

후방 십자 인대 손상의 치료

중앙대학교 의과대학 정형외과학교실

정 영 복 · 정 호 중

서 론

후방십자인대는 무릎관절 굴곡위치에서 경골이 전후방으로 밀려가는(translation)것을 방지해주는 일차적인 중요한 정적 구조물(primary static restraint)이다. 후방십자인대가 끊어졌을 때는 그 치료법으로 어떤 방법으로 어느 시기에 하는 것이 가장 좋을 지에 대해서 결정해야 된다. 특히 후방십자인대 단독 손상시 그 치료에 대해서 논란이 많으므로 이에 대해서 요약해 보고자 한다.

본 론

I. 손상의 분류

후방십자인대 손상은 다음의 몇 가지 사항에 근거해서 분류해야된다.

- 1) 경골근위부 후방전위 정도
- 2) 손상의 양상(후방십자인대 중간 실질부 파열 또는 뼈 부착부위에서 견열 손상(bony avulsion), 부분 또는 완전 파열)
- 3) 동반 손상 유무(전방십자인대, 측부인대, 또는 후외측부 구조물 손상)
- 4) 손상의 시기(급성, 아급성, 만성)
- 5) 손상 무릎에 대한 환자의 육체적 요구정도(physiologic demands)

후방불안정성에 대한 검사로는 무릎을 90도 굴곡, 및 중립 상태에서 경골근위부의 후방전위 정도, 후방전위의 마지막 저항(translational end point)과 내측 경골 전방부위와 내측 대퇴과의 계단식모양(anterior tibial step off)의 유지 정도를 검사함으로써 후방십자인대 손상의 진단 및 전위의 정도를 가장 잘 알 수 있다^{11,12}. 제1도 불안정성: 1-5mm 후방전위로 전방 경골 고평부가 대퇴골 내측과(medial femoral condyle)보다 약 5mm 정도 전방으로 튀어나온 것을 측정할 수 있다. 제2도 불안정성: 6-10mm 후방전위로 전방 경골 고평부가 대퇴골 내측과와 같은

면에 있으나 후방으로 밀려가지 않아야 된다. 제3도 불안정성: 10mm 이상 후방전위 되며 전방 경골 고평부가 대퇴골 내측과보다 후방으로 전위된 경우이다.

후방전위의 표현은 후방으로 마지막 밀린 점이 단단한(firm)경우를 A 또는 저항성이 약하고 부드러운 경우에(soft) B로 표시한다. 제 1도 또는 제 2도 A 불안정성은 부분 파열 또는 "tear in continuity", 후방십자인대 단독 완전 손상은 제 2도 B로, 제 3도 불안정성은 완전 손상 및 복합 손상으로(combined capsulo-ligamentous injury) 간주한다¹¹.

II. 진단

진단은 환자의 주소(chief complaint), 손상기전, 환자의 활동범위 등을 세심하게 관찰한다. 대부분 만성 후방십자인대 손상환자는 통증을 호소하나 기능적 불안정성에 대한 호소는 적다. 가장 많은 후방십자인대 손상의 기전은 무릎을 굴곡시킨 상태에서 전방에서 후방으로 직접적인 힘에 의한 손상을 받는 경우가 가장 많다. 다른 기전은 발목을 발바닥으로 굴곡한 위치에서 무릎을 굴곡한 상태에서 떨어지는 경우(fall onto a flexed knee), 과도 굴곡 및 과도 신전 상태에서 전후방으로 직접적인 힘이 가해져서 손상을 받는다^{11,12}.

후방십자인대 손상의 가장 정확한 진단 방법으로는 무릎을 90도 굴곡 상태에서 후방전위 검사(posterior drawer test), 즉 정상 측과 비교시 경골 전내측이 대퇴골과의 상관관계로 계단 모양으로 전방으로 약 10mm까지 튀어나온 양상을 측정할 수 있다. 후방 십자인대 손상의 다른 검사로는 quadriceps active test, dynamic posterior shift test, gravity sign 등이 있다^{11,12,30}.

후방십자인대와 동반 손상은 후외측 및 후내측 손상이 있다. 후외측 불안정성은 내반이완 검사(varus laxity), posterolateral drawer test(Hughston et al), external rotation recurvatum test, reverse pivot-shift test, external rotation in 30도 및 90도 굴곡 슬관절, 후내측 불안정성은 외반 검사(valgus laxity) 및 posteromedial drawer test 등의 검사가 있다²⁹. 후방십자인대 급성 손상시 단순 방사선 촬영은 후방십자인대 및 주

*통신저자 : 정 영 복
중앙대학교 의과대학 정형외과학교실

위 인대가 뼈를 물고 떨어진 적출성 골절 진단에는 도움이 된다. 만성 후방십자인대 손상은 슬관절을 45 굴곡 및 체중을 부하한 상태에서 방사선 조사를 후방에서 전방으로, 측면 및 Merchant 방사선 촬영 및 동위 원소 검사가 관절 연골 상태의 변성 변화를 알기 위해서는 도움이 된다. 자기 공명 촬영의 정확도는 거의 96-100%로 급성 후방십자인대 완전 파열시 진단에 도움이 된다고 하지만^{34,37} 임상적 검사만으로도(환자의 근 이완만 잘 시켜서 검사를 하면 그 정확도가 아주 높다. 또한 스트레스 방사선 촬영(Telos 기기)으로도 후방십자인대 손상의 정도를 정확히 알 수가 있으나 방사선 사진 촬영시 슬관절의 위치가 완전 측면 사진으로 양측이 같은 위치로 찍기가 힘든 것이 단점이다. K-T 1000 또는 2000 기기 사용은 전방십자인대 손상의 진단보다 만족스럽지는 못하지만 객관적으로 증명하려면 도움이 된다³⁸. 그러나 단독 급성 후방십자인대 손상의 진단할 때 상당수에서 진단을 놓치는 경우가 허다하다. 후방십자인대 손상의 빈도는 보고자에 따라 다르며 그 빈도는 3%에서 20%로 다양하게 보고 되고있으나 본 저자의 경우에는 약 23%(1990)로 다소 높은 이유는 후방십자인대 손상환자를 정형외과 개업의들이나 타 병원에서 후방십자인대 손상 환자를 많이 보내주기 때문으로 생각된다.

Ⅲ. 급성기 후방십자인대 손상의 치료

1. 후방십자인대 단독 손상

후방십자인대 단독 손상은 Clancy와 Sutherland³⁹에 의하면 약 40%에서 후방십자인대 단독 손상으로 보고하고 있으나 이는 미식축구나 축구 등 스포츠 손상으로 오는 경우이며 자동차 사고로 인한 경우에는 손상의 힘이 보다 강하게 작용한 경우가 많으므로 복합 손상이 보다 많다.

1) 적출성골절(Avulsion injuries): 경골이나 대퇴골 부위에서 뼈조각을 물고 떨어진 경우에는 그 치료는 전위 정도와 무릎관절의 이완 정도에 따라 다르다. 적출된 골편의 전위가 2mm이하일 때는 무릎을 신전 상태에서 4주간 석고 고정하던가 또는 0-70도 정도 운동을 허용하는 보조기를 4-6주간 착용해서 치료한다⁴¹. 적출된 골편의 전위가 2mm 이상이고 수상후 이주 이내일 때는 그 뼈조각이 충분히 큰 경우와 대퇴골에서 떨어진 경우에는 관절경적으로 정복 및 고정을 하는 것이 좋으나 실제 여러조각으로 떨어진 경우 특히 경골부착부위일 경우는(대부분 경골부위에서 손상) 후내측부위에서 절개해서 관혈적 정복 및 나사못(screw and washer)고정을 하는 것이 좋다. 뼈 조각이 작고 여러 조각일 경우에는 관절경적으로 여러 가닥 봉합술을 이용하는 것이 좋다. 봉합술을 하거나 나사못 고정술 때하던지 간에 후방십자인대의 실질이 얼마나 손상을 동시에 받아서 수술후에 후방 불안정성이 2도 이상 남을 경우에는 반건양전(hamstring)을 이용한 후방십자인대 보강술을 하는 것

이 좋다⁴¹.

2) 후방십자인대 부분 손상: 부분 손상은 스트레스 방사선 필름상 5.6±2.1mm(완전파열 12.2±3.7mm), K-T 1000 전후방 전위는 6.7±2.6mm, 후방전위 검사상 7.4±4.0mm로 스트레스 방사선 필름에서 좌우측을 비교하는 하는 것이 가장 정확하다^{28,30}. 후방 전위를 방지 할 수 있는 보조기를 착용시키고 무릎 관절의 운동을 허용하면서 대퇴 사두고근 강화 운동을 하면서 6-12주간 조심을 시키면서 관찰 할 경우에 실제 후방전위 불안정성이 감소된다고 한다^{11,30}.

3) 후방십자인대 완전 파열: 후방십자인대 단독 중간 실질부 손상의 치료에 대해서는 논란이 많은 실정이다. 후방 전위가 10mm 이하일 경우에는 비수술적 치료가 원칙적이나 대퇴 사두고근 강화 운동 등 강력한 치료를 해야 되며 그 후에도 지속적으로 2-3년 주기로 동위원소검사 및 이학적 검사를 주기적으로 하면서 증상의 악화나 동위 원소 침착이 증가할 경우에는 후방 십자인대 재건술을 하는 것이 좋다^{17,37,41}. 현재까지는 후방십자인대 재건술 후에 수술전보다 5-10mm 정도 불안정성을 감소시키는 경우가 대부분이며 전방 십자인대 재건술보다 그 결과가 좋지 않기 때문이나 향후 수술 시기 및 수술 후 재활 프로그램의 향상으로 그 결과가 좋아 질 경우에는 그 치료 지침도 달라질 것이다. 본 저자의 경험으로는 젊고 운동 생활을 즐기는 경우에는 조기에 관절경적 재건술을 하여서 좋은 결과를 얻을 수 있었으므로 점차 보다 적극적으로 재건술을 하는 경향이나 이는 수술자의 경험과 수술기구 및 제반 사항을 고려해야 될 것으로 사료되며 수술을 잘못하면 보존적 치료나 수술을 하지 않은 경우보다 나쁜 결과를 초래 할 수 있으므로 재건술을 결정 할 경우에는 수술자의 경험과 제반 사항을 잘 고려하여야 될 것으로 사료된다^{1,4,5,27,37}.

2. 동반손상의 치료

1) 급성기 후방십자인대와 내측측부인대 손상: 내측측부인대 손상이 1-2도 정도의 불안정일 경우에는 처음에는 내측 측부인대 손상의 치료로 수상후 1-2주간 장하지 석고 또는 보조기 착용후, 0-90도까지 슬관절 운동을 허용하는 보조기 또는 장하지 경첩 석고 고정(Hinge cylinder cast)으로 내측측부인대 치료 및 경골의 후방전위를 방지 하면서 수상 직후부터 대퇴 사두고근 강화 운동을 시킨다³⁹. 그 후에 후방전위 정도에 따라서 후방십자인대 단독 손상의 치료 지침에 준한다. 내측측부인대 손상이 3도 손상일 때는 1-2도 손상 때와 마찬가지로 치료를 하는 보고자들과 내측 측부인대 봉합술을 하는 보고자들로 서로 상반되나^{2,41,46} 본 저자는 내측측부인대는 보존적 치료로도 치료가 잘 되는 것으로 경험하였으며 이 경우에는 대개 후방전위가 심하므로 무릎관절의 운동범위가 회복된후에 후방십자인대 재건술을 하면서 후내측 관절낭을 봉합 할 수

있으면 하는 것을 원칙으로 하나 내측 측부인대 봉합술은 거의 하지 않고 보존적으로 치료하여도 내측 불안정성은 별로 문제가 되지 않을 것으로 생각된다²⁶⁾.

2) 후방십자인대와 외측 측부 및 복합 손상: 급성기 외측 측부 복합 손상일 경우에도 1-2도 불안정일 경우에도 외측 복합 손상은 보존적으로 치료해도 된다는 보고와 외측 측부 복합 손상을 동반된 경우에는 가급적 빠른 시일내에 외측측부 및 복합 손상을 봉합하여야 된다는 상반된 의견이 있다. 물론 제3도 이상의 불안정성이 있을 경우에는 7-10일 이내에 외측 측부 및 복합 손상의 수술적 가료를 해야 해부학적 구조를 알 수 있다^{27,41)}.

3) 후방십자인대와 전방십자인대 손상: 내외측 손상을 동반하지 않을 경우에는 급성기 염증반응이 소실된 후 무릎 관절의 운동범위가 회복된 후에 재건술을 하는 것이 수술후 관절강직(arthrofibrosis)을 방지 할 수 있다⁴⁶⁾. 관절내 반월상 연골판 동반 손상시도 반월상 연골판 손상으로 인한 관절운동의 장애 즉 반월상 연골판 손상이 양동이 손잡이(bucket-handle) 손상으로 슬관절 연골사이에서 끼어서 무릎을 완전히 펴지 못하는 등의 경우에는 가급적 빠른 시일내에 수술적 가료가 요하지만 그 외에는 즉 후방십자인대 손상과 동반 손상일 경우에는 슬관절 주위 연부조직의 손상의 정도에 따라서 그 수술 시기를 결정하여야 될 것으로 사료된다. 그러나 Harner 등에 의하면 급성기 후방십자인대 손상에서 수술 시기는 수상후 1-2주 이내에 후방십자인대 재건술을 하면 즉 이차적 저항구조물(2nd restraint)의 이완이 생기기 전에 하면 안정성이 좋으나 관절 강직증이 생길 수도 있다^{27,37)}.

Ⅳ. 만성 후방십자인대 손상의 치료

단독 손상; 급성기 치료와 거의 동일 하지만 증상이 없는 경우에는 물리 치료 및 사두근 강화 운동으로 치료하지만 물리 치료에 실패한 경우 증상이 있는 경우에는 후방십자인대 재건술을 하는 것이 좋으나 수술여부를 결정하기 전에 경골 후방지지 보조기(posterior tibial support brace) 착용 후 통증이나 제반 증상이 좋아질 경우에는 좋은 수술의 적응증이 될 수 있다. 재건술을 결정하기 전에 환자의 활동정도 수술 후의 협조 여부, 슬관절의 연골의 상태, 수술자의 경험, 관절경 수술의 기구 및 장비 등을 검토 후에 재건술여부를 결정하여야 될 것으로 사료된다^{18, 27, 37, 41)}.

Ⅴ. 후방십자인대 단독손상의 자연 경과

후방십자인대 단독 손상 후 비교적 잘 지내며 운동도 잘한다는 보고도 있지만 Dejour 등³⁶⁾은 45명의 환자에서 평균 15년 추시 관찰에서 89% 환자에서 동통 및 시간이 경과할수록 슬관절의 안정성이 나빠진다고 보고하였고 분명

하게 경골 대퇴골간 관절 간격이 50% 좁아지고 내반 변형이 생기는 경우가 17%, 경한 퇴행성 관절염의 변화가 경골 대퇴골간 69%, 대퇴 슬개골간 관절에서 62%에서 발생하였다고 보고하였다. Keller 등³⁹⁾은 40명 환자에서 평균 6년간 추시 관찰에서 90% 환자에서 활동시 통증율 65%에서 활동 범위의 제한을 43% 환자에서 보행시 문제를 호소하였다고 보고했다. Boynton 과 Tietjens⁸⁾은 38명의 후방십자인대 단독손상 환자를 평균 13.4(최소 5년-최대 38년)년 추시 관찰한 결과 후방십자인대 손상 후 반월상 연골판 손상으로 수술을 받은 경우가 8명(21%) 반월상 연골판 손상이 없는 후방십자인대 손상 환자 24명(81%)에서 가끔 통증을 호소하고 17명(56%)에서 가끔 슬관절에 부종(swelling)을 볼 수 있었다. 시간이 오래 경과 될수록 관절 연골의 손상 빈도는 높아지는 것을 볼 수 있었으나 불안정성의 정도와 제반 증상이나 슬관절의 기능의 장애와 비례하지는 않는다고 했다. 그러나 후방십자인대 단독 손상 환자의 예후는 다양하게 나타나며 어떤환자에서는 증상이 심하고 관절연골 손상이 분명하나 다른 환자에서는 증상이 없고 슬관절의 기능을 잘 유지하는 경우도 있어서 예측 할 수가 없다고 했다^{7,8,48)}. 그러나 Fowler 등²⁰⁾은 후방십자인대 단독 손상은 특히 미식 축구 선수에서 약 2%에서 볼 수 있으며 운동 선수로서 지장없이 잘 될 수 있을 정도로 그 기능에 크게 지장이 없다는 보고도 있으나 후방십자인대 단독 손상으로 인한 관절 연골의 퇴행성 관절염은 수상후 15-25년후에나 발생될 수 있다고 했다^{8,11,36)}.

Ⅵ. 후방십자인대 재건술

재건술에는 여러 가지 방법이 있으나 관절경적 수술로 그 결과가 많이 좋아지고 있으며 자가 골줄개건골을 이용한 수술이 아직도 보편화 된 상태이나^{11, 12, 32, 34)} central quadriceps tendon, hamstring tendon, frozen Achilles tendon allograft, 등이 이용되고 있으며 유럽에서는 인조인대 특히 Trevira ligament, 와 LARS 등도 사용하고 있는 실정이다³²⁾. 인조인대는 본 저자의 생각으로는 나이가 많은 환자의 경우에 후방십자인대 재건술이 필요할 경우 관절경적으로 over the bottom 술기로 비교적 수술시간도 짧고 관절 연골에 손상을 주지 않고 할 수 있으므로 좋은 적응증이 된다. 또한 운동 선수나 무릎을 빠른 시간내에 정상적으로 사용하여야 되는 직업을 가진 환자 등의 경우, 퇴행성 관절염이 다소 진행되었지만 인공관절 치환술을 하기에는 젊거나 관절 연골의 손상이 심하지 않은 경우 등에서 좋은 적응증이 된다. 인조인대 후방십자인대 재건술의 이점은 후방십자인대 재건술로 인한 관절 연골의 손상이 거의없고 수술시간이 짧고 수술 후에 빠른 회복을 들 수 있으며 또한 인조인대가 파열되어서 재건술을 할 때에도 그 수술이 용이하다는 이점이 있으나

인조인대 수명이 얼마나 같지 아직도 미지수이나 후방십자인대 재건술로 인한 슬관절의 손상을 적게 준다는 이점이 있을 수 있다.

1. 등장성(Isometricity of the PCL)

재건술의 수술의 수기는 대퇴골의 위치 선정에 논란이 되고있고 사체 실험에서 후방십자인대의 등장부분(isometric region)은 후방십자인대의 대퇴골 부착부의 근위 변연부(proximal edge)가 가까이 있다고한다^{26,39,45}. 주의 할 것은 전방(anterior), 후방(posterior), 근위부(proximal), 원위부(distal) 등 대퇴골 부착부의 위치를 기술하는 용어를 여러 저자마다 다르게 사용하여 혼란을 주었으나 최근에는 되도록 해부학적 기술에 가깝도록 사용하는 방법으로 통일되고 있다(Fig. 1)⁴¹. Odensten과 Gillquist³⁸는 후방십자인대의 근위부의 중심부가 가장 등장 부분이며 근위 후방부위도(posterior-proximal portion) 등장성 부분이라고 하였다. 또한 후방십자인대의 후사경속(posterior oblique band) 즉 후방십자인대의 대퇴골 부착부위의 가장 근위 후방부위가 가장 등장성 부분이라고 보고한 학자들도 많다^{14,15}. Fuss²¹⁻²³는 후방십자인대의 등장성부분은 대퇴골의 근위 후방 부착부위와 경골의 원위외측(distal-lateral tibial attachment)부위가 등장성 부분이라고 했다. 등장성에(isometricity) 영향을 미치는 것은 대퇴골이 경골측 보다 많은 영향을 미친다^{21,22,31}. 또한 대퇴골의 원위부에서 근위부로 이동하는 것이 전후방 이동보다 더 큰 영향을 미친다^{28,36,50}. 등장성(isometry)이란 슬관절을 굴곡, 신전시 십자인대의 길이 변화가 2mm 이내를 등장성이라고 규정을 지었다⁴⁹.

2. 후방십자인대의 길이 및 긴장도 형태(PCL fiber length-tension patterns)

후방십자인대의 전내측과 후외측속(anterolateral & posteromedial bundle)은 1836년에 Weber형제가 처음으로 구분한 이래로 인정되어왔다^{48,51}. Girgis 등²⁵이 전외측 및 후외측 속의 기능 즉 전외측 속은 굴곡시 긴장되고 신전시 이완 되며 후내측속은 굴곡시 이완 신전시 긴장된다고 하였다. Van Dijk은 후방십자인대가 세 개의 속 즉 전외측속, 후내측속과 사경속(oblique reinforcing band)으로 구분했으며 사경속은 처음으로 Henle가 기술하였다⁵¹. Kurosawa 등³⁶과 Trent 등⁴⁸은 후방십자인대를 세 개의 기능적 속 즉 전방, 중앙, 후방 속으로 구분하였다. 반면에 Covey 등^{14,15}은 후방십자인대를 네 개의 속으로 (anterior, central, posterior longitudinal and posterior oblique)기능 및 모양에 따라서 구분하였다. Saddler 등⁴³은 후방십자인대의 대퇴골 근위부 부착부위에서는 네 개의 속(anterior, middle, posterior, and

posterior oblique) 원위부에서는 세 개의 속(anterior, middle, and posterior)으로 부착 되어있으며 원위부속(distal fibers)은 신전시 가장 짧고 굴곡시 가장 길고 근위부속(proximal fibers)은 거의 신전시에 가장 길고 굴곡시에 점차 짧아진다고 했다. 또한 이들의 보고는 근위 전방(proximal-anterior)은 슬관절이 0도에서 90도까지 굴곡시 기능을 하며 근위 중앙부위(proximal-middle)는 0도에서 60도 굴곡까지, 후사경속(posterior-oblique fiber)은 0도에서 45도 굴곡까지, 근위 후방속(proximal-posterior fibers)은 0도에서 30도까지 굴곡에서 그리고 원위부속(distal fibers)은 90도에서 120도까지 제한적으로 그 기능을 발휘한다고 했다⁴⁵. 반면에 Race와 Amis^{63,44}는 후방십자인대의 전외측속은 40-120도 굴곡 위치에서 후방전위에 대한 주작용을 하고 후내측속의 주작용은 슬관절을 신전시가 아니고 완전 굴곡 위치에서 주작용

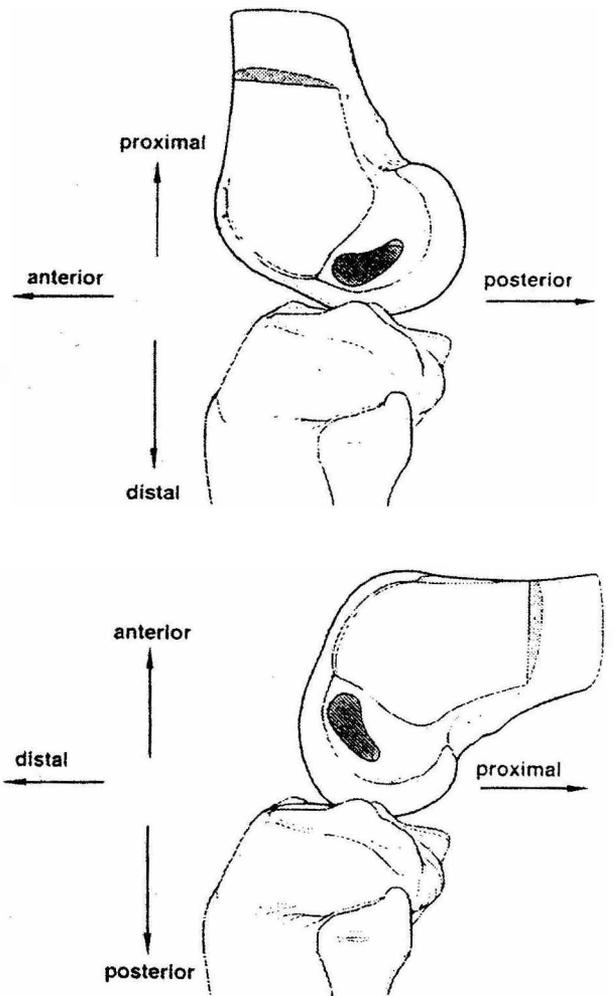


Fig. 1. Directional reference axes regarding the PCL insertion on mediofemoral condyle for the knee in 0° (top) and 90° (bottom) of flexion.

을 하며 30도 이하의 굴곡위치에서는(0-30도) 활 및 외측 측부인대(arcuate and lateral collateral ligament)가 후방 전위되는 힘에 대항 한다고 한다²⁶. 후방십자인대 재건술은 이들 secondary restraints 구조물들이 정상적 일때는 성공적일 수 있다. 슬관절을 신전 상태에서(0-30도 굴곡위치) 후방 불안정성이 있을 경우에는 이들 secondary restraints 구조물이 손상을 입을 경우에는 즉 후외측 또는 후내측 구조물의 재건술이나 봉합술을 동시에 해야 된다²⁷.

3. 후방십자인대 재건술시 대퇴골의 위치 선정

대퇴골 위치 선정에는 등장상에 가깝게 위치 선정과 후방십자인대의 전외측속(anterolateral bundle)을 재건하지는 두 가지 설이 있으나 최근에는 정상 후방십자인대도 등거리점이 거의 없거나 아주 미미한 정도이므로 전외측속을 재건하는 경향이다. 실험적으로 사체에서 후방십자인대 재건술을 등장 부위와 등장 부위에서 4-5mm 원위부에서 재건술을 비교한 결과 등장 부위보다 4-5mm 원위 부위에 재건술을 한 경우에 슬관절의 후방 안정성이 보다 정상에 가깝게 할 수 있었다고 했다^{10,28}.

후방십자인대 재건술시 등장 부위에 재건술을 실시 한 경우에는 후방 불안정성을 정상에 가깝게 없앨 수 없다고 했다⁴⁰. Race와 Amis⁴⁰의 보고에 의하면 사체 실험에서 등장부위, 전외측속, 전외측 속과 후내측 속 두 개의 속을 동시에 재건술을 하여 비교한 결과 굴곡 신전시에 슬관절의 후방 불안정성을 없애주며 거의 정상에 가깝게 할려면 가능한 해부학적으로 두 개의 속을 재건해주는 것이 좋다. 후방십자인대 재건술시 전외측속과 후내측속 양측을 재건하지는 의견이 대두되고 있다. 이 경우에는 반드시 전외측속은 무릎을 90도 정도 굴곡 상태에서 후내측속은 무릎을 0도 즉 신전 상태에서 고정하여 수술이 끝날 때 슬관절의 운동 제한이 없는 것을 확인해야 된다⁴¹. 한편 Race와 Amis에 의하면 전외측속은 60도 굴곡 위치에서 후내측속은 130도 굴곡 위치에서 긴장을 주어서 각각 고정하는 것을 권장하고 있다⁴²⁻⁴⁴. 이에 아직도 대퇴골에 해부학적으로 double bundle 재건술을 임상적으로 보고된 경우는 거의 없으며 후방십자인대 재건술에 있어서 대퇴골부위에 위치 선정에는 논란이 많고 고정시 슬관절의 위치도 아직 정답이 없는 실정이다. 본 저자도 1989년 이후부터 현재까지 후방십자인대 재건술을 100례 이상하였으며(1989년 이전의 것은 수술 방법도 다르고 또한 숙달 과정이었으므로 제외시켰음) 1995년 이후부터는 경골축을 후방에서 절개후 Inlay technique으로 고정함으로써 경골축 터널을 만들 때보다 안정성이 더 좋아진 것을 경험하였다³³. 경골축 Inlay technique를 사용하므로 경골 터널 후방에서 이식전의 마모를 없앨 수 있고 수술시 특히 골 슬개전골을 사용할 때

경골터널을 만들지 않으므로 이식전을 쉽게 대퇴골 터널까지 뽑아낼 수 있고 생역학적으로(biomechanically)이점이 있다⁴⁵. 동반 손상시에는 아직도 그 결과가 75-80% 정도에서만 좋은 결과를 얻을 수 있었으므로 최근에는 불안정성이 심한 후방십자인대 재건술시는 전외측속은 자가 슬개전골로 후내측 속은 반전양건을 이중으로 접어서 재건술을 8예에서 시행하여서 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료되나 아직 추시 기간이 6-12개월 정도밖에 되지 않았으며 더 많은 예에서 수술 결과를 추시 관찰하여야 될 것으로 사료된다. 후방십자인대 재건술시에 후방 불안정성이 심하지 않고 Wrisberg 또는 Humphry lig가 남아 있을 경우에는 전외측속만 해부학적으로(대퇴골 내측 관절 연골면에서 약 6mm지점, 1시(1시)방향에 도자핀을 박고 대퇴골 터널을 뚫는다. 상세한 수술 수기는 슬관절학회지에 게재된 논문을 참고 하시기 바랍니다.) 재건술을 하여도 될 수 있으나 후방 불안정성이 심할 경우에는 dual femoral tunnel 즉 해부학적 이중속(double bundles)을 재건해 주어야 후방 불안정성을 거의 없앨 수 있을 것으로 사료된다^{5,41,44}. 또한 후방 십자인대 재건술시 후외측 또는 후내측 불안정성의 유무를 잘 확인하여서 특히 후외측 회전 불안정성이 있을 경우에는 후방십자인대 재건술과 동시에 후외측 재건술도 동시에 하든가 이차적으로 해야 수술이 성공적으로 될 수 있다^{27,37}. 만성 후방십자인대 단독 손상의 경우에 간혹 후방십자인대는 이완된 상태로 후방불안정성이 있는 경우에 관절경 감시하에 활액막을 제거후에 후방십자인대가 비교적 튼튼한 상태일 것으로 보일 경우에 후방십자인대를 경골 부위에서 끌로서(osteotome) 뼈와 함께 채워하여서 하방으로 당겨서 나사못 및 washer로 고정하여서 비교적 좋은 결과를 3예에서 얻었으며 이때 후방십자인대가 약하게 느껴질때는 semitendinous tendon으로 보강술을 하면 좋을 것으로 사료된다.

후방십자인대 재건술후 재활운동 프로그램도 보다 더 연구를 하여서 경골의 후방전위를 방지하면서 운동시키는 방법을 강구해야 될 것으로 사료되며 수술전에 대퇴사두근 강화운동을 환자가 충분히 습득 할 수 있게 하고 수술후에 경골근위부가 후방으로 처지는 것을 방지 할 수 있게 하는 환자에게 충분히 납득시키는 것이 중요할 것으로 사료된다. 후방십자인대 재건술후에 2-4 주간 슬관절을 완전 신전 상태에서 고정한다³⁹. 이때 경골근위부가 후방으로 처지는(posterior sagging) 것을 방지하기 위하여 posterior tibial supporter을 착용하면 도움이 될 것으로 사료된다⁹. 또한 수술후 재활운동시 Hamstring M.의 작용으로 인한 경골이 후방으로 당기는 작용을 극소화 시켜야 된다. 수술후 약 6주간은 목발보행으로 부분 체중부하를 허용하며 6주후에 완전체중부하를 허용한다. 술후 3-6개월간은 가벼운 운동만 허용하고 축구 등 접촉성 운동이나 경골근위

부가 후방으로 전위되는 힘이 가해질 수 있는 운동은 수술 후 약 8-10개월 후에 대퇴사두근의 v회복정도가 정상측의 80% 이상 될때 허용하는 것을 원칙으로 하였다^{4,9}.

결 론

후방십자인대 재건술이 성공적으로 될려면은 아직도 후방십자인대에 대한 해부학, 기능 및 생역학, 뿐만 아니라 menisiofemoral ligament에 대한 보다 많은 연구와 새로운 수술기법과 수술전후의 재활에 대한 보다 많은 연구가 필요한 실정이다.

REFERENCES

1. 정영복 : 만성후방십자인대 손상의 치료. *대한슬관절학회지*, 2:19-29, 1990.
2. 정영복, 김철호, 정호중 : 토끼 슬관절 내측 측부인대 손상시 보존적 치료에서의 인대의 강도 측정. *대한슬관절학회지*, 9:7-12, 1997.
3. 정영복, 이은우, 구본호 : 슬관절 후방불안정성 측정에 대한 K-T1000 관절 계측기를 이용한 도수 최대변위 검사법과 능동적 대퇴사두근 검사법의 신뢰도 비교. *대한슬관절학회지*, 10:56-59, 1988.
4. 정영복, 태석기, 김현경 : 골슬개건을 이용한 후방십자인대 재건술의 결과. *대한슬관절학회지*, 7:148-153, 1995.
5. 정영복, 태석기, 영재광, 구본호 : Dual femoral tunnel 방법과 modified tibial inlay 방법을 이용한 관절경적 후방십자인대 재건술. *대한슬관절학회지*, 10:119-124, 1998.
6. 정영복, 태석기, 유현욱 : 내측 측부인대 단독 손상의 보존적 및 수술적 치료. *대한슬관절학회지*, 4:216-220, 1992.
7. Barton TM, Torg JS : Natural history of the posterior cruciate deficient knee. *Am J Sports Med*, 13:439, 1985.
8. Berg EE : Posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy*, 11:69-76, 1995.
9. Boynton MD, Tietjens BR : Long-term followup of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med*, 24:306-310, 1996.
10. Burns WC, Draganich LF, Pyevich M, Reider B : The effect of femoral tunnel position and graft tensioning technique on posterior laxity of the posterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med*, 23:424-430, 1995.
11. Clancy WG : Repair and reconstruction of the posterior cruciate ligament. In: Chapman MW, ed. *Operative Orthopedics*, 2nd ed, vol 3. Philadelphia, Pa: JB Lippincott Co;2093, 1993.
12. Clancy WG, Shelbourne KD, Zoellner GB, et al : Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament:report of a new procedure. *J Bone Joint Surg*, 65A:310-322, 1983.
13. Clancy WG, Sutherland TB : Combined posterior cruciate injuries. *Clin Sports Med*, 13:620, 1994.
14. Covey DC, Sapega AA : Current concepts review:injuries of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 75A:1376-1386, 1993.
15. Covey DC, Sapega AA, Sheman GM, Torg JS : Testing for isometry during posterior cruciate ligament reconstruction. *Trans Orthop Res Soc*, 19:665, 1992.
16. Dejour H, Walch G, Peyrot J, Eberhard P : The natural history of the ruptured posterior cruciate ligament. *Orthop Trans*, 11:146, 1987.
17. Dye SG, Chew MH : The use of scintigraphy to detect increased osseous metabolic activity about the knee. *Instr Course Lect*, 43:453-469, 1994.
18. Fanelli GC, Gianotti BF, Edson CJ : Current concepts review: the posterior cruciate ligament. Arthroscopic evaluation and treatment. *Arthroscopy*, 10:673, 1994.
19. Fischer SP, Fox JM, Del Pizzo W, et al : Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. A multi-center analysis of one thousand and fourteen patients. *J Bone Joint Surg*, 73A:2-10, 1991.
20. Fowler PJ, Messien SS : Isolate posterior cruciate ligament injuries in athletes. *Am J Sports Med*, 15:553-557, 1987
21. Fuss F : Anatomy of the cruciate ligaments and their function in extension and flexion of the human knee joint. *The American Journal of Anatomy*, 184:165-176, 1989.
22. Fuss F : Optimal replacement of the cruciate ligaments from the functional-anatomical point of view. *Acta Anat(Basel)*, 140:260-268, 1991.
23. Fuss F : The restraining function of the cruciate ligaments of the human knee joint. *Anat Rec*, 230:283-289, 1991.
24. Galloway MT, Grood ES, Mehalik JN, et al : Posterior cruciate ligament reconstruction: an in vitro study of femoral and tibial graft placement. *Am J Sports Med*, 24:437-45, 1996.
25. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS : The cruciate ligaments of the knee(joint?): anatomical (anatomic?), functional, and experimental analysis. *Clin Orthop*, 106:216-231, 1975.
26. Grood ES, Hefzy MS, Lindenfeld TN : Factors

- affecting the region of most isometric femoral attachments, 1: the posterior cruciate ligament, *Am J Sports Med*, 17:197-207, 1989.
27. Harner CD, Hoher J : Evaluation and Treatment of Posterior Cruciate Ligament Injuries, *AM J Sports Med*, 26:471-482, 1998.
 28. Hewett TE, Noyes FR : The diagnosis of partial versus complete PCL ruptures: stress radiography compared to KT-1000 testing and clinical exam, *Orthop Trans*, 20, 1996.
 29. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ et al : Classification of knee ligament instabilities, 1: the medial compartment and cruciate ligaments, *J bone Joint Surg*, 58A:159, 1976.
 30. Hughston JC, Bowden JA, Andrews Jr, Norwood LA : Acute tears of the posterior cruciate ligament, *J Bone Joint Surg*, 62A:438-450, 1980.
 31. Juergensen K, Edwards C, Jakob R : Positioning of the posterior cruciate ligament, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2:133-137, 1994.
 32. Jung YB, Tae SK, Kim BS, Yoo HW, Lee HJ : Reconstruction of the posterior cruciate ligament: A clinical comparison between patellar tendon alone and patellar tendon plus artificial ligament, *J Orthop Surg*, 3:1-9 1995.
 33. Jung YB, Chang EC, Yum JK : Second look findings after arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction, *J Korean Knee Society*, 9:35-41, 1997.
 34. Kaplan MJ, Clancy WG : Alabama sports medicine experience with isolated and combined posterior cruciate ligament injuries, *Clin. Sports Med*, 13:545, 1994.
 35. Keller PM, Shelbourne KD, McCarroll JR, Rettig AC : Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries, *Am J Sports Med*, 21:132-136, 1993.
 36. Kurosawa H, Yamakoshi K, Yasuda K, Sasaki T : Simultaneous measurement of changes in length of the cruciate ligaments during knee motion, *Clin Orthop*, 265:233-240, 1991.
 37. Noyes FR, Barber-Westin SD : Treatment of complex Injuries Involving the posterior cruciate and posterolateral ligaments of the knee, *Am J. Knee Surg*, 9:200-214, 1996.
 38. Odensten M, Gillquist J : Reconstruction of the posterior cruciate ligament using a new drill guide, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1: 39-43, 1993.
 39. Ogata K, McCarthy J : Measurements of length and tension patterns during reconstruction of the posterior cruciate ligament, *Am J Sports Med*, 20:351-355, 1992.
 40. Pearsall AW, Pyevich M, Draganich LF, Larkin JJ, Reider B : In vitro study of knee stability after posterior cruciate ligament reconstruction, *Clin Orthop*, 327:264-71, 1996.
 41. Peterson II CA, Warren RF : Management of acute and chronic posterior cruciate ligament injuries *Am J Knee Surg*, 9:172-184, 1996.
 42. Race A, Amis AA : Loading of the two bundles of the posterior cruciate ligament: an analysis of bundle function in A-P drawer, *J Biomech*, 29: 873-9, 1996.
 43. Race A, Amis AA : The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament, *J Biomech*, 27:13-24, 1994.
 44. Race A, Amis AA : PCL reconstruction -In vitro biomechanical comparison of isometric versus single and double-bundle anatomic graft- *J. Bone Joint Surg*, 80-B:173-179, 1998.
 45. Saddler SC, Noyes FR, Grood ES : Knochenmuss DR, Hefzy MS: Posterior cruciate ligament anatomy and length-tension behavior of PCL surface fibers, *Am J Knee Surg*, 9:194-199, 1996.
 46. Shelbourne KD, Wilckens JH, Mollabashy A, DeCarlo M : Arthrofibrosis in acute anterior ligament reconstruction. The effect of timing of reconstruction and rehabilitation, *Am J Sports Med*, 19:332-336, 1991.
 47. Tewes DD, Fritz HM, Buss DD, Quick DC : MRI of the posterior cruciate ligament: acute vs chronic injury. Presented at the annual Meeting of the American Academy of Orthopedic Surgeons: february 24-March 1, 1994; New Orleans, Louisiana.
 48. Torg JS, Barton TM, Pavlov H, Stine R : Natural history of the posterior cruciate ligament-deficient knee, *Clin Orthop*, 246:208-216, 1989.
 49. Trent P, Walker P, Wolfe B : Ligament length patterns, strength, and rotational axes of the knee joint, *Clin Orthop*, 117:263-270, 1976.
 50. Trus P, Petermann J, Gotzen L : Posterior cruciate ligament reconstruction-an vitro study of isometry tests using a string linkage model, 1, *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2:100-103, 1994.
 51. Van Dijk R : *The Behaviour of the Cruciate Ligaments in the Human Knee*, Amsterdam, 1983.

Management of the PCL Injuries

Young Bok Jung, M.D., Ph.D, Ho Joong Jung, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Yong-San General Hospital,
Chung-Ang University*

ABSTRACT : The distinction between isolated and combined injuries is crucial both for treatment and prognosis. For most combined injuries, surgical treatment continues to be favored over nonoperative treatment. It is generally agreed that isolated PCL injuries do well without surgery^{7,9,20,25,48}.

There has been an interest by many authors to fix the graft directly to the posterior aspect of the tibia (tibial inlay). With this procedure, tibial graft fixation will be more direct and theoretically reduce the bending effects of the graft with a fixation site far away from the tibial insertion^{5,20}.

Modified tibial inlay technique, which is the posterior approach does not require the patient to be in the prone or lateral decubitus position during the operation.

Use of a double-bundle reconstructive technique is attractive and has been performed by some surgeons^{4,41}. At this time, this procedure is still being investigated and should not be routinely used in the clinical setting until studies have indicated an advantage over current single-bundle techniques.

However theoretically, double-bundle reconstructive technique is more useful in severe posterior unstable knee^{4,41}.

Recent advances have increased our knowledge of the anatomy and mechanical characteristics of the PCL. Basic science research has further increased our awareness of the interaction of the posterolateral structures with the PCL.

To achieve restoration of normal posterior laxity, it is critical to address the posterior as well as the postero-lateral structures²⁷.

Surgical treatment is often complex and requires a wide range of surgical techniques and skills to treat associated injuries. When the PCL is reconstructed, most surgeons choose to reconstruct the anterolateral component using a graft of sufficient size and strength. The initial postoperative rehabilitation should be addressed cautiously in an effort to avoid excessive forces on delicate repairs and reconstructions in these complex injuries. Further research is necessary to evaluate new surgical approaches such as double-bundle reconstructions and tibial inlay techniques as well as improved techniques for capsular and collateral ligament injuries.
