

청소년기에 시행한 전방십자인대 재건술

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

송은규·심상돈·김현종·김형원

Reconstruction of Anterior Cruciate Ligament in Adolescent

Eun Kyoo Song, M.D., Sang Don Shim, M.D.,
Hyung Jong Kim, M.D., Hyung Won Kim, M.D.

Department of Orthopedics, Chonnam Nat Univ. Hosp, Gwangju, Korea

ABSTRACT: Purpose: To evaluate the clinical results of anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and to know the results of physeal injury by transphyseal tunnel in adolescents who had remaining growth potential.

Materials and Methods: This study involved 12 patients under 19 years old out of 445 patients, who underwent ACL reconstruction between 1993 and 2001. The mean age at the time of operation was 15.9 (13.1~16.9) years and follow-up period was 45.1 (24~120.6) months in average. Autologous quadrupled hamstring tendon was used as graft in 11 cases and bone-patellar tendon-bone in 1 case. Clinical results were evaluated by Lysholm Knee Scoring Scale, range of motion and return to preinjury sports activities. Radiologic results were evaluated by Telos[®] device. Bone maturity were analyzed by chronological age, standing height and the width of growth plate in AP and lateral view of knee joint at preoperatively. The growth disturbances were evaluated by measuring femorotibial angle, anatomical and mechanical lateral distal femoral angle, mechanical medial proximal tibial angle and leg length and by comparing those of uninjured site in last follow-up teleoroentgenogram.

Results: The mean Lysholm Knee score was 51 (25~63) points preoperatively and 98 (94~100) points at last follow up. The mean anterior displacement of the tibia by using Telos[®] device was improved from 13.5 (6~27) mm to 2.9 (1~4) mm and there were no significant instabilities of the knee in all cases. There were no leg length discrepancies over 1 cm and no statistically significant abnormal alignment of the knee joint in all cases.

Conclusion: ACL reconstruction using transphyseal tunnel for restoring stability and knee function is assumed as a good method of treatment without significant leg length discrepancy and abnormal alignment of the knee joint.

KEY WORDS: ACL reconstruction, Adolescence, Growth disturbance

* Address reprint requests to
Eun Kyoo Song, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Chonnam University
Hospital 8 Hak-dong, Gwangju 501-757, Korea
Tel: 82-62-227-1640, Fax: 82-62-225-7794
E-mail: eksong@chonnam.ac.kr

서 론

성장이 남아있는 골 미성숙 환자에서 전방 십자 인대 손상은 그리 흔하지 않으나, 최근 성장기 청소년들의 레저 활동 및 스포츠에 대한 관심과 참여의 증가로 손상의 빈도가 증가하는 추세이며 의학적 관심 및 자기 증명 영상과 같은 진단 방법의 발달로 정확한 진단 또한 증가하는 추세이다^{16,19,21)}.

치료는 비수술적 치료시 활동제한에 대한 순응도가 낮고, 슬관절 불안정성으로 인한 추가적인 반월상 연골판 손상 및 조기 관절증 발생의 위험이 높으며, 관절경적 전방 십자 인대 재건술시 대퇴골 원위부와 경골 근위부의 성장판을 통과하는 골터널로 인한 성장판 손상으로 성장장애 발생 가능성이 있어 어려움이 많으며¹⁵⁾ 치료의 성공여부는 골성숙이 끝날 때 까지 지켜보아야 한다.

이에 성장이 남아있는 골 미성숙 환자의 전방 십자 인대 손상에 대한 슬개건 및 슬괵건을 이용한 관절경적 전방 십자 인대 재건술의 결과를 알아보려고 하였다.

연구 대상 및 방법

1993년부터 2001년까지 전방십자인대 재건술을 시행받은 환자 445예 중 19세 이하 12예를 대상으로 하였다. 남자가 11예, 여자가 1예였으며 수술 당시 평균 나이는 15년 9개월(13년 1개월~16년 9개월)이었으며 최종 추시상 평균 나이는 20년 1개월(18년 1개월~22년 7개월)이었다. 평균 추시 기간은 45.1(24~120.6)개월이었다. 손상의 원인으로는 스포츠 손상이 11예였고, 교통사고가 1예였다. 동반 손상으로는 내측 반월상 연골판 손상이 7예, 외측 반월상 연골판 손상이 6예였고, 내측 측부인대 손상과 대퇴 내측과의 연골결손이 각각 1예였다. 전방 십자 인대 손상과 재건술 시기의 기간은 평균 4.3(2.0~12.0)개월이었다. 사용된 이식건은 자가 슬괵건이 11예, 자가 골-슬개건-골이 1예였으며 대퇴골 고정은 staple과 Titanium 간섭나사가 각각 1예, Semifix 나사가 3예, Ligament Anchor(LA) 나사가 7예였고, 경골측 고정은 staple 및 Titanium 간섭나사가 각각 1예, 생체흡수성 간섭나사가 10예였다(Table 1). 임상성적은 Lysholm Knee Scoring Scale, 관절운동 범위, 슬관절 통증 및 수상전 스포츠로 복귀 정도를 비교하였으며, 방사선학적 결과는 Telos[®] 기기를 이용하여 전방십자인대를 재건한 측과 반대 측 정상 슬관절의 전방 전위도를 측정하여 양자간의 차이로 슬관절의 불안정성을 비교하였다. 골 성숙도를 측정하기 위한 방사선학적 방법에는 Tanner-Whitehouse 방법, Greulich-Pyle 방법, Risser sign 등이 있으나, 본 연구에서는 사용되지 않았고 슬전 골성숙도는 나이(chronologic age), 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판의 상태로, 최종 추시상 골성숙도는 성 성숙도의 평가(physiologic sign of development, Tanner stage, Table 3), 신장 및 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판의 상태로 평가하였다. 최종추시시 Teleorontegenogram으로 하지 부동정도와 대퇴경골각(Femorotibial angle), 해부학적 및 역학적 외측 원위 대퇴각(anatomical Lateral Distal Femoral Angle, mechanical Lateral Distal Femoral Angle, aLDFA, mL DFA), 역학적 내측 근위 경골각(mechanical Medial Proximal Tibial Angle, mMPTA)을 측정하여 정상측과 비교 분석하였다(Fig. 2). 통계학적 분석은 Mann-Whitney U test를 사용하였다.

결 과

1. 임상적 결과

Lysholm Knee Score는 슬전 평균 51점(25~63에서 최종 추시상 평균 98(94~100점으로 호전되었다. 최종 추시시 시행한 이학적 검사상 관절운동범위의 제한, 슬관절 통증 및 임상적으로 의의있는 슬관절 불안정성을 보인 예는 없었다(Table 2). 11예에서는 손상전 스포츠로 복귀가 가능하였으나, 1예에서는 가벼운 조깅 정도만 가능하였다.

2. 방사선학적 평가

재건된 전방십자인대의 안정성을 평가하기 위해 슬 전 및 최종 추시상 Telos[®] 기기를 이용한 슬관절 전방 전위도 검사물 20Ib에서 실시하여 정상측과의 차이를 비교한 결과 슬전 평균 13.5(6~27) mm에서 최종 추시상 평균 2.9(1~4) mm로 호전되었다(Table 2).

3. 술 후 골 성장의 평가

최종 추시상 성 성숙의 단계를 평가하기 위해 Tanner stage를 실시하였으며 모두 5단계였다 (Table 2). 슬 전 신장은 평균 169.6(152~182) cm 이었으며, 최종 추시상 173.7(167~185) cm 였다. 슬 전 McCaroll 등¹⁶⁾에 의한 골격성숙 평가상 미성숙 골격이 8예, 성숙 골격이 4예였으나 성장판이 완전히 융합된 예는 없었다. 최종 추시 슬관절 전후면 방사선 촬영상 모든 예에서 성장판이 융합되어 있었다. 최종 추시상 Teleorontegenogram 및 극과간격(SMD, spine-malleolar distance)으로 하지 부동을 평가하였으며 1 cm 이상의 하지부동이 있는 예는 없었다. 최종 추시상 Teleorontegenogram을 이용한 슬관절 정렬상태의 평가는 대퇴경골각은 정상측은 평균 6.4°(5°~8°), 수술을 시행한 측은 평균 5.9°(4°~8°)였고, 해부학적 외측 원위 대퇴각(aLDFA)은 정상측은 평균 82.8°

Table 1. Summarized data of patients

Case No	Gender	Age at Surgery (year)	Age at last F/U	Involved Knee	Cause of injury	Fixation Method		Tunnel size		Associated injury
						Femur	Tibia	Femur	Tibia	
1	M	13.1	24.0	Left	Gymnastic	Staple	Staple	9	9	No
2	M	16.3	21.0	Left	Soccer	Semifix	Bio screw	10	9	Lateral and medial meniscus injury
3	M	16.9	22.0	Left	Running	Semifix	Bio screw	11	9	Lateral and medial meniscus tear
4	M	16.5	19.7	Right	Judo	LA screw	Bio screw	10	7	Lateral meniscus tear, Second fracture
5	M	16.0	20.1	Right	Judo	LA screw	Bio screw	10	7	Medial meniscus bucket handle tear
6	M	16.2	18.4	Left	Taekwondo	LA screw	Bio screw	10	7	Medial meniscus bucket handle tear Lateral meniscus peripheral tear
7	F	14.0	22.7	Right	Basketball	Kurosaka	Kurosaka	10	10	No
8	M	16.1	21.5	Right	Wrestling	LA screw	Bio screw	10	9	Lateral meniscus posterior horn tear
9	M	15.2	20.2	Left	Gymnastic	LA screw	Bio screw	10	9	Medial meniscus injury
10	M	16.9	21.5	Left	Running	Semifix	Bio screw	10	10	No
11	M	16.1	18.4	Left	Basketball	LA screw	Bio screw	10	10	Medial and lateral meniscus tear Cartilage defect, Medial femoral condyle MCL (Superficial and deep) rupture
12	M	15.3	18.1	Left	Traffic accident	LA screw	Bio screw	10	7	PM capsule, POL rupture Medial meniscus posterior horn tear

Table 2. Summarized data of patients

Case No	L-K score	Telos [®] stress view		Tanner stage	LLD	Femorotibial angle (Nr: 6-9)		a-LDFA (Nr: 83-99)		m-LDFA (Nr: 85-90)		m-MPTA (Nr: 85-90)	
		Pre	Last			Normal	Lesion	Normal	Lesion	Normal	Lesion	Normal	Lesion
1	25	100	12	2	5	7	8	80	79	88	84	86	85
2	55	94	12	3	5	7	6	79	78	80	84	87	86
3	43	95	18	3	5	7	6	80	79	87	86	88	87
4	42	100	12	4	5	7	6	86	86	89	90	88	89
5	47	98	6	4	5	7	8	84	83	87	88	88	87
6	60	99	12	3	5	5	4	83	80	87	83	85	83
7	52	100	6	3	5	7	6	84	84	87	86	87	88
8	51	95	10	1	5	5	4	85	86	89	90	88	89
9	56	100	7	2	5	6	6	84	82	86	85	85	86
10	59	100	27	1	5	6	5	80	79	86	84	86	85
11	58	100	20	1	5	6	5	80	81	86	85	86	85
12	63	95	14	2	5	8	6	81	80	87	86	87	88

Table 3. Maturation in adolescence : Tanner stages

Classification of sexual maturity stages in girls	
Stage	Pubic Hair
1	Preadolescent
2	Sparse, lightly pigmented, straight, medial border of labia
3	Darker, beginning to curl, increased amount
4	Coarse, curly, abundant, but amount less than adult
5	Adult feminine triangle, spread to medial surface of thighs
Stage	Breasts
	Preadolescent
	Brest and papilla elevated as small mound; areolar diameter increased
	Brest and areola enlarged, no contour separation
	Areola and papilla form secondary mound
	Mature; nipple projects, areola part of general breast contour
Classification of sexual maturity stages in boys	
Stage	Penis/Testes
1	Preadolescent
2	Slightly enlarged/enlarged scrotum, pin texture altered
3	Longer/larger
4	Larger; glans and breadth increase in size; scrotum dark
5	Adult size

Stage 1 : Prepuberty, Stage 2, 3 : Pubert 4, 5 : Adolescence

(79°~85°), 수술을 시행한 측은 평균 81.0°(78°~86°)였다. 역학적 외측 원위 대퇴각(mLDFa)은 정상측은 평균 86.7°(80°~89°), 수술을 시행한 측은 평균 85.8°(83°~90°), 역학적 내측 근위 경골각(mMPTA)은 정상측은 평균 86.9°(85°~88)°, 수술을 시행한 측은 평균 86.5°(83~89)였다(Table 2). Mann-Whitney U test를 이용한 통계학적 분석상 유의 있는 차이는 없었다(P<0.05).

고 찰

청소년기 전방 십자 인대 손상은 운동량의 증가와 진단 기술의 발달로 점점 증가하는 추세이다. Clanton 등¹⁹⁾은 1749예의 슬관절 인대 손상을 검토한 결과 단 9예의 14세 이하의 전방 십자 인대 손상을 보고하였고, Lipscomb와 Anderson²⁰⁾은 710예의 인대손상 중 24예 12세에서 14세 사이의 전방 십자 인대 손상을 보고하였다. Stanitski 등²⁰⁾은 7~18세 70예의 급성 슬관절 혈관절증을 관절경을 이용하여 검사한 결과 44예(63%)의 전방십자인대 손상을, 33예(46%)의 내측 반월상 연골판 손상을 보고하였다. 7~12세 사이에서는 15예 중 7예(47%)에서 각각 전방십자인대 손상과 반월상 연골판 손상이 있었고, 1예에서 전방 십자 인대와 반월상 연골판 손상이 동시에 발견되었으며, 13세부터 18세 사이의 55예 중 전방십자인대 손상은 36예(65%), 반월상 연골판 손상은 31예(55%)였으며 10예(18%)에서 두가지 손상이 모두 관찰되었다고 보고하였다. 저자들은 1994년부터 2001년까지 시행한 445예의 전방십자인대 재건술 중 19세 이하의 전방 십자 인대 재건술은 12예였다.

청소년기 전방 십자 인대 손상의 자연경과에 대해 Aichroth 등²¹⁾은 23명의 전방 십자 인대 손상을 특별한 치료없이 평균 72개월을 추시한 결과 모든 환자에서 Lachmann 검사상 2+~3의 슬관절 불안정성이 지속되었으며 Lysholm Knee Scoring Scale은 평균 74.6점에서 52.4 점으로 감소하였다고 보고하였다. 또한 10예에서 조기 관절증이 방사선학적으로 관찰되었으며 10예 모두에서 Fair back sign이, 3예에서는 슬관절 간격의 감소가, 4예에서는 골극이 관찰되었다고 보고하였다. Angel과 Half²²⁾은 212예의 소아 및 청소년 슬관절 손상에 대한 관절경 검사상 31예의 전방 십자 인대 손상을 관찰하였으며 그 중 25예에 대한 평균 4.6개월의 단기 추시 결과 슬관절 기능은 양호하였으나, 평균 51개월의 장기 추시 결과 15예에서 슬관절 불안정성이 관찰되었고, 11예 만 손상 전 스포츠 활동으로 복귀가 가능하였으며 손상 후 시간이 지남에 따라 슬관절 기능이 악화된다고 보고하였다.

나이에 따라 생리적 성장판 폐쇄가 다양하기 때문에 정확한 골격 성숙도를 확인하는게 중요하다^{7, 19, 22)}. 평가방법에

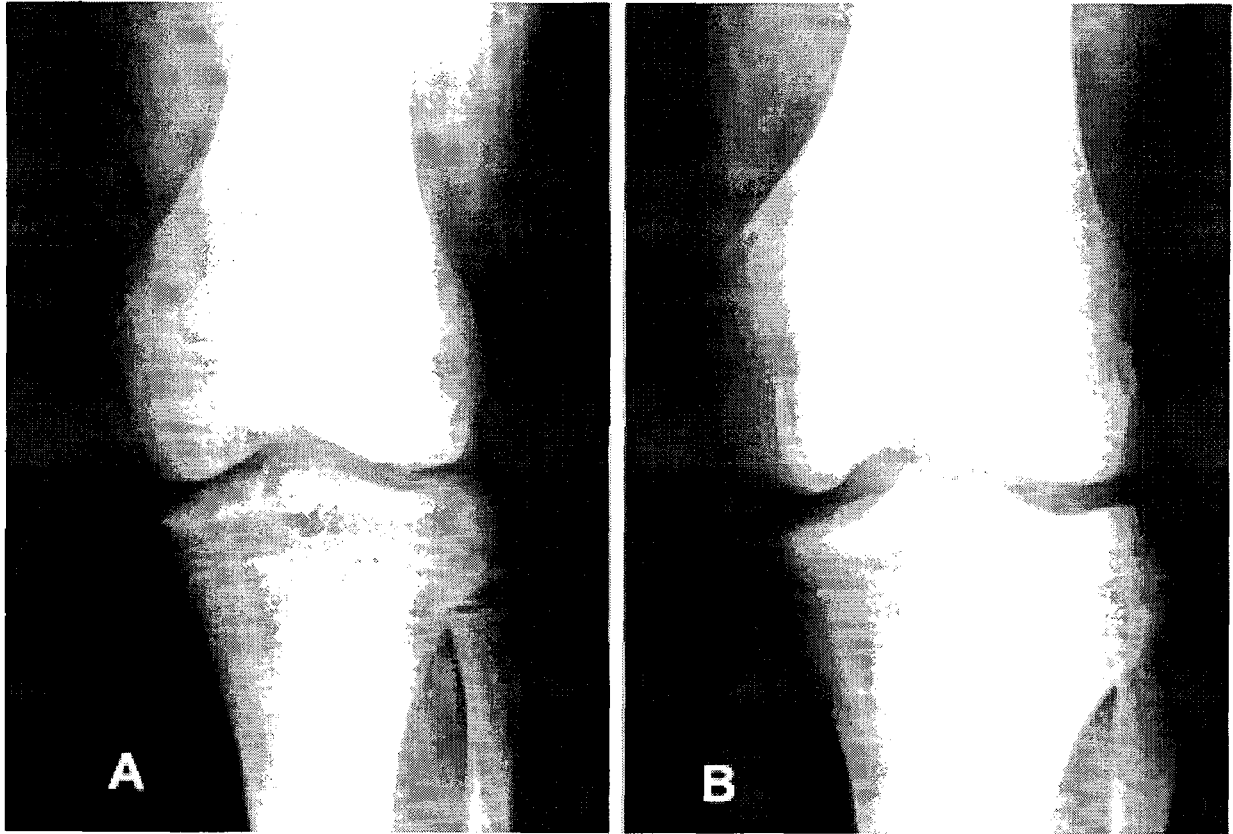


Fig. 1. Roentgenogram of ACL injury patients.

(A) young patient with "wide open" physes which means skeletally immature.

(B) young patient with "closing" physes which means skeletally mature.

는 나이(chronological age), 성 성숙단계의 평가(physiologic sign of development, Tanner stage), 가족 구성원간 신장의 비교 등이 있다. 골 성숙도를 측정하기 위한 방사선학적 방법에는 Tanner-Whitehouse 방법, Greulich-pyle 방법, Risser sign 등이 있으나 비용 문제와 반복 사용의 불편함으로 잘 이용되지 않는다. McCarroll 등¹⁰⁾은 술 전 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판이 열려 있거나(wide open physes) 사춘기 성장의 급증이 없을 때, 부모나 형제 자매의 신장보다 10~15 cm 이상 차이가 나는 경우, Tanner stage 1 또는 2 일 때 미성숙 골격(skeletally immature)으로 정의하였고, 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판 유합이 시작되었거나 진행중일 때(closing physes) 사춘기 성장의 급증이 진행 중일 때, 부모나 다른 형제 자매의 신장과 차이가 2.5~5 cm 미만일 때, Tanner stage 4 또는 5일 때는 성숙 골격(skeletally mature)으로 정의하였다. 본 연구는 후향적 연구로 수술 당시의 정확한 방사선학적 골연령은 측정되지 않았던 경우가 많아 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판이 열린 정도로 골연령을 평가하였다.

치료는 비수술적 치료와 수술적 치료가 있으며 비수술적 치료는 운동제한, 재활 및 보조기 치료가 이용될 수 있으나 지속되는 슬관절 불안정성, 새로운 반월상 연골판 손상의 발생, 조기 관절증의 발생과 같은 후유증의 발생으로 그 결과가 좋지 못하다^{3,4,5,9,10,16)}

Kannus와 Jarvinen¹⁷⁾은 25예의 불완전 전방십자인대 손상과 7예의 완전 손상에 대한 평균 8.2년 추시결과 불완전 손상에 비해 완전 손상의 결과가 더 나쁘며 7예의 완전 손상 환자 중 5예에서는 수상 전 스포츠로 복귀하지 못하였다고 보고하였다. Graf 등¹⁸⁾은 평균 나이 14.5세, 8예의 전방 십자 인대 손상을 보조기를 이용한 재활치료에 대한 2년 추시결과 8예 모두에서 슬관절 불안정성을 호소하였고, 7예에서 반월상 연골판 손상이 새로 발생하여 8예 모두를 슬리크를 이용한 전방 십자 인대 재건술을 시행하였고, 보조기를 이용한 치료는 슬관절 불안정성과 새로운 반월상 연골판 손상을 방지할 수 없다고 보고하였다.

수술적 치료에는 일차적 봉합(primary repair), 관절 외 술식(extraarticular procedures), 성장판 손상을 주지 않는 관절내 술식(intraarticular procedures with-

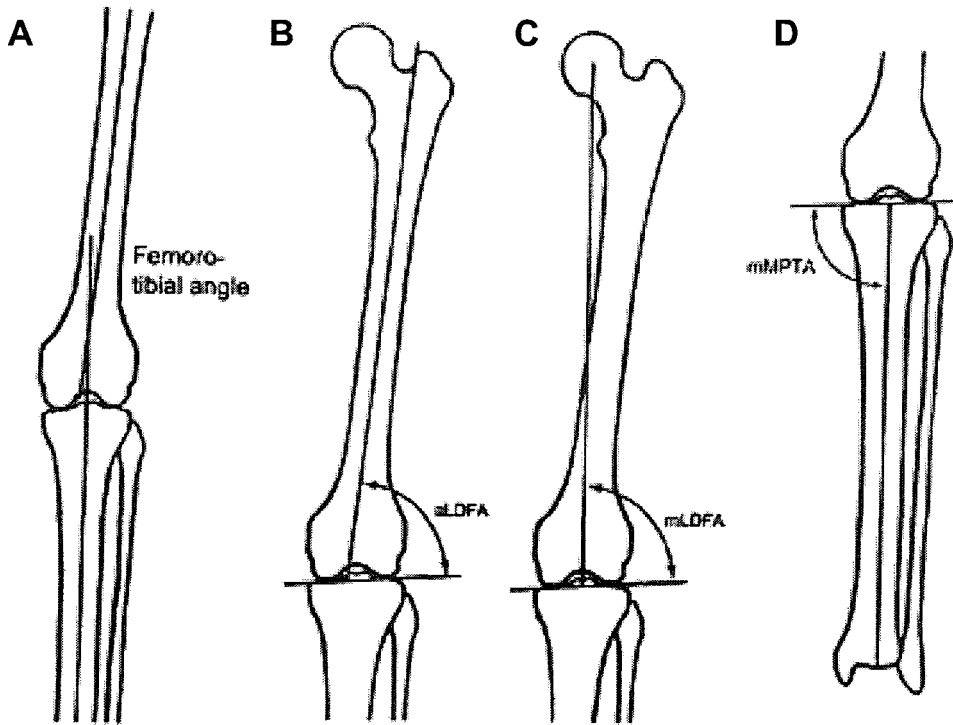


Fig. 2. (A) femorotibial angle
 (B) anatomical lateral distal femoral angle
 (C) mechanical lateral distal femoral angle
 (D) mechanical medial proximal tibial angle

out transphyseal tunnels) 그리고 성장판을 통과하는 tunnel이 있는 관절내 술식(intraarticular procedures with transphyseal tunnels) 등이 있다.

성장판을 통과하는 골터널에 의한 성장판 손상과 성장장애의 위험성을 관찰하기 위해 Makela²³⁾는 토끼를 이용한 실험에서 전체 성장판 넓이의 2%에 해당하는 2 mm 골터널에 의해서는 대퇴골 길이 성장에 장애가 없었으나 7%에 해당하는 3.2 mm 골터널에 의해서는 성장판 손상에 의해 대퇴골 단축이 발생하였다고 보고하였다. Guzzanti 등²⁴⁾은 토끼를 이용한 실험에서 대퇴골 원위부와 경골 근위부의 성장판에 각각 2 mm의 골터널을 만들고, 슬립건을 이용한 재건술 후 6개월 관찰에서 대퇴골은 전체 넓이의 3% 정도에 해당하는 성장판 손상으로는 성장장애가 발생하지 않았으나 경골의 경우 전체 넓이의 4% 정도에 해당하는 성장판 손상에 의해 2예의 외반변형, 1예의 길이성장 장애가 발생하였다고 보고하였다. Stadelmaier 등²⁵⁾은 개를 이용한 실험에서 대퇴골과 경골에 4 mm의 골터널을 만들고 대퇴근막을 삽입한 군과 삽입하지 않은 군 사이의 비교에서 대퇴근막을 삽입한 군에서는 골교(Bone bridge)가 형성되지 않았으나 대퇴근막을 삽입하지 않은 군에서는 2주째부터 골교가 형성되어, 성장을 통과하는 골터널에 연부조직의 삽입은 골교의 형성을 방지할 수 있다고 하였다. 그

러나 Edward 등²⁶⁾은 개의 대퇴골과 경골에 Stadelmaier 등²⁵⁾의 방법과 동일하게 성장판 손상을 주고 대퇴근막을 삽입 후 80 N의 장력을 주어 고정된 뒤 4개월 후 관찰한 결과 골교의 형성은 관찰되지 않았으나 대퇴골 원위부에서는 외반변형이, 경골 근위부에서는 내반변형이 발생하였다고 보고하면서 이러한 변형은 성장판을 가로지르는 압박력에 의한 성장판의 성장장애이며 성장이 남아있는 소아에서 성장판 손상이 있는 관절에 술식을 피해야 할 것을 권장했다. 그러나 사람에서 성장판 손상에 의한 성장장애를 일으키는 골터널의 최대 크기는 아직 결정되지 않았으나 동물의 실험에서 손상이 가능함이 보고되므로 적은 크기의 골터널이 보다 현명하리라 생각된다.

McCarroll 등²⁷⁾은 평균 나이 14.2세, 60예의 전방 십자 인대 손상을 골-슬개건-골을 이용한 재건술 후 평균 4.2년 추시결과 55예에서 수상전 스포츠로 복귀가 가능하였고 성장판 손상에 의한 성장장애, 하지부동 각변형은 관찰되지 않았다고 보고하였다. Matthew와 Mark²⁸⁾은 평균 나이 14.5세, 7예의 전방십자인대 손상을 대퇴골과 경골에 7-9 mm의 골터널을 만들고 슬립건을 이용한 재건술 후 평균 32개월 추시결과 의의있는 하지부동, 각변형은 관찰되지 않았고, 7예 모두 수상전 스포츠로의 복귀가 가능하였다고 보고하였다. Lo 등²⁹⁾은 평균 나이 12.9세, 방사

선학적으로 성장판이 유합되지 않은 5예의 전방십자인대 손상에 대해 경골 근위부에 6 mm 이하의 골터널을 만들고 대퇴골의 over-the-top position에 이식건(슬픽건: 3예, 슬개건: 2예)을 고정시킨 뒤 평균 7.4년 추시결과 하지부동은 관찰되지 않았고, 4예에서 수상전 스포츠로 복귀가 가능하였다고 보고하였다. Edward와 Grand⁸⁾는 15예의 슬픽건과 6예의 골-슬개건-골을 이용한 전방십자인대 재건술 후 평균 34개월 추시결과 19예에서 수상전 스포츠로 복귀가 가능하였고 하지부동, 각형성변형, 슬관절 정렬 이상 등은 관찰되지 않았으며, 객관적인 골터널의 크기 뿐만 아니라 터널의 경사각에 의한 성장판 손상정도 또한 중요하여 경골 골터널을 뚫을 때 50-55보다는 60° 정도로 보다 수직각으로 뚫어 성장판 손상을 줄일 수 있다고 보고하였다.

저자들은 전방 십자 인대 재건술을 위해 7~10 mm의 골터널을 만들었으며 이는 전체 성장판 넓이의 어느 정도를 차지하는지는 알 수 없으나, 슬관절 전후방 촬영상에서 성장판 직경의 10~11%에 해당하였으며 이로 인한 1 cm 이상의 하지부동, 슬관절 정렬 이상 등은 관찰되지 않았다. 이는 골터널의 위치가 성장판의 중앙에 위치한 점도 한가지 요인일 수 있으리라 생각한다.

결 론

슬픽건 및 슬개건을 이용한 12예의 성장이 남아있는 미성숙 골격에 대한 성장판을 통과하는 골터널을 만들어 시행한 관절내 전방 십자 인대 재건술 결과 임상적으로 슬관절의 전방 안정성은 전예에서 회복되고 수상전 스포츠로 복귀 또한 우수하였으며 하지부동, 슬관절 정렬이상은 일으키지 않는 좋은 치료방법으로 생각된다.

REFERENCE

- 1) Aichroth PM, Patel DV and Zorrilla P: The natural history and treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in children and adolescents. *J Bone Joint Surg.* 84(B):38-41, 2002.
- 2) Angel KR and Hall DJ: Anterior cruciate ligament injury in children and adolescents. *Arthroscopy*, 5:197-200, 1989.
- 3) Bradley GW, Shives TC and Samuelson KM: Ligament injuries in the knee of children. *J Bone Joint Surg.* 61A: 588-591, 1979
- 4) Chick RR and Jackson DW: Tears of the anterior cruciate ligament in young athletes. *J Bone Joint Surg* 60A: 970-973, 1978
- 5) Clanton TO, DeLee JC, Sanders B, Neidre A: Knee ligament injuries in children. *J Bone Joint Surg* 61A:1195-

- 1201, 1979.
- 6) Edward PH and Grana WA: Anterior cruciate ligament reconstruction in the immature athlete : Long-term results of intra-articular reconstruction. *Am J Knee Surg.* 14:232-237, 2001.
- 7) Edward TB, Craig CG, Richard VB, Arthur Z, Willis RB: The Effect of placing a tensioned graft across open growth plate. *J Bone Joint Surg.* 83A: 725-734, 2001.
- 8) Graf BK, Lange RH, Fujisaki CK, Landry GL, Saluja RK: Anterior cruciate ligament tears in skeletally immature patients: Meniscal pathology at presentation and after attempted conservative treatment. *Arthroscopy*, 8:229-233, 1992.
- 9) Guzzanti V, Falciglia F, Gigante A, Fabbriani C: The effect of intraarticular ACL reconstruction on the growth plates of rabbits. *J Bone Joint Surg.* 76B:960-963, 1994.
- 10) Kannus P and Jarvinen M: Knee ligament injuries in adolescents: Eight-year follow-up of conservative management. *J Bone Joint Surg* 70B:772-776, 1988.
- 11) Lipscomb and Anderson A: Tears of anterior cruciate ligament in adolescents. *J Bone Joint Surg.* 86A:19-28, 1986.
- 12) Lo LKY, Alexandra K, Peter JF, Anthony M: The outcome of operatively treated anterior cruciate ligament disruptions in the skeletally immature child. *Arthroscopy*, 13:627-634, 1997.
- 13) Maleka EA: The effect of trauma to the lower femoral epiphyseal plate : An experimental study in rabbits. *J Bone Joint Surg.* 70(B):187-191, 1988.
- 14) Matthew JM and Mark GS: Arthroscopic reconstruction of the ACL with semitendinosus-gracilis autograft in skeletally immature adolescent patients. *Am J Knee Surg.* 10:60-69, 1997.
- 15) McCarroll JR, Shelbourne KD, Porter DA, Rettig AC and Murray S: Patellar tendon graft reconstruction for midsubstance anterior cruciate ligament rupture in junior high school athletes. *Am J Sports Med.* 22:478-483, 1994.
- 16) Micheli LJ: Pediatric and adolescent sports injuries: Recent trends. *Exerc Sport Sci Rev.* 14:359-374, 1986.
- 17) Roche AF, Wainer H and Thissen D(eds): Skeletal Maturity: The knee joint as a biological indicator. *New York, NY, Plenum Medical*, 1975.
- 18) Stadlemaier DN, Arnoczky SP, Dodds H et al: The effect of drilling and soft tissue grafting across open growth plate: A histologic study. *Am J Sports Med.* 23: 431-435, 1995.
- 19) Stanitski CL: Anterior cruciate ligament injury in the skeletally immature patient: Diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg.* 3:146-158, 1995.
- 20) Stanitski CL, Harvell JC and Fa F: Observation on acute knee hamarthrosis in children and adolescents. *J*

Pedia Orthop, 13:506-510, 1993.

21) **Sullivan JA**: Ligamentous injuries of the knee in children.
Clin Orthop, 255:44-50, 1990.

22) **Tanner JM and Davies PS**: Clinical longitudinal standards for height and weight velocity for north american children. *J Pediatr*, 107:317-329, 1985.

주

목적: 성장이 남아있는 청소년기 전방 십자 인대 손상에 대한 전방 십자 인대 재건술의 임상적, 방사선학적 결과에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 1993년부터 2001년까지 전방십자인대 재건술을 시행받은 445예 중 19세 이하 12예를 대상으로 하였다. 남자가 11예 여자가 1예였고 수술당시 평균 나이는 15.9(13.1 ~ 16.9)세 최종추시상 20.1(18.1 ~ 22.7)세이었다. 평균 추시기간은 45.1(24 ~ 120.6)월이었다. 사용된 이식건은 자가 슬괵건이 11예, 자가 골-슬개건-골이 1예였다. 임상성적은 Lysholm Knee Scoring Scale, 관절운동범위, 수상 전 스포츠로 복귀정도, 방사선학적 결과는 Telo[®] 기기를 이용한 전방전위도를 정상측과 비교하였다. 골성숙도는 술전 월령, 신장 및 슬관절 전후면 방사선 촬영상 성장판의 상태로 평가 하였고 최종 추시상 Teleorontegenogram으로 하지부동 정도와 대퇴경골각 (Femorotibial angle), 해부학적 및 역학적 외측 원위 대퇴각(aLDFA, mLDFa), 역학적 내측 근위 경골각 (mMPTA)을 정상측과 비교하여 성장장애를 평가하였다.

결 과: Lysholm Knee Score는 술전 평균 51(25 ~ 63점에서 최종추시상 98(94 ~ 100점으로 호전되었고, Telo[®] 기기를 이용한 전방전위도는 술 전 평균 13.5(6 ~ 27) mm에서 술후 평균 2.9(1 ~ 4) mm로 호전되었으며 임상적으로 유의있는 슬관절 불안정성은 관찰되지 않았다. 최종추시상 성장판 손상에 의한 1 cm 이상의 하지부동은 관찰되지 않았다.

결 론: 성장이 남아있는 골 미성숙 환자의 전방 십자 인대 재건술은 하지부동이나 슬관절 정렬이상 없이 좋은 치료방법으로 생각된다.