



단일다발 및 이중다발 전방십자인대 재건술의 전향적 무작위적 비교 연구

동국대학교 의과대학 일산병원 정형외과

박상은 · 임무준

A Prospective Randomized Study of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Comparing Single-Bundle and Double-Bundle Techniques

Sang Eun Park, M.D., Moo-Joon Lim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dongguk University, Ilsan Hospital, Korea

Purpose: To evaluate and compare the postoperative knee stability and functional scores between single- and double- bundle anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction at a minimum 2 years follow-up.

Materials and Methods: 56 patients (group T) with ACL injury in one knee were recruited with 27 allocated to the double bundle ACL reconstruction group (group D) and 29 to the single bundle ACL reconstruction group (group S). Clinical outcomes including Lysholm knee scores, Tegner activity scores, Lachman and pivot shift test results, and radiographic stabilities were also compared between two groups.

Results: Clinical outcomes including Lysholm knee and Tegner activity scores were similar in the two groups at 2 years follow-up. Furthermore, stability results of Lachman test, pivot shift test, and radiological findings failed to reveal any significant inter-group differences.

Conclusion: Double bundle ACL reconstruction does not produce better in clinical outcomes and postoperative stabilities

KEY WORDS: Anterior cruciate ligament, Double bundle reconstruction, Single bundle reconstruction, Notchplasty, Randomized controlled clinical trial

서 론

전방십자인대는 상호작용을 하는 2개의 다발로 구성되어 있으므로 이론상 이중다발 전방십자인대 재건술은 최대한 정상적인 전방십자인대와 가장 가까운 해부학적 구조를 재건하는 면에 있어서 단일다발 전방십자인대 재건술에 비하여 여러 장점을 보인다¹⁻³.

일부 생체역학적 연구에서 단일다발 전방십자인대 재건술에 비하여 전방십자인대 재건술이 십자인대 손상 환자들에게 더욱 정상에 가까운 구조를 재건할 수 있음을 나타내었다³⁻⁵.

추가적으로 후외측 다발 재건을 시행하였을 때, 특히 전내측 다발만 재건하는 단일다발 재건술에 비하여 회전 운동의 안정성을 획득할 수 있음이 보고된 바 있다^{6,7}. 이러한 결과들을 기반으로 하여 여러 연구들에서 전방십자인대의 두개의 다발을 재건하기 위한 혁신적인 수술 기법을 시도하였으며, 우수한 임상적 결과를 나타내었다^{3,4,8-12}. 그러나 이중다발 전방십자인대 재건술이 단일다발 재건술에 비하여 유의한 장점이 없다는 결과를 나타낸 연구도 존재한다¹³⁻²². 한 연구에서 이중다발 재건술을 통하여 전방십자인대의 두 다발을 해부학적 위치에 재건하는 것이 가능하다는 점을 나타내었으나, 단일 다발 재건술과 비교한 유의한 장점은 입증하지 못하였다. 몇몇 연구에서 단일다발과 이중다발 재건술에서 회전 운동의 안정성을 비교 하였으나⁹ 두 수술 기법에서 수술 중 안정성과 임상적 결과에 대한 분석을 시행한 비교 연구는 이루어진 바가 없다.

전방십자인대 재건술시 성공적인 수술 결과를 얻기 위해 고려해야할 사항으로 앞에서 언급한 수술방법 외에도 이식건

* Address reprint request to
Sang Eun Park, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, Dongguk University
International Hospital, Ilsan
814 Siksa-dong, ilsandong-gu, Goyangsi, 411-773, Korea
Tel: 82-31-961-7300, Fax: 82-31-961-7290
E-mail: pse0518@duih.org

의 선택, 이식건의 장력, 고정 방법, 터널의 위치, 절흔 성형술 등이 있다. 이 중 과간절흔 성형술(Notchplasty)은 슬관절이 일반적으로 과신전 상태 하에서 전방십자인대가 대퇴 과간절흔과 접촉^{23,24)} 하기 때문에 십자인대 재건술시 이식물의 충돌을 방지하기 위하여 시행하곤 한다. 하지만 전방십자인대 재건술에서 이 술기가 수술 후 회전 운동의 안정성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 임상적 자료는 제시된 바가 없다.

본 연구는 이중다발 전방십자인대 재건술이 단일다발 재건술과 비교하여 술후 임상적 결과 및 안정성에 차이가 없다고 가정하였다. 연구의 목적은 전방십자인대 재건술에 있어서 이중다발 재건술과 단일다발 재건술의 임상적 결과에 대한 전향적 연구를 수행하여 양군의 차이를 살펴보고자 하는 것이다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

전향적 연구에서 전방십자인대 재건술을 받은 70명의 환자들을 2006년도 1월부터 2007년도 7월 사이 기간 동안 모집하였다. 동반된 인대 수술 없이 편측의 일차적인 전방십자인대 재건술만을 한 경우로 제한하여 대상군을 모집하였다. 외측, 내측 또는 후방의 불안정성을 보인 환자들은 다발성 인대 손상을 지닌 것으로 간주하고 연구 대상에서 제외하였고, 일부는 외래추시 중 탈락하여 제외하였다. 기존에 개방성 또는 관절경 수술을 받거나, 방사선 영상에서 퇴행 소견을 나타낸 환자들 또한 연구 대상에서 제외하여, 추적 관찰이 이루어진 비율은 80%를 나타내었다. 70명의 환자 중 56명의 환자가 본 치료 방침에 의거하여 연구 대상에 포함되었다. 본 연구는 모든 환자들에게 임상연구 심의위원회에 의하여 승인된 사전 동의서를 서명받았다. 수술 방법 선택은 난수표를 이용한 무작위 배정방법을 사용하였고, 연구에 27명의 이중다발 재건술군과 29명의 단일다발 재건술군이 포함되었다. 이중다발 재건술군에서는 손상 시점에서 재건술까지의 평균 경과 시간은 6.3개월이었으며(Range, 1~32개월) 평균적인 추적 관찰 기간은 30.4±6.6개월이었다(Range, 23~40개월). 이중다발 재건술군은 19명의 남성 환자와 8명의 여성 환자들을 포함하였으며 수술 시점 당시 평균 연령은 30.0세였다(Range, 17~49세). 단일다발 재건술군에서 손상 시점에서 재건술까지의 경과 기간은 평균 6.6개월(Range, 2~24개월)이었으며 평균 추적 관찰 기간은 28.2±5.47개월 (Range, 23~38개월)이었다. 단일다발 재건술군은 17명의 남성 환자와 12명의 여성 환자들을 포함하였으며 수술 시점 당시 평균 연령은 29.8세였다(Range, 19~49세).

동반된 반월상연골 손상에 관한 조사 결과, 이중다발 재건술군에서는 9건의 내측 반월상연골 손상이 있었으며 이 중 6명은 Fast-Fix (Smith & Nephew, Andover, MA)를 이

용한 All-inside 봉합술을 통하여 치료가 이루어졌으며 나머지 3명은 부분적 연골판 절제술을 받았다. 3명의 외측 반월상연골 손상 환자들이 있었으며 모두 부분적 연골판 절제술을 받았다. 단일다발 재건술군에서 10건의 내측 반월상연골 손상이 관찰되었으며 7명은 Fast-Fix를 이용한 All-inside 기법을 통하여 치료가 이루어졌으며 나머지 3명은 부분적 연골판 절제술을 받았다. 단일다발군에서 4명의 외측 반월상연골 손상 환자에게 대해서는 부분적 연골판 절제술이 이루어졌다. 두 비교군 사이에 손상 시점에서 재건술까지의 경과 기간, 수술 시점 당시 연령, 성별, 추적 관찰 기간과, 연골판 절제술을 시행하는 비율은 유의한 차이를 나타내지 않았다. ($p>0.05$).

2. 수술 방법

관절경적 전방십자인대 재건술은 모두 동일한 정형외과 의사에 의하여 이루어졌다. 이중다발 전방십자인대 재건술에서 지름 7 mm 두께의 자가 반건양건(semitendinous autograft)을 전내측 다발로 이식하였으며, 지름 6 mm 두께의 박건(gracilis autograft)을 후외측 다발로 이식하였다. 박건이 부족한 경우 이식물의 길이를 연장시키기 위하여 polyester patch를 사용하였다. 박건의 종단은 EndoButton CL[®] (Smith & Nephew, Andover, MA)과 연결하였으며 stitch suture를 통하여 free end를 형성하였다. 수평면에서 45° 각도로 설정된 경골부 drill guide를 이용하여 경골부의 후외측 다발 부착부 중앙에 경골부 터널을 형성하였으며(후방 십자인대로부터 5 mm 전방 지점) 시작 위치는 천부 내측 측부인대의 전방 지점이었다. 반면 전내측 다발을 위한 터널은 경골 측면(후내측 터널로부터 7 mm 전방, 5 mm 내측 지점) 상에서 보다 전방내측에 위치한 지점에 형성되었으며 수평면에서 55° 각도로 설정된 경골부 drill guide를 이용하였다.

전내측 통로를 통하여 좌측 무릎의 경우 1:00 방향과 우측 무릎의 경우 11:00 방향에 대퇴골 전내측 다발 터널을 형성하였다. 대퇴골 후외측 다발 터널 지점은 무릎이 90°로 굴곡된 상태에서 대퇴 외과 연골 전방으로부터 5~8 mm, 대퇴 외과 연골 하방으로부터 3~5 mm 떨어진 곳에 위치한 부수적 전내측 통로를 이용하여 준비하였다. 대퇴부 고정을 달성하기 위하여 후외측 다발과 전내측 다발의 이식편을 각 골 터널로 통과시켰으며 대퇴골 측의 고정을 위하여 Mitek RIGIDfix ACL Graft Fixation System (Mitek Products, Ethicon, Edinburgh, UK)을 이용하였다. 후외측 다발은 EndoButton CL[®]을 이용하여 측면 대퇴골 피질에 적용하였다. 그 후 무릎 관절의 전 범위 회전운동을 20차례 진행하였다. 생분해성 간섭나사를 이용하여 10~20° 각도에 후외측 다발과 전내측 다발을 고정시켰으며 60~70° 굴곡 지점에는 40N 강도의 긴장 하에 Intrafix[®] (Mitek Products, Norwood, MA)와 생분해성 간섭나사를 이용하여 고정하였

다. Screw와 washer를 이용한 post-tie를 시행하여 경골측에 추가적인 고정을 진행하였다.

단일다발 재건술에서는 4점의 반전양건-박건 자가이식편을 준비하였다. 전방십자인대 삽입 부위의 중앙 자점에 drill guide를 이용하여 경골부 터널을 형성한 후 좌측 무릎의 경우 2:00 방향, 우측 무릎의 경우 10:00 방향에 경골부 터널을 통하여 대퇴골 터널이 형성되었다. 대퇴골측 고정을 위하여 Mitek RIGIDfix® ACL Graft Fixation System(Mitek Products, Ethicon, Edinburgh, UK)을 이용하였다. 경골측 고정을 위해서는 Intrafix® (Mitek Products, Norwood, MA), 생체흡수성 간섭나사®(Linvatec, Largo, FL), 그리고 보다 견고한 고정을 위하여 screw와 washer를 이용한 post-tie를 시행하였다. 그 후 무릎 관절의 전 범위 회전운동을 약 20차례 진행하였으며 경골 측 이식편은 40N 강도의 긴장도 하에서 10~20° 도 굴곡 지점에 고정시켰다.

절흔 성형술은 수술장 소견상에서 신전 시 충돌의 우려가 있어 보이는 경우에 한해서 시행하였고, 이식건 삽입 후 천정에 접촉하여 굴절이 생기는가와 이식건의 충돌이 발생하는지 육안으로 확인하 재파열의 우려가 있는 경우에 추가적으로 시행하였다. 절흔 외벽의 연부 조직과 골막을 세심하게 변연 절제한 후, 절흔의 외벽 roof를 적당하게 제거하였다. 이때 슬관절을 30~45도 정도 굴곡시켜 절흔의 전방부를 관찰하고, 후방부는 75~85도 정도 굴곡시켜 자세히 관찰하였다. 수술은 절골기(Osteotome)과 Burr를 이용하였고, 절흔의 전방부는 약 2~4 mm 정도 깊이로 제거하며, 후방부로 갈수록 깊이를 줄여, 대퇴골 부착부에서는 거의 뼈가 제거되지 않도록 하였고, 절흔 주변의 연골부는 최소한으로 적게 제거하였다.

3. 임상 평가

수술 전 시점과 수술 후 1년과 3년 시점에서 환자들에 대한

평가가 이루어졌다. 임상적 결과들은 운동 범위, Lysholm knee scores³⁵⁾, Tegner activity scores³⁶⁾, Lachman & pivot shift test를 이용하여 분석하였다. 방사선 소견상 안정성은 무릎 관절의 30° 굴곡 상태와 경골 근위부에 전방으로 20 lb의 외압이 적용된 상태 하에서 Telos[®] device (Telos stress device; Austin & Associate, Polston, USA)를 이용하여 전방전위 정도를 평가하였다. 정상 상태인 반대측 무릎은 대조군으로 설정하였다. 재건된 무릎과 건측 반대편 무릎 간 전방 전위 정도의 차이를 통하여 단일 또는 이중다발 술기를 이용한 전방십자인대 재건술 후의 슬관절 안정성 회복 정도를 평가하였다.

통계적 검증은 독립적인 T-검정을 통하여 지속적인 자료 분석을 진행하였으며, 통계적 유의도는 0.05로 설정하였다. 자료 분석은 SPSS 12.0 version을 사용하여 진행하였다 (SPSS for Windows Release 12.0, Chicago, Illinois). 단일다발군과 이중다발군 모두에서 Pivot-shift test에 대한 통계 분석은 Mann-Whitney U test를 통하여 이루어졌다.

결 과

수술 전 평균 Lysholm knee score는 단일다발군에서 64.2±10.2 이었으며 이중다발군에서는 64.6±6.9이었다 (p=0.87, Table 1). 수술 후 1년째는 단일다발군과 이중다발군에서 각각 92.9±5.5, 94.0±5.8 (p= 0.49), 2년째는 92.7±5.6, 94.0±6.9(p=0.389)이었으며, 이러한 수치들은 양쪽 대상군 모두에서 2년 추적 기간 동안 유의한 차이 없이 개선되었다. 두 대상군 모두에서 수술 후 Tegner scoring system에 의거한 평균 활동 지수는 외상 전의 수준으로 회복되었고, 1년 (p=0.93)과 2년(p=0.98) 추적 기간 내에 두 대상군 사이에 유의한 차이는 관찰되지 않았다 (p>0.05, Table 1, Fig. 1A).

Lachman test와 Pivot shift test의 결과는 Table 2에

Table 1. Outcome analysis according to the Clinical Results

		Preop	Pop 1 Yr	Pop 2 Yr
Lysholm Kneec Score	Double (N=27)	64.6 ± 6.9	94.0 ± 5.8	94.0 ± 6.9
	Single (N=29)	64.2 ± 10.2	92.9 ± 5.5	92.7 ± 5.6
	p-valuc	.869	.486	.389
Tegner Activity Score	Double (N=27)	7.1 ± 1.3	6.9 ± 1.1	7.1 ± 1.1
	Single (N=29)	6.9 ± 1.5	6.9 ± 1.2	7.1 ± 1.4
	p-value	.569	.933	.981
Side to Side Difference	Double (N=27)	9.8 ± 1.9	2.7 ± 2.4	2.9 ± 2.5
	Single (N=29)	9.6 ± 1.6	2.3 ± 2.4	2.0 ± 2.1
	p-valuc	.629	.539	.165
Notchplasty	Single 17/29(58.6%)		Double 5/27(18.5%)	

Preop (preoperative); Pop 1 Yr (postoperative 1 year); Pop 2 Yr (postoperative 2 years)

제시하였다. 2년 추적 기간 내에 Lachman test 결과에서, 2레가 단일다발군에서 grade 2+ 불안정성을 나타냈으며, 이중다발군에서는 1레에서 grade 2+ 불안정성을 보였고, 각각 통계적 차이가 없었다(1년 p=0.576, 2년 p=0.64). 또한 1년과 2년 추적 기간 내 pivot shift test 결과 상 비교군 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(1년;p=0.97, 2년;p=0.15) (Table 2) (Fig. 2A, B).

Telos 기기를 이용한 전방 전위 방사선 사진상에서는 단일

다발군에서 슬전 평균이 9.6±1.6 mm(Range, 7~13 mm)였으며, 이 수치는 2년 추적 기간에서 2.0±2.1 mm (Range, 0~8 mm)로 개선되었다(p<0.01). 이중다발군에서 역시 슬전 평균 9.8±1.9 mm (Range, 6~13 mm)에서 2년 추적 기간에서 2.9±2.5 mm (Range, 0~8 mm)로 개선되었다(p<0.01). 이 역시 1년과 2년 추적 기간 내에서 두 비교군 사이에 통계학적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다(1년;p=0.54, 2년;p=0.17) (Table 1) (Fig. 1B).

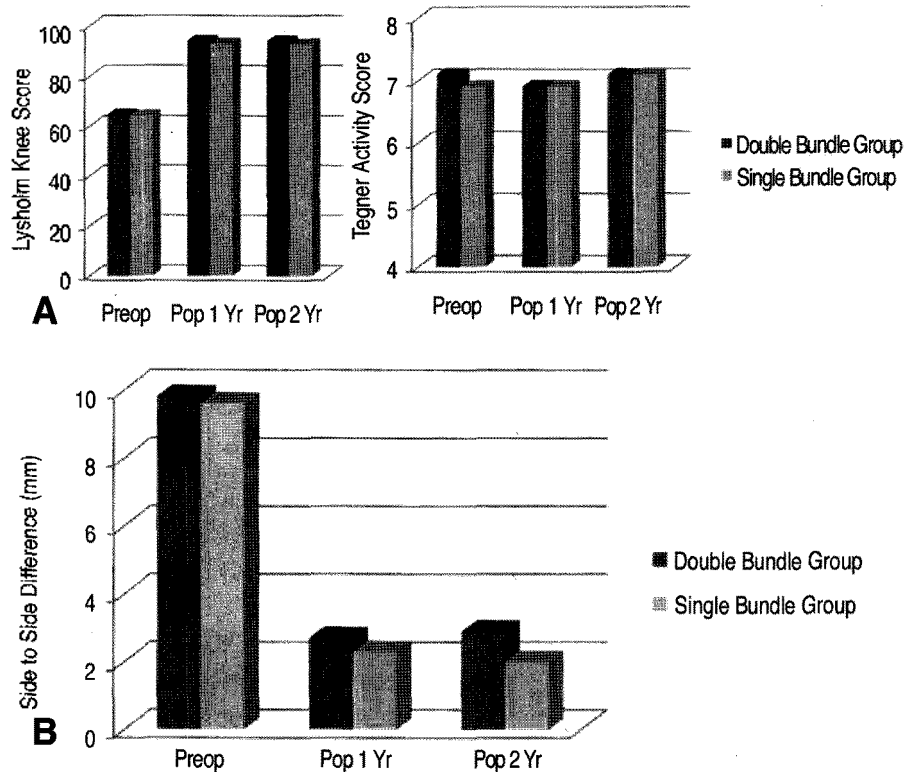


Fig. 1. (A) Results of subjective knee score at 1 and 2 year follow-up. (B) Results of radiologic test(side to side difference) at 1 and 2 year follow-up.

Table 2. Outcome analysis according to Stability Results- Lachman Test/Pivot Shift Test

Grade		Preop	Pop 1 Yr	Pop 2 Yr
0	Double (N=27)	0/0	20/23	17/14
	Single (N=29)	0/0	18/17	17/16
1	Double (N=27)	0/3	6/4	9/10
	Single (N=29)	0/2	9/10	10/10
2	Double (N=27)	10/9	1/0	1/3
	Single (N=29)	8/10	2/2	2/3
3	Double (N=27)	17/15	0/0	0/0
	Single (N=29)	21/17	0/0	0/0
p-value		.458/.684	.576/.971	.643/.147

*Preop (preoperative); Pop 1 Yr (postoperative 1 year); Pop 2 Yr (postoperative 2 years)

한편 연구를 진행하던 중, 우연히 수술장 소견상에서 필요에 의해 과간절흔 성형술(Notchplasty)을 한 군에서, 술 후 슬관절의 회전안정성이 악화되는 결과를 관찰하였고, 이는 Pivot-shift test의 결과에서 두 집단 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 관찰할 수 있었다(Table 3). 단일 다발군(p=0.01), 이중다발군(p=0.03), 총집단군(p=0.001) 모두에서 과간절흔 성형술을 한 집단이 하지 않은 집단에 비하여 유의하게 pivot-shift test 결과 양성을 나타낸 환자들이 많았다. 의인성 연골 손상, 심각한 터널의 부적절한 위치, 이식편 고정 실패, 감염, 골절 또는 심부정맥혈전 증 등의 수술후 합병증은 두 집단 모두에서 나타나지 않았다.

고 찰

본 연구는 임상적 결과 분석과 방사선학적 분석을 통하여, 단일다발 전방십자인대 재건술 군과, 이중다발 재건술 군간의 수술후 결과를 비교하였다. 연구 결과 Lachman test, pivot shift test, 전후방 부하 방사선 검사상 두가지 방법의 재건술에서 최소 2년 추적 기간 내에 통계학적 유의한 차이를 발견하지 못하였다. 임상적 연구에서도 Lysholm knee

score, Tegner activity score 결과상, 양측 방법 모두 술전과 비교하여 전방 및 회전 안정성에 있어 의미 있는 향상이 있었으나, 두 방법 간에는 유의한 차이점을 발견할 수 없었다.

지금까지 발표된 전방십자인대 이중다발과 단일다발 재건술을 비교한 여러 임상 연구에서 특정 기법이 더욱 우수하다는데 모두의 동의가 이루어 지지는 못하였다. Muneta 등¹⁹⁾과 Siebold 등¹⁵⁾의 연구에서 임상적 결과상 단일 다발과 이중다발 재건술 사이에 유의한 차이를 나타내지는 못하였으나 KT-1000 측정법, Lachman test와 pivot shift test 결과상 이중 다발 재건술에서 더욱 우수한 안정성을 나타내었다. 반면, Asagumo 등²⁰⁾은 안정성 또는 임상적 결과 측면에서 이중다발 기법이 단일다발 기법에 비하여 특별한 장점을 나타내지 않는다는 점을 제시하였으나 이중다발 군에서 신전 장애가 더욱 빈번히 관찰되었다. 반면 본 연구에서는 술 후 1년과 2년 추적 관찰 기간 내에 임상적, 전후방, 회전 안정성에 있어 양측에 차이가 없었다. 나아가 두 군 모두에서 최소 2년간의 추적 관찰 기간 후 유의한 신전 장애(>10°)를 나타내지 않았다. 이러한 결과는 Lysholm, Tegner scores, Lachmann's test, pivot shift test, 부하 방사선 검사 등의 임상적 점수와 안정성 평가가 두 술기간의 2 mm 또는 3도의

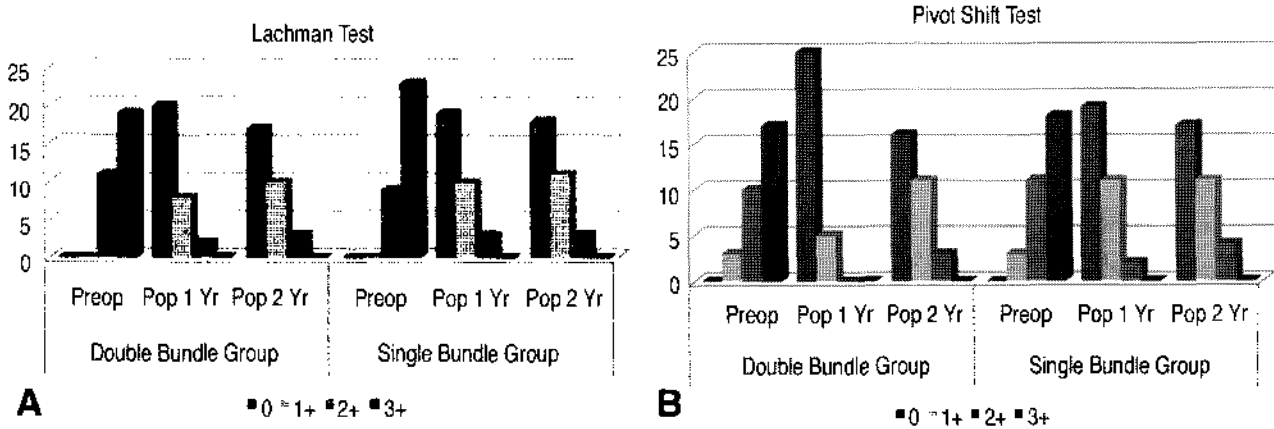


Fig. 2. (A) Results of Lachman test at 1 and 2 year follow-up. (B) Results of Pivot shift test at 1 and 2 year follow-up.

Table 3. Results of Mann-Whitney test of non-parametric treat with respect to Pivot Grade between Notchplasty group and Non-notchplasty group

Group (Gr S/Gr D)	group		
	single bundle (n=29)	double bundle (n=27)	Total (n=56)
Notchplasty group (17/5)	8/5/4	2/0/3	10/5/7
Non-notchplasty group (12/22)	12/0/0	17/5/0	29/5/0
P-value (Mann-Whitney test)	0.01	0.03	0.001

안정도 차이를 감별해내기에는 민감도가 부족하기에 초래되었을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 두 기법 간의 차이를 비교하기 위해서는 임상적 기능과 안정성에 대한 더욱 개선된 객관적 측정 방법이 개발되어야 할 필요성이 있다. 본 연구와 다른 연구에서 나타난 결과 간의 차이점은 터널의 위치, 이식편의 종류, 이식편 고정 기법과 고정 각도 등의 다양한 수술 기법에 기인하였을 가능성이 있다.

한편 수술 전후로 측정된 Pivot shift test 결과에서, 단일 다발 재건술과 이중다발 재건술 집단, 그리고 이 모두를 더한 전체 집단 모두에서 절흔 성형술을 한 군이, 하지 않은 군에 비해 통계적으로 유의한 회전 불안정성을 나타내었다. 이는 술 후 초기 단계에서의 이식건과 절흔과의 충돌을, 회전 안정성으로 잘못 해석한 것으로 판단된다. 하지만 이를 뒷받침 할 만한 기존의 임상 연구 결과가 없다는 점과, Pivot shift test 자체가 주관적인 검사라는 점은 이러한 결과의 한계점이 되겠다. Kocher 등²⁷⁾은 술 후 환자 만족도에 전방 전위 정도 보다 pivot shift의 정도가 더 중요하다고 보고 하였다. 이를 근거로 할 때 전방십자인대 재건술의 목표 중, 회전 안정성의 회복은 중요한 요소라 하겠다. 따라서 절흔 성형술과 회전 안정성의 관계에 대한 체계적이고, 객관적인 검사에 의거한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

연구의 결과에서, Tegner activity score가 술전 활동 지수로 회복된 결과를 보이고 있는데, 이는 연구에 포함된 환자군의 술 전 Activity가 비교적 높지 않았고, 적극적인 재활과, 퇴원 후 외래에서 환자들에게 운동을 적극적으로 격려했고 이에 따른 긍정적 결과라고 생각된다. 결론적으로 최소 2년의 추적 관찰 기간 내 임상적 결과와 안정성 평가와 관련하여 이중다발 전방십자인대 재건술은 단일다발 재건술에 비하여 특별한 장점을 나타내지 못하였다. 그리고 전방십자인대 재건술의 임상적 유용성을 확립하기 위해서는 회전 운동의 안정성과 이식편의 장기적인 기능에 미치는 영향을 객관적으로 평가할 수 있는 더욱 심도 있는 임상적 연구가 진행되어야 할 것이다.

REFERENCES

- 1) Girgis, F.G., J.L. Marshall, and A. Monajem The cruciate ligaments of the knee joint. Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Relat Res*, 1975(106): p. 216-31.
- 2) Sakane, M., Fox, R.J., Woo, S.L., Livesay G.A., Li G., Fu F.H. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res*, 1997. 15(2): p. 285-93.
- 3) Zantop, T., Herbort, M., Raschke, M.J., Fu F.H., Petersen W. The role of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament in anterior tibial translation and internal rotation. *Am J Sports Med*,

2007. 35(2): p. 223-7.
- 4) 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*, 2001. 17(7): p. 708-16.
- 5) Yagi, M., Kuroda, R., Nagamune, K., Yoshiya S., Kurosaka M: Double-bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop Relat Res*, 2007. 454: p. 100-7.
- 6) Ishibashi, Y., Tsuda, E., Tazawa, K., Sato H., Toh S: Intraoperative evaluation of the anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with the OrthoPilot navigation system. *Orthopedics*, 2005. 28(10 Suppl): p. s1277-82.
- 7) Robinson, J., Carrat, L., Granchi, C., Colombet P: Influence of anterior cruciate ligament bundles on knee kinematics: clinical assessment using computer-assisted navigation. *Am J Sports Med*, 2007. 35(12): p. 2006-13.
- 8) Bellier, G., Christel, P., Colombet, P., Djian P., Franceschi J.P., Sbihi A: Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2004. 20(8): p. 890-4.
- 9) Gudas, R., Smaitys, A., Vostrugina, K., Tamosiūnas R., Simonaitis D., Kalesinskas R.J: A prospective comparison of double- and single-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Medicina (Kaunas)*, 2008. 44(2): p. 110-8.
- 10) 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*, 2001. 17(8): p. 801-7.
- 11) Hara, K., Arai, Y., Ohta, M., et al.: A new double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using the posteromedial portal technique with hamstrings. *Arthroscopy*, 2005. 21(10): p. 1274.
- 12) Järvelä, T., Moisala, A.S., Sihvonen, R., Järvelä, S., Kannus, P., Järvinen, M: Double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring autografts and bioabsorbable interference screw fixation: prospective, randomized, clinical study with 2-year results. *Am J Sports Med*, 2008. 36(2): p. 290-7.
- 13) Marcacci, M., Molgora, A.P., Zaffagnini, S., Vascellari, A., Iacono, F., Presti, M.L: Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy*, 2003. 19(5): p. 540-6.
- 14) Muneta, T., Koga, H., Mochizuki, T., et al.: A prospective randomized study of 4-strand semitendinosus tendon anterior cruciate ligament reconstruction comparing single-bundle and double-bundle techniques. *Arthroscopy*, 2007. 23(6): p. 618-28.

- 15) Siebold, R., C. Dehler, and T.P. Ellert, Prospective randomized comparison of double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2008. 24(2): p. 137-45
- 16) 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*, 2004. 20(10): p. 1015-25.
- 17) Yasuda, K., Kondo, E., Ichitama, H., Tanabe Y., Tohyama H: Clinical evaluation of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction procedure using hamstring tendon grafts: comparisons among 3 different procedures. *Arthroscopy*, 2006. 22(3): p. 240-51.
- 18) Adachi, N., Ochi, M., Uchio Y., Iwasa J., Kuriwaka M., Ito Y: Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single- versus double-bundle multistranded hamstring tendons. *J Bone Joint Surg Br*, 2004. 86(4): p. 515-20.
- 19) Albuquerque, R.F., Sasaki, S.U., Amatuzzi, M.M., Angelini, F.J: Anterior cruciate ligament reconstruction with double bundle versus single bundle: experimental study. *Clinics*, 2007. 62(3): p. 335-44.
- 20) Asagumo, H., Kimura, M., Kobayashi, Y., Taki, M., Takagishi, K: Anatomic reconstruction of the anterior cruciate ligament using double-bundle hamstring tendons: surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *Arthroscopy*, 2007. 23(6): p. 602-9.
- 21) Sasaki S.U., Mota e Albuquerque RF., Pereira CA., Gouveia GS., Vilela JC., Alcarás FdeL: An in vitro biomechanical comparison of anterior cruciate ligament reconstruction: single bundle versus anatomical double bundle techniques. *Clinics*. 2008. 63(1): p. 71-6.
- 22) Streich, N.A., Friedrich, K., Gotterbarm, T., Schmitt H: Reconstruction of the ACL with a semitendinosus tendon graft: a prospective randomized single blinded comparison of double-bundle versus single-bundle technique in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2008. 16(3): p. 232-8.
- 23) Norwood LA, Cross MJ: (1979) Anterior cruciate ligament: functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. *Am J Sports Med*, 7: 23-26.
- 24) Norwood LAJ, Cross MJ: (1977) The intercondylar shelf and the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*, 5: 171-176.
- 25) Lysholm, J. and J.P: Gillquist, Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med*. 1982. 10(3): p. 150-4.
- 26) Tegner, Y. and J.P: Lysholm, Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*, 1985(198): p. 43-9.
- 27) Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, Sterett WI, and Hawkins RJ: Relationships between objective assessment of ligament stability and subjective assessment of symptoms and function after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 32(3): 629-34, 2004.

초 록

목적: 전방십자인대 재건술에 있어서 이중다발과 재건술과 단일다발 재건술의 임상적 결과 및 방사선학적 결과에 대한 전향적 연구를 수행하고자 하였다.

대상 및 방법: 연구는 편측 무릎의 전방십자인대 손상이 있는 56명의 환자군(group T)을 모집하여 27명은 이중다발 재건술군으로 배정하였으며(group D), 29명은 단일다발 재건술군으로 배정하였다(group S). 두 비교군 간의 임상적인 수술 결과는 최소 2년간의 추적 관찰 기간 내 Lysholm knee score, Tegner activity score, Lachman & pivot shift test와 영상 검사(슬관절 전후방 부하 X선 촬영검사)를 통하여 비교 분석하였다.

결과: 술후 2년 추적 관찰에서의 Lysholm knee score, Tegner activity score 수치에서, 두 비교군 사이에 유의한 임상적 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). Lachman test, pivot shift test와 영상 검사 결과상에서도 두 비교군 사이에 유의한 차이점이 밝혀지지 않았다($p>0.05$).

결론: 이중다발 전방십자인대 재건술은 최소 2년간의 추적 관찰에서, 단일다발 재건술에 비해 임상적 결과나, 수술 후 영상 검사 상에서의 우월함을 보이지 못하였다. 이는 전방십자인대 손상 환자들에서 전내측 다발 재건술만으로도 우수한 임상적 결과가 나올 수 있음을 시사한다.

색인 단어: 전방십자인대 재건술, 이중다발 재건술, 단일다발 재건술, 과간절흔 성형술, 전향적 무작위 비교연구