대한정형외과학회지 : 제 44 권 제 1 호 2009
J Korean Orthop Assoc 2009; 44: 46-53

선천성 경골 가관절증에서 시행한 생 비골 이식술의 장기 추시 결과

정덕환 · 한정수 · 황정철

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

Long-term Follow-up Results of the Free Vascularized Fibular Graft in Congenital Pseudarthrosis of the Tibia

Duke Whan Chung, M.D., Chung Soo Han, M.D., and Jung Chul Hwang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Purpose: To report the long-term follow-up results of a free vascularized fibular graft (FVFG) for the treatment of patients with congenital pseudarthrosis of the tibia (CPT).

Materials and Methods: Fourteen patients with CPT, who underwent FVFG and were followed-up for more than 4 years, were enrolled in this study. The average age at FVFG was 4.5 years (range, 1~10.6 years) with an average follow-up of 11.6 years (range, 4~26.6 years). In 11 cases, 24 additional procedures were performed due to the secondary problems, such as delayed union, nonunion, leg length discrepancy, and deformity of the tibia. The clinical and radiological data were reviewed to evaluate the outcomes of the FVFG.

Results: Bone union and hypertrophy of the fibular graft was observed in all cases. The average time of union in 7 cases, in whom bone union was achieved without the aid of any supplementary procedures, was 6.7 months (range, 3.5~11 months). At the last follow-up, the mean limb length discrepancy was 2.5 cm (range, 0~8 cm), and the average anterior apex and valgus angulation of the tibial shaft were 18.4° (range, 0~85°) and 9.9° (range, −5~34°), respectively. The mean ankle alignment was valgus 7.2° (range, −3~30°), and the mean range of motion of the ankle joint was dorsiflexion 17° and plantar flexion 30°.

Conclusion: FVFG is an effective procedure in congenital pseudarthrosis of the tibia which has the advantages of allowing a more aggressive resection of the abnormal bone and scar tissue and as well as resolving the bone defect after resecting the lesion. This procedure is expected to produce a better clinical result if rigid internal and external fixation are performed.

Key Words: Tibia, Congenital pseudarthrosis, Free vascularized fibular graft

서 론

선천성 경골 가관절증은 원인을 모르는 희귀 질환으로, 이의 빈도는 1 : 140,000~1 : 250,000로 보고되고 있다[1,10]. 치료는 재발 및 재골절이 흔하기 때문에 여러 가지 수술적 방법들이 시도 되었던 만큼 아주 복잡하고 어려운 것으로 알려져 있다. 현재 많이 사용되고 있는 대표적인 수술 방법으로 생 비골 이식술, Ilizarov 외고정 장치를 이용한 골유합술, 골수강내 금속정 고정술(Intramedullary rod fixation) 등이 있다[3-5,7-9,11,12,14,15]. 이 중에서 생 비골 이식술은 Chen 등[2]에 의해서 처음으로 선천성 경골 가관절증의 치료에 시도 된 이후 여러 문헌상에서 우수한 임상 결과들이 보고되었다[6,11,15,17]. 본원 정형외과 교실은 1978년부터 생 비골 이식술을 이용하여 선천성 경골 가관절증에 치료하기 시작하여 1981년 7예

통신저자 : 정 덕 환
서울시 동대문구 회기동 1
경희대학교 의과대학 정형외과학교실
TEL: 02-958-8368 · FAX: 02-964-3865
E-mail: dukech@khmc.or.kr

Address reprint requests to
Duke Whan Chung, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Kyung Hee University, 1, Hoegi-dong, Dongdaemun-gu, Seoul 130-702, Korea
Tel: +82.2-958-8368, Fax: +82.2-964-3865
E-mail: dukech@khmc.or.kr

의 초기 결과를 보고한 바 있다. 본 연구를 통해 선천성 경골 가관절증에서 생 비골 이식술의 장기 추시 결과를 보고 하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1978년 10월부터 1998년 1월까지 19년 3개월간 본원 정형외과 교실에서는 선천성 경골 가관절증으로 내원한 환자 중에서 생 비골 이식술을 25예에서 시행하였다. 본 연구에서는 환자의 초기 기록과 방사선 사진이 보존되어 있으며, 최소 4년 이상 추시가 가능하였던 14예를 대상으로 하였다(Table 1). 남자 7예, 여자 7예로 본원에서 생 비골 이식술 당시의 평균 연령은 4.5세(범위, 1~10.6세)였고, 평균 추시 기간은 11.6년(범위, 4~26.6년)이었다. 6명의 환아에서 우측 경골에 이환 되었으며, 8명의 환아에서는 좌측 경골에 이환 되었다. 형태에 의한 분류로 Boyd 분류는 II형 10예, III형 3예, IV형 1예였다. 수술 전 임상 소견으로 7예(50%)에서 다발성 cafe-au-lait 반점을 발견할 수 있었고, 전 예에서 심한 첨족 변형 및 전방 혹은 전외방 각 형성 기형과 평균 2.7 cm (범위, 0.5~7 cm)의 하지 단축을 보였다. 비골 가관절증은 12예(85%)에서 관찰되었다. 전 예에서 입원 전 타병원에서 치료를 받은 과거 병력이 있었다. 4예에서는 수술 전 평균 10.7개월간의 석고 고정술을 실시하였으며, 10예에서는 평균 1.5회의 골 이식술을 시행 받은 병력이 있었다.

2. 수술 방법

이식골로서 저자들은 건측의 비골을 선택하였으며 수술 전 병소 부위와 비골 제공 부위에 doppler 및 동맥조영술을 실시하여 혈관분포의 상태 및 손상유무, 기형유무를 확인하였다. 환측에서 먼저 접합할 혈관(전경골 동맥, 후경골 동맥 혹은 비골 동맥)을 찾아 확인한 후에 병소에 접근하여 병적인 경골과 비골을 정상적인 조직이 나올 때까지 제거하였고 이를 둘러싸고 있는 섬유대(fibrous band)를 가능한 한 완전히 제거한 후 이식해야 할 비골의 길이를 측정하였다. 건측에서는 이식할 비골을 얻기 위하여 슬와면에서 시작되는 Henry 도달법을 사용하여 총 비골 신경과 그의 분지 신경을 찾아 정교한 박리 후 손상 받지 않도록 하였다. 비골 후내측 박리 시 근위부에 슬와근, 원위부에 비골근과 전경골근의 0.1~1 cm 두께 근육층을 남겨두고 박리함으로써 비골 동맥에서 분지되는 영양 동맥과 근육 및 골막 동맥을 보존하였다. 또 전외측부 박리 시 전경골 동맥, 정맥 및 심부 비골

Table 1. Patient Demographics

Case	Sex	Age (yo)	Site	Type	Spot*	Fibula pseudar-throsis	Preop LLD (cm)	Preop tibia angulation (degrees)		Previous operation history	Follow up (y/m)
								Ant	Lat		
1	F	10.6	Lt	II	−	+	7	9	20	2 BG	4
2	F	2.6	Lt	IV	+	+	1	12	25	1 BG	26/7
3	F	1.4	Lt	II	+	+	0.5	2	8	1 BG	8/9
4	M	10.5	Rt	II	+	+	5.8	22	−14	2 BG	10/9
5	F	1.5	Rt	III	−	+	1	20	−20	1 BG	9/1
6	F	6.4	Rt	II	−	+	5	15	20	4 (2 BG/Plate/IEF)	8/6
7	M	4	Lt	II	−	+	2	5	10	Cast (12 m)	4
8	M	2.9	Lt	II	+	−	1.5	80	−50	Cast (12 m)	4/10
9	M	1.8	Lt	II	−	+	0.7	30	20	Cast (9 m)	25/8
10	M	6.5	Rt	II	+	+	5.5	28	0	2 BG	5/3
11	M	3.5	Lt	II	+	+	3	32	12	2 BG	5/3
12	F	1	Lt	III	+	+	1	55	10	1 BG	6/5
13	F	5.8	Rt	III	−	−	0.5	18	0	1 BG	17/4
14	M	4.3	Rt	II	−	+	3.5	19	17	Cast (12 m)	4

*, café-au-lait spot. M, male; F, female; yo, years old; Rt, right; Lt, left; Preop, preoperative; LLD, leg length discrepancy; Ant, anterior; Lat, lateral; BG, bone grafting; IEF, ilizarov external fixator; y, years; m, months.

신경을 안전하게 보존하기 위해서 비골 골두 및 경부 가까이에서는 이들 구조물이 골에 가깝게 근접하고 있기 때문에 골막에 연하여 박리하였다. 이들 구조물이 원위부로 내려오면서 골에 떨어져 있기 때문에 원위 부위는 2~3 mm 두께의 근육층을 남기고 박리하였다. 비골이 적당한 길이로 박리되면 비골을 절단하고 골간막 역시 일부 층을 남기고 절개 후 압박대를 풀어 이식 비골에서의 출혈을 확인하였다. 비골 동맥과 동행 정맥을 슬와 동맥, 정맥의 분기점에서 절개, 분리 시킴으로써 혈관경(vascular pedicle)을 부착한 평균 8.6 cm (범위, 5~15 cm) 길이의 이식골을 취하였다. 이후 혈관이 부착된 비골을 경골의 골수강내로 삽입하거나 한쪽 끝에 홈을 만들어 비골을 삽입 후 나사못이나 K 강선으로 횡 고정하고 확대시야 하에서 미세혈관 봉합술을 시행하였다. 1예(case 4)에서는 비골의 경골내 골수강에 삽입 후, 근위부위는 나사못 고정과 원위 부위는 골수강내로 금속정을 삽입하여 고정하였다(Fig. 1). 1예(case 9)에서는 경골의 한쪽 끝에 홈을 만들어 삽입하고 Wire를 이용하여 고정하였다(Fig. 2). 1예(case 2)에서는 비골을 경골 골수강안으로 삽입 후 hip spica cast만으로 고정하였다. 다른 1예(case 6)에서는 박리한 비골을 중간 부위에서 다시 절골하여 2개의 골편으로 만들어서 금속판과 K 강선을 이용하여 고정하였다. 동맥은 공여 부위의 비골 동맥과 수여 부위의 전경골 동맥간 연결은 8예(case 2, 4, 6, 7, 8,

Fig. 1. Case 4. (A) Bony union was failed after bone graft at other hospital. (B) Postoperative radiograph. (C) Seven months after FVFG, solid bony union was obtained. (D) One year nine months after FVFG, distal tibiofibular synostosis was performed due to valgus deformity of the ankle at recipient site. (E) Radiographs of the postoperative 8 year 9 months.

Fig. 2. Case 6. (A) Preoperative radiograph. (B) Postoperative radiograph. (C) Nine months after vascularized fibular graft. (D) Radiographs of the postoperative 8 year 9 months.

Table 2. Problem Lists and Performing Procedure

Case	Problem					
	Delayed union or nonunion	Refracture	LLD	Tibial deformity	Ankle valgus deformity	
					Recipient site	Donor site
1			Epiphysiodesis			
2		BG	IEF	IEF		L
3	BG		IEF	CO+IMRF	L	L
4					L	
5	BG and IES		IEF	IEF	L	
6	Bone shortening+plate	BG+plate				
7	BG	Cast			L/CO	
8						
9	BG+IES		IEF	CO+IMRF		L
10						
11	IES					
12						
13						
14	BG					

BG, bone grafting; IES, implanted electrical stimulation; IEF, ilizarov external fixator; IMRF, itramedullary rod fixation; CO, corrective osteotomy; L, langenskiöld operation.

10, 13, 14)였고, 6예(case 1, 3, 5, 9, 11, 12)에서는 후경골 동맥간 연결을 하였다. 정맥은 각각 2개의 동행정맥을 연결하였으며 이때 하단부의 비골 혈관은 결찰하거나 원위부의 동맥과 봉합하였다. 수술 후 환측은 장하지 석고 고정 혹은 hip spica cast로 고정하였다.

3. 추가 술식

이식 부위의 지연 유합, 불유합, 성장하면서 발생한 하지 부동, 경골의 변형 등의 이차적인 문제점으로 11예에서 총 24번의 추가적인 술식을 시행하였다(Table 2).

1) 지연 유합, 불유합

7예(50%)에서 이식골의 근위 혹은 원위 접합부의 일측이 지연 내지는 불유합으로 전기 자극법 혹은 단순 골 이식술 등의 추가 수술이 필요하였다. 3예에서는 자가 장골을 이식하였고, 2예에서는 골 이식술과 동시에 전기 자극

법을 시행하였다. 1예에서는 지연 유합으로 전기 자극법을 시행하였다. 1예에서는 이식골의 원위부 불유합과 함께 피부 결손이 발생하여 소파술과 골 단축술 및 내고정술을 시행하였다.

2) 재골절

3예(21%)에서 재골절이 발생하였다. 이 중 1예는 하지 부동으로 골연장술을 시행하고 Ilizarov 제거술 이후에 발생한 피로 골절로 장하지 석고 고정을 하였으나, 골절 부위의 전위가 점차 증가하여 골 이식술과 함께 내고정술을 시행하였다. 다른 1예는 골유합을 얻고 3개월 이후에 1.5 m 높이에서 낙상하여 다시 골절이 일어났으며, 장하지 석고 고정을 하여 골유합을 얻었다. 1예에서는 골유합을 얻고 1년 이후 강한 외상에 의하여 다시 골절이 일어나 골 이식술과 함께 금속 내고정술을 시행하여 골유합을 얻었다.

Fig. 3. Case 3. (A) Initial radiograph. (B) At other hospital, bone graft was performed and bony union was failed. (C) Postoperative radiograph. (D) Five months after FVFG, delayed union at proximal part was observed. (E) Two years four months after FVFG, distal tibiofibular synostosis was performed due to valgus deformity of the ankle at donor site. (F) Five years after FVFG, distal tibiofibular synostosis was performed at recipient site. (G) Radiograph prior to corrective osteotomy showing incomplete bony union and deformity of the tibia. Anterior apex and valgus angulation of the tibial shaft were 50 and 20 degree, respectively. (H) Eight years after FVFG, corrective osteotomy and bone graft, intramedullary rod fixation were performed. (I) Scanogram prior to bone lengthening using ilizarov external fixator showed the leg length discrepancy (LLD) about 4.5 cm. (J) Seventeen years after FVFG, bone lengthening was performed. (K) Twenty Five years nine months after FVFG, although LLD was resolved, however the valgus ankle deformity was shown.

3) 하지 부동

4예에서 Ilizarov 외고정 장치를 이용하여 평균 6 cm의 골연장을 하였고, 이 중에서 2예는 경골의 변형 교정과 함께 골연장술을 시행하였다. 1예에서는 반대편의 근위 경골과 원위 대퇴골에 성장판 유합술을 시행하였다.

4) 경골의 변형

1예에서는 경골의 심한 전굴과 다른 1예는 전굴 외반 변형으로 절골술과 함께 골수강내 금속정 내고정술을 시행하였다(Fig. 3). 2예에서는 내반 전굴 변형, 외반 전굴 변형으로 하지 연장술과 같이 Ilizarov 외고정 장치를 이용한 골교정술을 시행하였다.

5) 수여부 족관절 외반 변형

4예에서 환측의 족관절에 외반 변형이 진행하여 Langenskiöld 수술을 시행하였다. 이 중 1예는 수술적인 치료에도 더욱 외반 변형이 진행하여 상내과 절골술(supramalleolar osteotomy)을 시행하였다.

6) 공여부 족관절 외반 변형

3예(21%)에서 외래 추시 과정 중 비골 공여 부위에 족관절 외반 변형이 발생하여 Langenskiöld 수술을 시행하였다.

4. 평가

최종 추시에서 방사선 검사상 가관절증의 유합 여부와 경골의 각 변형, 족관절의 정렬을 측정하였다. 하지 부동은 Scanogram 검사로 측정하였다. 신경 섬유종증 동반 여부, 수술 시 나이, 생 비골 이식술을 시행 받기 전에의 치료 횟수 등이 골유합에 미치는 영향을 분석하였다.

결 과

전 예에서 이식골의 비대와 골유합을 관찰 할 수 있었다. 골유합에 소요된 기간은 평균 11.1개월(범위, 3.5~24개월)이었다. 지연 유합과 불유합 없이 생 비골 이식술만으로 골유합이 되었던 7예에서는 평균 6.7개월(범위, 3.5~11개월)의 유합 기간을 보였다. 최종 추시 시 경골의 외반 변형 각도는 평균 9.9도(범위, −5~34도), 전방 굴곡 각도는 평균 18.4도(범위, 0~85도)를 보였다. 족근관절의 정렬은 평균 외반 7.2도(범위, −3~30도)였다. 수술 전 평균 2.7 cm (범위, 0~7 cm)의 하지 부동은 최종 추시 시 평균 2.5 cm (범위, 0~8 cm)였다. 신경 섬유종증을 동반한 7예와 동반하지 않은 7예 두 군간 평균 골유합 기간은 각각 9.7개월, 10.5개월로 유의한 차이는 없었다(p=0.456). 평균 연령을 기준으로 4.5세 미만인 9예와 4.5세 이상인 5예의 두 군간 평균 골유합 기간은 각각 9.8개월, 14.2개월로 더 어린 연령에서 골유합이 빨랐으나, 통계학적으로 유의성은 없었다(p=0.304). 생 비골 이식술을 시행 받기 전에 석고 고정만을 시행한 4예와 수술적인 치료를 시행 받았던 10예 두 군의 평균 골유합 기간은 각각 평균 10.5개월, 11.3개월로 유의한 차이는 보이지 않았다(p=0.98).

고 찰

선천성 경골 가관절증의 치료에 있어서 가장 중요한 치료 목표는 골유합의 획득, 재골절의 방지 및 하지의 각 변형과 길이 차이를 최소화하여, 하지의 기능적인 면을 최대한 보존하는 것이다. 생 비골 이식술은 다른 수술 방법에 비해 골유합을 조기에 얻을 수 있고, 유합율이 높으며, 재발률이 낮은 장점을 지니고 있다[2,4,8,17]. 선천성 경골 가관절증의 병리학적 특성상 비정상적인 섬유성병증조직(fibromatosis like tissue)이 외골막 내측 및 내골막 골수 조직(endosteal marrow tissue)에서 증식하고, 혈류 상태가 불량하여 신생골 형성과 골의 치유 과정에 악영향을 미치게 된다. 조기 골유합을 얻고 재발률을 낮추기 위해서는 비정상적인 조직을 충분히 정상적인 조직이 나타날 때까지 광범위한 적출술이 필요하다. 그러나 비정상적인 조직과 위축된 골을 광범위하게 제거하고 나면, 큰 골 결손이 발생한다는 문제점을 지니게 된다. 하지만 생 비골 이식술은 비골을 통하여 결손 부위를 연결할 수 있는 가교를 만들 수 있으며, 혈액 공급을 통하여, 잠행성 치환과정(creeping substitution)없이 빠른 골치유 및 비골의 비대(hypertrophy)를 도모 할 수 있다.

생 비골 이식술의 결과에 영향을 줄 수 있는 2가지 요소로 Simonis 등[15]은 비골의 혈류 공급 상태(vascularity)와 고정의 안정성이라 하였다. 특히 후자의 요소에 있어서 공여부 생 비골과 수여부 경골의 골수강 내 크기의 차이로 만족할 만한 고정을 얻을 수 없어 이로 인하여 부정 유합 및 불유합이 발생할 수도 있다고 하였다. 본 연구에서도 원위부 비골을 원위부 경골의 골수강 내 삽입

시 경골의 골수강이 확대됨으로 견고하게 삽입되지 못하며 이를 보완하기 위한 금속 내고정도 경골 하단부의 골성장판이 있으므로 어려움이 있었다. 또한 근위 부위의 병적 조직은 비교적 완전하게 제거할 수 있으나, case 6과 같이 원위부는 골성장판의 손상을 의식하게 됨으로 철저한 제거에 소극적일 수도 있다. 그리고 case 3에서는 근위 부위의 생 비골이 수여부 경골 골수강 내로 견고하게 삽입되었다고 생각하여 추가적인 골고정을 시행하지 않은 것이 불유합을 유발 한 것으로 보이며, 저자들의 지연 유합, 불유합의 경우에서 대부분 견고한 고정이 이루어지지 못하여 골유합에 영향을 주었을 것으로 사료된다. 생 비골의 고정 방법에 있어서 견고한 고정을 위하여 Ilizarov 외고정 장치를 이용한 병행 치료법과 최근에는 골연장을 동시에 시행하기 위해서 망원경의 통처럼 비골을 끼워놓고 고정하여 골연장을 시행하는 방법(telescoping method) 등이 보고되고 있다[4,8,16]. 저자들은 골고정법으로 지금은 근위, 원위 생 비골 고정부위의 빠른 골유합과 지연 유합, 부정 유합의 가능성을 최소화하기 위하여 외고정 장치를 병행하고 있다.

생 비골 이식술의 문제점으로 경골의 외반 변형이 발생할 수 있으며, 하지의 단축을 한꺼번에 교정 할 수 없다는 문제점 등이 지적되었다[6,13]. Gilbert와 Brockman[6]은 생 비골 이식술로 치료한 선천성 경골 가관절증 환자 29예 11.5년 추시 결과에서 환측 경골의 변형은 7예에서 발생하였으며, 경골의 외반 변형은 15~30도, 전방 각형성은 15~30도를 보였다고 하였다. 유럽 소아 정형외과학회의 다집단 연구에서는 환측 족관절의 잔여 외반각은 최소 10도, 28%에서 나타났으며, 평균 4 cm의 단축을 보였다고 하였다[13]. 경골의 외반 변형을 예방하기 위해서, Toh 등[16]은 생 비골 이식술 시 경골과 비골 모두 재건해야 하며 생 비골의 원위 부위를 분절화 하여 동측 비골을 재건하는 방법을 소개하였다. Pho 등[11]은 초기 수술 시에 비골-경골 원위부의 골유합(synostosis)을 시행해야 한다고 하였다. 본 연구에서도 전 예에서 비골의 비대와 골유합을 얻었지만, 환아가 성장을 하면서 경골의 외반 변형, 전방 각형성, 하지 부동, 공여부 및 수여부 족근 관절의 외반 변형 등의 많은 문제점들이 발생하였으며, 이를 해결하기 위하여 여러 차례의 추가적인 수술이 필요하였다. 선천성 경골 가관절증의 치료에 있어서 무엇보다 확실한 골유합을 얻어야 하겠지만, 술자는 하지의 기능적인 측면까지 고려하여 지속적인 경과 관찰과 향후 발생할 수 있는 문제점들에 더 관심을 가져야 한다고 생각한다.

결 론

생 비골 이식술은 비정상조직을 광범위하게 제거한 후 발생하는 골 결손을 해결할 수 있고, 혈액 공급을 통하여 조기의 골유합을 얻을 수 있어 선천성 경골 가관절증에서 매우 유용한 방법으로 사료된다. 생 비골 이식술은 세심한 박리, 미세현미경 하에서 정확한 혈관 문합의 숙련이 필요하겠으며. 견고한 내, 외고정을 같이 시행해 준다면 더 좋은 임상적 결과를 기대할 수 있을 것으로 보인다.

참고문헌

1. **Andersen KS:** *Congenital pseudarthrosis of the tibia and neurofibromatosis. Acta Orthop Scand, 47: 108-111, 1976.*
2. **Chen CW, Yu ZJ, Wang Y:** *A new method of treatment of congenital tibial pseudoarthrosis using free vascularized fibular graft: a preliminary report. Ann Acad Med Singapore, 8: 465-473, 1979.*
3. **Dobbs MB, Rich MM, Gordon JE, Szymanski DA, Schoenecker PL:** *Use of an intramedullary rod for treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. A long-term follow-up study. J Bone Joint Surg Am, 86: 1186-1197, 2004.*
4. **EI-Gammal TA, EI-Saved A, Kotb MM:** *Telescoping vascularized fibular graft: a new method for treatment of congenital tibial pseudarthrosis with severe shortening. J Pediatr Orthop B, 13: 48-56, 2004.*
5. **Ghanem I, Damsin JP, Carlioz H:** *Ilizarov technique in the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. J Pediatr Orthop, 17: 685-690, 1997.*
6. **Gilbert A, Brochman R:** *Congenital pseudarthrosis of the tibia. Long-term follow-up of 29 cases treated by microvascular bone transfer. Clin Orthop Relat Res, 314: 37-44, 1995.*
7. **Kim HW, Weinstein SL:** *Intramedullary fixation and bone grafting for congenital pseudarthrosis of the tibia. Clin Orthop Relat Res, 405: 250-257, 2002.*
8. **Minami A, Kato H, Suenaga N, Iwasaki N:** *Telescoping vascularized fibular graft: a new method. J Reconstr Microsurg, 19: 11-16, 2003.*

9. **Paley D, Catagni M, Argnani F, Prevot J, Bell D, Armstrong P:** *Treatment of congenital pseudoarthrosis of the tibia using the Ilizarov technique. Clin Orthop Relat Res, 280: 81-93, 1992.*
10. **Peterson D:** *Congenital pseudarthrosis of the tibia. An overview. Clin Orthop Relat Res, 247: 44-53, 1989.*
11. **Pho RWH:** *Free vascularized fibular transplant in management of congenital pseudoarthrosis of the tibia. In: Pho RWH ed. Microsurgical technique in orthopaedics. 1st ed. London, Butterworths: 152-158, 1988.*
12. **Plawecki S, Carpentier E, Lascombes P, Prevot J, Robb JE:** *Treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia by the Ilizarov method. J Pediatr Orthop, 10: 786-790, 1990.*
13. **Romanus B, Bollini G, Dungl P, et al:** *Free vascular fibular transfer in congenital pseudoarthrosis of the tibia: results of the EPOS multicenter study. European Paediatric Orthopaedic Society (EPOS). J Pediatr Orthop B, 9: 90-93, 2000.*
14. **Sakamoto A, Yoshida T, Uchida Y, Kojima T, Kubota H, Iwamoto Y:** *Long-term follow-up on the use of vascularized fibular graft for the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. J Orthop Surg, 3: 13, 2008.*
15. **Simonis RB, Shirali HR, Mayou B:** *Free vascularized fibular grafts for congenital pseudarthros is of the tibia. J Bone Joint Surg Br, 73: 211-215, 1991.*
16. **Toh S, Harata S, Tsubo K, Inoue S, Narita S:** *Combining free vascularized fibula graft and the ilizarov external fixator: recent approaches to congenital pseudarthrosis of the tibia. J Reconstr Microsurg, 17: 497-508, 2001.*
17. **Weiland AJ, Weiss AP, Moore JR, Tolo VT:** *Vascularized fibular grafts in the treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia. J Bone Joint Surg Am, 72: 654-662, 1990.*

= 국문초록 =

목 적: 선천성 경골 가관절증에서 생 비골 이식술의 장기 추시 결과를 보고하고자 한다.
대상 및 방법: 생 비골 이식술을 시행 받고, 최소 4년 이상 추시가 가능하였던 14예를 대상으로 하였다. 남자 7예, 여자 7예로 생 비골 이식술 시행 당시의 평균 연령은 4.5세(범위, 1~10.6세)였고, 평균 추시 기간은 11.6년(범위, 4~26.6년)이었다. 이식 부위의 지연 유합, 불유합, 성장하면서 발생한 하지 부동, 경골의 변형 등의 이차적인 문제점으로 11예에서 총 24번의 추가적인 술식을 시행하였다. 최종 추시에서 치료 결과를 임상 및 방사선학적으로 평가하였다.
결 과: 전 예에서 이식골의 비대와 골유합을 관찰 할 수 있었다. 생 비골 이식술만으로 골유합이 되었던 7예에서는 평균 6.7개월(범위, 3.5~11개월)의 유합 기간을 보였다. 최종 추시 시 하지 부동은 평균 2.5 cm (범위, 0~8 cm)였고, 경골의 외반 변형 각도는 평균 9.9도(범위, −5~34도), 전방 굴곡 각도는 평균 18.4도(범위, 0~85도)를 보였다. 족근 관절의 정렬은 평균 외반 7.2도(범위, −3~30도)였으며. 족배 굴곡 평균 17도, 족저 굴곡 평균 30도였다.
결 론: 생 비골 이식술은 선천성 경골 가관절증에서 비정상조직을 광범위하게 제거한 후 발생하는 골 결손을 해결할 수 있으며, 견고한 내, 외고정을 같이 시행해 준다면 더 좋은 임상적 결과를 기대할 수 있는 유용한 방법이다.

색인 단어: 경골, 선천성 가관절증, 생 비골 이식술