

## 내족지 보행을 동반한 저항성 특발성 만곡족의 치료

이종서 · 김휘택 · 성윤재 · 배성호

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

### Treatment of the Resistant Idiopathic Clubfoot with Toe-in Gait

Jong Seo Lee, M.D., Hui Taek Kim, M.D., Yoon Jae Seong, M.D., and Seong Ho Bae, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

**Purpose:** We evaluated the degree of femoral and tibial torsion in, and the efficacy of two operative procedures for, resistant idiopathic clubfoot with toe-in gait.

**Materials and Methods:** Thirty one feet in 23 patients (average age at the time of revision surgery 4.3 years) were studied. CT was used to determine femoral anteversion and tibial torsion. Two different operative procedures were applied, depending on the degree of toe-in gait: group 1 (10 feet whose toe-in gait was not severe) - soft tissue release, anterior tibial tendon transfer and mid-foot (cuboid closing and cuneiform opening) osteotomy; group 2 (21 feet which had relatively severe toe-in gait) - supramalleolar external rotation osteotomy of the distal tibia (SEROT), along with the same procedure as group 1. Mean follow-up period after revision surgery was 6.3 years. Results were assessed radiologically and clinically with the Dimeglio classification and Clubfoot Assessment Protocol.

**Results:** The mean femoral anteversion and external-tibial torsion of the affected side were increased. Twenty eight of 31 feet (90.3%) demonstrated excellent or good results. In group 2, we obtained 19 excellent (90.5%) and 2 good (9.5%) results. Group 1 had 6 excellent (60%), one good (10%) and 3 fair (30%) results.

**Conclusion:** Surgical treatment of the relapsed clubfoot with toe-in gait including soft-tissue release, tendon transfer and mid-foot osteotomy, along with SEROT in cases of severe toe-in gait, is effective in correcting residual clubfoot deformities.

**Key Words:** Resistant idiopathic clubfoot, Toe-in gait, Supramalleolar external rotation osteotomy

### 서 론

선천성 만곡족은 진단이 쉬운 반면 교정이 용이하지 않아 치료 과정에서 세심한 주의를 요한다. Ponseti 방법<sup>1)</sup>은 보존적 치료 시 시행할 수 있는 안전하고 유용한 방법이며, 고전적 방법에 비해 수술적 처치가 요구되는 빈도를 줄일 수 있다.<sup>2,3)</sup> 그러나 수술적 치료 후 비교적 높은 연령의 환자에서의 잔존 혹은 저항성 만곡족의 치료는 소아 정형외과 영역에서 가장 어려운 문제 중의 하나이다. 저항성 만곡족의 잔존 변형 교정에 대해 다양한 골 조직

및 건 이전 술식을 포함한 연부 조직 술식들이 제시되고 있으며,<sup>4-15)</sup> 이들 중 중족부의 내측주 연장과 함께 외측주 단축술과<sup>4,5,8-10,13,14)</sup> 전 경골건을 입방골 또는 외측 설상골로 이전하는 술식들이 효과적인 것으로 보고되고 있다.<sup>6,11,12,15)</sup>

본 연구에서는 저항성 만곡족 환아들을 대상으로 두 가지 술식의 효용성을 평가하였다. 내족지 보행이 상대적으로 덜 심한 군에서는 연부조직 해리술, 중족부 절골술, 전 경골건 이전술을 시행하였으며, 내족지 보행이 심

접수일 : 2009년 11월 2일, 게재확정일 : 2009년 11월 5일

교신저자 : 김 휘 택

부산시 서구 아미동 1가 10

부산대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL: 051-240-7247 • FAX: 051-247-8395

E-mail: kimht@pusan.ac.kr

Correspondence to

Hui Taek Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Pusan National University Hospital,  
1-10, Ami-dong, Seo-gu, Busan 602-739, Korea

Tel: +82,51-240-7247, Fax: +82,51-247-8395

E-mail: kimht@pusan.ac.kr

\*이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

한 군에서는 이들 술식에 경골 과 상부 외회전 절골술을 추가로 시행하였다. 각 군의 치료 결과를 임상 및 방사선 소견을 기준으로 분석하였다.

### 대상 및 방법

1993년부터 14년간 도수 조작 및 석고 교정에 저항성을 보여 연부조직 유리술을 실시하였으나 완전한 교정이 이루어지지 않아 이차적 수술을 시행한 총 40명(55족)

중 23명(31족)에 대하여 분석을 시행하였다(Table 1). 환자의 선별 기준은 첫째, 술 전과 술 후의 단순 방사선 영상이 신뢰성 있는 비교를 위해 충분한 양질의 영상이었고, 둘째 최소 1년 이상의 추시 관찰이 되었던 경우였다. 평균 연령은 4.3세(2.8–9.8세), 추시 기간은 평균 6.3년(1.3–13.8년)이었다. 다른 동반 질환으로 임상 결과 판정에 영향을 주었던 다발성 관절 구축증, 척수 수막류 등은 본 연구에서 제외하였다. 성별 분포는 남아가 14명,

Table 1. Patients' Data

Case	Group	Age at operation (years)	Previous operations	Our preoperative clinical assessment (Dimeglio severity score)	Operations performed by us	Final clinical assessment (CAP)	Comments
1	I	4.4	PMR <sup>¶</sup>	Moderate	MOT*+COT <sup>†</sup> +TAL <sup>‡</sup>	Excellent	
2	II	4.4	PMR	Severe	MOT+SEROT <sup>§</sup> +TAL	Excellent	
3	II	3.9	PMLR**	Moderate	MOT+SEROT+TAL	Excellent	
4	II	4.9	PMLR	Moderate	MOT+SEROT+TAL	Excellent	Associate anomaly: Cleft palate
5	II	7.9	PMLR	Moderate	TA <sup>  </sup> +SEROT+TAL	Excellent	
6	II	7.9	PMR	Moderate	TA+SEROT+TAL	Good	
7	I	2.0	PMR	Moderate	MOT	Fair	
8	II	5.3	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
9	II	5.3	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
10	II	3.9	PMR	Moderate	TA+SEROT+TAL	Excellent	
11	II	4.4	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
12	II	2.9	PMLR	Moderate	TA+SEROT+TAL	Excellent	Associate anomaly: Combined macro- and micro-dactyly
13	I	7.8	PMR	Moderate	MOT+TAL	Good	
14	I	2.8	PMLR	Moderate	MOT+TA+TAL	Excellent	
15	I	3.7	PMLR	Moderate	MOT+TA+TAL	Excellent	
16	II	3.5	PMR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Good	Associate anomaly: Hydrocele
17	II	3.5	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
18	II	3.5	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
19	II	3.4	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
20	II	3.4	PMLR	Severe	MOT+TA+SEROT+TAL	Excellent	
21	I	2.0	PMR	Moderate	MOT+TA	Excellent	
22	II	4.5	PMLR	Severe	TA+SEROT	Excellent	
23	II	2.8	PMLR	Moderate	TA+SEROT+TAL	Excellent	
24	II	5.3	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT	Excellent	Complication: ankle valgus
25	II	5.3	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT	Excellent	Complication: ankle valgus
26	II	5.8	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT	Excellent	
27	I	5.2	PMLR	Moderate	MOT+COT+TAL	Fair	
28	I	5.2	PMLR	Moderate	MOT+COT+TAL	Fair	
29	I	6.0	PMLR	Moderate	MOT+TA	Excellent	
30	II	6.0	PMLR	Moderate	MOT+TA+SEROT	Excellent	
31	I	9.8	PMR	Moderate	MOT+TA+COT+TAL	Excellent	Assosicate anomaly: Hydrocele

\*MOT, midfoot osteotomy; <sup>†</sup>COT, calcaneal displacement osteotomy; <sup>‡</sup>TAL, Tendo-Achilles lengthening; <sup>§</sup>SEROT, supramalleolar external rotation osteotomy; <sup>||</sup>TA, Tibialis anterior transfer; <sup>¶</sup>PMR, Posteromedial release; \*\*PMLR, Posteromedial and lateral release.

여아 9명이었다. 이환 분포는 양측성이 8명, 단측성이 15명이었으며 단측성의 경우 우측이 8명, 좌측이 7명이었다. 동반기형으로는 양측성 음낭수종 2명(2족), 거대지 및 소지증 1명, 구개열 1명(1족)이었다.

모든 대상 환아들은 신생아기에 본원 및 타병원에서 도수 정복 및 연속적 석고 고정을 시행받았다. 31예 중 24예(77%)는 최소 1회 이상 광범위 후방 연부 조직 유리술을 시행받았던 환아들이었으며, 7예(23%)는 제한된 후방 유리술을 시행받은 환아들이었다. 임상적으로 모든 환아에서 심각한 전족부 내반 및 회외전을 보였고, 환아들의 부모들은 신발을 맞추는 것이 어렵고 신발 외측만 닳는 것에 대한 불편감을 주로 호소하였으며, 대부분의 환아에서 내족지 보행을 보이거나, 족관절의 배굴 제한으로 쪼그려 앉기가 어렵고 보행시 파행을 보이는 경우였다.

환아들은 내족지 보행의 심한 정도에 따라 두 군으로 나누어졌으며 내족지 보행이 경한 10예를 1군으로, 심한 21예를 2군으로 분류하였다. 1군의 환아들은 중족부 및 후족부의 절골술을 시행받았으며, 전 경골건 이전술은 족부 배굴시에 족부의 내반의 보이는 경우에 실시하였다. 이 술식들과 함께 경골 과 상부 외회전 절골술을 추가로 시행한 군을 2군으로 분류하였다. 과 상부 외회전 절골술은 술전 족부 진행각이 정상측에 비해 10도 이상 내족지 보행을 보이는 환아들에서 적용되었다. 또한 이학적 검사상 슬개골을 정상측과 함께 전방을 보도록 중립 위치에 놓은 후 원위 경골 내외측 과의 위치를 확인하여 외측 과가 내측 과에 비해 전방에 위치할 경우를 적응증으로 삼았다.

## 1. 수술방법

수술은 중족부에 내측 및 외측 도달법이 가능하도록 양와위에서 시행되었다. 전족부에 저항성 내전 및 회외전 변형이 있는 경우 잔존해 있는 후내측의 연부 조직에 대한 해리술과 내측 설상골의 개방형 췌기 절골술 및 입방골의 폐쇄형 췌기 절골술을 시행하여 외측의 췌기골은 내측으로 이전하였으며(Fig. 1A), 1개 혹은 2개의 K-강선을 이용해 고정하였다. 전 경골건은 원위 부착부에서 유리시켜 원위 경골 절골술을 위한 전방 절개를 통해 밖으로 빼낸 후, 신전 지대 밑으로 통과시킨 다음 외측 입방골로 이전하였다. 이전시에는 뼈에 구멍을 내어서 부착시켰으며 때로는 골막에도 봉합하였다. 심한 내족지 보행을 보이는 2군에서는 경골 과 상부에서 경골 및 비골을 절골한 후 원위부를 외회전시켜 K-강선으로 고정하였다(Fig. 1B). 이때 원위 경골 골단판의 약 3 cm 근위부에서 3 cm 길이의 전방 종 혹은 횡적 피부 절개를 통하여 경골에 수직이 되도록 절골술을 시행하였다. 원위부 외회전을 용이하게 하기 위해 비골 절골술을 병행하였으며 술 후 경비골의 유합을 방지하기 위해 경골에 비해 약 1 cm 근위부에서 외측의 새로운 피부 절개를 통하여 비골의 절골술을 시행하였다.

경골 원위부의 외회전 정도를 확인하기 위해 경골 절골 부위의 상방 및 하방에 각각 한 개씩의 K-강선을 피질골 양면에 통과시켜 위치하였다. 강선들은 시상 면 상 경골 간부에 대해 수직이고 평행하며, 축성 면에서 2개의 강선이 정확히 겹치도록 위치시켰다. 관상 면 및 시상 면에서 경골의 장축과 완벽하게 수직으로 절골술을 시행한 후 원위 경골을 회전시켰으며, 교차되는 K-강선의 각도를 이용하여 외회전 정도를 정확하게 측정하였다. 외회

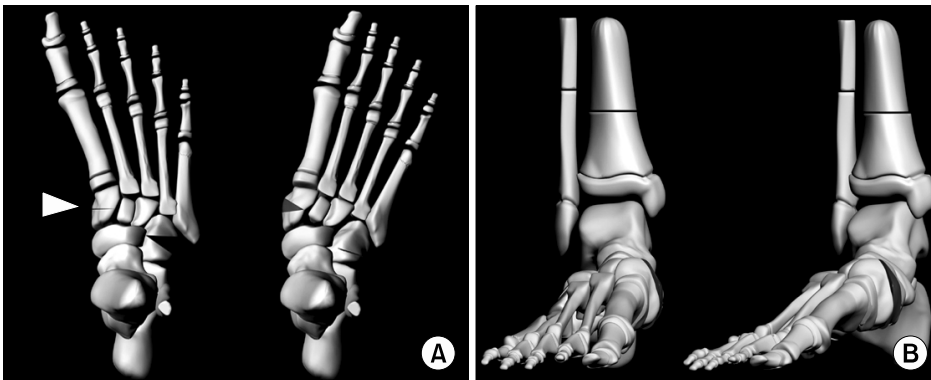


Fig. 1. (A) Three-dimensional illustrations showing midfoot osteotomy. The lateral wedge resection from the cuboid is applied to the medial cuneiform. (B) Improved forefoot adduction and correction of toe-in foot position is seen following the wedge transfer and SEROT.

전의 정도는 수술 전 족부 진행각, 원위 경골 내외측과의 위치 정도에 따라 잠정적으로 결정한 후, 최종 결정은 수술 중 양측 하지를 중립위로 위치시킬 때 족부가 정상측과 같은 정도로 위치하도록 외회전 시켰으며 그 각도는 20-25도 사이에서 모두 시행되었다. 4개의 K-강선을 이용하여 견고하게 고정을 하였으며 절골선 상 하방에 각각 2개씩 사용되어졌다. 각각의 강선은 내측에서부터 상방외측 및 하방외측으로 비스듬하게 고정하였으며, 성장판은 침범하지 않았다. 후족부의 내반 변형은 Colmann block 검사 상 10도 이상의 내반 변형을 수술적 적응으로 하여 종골 절골술을 시행(1군에서 4예, 2군에서 1예)하여 교정하였다.

## 2. 임상적 평가

임상적 평가는 술 전 Diméglio 분류<sup>16)</sup>를 사용하였으며, 술 후 최종 임상 평가는 Clubfoot Assessment Protocol (CAP)<sup>17)</sup>을 사용하였다.

## 3. 방사선 계측 분석

방사선 계측은 수술 전 및 최종 추시 관찰시 변형의 정도를 확인하기 위하여 족부를 수동적으로 교정된 상태에서 체중부하 전후면 및 측면 방사선 검사를 실시하였다. 저자들은 전후면 방사선 사진을 촬영하는데 있어서 일관성을 얻기 위해, 전후면 방사선 사진상에서는 발바닥을 방사선 입력판에 최대 족배굴곡 하면서 외회전력을 어느 정도 가한 상태에서 촬영 하였고, 체중부하 측면 방사선 검사는 족배굴곡과 함께 전족부를 외전시켜 족관절의 정확한 측면 사진을 얻으려 하였다. 또한 가능한 모든 측면 방사선 사진상에서 비골이 경골의 후방 1/2에 위치할 수 있도록 하였다.<sup>18)</sup>

전후면 검사상 거골-종골간 각과 거골-제1중족골간 각을, 측면 사진상 거골-종골간 각, 종골-제1중족골간 각, 경골-종골간 각 및 경골-거골간 각, 거골-제1중족골간 각을 측정하여 평가하였으며, 각 전후면과 측면 방사선 사진상 거골-종골간 각의 합을 거골-종골 지수로 평가하였다.

## 4. 컴퓨터 단층 촬영 분석

컴퓨터 단층 촬영을 이용하여 대퇴골 전염각 및 경골 염전각을 각각 평가하였다. 총 21명의 환아에 대해 2차

수술 후 컴퓨터 단층 촬영이 가능하였으며, 이중 초기에 수술을 시행한 8명의 환아에 대해서는 술 전 및 술 후 컴퓨터 단층 촬영을 서로 비교하였다. 이들 8명의 환아의 경우 최초의 연부 조직 수술 후 첫 번째 컴퓨터 단층 촬영까지의 기간은 평균 4.4년(3.0-9.2년)이었으며, 이후 이차적 수술 후 두 번째 컴퓨터 단층 촬영까지의 기간은 평균 2.5년(1.1-7.0년)이었다. 나머지 13명의 환아들은 최초 연부 조직 수술 후 이차적 수술까지의 기간은 5.2년(2.5-8.8년)이었으며, 이차적 수술 후 최종 추시에서 컴퓨터 단층 촬영을 시행할 때까지의 기간은 평균 2.4년(1.5-5.5년)이었다. 대퇴골 전염각 및 경골 염전각은 3명의 정형외과 의사에 의해 각각 3회씩 측정된 값의 평균치를 구하여 분석하였다.

## 5. 통계 분석

임상적 판정 등급 및 계측치들의 통계 분석은 Fisher's exact test 와 Mann-Whitney test 를 이용하였고 이때 통계학적 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 분석

술 전 Digmelio 분류에 따라 총 31예 중 28예에서 보통(moderate), 3예에서 중등도(severe)에 해당하였다. 최종 추시 시 임상적 평가는 CAP에 따라 우수, 양호, 보통 및 불량으로 나누었으며, 이 중 우수군이 25예(80.6%), 양호군이 3예(9.7%), 보통군이 3예(9.7%)로 분류되었다. 이들 중 우수와 양호를 만족군, 보통과 불량을 불만족 군으로 분류하여 총 28예(90.3%)에서 임상적으로 만족군으로 평가되었고 3예(9.7%)가 불만족군이였다. 이 중 1군에서는 우수 6예(60%), 양호 1예(10%), 보통 3예(30%)의 결과를 보였으며, 경골 과 상부 외회전 절골술을 추가로 시행했던 2군은 우수 19예(90.4%), 양호 2예(9.6%)로 경골 과 상부 외회전 절골술을 추가로 시행한 군에서 치료 결과가 더 효과적임을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ).

### 2. 방사선 계측 분석

전후면 방사선 사진상의 계측치로 수술 전 거골-종골간 각, 거골-제1중족골간 각은 각각 평균 23.6도와 23.5도였으며, 최종 추시에서 각각 23.0도, 9.2도로 측정되

Table 2. Comparison of Radiologic Outcomes

	AP		Lateral		AP		Lateral		Talocalcaneal index	
	Talocalcaneal angle		Talocalcaneal angle		Talo-1 <sup>st</sup> metatarsal angle		Talo-1 <sup>st</sup> metatarsal angle		Talocalcaneal index	
	Preop	Last follow up	Preop	Last follow up	Preop	Last follow up	Preop	Last follow up	Preop	Last follow up
Group I	28.9±19.4	24.2±5.9	22.5±7.0	24.9±4.6	34.8±32.1	8.9±7.3	9.0±8.1	13.0±13.1	43.3±20.6	43.9±14.2
Group II	23.8±17.6	20.6±9.9	21.4±7.8	21.8±11.4	14.2±15.6	9.4±9.7	8.6±7.3	8.7±6.5	44.7±18.0	45.1±17.7
Mean	23.6±16.6	23.0±9.6	21.8±7.1	24.3±8.5	23.5±25.1	9.2±8.2	10.6±7.8	11.2±9.7	45.4±16.5	47.3±15.3
Normal range <sup>19</sup>	15-50		25-50		5-15		0-20		>40	

Values, means±SD: unit, degrees.



Fig. 2. Weight-bearing AP radiographs of the left clubfoot in a 5-year-old boy who underwent midfoot osteotomy and SEROT: (A) before the secondary surgery (4 years after the initial PMLR) and (B) at the last follow up (3 years after secondary treatment). Reduced forefoot adduction is evident.

어, 수술 후 거골-종골간 각의 각도 변화는 큰 차이가 없었으나 거골-제1중족골간 각의 각도는 의미있는 차이를 보였다( $p<0.05$ )(Table 2, Fig. 2).

체중부하 측면 방사선 사진상의 계측치는 수술 전 거골-종골간 각, 거골-제1중족골간 각이 평균 21.8도, 10.6도였으며, 최종 추시에서는 체중부하 측면 사진상에서는 24.3도, 11.2도로 측정되었으며 최대 족배굴곡 측면 사진상에서는 각각 24.3도, 11.1도로, 최대 족저굴곡 측면 사진상에서는 20.7도, 37.5도로 측정되었다. 거골지수는 술전 45.4도에서 술후 47.3도로 측정되었다.

체중부하 측면 방사선 사진상의 계측치에 있어서, 수술 전 경골-종골간 각, 경골-거골간 각, 종골-제1중족

골간 각이 평균 86.2도, 105.7도, 29.9도였으며, 최종 추시에서는 81.3도, 96.5도, 32.7도로 측정되었다.

### 3. 컴퓨터 단층 촬영 분석

수술 전후 하지 염전의 정도를 비교할 수 있었던 8명(단측성 4명, 양측성 8명)의 환자에서 술 전 대퇴골 전염각은 단측성 환자에서 평균 17.9도(정상측 11.4도), 양측성 환자에서 32.1도였다. 경골 염전각은 단측성 환자에서 29.0도(정상측 23.9도)였으며, 양측성 환자에서는 평균 27.4도로 나타났다. 2군에서 평균 경골 염전이 술 전 27.3도에서 술 후 42.6도로 의미있게 증가하였다.

수술 후 최종 추시에서만 컴퓨터 단층 촬영이 가능하였던 총 21명(단측성 13명) 중 정상측 대퇴골의 전염각은 평균 14.5도, 이환측 대퇴골 전염각은 단측성에서 평균 21.8도, 양측성 환자에서 26.6도로 나타났다. 경골 염전각은 단측성 환자에서 44.4도(정상측 25.8도)였으며, 양측성 환자에서 평균 35.1도로 나타났다.

## 고 찰

선천성 만곡족의 치료에 있어 일차적 도수 정복술과 연속적 석고 교정을 통하여 높은 치료 성공률을 보고하고 있으나, 재발로 인해 수술적 처치가 필요한 경우는 21-50%에 이르고 있다.<sup>9,19)</sup> Ponseti 방법<sup>1)</sup>을 적용하기 전, 본 교실에서는 도수조작 및 석고 붕대, 그리고 후방 혹은 후내방 유리술 등 고전적인 방법을 선택하였으며,<sup>2,3)</sup> 이러한 치료법은 종종 잔존 변형을 남겼다. 저자들의 이전 연구에서 보존적 치료 후 재발한 선천성 만곡족에 대한

연부조직 유리술을 시행 후 재발률은 술식에 따라 10.2–27.3%에 이르는 것을 보고하였으며<sup>19)</sup> 이는 Ponseti 방법으로 치료한 환자들에서 관찰되는 2–3%의<sup>20,21)</sup> 재발률에 비해 많이 높은 편이었다.

선천성 만곡족의 수술적 교정 후에 잔존하는 변형으로는 전족부의 내전, 후족부의 내반, 침족, 요족, 과교정, 족저 굴곡의 제한 등이 있다. 이 중 전족부의 내전은 14–95%로 보고되고 있으며,<sup>22,23)</sup> 저자들의 이전 연구에서도 약 30.0%로 가장 많은 잔존 변형이었다.<sup>19)</sup> 전족부 내전에 대한 객관적인 측정치는 전후면 거골–제1중족골 간 각을 통해 얻을 수 있었으며, 본 연구에서도 여러 방사선 계측치들 중 정상 범위를 가장 크게 벗어나 있었다 (Table 2).

만곡족은 근골격계 성장이 완료되기 전 3세에서 5세 사이 가장 많이 재발한다. 저항성 만곡족은 많은 다양한 변형을 나타내므로 자세한 이학적 검사에 따른 개인별 맞춤 치료가 필수적이다. 저항성 만곡족의 여러가지 원인으로서는 불완전한 거골–주상골 정복 또는 종골–입방골 정복, 불완전한 내측 혹은 족저 관절낭 유리, 불완전한 주상골–내측 설상골–제 1중족골 관절낭 유리, 혹은 불충분한 무지 외전전 유리 등이 포함된다. 육안적 소견으로는 족근 관절 침족 변형, 후족부 내반 및 전족부 내반 혹은 침 내반 변형이 있고, 다양한 수술법들이 이러한 연부 조직 및 골성 변형의 교정을 위해 제시되었다.<sup>4,5,9,14,24)</sup>

저항성 만곡족에 대한 연부 조직 술식으로 전경골 건을 외측 설상골 또는 입방골로 이전하는 방법이 있지만<sup>6,11,12,15)</sup> 이는 족부의 관절이 유연할 때 양호한 결과를 보인다.<sup>25)</sup> 골성 술식으로는 내측주 연장술로 내측 설상골의 개방형 썬기 절골술이 있으나<sup>4,5,8–10,13,14)</sup> 이는 전족부의 회전 변형을 바로잡지 못하는 단점이 있다. Evans<sup>5)</sup>와 Pohl과 Nicol<sup>13)</sup>은 이러한 내측주 연장과 함께 외측 입방골의 썬기형 절제 또는 탈해면 절골술(Decancellation)을 제시하였으며 3차원적인 교정을 얻을 수 있다고 보고하였다. 그러나 이들 술식은 거주 관절과 종입방골 관절의 원위부의 내반 및 내전 변형을 효과적으로 교정하지 못하는 경우가 있다. 본 연구에서 저자들은 구축된 연부조직에 대한 해리술을 다시 시행한 후 내측 설상골 개방형 절골술과 외측 입방골의 폐쇄형 썬기절골 술식을 함께 기본적으로 적용하였다. 그러나 이들 기본 교정 후에도 교정 전의 주 증상인 내족지 보행은 모두 만족스럽게

정상화 되지는 않았으며 과 상부 외회전 절골술이 이러한 문제를 효과적으로 교정하는데 필요하였다. 또한 후족부 내반 변형이 있을 때는 종골 활주 절골술을 병행하였다.

본 연구에서 1군의 임상적 평가 항목 중 제 1항목인 수동적 운동 중, 족관절의 족배 굴곡과 전족부 내반이 각각 정상의 67.5%로 가장 낮았으며 (Table 3), 형태학적 평가 항목 중 경골의 염전과 전족부의 위치가 각각 65.0%, 62.5%로 낮은 항목으로 평가되었다. 운동 항목 중에서는 한발로 서기 및 발꿈치 보행과 발끝 보행이 모두 62.5%로 가장 낮은 점수로 평가되었다. 이에 반해 2군의 경우에는 동일한 항목에서 모두 정상의 82.9–

**Table 3.** Comparison of Functional Results (Expressed as Percentages of the Normal Values)

	Group I (%)	Group II (%)	Overall (%)
Passive mobility			
I.			
1. Dorsiflexion	67.5	84.6	76.1
2. Plantar flexion	85.0	88.0	86.5
3. Varus/Valgus	82.5	90.8	86.7
4. Inversion/Eversion	85.0	83.4	84.2
5. Adduction/Abduction	67.5	88.8	78.2
II.			
6. Flexor digiti longus	92.5	97.9	95.2
7. Flexor digiti hallucis	82.5	97.9	90.2
Muscle function(strength)			
8. M. peroneus	97.5	94.2	95.9
9. M. extensor digiti longus	97.5	98.4	98.0
10. M. soleus/gastrocnemius	100.0	98.4	99.2
Morphology			
11. Tibial rotation	65.0	97.9	81.5
12. Calcaneus position	90.0	93.8	91.9
13. Forefoot position	62.5	97.9	80.2
14. Foot arch	87.5	87.5	87.5
Motion quality			
I.			
15. Running	67.5	99.2	83.4
16. Walking	70.0	100.0	85.0
17. Toe walking	62.5	92.1	77.3
18. Heel walking	62.5	93.4	78.0
II.			
19. One leg stand	62.5	85.9	74.2
20. Hop leg	62.5	82.9	72.7
Average	77.5	92.6	85.1

97.9%로 평가되었다.

내측지 보행을 보이는 만곡족 환아는 정상 소아에 비해 경골 염전이 감소되었거나,<sup>26,27)</sup> 혹은 대퇴골 및 경골의 염전의 정도가 정상에 비해 거의 차이가 없다는<sup>28)</sup> 등 다양한 대퇴골 및 경골의 염전 변형을 보고하고 있다. 이들 변형의 한 치료 방법으로 경골 내회전 절골술의 보고가 있으며 이는 족근 관절 격자 내에서 거골의 외회전을 교정하여 거골 및 종골과 하지간의 정상 관계를 이루는데 있다고 하였다.<sup>29)</sup> 본 연구에서는 술 전 4예(단측성)에서 시행한 단층 촬영에서 대퇴 전염각 및 경골 염전의 증가를 보였으나, 촬영 수가 적어 명확한 결과를 얻기는 어려웠다. 최종 추사에서 컴퓨터 단층 촬영을 시행한 13명(단측성)의 환아에서 대퇴 전염각은 21.8도로 건측 14.5도에 비해 증가를 보였다. 2군에서는 술 전 이학적 검사 및 컴퓨터 단층 촬영을 통하여 평균 20-25도 정도의 외회전을 수술 당시 시행하였다. 이중 수술 전후 컴퓨터 단층 촬영을 이용한 경골 염전각 변화의 비교가 가능하였던 8명(12예)에서 수술 후 최종 평균 16.2도의 경골 염전각 증가를 보였다. 단측성 환아에서의 대퇴골 전염각은 수술 전후 큰 변화가 없었다.

외회전 절골술은 주로 족부 진행 각도의 교정에 초점이 맞춰 시행되었다고 볼 수 있으며, 수술 후 족부 진행 각도는 평균 +1.1도(0-+10도, 정상측 평균 +5.5도; +5-15도), 대퇴 족부 각도는 평균 +5.7도(0도-+15도, 정상측 평균 +2.7도; -5-+10도)를 보였다. 이는 수술 전 의무 기록 분석 상 족부 진행 각도인 평균 -10.2도(0-15도)에 비해 10도 이상의 교정였다. 본 연구에서 1군에 비해 2군의 환아에서 술 후 족부 진행각은 정상측과 같거나 약간 감소 되어있었으며, 대퇴 족부 각도는 정상측과 같거나 증가되어 있음을 확인 할 수 있었다. 이는 잔여 전족부

내전 변형과 대퇴골 전염각의 증가가 경골 과 상부 외회전 절골 술식에 의해 보상되어 최종 임상 평가에서 우위의 결과를 나타냄을 보여주었다. 그러나 경골 과 상부 외회전 절골술은 경골의 외회전 정도를 과도하게 증가시키므로 이 술식이 보행에 미치는 영향에 대해서는 향후 생체공학적 연구가 필요할 것이다.

Lichtblau<sup>30)</sup>는 만곡족에서 경골의 외회전 절골 술식의 효용성에 대해 보고하였다. 그는 경골의 외회전 절골 술식을 시행한 환아 모두에서 후족부의 내반 변형을 보이며 그 중 56%에서 추가적인 수술적 처치가 필요하였다고 보고하면서 그 원인은 족관절 굴곡근의 해부학적 위치에 기인한다고 하였다. 그러나 본 연구에서 경골의 외회전 절골 술식 후 후족부의 내반 변형을 보이는 예는 없었다. 경골 과 상부 절골술을 시행하였던 1명(2예)에서 경골 과 상부 절골이 경골에 직각으로 시행되지 않아 발생한 양측 족관절의 외반 변형이 있었으며 경골의 내과에 일시적 나사못 골단 유합술을 시행하였다. 이와 같이 경골 과 상부 절골술식을 시행함에 있어 절단면이 경골에 수직이 아니고 전방 경사 또는 후방 경사를 가질 경우 각각 외반 또는 내반 변형을 초래하므로 주의를 요한다(Fig. 3). 그 외에 합병증으로 수술창의 피부 괴사로 피부 결손이 발생하였으나 추가적 수술적 처치를 필요로 하지는 않았다.

만곡족 평가 항목 중(Table 3), 한발로 서기와 한발로 뛰기 항목은 실제로 우수군의 환아들을 임상적으로 세분하는데 유용하였다. 이는 특히 남아들에서 축구와 같은 운동을 함에 있어서 디딤발 역할을 하는 발로서의 역할이 재발성 만곡족 수술 후, 어느 정도 개선이 되었는지를 판단하는데 적합하였다. 우수군과 보통군에서 걷기, 뛰기가 모두 서로 비슷해 보였으나 한발로 서기와 한발로 뛰기 항목에서 높은 점수를 보이는 우수군이 실제적으로 더

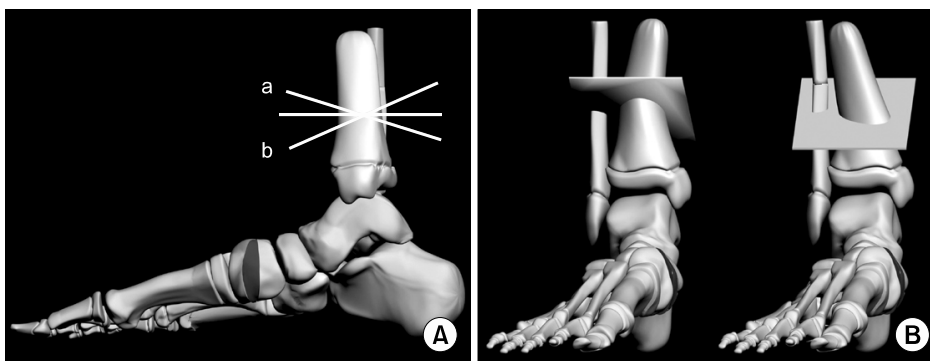


Fig. 3. (A) shows how the osteotomy cut in SEROT may be made incorrectly in the sagittal plane: a cut along line a will result in a varus ankle deformity (B, left side); a cut along line b will result in a valgus ankle deformity (B, right side). The correct cut in Fig. A is indicated by the horizontal line, at right angles to the bone (parallel to the joint line in both the coronal and sagittal planes).

정상에 가까운 생활을 할 수 있다는 결론을 얻었다.

## 결론

특발성 만곡족 환자의 다양한 문제들을 교정하는데 있어서 많은 치료법들이 유용하게 적용되고 있다. 특히, 과상부 외회전 절골술을 병행한 중족부 절골술은 내족지 보행을 동반한 심한 저항성 혹은 잔존 변형의 교정이 요구되는 만곡족의 3차원적인 교정을 위해 효과적으로 시행할 수 있는 방법이다.

## 참고문헌

1. Ponseti IV, Smoley EN. Congenital clubfoot: the results of treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:261-75.
2. Kite JH. Some suggestions on the treatment of clubfoot by casts. *J Bone Joint Surg Am.* 1963;45:406-12.
3. Kite JH. *The clubfoot.* New York: Grune and Stratton, Inc.; 1964.
4. Dierauer S, Schafer D, Hefti F. Osteotomies of the mid- and back-foot in recurrent club foot. *Orthopade.* 1999;28:117-24.
5. Evans D. Relapsed club foot. *J Bone Joint Surg Br.* 1961;43:722-33.
6. Ezra E, Hayek S, Gilai AN, Khermosh O, Wientroub S. Tibialis anterior tendon transfer for residual dynamic supination deformity in treated club feet. *J Pediatr Orthop B.* 2000;9:207-11.
7. Garceau GJ. Anterior tibial tendon transposition in recurrent congenital clubfoot. *J Bone Joint Surg Am.* 1940;22:932-6.
8. Gupta AK, Kumar R. Treatment of residual club-foot deformity, the bean-shaped foot—by open wedge medial cuneiform osteotomy and closing wedge cuboid osteotomy, clinical review and cadaver correlations. *J Pediatr Orthop.* 1993;13:408-10.
9. Hofmann AA, Constine RM, McBride GG, Coleman SS. Osteotomy of the first cuneiform as treatment of residual adduction of the fore part of the foot in club foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:985-90.
10. Köse N, Günel I, Göktürk E, Seber S. Treatment of severe residual clubfoot deformity by trans-midtarsal osteotomy. *J Pediatr Orthop B.* 1999;8:251-6.
11. Kuo KN, Hennigan SP, Hastings ME. Anterior tibial tendon transfer in residual dynamic clubfoot deformity. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:35-41.
12. Lovell WW, Winter RB. *Pediatric orthopaedics.* Vol. 2, 6th ed. Philadelphia: JB Lippincott Company; 2006. 1262-77.
13. Pohl M, Nicol RO. Transcuneiform and opening wedge medial cuneiform osteotomy with closing wedge cuboid osteotomy in relapsed clubfoot. *J Pediatr Orthop.* 2003;23:70-3.
14. McHale KA, Lenhart MK. Treatment of residual clubfoot deformity—the “bean-shaped” foot—by opening wedge medial cuneiform osteotomy and closing wedge cuboid osteotomy. Clinical review and cadaver correlations. *J Pediatr Orthop.* 1991;11:374-81.
15. Farsetti P, Caterini R, Mancini F, Potenza V, Ippolito E. Anterior tibial tendon transfer in relapsing congenital clubfoot: long term follow up study of two series treated with a different protocol. *J Pediatr Orthop.* 2006;26:83-90.
16. Diméglio A, Bensahel H, Souchet P, Mazeau P, Bonnet F. Classification of clubfoot. *J Pediatr Orthop B.* 1995;4:129-36.
17. Andriess H, Roos EM, Hägglund G, Jarnol GB. Validity and responsiveness of the clubfoot assessment protocol (CAP). A methodological study. *BMC Musculoskelet disord.* 2006;7:28.
18. Cummings RJ, Davidson RS, Armstrong PF, Lehman WB. Congenital clubfoot. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:290-308.
19. Kim HT, Cho JY, Cheon SJ, Yoo CI. The outcomes of surgical treatment for idiopathic clubfoot. *J Korean Orthop Assoc.* 2005;40:970-6.
20. Herzenberg JE, Radler C, Bor N. Ponseti versus traditional methods of casting for idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop.* 2002;22:517-21.
21. Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV. Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the ponseti method. *Pediatrics.* 2004;113:376-80.
22. Cummings RJ, Lovell WW. Operative treatment of congenital idiopathic club foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:1108-12.
23. Simons GW. Analytical radiography of club feet. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59:485-9.
24. el-Tayeby HM. The neglected clubfoot: a salvage procedure.



- J Foot Ankle Surg.* 1998;37:501-9.
25. **Mckay DW.** *New concept of and approach to clubfoot treatment: section I-principles and morbid anatomy.* *J Pediatr Orthop.* 1982;2:347-56.
  26. **Krishina M, Evans R, Sprigg A, Taylor JF, Thesis JC.** *Tibial torsion measured by ultrasound in children with talipes equinovarus.* *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:207-10.
  27. **Reikerås O, Kristiansen LP, Gunderson R, Steen H.** *Reduced tibial torsion in congenital clubfoot. CT measurements in 24 patients.* *Acta Orthop Scand* 2001;72:53-6.
  28. **Cuevas de Alba C, Guille JT, Bowen JR, Harcke HT.** *Computed tomography for femoral and tibial torsion in children with clubfoot.* *Clin Orthop Relat Res.* 1998;353:203-9.
  29. **Lloyd-Roberts GC, Swann M, Catterall A.** *Medial rotational osteotomy for severe residual deformity in club foot. A preliminary report on a new method of treatment.* *J Bone Joint Surg Br.* 1974;56:37-44.
  30. **Lichtblau S.** *External rotation tibial osteotomy in clubfoot: adverse late effect.* *Clin Orthop Relat Res.* 1978;136:225-9.

#### = 국문초록 =

**목 적:** 내족지 보행을 동반한 저항성 특발성 만곡족에 대해 대퇴골 및 경골 염전의 정도와 두 가지 수술적 치료법의 효용성을 평가하였다.

**대상 및 방법:** 23명의 환자에서 31족을 대상(이차적 수술 당시 평균 나이는 4.3세)으로 하였다. 컴퓨터 단층 촬영을 이용하여 대퇴골 전염각 및 경골 염전각을 평가하였다. 내족지 보행의 정도에 따라 두 가지 술식을 적용하였다. 내족지 보행이 심하지 않은 1군(10족)에 대해서는 연부 조직 해리술, 중족부 절골술(내측 설상골의 개방형 췌기 절골술 및 입방골의 폐쇄형 췌기 절골술)과 전 경골건 이전술을 시행하였고, 내족지 보행이 심했던 2군(21족)에 대해서는 이들 술식과 함께 경골 과 상부 외회전 절골술을 추가로 시행하였다. 수술 후 평균 추시 기간은 평균 6.3년이었다. 결과 판정 시, Dimeglio 분류와 Clubfoot Assessment Protocol에 근거하여 임상적 평가와 방사선학적 평가를 실시하였다.

**결 과:** 이환측의 평균 대퇴골 전염각 및 경골 염전각이 증가를 보였다. 전체 31예 중 28예(90.3%)에서 우수 및 양호한 결과를 보였다. 이중 2군에서는 우수 19예(90.5%), 양호 2예(9.5%)의 결과를 보였으며, 1군은 우수 6예(60%), 양호 1예(10%), 보통 3예(30%)의 결과를 보였다.

**결 론:** 내족지 보행을 동반하는 재발한 만곡족 환자들에서 연부 조직 해리술, 건 이전술, 중족부 절골술 및 경골 과 상부 외회전 절골술은 만곡족 환아에 있어서 잔존 변형의 교정에 효과적이다.

**색인 단어:** 저항성 특발성 만곡족, 내족지 보행, 경골 과 상부 외회전 절골술