

자가 슬괵건을 이용한 전방 십자 인대 재건술 - 새로운 대퇴부 현수고정법인 Cross Pin과 일정한 긴장력 유지를 위한 Graft Tensioner 사용의 단기 추시 결과 -

서승석 · 김창완 · 김진석 · 최상영

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실

목적: 자가 슬괵건을 이용한 전방 십자 인대 재건술에서 Cross pin 및 Graft Tensioner를 이용한 수술의 단기 추시 결과를 보고하고 조기 경험에서 발견된 수술 술기상의 문제점과 그 해결방안을 모색하고자 한다.

대상 및 방법: 2008년 1월부터 2009년 3월까지 자가 슬괵건을 이용한 전방 십자인대 재건술 후 최소 18개월이상 추시가 가능하였던 35예를 대상으로 하였다. 이식건의 대퇴골측 고정을 위해 Cross pin을, 경골측의 고정을 위해 Intrafix와 Post-tie를 사용하였다. 이식건은 Graft Tensioner를 이용하여 80N의 힘으로 고정하였다. 결과는 임상적, 방사선학적 결과와 합병증으로 평가하였다.

결과: IKDC 주관적 점수 및 Lysholm 점수는 술 후 89.1점 및 91.4점으로 호전되었으며 축이동 검사 및 One-leg hop 검사도 술 후 양호한 소견을 보였다. KT-1000 관절계 검사 및 Telos 부하 방사선 검사상 최종 추시시 건측에 비해 평균 2.8±1.6 mm, 2.6±1.3 mm로 호전을 보였으며 대퇴골 터널은 평균 2.3±1.1 mm로 확장되었다. 수술 술기상 문제점으로 대퇴골 터널과 횡고정 터널의 불일치, 대퇴골 터널과 Graft Harness의 길이 불일치 그리고 연부 조직 자극이 관찰되었다.

결론: Cross pin 및 Graft Tensioner를 이용한 전방 십자인대 재건술은 단기 추시 상 좋은 안정성을 보여주는 수술 방법 중의 하나로 사료된다. 그러나 술기상 문제로 대퇴 터널-cross pin 불일치를 줄이기 위해 대퇴 터널을 짧게 만들거나 cross pin 터널을 피질골에 가능한 수직으로 만들어야 하며 대퇴 터널 형성시 위치 막대를 3 mm가량 더 진행시켜야 대퇴 터널-graft harness 불일치를 줄일 수 있을 것으로 생각된다.

색인 단어: 전방십자인대 재건술, 슬괵건, Cross pin, Graft Tensioner

서 론

전방 십자 인대 재건술시 사용되는 자가 이식건의 경우 슬개-대퇴 관절의 동통과 대퇴 신전력의 약화, 슬개건 과열 등의 문제로 골-슬개건-골의 사용 빈도는 줄어들고 슬괵건을 이용한 방법이 증가하는 추세이다^{13,17}. 하지만 슬괵건을 이용한 재건은 건-골(tendon-to-bone) 유합으로, 골-슬개건-골의 골-골(bone-to-bone) 유합에 비해 고정력에서 다소 불리하며, 동물 실험에서 완전한 유합에 24주 이상 걸린다고 알려져 조기 재활을 시행하는데 제한점이 되어 왔다^{5,7,14}. 따라서 슬괵건을 이용한 전방십자인대 재건술시 조기 체중 부하와 적극적인 재활 치료를 위해서는 이식건의 견고한 고정이 필수적이다.

최근 이식건의 견고한 고정을 위해 다양한 대퇴골측 고정 방법이 소개되어 임상에서 사용되고 있다. 그러나 고정방법이 다양한 만큼 각각의 방법에서 생체역학적인 장단점이 상충되는 것도 사실이며 이에 대한 연구도 꾸준히 계속되고 있으며 새로운 고정방법들이 지속적으로 개발되고 있다. 그 중 해면골 현수 고정법(cancellous suspension)은 다른 고정법에 비해 이식건의 길이를 짧게 할 수 있어 견고성과 강성이 강하며 낮은 회전 진폭(cyclic amplitude)으로 강직성(stiffness) 또한 높은 장점이 있어 초기에 이식건의 견고한 고정을 얻을 수 있는 한 방법으로 알려져 있다. 이에 저자들은 이식건의 견고한 고정을 위해 개발된 해면골 현수 고정법의 하나인 PINN-ACL® Cross Pin (ConMed Linvatec, Largo, FL, USA)을 이용한 전방십자인대 재건술을 시행하고 최소 18개월 이상의 단기 결과를 보고하고자 한다.

이와 더불어 성공적인 전방십자인대 재건술의 결과를 위해 이식건의 고정전 전치치도 중요하며 이식건을 고정할 때 동일한 긴장도를 유지 하는 것이 최대 부하(maximum load) 및 강직성(stiffness), 최대 저항(maximum stress)에서 더 우수한 결과를 보인다고 알려져 있으나¹⁰ 어느 정도의 긴장도를 얼마

통신저자: 김진석
부산광역시 부산진구 개금동 633-165
인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과
TEL: 051) 890-6129 · FAX: 051) 892-6619
E-mail: bonechip@hanmail.net

* 본 논문의 요지는 2010년도춘계 대한 관절경 및 정형외과 스포츠 의학회에서 구연되었음.

나 유지하는가에 대해서는 아직 이견이 많다^{2,4,6,9)}. 이에 저자들은 PINN-ACL® Cross Pin 과 함께 이식건의 고정시 일정한 긴장도를 유지할 수 있도록 고안된 SE™ (Stress Equalization) Graft Tensioner (ConMed Linvatec, Largo, FL, USA)를 적용하고 그 임상결과를 알아보려고 한다.

대상 및 방법

1. 대상

2008년 1월부터 2009년 3월까지 본원에서 PINN-ACL® Cross Pin 과 SE™ Graft Tensioner를 사용하여 전방 십자인대 재건술을 시행받은 환자 중 18개월 이상 추시 관찰이 가능했던 환자 35명을 대상으로 하였다. 전예에서 네가닥의 자가 슬픽건을 이식건으로 사용하였다. 평균 나이는 28.6세 (18~46)였고 남자가 24예, 여자가 11예였으며 평균 추시 기간은 23.5개월(18~31)이었다. 수상 원인은 운동 손상 29예, 교통 사고 3예, 일상 생활중의 손상이 3예였다.

2. 동반 손상

동반 손상은 반월상 연골 손상이 24예로 가장 많았으며, 내측 측부 인대 손상이 13예, 골연골 병변이 있는 경우가 8예였다. 반월상 연골 손상의 경우 14례에서 봉합술을, 10례에서 부분절제술을 시행하였으며, 내측 측부인대 손상이 동반된 경우 보존적 치료를 시행하여 완전한 관절운동 범위를 확보한 후 전방십자인대 재건술을 시행하였다. 골연골 병변의 경우 그 손상 정도가 경미하여 간단한 변연절제술만으로 충분한 경우를 제외하고 수술적 치료가 필요한 경우는 대상에서 제외하였다.

3. 수술 방법

PINN-ACL® Cross Pin system은 경골-대퇴 터널에 삽입될 위치 막대(positioning rod)와 이에 결합되어 대퇴과의 횡단 터널(transverse tunnel) 위치를 유도해 줄 Cross Pin U-Guide, 이식건 대퇴부 고정을 위한 Graft Harness, Cross Pin 등으로 구성되어 있다(Fig. 1, Fig. 2).

진단적 관절경을 통해 전방 십자인대 파열을 확인 후 채취된 슬픽건을 4겹으로 만들어 견인 부위는 Graft Harness에 걸어 두고 말단은 매듭(terminal tie)을 만들었다. 대퇴 터널은 10시 30분(1시 30분) 방향으로 만든 후 위치 막대(positioning rod)를 결합한 Cross Pin U-Guide assembly를 삽입하였다. U-Guide assembly의 한쪽 끝에 가로관(Transverse Cannula)을 설치하여 대퇴 외과에서 내과로 향하는 횡단 터널

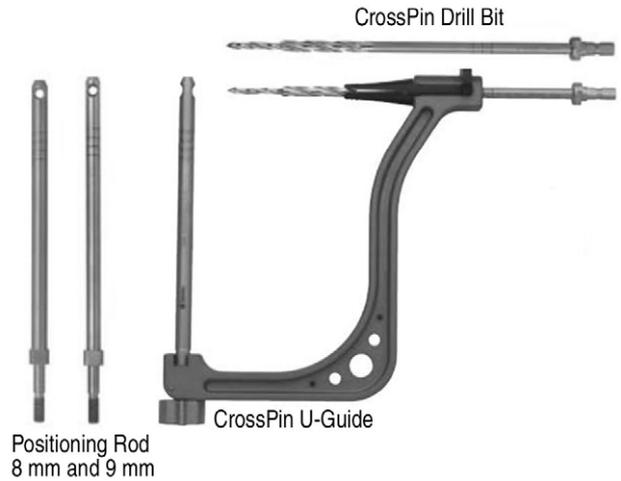


Fig. 1. PINN-ACL® Cross Pin (CondMed Linvatec, Largo, FL, USA) instrumentation system which include different diameter of Positioning Rod, CrossPin U-guide and CrossPin drill bit.

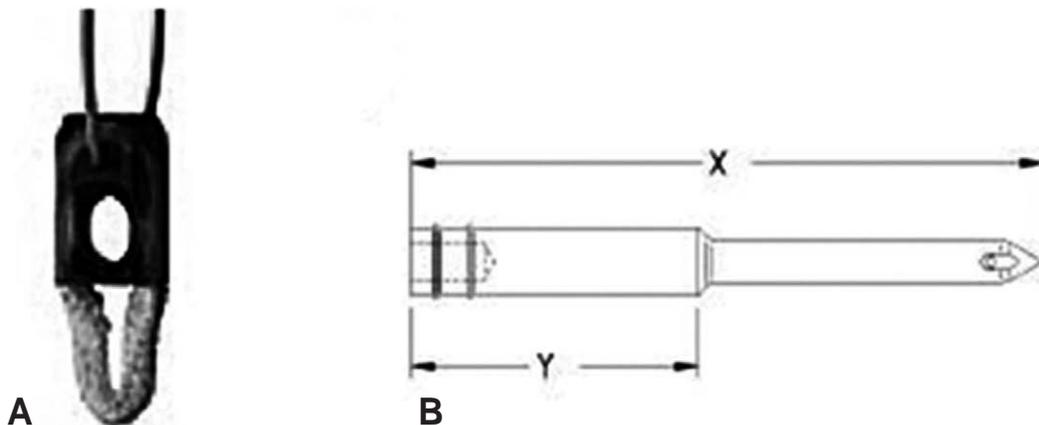


Fig. 2. Graft Harness (A) and PINN ACL® Cross Pin (B) of which lengths is X and cortical length is Y. It has different length as 40 mm (15 mm), 45 mm (20 mm), 50 mm (25 mm).

(transverse tunnel)을 만들어 Cross Pin이 삽입될 공간을 확보하였다(Fig. 3).

가이드 핀(guide pin)을 남겨둔채 U-Guide assembly를 제거하고 준비된 슬립건 및 Graft Harness를 삽입하였고 횡단 터널에 관절경을 삽입하여 Graft Harness의 고리(eyelet)부분이 횡단 터널 관의 중심과 일치하는 것을 확인하였다. 이후 측방으로 Cross Pin이 Graft Harness의 고리를 지나게 삽입하였고 Cross Pin의 head가 대퇴골 외과의 피질골 표면에 접촉하도록 고정하였다. 경골부 고정을 위한 SE™ Graft Tensioner는 이식건의 말단 매듭 부분을 도르래(pulley)에 묶은 뒤 이식건 부하 측정기(Graft Tension Calculator)로 긴장도를 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

슬관절을 3분 동안 0도에서 90도까지 약 20회의 신전-굴곡 동작을 반복하여 순환부하(cyclic load)를 준 후 SE™ Graft Tensioner를 이용하여 슬관절 굴곡 20°에서 이식건이

80N의 지속된 긴장을 유지하게 한 뒤 경골내 터널에서 Intrafix® (Mitek, St. Anthony, USA)로 고정하였고 추가적으로 근위 경골의 전내측의 피질골에서 4.0 mm AO cortical screw를 사용하여 Post-tie를 시행하였다(Fig. 4).

4. 임상적 평가 및 방사선학적 평가

임상적 결과를 평가하기 위하여 수술 전과 최종 추시 시의 International Knee Documentation Committee (IKDC) 주관적 점수와 Lysholm 점수, 축이동 검사, One leg hop 검사를 비교하였다. KT-1000 (Medmetric Corp. San Diego, CA, USA) 관절계를 이용한 이완 정도와 Telos® (Telos stress device; Austin & Associate, Inc., Polston, US) 기구를 이용하여 술 전후에 전방 전위 정도를 측정하였고 관절면 입구에서 측정된 대퇴골, 경골 터널 확장 정도를 평가 하였다. 축이동검

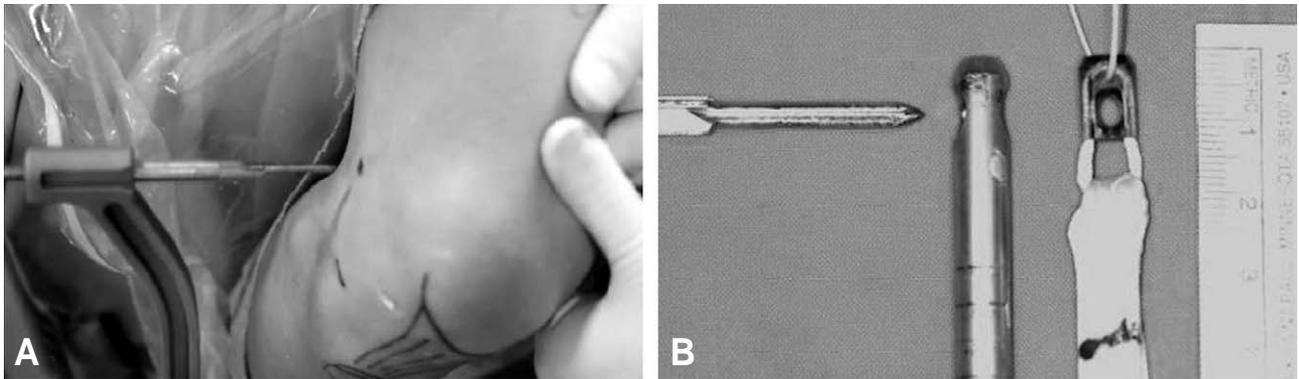


Fig. 3. PINN-ACL® Cross Pin is used for femoral fixation. The transverse tunnel should be drilled from the lateral to the medial condyle (A). The hamstring graft construct (Graft Harness and graft bundle assembly) would be passed guid pin (B).

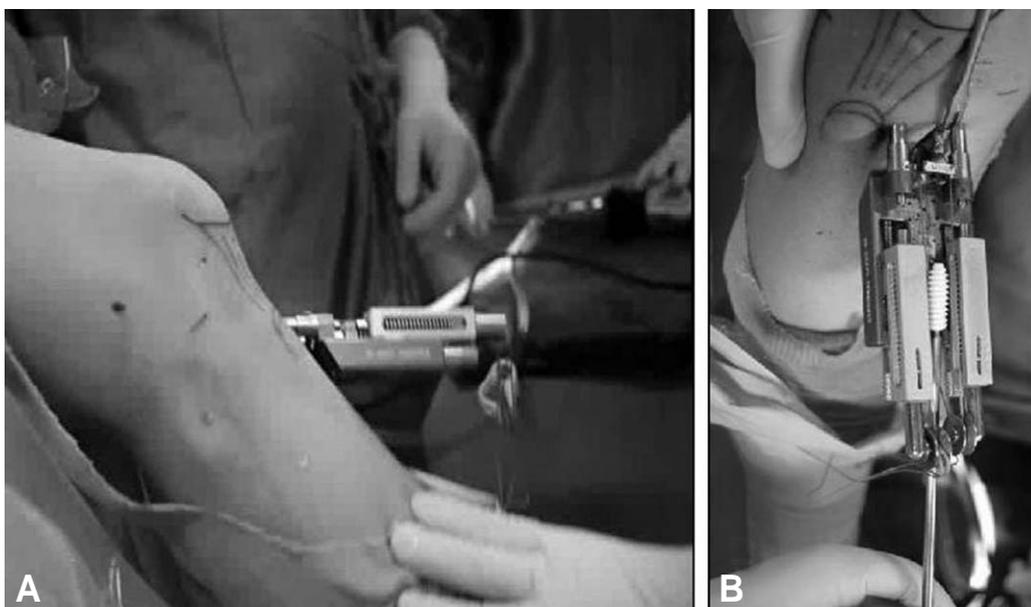


Fig. 4. SE™ Graft Tensioner is mounted for tibial fixation (A) and may be used as a guide to align the screw axially with the tibial tunnel as it progress centrally between the graft strands until the screw is fully seated (B).

사는 건축과 비교하여 차이가 없는 경우 0등급, 경도의 아탈구나 미끄러짐이 있는 경우를 I등급, 명확한 아탈구가 있는 경우를 II등급, 아탈구와 잠김이 있는 경우는 III등급으로 하였으며 One leg hop 검사는 각각의 다리에 3번을 실시하여 가장 긴 것을 채택, 건축에 비해 100~75%를 0등급, 75~50%를 I등급, 50~25%를 II등급, 25%이하를 III등급으로 분류하였다.

5. 통계학적 분석

통계학적 분석은 SPSS (Version 11)를 이용하여 Mann-Whitney test 및 X^2 test를 시행하였다. 유의 수준이 0.05 이하일 때 통계적으로 의의가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

IKDC 주관적 점수는 수술 전 68.2 ± 11.9 점에서 최종 추시시 평균 89.1 ± 6.8 점으로 호전되었으며 ($p=0.0361$), Lysholm 점수는 수술 전 평균 65.2 ± 11.9 점에서 최종 추시시 평균 91.4 ± 6.8 점으로 호전되었다($p=0.0231$). KT-1000 관절계 검사는 건축에 비해 수술 전 평균 6.7 ± 1.9 mm 에서 최종 추시시 2.8 ± 1.6 mm 로 호전되었고($p=0.0257$) Telos 부하 방사선 사진 상 전방 전위 검사는 건축에 비해 수술 전 평균 8.0 ± 2.0 mm 에서 최종 추시시 평균 2.6 ± 1.3 mm 로 호전을

보였다($p=0.0152$). 대퇴골 터널은 수술 직후에 비해 최종 추시시 평균 2.3 ± 1.1 mm로 확장 되었고, 경골 터널 확장 정도는 평균 1.7 ± 1.3 mm였다($p=0.0237$). 수술 전 축이동검사는 수술 전 I 등급이 8예, II 등급이 22예, III 등급이 5예에서 최종 추시시 0 등급이 19예, I 등급이 14예, II 등급이 2예로 호전되었다($p=0.0136$). One leg hop test는 수술 전 0 등급이 4예, I 등급이 9예, II 등급이 15예, III 등급이 7예에서 최종 추시시 0 등급이 10예, I 등급이 15예, II 등급이 8예, III 등급이 2예로 호전되었다($p=0.0327$) (Table 1).

한편 PINN ACL® Cross Pin의 수술 술기상 몇가지 문제점이 발견되었다. 첫째로 Cross Pin U-Guide assembly를 이용해 drilling을 하였으나 Cross pin-대퇴 터널 불일치가 35례중 14례로 비교적 높게 발생하였으며 두번째로 Graft Harness 길이와 femoral tunnel 길이의 불일치가 5례, 마지막으로 Cross pin head의 돌출로 인한 연부 조직 자극이 3례에서 관찰되었으며, 그 외에 감염, 고정 기기 실패, 대퇴골 외과 골절 등의 합병증은 없었다(Table 2).

고 찰

Milano 등¹⁸⁾은 이식건의 대퇴부 고정 방법을 압박 고정법(compression), 팽창 고정법(expansion), 현수 고정법(suspension)으로 분류하였으며 현수 고정법은 다시 피질골 현수

Table 1. The clinical and radiologic results of PINN-ACL® Cross Pin and SE™ graft tensioner for ACL reconstruction using hamstring tendon.

	Pre-operative	Post-operative
IKDC score*	68.2 ± 11.9	89.1 ± 6.8
Lysholm' score	65.2 ± 11.9	91.4 ± 6.8
KT-1000 arthrometer†	6.7 ± 1.9	2.8 ± 1.6
Telos stress arthrometer**	8.0 ± 2.0	2.6 ± 1.3
Pivot shift test (Grade 0/I/II/III)	0/8/22/5	19/14/2/0
One leg hop test (Grade 0/I/II/III)	4/9/15/7	10/15/8/2

* International Knee Documentation Committee subjective score

† Anterior displacement using KT-1000 arthrometer

** Anterior displacement using Telos® (Telos stress device)

Table 2. The peri-operative complications of PINN-ACL® Cross Pin and SE™ graft tensioner for ACL reconstruction using hamstring tendon.

Peri-operative complication	cases
Femoral tunnel-Cross pin and/or graft harness mismatch	
femoral tunnel-graft harness length mismatch	5
femoral tunnel-cross pin tunnel mismatch	14
Soft tissue irritation of pin head	3
Postoperative stiffness	1

고정법(cortical suspension), 해면골 현수고정법(cancellous suspension), 피질골-해면골 현수 고정법(cortico-cancellous suspension)으로 분류하였다. 그 중 피질골 현수 고정법은 상대적으로 bungee cord effect¹⁶⁾나 Windshield wiper effect²¹⁾와 같은 생체역학적 불안정성을 가지며, 압박 고정법은 상대적으로 낮은 파단력(low failure load) 및 낮은 견고성(stability)을 가진다^{11,20)}. 이에 반해 해면골 현수 고정법은 골간단부에서 삽입되는 횡고정핀을 사용함으로써 상대적으로 이식건의 길이가 짧아 강한 견고성과 강성, 강직성(stiffness)을 얻을 수 있다. Speirs 등²³⁾은 생체역학적 비교 실험을 통해 해면골 현수 고정법이 다른 고정법에 비해 총 변형(total creep) 및 견고성(stability), 파손 부하 검사(failure load)에서 우수함을 입증하였다. 이에 저자들은 해면골 현수 고정법의 하나인 PINN-ACL[®] Cross Pin을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행하였고 조기 체중 부하 및 재활 프로그램을 적용하여 평균 23.5개월 동안 관찰한 결과, 임상적 및 방사선학적으로 양호한 결과를 보였으며(Table 1) 추시 관찰 기간 동안 고정기기의 실패나 재파열, 관절 불안정 등은 발견되지 않았다. 하지만 해면골 현수 고정법은 생체역학적으로 압박 고정법에 비해 bungee cord effect가 있을 수 있으며, 피질골 현수 고정법에 비해 해면골에서의 미끄러짐이 발생할 수 있는 단점이 있다⁶⁾. 그래서 저자들은 bungee cord effect로 일어날 수 있는 골터널 크기 변화를 슬관절의 전후면 및 측면 방사선 사진을 통해 조사하였으며 저자들의 대퇴 터널 확장 정도는 평균 2.3±1.1 mm로, 심 등²²⁾은 Ligament plate[®]를 이용하여 평균 2.7 mm의 확장을, 안 등¹⁾은 Semifix[®]를 이용하여 평균 1.95±2.33 mm, Bio-interference screw[®]를 이용하여 평균 2.15±1.03 mm의 확장을 보고하여 저자들의 결과와 임상적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 또한 횡고정핀의 해면골에서의 미끄러짐 현상은 본 연구에서는 관찰되지 않았으나 연구의 대상이 평균 연

령 28.6세로 골의 상태가 양호한 경우에 국한되어 있고 추시 기간이 23.5개월로 단기 결과이므로 해석에 한계가 있어 향후 장기적인 추시가 필요할 것으로 생각된다.

한편 전방십자인대 재건술의 장기 결과에 영향을 미치는 이식건의 이완도 항상 고려되어야 한다. Fleming 등¹⁵⁾은 생체역학적 연구에서 이식건을 고정할 때 초기 긴장도(initial tension)를 증가시킬수록 술 후 전후방 불안정성이 감소함을 확인하고 이식건의 고정전 긴장도의 유지가 이식건의 이완을 방지하는데 중요한 방법 중 하나라고 주장하였다. 그러나 Nabors 등¹⁹⁾과 Yoshiya 등²⁵⁾은 초기 긴장도(initial tension)가 과할 경우 관절 강직(joint stiffness)이나 신전 장애, 이식건 실패(graft failure) 등을 일으킬 수 있다고 보고 하여, 어느 정도의 긴장도를 적용할 것인가에 대해서는 아직 이견이 많은 것도 사실이다. Yasuda 등²⁴⁾은 이식건의 고정시 80N의 초기 긴장도를 유지한 경우 술 후 전후방 안정성에 있어서 가장 우수하다고 보고 하였고 Arneja 등³⁾도 체계적 문헌 고찰을 통해 80N의 초기 긴장도 유지가 가장 효과적이라고 보고하였다. 이에 저자들은 이식건의 경골부 고정시 80N의 일정한 부하를 유지하기 위한 방법으로 SE[™] Graft Tensioner 를 이용하였다. 이 기구는 수술 중 비교적 간단하게 적용할 수 있으며 수기에 의한 긴장도 유지에 비해 오차가 적을 뿐만 아니라 이식건에 가해지는 초기 부하로 인한 이완을 보정하여 이식건의 고정시 원하는 긴장도를 일정하게 유지할 수 있도록 도와주는 객관적인 방법으로 사료된다. 그러나 본 연구에서 KT-1000 관절계 및 Telos 부하 방사선 검사에서 술 전에 비해 유의한 호전을 보였으나 80N의 긴장도 유지에 의한 이식건의 이완 정도 및 이식건의 상태를 평가하기 위해서 추가적으로 2차 관절경 검사와 장기 추시 및 비교 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

마지막으로 PINN-ACL[®] Cross Pin의 유리한 점 이면에 몇가지 수술 술기상의 문제점이 발견되어 그 유행과 해결책에

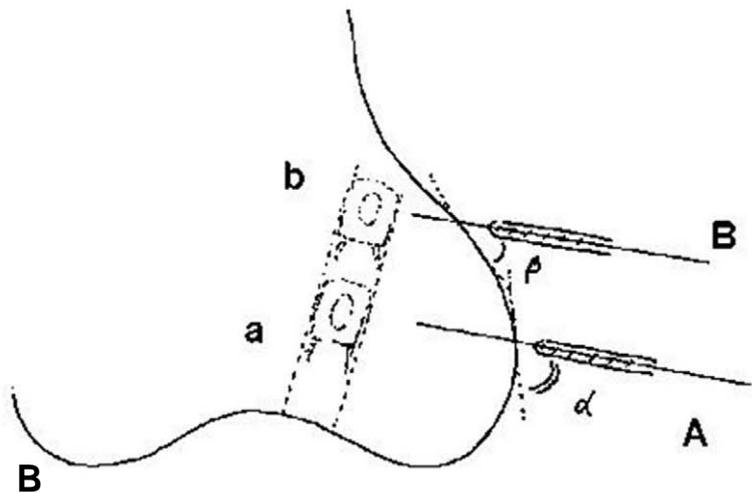
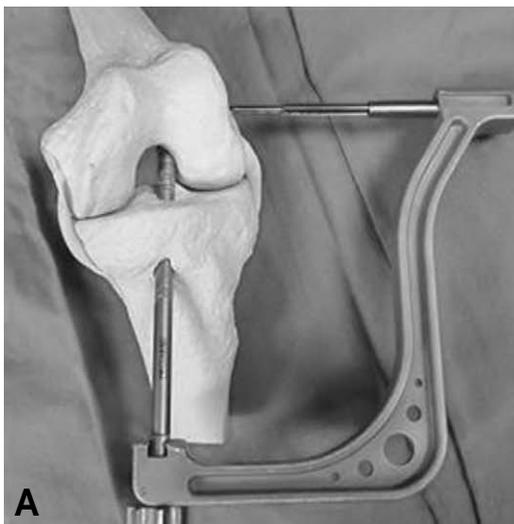


Fig. 5. Femoral tunnel-Cross pin and Graft Harness tunnel mismatch. When Graft Harness is positioned 'b', sliding is happened at drilling cause of lower angle ($\beta < \alpha$).

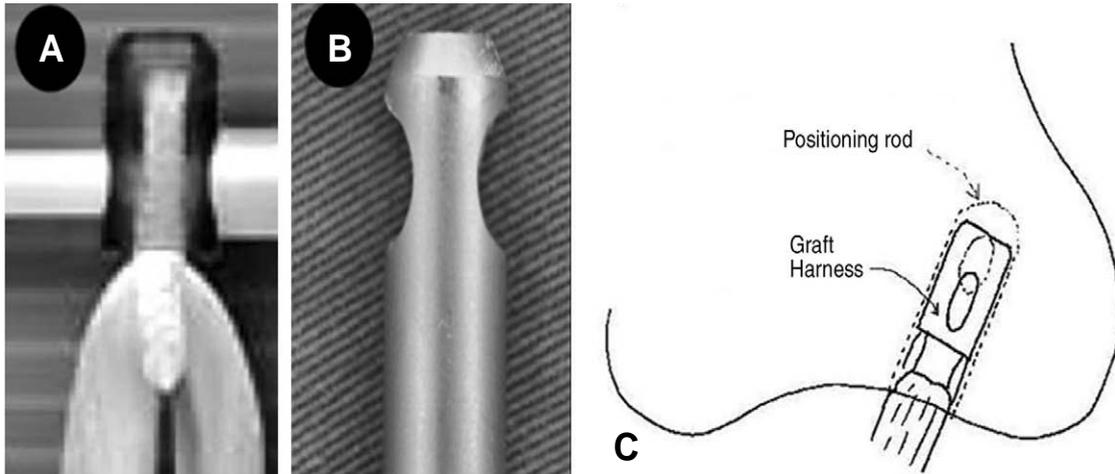


Fig. 6. Femoral tunnel-Cross pin and Graft Harness length mismatch is happened because of different design of head shape Graft Harness and positioning rod. (C) So graft harness enter less than depth of the end of positioning rod. (A) graft harness-connecting device between graft and cross pin, more quadriangular shape (B) positioning rod-femoral tunnel creating device for positioning graft harness, more trapezoidal shape

대해 조사하였다. 본 연구에서 Cross pin과 대퇴 터널의 불일치가 35례중 14례로 비교적 높게 발생하였다. 이는 Cross pin drilling 시 피질골에서의 미끄러짐에 의해 발생하는 것으로 사료되며(Fig. 5) 이를 해결하기 위해 대퇴골 터널 길이를 짧게 하여(30~35 mm) 비교적 연부 골에 drilling 하거나 drill guide sheath를 골에 단단히 밀착시켜 피질골 표면에 수직으로 진행시킴으로써 이 문제를 줄일 수 있었다. 5례에서 발생하였던 대퇴 터널과 Graft Harness 길이 불일치의 경우(Fig. 6), 위치 막대(positioning rod)의 끝부분이 Graft Harness의 끝부분에 비해 등글게 생겨 Graft Harness가 충분히 깊게 삽입되지 않아 발생하는 것으로써 Cross pin drilling 전에 위치 막대를 3 mm 가량 더 진행하였다 후퇴시켜 Graft Harness의 끝부분에 좀 더 공간을 확보하면 Graft Harness 길이 불일치를 줄일 수 있는데 도움이 되었다. 또한 연부 조직 자극으로 인한 문제도, Cross pin head가 충분히 묻혀서 돌출되지 않도록 삽입하거나 좀더 작은 크기의 Cross pin head를 개발한다면 해결될 수 있을 것으로 사료된다. 마지막으로 일반적인 아시아인의 네 곁의 슬팍건 직경은 7 mm로 알려져 있지만¹²⁾ 8 mm와 9 mm 두 종류의 Graft Harness만 있는 것은 아쉬운 점으로 생각된다.

결 론

PINN ACL® Cross Pin 과 SE™ Graft Tensioner를 이용한 전방 십자인대 재건술은 조기 체중부하 및 재활치료를 시행하는데 있어 단기 추시 상 임상적 그리고 방사선학적으로 좋은 결과를 보이나 수술 술기상에서 보였던 문제점을 줄이기 위해 수술 술기의 개선이나 기구의 보완이 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Ahn JH, Ha CW, Kim PS: Comparison of the Clinical Results of the Fixation Techniques to Femur in ACL Reconstruction using Hamstring Double-Loops - Bioscrews vs. Semi-Fix -. *Journal of Korean Knee Society*, 11: 32-38, 1999.
2. Amis AA: Anterior cruciate ligament replacement: knee stability and the effects of implants. *J Bone Joint Surg Br*, 71:819-824, 1989.
3. Arneja S, McConkey MO, Mulpuri K, Chin P, Gilbert MK, Regan WD, Leith JM: Graft tensioning in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of randomized controlled trials. *Arthroscopy*, 25(2):200-7, 2009.
4. Asahina S, Muneta T, Ishibashi T, Yamamoto H: Effects of knee flexion angle at graft fixation on the outcome of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 12:70-75, 1996.
5. Aune AK, Ekeland A, Cawley PW: Interference screw fixation of hamstring vs patellar tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 6: 99-102, 1998.
6. Brand JC Jr, Pienkowski D, Steenlage E, Hamilton D, Johnson DL, Caborn DN: Interference screw fixation strength of a quadrupled hamstring tendon graft is directly related to bone mineral density and insertion torque. *Am J Sports Med*, 28:705-710, 2000.
7. Brand J Jr, Weiler A, Caborn DN, Brown CH Jr, Johnson DL: Graft fixation in cruciate ligament recon-

- struction. *Am J Sports Med*, 28:761-774, 2000.
8. **Brown CH Jr, Wilson DR, Hecker AT, Ferragamo M:** Graft-bone motion and tensile properties of hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament femoral graft fixation under cyclic loading. *Arthroscopy*, 20(9):922-35, 2004.
 9. **Burks RT, Leland R:** Determination of graft tension before fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 4:260-266, 1988.
 10. **Chang HC, Nyland J, Nawab A, Burden R, Caborn DN:** Biomechanical comparison of the bioabsorbable RetroScrew system, BioScrew XtraLok with stress equalization tensioner, and 35-mm Delta Screws for tibialis anterior graft-tibial tunnel fixation in porcine tibiae. *Am J Sports Med*, 33(7):1057-64, 2005.
 11. **Charlton WP, Randolph DA Jr, Lemos S, Shields CL Jr:** Clinical outcome of anterior cruciate ligament reconstruction with quadrupled hamstring tendon graft and bioabsorbable interference screw fixation. *Am J Sports Med*, 31:518-521, 2003.
 12. **Choi JW, Han SH, Kim E, Kim JM:** Diameter of Autologous Four Strand Hamstring Tendon for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *The Journal of Korean Arthroscopy Society*, 10: 148-152, 2006.
 13. **Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ and Pinczewski LA:** Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patella tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med*, 27:444-454, 1999.
 14. **Ericksson K, Andweberg P, Hamberg P, et al:** A comparison of quadruple semitendinosus and patella tendon grafts in reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg*, 83-B:348-354, 2001.
 15. **Fleming B, Beynnon B, Howe J, McLeod W, Pope M:** Effect of tension and placement of a prosthetic anterior cruciate ligament on the anteroposterior laxity of the knee. *J Orthop Res*, 10:177-186, 1992.
 16. **Hoehner J, Moeller HD, Fu FH:** Bone tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction: fact or fiction? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 5:231-250, 1998.
 17. **Lind M, Menhert F, Pedersen AB:** The first results from the Danish ACL reconstruction registry: epidemiologic and 2 year follow-up results from 5,818 knee ligament reconstructions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 17(2):117-24, 2009.
 18. **Milano G, Mulas PD, Ziranu F, Piras S, Manunta A, Fabbriciani C:** Comparison between different femoral fixation devices for ACL reconstruction with doubled hamstring tendon graft: a biomechanical analysis. *Arthroscopy*. 22(6):660-8, 2006.
 19. **Nabors ED, Richmond JC, Vannah WM, McConville OR:** Anterior cruciate ligament graft tensioning in full extension. *Am J Sports Med*, 23:488-492, 1995.
 20. **Nebelung W, Becker R, Merkel M, Röpke 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. **Peyrache MD, Dijan P, Witvoet J:** Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction autogenous bone-patellar tendon-bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 1:2-8, 1996.
 22. **Sim JA, Yang SH, Ahn BK, Lee BK:** Short-term Follow-up of Double Bundle ACL Reconstruction using Autogenous Hamstring Tendons Fixed with Ligament Plate®. *J Korean Orthop Assoc*, 44: 311-319, 2009.
 23. **Speirs A, Simon D, Lapner P:** Evaluation of a new femoral fixation device in a simulated anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 26(3):351-7, 2010.
 24. **Yasuda K, Tsujino J, Tanabe Y, Kaneda K:** Effects of initial graft tension on clinical outcome after anterior cruciate ligament reconstruction: autogenous doubled hamstring tendons connected in series with polyester tapes. *Am J Sports Med*, 25:99-106, 1997.
 25. **Yoshiya S, Andrish JT, Manley MT, Bauer TW:** Graft tension in anterior cruciate ligament reconstruction: an in vivo study in dogs. *Am J Sports Med*, 15:464-470, 1987.

= ABSTRACT =

ACL reconstruction with autologous hamstring tendon - Short term clinical result using new femoral suspensory fixation device 'Cross Pin' and graft tensioner for maintaining a constant tension-

Seung-Suk Seo, M.D., Chang-Wan Kim, M.D.,
Jin-Seok Kim, M.D., Sang-Yeong Choi, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine,
Inje University, Busan Paik Hospital, Busan, Korea*

Purpose: To evaluate the short term clinical result of ACL reconstruction with autologous hamstring tendon using Cross pin and Graft Tensioner and to seek way to resolve the experienced technical problems.

Materials and Methods: From January 2008 to March 2009, 35 patients who had been treated arthroscopic ACL reconstruction were enrolled. The femoral side of ACL graft was fixed with Cross pin. The tibial side of graft was fixed with Intrafix and post-tie. The graft was tensioned with Graft Tensioner at 80N. We analyzed the clinical, radiographic results and complications.

Results: IKDC subjective score and Lysholm score improved to 89.1 and 91.4 points. Also, Pivot shift test and One-leg hop test showed good results postoperatively. Side to side difference using KT-1000 arthrometer and Telos stress radiography improved compared with normal limb to 2.8 ± 1.6 mm and 2.6 ± 1.3 mm, respectively. The femoral tunnel enlarged to 2.3 ± 1.1 mm. Soft tissue irritation and femoral tunnel-graft harness length mismatch, femoral tunnel-cross pin tunnel mismatch were happened as peri-operative complications.

Conclusion: Using of Cross pin and Graft Tensioner for ACL reconstruction with hamstring tendon is one of the good method for obtaining stability in short-term clinical result. But to reduce femoral tunnel-cross pin mismatch, it needs to shorten femoral bone tunnel and to create cross pin tunnel as vertical as possible. And to reduce femoral tunnel-graft harness mismatch, it needs to advance position rod further 3 mm when to create femoral tunnel.

Key Words: ACL reconstruction, Hamstring tendon, Cross pin, Graft Tensioner

Address reprint requests to **Jin-Seok Kim, M.D.**

Department of Orthopedic Surgery, Busan Paik Hospital, College of Medicine, Inje University
633-165 Gaegeum-dong, Busan Jin-gu, Busan 614-735, Korea

TEL: 82-51-890-6129, FAX: 82-51-892-6619, E-mail: bonechip@hanmail.net