

중분할된 전경골 동중건을 이용한 해부학적 전방 십자 인대 이중다발 재건술의 최소 12개월 임상 결과

한림대학교 의과대학 정형외과학교실, 스포츠의학 연구회

서영진 · 송시영 · 김인성 · 안정태 · 유연식

Clinical Outcomes of Minimum 12-Month Follow-Up of Anatomical Double Bundle ACL Reconstruction with a Longitudinally Split Tibialis Anterior Allograft

Young-Jin Seo, M.D., Ph.D., Si Young Song, M.D., In Sung Kim, M.D.,
Jung Tae Ahn, M.D., Yon-Sik Yoo, M.D., Ph.D

Hallym Sports Medicine Research Group, Department of Orthopedic Surgery, Hallym University Medical Center, Korea

Purpose: The purpose of this study was to investigate the clinical results after a anatomical double bundle ACL reconstruction using a longitudinally split tibialis anterior allograft.

Materials and Methods: We evaluated 24 patients with a minimum follow-up of 12 months who had undergone anatomical double bundle ACL reconstructions. The grafts utilized in all cases were tibialis anterior allografts which were longitudinally split into two strands. A standard rehabilitation protocol was applied in all patients. The pre- and post-operative data including Lysholm scores, International Knee Documentation Committee (IKDC) scores, Lachman test, pivot shift test and the side-to-side differences of anterior laxity measured by KT-2000 arthrometer were analyzed by use of a statistical method

Results: The mean side-to-side instrumented laxity measured by the KT-2000 arthrometer significantly improved to a mean of 1.04 ± 0.80 mm ($P < 0.001$). The Lysholm knee scores also improved from 58.34 ± 15.32 to 86.25 ± 6.48 after surgery ($P < 0.001$). The patients exhibited improved IKDC scores (A: 15 cases, B; 9 cases) at the final follow-up, compared to preoperative scores (B: 5, C: 10, D: 9).

Conclusion: Our data demonstrated that clinical results of anatomical double bundle ACL reconstruction with a split tibialis anterior allograft are encouraging with excellent side-to side laxity, significantly improved Lysholm knee score, IKDC score, Lachman and pivot shift data.

KEY WORDS: Knee, Anterior cruciate ligament reconstruction, Double bundle, Split tibialis anterior tendon allograft

서 론

단일 다발 전방 십자 인대 재건술은 비교적 만족할 만한 임상결과들이 보고되어 왔으나 한편으로 장기 추시 결과들은 이 중 약 30%~40%의 환자들이 불안정성의 재발, 수술전의 활동에 복귀하기 어려움을 호소하고 있으며^{1,2)} 많게는 90%의 환자들에서 초기 관절염 소견과 함께 슬관절통이 보고되고 있다.^{2,3,4)} 이의 극복을 위하여 시행된 최근의 전방 십자 인대의 해부학적, 생역학적 연구들은 기존의 등장점의 구현이라는 관점에서 시행되어 온 대퇴측 over-the-top 위치에서의 이

* Address reprint request to

Yon-Sik Yoo, M.D., Ph.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chuncheon Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University, 153 Gyo-dong, Chuncheon, Korea
Tel: 82-2-2639-5300, Fax: 82-2-2677-0336
E-mail: ybw1999@gmail.com

접수일: 2011년 7월 4일 게재심사일: 2011년 7월 4일

게재승인일: 2011년 8월 9일

식건 고정 방식보다는 해부학적 대퇴측 부착부에서의 재건, 특히 전방 십자 인대의 해부학적인 두 다발, 전내측 다발과 후외측 다발을 각각 재건하는 방식들이 정상 슬관절 보다 가까운 생역학 결과들을 보인다고 하였다.^{2,5,6)} 이에 따라 이중 다발 전방 십자 인대 재건술의 여러 술기 및 임상결과들이 보고되고 있는데, 이식건의 선택이라는 측면에서 자가건을 사용하고자 할 때 2개의 다발을 채취, 준비하는 것이 용이하지 않을 수 있으며 2개의 동종건을 이용하고자 한다면 비용 발생이라는 면에서 부담이 있을 수 있다. 따라서 저자들은 하나의 동종 전경골건을 이용하여 2개의 다발을 만들어서 이중 다발 전방 십자 인대 재건술을 시행하는 술식을 소개하고 그 임상적 결과를 후향적으로 분석하고자 하였다. 본 연구의 목적은 동종 전경골건을 이용한 이중 다발 전방 십자 인대 재건술의 술 전, 술 후 지표를 비교하여 그 차이를 비교해 보고자 함이었으며 술 후 지표는 술 전 지표에 비하여 유의하게 향상될 것으로 가정하였으며 특히 이중 다발 재건술의 생역학적 장점이라고 알려진 회전 불안정성 향상과 관련하여 술 전, 술 후 pivot shift 검사 결과의 차이에 주목하였다.

대상 및 방법

2007년 9월부터 2010년 2월까지 동종 전경골건을 이용하여 이중 다발 재건술을 시행한 환자 중 최소 12개월 이상 추시 가능하였던 24명의 환자(24예)를 대상으로 하였으며 평균 추시 기간은 18개월(12.5~26개월)이며, 연구대상 24명 모두 남자였다. 수술 시 평균 연령은 32세(24~40세)였으며 재 재건술 및 후방 십자 인대나 후외측 손상 등의 동반손상이 있는 예는 제외하였고, 양측 전방 십자 인대 재건술을 시행한 예도

제외하였다. 수술 전 모든 환자들은 주관적 불안정성을 호소하였으며, MRI 검사상 전방 십자 인대의 파열을 확인할 수 있었다.

전 예에서 이식건으로 동종 전경골건을 사용하였으며, 이를 길이 방향으로 잘라서 2가닥으로 나눈 뒤, 각각의 가닥을 전내측 다발과 후외측 다발로 사용하였다. 수술은 동일한 접근도의에 의해 시행되었으며, 수상으로부터 수술까지의 기간은 평균 6개월(1주~58개월)이었다. 급성파열이 의심되는 경우 환자의 자발적 슬관절 운동 범위가 완전히 회복되고 관절 자극증상이 사라진 이후에 수술을 시행하였다. 연구대상의 demographic data는 Table 1에 정리하였다.

1. 수술 방법

마취 직후 이학적 검사를 시행한 후 전내측 및 전외측 삽입구를 통해 진단적 관절경을 시행하였다. 특히 전내측 삽입구를 통해 전방 십자 인대의 대퇴부 부착부를 관찰하면서 2개의 다발이 모두 완전 파열된 경우와 탐침자로 확인하였을 때 양 다발 모두 심한 신연으로 인하여 긴장도가 느껴지지 않는 경우, 만성화된 파열로 전방 십자 인대 다발 자체가 관찰되지 않는 “empty wall sign”이 확인된 경우 이중 다발 재건술을 계획하였다. 이때 탐침자로 측정된 양다발의 대퇴측 부착부 중 양점간의 거리가 14 mm 이상이 되는 경우를 이중 다발 재건술의 대상으로 하였다. 전내측 삽입구의 내측으로 부수적 전내측 삽입구(accessory anteromedial portal)를 확보하여 전방 십자 인대 대퇴 부착부의 잔여 조직을 shaver 및 열소작기(ArthroCare (Sunnyvale, CA))를 이용하여 정리하였는데, 이 삽입구는 이후 대퇴 터널을 생성시킬 때도 이용하였다

Table 1. Patient Demographics

Category	Double bundle group		
No. of patient	24		
Age at surgery (yr), mean (range)	32 ± 7.31 (24-40)		
Injury mechanism			
Sports	20		
Fall from height	2		
Traffic accident	2		
Time between injury and Op*. (week), mean (range)	23.92 ± 22.61(1-58)		
Combined injury	Meniscus repair	Meniscectomy	
MM* tear			
Bucket handle	2	0	0
Longitudinal	3	1	2
Old, complex tear	1	0	1
Horizontal	1	0	1
LM* tear			
Bucket handle	2	2	0

Op*: operation, MM*: medial meniscus, LM*: lateral meniscus

(Fig. 1). 이때 대퇴 부착부의 전방십자인대 잔여조직을 주로 제거함으로써 대퇴 부착부의 시야확보를 용이하게 하였으며 경골측 부착부는 남겨두었다.

이식건으로 이용한 전경골 동종건을 길이 방향으로 종절하여 두 가닥으로 준비하였으며, 분할된 동종건을 각각 두 겹으로 겹쳐서 약 6~8 mm 직경 및 89~90 mm 길이의 2개의 이식건을 만들어서 사용하였다(Fig. 2). 대퇴부 고정은 15 mm EndoButton CL (Smith & Nephew Endoscopy,

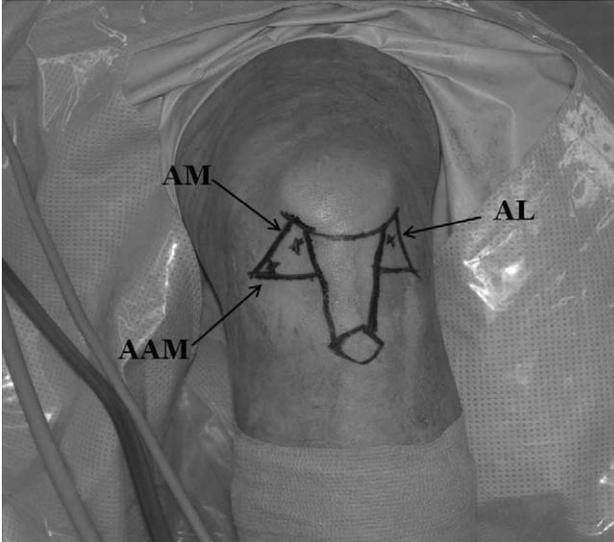


Fig. 1. Anterolateral (AL), anteromedial (AM), and accessory anteromedial (AAM) portals were established. The AM portal was used as a viewing portal for inspecting femoral ACL insertion sites. Femoral AM and PL bone tunnels were made through the AAM portal.

Andover, MA)을 사용하여 고정하였으며, 이식건의 양 끝단은 fiberwire를 이용하여 whip stitch로 고정하였다. 대퇴 터널은 후외측 다발을 위한 터널부터 먼저 생성시켰는데, 부수적 전내측 삽입구를 통해 삽입한 미세 골절 정으로 위치를 후외측 다발 부착부 중앙부에 표시한 후 유도핀을 부수적 전내측 삽입구를 통해 삽입시켜서 표시된 후외측 다발 중앙점에 유도핀을 위치시켰다. 이때 보조의는 환자의 슬관절 외측에 앉아서 대상 환자의 슬관절이 최대 굴곡 자세로 유지될 수 있도록 보조의의 무릎 위에 놓인 bolster에 환자의 발을 올려 놓도록 하였다. 이후 EndoButton용 터널을 4.5 mm 직경으로 대퇴골 반대측 피질골까지 확공한 후 이식건을 위한 확공을 위하여 확공기를 부수적 전내측 삽입구를 통하여 삽입시켜서 전체 터널길이보다 7 mm 짧은 길이만큼 확공을 시행하였다. 대퇴골 전내측 터널은 동일 방식으로 전내측 다발 부착부의 중앙부에 확공하였다. 확공 전 대퇴골 터널 중앙부의 간격이 이식건 직경에 따라 최소 8~9 mm 이상 되는지 측정하여 터널간 골가교(bone bridge)가 2 mm 정도 남을 수 있도록 하였다.

만성환자의 경우 대퇴골 부착부가 확인 되지 않을 경우 후외측 다발은 슬관절 90도 굴곡 상태에서 대퇴골 외과의 관절-골 경계면의 후방 5 mm 지점에 그 중앙점이 위치되도록 하고 전내측 다발은 슬관절 90도 굴곡위에서 기존의 over-the-top 위치보다 약 5 mm 정도 하방(원위부)에 위치하도록 하였다(Fig. 3).

경골 터널의 위치는 전외측 삽입구에서 관찰하면서 ArthroCare (Sunnyvale, CA)를 이용하여 표시하였는데, 전내측 터널은 전내측 삽입구로 진입시킨 전방 십자 인대 가이드 시스템(Acufex Smith & Nephew, Andover, MA)

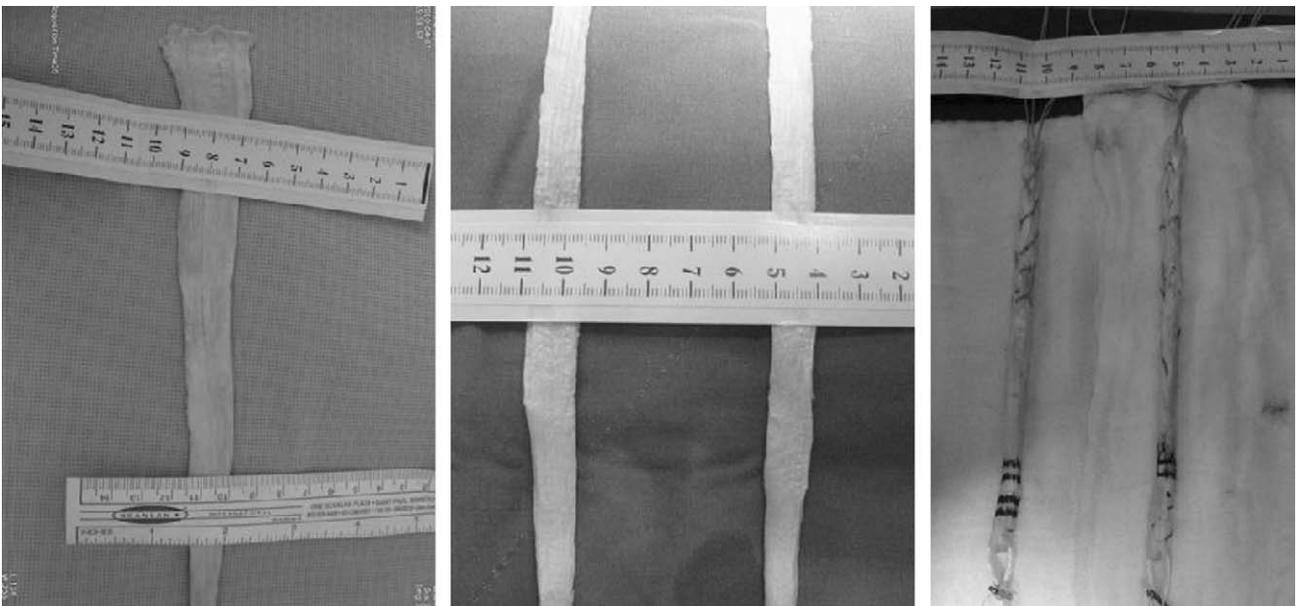


Fig. 2. Double looped tibialis anterior tendon allografts are preferred. During double bundle ACL reconstruction, a single tibialis anterior tendon allograft was split into two strands of diameter 6 to 8 mm.

의 끝부분을 내측 경골극에서 5 mm 외측부 및 전내측 다발의 전측 경계부에서 5 mm 후방에 위치시키고, 가이드 시스템을 경골 고평부와 55도 각도를 주고 이를 유지하도록 하였다. 경골 터널은 전방 경골 피질골과 반월상 연골간 횡인대에 손상을 주지 않도록 유의하여 천공하였다. 후외측 다발의 경골 터널은 외측 경골극에서 5 mm 내측부, 외측 반월상 연골

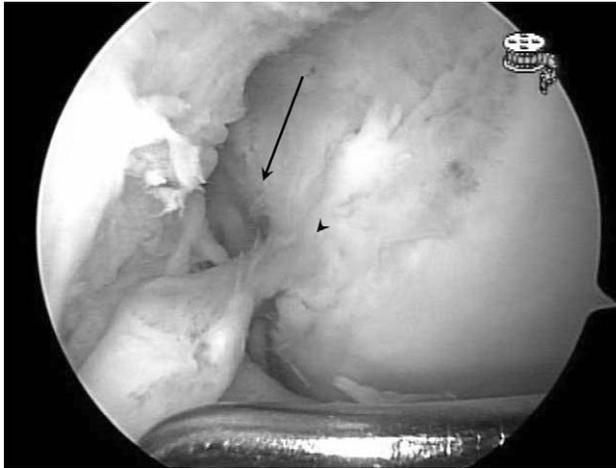


Fig. 3. A view from anteromedial portal. showing old tear of the both bundles. In this case, the center of the AM tunnel was created 5 mm below from the over-the-top position (arrow), and the center of the PL tunnel was made at the position which was 5 mm away from the bone-cartilage margin (arrow head) when the patient's knee was in 90° flexed position.

의 후방 기시부로부터 5 mm 전방에 위치시키고 가이드 시스템을 45도 각도로 조정하였다. 이때 경골측 터널의 관절외 시작점은 경골 결절부터의 지면과 수평 연장선에서 경골 전내측 피질골 표면의 중앙지점에 약 3 cm의 종절개를 가하고 거위발과 내측 측부인대를 노출시켜서 거위발 상방위치에서 전내측 터널 입구는 내측 측부인대의 바로 내측에, 후외측 터널 입구는 그로부터 최소한 2 cm 이상 내측으로 떨어진 위치에 생성시킴으로써 터널간 중첩을 방지하도록 하였다.

이후에 준비된 이식건을 전내측 다발부터 경골 터널부터 대퇴 터널까지 통과시키고 Endobutton (Smith & Nephew Inc. Andover, MA USA)을 이용하여 대퇴부 고정을 시행하였다. 전긴장을 위하여 이식건을 경골 측으로부터 잡아당기면서 슬관절 굴곡-신전 운동을 20회 반복한 이후에 이식건을 manual traction 함으로서 이식건내 긴장이 유지된 상태에서 경골 터널 직경과 같은 크기의 생체 흡수성 간섭나사를 이용하여 경골측 고정을 시행하고, stapler로 보강하였다(Fig. 4). 이때 전내측 다발과 후외측 다발은 모두 슬관절 완전 신전 상태에서 고정하였다. 최종적으로 슬관절 굴신 과정 중 이식건의 과간 절흔 내 충돌을 관찰하고 충돌 현상이 발견되면 과간 절흔의 전방부로 최소한의 과간 절흔술을 시행하였다.

술 후 재활과정은 술 후 1 주간 수동적 연속 운동 기구를 이용하여 완전 신전 운동을 시행하였고, 대퇴사두근 운동을 실시하였다. 이후에는 슬관절 운동범위의 완전한 회복을 위해 뒤꿈치 활주 운동을 시행하였다. 술 후 1주간 부분 체중 부하 보행을 시행하였고, 이후에 완전 체중 부하 운동을 실시 하였



Fig. 4. Postoperative plain radiographs. Grafts were fixed with Endobutton for the femoral side and for the tibial side, interference screw and staples were used.

다. 술 후 12주간 보조기를 착용하였으며 수술 3개월 후 조깅 등 가벼운 운동을 시작하여 술 후 6개월에 점진적으로 정상적인 운동 활동을 허용하였다.

2. 평가

수술 전후의 임상결과 측정을 위해 Lachman, Pivot shift 검사 및 슬관절 전방 전위의 side to side difference 는 knee ligament arthrometer (KT-2000, MED metric Corp, San Diego, California)를 슬관절 30도 굴곡 상태에서 전방 부하 133 N (30lbs)를 준 상태에서 측정하였다. 이때 Pivot-shift 검사 결과는 양성 및 음성으로 단순화하여 기록 하였는데, 건측과 비교하여 저명한 양성 소견, 즉 glide, clunk의 소견을 보이는 경우 양성으로 판정하였고 이외의 경우는 음성으로 기록하였다. 환자가 느끼는 주관적 증상의 지표는 Lysholm 슬관절 점수를 통하여 분석하였으며 International Knee Documentation Committee (IKDC) 점수 및 관절운동 범위를 측정하여 수술 전후의 차이를 비교하였다. 이식건의 직경 및 각각의 대퇴골 터널의 길이도 기록하여 그 차이를 분석하고자 하였다.

3. 통계학적 분석

통계학적 검증은 SPSS 12.0 version (SPSS for Windows Release, Chicago, IL)을 이용하여 paired T-test을 통해 수술 전과 수술 후의 임상적 지표를 분석하였으며 pivot-shift 검사 양성소견의 수술 전후의 차이 분석은 Chi-square test를 이용하였다. 대퇴골 터널의 길이 및 이식건의 직경차는 student T-test를 통해 그 차이를 분석하였다. 유의 수준이 0.05 이하일 때 통계적으로 의의가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

수술 후 최종 추시시 모든 환자에서 관절운동범위는 정상으로 회복되었다. 술 전 Lachman 검사는 8명에서 2도, 16명에서 3도였으나, 수술 후 12개월 최종 추시에서 단 2예에서만 건측 대비 1도의 이완도를 보였으며 그 외는 모두 음성이었다. 수술 전 pivot-shift 검사는 24예 중 12예에서 양성이었으며, 최종 추시 상 1예에서 pivot shift 검사 양성으로 유의한 향상을 보였다 (P<0.001). 수술 전 KT-2000 기기를 이용한 건측 대비 전방 전위 정도 평균은 7.76±2.51 mm였으나 수술 후 최종 추시에서 1.04±0.80 mm으로 호전되었고 (P<0.001), Lysholm슬관절 점수는 수술 전 58.34±15.23에서 최종 추시 상 86.25±6.48점으로 개선되었다(P<0.001). IKDC객관적 평가는 A (normal) 또는 B (nearly normal) 등급에 해당하는 경우가 수술 전 A등급은 없었으며 B등급만

Table 2. Pre- and postoperative data (n=24)

Category	Lachman test		Pivot shift test (positive)		Graft diameter (mm)	Tunnel length (mm)	Side to side difference of instrumented laxity (mm)		Lysholm score		IKDC score			
	Preop	Postop	Preop	Postop			Preop	Postop	Preop	Postop	Grade	Preop	Postop	
DB Group (n=24)	I	0	2		AM	AM						A	0	15
	II	8	0	12	6.60±0.58	35.00±2.21	7.76±2.51	1.04±0.80*	58.34±15.23	86.25±6.48*		B	5	9
	III	16	0		PL	PL						C	10	0
					6.69±0.47	39.78±1.67						D	9	0

DB: double bundle, AM: anteromedial, PL: posterolateral

*: significantly different from preoperative data (p<0.001, respectively)

There was no significant intergroup difference with respect to postoperative instrumented laxity or pre-and postoperative Lysholm score.

5)였다. 수술 후 A등급 15예, B등급 9예로 전 환자에서 A, 또는 B등급으로 평가되었다. 전내측 다발의 평균 직경은 6.60 ± 0.58 mm, 후외측 다발의 평균 직경은 6.69 ± 0.47 mm 이었으며($P=0.182$), 대퇴측 전내측 골터널과 후외측 골터널의 평균 길이는 각각 35.00 ± 2.21 mm와 39.78 ± 1.67 mm였다 (Table 2, Fig. 5). 각 터널의 길이 평균치는 통계적으로 유의하지는 않았으나($P=0.074$), 후외측 터널의 길이는 상대적으로 전내측 터널에 비해 길게 나타났다.

고 찰

전방 십자 인대 재건술시 이식건의 선택에서 최근 많이 이용되고 있는 슬립건은 초기 고정기 충분히 이루어진다면 슬개건과 비교하여 비슷한 임상 결과를 보인다고 알려져 있다.⁷⁾ 그러나 체형이 작은 동양인들의 경우 이중 다발 전방 십자 인대 재건술에서 자가 슬립건을 사용하고자 할 때 이식건이 질적, 양적으로 전내측 및 후외측 다발을 모두 재건하는데 충분하지 못한 경우가 많다고 하였다.⁸⁾ 이러한 경우 이중다발 전방 십자 인대 재건술시 동종건 사용의 유용성이 있을 것이며 Pombo 등²⁾은 두 개의 전, 후경골건을 주로 이용했다고 하였다. 본 저자들은 전경골건을 종분할하여 이중 다발을 만든다면 일반적으로 알려진 자가건의 단점, 즉 공여부 이환, 추가적인 채취 시간, 미용적 측면에서 발생하는 문제를 극복할 수 있

다는 점과, 전술하였듯이 자가건을 이용하여 이중 다발을 만들기에 충분하지 않을 것으로 예상되어 불가피하게 동종건을 사용해야 할 때, 두 개의 동종건을 이용하는 경우보다 환자의 경제적 부담을 줄일 수 있을 것으로 기대하였다. Vidal 등⁹⁾도 동종 전경골건을 종분할하여 사용한 이중다발 전방 십자 인대 재건술식을 소개하면서 동종 전경골건을 두 가닥으로 종분할하여 두 겹으로 겹침으로써 각각 7~8 mm 직경의 이식건을 얻을 수 있다고 하였다.

한편 종분할시킨 전경골건의 생역학적 특성에 관한 보고로서, Clark 등¹⁰⁾은 동종 전경골건을 2가닥으로 종분할했을 때, 분할하기 전의 동종 전경골건과의 에너지 흡수율을 비교하였다. 미분할 동종 전경골건의 에너지 흡수율 평균치는 $10,300 \pm 3,433$ Nmm, 종분할된 전경골건의 평균치는 $10,530 \pm 2,095$ Nmm로 나타났으며, 두 그룹의 강성은 각각 133 ± 21 Nmm, 91 ± 16 Nmm로 저명한 차이가 없어서 임상적 적용에 그 유용성이 있을 것이라고 보고하였다. 본 연구에서 분석한 Lachman, Pivot shift, side-to-side 전방전위 편차, Lysholm 슬관절 점수를 포함한 임상적 지표는 수술 전과 비교 시 수술 후 모두 유의하게 개선된 결과를 보인 바 있는데, 종분할 전경골을 이용한 이중 다발 전방십자인대 재건술과 관련한 임상결과에 관한 보고는 많지 않으며 이에 본 연구의 의의가 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 전내측 다발의 평균 직경은 6.60 ± 0.58 (6~8) mm, 후외측 다발의 평균 직

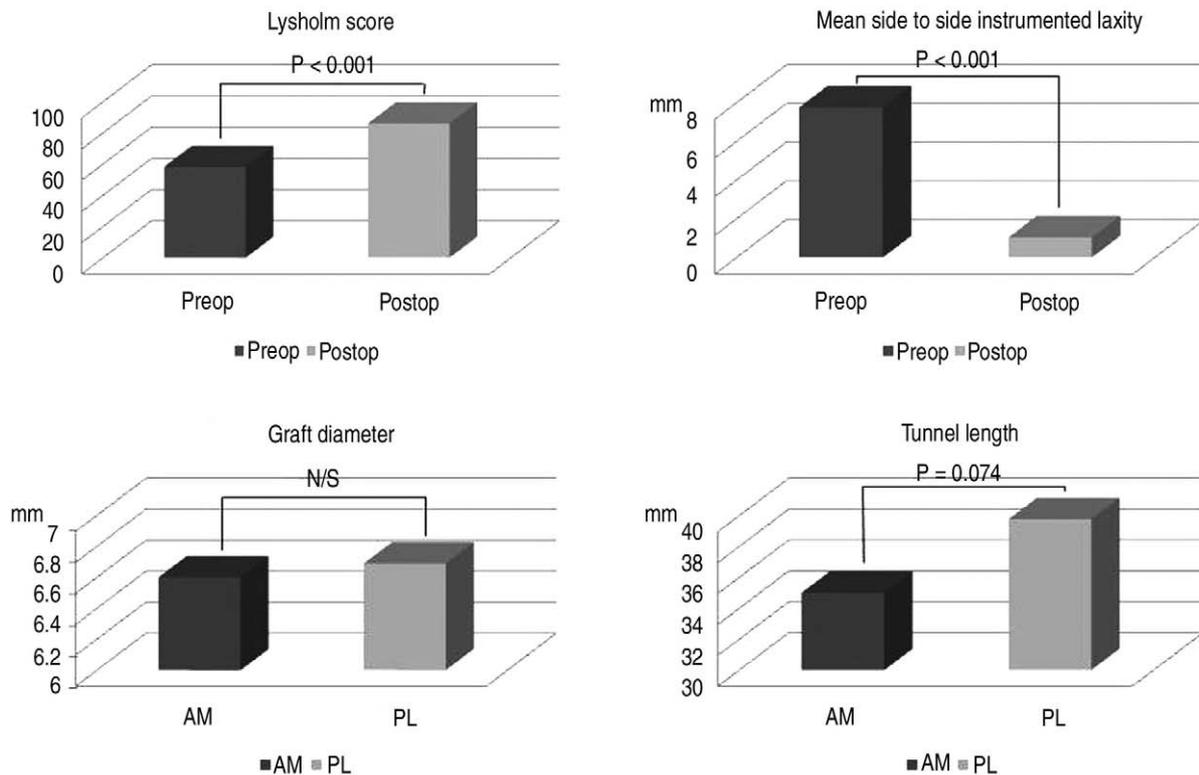


Fig. 5. Illustration describing differences between pre-operative and post-operative data regarding Lysholm score, mean side-to-side instrumented laxity, graft diameter and tunnel length.

경은 6.69 ± 0.47 (6~7) mm 이었다. 기존의 해부학 연구에 의하면 전방 십자 인대의 대퇴 부착부의 평균 최대 직경은 약 18-24 mm로 알려져 있으나, 본 연구에서 실제 사용된 이식건 직경 및 약 2 mm의 대퇴골 터널 사이의 거리를 합하면 약 14 mm에서 16 mm 직경의 대퇴측 부착부를 재건했다고 볼 수 있으며, 이는 기존에 알려진 해부학 연구의 결과보다는 적은 면적이라고 할 수 있겠으나 본 연구의 수술 대상인 한국인의 전방 십자 인대 대퇴 부착부의 직경이 상대적으로 적은 것에서 기인했다고 생각된다.

또한 Van Eck 등¹⁰⁾은 이중 다발 재건술의 별다른 부작용은 없으나, 전방 십자 인대 부착부가 14 mm 이하이거나, 절흔 간격 12 mm 이하, 골단이 개방된 사례, 중증의 골멍 (bone bruise), 3도 이상의 관절염, 다인대 손상 환자에서는 이중 다발 재건술을 지양해야 한다고 보고하였는데, 저자들도 키가 작은 환자에서 탐침자를 이용하여 측정한 대퇴 부착부의 최대 직경이 14 mm 이하인 경우에는 단일 다발 재건술, 또는 선택적 다발 재건술을 시행하였다.

저자가 수술 시 대퇴 터널 생성을 위해 사용한 부수적 전내측 삽입구의 장점에 대해서는 이전의 여러 연구에서 보고된 바 있으며, Pombo 등²⁰⁾은 대퇴 전내측 터널이 전내측 경골터널을 통해서 그 해부학적 부착점에 도달되는 경우는 단지 3%에 불과하다고 하였고 경골 후외측 다발을 위한 터널을 통해서 해부학적 대퇴 전내측 부착부에 접근되는 경우는 57%, 부수적 전내측 삽입구를 통해서 99%에서 도달 가능하다고 하였다. Lubowitz 등¹²⁾은 경골 터널을 이용해서 대퇴측 터널을 확공하고자 하면 경골 터널내부에서 확공기의 위치를 이동시킬 수 있는 공간여유가 없기 때문에 해부학적 위치에 도달하기가 어려워 부수적 전내측 삽입구를 이용하는 것이 전방십자 인대 해부학적 대퇴 부착부의 접근을 용이하게 한다고 하였다. 그러나 부수적 전내측 삽입구를 사용하여 대퇴 터널 생성시 가장 주의해야 할 점으로 전내측 대퇴 터널 길이가 짧아지는 단점이 있고 이를 극복하기 위하여 대퇴 터널 확공시 슬관절을 최대 굴곡위에서 시행하도록 권장하였다. 본 연구에서는 15 mm 길이의 tape에 연결된 Endobutton을 사용하여 대퇴측 고정을 시행하였는데, 유도핀을 삽입한 후 확공하기 전에 먼저 관절내 외측 대퇴과의 내측벽으로부터 반대편 피질골까지의 거리를 유도핀에 표시된 자로 측정하여 그 길이가 최소한 30 mm 이상 되는지 확인함으로써 추후 골터널 확공 후 골터널과 이식건과의 접촉이 최소한 15 mm 이상이 되도록 하였다. 또한 슬관절 최대 굴곡위에서 유도핀 삽입 및 확공 시 주위 연부조직에 의해서 관절경 시야가 좁아지는 단점이 있으므로 이의 극복을 위해서 슬관절 90도 굴곡위에서 부수적 전내측 삽입구를 통해 미세 골절정을 삽입하여 대퇴 전내측 다발의 중앙부를 표시하고, 이어서 유도핀을 동일방식으로 미세 골절정으로 표시한 위치에 놓이게 한 후 보조의가 슬관절을 최대 굴곡위치로 구부린 다음 유도핀을 전진시켰다. 유도핀이 반대편 피질골을 뚫고 난 후에 전술한 바

와 같이 그 길이를 측정함으로써 적절한 길이의 대퇴 터널 길이를 얻을 수 있는지 확인하였다. 만일 대퇴 터널 길이가 30 mm 미만으로 예상되는 경우는 전내측 다발의 중앙점 위치를 슬관절 90도 굴곡위에서 약간 상방으로 이동시키거나 후외측 다발쪽으로 약간 이동시켜서 충분한 터널 길이를 얻고자 하였다. 이후 최종 확공을 시행하였는데, 이때 확공기의 전진 과정에서 내측 대퇴과 연골 손상을 방지하기 위하여 유도핀의 끝부분을 대퇴골 터널 입구까지 밀어넣은 상태에서 확공기를 부수적 전내측 삽입구를 통하여 조심스럽게 관절내부로 위치시키고 확공기 톱니부분의 구멍과 유도핀의 끝부분을 과간절흔 지점에서 맞춘 다음 유도핀을 후진시켜서 확공기 내부로 위치하게 하였다.

이중 다발 재건술에서 각각의 다발을 최종 고정 시에 슬관절의 굴곡각도에 대해서는 아직 정립되지 못한 측면이 많다. 과거의 사체연구를 통한 생역학 결과는 전내측 다발이 굴곡시에 긴장되고 후외측 다발은 신전 시에 긴장된다고 하였으며 이에 따라 각 다발의 고정시 슬관절 굴곡각도도 후외측 다발은 신전에 가까운 위치에서, 전내측 다발은 90도 슬관절 굴곡위에 가까운 위치에서 고정했으나¹³⁾ 최근의 생체실험에서는 이와 달리 양다발 모두 신전시에 그 길이가 가장 늘어난다고 하였으며^{14,15)}, 이식건 고정도 이에 따라 양다발 공히 신전에 가까운 위치에서 시행해야 한다는 보고가 되고 있다. 본 저자들은 기존의 사체연구가 실제의 생역학을 대변하지 못하는 점이 있고 생체실험의 결과가 복잡한 슬관절 역학을 보다 잘 구현한다는 측면에서 최근의 생체실험의 결과에 근거하여 전 예에서 양 다발 모두 최대 신전위에서 최종 고정을 시행하였다.

본 연구를 통해서 동종 전경골건을 중분할하여 해부학적 이중 다발 전방십자 인대 재건술을 시행할 때 각각의 이식건은 대퇴측 해부학적 부착부를 충분히 포함하여 재건이 가능하였으며 그 임상결과도 만족할 만한 지표를 얻을 수 있음을 알 수 있었다. 본 연구의 제한점 및 향후 추진과제로서 이중 다발 재건술시 기대되는 회전 불안정성의 개선에 대한 보다 면밀한 평가, 장기적 추시, 환자군의 연령, 성별, 수상 후 수술까지의 기간 등의 통계적 일치성 등이 고려되어야 할 것으로 보이며 자가건을 이용한 이중 다발 재건술 또는 단일 다발 재건술을 대조군으로 한 비교 분석도 필요할 것으로 생각된다.

결 론

중분할된 전경골 동종건을 이용한 이중 다발 전방 십자 인대 재건술 시행 환자에서 수술후 Lysholm 슬관절 점수, IKDC 및 KT-2000을 이용한 슬관절 전방전위 정도의 측정치는 수술전과 비교 시 유의하게 향상되었으며 Lachman, Pivot shift 검사 결과도 만족할 만하게 호전되었다.

REFERENCES

1. Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R. ACL reconstruction: A meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;458:180-7.
2. Pombo MW, Shen W, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: where are we today? *Arthroscopy.* 2008;24:1168-77.
3. Buoncristiani AM, Tjoumakaris FP, Starman JS, Ferretti M, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2006;22:1000-6.
4. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, et al. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament injured knee. *Am J Sports Med.* 2005;33:335-46.
5. Shen W, Jordan S, Fu FH. Review article: anatomic double bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2007;15: 216-21.
6. Zantop T, Herbort M, Raschke MJ, Fu FH, 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;35:223-7.
7. Yunes M, Richmond JC, Engels EA, Pinczewski LA. Patellar versus hamstring tendons in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis. *Arthroscopy.* 2001;17:248-57.
8. Streich NA, Friedrich K, Gotterbarm T, Schmitt H. Reconstruction of the ACL with a semitendinosus tendon graft a perspective randomized single blinded comparison of double-bundle versus single-bundle technique in male athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:232-8.
9. Vidal AF, Brocker PU, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using tibialis anterior tendon allografts. *Oper Tech Orthop.* 2005;15:140-5.
10. Clark L, Howard C, Bisson LJ. Energy absorbed by longitudinally splitting a tibialis anterior allograft: implications for double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2010;26:1233-36.
11. Van Eck CF, Lesniak BP, Schreiber VM, Fu FH. Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction flowchart. *Arthroscopy.* 2010;26:258-68.
12. Lubowitz JH. Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket: pitfalls and solutions. *Arthroscopy.* 2009;25:95-101.
13. Zelle BA, Brucker PU, Feng MT, Fu FH. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med.* 2006;36:99-108.
14. Yasuda K, Ichiyama H, Kondo E, Miyatake S, Inoue M, Tanabe Y. An in vivo biomechanical study on the tension-versus-knee flexion angle curves of 2 grafts in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: effects of initial tension and internal tibial rotation. *Arthroscopy.* 2008;24:276-84.
15. Yoo YS, Jeong WS, Shetty NS, Ingham SJ, Smolinski P, Fu FH. Changes in ACL length at different knee flexion angles: an in vivo biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:292-7.

초 록

목적: 중분할된 전경골 동종건을 이용한 해부학적 이중 다발 전방 십자 인대 재건술을 시행한 24명의 환자의 최소 12개월 임상 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 해부학적 전방 십자 인대 재건술을 시행받은 24명의 환자를 대상으로 최소 12개월 추시 연구를 시행하였다. 모든 예에 대해 이식건으로 전경골 동종건을 중분할하여 2개의 다발로 나누어 사용하였다. 표준 재활 프로그램이 시행되었으며, 술 전 후 Lysholm점수, International Knee Documentation Committee (IKDC) 점수, Lachman 검사 및 pivot shift 검사를 시행하였다. 술 전 후 건축과 비교한 전방 전위 정도는 KT-2000 arthrometer 를 이용하여 측정하였으며, 통계학적 방법을 이용하여 분석하였다.

결과: KT-2000 기기로 측정한 전방 전위 정도의 평균은 1.04 ± 0.80 mm로 호전되었고($P < 0.001$), Lysholm 점수는 술 전 58.34 ± 15.32 점에서 술 후 최종추시시 86.25 ± 6.48 점으로 개선되었다($P < 0.001$). IKDC 점수는 술 전 B등급 5예, C등급 10예, D등급 9 예였으며, 최종 추시시 A등급 15예, B등급 9예로 평가되었다.

결론: 중분할된 전경골 동종건을 이용한 이중 다발 전방 십자 인대 재건술 시행 환자에서 술 후 Lysholm 슬관절 점수 및 전방전위 정도는 술 전과 비교 시 유의하게 향상되었으며 Lachman, Pivot-shift 검사 결과 및 IKDC 점수도 만족할 만하게 호전되었다.

색인 단어: 슬관절, 전방 십자 인대 재건술, 이중다발, 분할된 동종 전경골건