

잔여 조직을 보존한 단일 다발 후방십자인대 보강재건술

영남대학교 의과대학 정형외과학교실

이동철 · 김원호

Single Bundle PCL Reconstruction with Remnant Preservation

Dong Chul Lee, M.D., Won-Ho Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Yeungnam University, Daegu, Korea

Optimal treatment of the torn posterior cruciate ligament (PCL) remains controversial. The type of tibial fixation (transtibial vs inlay), the femoral tunnel position within the femoral footprint (central, eccentric or isometric), and the number of bundles in the reconstruction (single-bundle vs double-bundle) are controversial issues. The PCL has a better chance of spontaneously healing than the anterior cruciate ligament (ACL) because of a rich blood supply (near the branch of the middle genicular artery) and coverage with a thicker synovium. In general, for easier passage of the graft and full visualization of the original ligament attachment site during the precise positioning of the tunnel, the remaining PCL fibers are usually debrided during reconstruction. However, the remaining remnant structures would significantly contribute to the posterior stability of the knee joint, the healing of the graft, preserving proprioceptive function of the mechanoreceptors in the PCL. Double bundle PCL reconstruction may result in some surgical complications because of increased complexity of making tunnel. Therefore, single bundle PCL reconstruction with remnant preservation seems to be an effective procedure.

KEY WORDS: Posterior cruciate ligament, Reconstruction, Single bundle technique, Remnant preservation

서 론

후방십자인대 단독 파열은 전체 급성 슬관절 손상의 3%, 전체 슬관절 인대 손상의 3~37%를 차지하며¹⁾ 동반 인대 손상이 50~60% 발생되며 이중 60%의 후외측 불안정성이 동반된다. 후방불안정성이 지속되면 슬개-대퇴관절과 슬관절 내측구획에 비정상적인 관절 접촉력의 증가로 인해 동통, 관절 연골의 손상 및 퇴행성 변화를 일으키게 된다.

후방십자인대 재건술 후 결과가 전방십자인대 재건술보다 좋지는 않으나, 최근 후방 십자인대의 해부학, 생역학적인 연

구가 많이 보고되고 있으며, 관절경하 후방십자인대 재건술의 다양한 수술 기법으로 후방십자인대에 대한 관심이 높아지며 재건술의 빈도도 증가하는 추세에 있다. 후방십자인대 재건술시 고려해야할 사항들로는 고정방법(transtibial vs inlay), 대퇴터널의 위치(central, eccentric or isometric), 재건다발의 수(single-bundle vs double-bundle) 등이 있다. 이전 대부분의 후방십자인대 재건술은 손상된 후방십자인대를 제거하고, 새로운 이식물로 후방십자인대를 재건하는 방법이다. 하지만, 후방십자인대는 중슬부 동맥의 분지와 가깝게 위치하고, 두꺼운 활액막에 싸여있어 손상시 전방십자인대보다 자연 치유력이 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 최근 추세는 파열된 잔여 후방십자인대를 보존하여 재건된 인대 안정성을 보강하며 잔여 인대에 남아 있는 기계 수용체의 고유 수용 감각 기능을 살리는 재건술이 주목 받고 있다. 이에 저자들은 후방십자인대 보존 수술에 대한 문헌 고찰을 중심으로 기술하고자 한다.

* Address reprint request to

Dong Chul Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine,
Yeungnam University

Daemyung-dong 317-1, Nam-gu, Daegu, Korea

Tel: 82-53-620-3645, Fax: 82-53-628-4020

E-mail: dclee@med.yu.ac.kr

접수일: 2011년 5월 25일 게재심사일: 2011년 6월 15일

게재승인일: 2011년 7월 30일

본 론

1. 후방십자인대의 해부학 및 생역학

후방십자인대의 평균길이는 32~38 mm이고, 폭은 13 mm로 전방십자인대보다 1.5배정도 더 굵다.²⁾ 후방십자인대 대퇴 및 경골 부착부는 중간 실질부보다 3배 정도 더 넓으며 이런 점이 해부학적 재건을 어렵게 한다. 일반적으로 두 개의 전외측 및 후내측 다발로 분류되며, 전외측 다발은 단면적이 후내측 다발의 2배이며, 물리적 강도도 2.7배에 해당하며 슬관절 굴곡시 긴장되고 신전시 이완되며 후방십자인대 단일 다발 재건술시 기준이 된다. 후내측 다발은 후방십자인대 부피의 5~15%를 차지하며, 신전시 긴장되고 굴곡시 이완되며 등척성(isometric) 위치에 가깝다. 그러나 후방십자인대에서 대퇴부착부 전방과 중앙부의 대부분이 비등척성(nonisometric)으로 구성되어 있다. 후방십자인대 전외측 다발과 후내측 다발은 굴곡 및 신전에서 상호 보완적으로 긴장 및 이완을 한다. 후방십자인대 대퇴 부착부의 중간 지점은 내측 대퇴과 관절연골에서 1 cm 근위부에 위치하며, 경골 부착부는 관절선 약 1~1.5 cm 하방의 중앙 후방 함몰부에 부착하고, 외측 반월 연골관 후각부와 연결되어 있으며 뒷쪽 후방 관절낭 및 골막과 혼합되어 있다.³⁾

후방십자인대는 슬관절의 안정에 주된 역할을 하는 구조물로, 회전축의 중심에 위치하며 경골의 후방 이동에 약 95%정도 관여하고 회전전, 내반 및 외반에 대한 이차적 억제 구조물이다. 반월상 대퇴인대(meniscofemoral ligament)는 후방십자인대 복합체의 일부로 간주되며, 후방십자인대의 22%정도이고, 전방인대는 Humphry, 후방인대는 Wrisberg 인대로 불리며 후방 안정성에 다소 기여한다. 후내측 다발보다 강성과 극한 하중에 조금 강하다. 후방십자인대 손상시 대퇴 신전 기전의 lever arm이 짧아져 슬개 대퇴 및 내측 구획에 압력이 증가해 골관절염의 발생이 증가된다.⁴⁾

후방십자인대에는 많은 신경 말단이 존재하여 고유 감각(proprioceptive function)에 관여하며,⁵⁾ 후방십자인대는 관절내에 존재하나 활막외 조직으로 간주된다. 고유감각 수용체는 인대 전체의 1%를 차지하며 주로 대퇴 및 경골 부착부에 많이 위치하며 Ruffini, Pacinian, Golgi와 free nerve ending의 기계수용체를 가지고, 이동속도 및 위치, 감각에 대한 정보를 중추신경계에 전달하여 관절에서 sensory feedback과 대퇴사두근 및 슬근의 활동을 조절하게 한다.⁶⁾ 인대의 파열은 역학적 불안정성을 발생시킬 뿐 아니라 중추신경계로 가는 신호를 차단하여 신경학적 장애를 야기시키게 된다. Pacinian corpuscle이 인대에서 가장 많은 수용체이며 이동 속도에 관여하고, Ruffini ending은 위치, 인대 긴장도를 담당하는 수용체이다. 인대 재건술 시 기계적 수용체가 위치해 있는 십자인대 부착부는 가능한 복구 되어야 하며, 이식물로 대체되는 것보다 인대 봉합과 augment가 추천되

어진다. 또한 인대 재건술 후, 인대 재활 프로그램에서는 관절의 고유감각을 회복할 수 있는 방법으로 계획되어야 한다. 후방십자인대는 전방십자인대와 달리 자연치유력이 많으며 손상후 MRI 추시상 형태학적으로 달라지나 인대 섬유는 잘 유지되어진다. 그러므로 후방십자인대 잔유물은 안정성과 고유 수용능력에 상당한 기여를 할 수 있다.

2. 수술의 적응증

후방십자인대 재건술의 목적은 경골 후방 전위를 제한하여 관절 기능을 회복하여 정상적인 슬관절 운동 역학을 재현하는 것이다. 이학적 검사상 후방불안정성이 건측에 비하여 10 mm이하인(등급II) 단독 파열은 활동 변경과 보존적 치료로 좋은 결과를 얻을 수도 있다.

하지만 6개월이상의 보존적 치료를 시행하였으나 일상생활에서 동통과 불안정성이 심하고, 골주사에서 양성으로 나타나는 경우, 후방 전위 검사상 건측과 비교해 8 mm 이상인 단독 손상, 동반인대 손상(후외측 및 측부 인대)을 동반한 다발성 인대 손상, 슬개-대퇴 관절이나 내측 대퇴-경골 관절에 관절염 변화 등 증상이 동반된 만성 후방십자인대 단독 손상의 경우 후방십자인대 재건술의 적응이 된다.⁷⁾ 증상 있는 만성 후방십자인대 단독 손상의 경우 1년 이상 경과되지 않게 하는 것이 좋다고 하며 5년 추시 결과 대퇴 내측과에 80%, 슬개골에 50%의 퇴행성 변화가 관찰된다는 보고가 있으나,⁸⁾ 후방십자인대 재건술 후 5년 추시 결과에서 환자의 10~18%, 10년 추시 결과 상 36%에서 퇴행성 변화를 보고하였다.^{9,10)}

1) 단일 다발 재건술 vs 이중 다발 재건술

후방 십자인대 단일 다발 재건술은 일반적으로 전외측 다발만 재건하므로 신전시 전후방 불안정성이 발생하는 문제가 있을 수 있다. 이러한 후방십자인대의 생역학적 기능을 정상으로 회복시킬 수 없는 단점이 있어¹¹⁾ 최근 이를 보완하기 위해 후내측다발을 함께 재건하는 이중다발 재건술이 고안되는 근거가 되었다. 생역학적인 연구에서 전후방 안정성 및 긴장도에서 이중 다발 후방십자인대 재건술의 이점이 보고되고 있으며,¹²⁾ 치료하지 않은 후외측 손상이 동반된 경우 회전 안정성은 이중 다발 후방십자인대 재건술이 다소 나은 것으로 일부에서 보고되나^{11,13)} 두개의 터널을 뚫기 위해 잔여인대 부착부를 더 손상시킬 수 있는 단점이 있고, 아직 임상적 결과의 우수성은 명확히 입증되지 않았다.^{6,14,15)} 2011년 Kim 등¹⁾이 보고한 후방십자인대 단독 손상에서 경골 터널을 이용한 단일 다발 재건술의 임상적 결과는 수상전과 비교해 동일한 기능적 회복은 되지 않았으나 후방 불안정성이 1등급으로 회복되었고, 경쟁적인 스포츠 활동이 가능하였으며, IKDC standard form상 75%에서 술후 기능상 정상 또는 거의 정상으로 회복되었고, 80% 이상에서 주관적인 만족도를 나타내었다. 단일 다발 재건술은 손상된 후방십자 잔존인대와 기

계 고유수용체를 이중 다발 재건술에 비해 보다 더 보존할 수 있는 장점이 있으며, 술식이 비교적 쉽고 대퇴 터널 합병증이 적을 수 있는 장점이 있다.¹⁶⁾

2) 경골 터널 방법 vs Inlay 방법

경골 터널 방법은 비교적 술기가 간단하여 일반적으로 가장 많이 시행되어 온 술기이나 경골터널의 후방 근위 입구에 급격한 각 변화가 형성(killer turn)되어 이식건이 이완되거나 파열되는 단점이 보고되고 있다. 이를 극복하기 위하여 inlay 방법이 고안되었으나, inlay 방법은 슬관절 후방 관절막을 개방하는 침습적 방법이며 수술 중 환자의 위치를 바꾸어야 하는 단점이 있어, 일반적으로 경골 터널 방법이 보편적으로 사용되고 있다. 생역학적인 연구에서 반복적인 외력을 주었을 때 경골 터널 방법에서 이식건의 심한 마모가 관찰되어 inlay 방법의 우수성을 보고하는 경우¹⁷⁾가 있으나, 골곡 각에 따른 힘의 측정에서 두 방법간 차이가 없다^{18,19)}는 보고도 있다. 임상적인 결과도 경골 터널 방법이 inlay 방법보다 불량하다는 보고²⁰⁾가 있는 반면, 두 방법간 차이가 없다는 보고¹⁶⁾도 있다. 따라서 술기상 더 복잡한 inlay 방법은 재-재건술, 이식건 고정에 영향을 주는 골감소증, 후방 석회화가 있는 특별한 경우에서 적응증이 될 수 있다.²¹⁾

3) 잔여 후방십자인대 다발을 보존한 관절경적 후방십자인대 재건술

대부분의 후방십자인대 손상은 슬관절 골곡상태에서 발생하므로 후방십자인대 전외측 다발은 파열되거나 후외측 다발은 대부분 보존될 수 있으며, 후방십자인대는 중슬부 동맥의 분지와 가깝게 위치하고, 두꺼운 활액막에 싸여있어 전방십자인대보다 자연 치유력이 뛰어난 것으로 알려져 있다.²²⁾ Sarfran 등²³⁾은 수상 후 평균 29개월 된 후방십자인대 단독 손상환자 18명을 대상으로 고유수용 감각기능을 조사하여 건측과 비교한 결과 후방십자인대가 손상 받은 측과 건강한 측 모두에서 고유수용 감각수용체들이 임상적인 기능을 하고 있다고 하였고, 따라서 후방십자인대 재건술 시 잔여 후방십자인대를 제거하지 않는다면 기계 수용체의 고유수용 감각을 보존하면서 정상 후방십자인대와 유사한 기능적 안정성을 얻을 수 있을 것으로 보고 하였다. 잔여 후방십자인대를 제거하지 않고 후방십자인대 재건술을 시행할 경우 잔여 후방십자인대는 이미 이완되어 있으므로 관절의 안정성에는 기여하지 못할 가능성이 있지만, 새로이 이식된 인대에 혈액 공급을 제공하고 재혈관화로 치유되는데 유리할 것으로 생각되며, 또한 잔여 후방십자인대가 어느 정도 이식건을 보호할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 잔여 인대 부착부의 고유수용 감각수용체들이 남아있어 임상적인 기능을 하고 있으므로, 기계 수용체의 고유수용 감각을 보존하면서 정상 후방십자인대와 유사한 기능적 안정성을 얻을 수 있는 장점이 있을 것으로 사료된다.

(1) 후방십자인대 보존 단일 다발 재건술

Jung 등²⁴⁾은 급성 또는 아급성 후방십자인대 손상(수상후 3개월이내)이 있는 운동선수, 등급 III인 육체 노동자, 타 인대 손상이 동반된 등급 II인 환자를 대상으로 remnant PCL augmenting stent procedure를 시행하여 술후 평균 3년 추시 관찰한 20예 중, 후방 안정성에 대하여 90%의 만족을, IKDC standard form상 85%에서 술후 기능상 정상 또는 거의 정상으로의 회복을 보고하였다. 이 술기의 장점은 수상 후 3개월이내에 시술하였으므로 이차적인 후방 인대 재건장으로 인한 추가적인 손상을 방지할 수 있고, 후방십자인대의 잠재적인 자연 치유력을 기대할 수 있고, 만성 후방십자인대 재건술에 비해 간단하고, 조기에 수술적 치료를 시행하여 이 환기간이 짧고 조기에 일상 생활에 복귀할 수 있다는 것이다.

Ahn 등²⁵⁾은 만성 후방십자인대 손상(수상후 8개월이상)에 대하여 잔여 후방십자인대 다발을 보존한 경골 터널을 이용한 후방십자인대 재건술을 시행하고 2년 이상 추시 관찰한 61예 중 약 88%의 환자에서 성공적인 결과를 보고하였다. 40예에서 추시된 MRI상 약 95% 이상에서 낮은 신호강도의 단일 다발로 연결되어 치유된 소견을 보였고, 42예에서 추시된 이차적 관절경 소견상 모든 예에서 이식건의 연결이 잘 유지되어 있었으며, 활액막에 의해 싸여 정상 후방십자인대의 모양을 보였고, 탐색자를 이용한 긴장강도 측정시 정상에 가까운 인장강도를 보였으며, killer turn에 의한 이완이나 부분 파열의 소견은 관찰 할 수 없었다. 이는 남아 있는 후방십자인대가 경골 입구의 급격한 각 변화로부터 이식건을 보호하는 것으로 보고하였다.

Wang 등²⁶⁾은 단일 다발 후방십자인대 보존 재건술을 시행하고 2년 이상(28~38개월) 추시 관찰한 20예 중 IKDC standard form상 85%에서 술후 기능상 정상 또는 거의 정상으로의 회복과 95%에서 completely stable & mild laxity(≤5 mm)를 보고하였다.

Jung 등²⁶⁾은 만성 후방십자인대 손상에서 잔여 후방십자인대 경골 부착부 골편을 떼어 하방 이동시켜 인대를 긴장시키고, 동시에 후방 십자인대 전외측 다발을 새로운 이식물로 보강 재건시키는 inlay 방식으로 고정하여 KT-1000 arthrometer 상 manual maximal test에서 건측과 비교해 8.2 mm에서 1.9 mm로 감소시켰으며, OAK score가 13점에서 63점으로 향상되었다고 보고하였다.

(2) 후방십자인대 보존 이중 다발 재건술

후방십자인대 잔여 인대를 이중다발 이식건을 이용해 보강하는 술식으로 Yoon 등²⁷⁾은 아킬레스건을 두개의 다발로 나누어 전외측 및 후내측 다발을 보강 재건하였으며 평균 25개월 추시상 건측과 비교해 12.7 mm에서 2.4 mm로 안정성이 호전되었으며 67%에서 2 mm이하로 안정성이 호전되었다고 보고하였고, 11%에서 6 mm 이상이었다고 하였다.

Zhao 등²⁸⁾은 슬건을 이용하여 전외측 및 후내측 다발을 두

개의 경골 터널을 뚫어 보강하는 Sandwich-style로 보강하였으며 최소 2년 추시상 88.9% 환자에서 만족할 결과를 얻었으며 KT-1000 arthrometer 상 9.3 mm에서 0.7 mm로 안정성을 회복하였으며, IKDC 주관적 결과가 58.6점에서 94.9 점으로, Lysholm 점수는 58.6점에서 94.9점으로 호전되었다고 하였다.

4) 저자의 방법

저자의 경우 전외측 잔여 다발을 보강하기 위한 대퇴 터널의 크기를 최소화시켜, 대퇴 부착부 잔여 인대 손상이 최소화 되도록 하였으며 대개 8~9 mm 직경으로 만들었다. 이 터널을 통과할 수 있는 인대 보강 재건술을 위한 이식물로, 강한

강성(stiffness) 및 최종 파열 강도, 단면적을 고려해 볼 때 전 경골 동종건이 평균 344 N/mm, 3412 N, 38 mm² 로 적절한 이식물로 판단되며, 최종 파열 강도는 슬개건 및 전방십자인대보다 강하다. 또한 전 경골 동종건은 골부착이 없어 상대적으로 적은 터널에도 통과하기 쉽고 길이가 길어 이식물 인대 길이 조절에 장점이 있다. 대퇴 고정은 Endobutton CL로 하였으며 이 기기의 failure load는 864±164 N으로, 간섭나사(539±114 N)나 Rigid fix (737±140 N)에 비해 강하며 고정이 쉬운 장점이 있다. 대퇴 터널의 위치는 좌 슬관절의 경우 11시 방향, 관절 연골에서 5~6 mm 근위부에 슬관절의 보조 전외측 삽입구를 이용하여 inside out 방향으로 guide pin을 삽입 후 적절한 크기의 천공기를 이용하여 터널을 만들고 후방 십자 인대 전외측 다발 foot print에 인접하되 침범이 최소화 되게 조심하여 만든다(Fig. 1). 경골 터널의 방향은 killer turn 부위에 이식물의 영향을 최소화 시키기 위해 경골 전외측 터널을 만든다. 경골 터널 입구는 전외측 전 경골근 부착부 전면 근위부 지점에 만든다. 후내측 삽입구를 통해 관절경을 보고 후방십자인대 경골 부착지점 하외방에 guide pin이 나오게 삽입하고 적절한 천공기를 사용하여 직경 9~10 mm 터널이 만들어지게 한다(Fig. 2). 경골 부착부 후방십자인대 손상을 최소화 하고, 인대는 최대한 보존한다. 동종건 이식물은 슬관절 보조 전외측 삽입구를 통해 대퇴 터널로 먼저 적절한 길이의 Endobutton CL을 선택해서 먼저 장착시키고, 남은 경골측 이식건은 관절강을 통해 전외방 경골 터널로 빼낸다. 이후 충분한 강도로 견인 후(약 15 lb) 15~20회 관절 운동을 시키고 대퇴골에 비해 경골에 적절한 7~10 mm step off가 만들어지게 한 후 경골 터널에 흡수 성 간섭 나사(직경 9 mm)을 고정 후 해면골 나사와 washer을 경골에 고정하고 이식건에 고정한 견인실을 고정하는 post-tie로 이차적 고정을 시킨다. 이후 신전시켜 부목을 유지시킨다(Fig. 3).



Fig. 1. An arthroscopic image shows femoral tunnel for the graft (Lt. knee : 11 o'clock) with remnant preservation.



Fig. 2. Radiographs shows antero-lateral tibial tunnel for the graft.



Fig. 3. AP (A) and lateral view (B) radiographs of the knee showing the location of the tibial and femoral tunnels during PCL reconstruction.

결 론

후방십자인대 파열 후 불안정성이 있는 환자에서는, 대부분 잔여 인대가 남아 있는 경우가 많으므로 이 잔여 인대를 가능한 보존하여야 고유 수용체 기능을 유지시킬 수 있다. 또한, 이식건의 원활한 혈액 공급 및 안정성 회복 등을 위해 보강 재건술이 필요할 것으로 사료된다. 전외측 다발을 재건시키는 단일 다발 재건술에 비해, 후내측 다발을 함께 재건시키는 이중 다발 재건술이 이론적, 생역학적 장점이 있으나 전외측 단일 다발 재건술도 비교적 동등한 임상 결과가 보고되고 있으며, 수술 술기의 어려움과 터널 합병증이 발생될 수 있는 이중 다발 재건술식에 비해, 대퇴부 인대 부착부를 보존하기 쉽고 합병증이 적은 단일 다발 재건술식을 이용한 보강법이 유용한 수술 방법으로 사료된다.

REFERENCES

1. Kim YM, Lee CA, Matava MJ. Clinical results of arthroscopic single bundle transtibial posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 39:425-34, 2011.
2. Harner CD, Xerogean JW, Livesay GA, Cartin GJ, Smith BA, Kusayama T, Kashiwaguchi S, Woo Sc. The human PCL complex: an interdisciplinary study. Ligament morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med.* 23:736-45, 1995.
3. Van Dommelen BA, Fowler PJ. Anatomy of posterior cruciate ligament: a review. *Am J Sports Med.* 17:24-9, 1989.
4. Dandy DJ, Pusey RJ. The Long Term results of unrepaired tears of the posterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg BR.* 64:92-4, 1982.
5. Gillquist J. Knee ligaments and proprioception. Guest editorial. *Acta Orthop Scand.* 67:533-5, 1996.
6. Gollehon DL, Torzilli PA, Warren RF. The role of posterolateral cruciate ligament on the stability of the human knee. A biomechanical study. *J Bone Joint Surg Am.* 69:232-42, 1987.
7. Hermans S, Corten K, Bellemans J. Long term results of isolated anterolateral bundle of the posterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 37:1499-507, 2009.
8. Strobel MJ, Weiler A, Schulz MS, Russe K, Eichhorn HJ. Arthroscopic evaluation of articular cartilage lesion in posterior cruciate ligament deficient knees. *Arthroscopy.* 19:262-8, 2003.
9. Jackson WF, van der Tempel WM, Salmon LJ, Williams HA, Pinczewski LA. Endoscopically-assisted single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: results at minimum ten-year follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 90:1328-33, 2008.
10. Wu CH, Chen AC, Yuan LJ, et al. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament by using a quadriceps tendon autograft: a minimum 5-year follow-up. *Arthroscopy.* 23:420-7, 2007.
11. Harner CD, Vogrin TM, Hoher J, Ma CB, Woo SL. Biomechanical analysis of a posterior cruciate ligament reconstruction. Deficiency of the posterolateral structures as a cause of graft failure. *Am J Sports Med.* 28:32-9, 2000.
12. Markolf KL, Feeley BT, Jackson SR, McAllister DR.

- Biomechanical studies of double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions. *J Bone Joint Surg Am* 88:1788-94, 2006.
13. Race A, Amis AA. PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of 'isometric' versus single and double-bundled "anatomic" grafts. *J Bone Joint Surg Br*, 1998;80:173-9.
 14. Bergfeld JA, Graham SM, Parker RD, Valdevit AD, Kambic HE. A biomechanical comparison of posterior cruciate ligament reconstructions using single- and double-bundle tibial inlay techniques. *Am J Sports Med*, 33:976-81, 2005.
 15. Wang CJ, Weng LH, Hsu CC, Chan YS. Arthroscopic single versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstructions using hamstring autograft. *Injury*, 35:1293-9,2004.
 16. Seon Jk, Song EK. Reconstruction of isolated posterior cruciate ligament injuries: a clinical comparison of the transtibial and tibial inlay techniques. *Arthroscopy*, 22:27-32,2006.
 17. Bergfeld JA, McAllister DR, Parker RD, Valdevit AD, Kambic HE. A biomechanical comparison of posterior cruciate ligament reconstruction techniques. *Am J Sports Med*, 29:129-36, 2001.
 18. Katonis P, Papontsidakis A, Aligizakis A, Tzanakakis G, Kontakis GM, Papagelopoulos PJ. Mechanoreceptors of the posterior cruciate ligaments. *J Intern Med Research* 362: 387-93, 2008.
 19. Margheritini F, Mauro CS, Rihn JA, Stabile KJ, Woo SL, Harner CD. Biomechanical comparison of tibial inlay versus transtibial techniques for posterior cruciate ligament reconstruction: analysis of knee kinematics and graft in situ forces. *Am J Sports Med*, 32:587-93, 2004.
 20. Hughston JC, Bowden JA, Andrews JR, Norwood LA. Acute tears of the posterior cruciate ligament: results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*, 62:438-50, 1980.
 21. Christel P. Basic principles for surgical reconstruction of the PCL in chronic posterior knee instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 11:289-96, 2003.
 22. Ahn JH, Yang HS, Jeong WK, Koh KH. Arthroscopic transtibial posterior cruciate ligament reconstruction with preservation of posterior cruciate ligament fibers:clinical results of minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*, 34:194-204, 2006.
 23. Safran MR, Allen AA, Lephart SM, Borsa PA, Fu FH, Harner CD. Proprioception in the posterior cruciate ligament deficient knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 7:310-7,1999.
 24. Jung YB, Jung HJ, Song KS, Kim JY, Lee HJ, Lee JS. Remnant posterior cruciate ligament -augmenting stent procedure for injuries in the acute or subacute stage. *Arthroscopy*, 26:223-9, 2010.
 25. Wang CJ, Chen HS, Huang TW. Outcome of arthroscopic single bundle reconstruction for complete posterior cruciate ligament tear. *Injury*, 34:747-51. 2003.
 26. Jung YB, Jung HJ, Tae SK, Lee YS, Yang DL. Tensioning of remnant posterior cruciate ligament and reconstruction of anterolateral bundle in chronic posterior cruciate ligament injury. *Arthroscopy*, 22:329-38, 2006.
 27. Yoon KH, Bae DK, Song SJ, Lim CT. Arthroscopic double bundle augmentation of posterior cruciate ligament using split Achilles allograft. *Arthroscopy*, 21:1436-42, 2005.
 28. Zhao J, Xiaoqiao H, He Y, Yang X, Liu C, Lu Z. Sandwich-style posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 24:650-9, 2008.

초 록

후방십자인대 파열의 최선의 치료법은 논쟁의 대상이며, 후방십자인대 재건술시 고려해야할 사항들로는 경골 고정방법(transtibial vs inlay), 대퇴터널의 위치(central, eccentric or isometric), 재건다발의 수(single-bundle vs double-bundle)등이 있다. 후방십자인대는 중슬부 동맥의 분지와 가깝게 위치하고, 두꺼운 활액막에 싸여있어 손상시 전방십자인대보다 자연 치유력이 뛰어난 것으로 알려져 있다. 일반적으로 후방십자인대 재건술시, 이식물 통과를 용이하게 하고 터널 위치 선정을 위한 인대 부착부를 잘 보기 위해 남아 있는 후방십자인대 잔여 조직을 모두 제거한다. 그러나 잔여 조직을 보존하면 슬관절 후방 안정성에 기여하며, 이식물 치유를 빠르게 하고, 잔여 인대에 남아 있는 기계 수용체의 고유 수용 감각 기능을 살리게 된다. 수술 술기의 어려움과 터널 합병증이 발생될 수 있는 이중 다발 재건술에 비해, 대퇴부 인대 부착부를 보전하기 쉽고 합병증이 적은 단일 다발 재건술을 이용한 잔여 조직을 보존한 보강법이 유용한 수술 방법으로 사료된다.

색인 단어: 후방십자인대, 재건술, 단일 다발, 잔여 조직 보존