



관절외 배부 폐쇄 뼈기 절골술을 이용한 Freiberg병의 치료 결과

이준영, 김웅희, 정 성, 양성훈

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

Outcome of Extraarticular Dorsal Closing Wedge Osteotomy for Freiberg's Disease

Jun Young Lee, Woong Hee Kim, Sung Jung, Sung Hun Yang

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University School of Medicine, Gwangju, Korea

Purpose: The aim of this study was to evaluate the result of extraarticular dorsal closing wedge osteotomy in Freiberg's disease.**Materials and Methods:** Between February 2012 and July 2014, total 10 patients who underwent dorsal closing wedge osteotomy and followed up more than 1 year were selected for inclusion. Average age was 16.3 years, and average follow-up period was 15.5 months. The diagnosis was made using magnetic resonance imaging of those with a limitation in walking or usual activity due to pain in the metatarsal head. During operation, we removed loose body, and synovectomy was done. Osteotomy at the metatarsal neck and fixation with Kirschner wire were performed. X-ray was taken to check shortening of 2nd metatarsal and bone union. Moreover, we checked the active range of motion of 2nd metatarsophalangeal joint before and after surgery. At the last follow-up, the shortening of metatarsal, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score, visual analogue scale (VAS), and patient's subjective satisfaction were evaluated.**Results:** According to the Smillie's stage, there were 3 cases of stage II, 4 cases of stage III, and 3 cases of stage IV. Average bone union time on the osteotomy site was 8 weeks. Average shortening of metatarsal was 2.53 mm. Average AOFAS score improved significantly from 56.9 to 82.8 points at final follow-up ($p<0.05$), and average VAS score also improved significantly from 6.4 to 1.4 points at final follow-up ($p<0.05$). Average active range of motion at metatarsophalangeal joint improved from 28.0° preoperatively to 46.5° at the final follow-up. Other complications, such as metatarsalgia and arthritis, were not found; however, there was 1 case of delayed union with no symptom.**Conclusion:** In Freiberg's disease, dorsal closing wedge osteotomy is recommended for the improvement of clinical symptoms and range of motion.**Key Words:** Freiberg disease, Osteotomy, Dorsal closing wedge, Outcomes

서 론

Freiberg병은 중족골두에 발생하는 골연골증으로 1914년 Frei-

berg¹⁾에 의해 중족골두에 발생한 유사 골괴사(infraction)가 처음 보고되었다. 주로 2번째 중족골두에 가장 많이 발생하며 3, 4번째 중족골두에서도 발생 가능하다.²⁾ 증상은 관절의 부종과 통증이 보행 등의 활동 시 악화되며 이환된 중족지의 운동 제한이 관찰된다. 발생 원인은 아직까지 확실하게 밝혀진 것은 없으나 외상, 혈행 장애, 전신 질환 등에 의해 발생하는 것으로 보고되고 있다.^{3,4)}

치료 방법으로는 Freiberg가 관절내 유리체 제거술을 시행한 이래로 중심 감압술, 골편 절제술, 연골 제거술, 절골술, 골연골 이식술, 관절치환술 등의 다양한 수술법이 소개되어 왔다. 초기에는

Received April 4, 2016 Revised July 15, 2016 Accepted July 23, 2016

Corresponding Author: Jun Young Lee

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital,

365 Pilmundae-ro, Dong-gu, Gwangju 61453, Korea

Tel: 82-62-220-3147, Fax: 82-62-226-3379, E-mail: leejy88@chosun.ac.kr

Financial support: This study was supported by research fund from Chosun University, 2015.**Conflict of interest:** None.

Copyright ©2016 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.

중심 감압술, 변연 절제술 및 골편 제거술 등이 시행 가능하나 아직 그 효과에는 의문이 있으며, 후기에는 골연골 이식술, 관절치환술 등이 사용되고 있다.²⁾ 그러나 아직까지 병기에 따른 정확한 술식 등은 정해지지 않은 상태이다. 본 연구에서는 병기에 상관없이 수술 전 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 촬영을 통해 건강한 족저부의 연골면이 충분한지 확인한 후, 족저부의 연골면을 회전시켜 건강한 관절면을 얻을 수 있는 장점이 있는 관절외 배측 폐쇄 켜기 절골술(extraarticular dorsal closing wedge osteotomy)을 시행하였다. 관절외에서 시행하는 절골술의 경우 건강한 관절면을 얻는 이점 이외에 원위 골편이 관절내 절골술에 비해 더 커서 견고한 고정이 가능한 장점이 있다. 이와 같은 술식을 이용한 연구가 보고되고는 있으나 아직 많지 않아 관절외에서 시행한 절골술을 이용한 치료 결과에 대해 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2012년 2월부터 2014년 7월까지 보행이나 일상 생활 중, 중족골두의 통증을 호소하여 본원 외래에 내원한 환자들 중에서 단순 방사선 검사상 중족골두의 괴사 소견이 관찰된 환자들을 대상으로 하였다. MRI 검사를 통해 Freiberg병을 진단하였으며, 이 중 6개월 이상 시행한 보존적 처치에도 반응이 없는 환자를 대상으로 배측 폐쇄 켜기 절골술을 시행하고 1년 이상 추시가 가능했던 10명, 10예의 환자들을 대상으로 후향적 연구를 시행하였다.

남녀 각각 5명씩이며, 수술 당시의 평균 연령은 16.3세(12~22세)였다. 증상 발현 후부터 수술까지 평균 기간은 23개월(7~40개월)이었으며, 평균 추시 기간은 15.5개월(12~41개월)이었다. 모든 환자들에서 무지 외반증이나 편평족 등의 다른 족부 변형이 동반되지 않았으며, 족부의 외상이나 다른 질환으로 치료 받은 과거력은 없었다. 연구에 포함된 모든 환자들은 본원 윤리위원회(Institutional Review Board; No. 2016-03-007)의 승인을 받아 시행하였다.

2. 수술 방법 및 술 후 처치

수술 전 계획으로 과도한 중족골의 거상을 예방하기 위해 MRI T1 강조영상의 이환된 중족골의 midsagittal view에서 절골술 정도를 정하였다. 중족골 경부에서 골두를 향해 선을 그은 뒤, 이 선을 직각삼각형의 밑변으로 하는 삼각형을 그리고 회전 뒤 건강한 연골면이 거상될 수 있도록 회전 각도(θ)를 설정하였다. 이어 경부의 지름을 밑변으로 하여 삼각비(tangent)를 이용하여 중족골 경부의 배측에서의 절골술의 길이를 미리 측정하였다(Fig. 1). 술 전 절골술의 길이 측정 시 모든 환자들에서 절골술 및 회전 후 족저부의 연골면이 충분함을 확인하였다.

수술은 전신 혹은 척추마취하에 지혈대를 이용하여 시행하였다. 배측에서 제 2중족골두를 축지한 뒤 종으로 피부 절개를 시행하고,

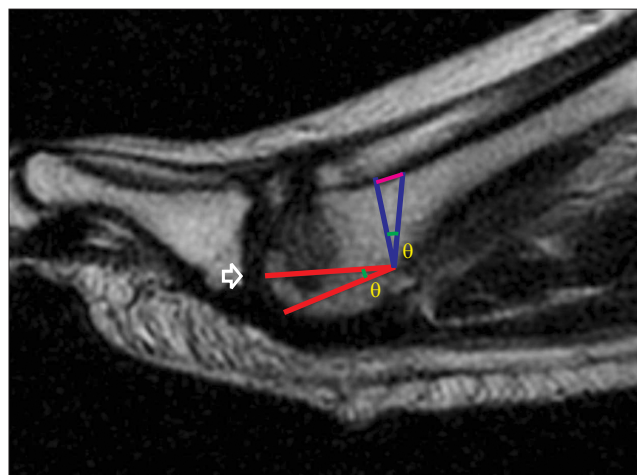


Figure 1. Triangle was drawn at metatarsal neck to measure the amount of osteotomy using the tangent trigonometric ratio. Arrow, rotation of center.

족지신전건을 외측으로 젖히고, 관절막을 종으로 절개하여 중족지 관절을 노출시키고 중족골두의 유리체 제거술 및 활액막 절제술을 시행하였다. 이어 중족골 원위골 간단부에서 oscillating saw를 이용하여 관절의 배측 폐쇄 켜기 절골술을 시행하고 Kirschner wire (K-wire)를 이용하여 고정하였다(Fig. 2). 수술 후 단하지 부목고정을 4주간 유지하고, 이후 K-wire 제거 및 뒤꿈치(heel)로 부분 체중 부하를 시행하였다. 수술 6주 후 방사선 검사상 골유합이 확인된 뒤, 정상 체중부하를 통한 활동을 시행하였다.

3. 평가 방법

방사선적 평가는 수술 전과 수술 후 4주, 8주, 12개월에 각각 촬영한 기립 체중부하 족부 전후방 및 사면 방사선 사진을 이용하여 절골부의 유합 여부를 확인하고 최종 추시 시 Jones's method를 이용하여 중족골의 단축 정도를 평가하였다(Fig. 3).⁵⁾ 임상적 평가는 수술 전과 최종 추시 시의 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)의 소족지 중족 족지 관절 점수와 visual analogue scale (VAS), 환자의 주관적 만족도를 이용하여 임상적 호전 정도를 평가하였으며, 주관적 만족도는 excellent, very good, good, fair, poor 5단계로 평가하였다. 또한 제 2중족지간 관절에 대해 능동 관절 운동 범위를 측정하였다. 통계적 분석으로는 술 전과 술 후의 AOFAS 점수와 VAS를 Wilcoxon test (IBM SPSS Statistics version 21.00; IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분석하였으며 p-value가 0.05 이하일 경우 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

전체 10예의 평균 추시 기간은 15.5개월(12~41개월)이었다. 방사선적 평가로 수술 전 측정된 중족골의 괴사 단계는 Smillie 병기를 사용하였다.⁶⁾ II가 3예, III가 4예, IV가 3예였다. 수술 후 절골부



Figure 2. Plain radiographs and photographs of a 14-year-old female patient. (A, B) Preoperative anteroposterior (AP) and lateral show osteophytes and collapse of second metatarsal head and joint destruction. (C) Preoperative magnetic resonance imaging T2 proton density view show joint effusion and combination of low and high signal intensity with osteonecrosis. Postoperative AP radiograph (D) and last follow-up AP and lateral radiographs (E, F) show well maintained osteotomy site without joint destruction.

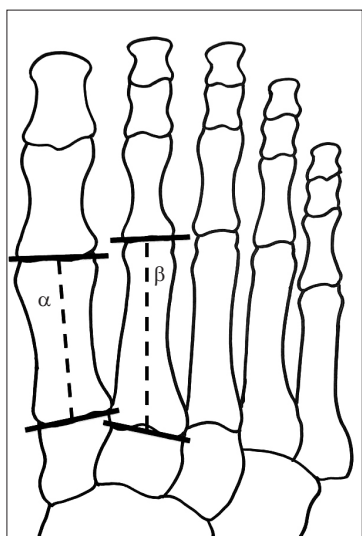


Figure 3. Jones's method that measure the length of the second metatarsal. Line α and β are drawn along the longitudinal axis of the metatarsals. Metatarsal shortening = $[\{\beta \text{ preoperative} \times (\alpha \text{ postoperative} / \alpha \text{ preoperative})\} - \beta \text{ postoperative}]$

의 유합은 평균 8주에 이루어졌으며, Jones's method를 사용하여 측정한 중족골의 단축 정도는 평균 2.53 mm (2.2~2.8 mm)였다.

임상적 평가로 AOFAS 소족지 중족 족지 관절 점수는 술 전 56.9 점(44~65점)에서 술 후 82.8점(74~88점)으로 호전되었으며, 보행 또는 일상 생활 시의 VAS는 술 전 6.4점(5~8점)에서 술 후 1.4 점(1~2점)으로 호전되었다. 두 평가 모두 통계적으로 유의한 결과를 보였다($p < 0.05$). 주관적 만족도는 5예에서 excellent, 3예에서 very good, 1예에서 good, 1예에서 fair로 대부분 양호한 소견이 관찰되었다. 중족지 관절의 능동 운동 범위는 수술 전 평균 28.0도 (20~40도)에서 수술 후 평균 46.5도(30~60도)로 평균 18.5도 정도 증가하였으며, 통계적으로 유의한 결과를 보였다(Table 1). 중족골통증(metatarsalgia)이나 관절염 등의 합병증은 관찰되지 않았으나 1예에서 지연 유합을 보였고, 증상이 없어 경과관찰을 하였으며 수술 후 12개월에 유합 소견이 관찰되었다.

고 찰

본 연구는 Freiberg병에 대한 치료로 관절외에서 시행한 배측 췌

Table 1. Dermographic Data of the Patients

Patient No.	Sex	Age (yr)	Smillie's stage	VAS		AOFAS		ROM (°)		Metatarsal shortening (mm)	Patient's satisfaction
				Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post		
1	M	20	II	6	1	57	80	35	60	2.2	Excellent
2	M	16	IV	6	2	64	87	25	35	2.3	Very good
3	M	22	III	5	2	62	82	20	30	2.8	Excellent
4	M	20	IV	6	1	44	74	30	50	2.5	Good
5	M	18	III	7	1	65	88	40	60	2.4	Excellent
6	F	13	III	8	2	60	83	20	30	2.6	Very good
7	F	12	II	6	1	44	80	30	45	2.7	Excellent
8	F	14	III	6	1	52	83	30	50	2.5	Very good
9	F	13	II	7	2	64	88	30	60	2.6	Excellent
10	F	15	IV	7	1	57	83	20	45	2.7	Fair

VAS: visual analogue scale, AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society, ROM: range of motion, Pre: preoperative, Post: postoperative, M: male, F: female.

기 절골술을 시행하였으며, 중족골의 단축 등의 방사선적 결과 및 임상적 결과에서 만족할 만한 결과를 얻었다.

Freiberg병에 대한 수술 방법으로 골편 절제술, 연골 제거술, 절골술, 골연골 이식술, 관절치환술 등의 여러 가지 방법이 있다. 그러나 병의 진행 정도에 따른 술기의 적용 기준은 아직 명확하지 않다. 이 중 배측 폐쇄 췌기 절골술에 대해 Al-Ashhab 등⁷⁾은 Freiberg병의 단계에 상관 없이 중족지 관절면을 보존할 수 있어 중족지 관절의 운동 제한을 최소화할 수 있는 술식이라고 보고했고, Carmont 등²⁾도 건강한 족저부의 연골면을 관절면으로 거상시키면서 원위부의 혈류를 보존하여 추가적인 변형과 collapse를 막을 수 있는 방법이라 보고하였다. Yoo 등⁸⁾은 Freiberg병에 대한 수술적 치료 중 중족골두 배굴 절골술이 중족골두 절제술 및 중족골두 재형성술보다 좋은 결과를 보인다고 보고하였다. 이에 본 연구에서는 배측 폐쇄 췌기 절골술을 통한 임상적, 방사선적 결과를 알아보고자 하였으며, 추시 기간 중 중족골두의 추가적 변형이나 collapse 등은 관찰되지 않았다.

배측 폐쇄 췌기 절골술은 1979년 Gauthier와 Elbaz⁹⁾가 보고한 술식으로 발생 부위가 중족골두의 배측에 국한되고 관절면의 족저부는 거의 보존된다는 점에 착안하였으며, 이환된 배측 병소 부위를 절제하고 정상 족저부 관절면을 절골술로 배굴시켜 새로운 관절면을 만드는 방법으로 비교적 만족스런 결과를 얻었다고 보고했다. 술기가 비교적 간단하며, 철사만으로 견고한 고정을 얻을 수 있어 조기 체중부하가 가능하고, 골유합이 쉽게 이루어지며, 중족골의 단축과 거상에 의한 압박 효과까지 있어 동통 제거의 장점이 있다.^{10,11)} 그러나 이는 관절내(intra-articular) 절골술로 절골술 시행 후 원위 골편의 크기가 작아 고정이 어렵고 무혈성 괴사 발생에 대한 염려가 있다.¹²⁾ 본 연구에서는 관절내 절골술 시행 시 발생 가능한 문제들의 대안으로 관절외에서 시행하는 절골술을 고려하였다. Kinnard와 Lirette¹³⁾ 그리고 Chao 등¹⁴⁾은 관절외(extra-articular)의 정상 원위골 간단부에서 시행하는 술식을 시행하였으며, 좋은 결과

를 보고하였다. 특히 Kinnard와 Lirette¹³⁾는 병기가 진행된 Freiberg병 환자에서도 충분한 족저부의 연골면을 얻을 수 있어 진행 단계에 관계 없는 수술 적용이 가능하다고 보고하였다. 이에 본 연구는 다양한 절골술들이 중족골의 길이를 감소시키려는 목적과 함께 이환된 중족골두의 족저부는 비교적 정상이라는 점에 착안하여, 수술 전 MRI를 통해 족저부의 정상적인 연골면이 충분함을 확인한 뒤 중족골의 길이 감소 및 족저부의 관절면을 거상시켜 관절면을 회복하려는 목적으로 시행하였다.

수술 후 합병증으로 Chao 등¹⁴⁾은 전이성 중족골통이 1예에서 발생했다고 보고하였으나, 본 예에서는 전이성 중족골통은 발생하지 않았다. Kinnard와 Lirette¹³⁾는 원위 골편의 절골술을 보다 근위부에서 시행함에 따라 과도한 중족골두의 거상 및 관절 범위 감소에 대해 보고하였으며, Lee 등¹⁵⁾은 흡수성 나사를 사용하여 좋은 관절 범위 회복을 보였으나, 본 연구와 같이 비흡수성 삽입물을 사용한 경우 고정 기간이 같아도 돌출된 K-wire 등에 의해 주변 관절막과 인대의 유착을 유발하여 관절 운동 범위 회복에 제한이 있을 것이라고 하였다. 그러나 Al-Ashhab 등⁷⁾은 경부에서 시행하는 배측 췌기 절골술은 관절면을 보존할 수 있는 술식이며, 병기에 관계 없이 중족지 관절의 관절 운동 범위의 제한을 최소화할 수 있는 술식이라고 보고하기도 하였다. 본 연구에서 관절 능동 운동 범위는 수술 전 평균 28.0도에서 수술 후 46.5도로 평균 18.5도 향상되었고 감소된 예는 없었으며, 이로 인해 toe-off 등 보행에 불편감을 호소하는 환자는 없었다. 관절 운동 범위 회복 정도는 폐쇄 췌기 절골술을 시행한 다른 저자들의 결과와도 유사하며,^{4,16)} 관절 운동 범위가 완전히 회복되지 않는 다른 이유로 Lee 등⁴⁾은 족배부에 시행한 수술 후 피부 반흔 및 피하 육아조직 형성을 원인으로 보기도 하였다.

Stanley 등¹⁷⁾은 Freiberg병 환자들 중 외상력이 있는 환자는 15%에 불과하였으며 85%의 환자는 가장 긴 중족골이 이환되었음을 밝히며, 중족골의 길이가 Freiberg병 이환 여부의 중요한 요소라고 보

고하였다. 본 연구에서는 모든 환자에서 외상력의 과거력은 없었다. 또한 전 예에서 제 2중족골두에 병이 이환되어 있었으며, 길이도 다른 중족골에 비해 가장 길었다. 배측 폐쇄 췌기 절골술 후, 여러 저자들이 1.7~2.8 mm의 중족골의 단축을 보고하였다.^{4,15,16} 본 저자들도 모든 환자들이 이환된 제 2중족골의 길이가 가장 긴 중족골이 Freiberg병의 이환 여부에 중요 요인 중 하나로 생각되었으며, 최종 추시 시 방사선적 검사를 통한 제 2중족골의 단축 정도는 2.53 mm (2.2~2.8 mm)로 다른 연구와 비슷한 정도로 단축되었음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 K-wire 고정으로 인한 합병증이나 전이성 중족골통 및 감염 등의 합병증은 관찰되지 않았으며, 증례 수가 적으나 족저부의 건강한 연골면만 충분하다면 관절외에서 시행하는 절골술로 인해 원위 골편에 대한 고정이 관절내에서 시행하는 고정보다 용이하며, 다양한 병기에서 사용 가능할 수 있음을 보여주었다.

본 연구의 제한점으로는 후향적 연구로 이루어졌으며, 증례 수가 적고, 대조군이 없다는 것이다. 이에 추후 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

Freiberg병 환자에서 중족지 관절외에서 시행하는 배측 폐쇄 췌기 절골술은 족저부의 충분한 연골면만 있다면 사용 가능한 절골술로, 관절내에서 시행하는 절골술에 비해 원위 중족지 관절면의 회복 및 중족골의 단축을 유도하여 수술 후 임상 증상을 호전시키는 데 추천할 만한 술식으로 생각된다.

REFERENCES

- Freiberg AH. Infraction of the second metatarsal bone: a typical injury. *Surg Gynecol Obstet*. 1914;19:191-3.
- Carmont MR, Rees RJ, Blundell CM. Current concepts review: Freiberg's disease. *Foot Ankle Int*. 2009;30:167-76.
- Young K, Kim J, Joh J. Freiberg's disease and metatarsophalangeal joint instability. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2013;17:11-6.
- Lee HS, Kwon SY, Kim DW, Chung JW. Weil osteotomy for Freiberg's disease. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2011;15:217-22.
- Jones S, Al Hussainy HA, Ali F, Betts RP, Flowers MJ. Scarf osteotomy for hallux valgus. A prospective clinical and pedobarographic study. *J Bone Joint Surg Br*. 2004;86:830-6.
- Smillie IS. Treatment of Freiberg's infraction. *Proc R Soc Med*. 1967;60:29-31.
- Al-Ashhab ME, Kandel WA, Rizk AS. A simple surgical technique for treatment of Freiberg's disease. *Foot (Edinb)*. 2013;23:29-33.
- Yoo CI, Jung CY, Kim BC, Choi SJ, Jung YW. Operative treatment of old neglected Freiberg's infraction (comparison of three techniques). *J Korean Foot Ankle Soc*. 2004;8:142-8.
- Gauthier G, Elbaz R. Freiberg's infraction: a subchondral bone fatigue fracture. A new surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 1979;(142):93-5.
- Coughlin MJ. Lesser toe deformities. *Orthopedics*. 1987;10:63-75.
- Yoon JH, Park SS, Kim EG, Lee CW. Treatment of Freiberg's disease with joint debridement and reshaping of metatarsal head. *J Korean Orthop Assoc*. 1998;33:1056-62.
- Lee HJ, Kim JW, Min WK. Operative treatment of Freiberg disease using extra-articular dorsal closing-wedge osteotomy: technical tip and clinical outcomes in 13 patients. *Foot Ankle Int*. 2013;34:111-6.
- Kinnard P, Lirette R. Freiberg's disease and dorsiflexion osteotomy. *J Bone Joint Surg Br*. 1991;73:864-5.
- Chao KH, Lee CH, Lin LC. Surgery for symptomatic Freiberg's disease: extraarticular dorsal closing-wedge osteotomy in 13 patients followed for 2-4 years. *Acta Orthop Scand*. 1999;70:483-6.
- Lee SK, Chung MS, Baek GH, Oh JH, Lee YH, Gong HS. Treatment of Freiberg disease with intra-articular dorsal wedge osteotomy and absorbable pin fixation. *Foot Ankle Int*. 2007;28:43-8.
- Kim J, Choi WJ, Park YJ, Lee JW. Modified Weil osteotomy for the treatment of Freiberg's disease. *Clin Orthop Surg*. 2012;4:300-6.
- Stanley D, Betts RP, Rowley DI, Smith TW. Assessment of etiology factors in the development of Freiberg's disease. *J Foot Surg*. 1990;29:444-7.