

수술 후 컴퓨터 단층촬영을 이용한 관절 내 종골 골절의 정복과 임상 결과 간의 연관성 분석

엄준상, 주영득, 김성준*, 신민호[†], 이동오, 정홍근

건국대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, *국군양주병원, [†]이춘택병원 정형외과

Correlation Analysis of Reduction for Intra-Articular Calcaneal Fracture and Clinical Outcomes Using Postoperative Computed Tomography

Joon-Sang Eom, Young-Deuk Joo, Seong-Jun Kim*, Min-Ho Shin[†], Dong-Oh Lee, Hong-Geun Jung

Department of Orthopaedic Surgery, Konkuk University School of Medicine, Seoul,

*The Armed Forces Yangju Hospital, Yangju, [†]LCT Hospital, Suwon, Korea

Purpose: We evaluated the correlation of postoperative clinical outcomes and radiologic findings using computed tomography and simple X-ray in intra-articular calcaneal fractures.

Materials and Methods: The current study is based on 41 feet, 38 patients with displaced intra-articular fracture who underwent surgical treatment with at least one year of follow-up. Evaluation of clinical outcome included American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score, visual analogue scale (VAS) score, and subjective satisfaction. A simple X-ray was used in evaluation of preoperative and postoperative Gissane angle, Böhler angle, and calcaneal fracture width. Computed tomography scan was performed for evaluation of preoperative and postoperative articular step-off and articular gap in all cases. Finally, we evaluated the correlation of the postoperative clinical outcomes and radiologic findings based on the measurement.

Results: The average postoperative AOFAS score and VAS score was 84.1 ± 8.5 and 2.2 ± 2.2 . Subjective satisfaction was excellent in 15 cases, good in 19 cases, and fair in seven cases. The average Böhler angle was restored from 11.1° to 24.7° ($p < 0.05$), Gissane angle was changed from 121.0° to 119.0° ($p > 0.05$), and the average width was restored from 45.8 to 35.0 mm ($p < 0.05$). The average articular step-off and gap were decreased from 6.3 to 2.0 mm and from 11.1 to 4.6 mm, respectively ($p < 0.05$). No significant correlations were observed between the clinical outcome and Gissane angle, Böhler angle, and width, and there was no significant correlation between the clinical outcome and Sanders classification. However, postoperative articular step-off showed correlation with VAS and AOFAS score and articular gap showed correlation with VAS score.

Conclusion: The clinical outcome did not show correlation with Böhler angle and Gissane angle but did show correlation with anatomical reduction of the posterior facet joint.

Key Words: Calcaneal fracture, Articular step-off, Articular gap, Computed tomography

Received June 30, 2014 Revised October 25, 2014 Accepted October 26, 2014

Corresponding Author: Hong-Geun Jung

Department of Orthopaedic Surgery, Konkuk University School of Medicine, 120 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 143-729, Korea

Tel: 82-2-2030-7609, Fax: 82-2-2030-7369, E-mail: jungfoot@hanmail.net

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright ©2014 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/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

종골은 체중에 대하여 견고하나 탄력성 있는 지주로서의 역할과 도약판(spring board)의 역할을 해주는 중요한 구조물이다. 종골 골절은 60%~75%가 전위된 관절 내 골절로 부적절한 치료 결과에 따른 합병증 및 수상 이전 작업 능력의 소실이 매우 높은 골절이며 영구적인 기능적 장애를 유발할 수 있는 것으로 알려져 있다.¹⁻⁴⁾

종골의 관절 내 골절은 보존적 치료와 수술적인 치료에 대한 의견 차이가 심하였는데, 이는 단순 방사선 사진 소견만으로는 관절면의 정복 상태를 판단하기 어려웠던 것이 가장 큰 원인 중의 하나였다. 그러나 컴퓨터 단층촬영이 점차 진단에 널리 사용되면서 최근 10여 년간은 다시 수술적인 치료가 주장되고 있다.⁵⁾ 많은 예후 인자들이 더 좋은 기능적 결과와 관련되어 있지만 그 중 후방 관절면의 정복 정도가 수술과 관련된 중요한 예후인자의 하나로 보고되고 있다.⁶⁾ 하지만 수술 후 골절의 정복 정도와 예후의 연관성에 대해서 컴퓨터 단층촬영 소견을 이용하여 연구한 보고는 많지 않은 실정이다.^{7,8)} 이에 본 저자들은 수술 전, 후 단순 방사선 촬영

및 컴퓨터 단층촬영을 시행하여 수술 전, 후의 Böhler 각과 Gissane 각, 종골 골절 넓이(width)를 측정하였고 또한 종골 후방 소관절(posterior facet) 골절면의 정복 상태를 평가하였으며, 이를 토대로 거골하 관절면의 골절 정복 상태와 술 후 임상 결과와의 상호 연관성 및 임상 결과에 영향을 미치는 요소에 대하여 통계적 방법을 통해 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 8월부터 2013년 3월까지 건국대학교병원에서 전위된 관절 내 종골 골절에 대하여 수술적 치료를 시행한 총 46명의 환자 중, 치료 후에 1년 이상의 추시 및 컴퓨터 단층촬영을 시행한 38명(남자 30명, 여자 8명, 41예(우측 20예, 좌측 15예, 양측 3예)를 대상으로 후향적으로 평가해 임상적 결과와의 연관성을 알아보았다. 본 연구는 건국대학교병원의 임상연구윤리위원회(institutional review board)의 승인을 받아 시행하였다.

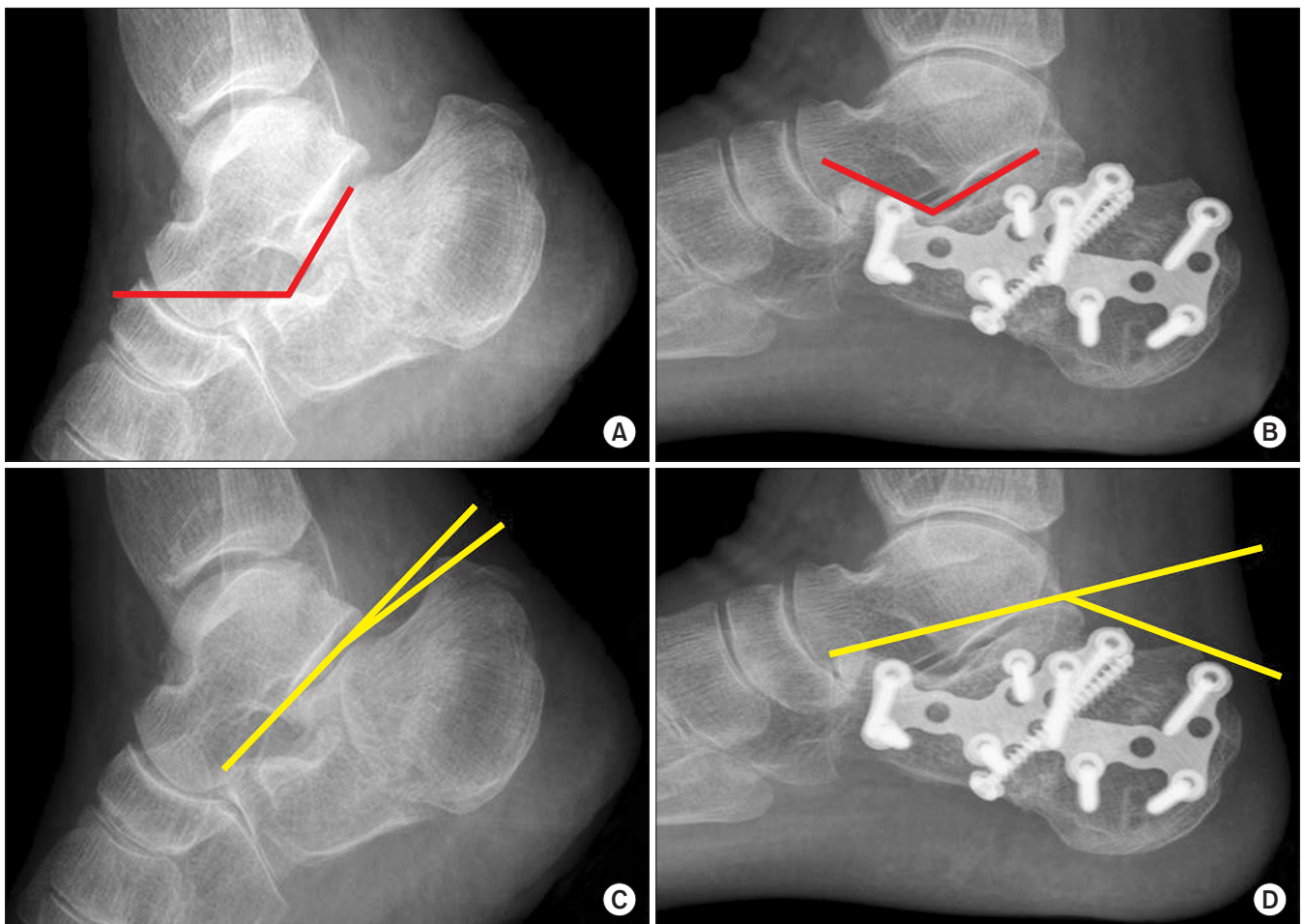


Figure 1. The radiographs show preoperative Gissane angle (A), postoperative Gissane angle (B), preoperative Böhler angle (C), and postoperative Böhler angle (D).

2. 수술 방법

수상 후 수술 시기는 손상된 족부의 부종 정도, 개방성 창상 및 동반 손상의 유무, 환자의 전신상태 등에 의해 결정하였으며 후 족부의 부종이 충분히 가라앉아 후족부 외측부에 피부 주름이 잡힐 경우에 수술을 시행하였다. 수상 후 수술까지 걸린 시간은 평균 5.7일(1~14일)이었다. 2차 골절선의 위치에 따라 분류한 관절 함몰형 종골 골절 32명의 환자는 측외위에서 광범위 L-자형 도달법을 사용하여 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술을 시행하였으며, 후방 소관절을 포함한 2차 골절선이 종골 돌기 후방에 위치하는 설상형 종골 골절 6명의 환자는 측외위에서 광범위 L-자형 도달법을 사용하여 관혈적 정복술 및 축성 핀 고정술을 시행하였다. 수술 부위 봉합 후 단하지 석고 부목으로 고정하였고 술 후 2주째 단하지 석고붕대 고정으로 교체하였다. 술 후 6주째 석고붕대 제거 후 발목 관절 운동을 시작하였고 이후 부분 체중부하를 시행하였다. 술 후 10~12주째부터 전 체중부하 보행을 시행하였다.

3. 수술 후 평가

수술 후 임상 결과의 판정은 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hind foot score를 측정하여 81~100점은 우수, 71~80점은 양호, 61~70점은 보통, 60점 이하는 불량으로 구분하였고 visual analogue scale (VAS) score, 수술에 대한 환자 만족도 등으로 평가하였다. 수술 후 만족도는 매우 만족, 만족, 보통, 불만족으로 구분하였다.

영상의학적 결과 판정은 측면 단순 방사선 사진을 통해 술 전 및 술 후 Böhler 각과 Gissane 각을 측정하고(Fig. 1), 종골 축상 단순 방사선 사진을 통해 종골 골절 넓이를 측정하였다(Fig. 2). 또한 전예의 환자에서 수술 전과 수술 후 1년 추시 시 컴퓨터 단층촬영을 시행하였으며, 수술 전 컴퓨터 단층촬영을 통해 Sanders 분류⁹⁾로 종골 골절의 형태를 분류하였고 수술 전, 후의 골절 관절면의 함몰(articular step-off), 골편 간의 불일치 간격(articular gap)을 측정하였다(Fig. 3).

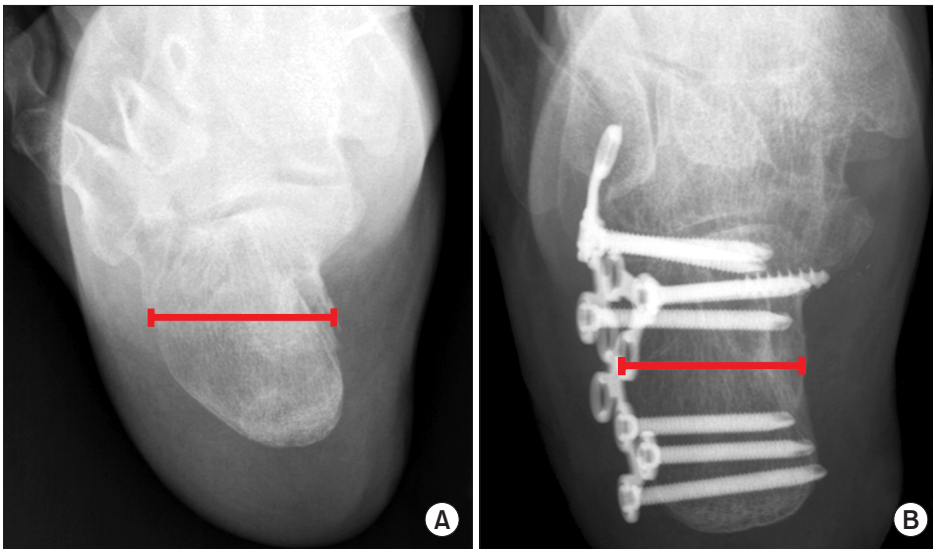


Figure 2. Preoperative (A) and postoperative (B) axial radiographs show fracture width. Fracture width is measured as the widest part of calcaneus.

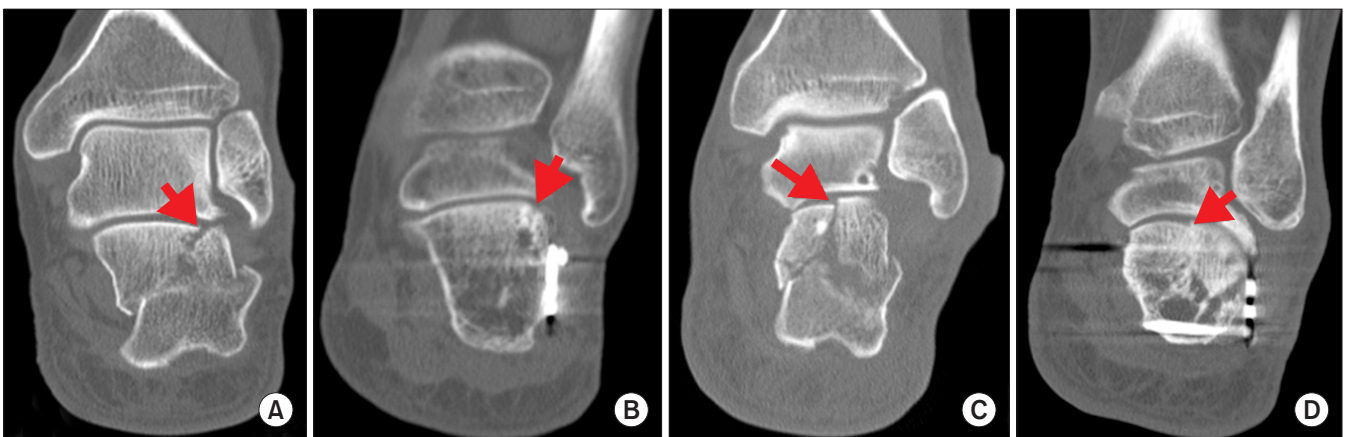


Figure 3. Computed tomographic images show preoperative articular gap (A, arrow), postoperative articular gap (B, arrow), preoperative articular step-off (C, arrow), and postoperative articular step-off (D, arrow) in the intra-articular calcaneal fracture.

종골 후방 소관절의 골절선이 2개 이상일 경우에는 함몰이나 간격이 가장 큰 값을 선택하여 측정하였다. 또한 거골하 관절면의 퇴행성 변화 여부, 관절 내 유리체 및 금속 나사의 관절면 관통 유무를 포함한 기타 합병증에 대해 조사하였다.

4. 통계적 검증

수술 전 및 수술 후의 단순 방사선 촬영상의 Böhler 각과 Gissane 각 및 종골 골절 넓이의 변화를 분석하였으며, 임상 결과와의 연관성을 분석하였다. 또한 컴퓨터 단층촬영을 통한 Sanders 분류 및 수술 전, 후 컴퓨터 단층촬영상에서 측정된 관절면의 함몰 그리고 골편 간 간격과 임상 결과와의 연관성을 알아보고자 하였다.

통계적 검증은 PASW Statistics version 18.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며 비모수 통계법을 이용한 Wilcoxon rank-sum test 및 Pearson 상관계수로 검증하였다. 통계적 유의기준은 p-value 0.05 이하로 하였다.

결 과

수술 당시 평균 나이는 47.8세(20~71세)였으며, 평균 추시 기간은 21.3개월(12~46개월)이었다. 수상 원인은 추락이 30예, 단순 실족이 7예, 교통사고가 2예, 스포츠 손상이 2예였다. 8예의 환자에서 동반 손상이 있었으며 척추 골절이 6예, 요골 골절 1예, 원위 경골 간부 골절 및 근위 비골 간부 골절이 1예 있었다. 임상적 결과는 총 41예에서 VAS score는 평균 2.2 ± 2.2 점(0~7점)이었으며 AOFAS score는 평균 84.1 ± 8.5 점(63~97점)으로 측정되었고 우수 29예(70.7%), 양호 8예(19.5%), 보통 4예(9.7%)로 양호 이상이 37예(91.3%)였다. 환자의 만족도는 매우 만족 15예(36.5%), 만족 19예(46.5%), 보통 7예(17%)로 평가되었으며, 만족 이상이 34예(83%)였다. 거골하 관절의 운동 범위는 평균 내번 $12.4^\circ \pm 5.7^\circ$, 평균 외번 $7.5^\circ \pm 4.2^\circ$ 로 측정되었고 정상 거골하 관절 운동 범위 50% 미만을 보이는 운동 범위 제한이 12예(29.2%)에서 관찰되었다.

측면 단순 방사선 사진에서 평가한 수술 전, 후 Böhler 각은 수술 전 평균 $11.1^\circ \pm 7.5^\circ$ ($1^\circ \sim 38^\circ$)에서 수술 후 평균 $24.7^\circ \pm 9.1^\circ$ ($4^\circ \sim 54^\circ$)로 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), Gissane 각은 수술 전 평균 $121.0^\circ \pm 12.0^\circ$ ($87^\circ \sim 144^\circ$)에서 수술 후 평균 $119.0^\circ \pm 10.0^\circ$ ($101^\circ \sim 148^\circ$)로 감소하였으나 유의한 변화를 보이지 않았다($p > 0.05$). 종골 축상 단순 방사선 촬영상에서 측정된 종골 골절 넓이는 수술 전 48.5 ± 5.2 mm (40~59 mm)에서 수술 후 35.0 ± 4.5 mm (27~49 mm)로 교정되었다($p < 0.05$). 수술 전, 후의 Böhler 각 및 Gissane 각, 종골 골절 넓이와 임상적 지수의 상관성 검사는 Böhler 각의 경우 수술 전 VAS score ($p = 0.170$, coefficient = 0.218)와 AOFAS score ($p = 0.336$, coefficient = -0.154) 모두에서 상관성을 보이지 않았으며, 수술 후 VAS score ($p = 0.631$, coefficient = -0.077)와 AOFAS score ($p = 0.981$, coefficient = 0.004)에서도 Böhler 각도와 상관성을 보

이지 않았다. Gissane 각의 경우 수술 전 VAS score ($p = 0.537$, coefficient = 0.099)와 AOFAS score ($p = 0.650$, coefficient = 0.073), 수술 후 VAS score ($p = 0.342$, coefficient = 0.152)와 AOFAS score ($p = 0.624$, coefficient = -0.079) 모두에서 Gissane 각과 상관성을 보이지 않았으며, 종골 골절 넓이의 경우도 마찬가지로 수술 전 VAS score ($p = 0.813$, coefficient = -0.038)와 AOFAS score ($p = 0.257$, coefficient = -0.181), 수술 후 VAS score ($p = 0.264$, coefficient = 0.179)와 AOFAS score ($p = 0.075$, coefficient = -0.281)에서 상관성을 보이지 않았다.

한편, 본 연구에서는 수술 전 Sanders 분류별로 나눈 동일군에서 수술 후 Böhler 각을 20° 미만과 이상으로 나누어 임상적 결과 차이에 대하여 조사하여 보았는데, Sanders II군의 수술 후 Böhler 각이 20° 미만인 군의 경우는 VAS score와 AOFAS score가 각각 3.5 ± 2.2 점과 84.0 ± 9.8 점이었으며, Böhler 각이 20° 이상인 군의 경우 VAS score와 AOFAS score는 각각 1.8 ± 1.3 점과 89.4 ± 7.2 점으로 Böhler 각에 따른 두 군 간의 차이는 관찰되지 않았다. Sanders III군의 경우 Böhler 각이 20° 미만인 군의 VAS score와 AOFAS score는 각각 2.2 ± 2.6 점과 83.2 ± 6.8 점이었으며, Böhler 각이 20° 이상인 군의 VAS score와 AOFAS score는 각각 2.2 ± 2.5 점과 82.4 ± 10.7 점이었으며, Sanders IV군의 경우 Böhler 각이 20° 미만인 군의 VAS score와 AOFAS score는 각각 1.4 ± 1.6 점과 84.4 ± 5.3 점이었으며, Böhler 각이 20° 이상인 군의 VAS score와 AOFAS score는 각각 2.7 ± 2.7 점과 84.5 ± 5.3 점이었으며, Sanders III군과 IV군에서도 동일군에서의 수술 후 Böhler 각에 따른 임상적 지수의 유의한 차이를 찾을 수 없었다($p > 0.05$).

또한 본 연구는 동일군별 수술 후 Gissane 각이 120° 미만인 군과 120° 이상인 군으로 나누어 임상적 결과의 연관성을 검토하였는데, Sanders II군의 수술 후 Gissane 각이 120° 미만인 경우는 VAS score와 AOFAS score가 각각 2.7 ± 1.7 점과 87.7 ± 8.4 점이었으며, Gissane 각이 120° 이상인 경우 VAS score와 AOFAS score는 각각 1.6 ± 1.5 점과 88.0 ± 8.1 점이었다. Sanders III군의 경우 Gissane 각이 120° 미만인 경우에서 VAS score와 AOFAS score는 각각 1.6 ± 2.1 점과 86.1 ± 7.9 점이었으며, Gissane 각이 120° 이상인 경우 VAS score와 AOFAS score는 각각 3.3 ± 2.7 점과 77.5 ± 10 점이었으며, Sanders IV군의 경우 Gissane 각이 120° 미만인 경우에서 VAS score와 AOFAS score는 각각 1.0 ± 0.8 점과 83.7 ± 4.7 점이었으며, Gissane 각이 120° 이상인 경우 VAS score와 AOFAS score는 각각 2.8 ± 2.6 점과 85.0 ± 7.1 점이었으며, 전 군에서 수술 후 Gissane 각에 따른 임상적 지수의 유의한 차이를 찾을 수 없었다($p > 0.05$).

컴퓨터 단층촬영으로 측정된 거골하 관절면의 함몰은 수술 전 평균 6.3 ± 3.3 mm (1.5~14.5 mm)에서 수술 후 1년째 2.0 ± 1.2 mm (0~5.2 mm)로 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 골편 간 간격 또한 수술 전 평균 11.1 ± 7.1 mm (2.2~33 mm)에서 수술 후 1년째 4.6 ± 3.3 mm (0.2~12.0 mm)로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 후

Table 1. Correlation Analysis of Postoperative Articular Step-off and Articular Gap with Clinical Outcomes

Group	Foot	VAS score	AOFAS score
Step-off ≥ 2 mm	22	3.0 \pm 2.4	81.1 \pm 9.6
< 2 mm	19	1.3 \pm 1.7	87.1 \pm 6.2
Gap ≥ 2 mm	33	2.4 \pm 2.2	82.7 \pm 8.7
< 2 mm	8	1.50 \pm 2.1	88.7 \pm 6.9

Values are presented as number or mean \pm standard deviation.
VAS: visual analogue scale, AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society.

방 소관절의 함몰 및 골편의 간격을 각각 2 mm를 기준으로 두 군으로 나누어 시행한 임상적 결과에서는 관절면의 함몰이 2 mm 이내인 군에서 2 mm 이상인 군에 비해 AOFAS score와 VAS score 모두에서 좋은 결과를 보였으나($p < 0.05$), 골편의 전위를 나누어 분류한 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$) (Table 1). 한편, 술 후 측정된 관절면의 함몰은 AOFAS score ($p = 0.031$, coefficient = 0.337)와 VAS score ($p = 0.048$, coefficient = -0.310)에서 상관관계를 보였으며, 골편 간 간격은 AOFAS score ($p = 0.026$, coefficient = -0.357)와는 통계적으로 유의한 상관성을 보였으나 VAS score ($p = 0.062$, coefficient = 0.294)와는 상관성을 보이지 않았다($p > 0.05$). 수술 전 컴퓨터 단층촬영을 통해 평가한 Sanders 종골 골절 분류에서 제 IIA형은 7예, 제 IIIAB형은 23예, 제 IIIAC형은 1예, 제 IIIBC형은 1예, 제 IV형은 9예가 관찰되었으며, Sanders 분류에 따른 AOFAS score와 VAS score는 전 군에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$) (Table 2).

다른 수술 후 합병증은 모두 8예가 있었는데, 2예에서 수술 후 창상 문제가 발생하였으며 봉합 부위의 국소적 괴사가 발생한 1예에 대하여 보존적 치료를 하였고, 창상 감염이 있었던 1예의 경우 창상 개방을 통한 변연 절제술 후 지연 봉합하여 치료하였다.

6예에서 외상 후 거골하 관절염 소견이 발견되어 4예에서 거골하 유합술을 시행하였으며, 나머지 2예에 대해서는 보존적 치료를 시행하였다. 금속나사가 관절면을 관통한 경우를 포함한 다른 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

종골 골절은 족근골 골절 중 약 60%, 전체 골절의 약 1%~2%의 발생빈도를 보인다.⁴⁾ 특히 거골하 관절을 침범하는 관절 내 골절은 종골 골절의 약 75%를 차지하며, 이의 정확한 평가와 적합한 치료가 이루어져야 이후 발생할 수 있는 합병증을 최소화할 수 있다.^{1,10,11)} 종골 골절의 치료법은 보존적 치료와 수술적 치료 사이에 많은 논란이 있어 왔으나 전위된 관절 내 종골 골절의 경우 보존적 치료나 비관혈적 정복술로는 관절면의 해부학적 정복이나 종골 높이와 길이의 단축, 폭의 증가와 같은 문제를 해결할 수 없어 종

Table 2. Correlation Analysis of Clinical Outcome and Sanders Classification

Sanders classification	Foot	VAS score	AOFAS score
II	7	2.3 \pm 1.6	87.8 \pm 7.6
III	25	2.3 \pm 2.5	82.7 \pm 9.6
IV	9	2.0 \pm 2.1	84.4 \pm 5.8

Values are presented as number or mean \pm standard deviation.
VAS: visual analogue scale, AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society.

골의 부정 유합으로 인한 정상적 기능의 회복이 어렵다고 할 수 있다.^{12,13)}

또한 견고한 고정과 관절의 조기운동이 임상적으로 좋은 결과를 보인다는 점에서 최근에는 수술적 치료를 선택하는 경향이 높다.^{2,3,5,14,15)} 관절 내 종골 골절에 대한 수술적 치료의 목적은 근본적으로 정확한 해부학적 정복을 얻는 데 있으며, 특히 거골하 관절면의 회복이 임상 결과와 밀접한 관계가 있음을 보고하고 있다.¹¹⁾ 한편, 골절의 정확한 양상과 유형을 분류하려는 많은 연구와 시도가 있어 왔지만, 종골의 복잡한 형태와 골절 양상의 다양성, 방사선적 검사에 따른 여러 측정 방법에 의한 분류 기준의 차이 등으로 인해 아직까지 논란이 되는 부분이 많다.^{2,4,9,10,12,14,16,17)} 종골 골절의 분류법에서 Essex-Lopresti¹¹⁾의 분류법은 단순 방사선 촬영을 기초로 한 분류로 전체적인 종골 모양의 회복과 Böhler 각의 회복에 중점을 둔 분류였으나, 단순 방사선 촬영상의 한계로 골절 치유 양상, 관절면의 상태를 충분히 파악하는 데 어려움이 있고 관절면 또한 평면이라기보다는 곡면을 가지고 있어 단순 전후면 및 측면 방사선 사진만으로 평가하기에는 어려움이 크다.²⁾ 특히 관절면을 침범하고 심한 분쇄와 전위가 있는 복잡한 양상의 골절의 경우 정확한 평가가 힘든 단점이 있다.^{2,4,14,18)}

한편, 컴퓨터 단층촬영은 단순 방사선 사진의 이러한 단점을 보완하여 관절 내 종골 골절 양상의 파악에 큰 도움을 주고 있는데, 거골하 관절면의 부조화 정도, 골절편의 전위 양상, 전방돌기 및 제거돌기의 골절 등을 알 수 있어 적절한 술 전 평가 및 치료방법의 선택, 예후 등을 판단하는 데 매우 유용하다.^{19,20)} 그러나 현재까지 수술 전 컴퓨터 단층촬영을 시행한 경우는 많았으나 수술 후 평가를 위해 컴퓨터 단층촬영을 시행한 연구는 많지 않았다.^{7,8)} 따라서 본 연구에서는 수술 후 컴퓨터 단층촬영을 시행하였으며, 특히 관절면의 함몰과 골절편 간의 간격을 중점적으로 파악하여 이들이 미치는 예후와 임상적 결과를 알아보았다.

Segal 등²¹⁾이 종골 골절에서의 진단과 치료에 컴퓨터 단층촬영의 유용성에 대해 서술한 이후 Sanders 등⁹⁾이 이를 이용하여 종골의 후방 관절면을 외주, 중간주, 내주로 나누어 골절선의 수와 위치에 따라서 골절의 정도를 분류하였고 골절선이 많을수록, 그리고 내측에 위치할수록 정확한 정복을 얻기 어려우며 임상적 결과도 불량하다고 하였다. 특히 제 IV형에서 결과가 불량한 것은 골절의 해

부학적 정복이 어렵기 때문인 것으로 보고하였다. Dooley 등²²⁾은 수술적 치료를 시행하여 거골하 관절의 해부학적 정복을 시행한 군의 임상적 결과가 좋았으나 비수술적으로 치료한 군과 비교하여 해부학적 정복이 이루어지지 않았을 경우 임상적 결과에 차이가 없다고 한 반면, Sanders의 분류에 의한 골절 유형은 기능적 결과나 예후와 일치하지 않는다고 주장하였다. 실제 본 연구에서는 Sanders 분류로 골절 유형을 나누고 이에 따른 임상적 결과를 비교 평가하였으나 AOFAS score와 VAS score 모두 유의한 차이를 보이지 않았는데, 이는 Buckley 등²³⁾이 제시한 결과와 일치하는 것으로 술 전 시행한 Sanders 분류가 임상적 결과의 예측과는 큰 관련성이 없음을 나타낸다고 할 수 있을 것이다(Table 2).

Crosby와 Fitzgibbons^{24,25)}는 측면 단순 방사선 촬영상 보이는 Böhler 각과 Gissane 각은 예후와 큰 연관성이 없는 것으로 보고한 적이 있으며, Basile²⁶⁾는 술 후 Böhler 각과 임상적 결과와의 연관성을 보고한 적이 있다. 본 연구에서는 Sanders 분류의 모든 군에서 술 후 Gissane 각 및 Böhler 각이 임상적 결과에 영향을 미치지 않았으며, 수술 후 임상적 결과 역시 Gissane 각 및 Böhler 각 모두에서 상관 관계를 보이지 않았다. 이러한 결과들이 앞서 발표된 연구들^{24,25)}과 일치하는 것일지라도 본 연구의 증례수가 많지 않고, 골편 간 간격 및 관절면의 함몰, 그리고 종골 골절로 인한 관절 연골의 손상 등을 변수로 제어하지 못했다는 점에서 본 연구의 결과를 바탕으로 술 전 및 술 후 Böhler 각과 Gissane 각의 임상적 연관성을 판단하는 것은 힘들 것으로 생각되며, 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 수술 후 함몰 및 골편 간 간격이 임상적 결과에 미치는 영향을 분석하기 위해 노력하였는데, 수술 후 함몰 및 골편 간 간격을 각각 2 mm 이상인 군과 이내인 두 군으로 나누어 각 군 간의 임상적 결과의 유의성을 관찰하였으며, 추가적으로 Pearson 상관계수를 이용한 상관성 분석을 시행하였다. 거골하 관절면의 함몰 정도에 따른 예후와 치료 결과에 관하여 이전 연구에서 보고된 바가 있다.^{17,27-29)} Song 등¹⁷⁾은 수술 후 컴퓨터 단층촬영을 이용한 연구에서 수술 후 관절면의 함몰이 2.0 mm 이하인 경우에 결과가 우수하다고 보고하였으며, Kim 등²⁹⁾은 2.0 mm를 초과한 경우 결과가 불량하였다고 보고하였고, Basile²⁶⁾도 해부학적 정복이 잘 될수록 예후가 좋음을 보고한 적이 있다. 본 연구에서는 2 mm를 기준으로 시행한 두 군 간의 비교에서 관절면의 함몰이 적은 군에서 통계적으로 유의한 좋은 결과를 얻을 수 있었으며, 골편 간 간격 정도는 통계적으로 유의한 결과를 얻을 수 없었다. 또한 수술 후 함몰은 임상적 지수 모두에서 상관성을 지녔으며, 골편 간 간격은 AOFAS score에서만 상관성을 지닌 것으로 분석되었다. 본 저자들은 골편 간 간격보다는 관절면의 함몰이 임상적 결과에 미치는 영향을 좀 더 클 것으로 생각하는데, 본 증례의 대다수에서 골편 간 간격은 후방 소관절면의 가장자리를 제외한 상대적인 중앙 부위에서 발생하였으며, 이로 인해 관절면의 간격이 있더라도 가장자리

및 주변의 골이 관절면의 지지 역할을 잘 해준다면 골편 간 간격은 관절면의 함몰에 비해 임상적 결과에 미치는 영향이 상대적으로 적었을 것으로 생각된다.

본 연구의 목적은 후방 소관절면의 정복이 임상적 결과에 미치는 영향을 알아보고, 추가적으로 후방 소관절면의 정복에 있어서 관절면의 함몰과 골편 간 간격 중에서 어느 것이 더 중요한 예후인자인지를 알아보고자 하는 것이었다. 위에 제시한 결과들은 본 연구의 목적과 결과를 보여주는 중요한 연구 결과라고 생각되는데, 앞에 제시한 바와 같이 술 후 발생한 관절면의 함몰과 골편 간 간격은 술 후 중요한 예후인자인 VAS score 및 AOFAS score와 상관성을 가지는 것을 알 수 있으며, 이는 이전의 발표된 연구결과들^{27,28)}과 마찬가지로 종골 후방 소관절면의 해부학적 정복의 중요성을 다시 한번 보여준다고 할 수 있을 것이다. 또한 함몰과 골편 간 간격과의 관계에서 함몰의 최소화가 골절편의 전위의 최소화보다 좀 더 중요한 요소일 수 있음을 간접적으로 추측해 볼 수 있을 것이다. 또한 이를 바탕으로 볼 때 술 전 Sanders 분류가 술 후 영향을 미치지 않는 요인을 간접적으로 분석해 볼 수 있을 것으로 생각되는데 술 전 골절선의 개수와 위치보다는 술 후 정복 정도가 중요한 요소이며, 이는 본 연구 결과를 설명해주는 요인으로 볼 수 있을 것이다.

한편, Sanders 등⁹⁾은 관절면의 회복이 항상 좋은 결과를 보장하는 것은 아니며, 분쇄된 관절면으로 인한 거골하 관절 연골 손상으로 인해 통증 및 임상 결과가 달라질 것이라고 보고하였으며 족부의 다른 동반 손상이 있는 경우 좋지 않은 예후를 보였다고 주장하였는데, 이는 본 연구에서 알아보지 못하였으나 수술 후 임상 결과에 영향을 미치는 중요한 인자라고 생각되며, 종골 골절 수술 후 임상적 결과 및 예후의 추정에 있어서 고려되어야 할 요인이라고 생각한다.

수술 후 합병증으로는 창상 감염 및 피부 괴사, 신경 또는 혈관 손상, 외상 후 거골하 관절염, 부정 유합 또는 불유합, 내고정물의 문제 및 족관절 강직 등을 들 수 있으며 Yu 등³⁰⁾은 내고정술을 시행한 2,046명의 환자군을 대상으로 문헌 고찰을 한 결과 창상 감염 및 피부 괴사가 13.6%, 신경 또는 혈관 손상(2.8%), 외상 후 관절염(1.2%), 부정 유합 및 내고정물 문제(0.8%), 불유합(0.1%)이 발생하였다고 보고하였고 Buckley 등²³⁾은 75예(16%)의 환자에서 창상 감염이 발생하였고 2예(0.4%)에서 외상 후 거골하 관절염이 발생하였다고 보고하였는데 연부조직의 부종이 완전히 빠진 상태에서 수술을 진행하는 것이 창상 감염 및 괴사를 줄일 수 있다고 발표하였다. 본 연구에서 합병증은 창상 감염 및 피부괴사가 2예(4.8%), 거골하 관절염이 6예(14.6%) 발생하였으며 상대적으로 창상 감염 및 괴사의 비율은 적으나 거골하 관절염의 비율은 높은 것으로 보고되었다. 하지만 본 연구는 적은 수의 증례로 기존의 연구들과 직접적인 비교 분석은 어려울 것으로 생각된다.

한편, 본 연구의 제한점으로 수술 직후 컴퓨터 단층촬영을 시행

하지 않았다는 점을 들 수 있겠다. 본 연구에서는 수술 후 종골 컴퓨터 단층촬영상의 골절 관절면의 정복 정도와 임상적 결과의 상호 상관성을 알아보려고 하였는데, 수술 직후의 컴퓨터 단층촬영 소견 없이 수술 1년 경과와 컴퓨터 단층촬영 소견만으로는 골절 정복후의 관절면의 함몰과 골편 간격을 분석하는 데 한계가 있음을 확인하였다. 따라서 향후에는 수술 직후 또는 술 후 초기의 컴퓨터 단층촬영을 바탕으로 한 연구가 필요할 것으로 생각되며, 이외에 향후 더 장기적인 추시 및 더 많은 연구대상에 대한 보완적 연구가 필요하겠다.

결 론

본 연구를 통해 전위된 관절 내 종골 골절의 관혈적 정복 및 내 고정 후의 임상적 결과는 단순 방사선 사진상의 Böhler 각 및 Gissane 각과는 관련성이 높지 않은 반면, 술 후 종골 컴퓨터 단층촬영 검사로 분석한 후방 소관절면의 관혈적 정복과 상관관계가 있는 것을 확인할 수 있었다.

REFERENCES

1. **Cave EF.** Fracture of the os calcis--the problem in general. *Clin Orthop Relat Res.* 1963;30:64-6.
2. **Ebraheim NA, Elgafy H, Sabry FF, Tao S.** Calcaneus fractures with subluxation of the posterior facet. A surgical indication. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(377):210-6.
3. **Hildebrand KA, Buckley RE, Mohtadi NG, Faris P.** Functional outcome measures after displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:119-23.
4. **Sanders R.** Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:225-50.
5. **Magnan B, Bortolazzi R, Marangon A, Marino M, Dall'Oca C, Bartolozzi P.** External fixation for displaced intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:1474-9.
6. **Kurozumi T, Jinno Y, Sato T, Inoue H, Aitani T, Okuda K.** Open reduction for intra-articular calcaneal fractures: evaluation using computed tomography. *Foot Ankle Int.* 2003;24:942-8.
7. **Parmar HV, Triffitt PD, Gregg PJ.** Intra-articular fractures of the calcaneum treated operatively or conservatively. A prospective study. *J Bone Joint Surg Br.* 1993;75:932-7.
8. **Chung HJ, Ahn JK, Bae SY, Jung H.** Operative treatment of intra-articular calcaneal fractures using extensile lateral approach. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2009;13:60-7.
9. **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.
10. **Chapman MW.** Calcaneus fractures. In: Chapman MW, editor. *Chapman's orthopaedic surgery.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p.2966-79.
11. **Essex-Lopresti P.** The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg.* 1952;39:395-419.
12. **Carr JB, Hamilton JJ, Bear LS.** Experimental intra-articular calcaneal fractures: anatomic basis for a new classification. *Foot Ankle.* 1989;10:81-7.
13. **Maxfield JE, McDermott FJ.** Experiences with the Palmer open reduction of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 1955;37:99-106.
14. **Buckley RE, Meek RN.** Comparison of open versus closed reduction of intraarticular calcaneal fractures: a matched cohort in workmen. *J Orthop Trauma.* 1992;6:216-22.
15. **Giachino AA, Uthoff HK.** Intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:784-7.
16. **Kundel K, Funk E, Brutscher M, Bickel R.** Calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *J Trauma.* 1996;41:839-45.
17. **Song KS, Kang CH, Min BW, Sohn GJ.** Preoperative and postoperative evaluation of intra-articular fractures of the calcaneus based on computed tomography scanning. *J Orthop Trauma.* 1997;11:435-40.
18. **Kim CW, Chung MY, Jung KT, Bae EH, Park SH, Park HK, et al.** Comparison of the conservative and operative treatment of the intraarticular calcaneal fractures. *J Korean Soc Fract.* 1999;12:335-43.
19. **Kim KS, Choi YS, Han SC, Shon KS.** Operative treatment of displaced intraarticular fractures of the calcaneus. *J Korean Soc Fract.* 1998;11:894-9.
20. **Roh JY, Bae SY, Kim SD.** Computed tomographic classification and operative treatment of intraarticular calcaneal fractures. *J Korean Foot Surg Soc.* 2002;6:149-55.
21. **Segal D, Marsh JL, Leiter B.** Clinical application of computerized axial tomography (CAT) scanning of calcaneus fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(199):114-23.
22. **Dooley P, Buckley R, Tough S, McCormack B, Pate G, Leighton R, et al.** Bilateral calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *Foot Ankle Int.* 2004;25:47-52.
23. **Buckley R, Tough S, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al.** Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:1733-44.
24. **Crosby LA, Fitzgibbons T.** Computerized tomography scanning of acute intra-articular fractures of the calcaneus. A new classification system. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72:852-9.
25. **Crosby LA, Fitzgibbons TC.** Open reduction and internal fixation of type II intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 1996;17:253-8.
26. **Basile A.** Subjective results after surgical treatment for displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51:182-6.
27. **Guyer BH, Levinsohn EM, Fredrickson BE, Bailey GL, Formikell M.** Computed tomography of calcaneal fractures: anatomy, pathology, dosimetry, and clinical relevance. *AJR Am J Roentgenol.* 1985;145:911-9.
28. **Paley D, Hall H.** Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75:342-54.
29. **Kim WS, Kim KK, Chung WY, Lee WS, Kim YC, Jeon TS, et**

- al.** Postoperative evaluation of displaced intra-articular calcaneal fractures by computed tomography. *J Korean Fract Soc.* 2004;17:249-56.
30. **Yu X, Pang QJ, Chen L, Yang CC, Chen XJ.** Postoperative complications after closed calcaneus fracture treated by open reduction and internal fixation: a review. *J Int Med Res.* 2014;42:17-25.