외상 후 발생한 비골 단축증의 수술적 치료: 증례 보고

김지연*, 김갑래, 이채호

한림대학교 의과대학 강동성심병원 정형외과학교실, *고신대학교 의과대학 복음병원 정형외과학교실

Operative Treatment for Fibular Shortening after Trauma: A Case Report

Jiyoun Kim*, Gab-Lae Kim, Chae-Ho Lee

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul,

*Department of Orthopedic Surgery, Gospel Hospital, Kosin University College of Medicine, Busan, Korea

Pediatric ankle fractures can cause physeal injuries which can lead to the shortening of the fibula. This induces a lateral shift of the talus, valgus tilt, and instability of the ankle joint, which can result in an arthritic change in this joint. Patients with a shortening of the fibula may complain of constant pain and restricted movements in their daily lives and during sports activities. Ankle reconstruction with fibula lengthening Z-osteotomy can provide excellent results if arthritis is absent or minimal, especially in young and active patients. To the best of the authors' knowledge, this is the first report in South Korea regarding the treatment of fibula shortening following a growth arrest due to injury.

Key Words: Ankle reconstruction, Physeal closure, Shortening of the fibula, Fibular lengthening, Z-osteotomy

소아의 족관절 골절은 전체 소아 골절 중 2번째로 가장 흔한 골절이며, 전체 15%에서 성장판 손상이 확인된다.^{1,2)} 소아의 성장판은 뼈와 인대 같은 주변 조직에 비해 상대적으로 손상 가능성이 높으며 성장판 손상이 동반된 소아 골절은 여러 합병증을 유발할 수 있다.¹⁻³⁾ 외상으로 인해 비골의 성장판 조기 폐쇄가 발생하여 비골이 단축되면 거골의 외측 변위, 족관절의 외반 변형 및 불안정성을 유발할 수 있고, 족관절에서의 전단 응력(shear stress)을 증가시켜 관절증과 관절 내 연골 손상이 발생할 수 있다.⁴⁻⁷⁾ 또한 비골의 단축에 의한 족관절 불안정성은 일상생활과 스포츠 활동에서 지속적인 통증과 보행 시 불편감을 유발하여 결국 퇴행성 관절염의 원인이 된다. 비골 단축에 대해 절골술을 이용한 비골 연장술을 실시하여 관절 불안정성과 하지 기계축을 효과적으로 교정하고 통증과 합병증을 유의미하게 감

소시킨 것이 보고된 바 있다.^{4,5,7)}

그러나 현재까지 외상 후 발생한 비골 단축증에 대한 치료로 비골 연장술을 실시하여 보고한 국내 연구는 없다. 저자들은 외상 후 성장판 조기 폐쇄로 인한 비골 단축증 환자에 대해 Z 모양 절골술(Z-osteotomy)을 이용한 비골 연장술을 시행하였으며 수술 후 관절 안정성과 통증 호전 등 좋은 임상적 결과를 얻었기에 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다. 본 증례 보고는 기관윤리심의위원회의 심의를 통과하였다.

증례 보고

15세 여자 환자가 지속되는 우측 족관절의 불안정성과 만성 통증을 호소하며 외래를 통해 내원하였다. 상기 환자는 6년 전 우측 족관절의 양과 골절로 내원한 이력이 있었으며 외과 골절에서 Salter-Harris 2형의 성장판 손상이 확인되었으나 전위와 각변형(angulation)의 정도가 심하지 않아 정복 후 보존적 치료를 시행하였다(Fig. 1). 골절이 발생한 지 1년 후 우측 족관절의 통증과 보행 시 불편감을 호소하였으며 이학적 검사상 외측 불안정성이 관찰되었다. 이에 시행한 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)에서 전거비

Received August 23, 2021 Revised October 6, 2021

Accepted October 6, 2021

Corresponding Author: Gab-Lae Kim

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, 150 Seongan-ro, Gangdong-gu, Seoul 05355, Korea

Tel: 82-2-2224-2230, Fax: 82-2-489-4391, E-mail: kiga9@hanmail.net

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0282-1721

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2021 Korean Foot and Ankle Society.

© 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.

Figure 1. Anteroposterior (A), lateral (B), and mortise (C) radiographs of right ankle joint. A Salter-Harris type-II bimalleolar fracture, the ankle was treated with closed reduction and casting.

Figure 2. One year after the initial injury, anteroposterior (A), lateral (B), and mortise (C) radiographs of the right ankle joint. Axial T2-weighted (D) and coronal T1-weighted (E) magnetic resonance images showing injury of anterior talofibular ligament and calcaneofibular ligament.

Figure 3. Five years after the initial injury, mortise view radiographs of right (A) and left (B) ankle joints. (A) There is 12-mm shortening of the lateral malleolus (arrow) and lateral shift of the talus with a widening of the medial clear space, disruption of the Shenton's line of the ankle and lateral part of the articular surface of the talus to the distal fibula. Coronal T1-weighted (C) and T2-weighted (D) magnetic resonance images showing premature growth arrest of distal physis and subsequent shortening of the lateral malleolus.

인대(anterior talofibular ligament), 종비인대(calcaneofibular ligament)의 파열이 확인되어 봉합 나사(anchor suture)를 이용한 변형 Brostrom 술식을 시행하였다(Fig. 2). 최초 수술 후 5년째에 수개월 전부터 재발하는 우측 족관절의 만성 통증과 보행 시 불편

감으로 다시 내원하였으며 빈번한 염좌를 호소하였다. 우측 족관절의 전반적인 부종이 관찰되었으며 국소적인 동통은 확인되지 않았으나 족관절 내측 및 외측의 만성 불안정성이 동시에 관찰되었으며 육안상 변형 소견이나 관절 가동 범위에 제한은 없었으나 American

Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot functional score 평가 기준(0~100) 점수는 65점이었다. 단순 방사선 검사 상에서 우측 족관절의 Shenton's line의 연속성 소실과 12 mm의 비골 단축이 확인되었다(Fig. 3A, B). 외상 후 초기 성장판 폐쇄(primary physal closure)로 인한 비골 단축이 의심되어 MRI 촬영을 시행했으며 MRI상 비골의 원위 성장판의 초기 폐쇄가 확인되었고 전거비인대와 종비인대의 파열이 관찰되었으나 관절 내 연골 손상 및 원위 경비인대 결합(syndesmosis) 손상은 확인되지 않았다(Fig. 3C, D).

초기 성장판의 폐쇄로 인해 비골의 단축이 발생하였고 환자가 반복되는 통증과 족관절의 불안정성 및 보행 시 불편감을 호소하여 이에 대한 치료법으로 절골술을 이용한 비골 연장술을 계획하였다. 수술은 외측 족관절 인대와 비골 하부를 모두 노출시키기 위해 외과의 외측과 전외측을 포함한 종절개를 통해 시행하였다. 비골 원위부 침단으로부터 10 cm 상방에 위치한 부위에서 Z 모양 절골술을 시행하여 원위 경비인대 결합의 손상을 최소화하였다. 비골 원위부의 후

방 원위 경비인대 결합 및 비골지대(peroneal retinaculum)를 유지하면서 천천히 절골된 비골을 원위부로 거골의 외측 관절면까지 내렸다. 10 mm의 길이 연장 후 Kirschner wire를 이용한 임시 고정을 시행하였고 탈회된 골기질(demineralized bone matrix)을 절골 부위 사이에 삽입하였다. 해부학적 정복을 확인하기 위해 C-arm을 이용한 방사선 촬영을 시행하였으며 경골천정에 대하여 거골을 해부학적 위치로 재배치(reposition)하여 족관절의 Shenton's line과 circle sign이 회복된 것을 확인할 수 있었다. 금속판을 이용하여 고정하였으며 비골 연장술 과정에서 전하 경비인대(anteroinferior tibiofibular ligament)를 절제하여 불안정해진 전하 경비인대를 봉합하였고, 경비 골간 안정성을 위해 두 개의 원위 경비인대 결합 나사를 고정하였다. 비골 하단부의 재배치와 전거비인대 및 종비인대의 만성 파열로 인한 족관절의 외측 불안정성이 관찰되어 이전 수술 후 남은 봉합사는 제거하고 이에 대하여 봉합 나사를 이용한 변형 Brostrom 술식을 시행하였고, Kirschner wire를 이용하여 경-거골 관절을 임시 고정하였다(Fig. 4).

Figure 4. Gross intraoperative image (A) and intraoperative C-arm image (B) of fibula lengthening Z-osteotomy. Immediate post-operative anteroposterior (C), lateral (D), and mortise (E) radiographs of right ankle joint. (A) The Mosquito is pointing a damaged calcaneofibular ligament and a Z-shaped osteotomy was performed at 10 cm above the distal tip of the fibula. (B) The fibula was slowly lowered distally to the lateral articular surface of the talus. (C-E) After Z-osteotomy, the plated was fixated with screws followed by temporary fixation of the ankle joint with Kirschner wire.

Figure 5. Anatomic restoration of fibular length and the tibiofibular relationship. Follow-up at 3 months, anteroposterior (A), lateral (B), and mortise (C) radiographs show graft incorporation.

수술 직후 단하지 석고붕대 고정을 시행하였으며 수술 1주일 후 Kirschner wire를 제거하였다. 수술 1개월 후 단순 방사선 촬영에서 가골 형성(callus formation)이 확인되고 체중부하 보행 시 증상을 호소하지 않아 석고붕대 제거 후 단하지 발목 보조기(walker boots) 보행을 4주간 시행하였다. 수술 후 2개월째 스포츠 활동 시 일부 불편감을 호소하는 것 외에는 일상생활에서 증상을 호소하지 않았으며 AOFAS ankle-hindfoot score는 94점으로 상승되었다. 수술 3개월 후 단순 방사선 촬영상 골형성이 확인되었으며 정상적인 스포츠 활동이 가능하였다(Fig. 5).

고 찰

소아에서 발생한 족관절 골절의 치료 목적은 올바른 해부학적 정복과 성장판 손상을 방지하는 데 있다. 성장판 손상이 동반된 소아의 족관절 골절에 대한 적절한 치료가 이루어지지 않은 경우 각 변형, 조기 외상성 관절염, 하지 부동, 관절 구축, 비골 단축 등 심각한 합병증을 초래할 수 있다.^{1-3,5)} 비골의 단축이 발생하더라도 대부분의 소아에서는 증상이 없거나 경미한 증상만을 호소하는 경우가 많다. 따라서 성장기 소아에서 족관절부 골절은 조기 진단을 필요로 하며, 진단 이후에도 주기적인 경과 관찰 및 변형과 불안정성에 대한 적극적인 치료를 필요로 한다.

비골 원위부는 족관절의 체중부하를 분산시키고 거골의 외측 버팀목 역할을 하며 이 기능이 상실될 경우 경골 천정(tibial plafond)의 압력이 증가하며 이로 인해 연골 손상과 경골 천정의 침강이 발생할 수 있다.⁵⁾ 비골의 미세한 전위가 경-거골 접합부의 압력을 크게 증가시킨다는 선행 연구 결과가 있다. 이러한 변화는 결국 족관절의 외반 변형과 퇴행성 관절염으로 이어진다.^{8,9)} 비골 원위부의 해부학적 정복은 경-거골 관절의 교합과 안정성을 회복시킬 수 있는데 절골술을 이용한 변형 교정은 비가역적인 손상이 발생하기 전에 반드시 시행되어야 한다.⁵⁾

본 증례에서는 Salter-Harris 2형 골절 후 발생한 성장판 정지로 인해 비골이 12 mm 단축되었고 이로 인해 족관절의 만성 통증과 내측 불안정성이 발생하였다. 이에 대한 치료로 절골술을 이용한 비골 연장술을 고려하였는데, 비골의 절골술에는 횡 절골술(transverse osteotomy), 사면 절골술(oblique osteotomy)과 Z 모양 절골술 등 다양한 방법이 있다.^{4,10)} 이 중 Z 모양 절골술은 타 절골술에 비해 골편 간의 접촉면이 넓으며 Z 모양으로 인해 골편 간의 역학적인 고정력을 증가시켜 골유합을 촉진시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 절골술 후 외고정기를 이용한 연장술은 감염, 폐용성 골조송증, 연부 조직 위축 등의 합병증이 발생할 수 있으나 Z 모양 절골술은 외고정기를 이용하지 않으므로 이러한 합병증의 발생을 피할 수 있다.⁴⁾ Z 모양 절골술 부위의 결정 시 비골의 근위부로 갈수록 비골 신경의 손상 가능성이 높으며 길이가 긴 금속판을 이용하여 고정해야 하는 번거로움이 있지만, Z 모양 절골술은 절골 부위가 길고 절골한 부분의 근위부 및 원위부에

여러 개의 나사 고정이 필요하며 또한 원위부에 경비인대 결합 나사를 고정하기 위한 공간이 필요하므로 비교적 근위부에서 시행하였다.

족관절의 불안정성과 만성 통증을 호소하는 비골 단축 환자에서 절골술을 이용한 비골 연장술은 효과적인 치료 방법으로 생각되며 특히 Z 모양 절골술을 이용한 방법은 횡 절골술에 비해 고정력을 증가시키고 골유합을 촉진시킬 수 있다는 장점이 있다. 또한 Z 모양 절골술을 이용한 비골 연장술은 외고정기를 이용한 연장술이 갖는 합병증을 피해갈 수 있으며, 비교적 쉽고 간단하게 시행이 가능하고 비용이 저렴하다는 점을 고려했을 때 조기 성장판 폐쇄로 인한 비골 단축 환자에서 시행해 보는 것을 추천한다.⁴⁾

ORCID

Jiyoun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-4239-3848>

Chae-Ho Lee, <https://orcid.org/0000-0001-9500-5856>

REFERENCES

1. Kay RM, Matthys GA. Pediatric ankle fractures: evaluation and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 2001;9:268-78. doi: 10.5435/00124635-200107000-00007.
2. Wuerz TH, Gurd DP. Pediatric physeal ankle fracture. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21:234-44. doi: 10.5435/JAAOS-21-04-234.
3. Kim JR, Song KH. Factors influencing premature physeal closure following physeal injury of the ankle in children. *J Korean Orthop Assoc*. 2008;43:672-6. doi: 10.4055/jkoa.2008.43.6.672.
4. Gómez-Palomo JM, Martínez-Crespo A, Rodríguez-Delourme I, García-Pérez JR, Martínez-Espinosa M, Montañez-Heredia E. Fibular-lengthening osteotomy in patient with progressive valgus deformity after an ankle fracture. *Am J Case Rep*. 2020;21:e920460. doi: 10.12659/AJCR.920460.
5. Manoudis GN, Kontogeorgakos VA, Badras LS. Distal fibular lengthening after premature growth arrest: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2012;20:409-13. doi: 10.1177/230949901202000332.
6. Ramsey PL, Hamilton W. Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *J Bone Joint Surg Am*. 1976;58:356-7. doi: 10.2106/00004623-197658030-00010.
7. Weber D, Friederich NF, Müller W. Lengthening osteotomy of the fibula for post-traumatic malunion. Indications, technique and results. *Int Orthop*. 1998;22:149-52. doi: 10.1007/s002640050229.
8. Weber D, Weber M. Corrective osteotomies for malunited malleolar fractures. *Foot Ankle Clin*. 2016;21:37-48. doi: 10.1016/j.fcl.2015.09.003.
9. Thordarson DB, Motamed S, Hedman T, Ebramzadeh E, Bakshian S. The effect of fibular malreduction on contact pressures in an ankle fracture malunion model. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79:1809-15. doi: 10.2106/00004623-199712000-00006.
10. Egger AC, Berkowitz MJ. Operative treatment of the malunited fibula fracture. *Foot Ankle Int*. 2018;39:1242-52. doi: 10.1177/1071100718795630.