



제 1열 전족부 절골술을 통한 평발 교정에 있어 골이식 없이 사용한 소형 썬기형 금속판의 치료 결과

최준영, 신명진*, 서진수*

W병원 족부족관절센터, *인제대학교 의과대학 일산백병원 정형외과학교실

The Results of the First Ray Forefoot Osteotomy Using Low Profile Wedge Plate without a Bone Grafting for Pes Planus Correction

Jun Young Choi, Myung Jin Shin*, Jin Soo Suh*

W Institute for Foot and Ankle Disease and Trauma, W Hospital, Daegu,

*Department of Orthopedic Surgery, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

Purpose: We retrospectively analyzed the radiographic and clinical results after the first ray of forefoot osteotomy using low profile wedge plate without additional cancellous bone grafting for pes planus correction.

Materials and Methods: Twenty-four patients were enrolled in this study. Medial cuneiform opening wedge osteotomy was performed in 12 patients (Cotton osteotomy, group C) and first metatarsal base osteotomy was performed in 12 patients (group MT).

Results: On average, the wedge size was 5.61 mm (5~6 mm). The mean time to radiographic union was 3.18 and 3.27 months in groups C and MT, respectively. Postoperative talonavicular coverage angle, talo-first metatarsal angle (anteroposterior), talo-first metatarsal angle (lateral), talo-calcaneal angle (lateral), medial cuneiform height, and American orthopaedic foot, as well as ankle society midfoot scale were significantly improved in both groups. Nonunion, delayed union or fixation failure was not presented in our series.

Conclusion: We have shown that low profile wedge plate was effective in the case of first ray forefoot osteotomy for pes planus correction without any additional cancellous bone grafting.

Key Words: Flatfoot, Cotton osteotomy, Low profile wedge plate

서 론

성인에서 발생한 편평외반족에 대한 수술 중 후족부에 대한 내측 전위 종골 절골술 이후 전족부 내반이 남을 경우 제 1열에 대한 교정을 시도하게 된다. 제 1중족-설상관절의 관절염이 심하지 않을 경우, 절골술을 행하여 교정을 시도하게 되고,^{1,2)} 중족-설상관절의 관절염이 동반되어 있을 경우, 중족-설상관절 유합을 고려하게

된다.³⁾ 전자의 경우, 절골은 Cotton⁴⁾에 의해 처음으로 소개된 이후 현재에는 널리 행해지고 있는 내측 설상골 족배부에서 시행하거나 무지외반증이 동반되어 있는 경우 함께 교정할 목적으로 제 1중족골에서 개방형 썬기절골술의 형태로 행해질 수 있다.

수많은 저자들에 의해 제 1열 절골술 방법이 연구, 개선되고 골이식 유무, 고정제 사용되는 기기 등이 변형되어 왔으며 현재에는 개방형 절골술 부위를 유지할 수 있는 썬기를 가진 소형 금속판 (Arthrex Inc., Naples, FL, USA; Fig. 1)이 많이 사용되고 있다.

슬관절의 내반변형 시 근위경골에 행해지는 내측 개방형 썬기절골술의 경우 개방형 썬기 부분에 추가적인 골이식이나 골대체물질의 삽입이 없이도 유합에 문제가 없이 좋은 결과를 얻을 수 있다는 보고들이 많이 이루어지고 있다.⁵⁻⁷⁾ 이에 저자들은 성인의 편평외반족을 Cotton 절골술, 제 1중족골 기저부 절골술의 두 가지의 제 1

Received November 8, 2016 Revised December 16, 2016 Accepted January 19, 2017
Corresponding Author: Jin Soo Suh
Department of Orthopedic Surgery, Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 170 Juhwa-ro, Ilsanseo-gu, Goyang 10380, Korea
Tel: 82-31-910-7968, Fax: 82-31-910-7967, E-mail: sjs0506@paik.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2017 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

열 전족부 절골술을 통하여 교정할 시에 소형 췌기형 금속판을 사용하여 추가적인 해면골 이식 없이 고정한 결과에 대해 보고하고자 한다. 추가적으로 해면골을 절골공간에 채우지 않고 소형 췌기형 금속판을 사용하여 고정하더라도 방사선학적 유합 및 유합에 걸리는 시간, 수술 전, 후의 방사선학적 지표들의 교정 정도에 문제가 없을 것이라 가정하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2013년 6월부터 2015년 6월까지 인제대학교 일산백병원 및 W병원에서 성인형 편평족으로 내측 전위 종골 절골술을 이용하여 후족부 외반을 시행한 뒤 추가적인 해면골 이식 없이 소형 췌기형 금

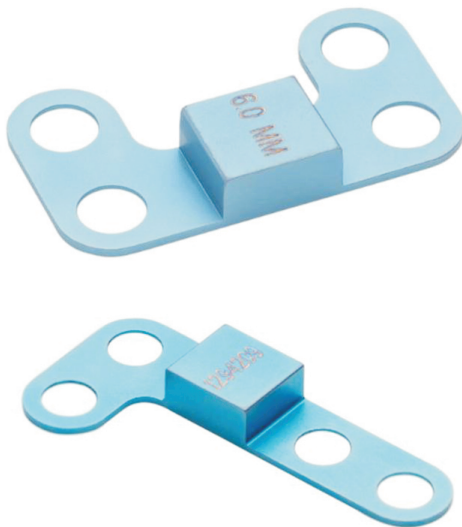


Figure 1. Various types of low profile mini opening wedge plate used for pes planus deformity correction (Arthrex Inc., Naples, FL, USA).

속판만을 이용한 제 1열 전족부 절골술을 통한 교정수술을 시행 받고 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 환자를 대상으로 후향적인 연구를 시행하였다. 수술은 내측 설상골 개방형 절골술(Cotton 절골술; Cotton osteotomy group, C군), 제 1중족골 기저부 절골술(1st metatarsal base osteotomy group, MT군)이 여기에 포함되었으며, 각각 12예였다. C군에서는 10예에서 내측 전위 종골 절골술을 통한 후족부 교정 이후에 전족부 교정을 실시하였으며 MT군에서는 2예에서만 후족부 선행교정을 실시하였다. 두 군의 평균 나이 및 추시기간, 남녀 성비 및 수술방향은 Table 1에 정리되어 있다. 평균 나이 및 추시기간은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p=0.43, 0.57$).

2. 수술방법

모든 군에서 양와위에서 장무지 신전건의 내측에 종절개를 향하여 내측 설상골, 혹은 제 1중족골 기저부의 절골 부위를 노출시켰다. 절골 부위 및 절골방향의 확인을 위하여 족배부에서 족저부 방향으로 가이드 핀을 삽입한 뒤 방사선 투시촬영장치를 이용하여 이를 확인하였다. 내측 설상골 절골의 경우 가이드 핀이 제 2중족설상관절과 평행하게 놓이도록 하였다. 이후 절골도를 이용하여 절골을 시행하고 Laminar spreader를 이용하여 원하는 만큼의 교정이 이루어질 때까지 절골 부위를 벌린 후에 5~6 mm의 췌기를

Table 1. Patients' Demographics in Each Group

Variable	Group C (n=12)	Group MT (n=12)
Mean age (yr)	37.1±13.18	43.14±14.25
Follow-up period (mo)	16.22±4.16	17.13±4.27
Male:female	4:8	3:9
Right:left	4:8	8:4

Values are presented as mean±standard deviation or number only. Group C: Cotton osteotomy, Group MT: 1st metatarsal base osteotomy.

Table 2. Whole Radiologic and Clinical Parameters Related to Each Group

Variable	Group C (n=12)		Group MT (n=12)	
	Preop	Postop	Preop	Postop
TNCA (°)	27.94±7.75	18.01±6.31	26.28±4.41	17.5±5.18
T1MTA (°)	24.34±5.85	18.05±5.44	26.33±4.41	19.7±4.82
Meary angle (°)	-13.64±3.32	1.83±2.26	-12.23±1.62	1.68±2.52
TCA (°)	60.76±6.38	46.64±7.62	58.5±7.73	42.36±7.81
CPA (°)	8.13±3.23	16.25±4.62	7.31±2.66	15.1±2.11
MCH (mm)	14.52±3.22	18.12±2.24	15.55±2.31	18.78±2.95
Time to radiographic union (mo)	3.18±0.99		3.27±0.72	
AOFAS score	61.76±5.23	88.21±6.56	62.57±5.14	88.52±2.45

Values are presented as mean±standard deviation.

Group C: Cotton osteotomy, Group MT: 1st metatarsal base osteotomy, Preop: preoperative, Postop: postoperative, TNCA: talo-navicular coverage angle on anteroposterior (AP) radiograph, T1MTA: talo-1st metatarsal angle on AP radiograph, TCA: talo-calcaneal angle on lateral radiograph, CPA: calcaneal pitch angle on lateral radiograph, MCH: medial cuneiform height on lateral radiograph, AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society.

가진 소형 금속판을 이용하여 절골 부위를 고정하였다(평균 5.61 mm). 후족부 교정을 함께 시행한 경우, 술 후 6주째까지는 단하지 석고붕대를 고정하고 체중부하를 금지시켰으며, 석고붕대 제거 이후 부분 체중부하를 시작하였다. 술 후 6~8주 사이에 체중부하 시 통증을 느끼지 않을 때 임상적 유합이 이루어지고 있다고 판단하고 전 체중부하를 시작하였다. 후족부 교정이 없이 전족부 단독 교정일 경우 수술 직후부터 딱딱한 바닥을 가지도록 고안된 특수신발을 신고 뒷꿈치 보행을 시킨 이후에 술 후 6주째부터 부분 체중부하로 이행하도록 하였다.

3. 평가방법

수술 전 및 최종 추시 시점에서 기립한 상태에서의 전후면 방사선을 측정하였다. 전후면상에서는 거주상 피복각(talo-navicular coverage angle), 거골-제 1중족골간 각(talo-1st metatarsal angle)을 측정하였고, 측면상에서는 거골-제 1중족골간 각(Meary angle), 거골-종골간 각(talo-calcaneal angle), 종골피치각(calcaneal pitch angle) 및 내측 설상골(medial cuneiform height)의 높이를 측정하

였다.

또한 전체 예에서 방사선 사진상에서 보이는 골유합 시기를 측정하였으며, 수술 전과 최종 추시에서의 임상적 분석은 American

Table 3. Mean Correctional Power to Radiologic Parameters of Each Osteotomy

Variable	Group C (n=12)	Group MT (n=12)	p-value
Δ TNCA (°)	-9.94±1.26	-8.78±1.25	0.211
Δ T1MTA (°)	-6.29±3.16	-6.63±2.39	0.437
Δ Meary angle (°)	15.47±2.27	13.91±3.28	0.991
Δ TCA (°)	-14.12±2.09	-15.14±0.67	0.062
Δ CPA (°)	8.12±2.19	7.79±1.32	0.832
Δ MCH (mm)	3.60±1.12	3.23±0.81	0.76

Values are presented as mean ± standard deviation. Group C: Cotton osteotomy, Group MT: 1st metatarsal base osteotomy, Δ: delta, an increment of a variable, TNCA: talo-navicular coverage angle on anteroposterior (AP) radiograph, T1MTA: talo-1st metatarsal angle on AP radiograph, TCA: talo-calcaneal angle on lateral radiograph, CPA: calcaneal pitch angle on lateral radiograph, MCH: medial cuneiform height on lateral radiograph.



Figure 2. Preoperative weightbearing foot anteroposterior (A) and lateral (B) radiographs of a 37-year-old male patient with pes planus. (C, D) Immediate postoperative radiographs shows the correction of radiographic parameters. Note that the opening wedge gap in the medial cuneiform bone was remained empty without additional cancellous bone graft. (E, F) Radiographs at the final follow-up (1.5 years) show a stable maintenance with a radiographic union.

Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)에서 통증 40점, 기능 45점, 정렬 15점인 총점 100점을 기준으로 평가한 중족부평가법⁸⁾을 이용하여 평가하였고, 합병증 발생의 유무를 확인하였다.

수술은 모두 한 명의 외과에 의해 진행되었으며, 본 연구는 인제대학교 일산백병원 윤리위원회의 심의를 통과하였다. 두 군 간의 통계적 검증은 PASW Statistics ver. 18 통계 프로그램(IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, Mann-Whitney test를 시행하여 p-value가 0.05 미만이었을 경우 통계적으로 의미가 있는 것으로 정의하였다.

결 과

술 전, 후 측정된 방사선학적 지표 및 임상적 지표는 Table 2에 정리되어 있다.

방사선학적 유합을 얻은 시기의 경우 C군에서 3.18 ± 0.99 개월, MT군에서 3.27 ± 0.72 개월로 두 군 간 통계적으로 유의한 차이가 없었으며($p=0.43$), AOFAS midfoot scale은 수술 후 두 군 모두에서

유의한 증가를 보였다(C군: $p=0.005$; MT군: $p=0.005$). 술 후 AOFAS midfoot scale 수치에 있어서 두 군 간의 유의한 차이는 없었다($p=0.58$).

각각의 방사선학적 지표들에 대한 교정력(술 후 수치에서 술 전 수치를 뺀 값)을 각 군에 따라서 비교해 보면(Table 3), 체중부하 족부 전후면 및 측면 상에서 측정 가능한 지표 모두에서 두 군 간 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.

두 군에 속하는 전체 예에서 절골 부위의 술 후 감염은 없었으며, 불유합이나 지연유합 혹은 삽입된 금속고정물의 파손을 보인 예 역시 없었다.

고 찰

성인의 편평 외반족을 교정함에 있어서 시행하는 내측 설상골 절골술의 결과에 대해서는 그동안 여러 저자들이 보고하여 왔다. Hirose와 Johnson⁹⁾은 16예에서 임상적, 방사선학적으로 좋은 결과를 얻었다고 보고한 바 있으며, 술 후 평균 12주에서 방사선학적



Figure 3. Preoperative weightbearing foot anteroposterior (A) and lateral (B) radiographs of a 47-year-old female patient with pes planus and hallux valgus deformity. (C, D) Immediate postoperative radiographs shows the correction of radiographic parameters. Note that the opening wedge gap in the 1st metatarsal bone was remained empty without additional cancellous bone graft. (E, F) Radiographs at the final follow-up (1 year) show a stable maintenance with a radiographic union.

유합을 얻었다고 언급하였다. Castaneda 등¹⁰⁾은 23예에서 내측 설상골 절골술을 시행하여 전체 예에서 내측 설상골의 근위 및 원위 관절면이 이루는 각도가 유의하게 개선됨을 확인하기도 하였다. 절골술 사용하는 췌기의 두께에 대해서는 많은 저자들이 4~6 mm의 교정이 필요하다고 소개하였는데,¹¹⁻¹³⁾ 초기에는 자가골을 채취하여 족배부쪽이 족저부쪽보다 넓은 형태의 사다리꼴 내지는 삼각형 모양으로 다듬은 뒤 사용하는 방법을 사용하였으나^{9,14)} 장골능의 이식골 채취 부위에서의 합병증 발생이 보고되면서 동종골을 이식하는 방법이 소개되기도 하였다.⁹⁾ 최근에는 두께를 선택할 수 있는 췌기가 부착된 소형 금속판을 고정하는 방법이 널리 선택되고 있다. 저자들의 예에서도 5~6 mm의 췌기를(평균 5.61 mm) 사용하여 고정하였으며 이전의 보고들과 큰 차이를 보이지는 않았다(Fig. 2).

League 등¹⁵⁾은 사체연구를 통해 대퇴골 동종골 및 소형 췌기형 금속판을 이용한 내측 설상골 절골술 뒤, 두 군에서 족부의 외측주로 가는 압력이 통계적으로 유의한 차이 없이 줄어들음을 확인하였다. 이들의 연구는 생역학적인 연구로서 실제로 생체 내에 췌기형 금속판이 사용되었을 때, 췌기형으로 만들어진 동종 혹은 자가이식골과 어떠한 임상적 결과의 차이를 만들어내는지를 증명해내지는 못하였다는 한계가 있다. 본 저자들은 소형 췌기형 금속판만을 성인 편평외반족 환자에게 고정하여 실제 임상적으로 좋은 결과를 얻을 수 있음을 확인하였으며, 이는 췌기를 삽입한 뒤 남아있는 개방형 절골공간에 해면골 이식조차 없이 얻은 결과이기 때문에 임상적인 의의가 있을 것으로 판단한다.

편평외반족의 평가에 주로 사용되는 각종 방사선학적 지표에 대해서, 이번 연구에서는 전족부 교정과 관계되는 모든 지표에 대해서 두 종류의 수술방법이 큰 교정력의 차이를 보이지는 않았다. 제 1중족골 기저부 절골술의 경우에는 Cotton 절골술보다 lever arm이 짧아서 교정에 불리한 점은 있지만 제 1중족골에서 생긴 무지의 반중 등의 변형을 동시에 교정할 수 있는 장점이 있어서 해당 예에서 사용되었다(Fig. 3). 두 군 모두에서 임상적, 방사선학적 유합에 걸리는 시기에 있어서도 큰 차이를 보이지 않았으므로 두 수술방법 모두 절골술이 필요한 경우 선택지로 사용될 수 있을 것이다.

본 연구의 한계점으로는 2년 미만의 비교적 짧은 기간의 추시였다는 점과 각 군에 속하는 예의 숫자가 적었다는 점, 그리고 후향적인 연구 디자인이었다는 점이 있다. 또한 췌기형 소형 금속판을 사용하면서 해면골 이식을 함께 시행한 경우나 금속 내고정물 없이 췌기형 골편 삽입만으로 고정을 시행한 군들과의 직접적인 비교가 이루어지지 못했다는 점 역시 또 다른 한계점이라고 할 수 있겠다.

결 론

소형 췌기형 금속판을 이용하여 Cotton 절골술, 제 1중족골 기저

부 절골술의 제 1열 전족부 절골술을 통하여 성인형 편평족을 교정할 시에, 췌기 삽입 후 남게 되는 개방형 절골공간에 추가적인 해면골 이식 없이도 효과적으로 골유합이 이루어지고 임상적, 방사선학적으로 좋은 결과를 얻을 수 있음을 확인하였기에 이를 보고하는 바이다.

REFERENCES

1. Cohen BE, Ogden F. Medial column procedures in the acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2007;12:287-99.
2. Mosier-LaClair S, Pomeroy G, Manoli A 2nd. Operative treatment of the difficult stage 2 adult acquired flatfoot deformity. *Foot Ankle Clin.* 2001;6:95-119.
3. Sizensky JA, Marks RM. Medial-sided bony procedures: why, what, and how? *Foot Ankle Clin.* 2003;8:539-62.
4. Cotton FJ. Foot statics and surgery. *N Engl J Med.* 1936;214:353-62.
5. Han JH, Kim HJ, Song JG, Yang JH, Bhandare NN, Fernandez AR, et al. Is bone grafting necessary in opening wedge high tibial osteotomy? A meta-analysis of radiological outcomes. *Knee Surg Relat Res.* 2015;27:207-20.
6. El-Assal MA, Khalifa YE, Abdel-Hamid MM, Said HG, Bakr HM. Opening-wedge high tibial osteotomy without bone graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:961-6.
7. Zorzi AR, da Silva HG, Muszkat C, Marques LC, Cliquet A Jr, de Miranda JB. Opening-wedge high tibial osteotomy with and without bone graft. *Artif Organs.* 2011;35:301-7.
8. Kitaoka HB, Alexander JJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, mid-foot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53.
9. Hirose CB, Johnson JE. Plantarflexion opening wedge medial cuneiform osteotomy for correction of fixed forefoot varus associated with flatfoot deformity. *Foot Ankle Int.* 2004;25:568-74.
10. Castaneda D, Thordarson DB, Charlton TP. Radiographic assessment of medial cuneiform opening wedge osteotomy for flatfoot correction. *Foot Ankle Int.* 2012;33:498-500.
11. Tankson CJ. The Cotton osteotomy: indications and techniques. *Foot Ankle Clin.* 2007;12:309-15.
12. Yarmel D, Mote G, Treaster A. The cotton osteotomy: a technical guide. *J Foot Ankle Surg.* 2009;48:506-12.
13. Van Gestel L, Van Bouwel S, Somville J. Surgical treatment of the adult acquired flexible flatfoot. *Acta Orthop Belg.* 2015;81:172-83.
14. Needleman RL. A surgical approach for flexible flatfeet in adults including a subtalar arthroereisis with the MBA sinus tarsi implant. *Foot Ankle Int.* 2006;27:9-18.
15. League AC, Parks BG, Schon LC. Radiographic and pedobarographic comparison of femoral head allograft versus block plate with dorsal opening wedge medial cuneiform osteotomy: a biomechanical study. *Foot Ankle Int.* 2008;29:922-6.