



중족골 내전증이 동반된 중증 무지외반증의 최소침습적 교정 절골술: 증례 보고

김인욱, 심동우, 한승환, 이진우, 윤여권^a, 박광환^a

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

Minimally Invasive Correctional Osteotomy for Severe Hallux Valgus with Metatarsus Adductus: A Case Report

Inuk Kim, Dong Woo Shim, Seung Hwan Han, Jin Woo Lee, Yeo Kwon Yoon^a, Kwang Hwan Park^a

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Hallux valgus (HV) accompanied by metatarsus adductus (MA) is a surgical challenge because of its anatomical characteristics, often presenting with a high hallux valgus angle (HVA) despite a low intermetatarsal angle (IMA). This case report describes a 66-year-old female who presented with a 15-year history of left foot pain and deformity. The radiographs revealed an HVA of 45.0° and a low IMA of 7.2°, consistent with concomitant MA. Instead of a traditional proximal osteotomy for severe HV, the patient underwent a minimally invasive transverse distal metatarsal osteotomy along with distal metatarsal minimally invasive osteotomies (DMMOs) of the lesser metatarsals. At the 2-year follow-up, the radiographs showed excellent correction (HVA 12.5°, IMA 1.0°). The patient was asymptomatic and reported high functional and cosmetic satisfaction. This case shows that a minimally invasive transverse distal metatarsal osteotomy, combined with adequate ancillary procedures, can achieve a successful correction even in complex, severe HV with MA.

Key Words: Forefoot, Hallux valgus, Metatarsus adductus, Minimally invasive surgery, Distal metatarsal minimally invasive osteotomy

Received October 27, 2025 Revised November 7, 2025

Accepted November 8, 2025

Corresponding Author: Yeo Kwon Yoon

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: 82-2-2228-2185, Fax: 82-2-363-1139, E-mail: 1stteam@yuhs.ac

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0422-7424

Corresponding Author: Kwang Hwan Park

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, 50-1 Yonsei-ro, Seodaemun-gu, Seoul 03722, Korea

Tel: 82-2-2228-2190, Fax: 82-2-363-1139, E-mail: KHPARK@yuhs.ac

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2110-0559

Financial support: None.

Conflict of interest: Yeo Kwon Yoon and Dong Woo Shim are reviewers, and Seung Hwan Han and Kwang Hwan Park are associate editors of Journal of Korean Foot and Ankle Society but they were not involved in the review process of this manuscript. Except for that, no potential conflict of interest relevant to this article was reported.

^aThese authors contributed equally to this study.

무지외반증은 제 1중족족지관절의 복합적인 변형으로, 다양한 수술적 치료법이 존재한다. 수술 계획은 무지외반 각(hallux valgus angle, HVA), 중족골간 각(intermetatarsal angle, IMA) 등 방사선학적 지표를 기반으로 이루어지며, 중증 변형은 통상적으로 근위부 절골술의 적응증이 되어왔다.

무지외반증 환자 중, 약 30%에서 중족골 내전증(metatarsus adductus)이 동반되며, 이는 무지외반증의 발생 위험 자체를 높일 뿐만 아니라 수술 후 재발의 주요 위험 인자로 작용한다.^{1,2)} 중족골 내전증이 동반된 족부는 제 2중족골두가 내측으로 편위되어 있어, HVA가 상대적으로 큰 반면 IMA는 정상 범위인 경우가 많다.¹⁾ 이러한 경우, IMA 교정력을 기준으로 근위부 절골술을 시행하는 전통적인 알고리즘을 적용하기 어렵다. 또한, 중족골 내전증이 동반된 경우에는 그렇지 않은 경우에 비해, 높은 수술 후 재발률이 보고되고 있으며, 이를 극복하기 위해 제 1중족골 교정술과 더불어 소족지 중족골 절골술을 함께 시행하여 동반된 중족골 내전증 자체를 동시에 교



Figure 1. Radiographs of a 66-year-old female with a severe hallux valgus deformity accompanied by metatarsus adductus. (A) Preoperative standing anteroposterior radiograph showing severe hallux valgus deformity, with a hallux valgus angle of 45.0°, an intermetatarsal angle of 7.2°. (B) Preoperative sesamoid view.

정하는 수술법들이 제시되었다.^{3,4)}

최근에는 연부조직 손상을 최소화하는 최소 침습 수술(minimally invasive surgery, MIS)이 각광받고 있으며, 그 중에서도 연마기(burr)를 이용한 절골술과 견고한 나사 고정을 기반으로 하는 3세대 또는 그 이후 세대의 MIS 방법이 많이 사용되고 있다. 이러한 MIS는 중증 무지외반증에까지 그 적응증이 확대되고 있으며, 양호한 임상 결과들이 보고되고 있다.⁵⁻⁷⁾ MIS는 주 교정 기전이 중족골두의 외측 전위 정도에 의존하는 만큼, 중족골 내전증이 동반된 경우에는 충분한 중족골두 외측 전위를 얻지 못하여, 동반된 중족골 내전증에 대한 교정 없이는 무지외반증에 대해서도 충분한 교정을 얻지 못할 위험성이 있다.^{5,6)}

저자들은 중족골 내전증이 동반되어 높은 HVA와 낮은 IMA를 보인 66세 중증 무지외반증 환자를 대상으로, 최소 침습적 원위 중족골 횡절골술(minimally invasive transverse distal metatarsal osteotomy, MITO) 및 최소 침습적 소족지 중족골 절골술(distal metatarsal minimally invasive osteotomy, DMMO)을 병행하여 성공적으로 교정하였기에 문헌 고찰과 함께 이를 보고하는 바이다.

증례 보고

본 증례는 세브란스병원 연구윤리위원회의 승인을 받았으며, 후향적 보고로 사전동의에 대한 요구 사항이 면제되었다. 66세 여성이 15년간 지속된 좌측 엄지발가락의 변형과 통증을 주소로 내원하였다. 주 증상은 엄지발가락 족저 내측의 굳은살로 인한 통증과 신발 착용 시 불편감이었으며, 보존적 치료에 반응이 없었다. 시진상 심한 내측 건막류 돌출과 함께 엄지발가락의 심한 외반 변형이 관찰되었다.

체중부하 족부 전후면 방사선검사상, HVA는 45.0°로 중증 변형 소견을 보였다. 하지만 IMA는 7.2°로 정상 범위로 측정되었다(Fig. 1A). 변형 Sgarlato 방식으로 측정한 중족골 내전 각(metatarsus adductus angle)은 28.5°였다.⁸⁾ 측상면 종자골 영상에서는 종자골 복합체의 심한 외측 아탈구가 관찰되었다(Fig. 1B). 이는 중족골 내



Figure 2. Immediate postoperative radiographs. (A) Anteroposterior view. (B) Lateral view.

전증이 동반된 중증 무지외반증의 전형적인 소견과 일치하였다.

수술은 다음과 같이 시행되었다. 먼저, 동반된 중족골 내전증을 교정하고, 제 1중족골두의 외측 전위를 위한 공간 확보를 위해 제 2, 3 중족골에 대해 DMMO를 중족골 경부에서 시행하였다.⁹⁾ 이후 무지외반증 교정을 위한 최소침습적 외측부 유리술 및 제 1근위지골 절골술(proximal phalangeal osteotomy)을 포함한 MITO 수술을 시행하였다(Fig. 2).⁶⁾

추시 기간 중 합병증은 없었으며, 수술 후 2년째 최종 추시관찰에서, 방사선 사진상 제 1중족골 및 족지골의 유합 및 재형성이 관찰되며, HVA 12.5°, IMA 1.0°로 변형의 재발 소견은 없었다(Fig. 3). 제 2중족골의 불유합 소견이 관찰되었으나, 환자는 해당 부위의 통증을 포함한 어떠한 임상적 증상도 호소하지 않았다. 환자는 통증 없이 일상생활이 가능하며 기능적, 미용적 결과에 크게 만족하였다(Fig. 4).

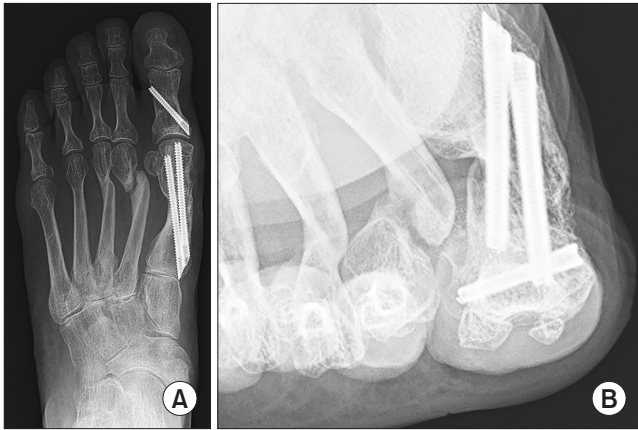


Figure 3. Two-year follow-up radiographs. (A) Standing anteroposterior radiograph showing a hallux valgus angle of 12.5° and an intermetatarsal angle of 1.0°. (B) Sesamoid view.

고 찰

본 증례는 중족골 내전증이 동반된 중증 무지외반증이라는 복잡한 변형을 다룬다. 이러한 변형의 가장 큰 특징은, HVA는 큰데 반해 중족골 내전증으로 인해 제 2중족골이 내측으로 편위되어 IMA가 작다는 것이며, 이는 대부분의 무지외반증 교정 절골술의 교정 기전에서 중요한 역할을 하는 제 1중족골두의 외측 전위를 제한하여, 수술 후 재발의 주된 원인이 될 수 있다. Choi 등²⁾은 소족지에 대한 동시 수술 없이 근위 갈매기형 절골술만을 받은 환자 173 예를 중족골 내전증 동반여부에 따라 비교 분석하였다. 그 결과 중족골 내전증이 없는 환자에서는 재발률이 6.1%에 그쳤던 데 비해 중족골 내전증이 동반된 경우 재발률이 28.6%에 달하고 주관적 만족도도 유의미하게 낮았다고 보고하면서, 중족골 내전증을 동시에 교정하는 것의 중요성을 강조하였다.

전통적으로 이러한 복합 변형을 교정하기 위해, Shima 등³⁾은 제 1중족골 근위부의 초승달형 절골술과 소족지 중족골 외전 절골술을 동시에 시행하는 방법을 제시하였으며, 해당 수술을 시행받은 21 예를 평균 10년간 추시하여, 유의미한 영상의학적, 임상적 호전이 있었으며 재발률은 19%였다고 보고하였다. Burg 등⁴⁾은 제 2, 3, 4중족골 근위부의 최소침습적 절골술을 시행한 뒤, 최소침습적 갈매기형 절골술과 Akin 절골술(minimally invasive chevron-Akin)을 21 예에서 시행하였으며, 1년 추시상 재발과 중족골통 발생이 없었다고 보고하였다. 두 연구 모두 중족골 내전증의 교정을 위해 소족지 중족골에 대한 추가적인 절골술이 필요함을 강조하였다.

본 증례에서 주목할 점은, HVA 45.0°라는 중증 변형에도 불구하고 전통적인 근위부 절골술 대신, 제 1중족골 원위부 절골술 및 DMMO만으로 양호한 결과를 얻었다는 점이다. Yoon 등⁶⁾은 MITO 수술을 받은 중증 무지외반증(평균 HVA 46.8°) 환자군에서도 경도 및 중등도 무지외반증 환자군과 비교해 동등한 임상 및 방사선학적



Figure 4. (A) Preoperative clinical photograph. (B) Postoperative 2-year clinical photograph.

교정 결과를 보였다고 보고하였다. 이는 최근 사용되는 최소침습 절골술 방법이 과거의 원위 중족골 절골술에 비해 더 강력한 교정력을 가지기 때문이다. 이는 절골 부위의 골막 및 기타 연부조직 손상을 최소화함으로써, 적은 골간 접촉면적에도 불구하고 우수한 유합률과 골 재형성을 얻을 수 있다는 점에 기인한다. Lewis 등⁵⁾은 이러한 최소 침습적 교정술, 그 중에서도 MITO와 같은 횡형 절골술이 원위 갈매기형 절골술, Scarf 절골술 등 기존 수술법과 달리 중족골두를 100%에 가깝게 외측 전위시킬 수 있고 회전 변형 교정에도 유용하기 때문에, 중증 변형 교정에 오히려 유리할 수 있다고 하였다. 이러한 MITO 수술의 중증 무지외반증 교정의 용이성 및 DMMO를 통한 중족골 내전증의 효과적인 교정이 결합되어, 우수한 교정 결과를 얻을 수 있었던 것으로 생각된다.

본 증례 보고는 몇 가지 한계점을 가진다. 첫째, 방사선학적 정렬은 회복되었으나, 이러한 해부학적 교정이 족저압의 정상적인 분배로 이어졌는지 확인할 수 있는 족저압 분석(pedobarographic analysis)과 같은 객관적인 생체역학적 평가가 부족하였다. 둘째, 본 증례의 성공적인 결과는 최소 침습 수술에 대한 술자의 숙련도에 크게 좌우될 수 있다. MIS 수술은 술기가 까다로워 약 21~46 예의 학습 곡선(learning curve)이 필요하다고 보고되며 초기 학습 곡선 단계에 있는 다른 의사들에게 동일한 결과가 재현될 수 있다고 일반화하기 어렵다.¹⁰⁾ 마지막으로, 최종 추시상 양호한 임상적, 영상의학적 결과를 보이고 있으나, 추시 기간이 2년으로 짧은 편이며 차후 중기 및 장기 결과에 대한 추시가 필요하다. 이러한 한계점에도 불구하고, 본 증례는 중족골 내전증이 동반되어 높은 HVA와 낮은 IMA를 보이는 기술적으로 교정이 어려운 중증 무지외반증 환자에서도, 변형의 주된 원인을 정확히 분석하고 그에 맞는 MIS 조합을 적용한다면, 연부조직 손상을 최소화하면서도 안정적인 교정 결과를 얻을 수 있음

을 시사한다.

결론적으로, 중족골 내전증이 동반되어 높은 HVA와 낮은 IMA를 보이는 중증 무지외반증 환자에서 MITO와 DMMO를 동시에 시행하는 것은 임상적, 영상의학적으로 우수한 결과를 기대할 수 있는 최소 침습적 수술법으로 고려해 볼 수 있다. 향후 동일 수술법에 대해 더 많은 증례 수를 기반으로 한 다기관 연구를 통한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

ORCID

Inuk Kim, <https://orcid.org/0009-0005-3507-0839>

Dong Woo Shim, <https://orcid.org/0000-0001-5763-7860>

Seung Hwan Han, <https://orcid.org/0000-0002-7975-6067>

Jin Woo Lee, <https://orcid.org/0000-0002-0293-9017>

REFERENCES

1. Reddy SC. Management of hallux valgus in metatarsus adductus. *Foot Ankle Clin.* 2020;25:59-68. doi: 10.1016/j.fcl.2019.10.003.
2. Choi SM, Lee JS, Lim JW, Im JM, Kho DH, Jung HG. Effect of metatarsus adductus on hallux valgus treated with proximal reverse chevron metatarsal osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2021;42:886-93. doi: 10.1177/1071100721990363.
3. Shima H, Okuda R, Yasuda T, Mori K, Kizawa M, Tsujinaka S, et al. Operative treatment for hallux valgus with moderate to severe metatarsus adductus. *Foot Ankle Int.* 2019;40:641-7. doi: 10.1177/1071100719835520.
4. Burg A, Tal Frenkel R, Nyska M, Ohana N, Segal D, Palmanovich E. Treating hallux valgus associated metatarsus adductus by minimally invasive surgery: a simple solution for a difficult problem. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61:1091-7. doi: 10.1053/j.jfas.2022.01.027.
5. Lewis TL, Barakat A, Mangwani J, Ramasamy A, Ray R. Current concepts of fourth-generation minimally invasive and open hallux valgus surgery. *Bone Joint J.* 2025;107:10-8. doi: 10.1302/0301-620X.107B1.BJJ-2024-0597.R2.
6. Yoon YK, Tang ZH, Shim DW, Rhyu HJ, Han SH, Lee JW, et al. Minimally invasive transverse distal metatarsal osteotomy (MITO) for hallux valgus correction: early outcomes of mild to moderate vs severe deformities. *Foot Ankle Int.* 2023;44:992-1002. doi: 10.1177/10711007231185330.
7. Yoon H, Park KH, Jo J, Lee M, Lee JW, Kim HJ, et al; KMIFAS Group. Percutaneous distal chevron osteotomy is associated with lower immediate postoperative pain and a greater range of motion than the open technique: a prospective randomized study. *Int Orthop.* 2024;48:2383-94. doi: 10.1007/s00264-024-06231-3.
8. Dawoodi AI, Perera A. Reliability of metatarsus adductus angle and correlation with hallux valgus. *Foot Ankle Surg.* 2012;18:180-6. doi: 10.1016/j.fas.2011.10.001.
9. Laffenêtre O, Perera A. Distal minimally invasive metatarsal osteotomy ("DMMO" procedure). *Foot Ankle Clin.* 2019;24:615-25. doi: 10.1016/j.fcl.2019.08.011.
10. Ramelli L, Ha J, Docter S, Jeyaseelan L, Halai M, Park SS. Evaluating the learning curve of Minimally Invasive Chevron and Akin Osteotomy for correction of hallux valgus deformity: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2024;25:854. doi: 10.1186/s12891-024-07940-x.