



6.5 mm 해면골 전산나사를 이용한 Sanders Type II 또는 III형 종골 골절의 최소 침습적 치료

오용승*, 이경호, 김정호, 이명진

동아대학교 의과대학 정형외과학교실, *중은삼성병원 정형외과

Surgical Treatment of Calcaneal Fractures of Sanders Type II and III by A Minimally Invasive Technique with 6.5 mm Cancellous Screw

Yong Seung Oh*, Kyung Ho Lee, Jung Ho Kim, Myoung Jin Lee

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A University College of Medicine,

*Department of Orthopedic Surgery, Good Samsun Hospital, Busan, Korea

Purpose: This study evaluated the clinical and radiological results of 6.5 mm full threaded cancellous bone screw fixation of calcaneal fractures.

Materials and Methods: Thirty seven patients diagnosed with Sanders type II or III calcaneal fractures, who underwent open reduction and internal fixation with a 6.5 mm full threaded cancellous bone screw between August 2014 and August 2017, were analyzed. Both the preoperative and postoperative Böhler angle and Gissane angle were measured radiographically. American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot scale on the final follow-up were also assessed.

Results: The mean age of the patients was 52.7 years and the mean follow-up period was 29.5 months. In the Sanders classification, type II and III were 16 and 24 cases, respectively. The Böhler and Gissane angles improved from 21.2° and 122.6° preoperatively to 21.6° and 120.3°, respectively, in the postoperative radiographs. All cases achieved bony union, and the AOFAS ankle-hindfoot scale was 90.7 and 91.3 in Sanders type II and III, respectively, at the final follow-up.

Conclusion: The treatment of calcaneal fractures using a 6.5 mm full threaded cancellous bone screw can reduce the complications with minimally invasive surgery and achieve firm fixation.

Key Words: Calcaneus, 6.5 mm cancellous screw, Full threaded screw

서 론

종골 골절은 전체 골절에서 약 1%~2% 정도를 차지하며 족부 골절 중 약 60%를 차지하는 가장 흔한 족근골 골절이다.¹⁾ 종골 골절은 관절내 골절과 관절 외 골절로 분류할 수 있으며, 이 중 약

75%가 관절 내 골절로서 후방 관절의 불일치(incongruity) 및 부정 유합, 불유합 등으로 외상성 관절염 등이 발생하기 쉽다.²⁻⁴⁾ 따라서 관절 내 종골 골절의 수술적 치료에 있어 함몰된 후방 관절 골편의 해부학적 정복을 통해 거골하 관절(subtalar joint)의 상합성을 복원하는 것과 종골의 높이(height)를 복원하는 것이 중요하다.⁴⁾ 수술적 치료의 경우 광범위 외측 접근법을 통한 금속판 내고정술이 널리 이용되고 있으나 수술 창상 부위의 괴사 및 염증, 외상성 거골하 골관절염과 비복 신경 손상 등의 발생 빈도가 높으며 금속판 자극, 불유합 등의 합병증을 일으킬 수 있다.^{5,6)} 따라서 제한적 후방 도달법을 이용한 관혈적 정복술 및 금속 내고정술 등이 이용되고 있다. 이때 6.5 mm 부분 나사산 유관나사못만을 이용하여 내고정

Received August 26, 2019 Revised September 2, 2019 Accepted September 3, 2019

Corresponding Author: Myoung Jin Lee

Department of Orthopedic Surgery, Dong-A University College of Medicine, 32

Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea

Tel: 82-51-240-2757, Fax: 82-51-254-6757, E-mail: tynitus@dau.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4388-7196>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2019 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.

술을 시행하는 경우 정복의 실패가 종종 보고되고 있으며, 이는 유관나사가 해면골 나사에 비해 나사산의 크기와 길이가 짧아 해면골로 이루어진 종골 골절의 경우 골절편을 고정하기에 부적합하기 때문인 것으로 판단된다.^{7,8)} 이에 저자들은 최소 침습적 절개 및 관혈적 정복술 후 6.5 mm 해면골 전산나사못을 이용하여 수술하였고 그 임상적, 방사선적 결과를 분석해 보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 2014년 8월부터 2017년 8월까지 Sander type II형 또는 III형의 종골 골절 진단받고 관혈적 정복술 후 6.5 mm 해면골 나사못으로 고정한 최소 24개월 이상 추시가 가능한 37명(40예)의 환자를 대상으로 임상적, 방사선적으로 후향적 분석을 하였다. 연구윤리규정상 모든 연구는 동아대학교병원 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board)의 승인(DAUHIRB-18-013)을 통해 시행되었다. 총 37명 중 남자가 12명(32.4%) 여자가 25명(67.5%)이었으며, Sanders type II형은 16예(40.0%), III형은 24예(60.0%)였다. 평균 연령은 52.7세(범위 23~66세)였다. 우측이 19명(51.4%), 좌측이 15명(40.5%), 그리고 양쪽 모두의 골절은 3명(8.1%)에서 일어났으며 평균 추시기간은 29.5개월(범위, 24~36개월)이었다. 다른 골절과 동반된 환자, 병적 골절 환자, 운동능력이 떨어지는 환자, 보존적 치료를 받은 증례, 최소 침습적으로는 함몰된 후방 관절면의 정복이 어려운 일부 Sanders type III형 및 Sanders type IV형은 배제하였다. 수술 전 정확한 골절양상의 파악을 위해 환자의 족부 전후면, 측면, 사면, 측상면 Broden 영상 촬영 및 족부 3차원 컴퓨터 단층촬영(three-dimensional computed tomography, 3D-CT)을 시행하였다. 내고정 수술 후와 금속제거술 후 최종 추시에서 시행한 단순방사선 측면사진으로 Böhler 각과 Gissane 각을 측정하였고 Brodens 영상을 통해 후방 관절면의 유지 상태를 확인하였다. 측면 사진과 측상면 사진에서 height와 width를 각각 측정하였다(Fig. 1). 수술 방법으로는 환자를 측와위로 눕혀 족근동 접근법을

사용하였으며, Steinmann pin을 이용하여 후하방 견인을 시행하고 종골 후과 관절면의 함몰된 골절편은 골막 분리기(periosteum elevator)를 이용하여 골편을 정복하고 4.0 mm 피질나사를 이용하여 후방관절면에 횡방향으로 고정하였다. 종골 골절의 정복 후 이를 유지하기 위해 종골 후상방 및 종골 융기 후하방에서 종골 후과 방향으로 6.5 mm 해면골 전산나사못을 이용한 버팀 고정을 시행하였다(Fig. 2). 수술 중 영상 증폭기(image intensifier)를 이용하여 Broden 촬영을 지속적으로 시행하였으며 이를 통해 후방 관절면의 정복 상태를 판단하였다. 추시 결과, 방사선 측면 사진상에서 골절면의 폐쇄가 일어난 경우 골유합을 판정하였다. 수술 후 초기 6주간은 단하지 석고 붕대 고정 및 비체중부하 보행을 하고 이후 8주부터는 점진적으로 체중부하를 늘려서 보행하였으며 12주째 전 체중부하 보행을 시행하였다. 임상적 평가는 술 후 최소 6개월



Figure 2. Postoperative images show that 4.0 mm cortical screws were used to fix the posterior articular surface in the transverse direction. After the reduction of the calcaneal fracture, a 6.5 mm cancellous bone full threaded screw was used to fix from the superior and inferior calcaneus tubercle to articular facet. (A) Lateral view. (B) Axial view.

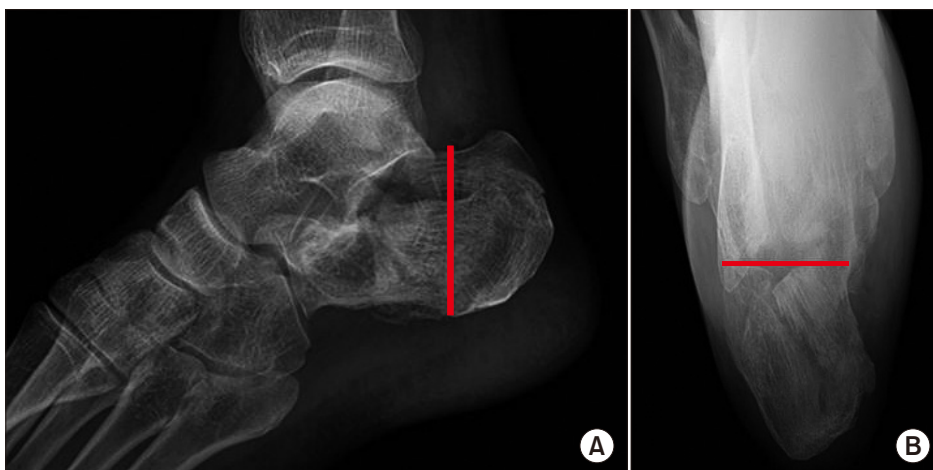


Figure 1. Measurement of calcaneal height and width in X-ray. (A) Calcaneal height is measured by the line drawn from the superior point of the posterior facet to anterior point of lateral process of tuberosity in lateral view. (B) Calcaneal width is measured by the line drawn from calcaneus medial groove to peroneus tubercle in axial view.

Table 1. Comparison among Preoperative, Postoperative and Final Follow-up Bohler and Gissane Angles in Calcaneal Fractures

Angle	Preoperative	Postoperative	Final follow-up	p-value*	p-value [†]
Böhler angle (°)	21.2±3.4	21.6±1.6	21.7±1.4	0.387	0.459
Gissane angle (°)	122.6±5.4	120.3±2.6	121.2±2.2	0.524	0.478

Values are presented as mean±standard deviation. There was no statistical significant differences between groups with respect to the examined variables, $p>0.05$.

*Comparison between preoperative and postoperative Böhler and Gissane angles. [†]Comparison between postoperative and final follow-up Böhler and Gissane angles.

Table 2. Comparison among Preoperative, Postoperative and Final Follow-up Calcaneal Width and Height

Variable	Preoperative	Postoperative	Final follow-up	p-value*	p-value [†]
Calcaneal width (°)	44.2±6.7	32.6±7.6	32.1±4.4	0.048	0.056
Calcaneal height (°)	38.2±4.3	41.3±2.6	41.2±2.2	0.047	0.052

Values are presented as mean±standard deviation.

*Comparison between preoperative and postoperative Calcaneal width and height. [†]Comparison between postoperative and final follow-up Calcaneal width and height.

이상 경과된 시점에서 Sanders type II, III형에 대한 시각통증점수 (visual analogue scale) 및 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hind foot scale을 이용하여 평가하였다. 통계적 분석은 PASW Statistics ver. 18.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하였으며 Wilcoxon log-rank test를 통해 유의성을 여부를 평가 하였다. 연속 변수는 반복측정 분산분석을 이용하였으며 이때 p-value는 0.05 미만일 때 유의미한 중요성을 나타낸다고 판단하였다.

결 과

골유합은 술자가 추시 엑스선을 확인하여 골유합 시점을 판단하였으며, 모든 환자에서 골유합이 이루어졌다. 수술 전 평균 Böhler 각과 Gissane 각은 $21.2^{\circ}\pm 3.4^{\circ}$ 및 $122.6^{\circ}\pm 5.4^{\circ}$ 였고 수술 후 평균 Böhler 각은 $21.6^{\circ}\pm 1.6^{\circ}$ 였으며 Gissane 각은 $120.3^{\circ}\pm 2.6^{\circ}$ 였다. 최종 추시에서 Böhler 각이 $21.7^{\circ}\pm 1.4^{\circ}$, Gissane 각이 $121.2^{\circ}\pm 2.2^{\circ}$ 였다. Böhler 각과 Gissane 각이 수술 전 후에서 유의한 호전을 보이지 않았으며($p>0.05$), 최종 추시 및 수술 후 비교에서도 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$; Table 1). Calcaneal height는 수술 전 후 비교에서 유의한 차이를 보였다($p<0.05$; Table 2). 모든 측정치는 두 명의 정형외과 전문의에 의해 측정된 뒤 평균을 구하였으며, 관찰자간 신뢰도(interobserver reliability)를 구하기 위하여 각 측정치 간의 반복성과 재현성을 알아보고 평가자 간의 상관관계를 산출하였다. 본 연구의 급간 내 상관계수(Intraclass correlation coefficient)는 0.859로 신뢰구간(0.748~0.910) 내에 위치하는 값을 얻을 수 있었다. 술 후 연부조직의 괴사, 골관절염, 골감염, 골유합 부전 등의 부작용은 보고되지 않았다.

고 찰

종골은 해부학적 특성상 축성 압박력이 가해졌을 때 손상 받기가 쉽다.⁹⁾ 종골 골절의 치료와 관련하여 Sanders 등¹⁰⁾과 Ross와 Sowerby¹¹⁾가 관혈적 정복술 및 금속 내고정술에 대한 연구를 발표한 이래 현재는 관절 내 종골 골절의 치료로 관혈적 정복술 및 금속 내고정술이 널리 사용되고 있다. 수술적 치료의 목적은 종골의 높이, 길이, 너비를 회복하는데 있으며, 외상 후 관절염을 최소화 하고 조기 관절 운동을 시행하여 골유합을 획득하는 데에 있다.¹²⁾ 비수술적 방법으로는 결코 관절 내의 전위된 골편이 정복될 수 없어 정상적인 기능으로 회복될 가능성이 희박하다는 점에서 적극적인 수술적 치료가 선호되고 있다. Thordarson과 Krieger¹³⁾의 전위된 관절 내 종골 골절을 대상으로 한 전향적 무작위 대조 연구에서는 수술적 치료를 한 경우에서 보존적 치료를 한 경우보다 수술 후 1년 이상 경과에서 보다 좋은 기능적 평가 결과를 보고하였다. 이후 최근의 연구들에서도 Sanders type II, III형의 종골 골절에서는 수술적 치료가 보존적 치료를 했을 경우보다 더욱 만족스러운 결과들을 보고하고 있다.¹⁴⁾ 해면골 전산나사못은 피질골 나사보다 나선 깊이가 크고, pitch가 커서 해면골을 고정하기에 적합하며 두 개의 골편 사이의 전단력을 차단하기에 용이하다. Klaue 등¹⁵⁾은 완전 나선 나사보다 부분 나선 나사의 골편간의 압박력이 50% 더 크다고 하였다.

최근 가장 많이 사용되고 있는 외측 도달법에 의한 관혈적 정복 및 금속판 고정술은 단단한 고정력을 가져 방사선적 및 임상적으로 좋은 결과가 보고되고 있으나 비골신경 손상 등의 신경손상, 상처벌어짐, 피부괴사, 연부조직 긴장도 증가 등의 부작용 외에도 금속판자극, 금속제거 시 광범위 절개가 필요함 등의 단점을 지니고 있다. Abdelgaid¹⁶⁾는 60예의 전위가 관찰되는 관절 내 종골 골절에 대해 비관혈적 정복술 및 경피적 유관나사못 고정술을 시행 후

AOFAS ankle-hind foot scale상에서 15% (9예)의 보통 그리고 5% (4예)의 불만족을 보고하였으며 최소 침습적 치료를 통해 추가적인 연부조직 손상의 부작용은 줄일 수 있었으나 금속판 고정술에 비교하여 상대적으로 약한 고정력을 보고하였다. 이에 저자들은 수술 전 3D-CT 등을 이용한 관절 내 골절 양상의 정확한 이해를 통해 수술 시 최소한의 절개를 통해 가능한 한 최대한의 해부학적 정복을 획득하고 해면골 전산나사못을 이용하여 견고한 내고정을 얻고자 하였다. 종골 골절에서 정복에 필요한 최소한의 관혈적 외측 도달법(변형된 Ollier 도달법) 후 후방 관절면의 골절 상태를 육안으로 확인하여 관절면을 불일치 정도가 가능한 한 1 mm 이내가 되도록 정복한 후, 금속핀(K-wire) 또는 4.0 mm 유관나사못을 이용하여 종골의 횡 방향으로 고정하였으며, 정복 유지를 위하여 종골 융기 후방에서 종골 후과 방향으로 6.5 mm 해면골 전산나사못을 이용하여 고정하였다. 본 연구에서 Böhler와 Gissane 각도는 각각 수술 전 21.2°, 122.6°에서, 수술 후 21.6°, 120.3°로 측정되어 유의한 차이를 보이지 않았으며($p>0.05$), 이전의 다른 연구 결과들과 비교하여 양호한 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.¹⁷⁻²⁰⁾

본 연구의 제한점으로는 저자들은 단독군으로 연구를 하였고 금속판을 이용한 수술 방법과의 객관적 결과를 비교할 수 없으며 수술 전 골절의 양상에 대한 평가를 위해 모든 환자에서 컴퓨터 단층촬영을 시행하였으나 추시 중에는 족부 측면 단순방사선영상으로만 평가를 했다는 것이다. 이로 인해 후방관절면의 정복 및 유지 상태를 족부 측면 단순방사선영상에서 측정한 회전 전위각에 의존할 수 밖에 없었다. 많은 수의 환자들을 대상으로 수술적 도달법 또는 고정 기구에 따른 임상 결과의 전향적 비교 연구가 이루어지고 수술 후 컴퓨터 단층촬영을 추가적으로 시행한다면 각각의 수술 기법에 대한 객관적 판단 및 비교 분석, 그리고 관절 내 정복 상태를 평가하는 데 도움이 될 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 종골 골절의 치료로 6.5 mm 해면골 전산나사못 고정의 방사선적 지표 및 임상적 결과가 만족스러움을 알 수 있었다. 6 주간의 부목 고정 이 후에는 관절 운동 및 부분 체중부하가 가능할 정도의 충분한 고정력을 가지는 것도 알 수 있었다. 종골 골절에서 정확한 정복 시행 후 해면골 전산나사못으로 고정하였을 때 압박력으로 인해 정복이 무너지는 것을 방지할 수 있었고 금속판으로 인한 연부조직 긴장도 증가 및 피부괴사 등의 합병증으로부터 자유로울 수 있었다. 종골 골절에서 해면골 전산나사못을 이용한 고정은 정복을 유지한 채로 고정하기 좋으며 추후 금속을 제거할 시 금속판을 제거하는 경우보다 최소 침습적으로 시행할 수 있는 장점이 있어 훌륭한 내고정법으로 생각된다.

REFERENCES

1. Cave EF. Fracture of the os calcis--the problem in general. *Clin Orthop Relat Res.* 1963;30:64-6.
2. Fitzgibbons TC, McMullen ST, Mormino MA. Fractures and dislocations of the calcaneus. In: Bucholz RW, Heckman JD, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults vol 2.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.2133-79.
3. Murphy GA. Fractures and dislocations of foot. In: Campbell WC, Canale ST, editors. *Campbell's operative orthopaedics.* 10th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2003. p.4231-83.
4. Susan N. Ishikawa. Fractures and dislocations of the foot. In: Canale ST, Azar FM, Beaty JH, Campbell WC, editors. *Campbell's operative orthopaedics volume 1.* 13th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. p.4278
5. Abidi NA, Dhawan S, Gruen GS, Vogt MT, Conti SF. Wound-healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 1998;19:856-61. doi: 10.1177/107110079801901211.
6. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot. *Surgical management of calcaneal fractures.* *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(292):128-34.
7. Wang T, Boone C, Behn AW, Ledesma JB, Bishop JA. Cancellous screws are biomechanically superior to cortical screws in metaphyseal bone. *Orthopedics.* 2016;39:e828-32. doi: 10.3928/01477447-20160509-01.
8. Patel PS, Shepherd DE, Hukins DW. The effect of screw insertion angle and thread type on the pullout strength of bone screws in normal and osteoporotic cancellous bone models. *Med Eng Phys.* 2010;32:822-8. doi: 10.1016/j.medengphy.2010.05.005.
9. Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, Benirschke SK. Fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am.* 2002;33:263-85, x.
10. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(290):87-95.
11. Ross SD, Sowerby MR. The operative treatment of fractures of the os calcis. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(199):132-43.
12. Letournel E. Open reduction and internal fixation of calcaneus fractures. In: Spiegel PG, editor. *Topics in orthopedic trauma.* Baltimore: University Parkpress; 1984. p.173-92.
13. Thordarson DB, Krieger LE. Operative vs. nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial. *Foot Ankle Int.* 1996;17:2-9. doi: 10.1177/107110079601700102.
14. Basile A. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures in elderly patients. *J Foot Ankle Surg.* 2010;49:25-32. doi: 10.1053/j.jfas.2009.08.001.
15. Klaue K, Perren SM, Kowalski M. Internal fixation with a self-compressing plate and lag screw: improvements of the plate hole and screw design. 1. Mechanical investigation. *J Orthop Trauma.* 1991;5:280-8.
16. Abdelgaid SM. Closed reduction and percutaneous cannulated screws fixation of displaced intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Surg.* 2012;18:164-79. doi: 10.1016/j.fas.2011.07.005.

17. **Park JW, Park CH.** Outcomes of arthroscopic assisted reduction and percutaneous fixation for tongue-type sanders type II calcaneal fractures. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2017;21:144-50. doi: 10.14193/jkfas.2017.21.4.144.
18. **Lee MJ, Sohn SK, Lee KY, Kim SS, Kang MS, Kim HJ, et al.** Open reduction and internal fixation with AO calcaneal plate for displaced intra-articular calcaneal fracture. *J Korean Fract Soc.* 2010;23:303-9. doi: 10.12671/jkfs.2010.23.3.303.
19. **Moon JS, Lee WC.** A comparison of extensile lateral approach and sinus tarsi approach for the sanders type II calcaneal fracture. *J Korean Fract Soc.* 2009;22:13-8. doi: 10.12671/jkfs.2009.22.1.13.
20. **Lee YT, Oh HC, Yoon HK, Jang JW, Jang KJ.** Comparison of F calcaneal plate and locking calcaneal plate fixation using an lateral extensile approach to intra-articular calcaneal fractures. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2012;16:175-80.