

자가 슬개건과 동종 슬개건을 이용한 전십자인대의 재건의 비교

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

변기용 · 이광진 · 신현대 · 이원석

Comparison of ACL Reconstruction using Patellar tendon Autografts and Allografts

Ki-Yong Byun, M.D., Kwang-Jin Rhee, M.D., Hyun-Dae Shin, M.D. and Won-Sok Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine Chungnam National University Hospital, Taejeon, Korea

We have studied the results of reconstruction by freeze-dried patellar allografts or patellar autografts in ACL-deficient patients prospectively. From January 1995 to December 1995, we performed ACL reconstruction using an arthroscopic-assisted technique with patellar autografts in 21 patients and patellar allografts in 13 patients. Minimum follow-up time was 1 year(average 26 months). All patients were evaluated by using KT-2000 arthrometer and MRI as well as by physical examination. Final results were rated as satisfactory or unsatisfactory by using a modified Feagin knee scoring scale. Good or excellent were considered to have satisfactory results and fair or poor were considered to have unsatisfactory results. As measured by the KT-2000, 19 cases(90.5%) had a 5-mm or less side-to-side differential, a satisfactory results in autograft group. 2 cases of unsatisfactory results had joint instability. In allograft group, 10 cases(76.9%) had a 5-mm or less side-to-side differential, a satisfactory results. 3 cases of unsatisfactory results had joint instability including postoperative infection(1 case).

In conclusion, the results of ACL reconstruction with autografts were better than those with allografts. The problem of allograft reconstruction were rehydration, aseptic control and improper mechanical tensioning. So, we thought that success of allograft reconstruction was depended on careful implant preparation including pretensioning technique.

Key Words : ACL reconstruction, Allograft, Pretensioning

서 론

슬관절의 외상으로 인한 혈관절의 가장 많은 원인으로 전방 십자인대의 파열이 차지하고 있고 동반된 손상으로는半月판의 파열이 가장 많다^{1,2}. 전방 십자인대는 가장 중요한 전방 안정 구조물이며 이차적인 회전 안정 구조물이므로 인대의 손상은 조기 퇴행성 관절염을 유도하고 스포츠 및 사회 활동의 감소와 일상 생활에도 많은 불편을 초래한다³. 전방십자인대의 파열은 보존적 요법으로 만족할

만한 기대 효과를 얻기가 어렵고 일차 봉합술이나 재건술을 통하여 기능 회복을 기대할 수 있다. 그러나 일차 봉합으로는 기능회복을 이루기 어렵고, 시간이 지남에 따라 결과는 점차로 악화될 수 있다⁴. 성인에서 전방 십자인대의 파열에 대한 가장 적절한 치료방법은 재건술이며 재건술을 통하여 이전의 강도 및 생역학적 기능을 유지할 수 있다고 여러 저자들은 주장하고 있다^{5,6}. 1990년도 이후로는 조기 운동 및 적극적인 재활치료의 개념으로 전환되면서 재건술 후의 치료 결과가 향상되고 있다^{7,8}. 재건술에 사용되는 재료로는 여러 가지가 있으며, 주로 자가 슬개건 이식과 동종 슬개건이나 Achilles건 이식이 많이 이용되고 있고, 각각의 장점과 단점들이 보고되고 있다^{9,10}. 동종 아식은 수술 시간을 줄일 수 있고 자가 이식시 발생할 수

* 통신저자 : 변 기 용

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

* 본 논문은 1996년도 충남대학교병원 지정진료 연구비로 이루어졌음.

있는 계공 부위의 이환을 없앨 수 있는 장점이 있으나 면역 반응, 질병 이환, 보존 및 이식 전 처리에서 일어나는 이식전의 기계적 약화나 이환을 일으키는 단점이 있다^{1,2)}. 본 저자들은 재건의 구조물로써 자가 슬개전과 동종 슬개전을 사용하였으며, 추시관찰을 통하여 그 결과를 비교하였고, 동종 이식시 발생하는 문제점들과 그 해결 방법에 대하여 연구하여 보고하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1995년 1월부터 1995년 12월까지 동일한 기간에 슬관절의 전방 십자인대 파열을 주소로 내원한 환자를 대상으로 최소한 1년 이상의 추시 관찰이 가능하였던 자가 슬개전을 이용하여 재건술을 시행한 21명과, 동종 슬개전을 이용하여 동종이식을 시행한 13명을 대상으로 하였다. 21명의 자가 슬개전을 이용하여 재건술을 시행한 군의 평균나이는 31.0세이었고 18명이 남자이었다. 13명의 동종 슬개전을 이용하여 재건술을 시행한 군의 평균나이는 27.8세이었고 12명이 남자이었으며, 평균 추시기간은 26.3개월이었다. 다른 인자의 영향을 최소화시키기 위하여 반월판의 손상이나 다른 슬관절인대 손상이 있는 환자는 대상에서 제외시켰다.

2. 연구방법

초진사 환자의 병력과 이학적 검사를 시행하고 전방 십자인대 파열을 의심할 수 있는 환자에서 자기공명 영상을 시행하였다. 자기공명 영상상 파열이 의심되는 경우에 수술전 KT-2000을 이용하여 양측의 이완의 차이를 기록하였다. 전신마취 또는 경막외 마취를 시행한 후 Lachman 검사와 Pivot shift검사를 시행한 후 관절경을 이용하여 전방십자인대 재건술을 시행하였다.

1) 자가 슬개전 이식

관절경을 통하여 전방 십자인대의 잔재물을 제거한 후 Notchplasty를 시행하였다. 전방 슬관절의 종축을 따라 피부 절개를 하고 약 10mm 두께의 슬개전을 절제한 후 관절경을 통하여 내퇴골 터널과 경골 터널에 각각 삽입한 후 간섭 나사못으로 골내 고정을 시행하였다. 재건술을 시행한 후 이학적 검사를 재 시행하여 견고한 내고정을 확인한 후 피부를 봉합하였다.

2) 동종 슬개전 이식

상품화된 동종 냉동 건조 슬개전을 수술전 2시간 전에 생리 식염수에 담근 후에 30초 동안 0.5 pound의 장력을 주고 원래의 길이를 회복시킨 후 15분 동안 20 pound의 장

력을 주었다. 장력은 상품화된 장력 유지 장치를 사용하였다(Smith & Nephew Donjoy, Carlsbad, CA). 관절경을 통하여 전방 십자인대의 잔존을 제거하고 Notchplasty를 시행한 후 동종 슬개전을 이식하였다. 재건술을 시행한 후 이학적 검사를 재 시행하여 견고한 내고정을 시행한 후 피부를 봉합하였다.

3) 수술 후 처치

수술후 가능한 조기에, 적극적인 관절운동 및 재활 치료를 시작하였다. 회복실에서 병실로 올라온 후, 환자의 의식이 회복한 후 환자와 보호자에서 재활의 중요성 및 향후 치료계획을 교육한 후, 가능한 조기에 CPM을 이용한 관절운동을 시행하고 부종을 감소시키기 위한 약물 투여 및 냉찜질을 시행하였다. 슬관절의 보조기를 사용하여 부분적인 체중부하를 허락하였고, 슬관절의 부종과 혈종의 상태에 따라 점차적으로 관절운동의 강도 및 체중부하를 증가시켰다. 통증이 심해지거나 관절의 부종이 심해지는 경우는 재관의 강도를 줄이고 통증과 부종의 조절을 시행하였다. 수술후 2주까지 관절운동의 회복과 교육을 시행한 후 퇴원시키고 외래 추시를 시행하였다. 최종추시에서 KT-2000을 이용한 이완의 차이와 기능상태를 기록하였고, Modified Feagin Scoring System⁶⁾을 이용하여 기능을 평가하였다(Table 1). 양측 슬관절의 이완정도가 5mm 이하인 경우에 양호로 평가하였으며, Modified Feagin Scoring System에 의한 기능 평가상 우수 및 양호로 판정되는 경우는 환자가 만족하는 것으로 평가하였고, 보통이나 불량은 환자가 만족하지 못하는 것으로 평가하였다.

결 과

1) 자가 슬개전 이식군

KT-2000에 의한 수술전 양측 슬관절의 차이는 평균 8.8mm이었고, 최종추시에서 양측 슬관절의 차이는 평균 3.57mm이었으며, 차이가 5mm 이하인 환자는 19명(90.5%)이었으며, 관절운동 범위는 평균 137도이었다. 따라서 기능의 평가상 우수나 양호인 경우는 19명(90.5%)이었고, 이들은 결과에 만족하는 것으로 평가하였다. 환자가 결과에 만족하지 못한 보통의 결과를 보인 2례에서는, 슬관절의 불안정성이 있었고 KT-2000검사에서 5mm 이상의 양측 이완도를 보였다(Table 2).

2) 동종 슬개전 이식군

KT-2000검사상 수술전 양측간의 차이는 평균 8.2mm이었고, 최종추시에서 양측 슬관절의 차이는 평균 4.23mm이었으며, 차이가 5mm 이하인 환자는 10명(76.9%)이었다.

관절운동 범위는 평균 132도이었고, 기능 평가상 만족하는 경우는 10명(76.9%)이었다. 환자가 결과에 만족하지 못하는 경우는 3례로써, 보통 2례, 불량 1례이었다. 관절

의 불안정이 2례, 그리고 수술후 감염이 1례에서 있었고 이들은 KT-2000검사에서 모두 5mm 이상의 양측 이완도를 보였다(Table 3).

Table 1. Modified Feagin Scoring System

	Excellent	Good	Fair	Poor
Lachman test	0	1+	2+	3+
Pivot shift test	0	1+	2+	3+
ROM loss(deg.)	< 5	5	5-10	> 10
KT-2000(mm diff.)	0-2	3-5	6-8	> 8
Physical assessment				
Pain	None	Mild	Moderate	Severe
Giving way	None	Apprehension	Occasional	Frequent
Swelling	None	With strenuous activity	With moderate activity	With any activity
Stiffness	None	Occasional	Frequent	Constant
Activity level (Compared with preinjury level)	No change	Some sports lower performance level	Active but lower sport level	No sports
Specific activity problems (Walking, running etc)	None	Mild	Moderate	Severe

Table 2. Summarized data of ACL-deficient patients who had reconstructed by patellar tendon allograft.

No	Age/Sex	Side	Injury mechanism	Op. time from injury	Lachman test		Pivot shift test		ROM(°) (Last F/U)	Last F/U KT-2000 (mm side difference)	Results	Comments
					Preop.	Last F/U	Preop.	Last F/U				
1	20/M	Lt	T.A.	4 weeks	3+	0	3+	0	135	2mm	Excellent	
2	45/M	Rt	Falling	2 years	3+	0	3+	0	140	3mm	Excellent	
3	22/M	Rt	T.A.	4 months	2+	0	3+	0	135	3mm	Excellent	
4	20/F	Rt	Sport	3 years	3+	0	3+	0	140	2mm	Excellent	
5	32/M	Rt	Sport	16 months	3+	0	2+	0	138	0mm	Excellent	
6	40/M	Rt	T.A.	1 year	2+	0	2+	0	145	1mm	Excellent	
7	19/M	Lt	Sport	7 months	3+	1+	3+	0	138	3mm	Excellent	
8	20/M	Rt	Sport	1 year	3+	0	3+	0	140	2mm	Excellent	
9	45/M	Rt	Direct	8 months	3+	1+	3+	1+	135	5mm	Good	
10	32/F	Lt	T.A.	3 years	3+	1+	3+	1+	138	4mm	Good	
11	31/M	Rt	Slipping	2 years	2+	1+	2+	1+	140	4mm	Good	
12	28/M	Rt	Sport	7 months	2+	1+	2+	1+	136	3mm	Good	
13	42/M	Lt	Sport	1 year	3+	0	3+	1+	135	3mm	Good	
14	39/M	Rt	Sport	10 months	3+	1+	3+	1+	136	5mm	Good	
15	28/M	Rt	T.A.	7 months	3+	1+	3+	1+	138	3mm	Good	
16	22/M	Rt	T.A.	4 months	2+	1+	2+	1+	135	4mm	Good	
17	49/M	Lt	T.A.	4 weeks	2+	1+	2+	1+	135	3mm	Good	
18	38/M	Rt	Sport	6 months	3+	1+	3+	1+	135	5mm	Good	
19	22/M	Rt	Slipping	2 years	2+	1+	2+	1+	135	4mm	Good	
20	26/M	Rt	Slipping	2 years	3+	2+	2+	2+	130	7mm	Fair	Instability
21	43/F	Rt	Slipping	2 months	2+	2+	2+	2+	125	8mm	Fair	Instability

Table 3. Summarized data of ACL-deficient patients who had reconstructed by patellar tendon allograft.

No	Age/Sex	Side	Injury mechanism	Op. time from injury	Lachman test		Pivot shift test		ROM(°) (Last F/U)	Last F/U KT-2000 (mm side difference)	Results	Comments
					Preop.	Last F/U	Preop.	Last F/U				
1	20/M	Rt	Sport	2 years	3+	1+	3+	0	136	2mm	Excellent	
2	23/M	Rt	Sport	4 weeks	3+	0	3+	0	140	0mm	Excellent	
3	30/M	Rt	Sport	4 weeks	3+	0	3+	0	140	1mm	Excellent	
4	25/M	Rt	T.A.	3 years	2+	0	2+	0	135	3mm	Excellent	
5	22/M	Rt	Sport	4 years	3+	1+	3+	1+	130	4mm	Good	
6	37/F	Lt	T.A.	4 weeks	2+	1+	2+	0	130	4mm	Good	
7	24/M	Lt	Sport	1 year	3+	1+	2+	0	130	5mm	Good	
8	35/M	Rt	T.A.	1 month	3+	1+	2+	1+	135	5mm	Good	
9	28/M	Lt	Sport	4 months	3+	+	3+	1+	130	4mm	Good	
10	35/M	Lt	T.A.	9 months	3+	1+	3+	1+	130	4mm	Good	
11	27/M	Lt	Falling	2 years	2+	2+	3+	2+	125	7mm	Fair	Instability
12	28/M	Rt	Direct	10 months	3+	2+	3+	2+	122	8mm	Poor	Instability
13	38/M	Lt	T.A.	3 years	3+	3+	3+	2+	110	8mm	Poor	Infection

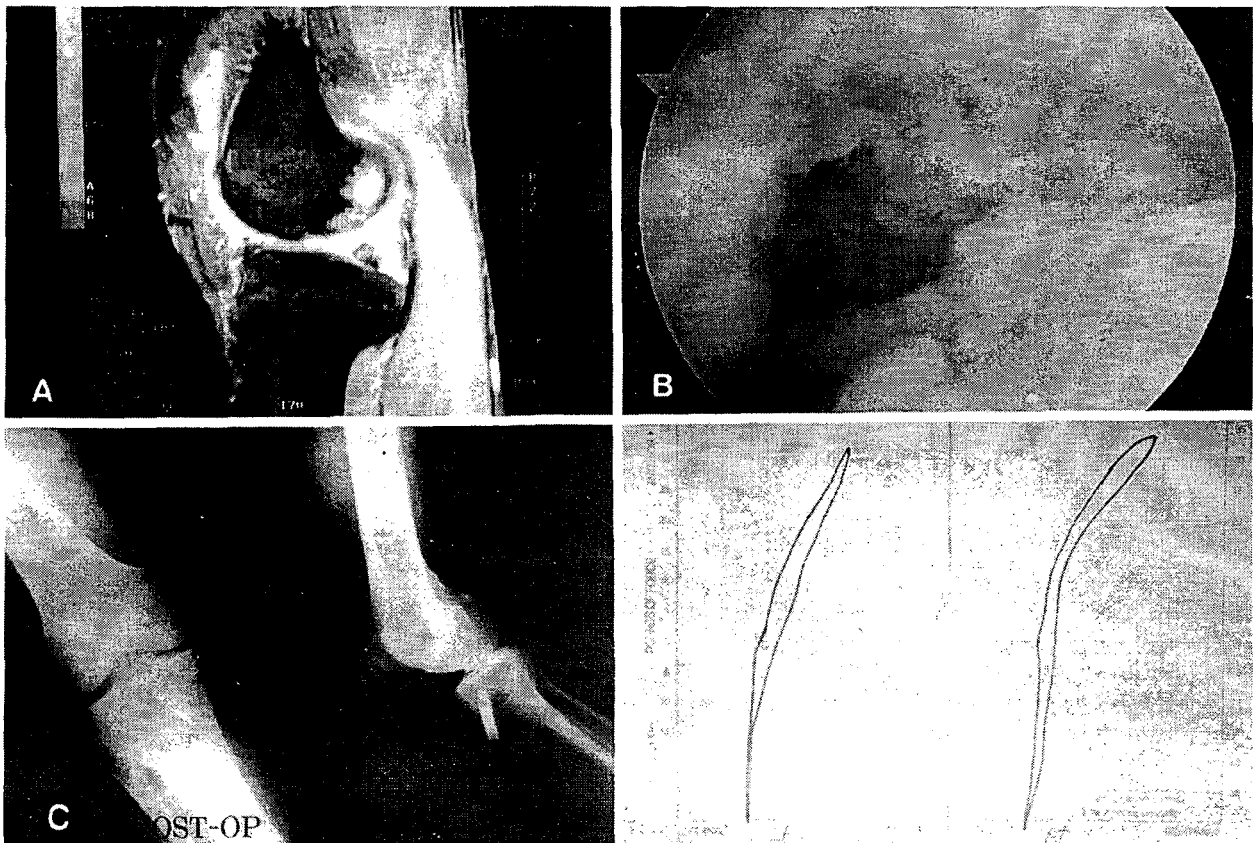


Fig. 1-A. Preoperative MR imaging showed completely ruptured ACL at femoral attachment. He suffered from left knee pain and instability.

B. Arthroscopic finding showed ruptured ACL remnant at tibial site and loss of ACL at femoral site.

C. Postoperative X-ray finding showed joint stability and internal fixation by interference screw. It was reconstructed by using autogenous patellar tendon.

D. Last follow-up KT-2000 results. Left side had a 1mm difference with right side.

증례보고 1

20세된 남자 환자가 4주전에 발생한 오토바이 추돌사고에 의하여 좌측 슬관절의 통증과 불안정을 주소로 내원하였다. 이학적 검사에서 Lachman검사상 3+, Pivot shift 검사상 3+이었고, 자기공명 영상에서 전방 십자인대의 완전 파열 소견이 관찰되었다. 자가 슬개건을 이용하여 재건술을 시행하였으며, 최종 추사에서 KT-2000검사상 1mm의 양측 이완도를 보였고, Lachman검사와 Pivot shift검사에서 0의 소견을 보여 우수한 결과를 보였다(Fig. 1-A, B, C, D).

증례보고 2

24된 남자 환자가 1년 전에 발생한 스포츠 손상에 의하여 좌측 슬관절의 통증과 불안정성을 주소로 내원하였다. 이학적 검사상 Lachman검사상 3+, Pivot shift검사상

2+이었고, 자기공명 영상에서 전방 십자인대의 완전 파열 소견이 관찰되었다. 동종 슬개건을 이용하여 재건술을 시행하였으며, 최종 추사에서 KT-2000검사상 1mm의 양측 이완도를 보였고, Lachman검사상 1+, Pivot shift검사상 0의 소견을 보여 양호의 결과를 보였다(Fig. 2-A, B, C, D).

고 찰

전방 십자인대는 슬관절의 안정성을 유지하는 가장 중요한 구조물 중의 하나이며, 교통사고나 스포츠 손상에 의하여 가장 쉽게 손상 받는 부위이다. 전방 십자인대의 파열을 치료하는 방법은 많은 연구가 이루어졌으며, 과거 보존적 요법에 의한 불량한 결과는 봉합술이나 재건술로 치료 방향을 유도하고 있다^{2,3,6,9,10}. Feagin 등⁴은 일차 봉합술의 장기간의 추사에서 시간이 지남에 따라 결과가 불량해

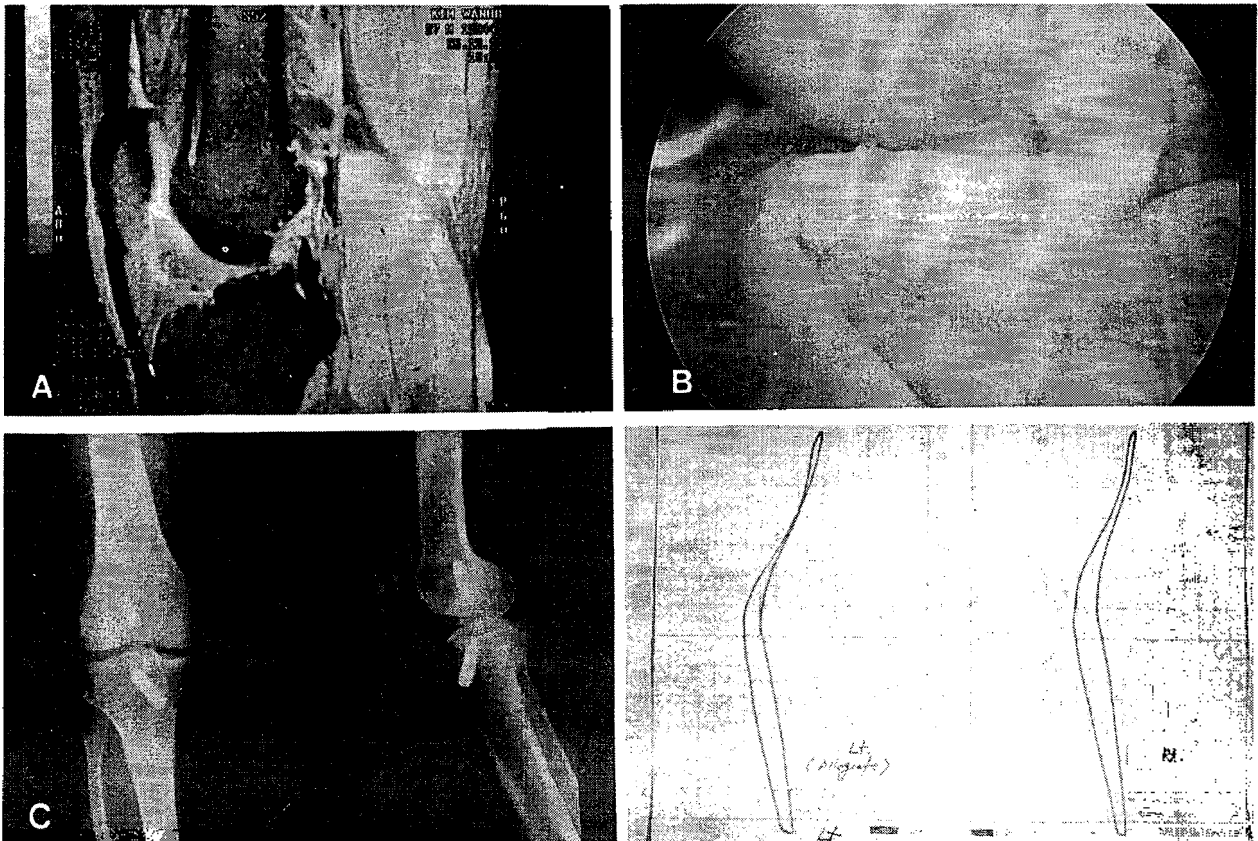


Fig. 2-A. Preoperative MR imaging showed completely ruptured ACL at femoral attachment. He suffered from left knee pain and instability.

B. Arthroscopic finding showed ACL tethering and loosening due to detachment from femoral site.

C. Postoperative X-ray finding showed joint stability and internal fixation by interference screw. It was reconstructed by using patellar tendon allograft.

D. Last follow-up KT-2000 results. Left side had a 1mm difference with right side.

지므로 재건술을 통한 기능의 회복을 추천하고 있다. 전방 십자인대 파열에 대한 최근의 경향은 재건술이 가장 적절한 치료 방법으로 여겨지고 있다.

재건에 사용하는 구조물로는 자가 조직과 동종 조직이 있다. 자가 조직으로는 슬개건이 가장 많이 사용되고 있고 조직 치유가 빠르고, 면역 반응이 없고, 강한 장력을 유지할 수 있는 장점이 있다. 그러나 수술 시간이 길어지고 신전 기능의 장애로 장기간의 재활 치료가 필요하며, 슬개건의 파열이나 골절이 있을 수 있고, 이식 제공 부위의 통증이 있을 수 있으며, 연골 연화증의 발생이 있는 단점이 있다^{11, 12, 20}. 동종 조직으로 사용되는 조직은 슬개건과 Achilles건이 사용되고, 냉동 건조 및 냉동으로 보관하는 방법이 있다. 동종 이식은 수술 시간이 짧고, 환자 자신의 조직을 보존할 수 있는 장점이 있으나, 이식건의 이완, 자가 면역의 가능성, 감염, 수술전 처치로 인한 이식건의 약화 등의 단점이 있다^{20, 21, 22}. 자가 이식과 동종 이식과의 결과의 차이는 저자들에 따라 다른 결과를 보고하고 있으나 거의 유사한 결과를 보고하고 있다^{23, 24}.

Levitt 등²⁵에 의한 동종 이식의 결과를 살펴보면 3개월 전의 급성 손상이, 오래된 손상에 비하여 나은 결과를 보이고 있고, 이것은 만성 손상의 경우는 이식건이 이완되고 관절 운동의 제약의 가능성 때문으로 추측하고 있다. 냉동 이식건은 냉동 건조 이식건에 비하여 결과에서 약간의 나은 결과를 보이고 있으나 통계적 의미는 없는 것으로 보고하고 있고 냉동 보관의 어려움이 있다. 재건술에 대한 만족도는 최근의 시행한 결과가 과거에 시행한 결과보다 나은 것으로 보고하고 있다. 이는 수술적인 시기 및 방법의 변화라기보다는 적극적인 재활의 성과로 추측하고 있다. 본 연구에서는 자가 이식(90.5%)이 동종 이식(75.9%)보다 좋은 만족도를 보였다. 이는 수술전 처치의 문제점인 냉동 건조건의 재수분화와 장력 유지의 부족으로 추측하고 있다.

Indelicato 등²⁶은 만성 전방 십자인대의 동종 냉동 슬개건 이식에서 KT-1000을 20pounds에서 정상 측과 비교하였을 때 다른 이학적 검사보다 정확한 검사 능력을 보인다고 하였다. KT-1000의 결과는 수술후 6개월에 가장 좋은 결과를 보이는데 이는 관절주위와 관절내 섬유화의 결과로 보고 있다. 동종 이식을 시행한 후 이식 부위는 활액막으로 둘러싸이게 되며, 추시 조직 생검상 혈관의 재분포, 세포의 재생 및 치환, 이식건의 섬유소의 변화를 보이고 있다. Arnoczky 등²⁷은 이식건의 재형성과 혈관의 재형성은 수술후 9개월 내지 12개월에 이루어진다고 보고하였

고, Feagin 등²⁸은 이보다 더 오랜 기간이 소요된다고 하였다. 본 연구에서는 KT-2000을 이용하여 20pounds에서 정상 측과 비교하여 추시 경과를 평가하였다.

냉동 건조 이식건은 수술전 처치가 중요하며, 생리 식염수에 담가두어서 재수분화를 이루어 기계적인 강도와 탄성을 유지해야 하며 장력을 유지하기 위한 수술전 장력 유지 장치가 필요하다. Howard 등²⁹은 초기 장력은 30초 이하의 시간으로 0.5pound의 힘으로 장력을 주어 원래의 길이를 회복하고, 점차적으로 장력을 높여 초당 20%의 비율로 높이고 15분 동안 20pounds의 힘으로 장력을 유지하고 수술 시간을 줄이고 이식건의 불필요한 조작을 피할 것을 추천하였다. 이러한 방법으로 원래 길이의 6mm(14%) 정도의 신연을 기대할 수 있다. 수술전 장력을 주지 않고 시행할 경우는 이식건의 재형성이 지연되고 슬관절의 정상적인 전이와 회전을 막아주는 안정성을 상실할 가능성이 높다고 하였다. 그러나 과도한 장력을 주는 것은 이식건의 탄성 회복 능력을 상실시키고 영구적 변형을 초래할 수 있음으로 주의가 필요하다. 본 연구에서는 Howard의 방법으로 4mm장도의 신연을 이룰 수 있었다.

수술후의 재활치료는 재건의 결과에 중요한 역할을 차지한다. 과거의 오랜 기간의 슬관절 고정은 슬관절의 강직과 근력의 약화를 초래하였다. 1990년대의 초기의 적극적인 관절운동과 보행 연습은 재건의 성공률을 극대화시켰다. 따라서 수술 시기 및 방법의 변화보다는 수술후의 적극적인 재활 치료가 재건의 성공을 증가시킬 수 있다고 사료된다.

결 론

결론적으로 파열된 전방십자인대의 기능회복은 재건술을 통하여 이루어질 수 있고, 대치 구조물로는 자가 슬개건이 동종 슬개건의 이식보다 좋은 결과를 이루었다. 이는 동종 슬개건의 이식시 발생할 수 있는 감염, 무균 상태 유지 및 인장강도의 원상유지가 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다. 냉동 건조 슬개건을 사용할 때 충분한 용해과정의 부족과 장력의 회복이 최종추시에서 불안정성의 증가로 나타내는 것으로 사료된다. 이를 극복하기 위하여 수술전 충분한 장력을 회복하는 방법으로 수술전 2시간 전에 생리 식염수에 담가두고 장력 유지 장치를 통하여 충분한 장력을 회복하는 것이 중요하리라 사료된다. 수술후 관절의 강직 및 불안정성의 방지를 위한 재활의 역할은 중요하며, 과거에 중점을 두었던 안정성 유지보다는 적극적인 조기의 관절운동이 효과적이다.

REFERENCES

1. **Arnoczky SP, Warren RF and Ashlock MA.** Replacement of the anterior cruciate ligament using a patellar tendon allograft: An experimental study. *J Bone Joint Surg.* 68-A:376-385, 1986.
2. **Arnold JA, Coker TP, Heaton LM, Park JP and Harris WD.** Natural history of anterior cruciate tears. *Am J Sports Med.* 7:305-314, 1979.
3. **Bonamo JJ, Krinick RM and Spon M.** Rupture of the patellar ligament after use of its central third for anterior cruciate reconstruction: A report of two cases. *J Bone Joint Surg.* 66-A:1294-1301, 1984.
4. **Cooper JL and Beck CL.** History of soft tissue allografts in orthopaedics. *Sports Med Arthr Rev.* 1:2-11, 1993.
5. **Feagin JA, Abbott HG and Rokous JR.** The isolated tear of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg.* 54-A:1340-1352, 1972.
6. **Feagin JA and Curl WW.** Isolated tear of the anterior cruciate ligament: A 5 year follow-up study. *Am J Sports Med.* 4:95-104, 1976.
7. **Howard ME, Cawley PW, Losse GM and Johnston RB.** Bone-patellar tendon-bone grafts for anterior cruciate ligament reconstruction: The effects of graft pretensioning. *Arthroscopy.* 12:287-292, 1996.
8. **Indelicato PA, Bittar SE, Prevot TJ, Woods GA, Branch TP and Huegel M.** Clinical comparison of freeze-dried and fresh frozen patellar tendon allografts for anterior cruciate ligament reconstruction of the knee. *Am J Sports Med.* 18:335-347, 1990.
9. **Indelicato PA, Linton RC and Huegel M.** The results of fresh-frozen patellar tendon allografts for chronic anterior cruciate ligament deficiency of the knee. *Am J Sports Med.* 20:118-121, 1992.
10. **Jacobsen K.** Osteoarthritis following insufficiency of the cruciate ligaments in man: A clinical study. *Acta Orthop Scand.* 48:520-537, 1977.
11. **Johnson RJ, Eriksson E and Haggmark T.** Five-to-ten-year following evaluation after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Orthop.* 183:122-140, 1980.
12. **Levitt RL, Malinin T, Posada A and Michalow A.** Reconstruction of anterior cruciate ligaments with bone-patellar tendon-bone and achilles tendon allografts. *Clin Orthop.* 303:67-78, 1994.
13. **Marzo JM and Warren RF.** Results of nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injury. *Adv Orthop Surg.* 15:59-67, 1991.
14. **McCarroll JR.** Fracture of the patella during a golf swing following reconstruction of the anterior ligament: A case report. *Am J Sports Med.* 10:150-156, 1982.
15. **Meyers JF.** Allograft reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med.* 10:487-496, 1991.
16. **Nikolaou PK, Seaber AV, Glisson RR, Ribbeck BM and Bassett FH.** Anterior cruciate ligament allograft transplantation. *Am J Sports Med.* 14:348-363, 1986.
17. **Noyes FR, Bassett RW and Grood ES.** Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee: Incidence of anterior cruciate tears and other injuries. *J Bone Joint Surg.* 62-A:687-695, 1980.
18. **Noyes FR, Butler DL, Grood ES, Zernicke RF and Hefly MS.** Biomechanical analysis of human ligament grafts used in knee ligament repairs and reconstruction. *J Bone Joint Surg.* 66-A:344-361, 1984.
19. **Oensten M, Lysholm J and Gillquist J.** Suture of fresh ruptures of the anterior cruciate ligament. A 5 year follow-up. *Acta Orthop Scan.* 55:270-285, 1984.
20. **Reider B and Marshall JL.** Anterior cruciate guardance of the meniscus. *Orthop Rev.* 8:83-89, 1979.
21. **Shelbourne KD and Nitz P.** Accelerated rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 18:292-299, 1990.
22. **Shelbourne KD and Wilckens JH.** Current concepts in anterior cruciate ligament rehabilitation. *Orthop Rev.* 19:957-964, 1990.
23. **Sherman MF, Lieber L, Bonamo JR, Podesta L and Reiter I.** The long-term follow-up of primary anterior cruciate ligament repair. Defining a rationale for augmentation. *Am J Sports Med.* 19:243-256, 1991.
24. **Shino K, Inoue M, Horibe S, Nagano J and Ono K.** Maturation of allograft tendons transplanted into the knee. *J Bone Joint Surg.* 70-B:556-568, 1991.
25. **Shino K, Inoue M, Horibe S, Nakataka K, Maeda A and Ono K.** Surface blood flow and histology of human anterior cruciate ligament allografts. *Arthroscopy.* 7:171-182, 1991.
26. **Shino K, Kimura T, Hirose H, Inoue M and Ono K.** Reconstruction of the anterior cruciate ligament by allogenic tendon graft. *J Bone Joint Surg.* 68-B:739-751, 1986.
27. **Stringham DR, Pelmas CJ, Burks RF, Newman AP and Marcus RL.** Comparison of anterior cruciate ligament reconstructions using patellar tendon autograft or allograft. *Arthroscopy.* 12:414-421, 1996.