

선천성 만곡족의 장기 수술적 치료 결과

김휘택[✉] · 김인희 · 조윤재 · 안태영

부산대학교병원 정형외과

Long-Term Results of Surgical Treatment for the Idiopathic Clubfoot

Hui Taek Kim, M.D.[✉], In Hee Kim, M.D., Yoon Je Cho, M.D., and Tae Young Ahn, M.D.

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

Purpose: This study evaluated the results of surgical treatment for residual or recurrent deformity after the conservative treatment of idiopathic clubfoot.

Materials and Methods: Fifty-one cases (32 patients), who were followed up to skeletal maturity, were reviewed retrospectively. The mean age at the last follow-up was 18.7 years. The surgical options included selective or comprehensive soft tissue release, tendon lengthening and transfer, and various types of osteotomy. The radiology measurements included the talocalcaneal angle and talo-first metatarsal angle in the anteroposterior (AP) view, and the talocalcaneal angle and calcaneal pitch in the lateral view. The radiology measurements were compared with the normal values for adults. The clinical evaluations were made using the ankle-hindfoot score and the midfoot score of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS): excellent (>85), good (71–85), fair (56–70), and poor (<56).

Results: At the last follow-up, the percentages of the 51 cases, whose parameter values fell within the normal ranges were as follows: in the AP view, 41.2% (talocalcaneal angle); and 90.2% (talo-first metatarsal angle). In the lateral view, the percentage was 84.3% (talocalcaneal angle). For the calcaneal pitch, the percentages were 61%. The mean AOFAS score was 88.1±10.7 on the ankle-hindfoot score and 86.7±11.5 on the midfoot score.

Conclusion: The long-term outcome of patients with idiopathic clubfoot, who underwent surgical treatment after conservative treatment, was found to be 43%–90% of the normal range of radiographic indices. Clinically, the mean AOFAS scores were “excellent”. Therefore, a satisfactory result can be obtained by analyzing the elements of deformity more accurately and then using the selective operation method, even if the non-surgical correction method fails.

Key words: clubfoot, surgery

서론

선천성 만곡족은 출생 1,000명당 1명 정도로 비교적 높은 발생 빈도를 가진 선천성 족부 기형으로 침족, 후족부 내반, 전족부 내전, 요족의 4가지 변형이 복합된 변형이다. 교정 방법은 보존적 치료

와 수술적 치료로 나눌 수 있으며 최종 치료 목표는 복합적인 변형을 교정하여 정상적인 발의 형태와 기능을 유지하여 신발이 잘 맞고 통증이 없는 유연한 발을 만드는 데 있다. 이 질환은 출생 후 조기치료가 바람직하며 이때 석고 고정을 이용한 점진적인 변형 교정이 매우 중요하다. 보존적 치료로는 Kite¹⁾, Ponseti²⁾, Laaveg와 Ponseti³⁾가 제시한 방법이 있으며, 2001년 북미소아정형외과학회에서 시행한 설문 결과 Ponseti 방법이 가장 선호되고 있다.⁴⁾ 여러 연구에서 Ponseti 방법으로 80% 이상의 교정 성공률을 보고하고 있으나⁵⁻⁸⁾ 3개월 이상의 보존적 요법에 반응이 없거나 재발된 경우 혹은 지연 발견되었거나 심한 변형을 동반한 경우는 수술적 치료가 적응이 된다.⁹⁾ 수술적 치료는 연령 및 변형의 정도에 따라 선택적 및 광범위 연부조직 유리술,¹⁰⁻¹²⁾ 힘줄 연장,^{10,12,13)} 힘줄 이

Received August 20, 2018 Revised October 15, 2018 Accepted March 25, 2019

[✉]Correspondence to: Hui Taek Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University Hospital, 179 Gudeok-ro, Seo-gu, Busan 49241, Korea

TEL: +82-51-240-7248 FAX: +82-51-274-8395 E-mail: kimht@pusan.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6024-9313>

*This study was supported by a 2017 research grant of Pusan National University Hospital

Table 1. Patients' Data

Case No.	Side	Dimeglio classification	Radiographic measurement parameters (at the last follow-up) (°)					Surgery performed		Mean AOFAS score (at the last follow-up)	
			AP view		Lateral view						
			Initial	TM	TCA	TCA	TiC	Calcaneal pitch	Primary	Secondary	Midfoot
1	Lt.	Grade II	1.5	17.5	44.4	74.7	10.0	AHAL+MCR+PFR		100	100
2	Lt.	Grade IV	9.3	25.3	42.8	78.4	15.5	AHAL+TAL		97	97
3	Rt.	Grade III	7.7	20.2	30.5	68.3	14.4	PM(L)R	ATT+MOT	91	91
4	Lt.	Grade III	4.1	20.0	39.4	70.7	8.3	PM(L)R	ATT+MOT	97	97
5	Rt.	Grade II	16.9	4.9	36.7	53.3	18.6	AHAL+TAL+TPL		95	95
6	Lt.	Grade II	7.6	19.0	42.3	56.3	10.3	AHAL+TAL+TPL		95	95
7	Rt.	Grade II	6.9	21.1	44.6	57.7	20.3	PM(L)R		92	92
8	Lt.	Grade IV	15.3	38.7	45.5	70.5	16.0	PM(L)R	MOT+TEO	78	78
9	Rt.	Grade II	8.3	37.1	40.2	64.5	14.7	AHAL+TAL+TPL		100	100
10	Lt.	Grade II	17.1	15.0	40.4	64.0	14.0	AHAL+TAL+TPL		98	98
11	Rt.	Grade I	9.3	10.1	45.2	73.4	12.1	AHAL +TAL		97	97
12	Lt.	Grade II	7.0	2.3	44.5	67.9	9.2	AHAL+TAL+TPL		95	95
13	Rt.	Grade II	5.5	10.6	49.6	70.4	14.7	AHAL+TAL+TPL		97	97
14	Rt.	Grade II	1.7	18.3	39.5	65.4	11.3	PM(L)R		98	98
15	Lt.	Grade IV	19.7	20.7	42.6	72.8	16.0	AHAL+TAL+TPL	ATT+MOT+TEO	83	83
16	Rt.	Grade I	7.7	20.8	44.4	61.1	12.7	PM(L)R	ATT+CSO	82	82
17	Lt.	Grade III	7.5	13.3	39.8	70.9	14.6	PM(L)R	ATT+CSO	92	92
18	Rt.	Grade IV	26.4	9.0	45.1	67.0	15.3	PM(L)R	ATT+MOT+TEO	78	78
19	Rt.	Grade IV	4.2	21.3	45.5	58.1	22.3	PM(L)R	ATT+MOT+TEO	68	68
20	Lt.	Grade IV	6.6	14.5	45.4	54.0	25.5	PM(L)R	ATT+MOT+TEO	75	75
21	Lt.	Grade II	9.2	11.3	38.0	75.9	9.8	AHAL+MCR+PFR		93	93
22	Rt.	Grade II	8.1	20.0	39.4	69.7	18.4	AHAL+TAL+TPL		100	100
23	Lt.	Grade II	8.4	22.0	40.0	70.3	25.9	AHAL+TAL+TPL		93	93
24	Rt.	Grade III	7.8	14.3	33.4	81.1	4.9	AHAL+MCR+PFR	MOT	77	77
25	Rt.	Grade III	9.4	16.1	39.5	64.0	21.3	AHAL+TAL+TPL	ATT+MOT	77	77
26	Rt.	Grade II	6.0	13.7	38.9	74.6	10.6	PM(L)R		100	100
27	Lt.	Grade II	4.8	8.2	42.7	78.0	11.4	PM(L)R		100	100
28	Rt.	Grade II	8.8	4.8	41.5	77.1	7.2	AHAL+TAL+TPL		93	93
29	Lt.	Grade II	11.0	15.3	40.5	73.8	10.9	AHAL+TAL+TPL		100	100
30	Rt.	Grade II	10.9	10.1	39.8	64.7	18.9	AHAL+TAL+TPL		97	97
31	Lt.	Grade II	12.3	9.8	46.1	73.5	21.3	PM(L)R		91	91
32	Rt.	Grade I	13.0	11.9	48.0	64.5	16.8	AHAL+TAL		88	88
33	Lt.	Grade I	11.6	9.0	41.8	69.8	11.8	AHAL+TAL		85	85
34	Rt.	Grade III	5.3	8.8	43.6	64.0	18.7	PM(L)R	MOT	76	76
35	Lt.	Grade III	5.9	17.5	44.7	69.7	14.9	PM(L)R	MOT	84	84
36	Rt.	Grade III	7.9	4.5	43.6	68.2	17.1	PM(L)R	MOT	86	86

Table 1. Continued

Case No.	Side	Dimeglio classification	Radiographic measurement parameters (at the last follow-up) (°)					Surgery performed		Mean AOFAS score (at the last follow-up)	
			AP view		Lateral view			Primary	Secondary	Midfoot	Ankle-hindfoot
			Initial	TM	TCA	TCA	TiC				
37	Rt.	Grade II	9.7	18.1	45.1	71.6	13.4	AHAL+TAL+TPL		93	93
38	Lt.	Grade II	10.9	15.2	41.9	76.9	10.5	PM(L)R		100	100
39	Rt.	Grade III	9.6	13.0	32.8	69.0	12.2	PM(L)R	CSO	75	75
40	Lt.	Grade III	11.0	15.4	41.8	69.9	15.3	AHAL+MCR+PFR	MOT	77	77
41	Rt.	Grade IV	5.8	10.5	38.5	64.2	14.4	AHAL+TAL+TPL+MCR	ATT+MOT+TEO	65	65
42	Lt.	Grade IV	10.8	14.3	37.9	68.2	19.7	AHAL+TAL+TPL+MCR	ATT+MOT+TEO	62	62
43	Rt.	Grade IV	5.5	10.9	46.8	54.7	19.3	AHAL+TAL+TPL+MCR	ATT+MOT+TEO	68	68
44	Lt.	Grade IV	7.4	20.5	37.6	71.6	16.9	AHAL+TAL+TPL+MCR	ATT+MOT+TEO	68	68
45	Rt.	Grade III	14.2	15.1	42.2	87.2	18.4	AHAL+TAL+TPL	CSO	83	83
46	Rt.	Grade I	8.3	15.8	38.2	66.4	9.3	AHAL+TAL+TPL		93	93
47	Lt.	Grade II	13.5	9.8	48.5	66.6	16.8	AHAL+TAL+TPL		89	89
48	Rt.	Grade II	13.8	11.3	43.9	79.1	10.5	PM(L)R		86	86
49	Lt.	Grade II	11.7	11.4	41.7	75.6	12.6	PM(L)R		100	100
50	Rt.	Grade I	14.2	12.1	40.5	76.3	13.6	AHAL+TAL+TPL		96	96
51	Lt.	Grade IV	12.5	10.4	44.4	69.5	17.6	PM(L)R	ATT+MOT+TEO	88	88
Average (°)			9.6±4.5	14.9±6.9	41.8±3.9	69.1±7.1	14.8±4.5			86.7±11.5	88.1±10.7

Values are presented as number or mean±standard deviation. AP, anteroposterior; TM, talo-first metatarsal angle; TCA, talocalcaneal angle; TiC, tibiocalcaneal angle; AOFAS, American Orthopaedic Foot and Ankle Society; Lt., left; Rt., right; AHAL, abductor hallucis aponeurotic lengthening; MCR, medial capsule release; PFR, plantar fascia release; TAL, Tendo Achilles lengthening; PM(L)R, posteromedial(lateral) release; ATT, anterior tibialis tendon transfer; MOT, midfoot osteotomy; TPL, tibialis posterior lengthening; TEO, tibia external rotation osteotomy; CSO, calcaneal sliding osteotomy.

전,^{10,12,13} 절골술,^{12,14-16} 외고정 장치를 이용한 교정술¹⁷⁾ 등이 시행되고 있다.

선천성 만곡족에 대한 수술적 치료에 대해 국외의 경우 성장이 완료된 이후 결과가 다수 보고되었으나^{3,5,18,19)} 국내의 경우 성장이 완료되지 않은 환아들을 대상으로 하였다.^{6,20,21)} 이에 저자들은 출생 직후 Kite와 Ponseti 방법의 도수조작 및 석고 교정을 시행했으나 실패하여 수술을 하였던 특발성 선천성 만곡족 환아들에서 성장이 완료된 이후 치료 결과를 분석해 보았다.

대상 및 방법

1. 연구대상

특발성 만곡족으로 진단받고 아킬레스건 절단술을 포함한 도수조작 및 석고 교정을 시행하였으나 치료에 실패하여 전신 마취하에 수술을 시행하였던 환자들 중 골 성숙을 이룰 때까지 추시가 가능했던 32명(51족)에 대하여 방사선 및 임상적 소견을 분석하였다(Table 1). 일차 수술을 받은 나이는 평균 9개월(7개월-1년 1

개월)이었다. 51족 중 22족에서 이차적 수술을 받았으며 이때 나이는 평균 4.3세(3.4세-10세)였다. 최종 추시 시 평균 나이는 18.7세(15세-25세)였다. 성별은 남아가 26명, 여아가 6명이었으며 이환 분포는 양측성이 19명, 단측성이 13명이었다. 이환된 발은 우측이 28명 좌측이 23명이었다. 대상군은 모두 특발성 만곡족으로, 선천성 다발성 관절 구축증, 척추관련 이상 및 기타 모든 신경 근육성 장애나 증후군을 동반한 환아들은 제외하였다.

2. 초기 변형 정도

수술 전 족부 변형 정도는 시상면에서 침족(equinus), 관상면에서 내반(varus), 측상면에서 거골을 중심으로 종골-전족부의 감염(derotation) 정도, 후족부 대비 전족부의 내전(adduction) 정도를 통해 분류한 Dimeglio 등^{22,23)}의 분류법으로 평가하였다. 의무기록상 정확한 분류가 되어있었던 경우가 36예였으며, 분류가 정확히 되어있지 않은 15예의 경우 후향적인 방법으로 촬영된 수술 전 육안 사진, 방사선 사진, 의무기록지에 기재된 발의 형태, 보호자와 면담 및 설문지를 통하여 평가하였다. Dimeglio 등의 분류^{22,23)}

에 따라 Grade I이 9.8% (51족 중 5족), Grade II가 45.1% (51족 중 23족), Grade III가 23.5% (51족 중 12족), Grade IV가 21.6% (51족 중 11족)였다.

3. 수술적 치료

수술의 범위는 수술 전 변형의 요소 및 정도를 분석 후 예측하되 최종 범위는 수술 시에 발목관절과 발이 중립위로 저장 없이 위치할 수 있을 정도로 하였다. 수술은 단순 연부조직 유리 및 인대 연장술부터 절골술까지 다양한 술식을 각각의 변형 교정에 맞게 선택하였다. 연부조직 유리술의 경우 유착을 방지하기 위해 최소한의 피부 절개를 목표로 하였으나 최종 범위는 수술 중 확

인된 구축의 교정 정도에 따라 결정되었다. 이때 수술의 목표는 족부의 뼈들이 정상 위치에 있게끔 하였고, C-arm하에서 플라스틱 용기를 발에 위치하여 배굴, 체중부하하는 방향으로 힘을 주었을 때 측정한 전후면 및 측면 거중골 각(talocalcaneal angle)을 기준으로 구조물들의 정상 위치를 판단하였다. 변형이 심하여 광범위 유리술이 필요했던 경우 피부 절개방법은 1992년부터 1995년까지는 Turco¹¹⁾의 절개법을 사용되었고, 1996년부터는 Cincinnati 절개법²⁴⁾이 사용되었다.

기본적인 수술 방법은 족관절 배굴이 10도 이상 되지 않을 경우 먼저 아킬레스건 Z-형 연장술을 시행하였다. 아킬레스건 Z-형 연장술 후에도 배굴이 10도 이상 되지 않을 경우 후방 관절낭



Figure 1. (A) Photograph of a 4 year and 4 month old boy showing internal rotation of the left lower leg when both patellae were kept forward in the sitting position (case no. 51). He had undergone cast corrections using the Ponseti technique 6 times for his left clubfoot (Dimeglio grade IV) beginning 2 weeks after birth. He subsequently underwent posteromedial release at the age of 11 months due to recurrence of the deformity even with continuous physical therapy (foot and heel stretching) and long- and short-leg club foot braces. (B) Standing anteroposterior and (C, D) lateral radiographs of the both feet (C: left, D: right) show mild residual forefoot varus deformity and reduced talar tilt angle on the left foot compared to the right. He underwent posterior release, including Achilles tendon lengthening, (E) closed wedge osteotomy of the cuboid and open wedge osteotomy of the medial cuneiform, total transfer of the tibialis anterior tendon to the cuboid, and (F) distal tibiofibular external rotation (20°) osteotomy. After surgery, the foot deformities improved. The toe-in gait was improved. (G) Standing anteroposterior and (H, I) lateral radiographs of both feet (H: left, I: right) taken when the patient was 18 years old. He does not have any problems in daily living activities. His only complaint was dull foot and ankle pain after playing soccer. The American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) scores were 88 (ankle-hind foot) and 88 (midfoot).

절개술을 포함한 후방(후내측 및 후외측 포함) 유리술을 시행하였다. 침묵에 따른 후방 유리술 이외 내측 및 외측부의 유리 정도는 잔류 족부 변형 정도(전족부 내전, 후족부 내반, 요족)에 따라 선택적 교정법^{10,25)} (à la carte partial-to-complete release)을 시행하였으며, 족저 및 내측의 Henry 매듭(mast knot of Henry)을 포함한 굴곡전, 후경골건의 유리 및 연장과 함께 내외측 거골하 관절을 충분히 해리시켜 종골의 수평면 및 관상면의 회전 교정을 하는 MacKay 술식¹³⁾을 따랐다. 교정된 위치를 유지시키기 위하여 주상골-거골, 입방골-종골, 종골-거골 관절을 통과하는 K 강선 고정을 필요에 따라 시행하였다.

전족부 내전과 함께 동적 회외전 변형은 가장 흔한 잔류 변형으로 전경골건을 입방골로 완전 이전(full transfer)하였다(Fig. 1). 유연성이 없는 전족부 내전증의 경우 입방골에 절제한 삼각골편을 내측 설상골 중간에 절골술 후 끼워 넣어 외측주의 단축과 내측주의 연장을 시행하였다. 삼각골편이 작고 강도가 약할 경우 인공 뼈(hydroxyapatite)도 사용하였으며 골편이 불안정한 경우 K 강선으로 고정하였다. 삼각골편을 절제한 입방골도 1-2개의 K 강선으로 고정하였다.

족부의 변형과 족관절 배굴도 만족스럽게 교정이 되었으나 3-4세 이후 내족지 보행으로 기능 장애 및 외형상 문제를 보인 경우 computed tomography (CT) 검사를 시행하여 대퇴골과 경골의 염전 정도를 파악한 후 경-비골 원위부에서 15-25도 정도 경-비골 회외전 절골술을 시행하였다.

4. 수술 빈도

51족 중 29족(56.9%)에서 일차 수술만을 받았으며, 나머지 22족

(43.1%)에서 이차 수술이 필요하였다. 일차 수술로는 아킬레스건의 연장술, 무지 외전전 절단술, 후경골건 연장술, 족저근막 유리술, 후내(외)측 유리술, 전경골건의 이전술 등의 연부조직 수술을 주로 하였다(Table 2). 이차 수술로는 아킬레스건의 재 연장술을 포함한 후방(후내측 및 후외측 포함) 유리술, 종족골 절골술, 종골 절골술, 경-비골 회외전 절골술 등을 주로 시행하였다.

5. 수술 후 처치

후내(외)측 연부조직 해리술 및 족관절 절골술을 시행한 경우 교정 위치에서 장하지 석고 고정을 6주간 시행하였다. 수술 후 부종이 감소하는 1-2주째 수술실에서 마취하에 도수 교정을 추가로 하거나 피부 상태를 확인한 후 족부 및 족관절 중립위 혹은 족관절 10도 배굴 위치하도록 다시 장하지 석고 고정을 시행하였다. 주상골-거골, 입방골-종골, 종골-거골 등에 K 강선 고정을 시행한 경우 6주 때 외래 혹은 수술실에서 이를 제거하였다. 수술 시 연부조직 저항성이 심했던 경우 다시 정확한 족부 위치에서 4-6주간 단하지 석고 고정을 추가로 시행하였다. 경-비골 원위부 회외전 절골술을 시행한 경우도 교정 위치에서 장하지 석고 고정을 6주간 시행하였고 절골술 부위에 골유합이 이뤄질 때까지 체중 부하를 제한하였다. 모든 예에서 석고고정 이후 보조기를 사용하였다. 초기 보조기는 장하지 형태로 무릎을 90도 굴곡하고 족부는 20도 이상 외회전하는 형태를 엄격히 6개월 이상 사용하였으며 보조기 사용 중 지속적인 도수 치료를 부모에게 교육시켜 시행하게 하였다. 이후 교정 정도가 양호하고 유연성을 보이는 족부에 한해 단하지 보조기를 추천하여 특히 야간에는 필히 2년 이상 착용하게 하였다.

Table 2. Operation Performed

Primary operation	No. of case	Secondary operation	No. of case
		ATT+MOT+TEO	
AHAL+TAL+TPL*	18	MOT	5
AHAL+TAL*	4	ATT+MOT	3
AHAL+TAL+TPL+MCR*	4	ATT+CSO	2
AHAL+MCR+PFR*	4	CSO	2
		MOT+TEO	1
PM(L)R†	21		
Total	51		22

Repeated release of the soft tissues was performed in the secondary operation when they were tight. *Selective soft tissue release. †Extensive soft tissue release. AHAL, abductor hallucis aponeurotic lengthening; TAL, Tendo Achilles lengthening; TPL, tibialis posterior lengthening; MCR, medial capsule release; PFR, plantar fascia release; PM(L)R, posteromedial(lateral) release; ATT, anterior tibialis tendon transfer; MOT, midfoot osteotomy; TEO, tibia external rotation osteotomy; CSO, calcaneal sliding osteotomy.

Table 3. Results of the Radiographic Measurements

Measurement parameters	Patients in the study	Normal values in adult by Thomas et al. ²⁶⁾
AP view		
Talo-first metatarsal angle (°)	9.6±4.5 (2-26)	7.4±6.8 (-12-29)
Talocalcaneal angle (°)	14.9±6.9 (2-39)	21.1±6.0 (5-36)
Lateral view		
Talocalcaneal angle (°)	41.8±3.9 (31-50)	45.9±7.5 (25-68)
Calcaneal pitch (°)	14.8±4.5 (5-26)	19.6±6.2 (5-43)
Talocalcaneal index (sum of the talocalcaneal angle in AP and lateral views)	46.7±7.5 (32-74)	

Values are presented as mean±standard deviation (range). AP, antero-posterior.

6. 최종 결과 평가 방법

방사선 분석은 최종 추시 때 촬영한 체중부하 전후면 사진에서 거종골 각, 거골-제1 중족골 각(talo-first metatarsal angle)을, 측면 사진에서 거종골 각, 종골 경사각(calcaneal pitch), 전후면과 측면 방사선 사진상 거종골 각의 합으로 거종골간 지수(talocalcaneal index)를 구하였다. 측정값은 Thomas 등²⁶⁾의 성인 정상치와 비교하였으며 이때 평균 \pm 1표준편차 이내에 속하는 값들을 정상으로 평가하였다. 임상적 평가를 위하여 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score와 midfoot score²⁷⁾를 이용하였다. 이외 임상적으로 환자들의 생활 중 기능 및 외형적으로 가장 불편한 점들을 별도로 조사하고 수술 후 발생한 합병증을 분석하였다.

7. 통계적 분석

양측 이환 환자 중 좌측과 우측의 방사선 지표와 AOFAS score가 서로 유의한 차이를 보이는지와 일차, 이차 수술을 받은 환자들 사이 방사선적 지표와 AOFAS score의 관계를 확인하고자 독립 표본 t 검정(Student's t-test)을 시행하였다. 양측 이환 혹은 단측 이환과 Dimeglio 중증도 분류 사이 및 Dimeglio 중증도 분류가 이차 수술을 받는 것과의 상관관계를 알아보기 위해 선형 대 선형 결합(linear by linear association), Dimeglio 중증도 분류와 AOFAS score 간에 연관성이 있는지 확인하기 위해 Kendall, Spearman의 순위상관분석(Kendall's tau-b, Spearman's rho)을 이용하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics ver. 23.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며 통계적 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

1. 방사선적 분석

전후면 거종골 각의 평균값은 $14.9^\circ \pm 6.9^\circ$ 로 Thomas 등²⁶⁾이 제시한 기준에서는 41.2% (51족 중 21족), 전후면 거골-제1 중족골 각의 평균값은 $9.6^\circ \pm 4.5^\circ$ 로 90.2% (51족 중 46족)가 정상범위에 속하였다(Table 3). 측면 거종골 각의 평균값은 $41.8^\circ \pm 3.9^\circ$ 로 84.3% (51족 중 43족), 종골 경사각의 평균값은 $14.8^\circ \pm 4.5^\circ$ 로 60.8% (51족 중 31족)에서 정상범위에 속하였다.

2. 임상적 분석

AOFAS score 평균은 ankle-hindfoot score에서 88.1 ± 10.7 점, midfoot score에서 86.7 ± 11.5 점으로 평가되었다. 환자가 호소하는 가장 흔한 외형상 문제는 작은 발(62.9%)과 위축된 종아리 근육에 대한 불만족(53.3%)이었다. 그 외 기능상 발의 불편감(35.4%) (특히 장거리 보행, 달리기, 계단 오르기 등)과 함께 쪼그려 앉는 활동의 어려움(74.7%)이 가장 많이 관찰되었다.

3. 통계적 분석

양측과 단측 이환군 간 Dimeglio 중증도 분류 빈도에 유의한 차이는 없었으며, 중증도가 증가할수록 이차 수술을 받는 환자의 비율이 증가하는 경향이 있음을 확인하였다. 또한 좌측 및 우측 이환 여부가 방사선 지표 및 AOFAS score와의 유의한 차이를 보이지 않음을 확인하였다. 일차 수술과 이차 수술 받은 환자들의 AOFAS score에서는 유의한 차이가 있었으며 이차 수술을 받은 환자에서 약 16.6점 가량 낮은 점수를 보였다. 또한 Dimeglio 중증도 분류와 AOFAS score 간에도 유의한 연관성을 보였다.

4. 합병증

일차 수술 후 부분 피부괴사를 보여 치료한 경우가 4예 있었으나 1예에서만 피부 이식을 하였고 나머지 3예에서는 모두 자연 치유되었다. 엑스선상 삼각형의 주상골을 보인 경우가 5예 있었으나 모두 추가 치료를 요하지는 않았다. 3예에서 과교정에 따른 족부 외반 변형이 보였으며 그 중 2예에서 종골-입방골-내측 설상골을 포함하는 3중 내반 교정 절골술로 치료하였다.

고 찰

선천성 만곡족의 수술적 치료는 1784년 Lorenz가 아킬레스건 절단술을 시행하면서 시작되었다. 이후 1906년 Codivilla는 후방 내측 연부조직 유리술을 발표하였고, 이는 1979년 Turco¹¹⁾가 발표한 후방 내측 유리술의 근간이 되었다. Ponseti²⁾ 방법에 의한 석고 붕대 치료는 1940년대부터 Iowa에서 시작하여 기술적 변형을 거치게 되었다. 그러나 Ponseti²⁾ 방법을 잘 시행하더라도 교정의 실패나 재발이 되는 경우가 있으며^{7,28)} 이러한 재발은 특히 발의 성장이 빠른 시기인 1-3세에서 가장 흔하다고^{6,27)} 알려져 있다. 일단 변형이 재발한 경우 환자의 보장구는 더는 맞지 않아 불편하게 되고 이는 순응도의 감소로 이어진다.

Ippolito 등¹⁸⁾은 초기 Ponseti 방법과 제한된 후방 연부조직 유리술 병행의 우수성을 보고 하였으며, 2006년 Dobbs 등⁵⁾은 광범위 연부조직 유리술을 시행했던 만곡족 환자의 장기 추시 결과가 좋지 않았음을 보고하여 선천성 만곡족의 초기 치료로 가능한 보존적인 치료 방법이 추천되며 수술적 치료를 하더라도 제한된 범위의 시술이 중요함을 지적하였다. 또한 Smith 등⁸⁾도 Ponseti 방법으로 치료한 경우와 수술적 치료한 경우의 비교에서 성인이 되었을 때 족관절 운동범위나 굴곡근의 힘, 관절염의 발생 등에서 Ponseti 방법으로 치료한 군의 우수성을 발표하였다.

1987년 Bensahel 등²⁵⁾은 잔존한 선천성 만곡족 환자에서 “à la carte”라는 1단계 후내측 연부조직 유리술을 시행하여 좋은 결과를 보고하였다. 또한 2009년 Park 등¹⁰⁾도 보존적 치료 후 재발 혹은 잔존한 특발성 만곡족에서 선택적인 연부조직 유리술을 발표하였고, 반복된 건절단술이 상처의 재형성과 구축을 일으켜 재발

을 더 조장할 수 있다는 가정하에 상처가 없는 새로운 부위로 절개 후 접근을 하여 좋은 결과를 얻었다고 하였다. 또한 변형의 정도와 유형에 따라 다른 선택적 술식을 적용하여 유착을 최소화하는 접근법을 시도하였다. 본 연구의 대상군에서도 이러한 “à la carte” 방법은 모든 예에서 오래 전부터 시행되어 왔었다. 그러나 Park 등¹⁰⁾이 주장하듯이 상처가 없는 새로운 부위로 절개하여 족지 굴곡건이나 후경골건을 연장하지 않았고 일차 연부조직 유리술 후 다시 재발이 된 경우 대부분 동일 부위에 기존의 절개선을 이용하여 재해리술을 시행하였다. 이러한 절개 방식으로 수술을 한 Park 등¹⁰⁾의 술 후 결과 평가는 골 성숙이 이루어지기 전 연령대인 평균 3.6세(2-5.3세)에서 이루어져 추후 재발 가능성을 완전 배제할 수 없으나, 본 연구의 결과보다 우수한 장기적 결과가 예상된다.

제한된 범위의 선택적 연부조직 해리술을 할 때 Cincinnati 절개와 같이 하나의 긴 횡절개를 가하지 않고 족부 내-외측에서 부분적인 피부 절개를 이용하여 거골하 관절을 해리하여 종골과 거골의 회전 변형 교정할 수 있다. 본 연구에서도 광범위 유리술이 필요했던 경우 1992년부터 1995년까지 Turco 술식을 이용하였으나 1996년 이후부터는 전례에서 Cincinnati 피부 절개방법을 선택하였다. 이때 선택적 연부조직 유리술이 필요한 경우 Cincinnati 피부 절개선 상에서 부분 피부 절개를 통해 변형 교정을 시행하여 Turco의 절개선에 비해 환자 및 보호자들이 미용상 더 만족스러워 하였다.

선택적 연부조직 유리술 시행과 함께 전족부의 내전이 심한 경우 족근골 절골술, 후족부 내반이 심한 경우 후경골 근육 내 인대 연장술(intramuscular tendon recession) 혹은 종골 절골술 등을 시행할 수 있다. 본 연구에서는 전족부 및 중족부의 내전 변형을 교정하기 위해 주로 입방골 폐쇄성 절골술과 내측 설상골 개방성 절골술을 통하여 만족할 만한 변형의 교정을 얻었다. 이와 함께 전족부의 동적 회외전 변형을 보이는 경우 전경골건의 외측 입방골로 이전을 시행하였다. 이 경우 부분 이전(split transfer)보다는 대부분에서 완전 이전을 시행하였다. Mulhern 등²⁹⁾의 보고에 따르면 두 술식 간의 결과 차이는 크게 없으나 완전 이전술이 과교정을 유발할 수 있다고 하였다. 그러나 저자의 경험상 부분 이전을 시행할 경우 다시 재발하는 경향을 보였으며 완전 이전술로 인한 족부 회내전 변형이나 외반족 발생 등의 합병증은 발생하지 않았다.

또한 지속적인 내족지 보행이 있는 경우 경-비골 회외전 절골술을 시행하였다. 이때 수술 전 시행한 CT상 정상측 경골 염전을 참조하여 15-25도 정도의 회외전을 시행하였다. 그러나 내족지 보행과 대퇴골 및 경골 회전 변형량은 일치하지 않는 경우도 있어³⁰⁾ 모든 환자에서 CT를 통해 평가하지는 않았고 족부 진행 각도를 기준으로 교정하는 경우도 있었다. 이 술식을 통해 임상적으로는 대부분 만족스러운 교정을 얻었으나 정상범위 이상의 경

골 회외전이 필요했던 경우 인접 대퇴골 전염각과의 관계, 슬관절 및 족관절에 대한 이차적 영향에 대해서는 장기적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

3예에서 거골-종골간 인대 및 과도한 내측 연부 해리술에 따른 족부 외반 변형이 발생하였다. 이중 2예에서 종골 외측 개방성 및 내측 전이 절골술 및 설상골 내측-족저에 기저부를 둔 폐쇄성 절골술(medial cuneiform plantar-based closing wedge osteotomy)과 입방골 외측 개방성 절골술로 교정하였다. 삼각형 주상골(triangular navicula) 변형은 5예에서 보였으나 주상골의 등쪽 아탈구는 동반되지 않아 특별한 치료가 필요하지 않았으며, 등쪽 건막류(dorsal bunion), 거골의 무혈성괴사 등의 합병증은 없었다.

선천성 만곡족의 수술적 치료 빈도는 약 30% 정도로 보고되었으나⁶⁾ Ponseti의 비수술적 치료 방법이 좋은 결과를 보여줌에 따라 그 빈도가 많이 감소하고 있다. 문헌고찰을 통해 볼 때 수술적 치료의 성공률은 81%-86%⁶⁾ 정도이며 이때 광범위 연부조직 유리술이 좋은 결과를 가져온다는 보고가 있으나⁵⁾ 이 경우 관절의 운동범위, 가재미근의 힘, 관절염의 발생에 있어 결과가 불량함을 보고하고 있다²⁸⁾. 또한 후내측 유리술 후 27%의 재수술을 보고하고 있어¹⁹⁾ 선천성 만곡족의 대표적 치료는 현재 Ponseti 방법에 따른 비수술적 요법에 있다고 하겠다. 그러나 Ponseti 방법으로 치료 후 재발되거나 저항성을 보이는 경우 수술적 치료는 유용한 방법으로 본 연구와 같은 장기 치료 결과는 향후 수술적 치료를 필요로 하는 외과 의사에게 도움을 줄 것으로 생각된다.

본 연구에서 수술 전 족부 변형의 정도는 족부의 유연성 정도와 도수 교정 정도에 따른 Dimeglio 등의 4단계 분류법^{22,23)}을 사용하였다. 이 분류법은 후족부와 중족부의 구축 정도에 따라 각각의 측정 요소를 0점, 0.5점, 1점의 세 단계로 점수화한 Pirani score²³⁾에 비해 점수화 면에 있어 복잡한 면이 있으나, 본 연구 대상군 초기 환자들의 의무기록상 대부분 Dimeglio 등의 분류법으로 되어있어 모든 환자들에서 이를 사용하였다. 족부의 최종 방사선 분석에서는 Thomas 등²⁶⁾의 정상치를 이용하였다. 최종 임상적 판단은 idiopathic club foot disease-specific instrument나 Laaveg-Ponseti score³⁾ 등이 있으나 본 연구는 골 성숙 후 환자들의 기능적 평가가 필요하여 성인 족부 질환에서 가장 흔히 사용되고 있는 AOFAS score²⁷⁾를 이용하였다.

본 연구는 후향적 연구의 단점을 가지고 있으며 특히 후내측 유리술 시행 시 어떤 세부적 구조물을 유리시켰는지 정확한 기재가 되어있지 않은 경우가 있었다. 또한 Dimeglio 등의 분류도 소수에서는 후향적으로 분류한 경우도 있었다. 10년 이전의 의무기록이 보존되어 있지 않아 외래에서 보존적 요법으로 치료를 끝낸 전체 환자수와 수술환자 수의 정확한 비율도 평가하기 어려웠다.

결론

보존적 치료에 실패한 특발성 만곡족에서 일차 혹은 이차적 수술을 통해 치료 후 골 성숙이 완료된 시점에서 방사선 및 임상적으로 발의 형태와 기능에서 만족스러운 치료 결과를 얻었다. 수술적 치료는 변형의 요소와 정도를 정확히 분석한 후 선택적 수술 방법을 통할 경우 만족스러운 결과를 가져올 수 있다고 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

- Kite JH. Nonoperative treatment of congenital clubfoot. *Clin Orthop Relat Res.* 1972;84:29-38.
- Ponseti IV. Treatment of congenital club foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:448-54.
- Laaveg SJ, Ponseti IV. Long-term results of treatment of congenital club foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1980;62:23-31.
- Zionts LE, Sangiorgio SN, Ebramzadeh E, Morcuende JA. The current management of idiopathic clubfoot revisited: results of a survey of the POSNA membership. *J Pediatr Orthop.* 2012;32:515-20.
- Dobbs MB, Nunley R, Schoenecker PL. Long-term follow-up of patients with clubfeet treated with extensive soft-tissue release. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:986-96.
- Lee S, Suh S, Lee W, Hong S. Clinical result of surgical treatment of the idiopathic club foot. *J Korean Orthop Assoc.* 1996;31:418-25.
- Zhao D, Liu J, Zhao L, Wu Z. Relapse of clubfoot after treatment with the Ponseti method and the function of the foot abduction orthosis. *Clin Orthop Surg.* 2014;6:245-52.
- Smith PA, Kuo KN, Graf AN, et al. Long-term results of comprehensive clubfoot release versus the Ponseti method: which is better? *Clin Orthop Relat Res.* 2014;472:1281-90.
- Cummings RJ, Lovell WW. Operative treatment of congenital idiopathic club foot. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:1108-12.
- Park SS, Kim SW, Jung BS, Lee HS, Kim JS. Selective soft-tissue release for recurrent or residual deformity after conservative treatment of idiopathic clubfoot. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1526-30.
- Turco VJ. Resistant congenital club foot--one-stage posteromedial release with internal fixation. A follow-up report of a fifteen-year experience. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:805-14.
- McKay SD, Dolan LA, Morcuende JA. Treatment results of late-relapsing idiopathic clubfoot previously treated with the Ponseti method. *J Pediatr Orthop.* 2012;32:406-11.
- McKay DW. New concept of and approach to clubfoot treatment: section II--correction of the clubfoot. *J Pediatr Orthop.* 1983;3:10-21.
- 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.
- 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.
- Kuo KN, Hennigan SP, Hastings ME. Anterior tibial tendon transfer in residual dynamic clubfoot deformity. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:35-41.
- El Barbary H, Abdel Ghani H, Hegazy M. Correction of relapsed or neglected clubfoot using a simple Ilizarov frame. *Int Orthop.* 2004;28:183-6.
- Ippolito E, Farsetti P, Caterini R, Tudisco C. Long-term comparative results in patients with congenital clubfoot treated with two different protocols. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85-A:1286-94.
- Hsu LP, Dias LS, Swaroop VT. Long-term retrospective study of patients with idiopathic clubfoot treated with posterior medial-lateral release. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:e27.
- Whang KS, Lim BG, Kim YH, Kim SJ. The operative treatment of the resistant clubfoot: comparative study between modified turco's operation and combining calcaneocuboid release. *J Korean Orthop Assoc.* 1995;30:551-61.
- Park BM, Yang IH, Lee SB, Cho YC. Posteromedial release for resistant congenital clubfoot. *J Korean Orthop Assoc.* 1993;28:667-73.
- Diméglio A, Bensahel H, Souchet P, Mazeau P, Bonnet F. Classification of clubfoot. *J Pediatr Orthop B.* 1995;4:129-36.
- Cosma D, Vasilescu DE. A Clinical Evaluation of the pirani and dimeglio idiopathic clubfoot classifications. *J Foot Ankle Surg.* 2015;54:582-5.
- Maffulli N, Del Buono A, Testa V, Capasso G, Oliva F, Denaro V. Safety and outcome of surgical debridement of inser-

- tional Achilles tendinopathy using a transverse (Cincinnati) incision. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93:1503-7.
25. Bensahel H, Csukonyi Z, Desgrippes Y, Chaumien JP. Surgery in residual clubfoot: one-stage medioposterior release "à la carte". *J Pediatr Orthop.* 1987;7:145-8.
26. Thomas JL, Kunkel MW, Lopez R, Sparks D. Radiographic values of the adult foot in a standardized population. *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:3-12.
27. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hind-foot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53.
28. Dietz FR. Treatment of a recurrent clubfoot deformity after initial correction with the Ponseti technique. *Instr Course Lect.* 2006;55:625-9.
29. Mulhern JL, Protzman NM, Brigido SA. Tibialis anterior tendon transfer. *Clin Podiatr Med Surg.* 2016;33:41-53.
30. Lee JS, Kim HT, Seong YJ, Bae SH. Treatment of the resistant idiopathic clubfoot with toe-in gait. *J Korean Orthop Assoc.* 2009;44:642-50.

선천성 만곡족의 장기 수술적 치료 결과

김휘택[✉] · 김인희 · 조운재 · 안태영

부산대학교병원 정형외과

목적: 도수조작 및 석고 교정을 통해 보존적 치료를 시행하였으나 잔여 혹은 재발변형으로 수술적 치료를 받았던 특발성 만곡족 환자의 장기 치료 결과를 분석하였다.

대상 및 방법: 방사선상 골 성숙이 완료된 32명의 환자 총 51예를 대상으로 후향적인 연구를 시행하였다. 최종 추시 시 평균 연령은 18.7세였다. 수술은 선택적 혹은 광범위 연부조직 유리술과 힘줄 연장, 힘줄 이진, 다양한 절골술 등을 시행하였다. 방사선적 분석은 최종 촬영한 체중부하 전후면 사진에서 거중골 각(talocalcaneal angle), 거골-제1 중족골 각(talo-first metatarsal angle), 측면 사진에서 측정한 거중골 각, 종골 경사각(calcaneal pitch)을 측정하여 성인정상 측정값과 비교하였다. 임상적 평가는 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)의 ankle-hindfoot score와 midfoot score를 이용하여 우수(>85), 양호(71-85), 보통(56-70), 불량(<56)으로 평가하였다.

결과: 최종 방사선 계측치는 전후면 거중골 각에서 각각 41.2%, 전후면 거골과 제1 중족골 간의 각에서 90.2%, 측면 거중골 각에서 84.3%, 측면 종골 경사각에서 각각 61%가 정상범위에 포함되었다. AOFAS 평균은 ankle-hindfoot score에서 88.1 ± 10.7 점 midfoot score에서 86.7 ± 11.5 점이었다.

결론: 수술적 치료를 받았던 특발성 만곡족 환자의 장기 치료 결과에서 정상범위에 속하는 방사선 지표 비율은 43%-90%로 확인되었으며 임상적으로 AOFAS 평균값은 우수에 속하였다. 따라서 비수술적 교정 방법에 실패한 경우라도 변형의 요소를 보다 더 정확히 분석한 후 선택적 수술 방법을 통할 경우 임상적으로 만족스러운 결과를 가져올 수 있다.

색인단어: 만곡족, 수술

접수일 2018년 8월 20일 수정일 2018년 10월 15일 게재확정일 2019년 3월 25일

[✉]책임저자 김휘택

49241, 부산시 서구 구덕로 179, 부산대학교병원 정형외과

TEL 051-240-7248, FAX 051-274-8395, E-mail kimht@pusan.ac.kr, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6024-9313>

*본 연구는 2017년 부산대학교병원 임상연구 보조에 의해 이루어졌음.