되었으며 운동을 어느 정도 허용해야 안전한지를 수술자가 판단하여 조기에 안전한 범위내에서 무릎관절 운동을 시키는 것이 좋다. 수술 후 첫 2주간은 후방에 pad를 댄 부목 또는 장하지 신전 brace을 이용하여 2주간 고정한다. 수술 직후부터 하지 직거상 검사와 대퇴 사두근 강화운동을 바로 시작하고, 목발을 이용하여 부분 체중 부하를 시작한다. 완전 체중 부하는 술 후 6주째에 시작한다. 수술 2일≥부터 하루에 1~2회 부목을 떼고, 근위 경골을 손으로 바치거나 복외위 자세에서 관절 운동을 시작해서 4~6주째에 90도까지 굴곡이 되게 한다. 2주후부터는 후방 supporter 를 댄 보조기로 바꾸고 6~12주에 걸쳐서 140도까지 굴곡이 되게 한다. 3~6개월에 가벼운 조깅을 시작하고, 8~10개월에 스포츠 활동을 시작한다.

Hamstring exercise 는 4개월까지는 시키지 않는다³⁴. 후외측 봉합 내지는 재건술 시에는 복합인대의 재활을 고려하여 실시해야 하며 이 경우도 완전 체중부하를 6주 정도는 지나서 시키는 것이 좋으며 hamstring exercise는 4개월이 지나서 실시한다.

REFERENCES

- 1) Ahn JH, Chung YS and Oh I: Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using the posterior trans-septal portal. *Arthroscopy*, 19:101-7, 2003.
- 2) Albright JP and Brown AW: Management of chronic posterolateral rotatory instability of the knee: surgical technique for the posterolateral corner sling procedure. *Instr Course Lect*, 47:369-78, 1998.
- 3) Arnoczky SP, Grewe SR, Paulos LE, et al.: Instability of the anterior and posterior cruciate ligaments. Posterior cruciate ligament: current concepts. *Instr Course Lect*, 40:199-270, 1991.
- 4) Berg EE: Posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy*, 11:69-76, 1995.
- 5) Bray RC, Leonard CA and Salo PT: Vascular physiology and long-term healing of partial ligament tears. *J Orthop Res*, 20:984-9, 2002.
- 6) Burks RT and Schaffer JJ: A simplified approach to the tibial attachment of the posterior cruciate ligament. *Clin Orthop*, 254:216-9, 1990.
- 7) Burns WC, 2nd, Draganich LF, Pyevich M, et al.: The effect of femoral tunnel position and graft tensioning technique on posterior laxity of the posterior cruciate ligament-reconstructed knee. Posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro study of femoral and tibial graft placement. *Am J Sports Med*, 23:424-30, 1995.
- 8) Clancy WG, Jr., Shelbourne KD, Zoellner GB, Keene JS, Reider B and Rosenberg TD: Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg*, 65-A:310-22, 1983.
- 9) Clancy WG, Jr., Shepard MF and Cain EL, Jr.: Posterior lateral corner reconstruction. *Am J Orthop*, 32:171-6, 2003.
- 10) Cross MJ and Powell JF: Long-term followup of posterior cruciate ligament rupture: a study of 116 cases. *Am J Sports Med*, 12:292-7, 1984.
- 11) DeLee JC, Riley MB and Rockwood CA, Jr.: Acute posterolateral rotatory instability of the knee. *Am J Sports Med*, 11:199-207, 1983.
- 12) Fanelli GC and Larson RV: Practical management of posterolateral instability of the knee. *Arthroscopy*, 18:1-8, 2002.
- 13) Galloway MT, Grood ES, Mehalik JN, Levy M,

- Saddler SC and Noyes FR:** Posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro study of femoral and tibial graft placement. *Am J Sports Med*, 24:437-45, 1996.
- 14) **Good ES, Stowers SF and Noyes FR:** Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *J Bone Joint Surg*, 70-A:88-97, 1988.
- 15) **Gupte CM, Bull AM, Thomas RD and Amis AA:** The meniscomfemoral ligaments: secondary restraints to the posterior drawer. Analysis of anteroposterior and rotary laxity in the intact and posterior-cruciate-deficient knee. *J Bone Joint Surg*, 85-B:765-73, 2003.
- 16) **Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM and Woo SL:** Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 28:144-51, 2000.
- 17) **Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ and Moschi A:** Classification of knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg*, 58-A:173-9, 1976.
- 18) **Hughston JC and Jacobson KE:** Chronic posterolateral rotatory instability of the knee. *J Bone Joint Surg*, 67-A:351-9, 1985.
- 19) **Jacobsen K:** Gonylaxometry. Stress radiographic measurement of passive stability in the knee joints of normal subjects and patients with ligament injuries. Accuracy and range of application. *Acta Orthop Scand Suppl*, 194:1-263, 1981.
- 20) **Janousek AT, Jones DG, Clatworthy M, Higgins LD and Fu FH:** Posterior cruciate ligament injuries of the knee joint. *Sports Med*, 28:429-41, 1999.
- 21) **Jung YB, Jang EC and Yum JK:** Second look findings after arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction. *J Korean Knee Soc*, 9:35-42, 1997.
- 22) **Jung YB, Lee TJ, Yang DY, Kim KS, Ko KW and Chung JW:** Healing Potential of the Transected Posterior Cruciate Ligament of the Rabbit. *J Korean Orthop Assoc*, 36:25-31, 2001.
- 23) **Jung YB and Lee YS:** Posterolateral rotatory instability and Anterior cruciate ligament injury. *J. of Korean Orthop. Soc. Sports Med.*, 2:106-112, 2003.
- 24) **Jung YB, Tae SK, Jung HJ and Lee KH:** Replacement of the torn posterior cruciate ligament with a mid-third patellar tendon graft with use of a modified tibial inlay method. *J Bone Joint Surg*, 86-A:1878-83, 2004.
- 25) **Jung YB, Tae SK, Yang DL, Han JN, Song IS and Kang IK:** Magnetic Resonance Imaging on Posterior Cruciate Ligament Injury. *J Korean Knee Soc*, 12, 2000.
- 26) **Jung YB, Tae SK, Yum JK and Koo BH:** Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with two graft tendons by combined femoral dual tunnel and modified tibial inlay method. *J Korean Knee Soc*, 10:119-124, 1998.
- 27) **Jung YB, Tae SK, Yum JK and Park KH:** Retension of chronic posterior cruciate ligament injury -two cases reports-. *J Korean Knee Soc*, 11:226-230, 1999.
- 28) **Kanamori A, Lee JM, Haemmerle MJ, Vogrin TM and Harner CD:** A biomechanical analysis of two reconstructive approaches to the posterolateral corner of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11:312-7, 2003.
- 29) **Kim SJ, Choi CH and Kim HS:** Arthroscopic posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy*, 20 Suppl 2:149-54, 2004.
- 30) **Kim SJ, Shin SJ, Choi CH and Kim HC:** Reconstruction by biceps tendon rerouting for posterolateral rotatory instability of the knee: Modification of the Clancy technique. *Arthroscopy*, 17:664-7, 2001.
- 31) **Kim SJ, Shin SJ and Jeong JH:** Posterolateral rotatory instability treated by a modified biceps rerouting technique: technical considerations and results in cases with and without posterior cruciate ligament insufficiency. *Arthroscopy*, 19:493-9, 2003.
- 32) **LaPrade RF:** Anatomic reconstruction of the posterolateral aspect of the knee. *J Knee Surg*, 18:167-71, 2005.
- 33) **LaPrade RF, Resig S, Wentorf F and Lewis JL:** The effects of grade III posterolateral knee complex injuries on anterior cruciate ligament graft force. A biomechanical analysis. *Am J Sports Med*, 27:469-75, 1999.
- 34) **LaPrade RF and Wentorf F:** Diagnosis and treatment of posterolateral knee injuries. *Clin Orthop*: 110-21, 2002.
- 35) **Lee MC, Park YK, Lee SH, Jo H and Seong SC:** Posterolateral reconstruction using split Achilles tendon allograft. *Arthroscopy*, 19:1043-9, 2003.
- 36) **Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR and Levy MS:** Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro analysis of graft placement and tension. *Am J Sports Med*, 28:833-45, 2000.
- 37) **Mariani PP, Adriani E, Santori N and Maresca G:** Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction with bone-tendon-bone patellar graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5:239-44, 1997.
- 38) **Markolf K, Davies M, Zoric B and McAllister D:** Effects of bone block position and orientation within the tibial tunnel for posterior cruciate ligament graft reconstructions: a cyclic loading study of bone-patellar tendon-bone allografts. *Am J Sports Med*, 31:673-9, 2003.
- 39) **Markolf KL, Wascher DC and Finerman GA:** Direct in vitro measurement of forces in the cruciate ligaments. Part II: The effect of section of the posterolateral structures. *J Bone Joint Surg*, 75-A:387-94, 1993.
- 40) **McAllister DR, Markolf KL, Oakes DA, Young CR and McWilliams J:** A biomechanical comparison of tibial inlay and tibial tunnel posterior cruciate ligament reconstruction techniques: graft pretension and knee laxity. *Am J Sports Med*, 30:312-7, 2002.

- 41) **Nielsen S and Helmg P:** The static stabilizing function of the popliteal tendon in the knee. An experimental study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 104:357-62, 1986.
- 42) **Noyes FR, Stowers SF, Grood ES, Cummings J and VanGinkel LA:** Posterior subluxations of the medial and lateral tibiofemoral compartments. An in vitro ligament sectioning study in cadaveric knees. *Am J Sports Med*, 21:407-14, 1993.
- 43) **Oakes DA, Markolf KL, McWilliams J, Young CR and McAllister DR:** The effect of femoral tunnel position on graft forces during inlay posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 31:667-72, 2003.
- 44) **O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, Panariello R and Wickiewicz TL:** Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg*, 73-A:278-86, 1991.
- 45) **Race A and Amis AA:** PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of 'isometric' versus single and double-bundled 'anatomic' grafts. *J Bone Joint Surg*, 80-B:173-9, 1998.
- 46) **Safran MR, Allen AA, Lephart SM, Borsa PA, Fu FH and Harner CD:** Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7:310-7, 1999.
- 47) **Scapinelli R:** Comment on W. Petersen and B. Tillmann, "Blood and lymph supply of the posterior cruciate ligament". *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 7:337; author reply 338, 1999.
- 48) **Shelbourne KD, Jennings RW and Vahey TN:** Magnetic resonance imaging of posterior cruciate ligament injuries: assessment of healing. *Am J Knee Surg*, 12:209-13, 1999.
- 49) **Skyhar MJ, Warren RF, Ortiz GJ, Schwartz E and Otis JC:** The effects of sectioning of the posterior cruciate ligament and the posterolateral complex on the articular contact pressures within the knee. *J Bone Joint Surg*, 75-A:694-9, 1993.
- 50) **Tewes DP, Fritts HM, Fields RD, Quick DC and Buss DD:** Chronically injured posterior cruciate ligament: magnetic resonance imaging. *Clin Orthop*, 335:224-32, 1997.
- 51) **Veltri DM, Deng XH, Torzilli PA, Maynard MJ and Warren RF:** The role of the popliteofibular ligament in stability of the human knee. A biomechanical study. *Am J Sports Med*, 24:19-27, 1996.
- 52) **Veltri DM, Deng XH, Torzilli PA, Warren RF and Maynard MJ:** The role of the cruciate and posterolateral ligaments in stability of the knee. A biomechanical study. *Am J Sports Med*, 23:436-43, 1995.
- 53) **Wascher DC, Grauer JD and Markoff KL:** Biceps tendon tenodesis for posterolateral instability of the knee. An in vitro study. *Am J Sports Med*, 21:400-6, 1993.
- 54) **Wright DG, Covey DC, Born CT and Sadasivan KK:** Open dislocation of the knee. *J Orthop Trauma*, 9:135-40, 1995.