



최소침습적 금속판 내고정술을 이용한 전위된 관절 내 종골 골절의 임상적 치료결과

서재완, 양종현, 박현우

단국대학교 의과대학 정형외과학교실

Clinical Results of Surgical Treatment with Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis for Displaced Intra-articular Fractures of Calcaneus

Jae Wan Suh, Jong Heon Yang, Hyun-Woo Park

Department of Orthopedic Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

Purpose: This study evaluated the clinical results of surgical treatment with minimally invasive plate osteosynthesis for treating displaced intra-articular fractures of the calcaneus in comparison with conventional lateral extensile approach plate osteosynthesis.

Materials and Methods: Of 79 cases of Sanders type II or III calcaneus fractures, 15 cases treated with the minimally invasive calcaneal plate (group M) and 64 cases treated with lateral extensile approach calcaneal plate (group E) were identified. After successful propensity score matching considering age, sex, diabetes mellitus history, and Sanders type (1:3 ratio), 15 cases (group M) and 45 cases (group E) were matched and the demographic, radiologic, and clinical outcomes were compared between the two groups.

Results: The median time of surgery from injury was 2.0 days in group M and 6.0 days in group E ($p=0.014$). At the six months follow-up, group M showed results comparable with those of group E in radiographic outcomes. In the clinical outcomes, group M showed better postoperative American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) and visual analogue scale (VAS) scores than did group E ($p=0.001$, $p=0.008$). A greater range of subtalar motion was achieved at the six months follow-up in group M (inversion 20.0° vs. 10.0° , $p=0.002$; eversion 10.0° vs. 5.0° , $p=0.025$). Although there were no significant differences in complications between the two groups (1 [6.7%] vs. 7 [15.6%], group M vs. group E; $p=0.661$), there was only one sural nerve injury and no wound dehiscence and deep infection in group M.

Conclusion: Minimally invasive plate osteosynthesis showed superior clinical outcomes compared with that of the conventional lateral extensile approach plate osteosynthesis in Sanders type II or III calcaneus fractures. We suggest applying minimally invasive plate osteosynthesis in Sanders type II or III calcaneus fractures.

Key Words: Calcaneus, Intra-articular fracture, Minimally invasive surgical procedures, Open fracture reduction, Complications

서 론

Received April 20, 2020 Revised May 5, 2020 Accepted May 8, 2020

Corresponding Author: Hyun-Woo Park

Department of Orthopedic Surgery, Dankook University College of Medicine, 119

Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan 31116, Korea

Tel: 82-41-550-3296, Fax: 82-41-556-3238, E-mail: m3artist@hanmail.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9938-0677>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

종골의 관절 내 골절은 지난 100년간 만족스러운 치료결과를 얻기 까다로운 골절로 치료법에 있어 보존적 치료, 비관혈적 및 관혈적 수술적 치료 간에 논란이 있어 왔다.^{1,2)} 최근 20여 년간에 걸쳐 전위성 관절 내 종골 골절의 치료에 대한 표준 치료법으로서 광범위 외측 도달법을 이용한 관혈적 정복술이 자리 잡아가고 있지만 이 역시 수

술 후 창상 문제 및 관절 운동 제한 등의 합병증에서 자유롭지 못해 아직까지 여러 술자에 의해 다양한 수술법이 시도되고 있다.^{3,4)}

비관혈적 정복술 및 나사 고정술은 창상 문제를 효과적으로 완화하는 술식이지만 금속판에 비하여 견고한 고정력을 얻기 힘들다는 단점을 가지고 있다.^{5,6)} 한편 최소침습적 접근 방법을 통한 금속판 내 고정술은 광범위 외측 도달법의 창상 문제 및 여러 가지 합병증을 최소화하기 위한 목적으로 개발되어 최근까지 활발히 논의되고 있는 치료 방법이다.⁶⁻⁸⁾

본 연구는 Sanders II, III형의 관절 내 종골 골절에서 최소침습적 접근법을 통한 금속판 내 고정술을 이용해 치료한 군(M군)과 광범위 외측 도달법을 통한 금속판 내 고정술을 이용해 치료한 군(E군)의 방사선학적 결과 및 수술 후 합병증 등 임상적 결과를 비교 분석하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 본원에서 2010년 3월부터 2019년 6월까지 Sanders II, III형 종골 골절로 최소침습적 접근법을 통한 금속판 내 고정술 및 광범위 외측 도달법을 통한 금속판 내 고정술을 이용해 수술적 치료를 시행한 환자를 대상으로 수술 전과 수술 후 시행하였던 방사선 영상과 의무기록을 통해 후향적 연구를 시행하였다. 본 연구는 단국대학교병원의 임상연구윤리위원회(Institutional Review Board)로부터 연구 승인을 받았다.

본 연구의 대상으로는 수술 후 최소 6개월 이상 추시가 가능하였던 환자를 포함하였으며, 개방성 골절이 있는 경우, 종골 외의 동측 하지 골절이 있는 경우, 연부 조직의 문제로 S강선으로 골절에 대한 정복 및 임시 고정을 시행한 후 차후에 단계별로 수술적 치료를 시행한 경우는 연구에서 제외 하였다. 수술 증례 총 102예(97명) 중 상기 기준을 만족하지 못하는 23예를 제외한 79예(76명)를 연구대상으로 결정하였다. M군은 15명의 15예, E군은 61명의 64예가 포함되었

Table 1. Baseline Characteristics: Before and After Propensity Score Matching Method

Variable	Before propensity score matching			After propensity score matching		
	Group M (n=15)	Group E (n=64)	p-value	Group M (n=15)	Group E (n=45)	p-value
Sex (male:female)	12 (80.0):3 (20.0)	62 (96.9):2 (3.1)	0.068	12 (80.0):3 (20.0)	43 (95.6):2 (4.4)	0.178
Age (yr)	55.4±10.2	47.7±11.6	0.020*	55.4±10.2	50.7±11.4	0.161
DM	3 (20.0)	7 (10.9)	0.604	3 (20.0)	3 (6.7)	0.320
Side of injury (right:left)	8 (53.3):7 (46.7)	36 (56.2):28 (43.8)	1.000	8 (53.3):7 (46.7)	24 (53.3):21 (46.7)	1.000
Time from injury to surgery (day)	2.0 (1.0, 4.0)	6.0 (3.0, 7.5)	0.014*	2.0 (1.0, 4.0)	6.0 (3.0, 7.0)	0.014*
Operation time (min)	80.0 (73.5, 80.0)	85.0 (80.0, 90.0)	0.087	80.0 (73.5, 80.0)	85.0 (80.0, 90.0)	0.051
Sanders classification			0.043*			0.515
Type II	12 (80.0)	30 (46.9)		12 (80.0)	30 (66.7)	
Type III	3 (20.0)	34 (53.1)		3 (20.0)	15 (33.3)	

Values are presented as number (%), mean±standard deviation, or median (Q1, Q3; interquartile range).

Group M: minimally invasive approach group, Group E: lateral extensile approach group, DM: diabetes mellitus.

*Statistically significant ($p<0.05$).

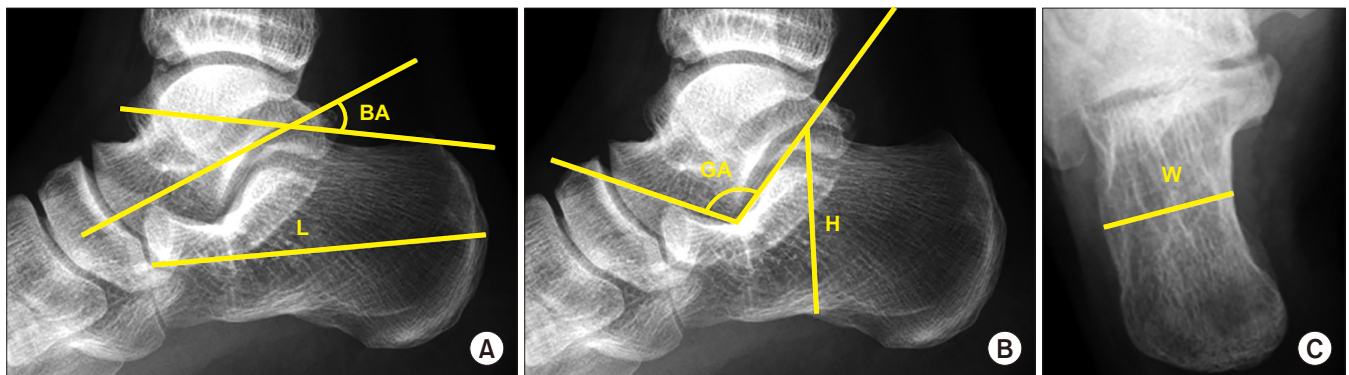


Figure 1. Methods of measurement of the calcaneal parameters in radiographs. (A) Böhler angle (BA) and calcaneus length (L); and (B) Gissane angle (GA) and calcaneus height (H) in calcaneus lateral radiographs. (C) Calcaneus width (W) in calcaneal axial radiograph.

다. 군별 인구학적 특성은 Table 1과 같았으며 두 군의 나이, Sanders 분류 등에서 통계적으로 유의한 차이를 보여 인구학적 특성에 유의한 차이가 없는 두 군 간의 비교를 위해 연구대상자의 선택적 편의(selection bias)를 줄이기 위한 성향점수매칭(propensity score matching)을 이용하여 연구대상을 재선정하였다.⁹⁾ 나이, Sanders 분류, 성별, 당뇨 유무 등의 변수를 통제하였으며 1:3 비율로 매칭을 하여 M군 15예와 E군 45예를 재선정한 후 비교 분석하였다(Table 1).

2. 연구 방법

방사선적 결과는 수술 전 및 수술 후 6개월 추시 시 방사선 종골 측면 및 측면 영상의 Böhler 각, Gissane 각, 종골의 높이, 길이 및 폭을 측정하여 비교 분석하였다(Fig. 1). 또한 임상적 결과 분석은 수술 후 6개월 추시 시 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) 후족부 점수(hind foot score) 및 시각통증척도(visual analogue scale, VAS)점수, 후족부의 수동적 내반 및 외반 각도, 수술 후 감염, 창상 벌어짐, 신경 손상 등의 합병증 발생 여부를 평가하였다. 모든 영상분석 및 측정은 Picture Archiving Communication System (PACS)을 이용하였으며 1명의 측정자가 2주 간의 간격을 두고 영상을 두 번 측정하였다.

3. 수술 방법 및 수술 후 재활

수술은 두 명의 족부 정형외과 전문의에 의해 족근동 접근 최소침습적 금속판 내고정술과, 광범위 외측 도달법을 이용한 금속판 내고정술 두 가지 방법으로 진행하였으며 각각의 수술법을 간단히 기술하면 다음과 같다.

1) 최소침습적 금속판 내고정술

수상한 하지를 위로 하여 측와위로 눕힌 후 C형 영상증폭기를 사용하여 골절 및 정복상태를 확인하며 수술을 진행하였다(Fig. 2). 족근동 위로 약 5 cm의 피부절개를 통해 거골하관절 및 종골의 후관절면을 확인하였으며 후관절면의 정복 및 종골 조면과 전방 돌기의 정렬을 위해 종골의 조면에 S-강선을 삽입하여 정렬의 정복을 시도하였다. 필요시 1개 또는 2개의 유관나사를 종골 조면에서 족부의 전방을 향해 삽입한 경우도 있었으며 금속판을 내고정하기 전까지만 임시로 S강선을 유지한 경우도 있었다. 정복 후 종골 최소침습용 금속판(percutaneous calcaneus plate, Arthrex, Naples, FL, USA)을 종골 측면으로 비골건 아래로 삽입하였고 C형 영상증폭기 확인 후 노출되지 않은 나사구멍에는 최소절개를 통해 잠금나사, 해면골 나사들을 사용하여 내고정을 시행하였다. 수술 후에는 단하지 석고 고정 후 4주간 비체중부하를 실시하였고 술 후 4주째 단하지 석고고정을 제거한 후에 적극적인 발목관절 운동을 권장하였다. 전체중부

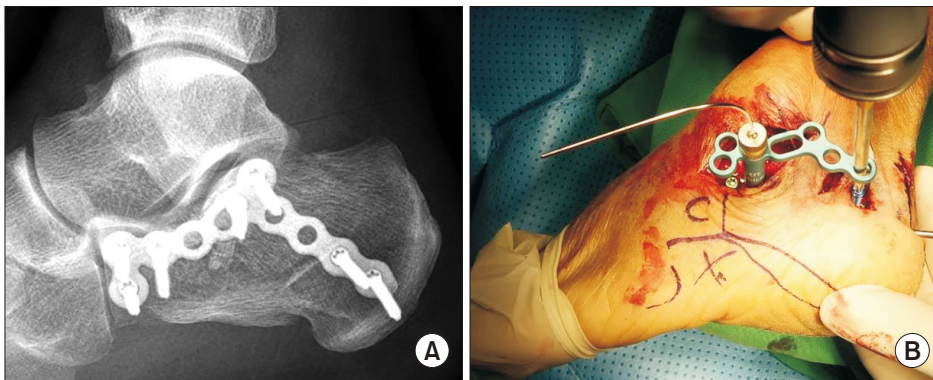


Figure 2. Postoperative and radiograph (A) and intraoperative photograph (B) show internal fixation with percutaneous plate using minimally invasive approach.

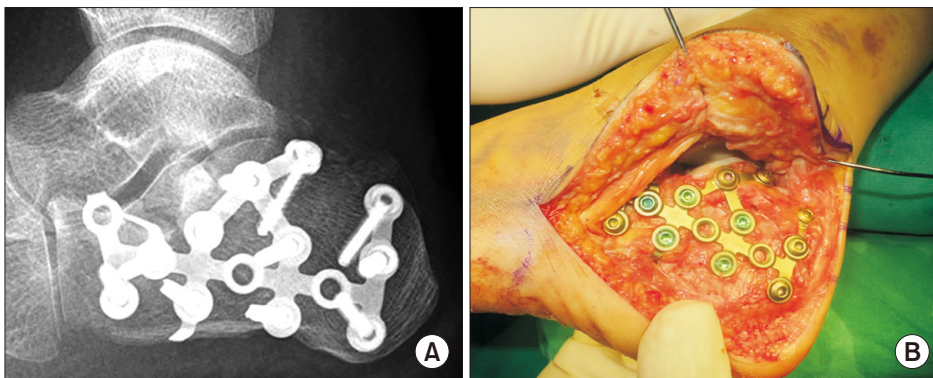


Figure 3. Postoperative radiograph (A) and intraoperative photograph (B) show internal fixation with conventional plate using extensile lateral approach.

하는 술 후 2개월 뒤 시행하였다.

2) 광범위 외측 도달법을 이용한 금속판 내고정술

수술의 자세와 준비는 최소침습적 금속판 내고정술과 같으나 E군의 수술을 시행하는 시기는 부종이 충분히 감소하여 주름 검사법을 시행했을 때 양성 소견을 보일 경우에 진행하였으며 광범위 외측 도달법을 사용하여 피부절개 및 접근을 통하여 수술을 진행하였다 (Fig. 3). 종골 조면과 후관절면 전방돌기 골편의 정복을 위하여 S강선과 K강선을 이용하여 정복 및 임시 내고정을 시행하였으며 정복 후 종골용 잠금 금속판(Calcaneal locking plate; DePuy Synthes, West Chester, PA, USA)과 잠금나사, 해면골 나사들을 사용하여 내고정을 시행하였다. 술 후 처치는 M군과 같이 4주간의 비체중부하와 함께 단하지 석고고정을 시행하였다. 그 후 적극적인 발목관절 운동을 격려하였다. 전체중부하는 술 후 2개월 뒤 시행하였다.

4. 통계 분석

통계 분석은 IBM SPSS statistics ver. 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 및 R (version 3.6.2; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria)을 사용하였다. 관찰자 내 재현성은 집단 내 상관 계수(intraclass correlation coefficients)를 이용하여 평가하였다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk test 정규성 검정을 시행하였으며 비교분석을 위해서 연속형 변수는 t-test 혹은 Mann-Whitney U test를, 범주형 변수는 chi-squared test 혹은 Fisher's exact test를, 대응표본검정은 paired t-test 혹은 Wilcoxon signed-rank test를 이용하였다. 성향점수매칭을 위해서 4가지 변수를 통제 후 logistic regression 분석을 통해 성향점수 값을 추정한 후 nearest neighbor method를 이용하여 매칭을 시행하였다.^{9,10)} 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

결 과

두 군의 인구학적 특성 및 당뇨병환자의 구성비율 등은 통계적으로

유의한 차이가 관찰되지 않았다(Table 1). 수상부터 수술까지 걸린 시간은 M군이 E군에 비해 통계적으로 유의하게 짧았으며(2.0일 vs. 6.0일; $p = 0.014$), 절개부터 봉합까지 걸린 수술시간은 M군이 80.0분, E군이 85.0분 소요되었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p = 0.051$). Sanders type의 구성비율은 M군과 E군 간에 통계적으로 유의한 차이가 관찰되지 않았다(Table 1, 2).

방사선 영상 측정값의 관찰자 내 재현성은 0.990에서 0.999로 우수한 결과를 보였다. 두 군에서 방사선 영상 측정값은 M군의 종골 길이와 E군의 Gissane 각을 제외하고 수술 전에 비해 수술 후에 통계적으로 유의하게 호전된 양상을 보였다(Table 3). 수술 전 방사선 영상 측정값에서는 두 군 간에 유의한 차이는 없었으며 수술 후 Böhler 각 및 종골의 너비에서 두 군 간에 유의한 차이가 관찰되었다. M군에서 수술 후 Böhler 각이 E군에 비해 더 컸으며(26.8도 vs. 23.0도; $p = 0.038$), 수술 후 종골의 너비에서는 M군이 E군에 비해 더 작았다(33.2 mm vs. 37.3 mm; $p = 0.001$).

두 군의 임상적 결과상 술 후 6개월째 AOFAS 점수 및 VAS 점수에서 M군이 E군에 비해 통계적으로 우수한 결과를 보였다(Table 4). 후족부의 수동 내반 및 외반 관절 운동 범위상에서도 술 후 6개월째 M군이 E군에 비해 통계적으로 유의하게 넓은 운동 범위를 보였다.

합병증은 M군에서 비복신경의 손상이 1예(6.7%) 발생하였고 E군에서 비복신경의 손상, 심부 감염증, 상처의 벌어짐, 내고정물 이물감 등 총 7예(15.6%)가 발생하였으며 두 군 간에 합병증 발생 비율에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 5; $p = 0.661$). 두 군 모두 불유합 소견은 관찰되지 않았다.

Table 2. Sanders Classification of the Patients

Sanders classification	Group M (n=15)	Group E (n=45)
2a:2b:2c	9:3:0 (80.0%)	23:7:0 (66.7%)
3ab:3ac:3bc	3:0:0 (20.0%)	9:6:0 (33.3%)

Group M: minimally invasive approach group, Group E: lateral extensile approach group.

Table 3. Radiologic Outcomes between the Minimally Invasive Approach Group (Group M) and Lateral Extensile Approach Group (Group E)

Outcome	Group M			Group E			p-value	
	Preop.	Postop.	p-value	Preop.	Postop.	p-value	Preop.	Postop.
Böhler angle (°)	9.9±9.0	26.8±7.2	0.001*	10.8±5.5	23.0±5.6	0.001*	0.710	0.038*
Gissane angle (°)	129.7±10.8	123.3±8.0	0.020*	125.8±9.4	125.3±9.2	0.766	0.189	0.458
Length (mm)	73.5±5.1	74.1±6.0	0.401	74.0±4.1	75.4±4.7	0.010*	0.701	0.371
Height (mm)	36.4±6.0	42.1±4.2	0.005*	36.3±4.4	42.0±3.8	0.001*	0.961	0.959
Width (mm)	44.5±4.8	33.2±3.4	0.001*	44.9±5.4	37.3±4.1	0.001*	0.813	0.001*

Values are presented as mean±standard deviation.

Preop.: preoperative, Postop.: postoperative 6-month follow-up.

*Statistically significant ($p < 0.05$).

Table 4. Clinical Outcomes between the Minimally Invasive Approach Group (Group M) and Lateral Extensile Approach Group (Group E)

Score	Group M	Group E	p-value
AOFAS score	90.0 (90.0, 92.5)	80.0 (75.0, 90.0)	0.001*
VAS score	0.0 (0.0, 2.0)	2.0 (1.0, 3.0)	0.008*
Passive inversion ROM (°)	20.0 (10.0, 20.0)	10.0 (5.0, 10.0)	0.002*
Passive eversion ROM (°)	10.0 (10.0, 15.0)	5.0 (5.0, 10.0)	0.025*

Values are presented as median (Q1, Q3; interquartile range).

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society, VAS: visual analogue scale, ROM: range of motion.

*Statistically significant ($p < 0.05$).

고 찰

본 연구에서 Sanders II, III형의 관절 내 종골 골절의 치료법으로 M군이 E군과 비교하였을 때 영상학적으로 골절의 정복 및 골유합에 있어 동등한 좋은 결과를, 술 후 관절의 운동 범위 회복 및 임상 점수에서는 보다 우수한 결과를 보였다.

전위된 관절 내 종골 골절의 치료법으로 광범위 외측 도달법을 이용한 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술은 술 후 봉합상처의 합병증 및 거골하 관절의 구축이 주의해야 할 문제로 알려져 있다.^{11,12)} 비관혈적 정복술을 이용한 Essex-Lopresti 방법은 종골 조면에서 전방으로 향하는 축성 금속강선 또는 유관나사의 내고정술로 술 후 창상 합병증의 문제를 줄일 수 있었지만 충분하지 못한 정복으로 부정유합에 따른 문제점이 보고된 바 있다.^{5,6,13)} 이러한 문제점을 해결하기 위해 Hospodar 등¹⁴⁾은 족근동을 통한 최소침습적 접근법을 통해 관절면을 보며 나사를 이용해 고정하는 술식을 소개하였고 이를 통해 거골하 관절의 정확한 정복뿐만 아니라 수술 시간의 단축과 수술 후 창상 문제 등의 합병증 발생 빈도 감소의 이점을 얻을 수 있었다고 주장하였다. 하지만 이러한 최소침습적 접근을 통한 나사 고정만으로는 거골하 관절면의 정복은 이를 수 있으나 종골의 전체적인 외측 벽에 대한 견고한 고정을 얻기는 힘들다는 단점이 있다.^{8,15)} 본 저자들은 최소침습적 금속판 고정을 통하여 창상 위험성을 최소화하고 거골하 관절 주위의 연부조직을 보호하여 관절 운동 범위 회복에 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 종골의 전방 돌기, 비골구, 종골 조면에 이르는 종골 외측 벽에 금속판을 고정하여 견고한 고정과 종골 너비의 해부학적 정복을 꾀하였다.

본 연구에서는 수술까지 걸린 시간이 M군에서 2.0일로 E군에서 6.0일이었던 것에 비해 유의하게 짧았다. 광범위 외측 도달법을 시행하기 위해서 주름 검사법이 확실한 양성을 보이는 등 부종이 충분히 감소하였을 때 수술을 시행했기 때문에 수술 시기가 늦춰진 것으로 생각된다. 하지만 이러한 시간의 차이를 보임에도 불구하고 본 연구에서 M군에서는 창상 관련 문제를 보이는 환자가 없었으나 E군에서는 창상의 벌어짐이 2예(4.4%)의 환자에서 발생하였다. 수술 시

Table 5. Complications between the Minimally Invasive Approach Group (Group M) and Lateral Extensile Approach Group (Group E)

Variable	Group M (n=15)	Group E (n=45)	p-value
Total	1 (6.7)	7 (15.6)	0.661
Sural nerve injury	1 (6.7)	3 (6.7)	
Deep infection	0	1 (2.2)	
Wound dehiscence	0	2 (4.4)	
Hardware awareness	0	1 (2.2)	

Values are presented as number (%).

연부조직의 손상을 최소화하여 수상 후 2.0일(1.0, 4.0 [Q1, Q3]; interquartile range)에 수술하게 되더라도 수술 후 창상의 회복에 있어서 합병증 발생 없이 좋은 결과를 얻게 된 것으로 생각한다.

최소침습적 접근법을 이용한 정복술은 광범위 외측 도달법에 비해 종골 후관절면의 시야확보에 제한이 있을 수 있다. 본 연구에서는 두 군 간의 비교에서 Sanders II, III형의 비율 차이는 없었으나 Table 2에서 Sanders III의 경우 M군에서는 3ab만 포함한 반면 E군에서는 3ab뿐만 아니라 3ac도 포함하고 있다. 이는 후관절면의 골절선이 깊은 쪽인 내측에 위치할 경우, 술자가 최소침습적 접근법을 선택하지 않을 가능성이 있음을 보여준다. 하지만 족근동을 통한 최소침습적 접근법 시행 시 후관절면의 정복에 있어 많은 연구들에서 만족스러운 결과를 보여주었다.^{6,12,16)} 또한 본 연구의 술자들은 후향적 연구이긴 하지만 Sanders III의 아형에 따라 수술법을 선택한 것이 아니었으며 실제로 수술 중에 깊은 쪽인 내측의 후관절면을 확인할 수 있었다. 이는 골막 거상기(perosteal elevator)를 거골하 관절에 깊이 삽입하여 관절면을 유지하면서 전방연을 기준으로 정복하는 기술을 통해 가능하였다. 하지만 이는 수술 후 후관절 정복에 대한 컴퓨터 단층 촬영법 추시 분석 및 전향적 무작위대조 연구 등이 더 필요한 부분으로 생각된다.

방사선학적 결과에서 수술 후 Böhler 각 및 종골의 너비에서 두 군 간에 유의한 차이가 관찰되었다. 최소침습적 수술법과 광범위 외측 도달 수술법을 비교한 메타분석(meta-analysis)에서 종골의 너비는 두 수술법 간에 유의한 차이는 관찰되지 않았고 수술 후 Böhler 각의 경우 최소침습적 수술법에서 보다 좋은 결과를 보였으나 무작위 대조연구들을 포함해서 비교했을 때에는 의미 있는 차이가 관찰되지 않았다고 보고하였다.¹⁷⁾ 본 연구에서의 결과는 후향적 연구이며 대상자 수가 많지 않아 해석에 제한이 있으나 두 군에 사용된 금속판 고유의 형태와 특성이 다른 것 또한 결과에 영향을 준 변수였을 것으로 생각한다.

임상적 결과상 술 후 6개월째 AOFAS 족관절 후족부 점수, VAS 점수에서 M군이 E군 보다 우수한 결과를 보이며 술 후 6개월째 거골하 관절 및 발목관절 운동 범위가 통계적으로 유의하게 M군에서 우수한 결과를 보였다. 이는 연부조직을 많이 보호하는 술기와 광범위 외측 도달법에 비해 빠른 수술 시기가 결과적으로 회복을 빠르게

하여 재활을 빨리 할 수 있었기 때문으로 생각한다. Jin 등⁶⁾은 최소 침습적 접근법을 통한 금속판 내고정술을 Sanders II, III형의 종골 골절에 대해 시행하였고 이를 광범위 외측 도달법을 이용한 금속판 내고정술을 시행한 군과 비교하여 방사선학적으로 두 군 간에 유의한 차이는 존재하지 않았으며 전사에서 수술 시간, 입원 기간, 수술 후 통증 및 합병증 발생 빈도에서 더 우월한 결과를 보였다고 보고한 바 있다. 이러한 결과들을 통해 연부조직의 최소절개를 통한 수술법이 수술 후 재활을 더 잘 시행할 수 있게 한다고 주장한 바 있다.⁶⁾

수술 후 합병증에 대해 Buckley 등¹⁸⁾은 광범위 외측 도달법을 시행하였을 때 25%의 환자에서 창상의 치유 과정에 문제가 발생하였다고 보고한 바 있으며, DeWall 등¹⁹⁾은 광범위 외측 도달법을 시행할 시 14.3%의 환자에서 창상의 심부 감염이, 21.4%의 환자에서 창상의 천부 감염이 발생하였다고 보고한 바 있다. Weber 등²⁰⁾은 광범위 외측 도달법 시행 시 7.7%의 환자에서 비복신경의 손상이 발생하였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 E군에서 비복신경의 손상 3예(6.7%), 심부 감염 1예(2.2%), 창상 벌어진 2예(4.4%), 금속물 불편감 1예(2.2%)가 발생하여 15.6%에서 술 후 합병증이 발생하였다. 이에 비해 M군에서는 비복신경의 손상이 1예(6.6%) 발생하였고, 감염, 창상 문제 등의 합병증이 발생하지 않았다. 술 후 합병증 발생 비율에서 M군이 보다 적은 빈도로 관찰되었지만 통계적으로 유의하지는 않았다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, M군의 환자 수가 적고 수술 후 최소 추시 기간이 6개월로 짧은 점이다. 둘째, 정복의 정확도를 확인하기 위하여 단순 방사선 촬영을 시행하였으나 더 정확한 검사법으로 컴퓨터 단층촬영법을 시행하지 않았다는 점이다. 셋째, 본 연구에서는 두 명의 술자에 의해 수술이 이루어졌으며 두 군 간의 비교에 있어 술자 요인이 결과에 영향을 미칠 수 있었다는 점이다. 하지만 두 명의 술자의 술기에 따른 차이를 줄이기 위해 몇 차례 함께 수술에 참여하여 수술 술기 및 요령을 공유하였으며 술 후에도 토론을 통해 의견을 나누는 시간을 가졌다.

현재 국내에서 사용 가능한 종골 골절용 최소침습 경피 금속판은 Arthrex사의 본 제품이 유일하여 본 술식에 사용하였다. 저자들의 경험상 종골의 골절 형태가 다양하여 일부 환자에게는 적용이 불가능한 경우도 있어 최소침습 경피 금속판을 이용한 종골 골절의 치료 결과가 우수한 만큼, 한국인에 적합하고 다양한 형태의 골절형에도 사용 가능한 금속판 연구 개발이 지속적으로 필요할 것으로 생각한다.

결 론

Sanders II, III형의 전위된 관절 내 종골 골절을 최소침습적 금속판 내고정술을 사용하여 치료한 결과 광범위 외측 도달법을 이용한 금속판 내고정술과 비교하여 방사선학적, 임상적으로 동등하거나 우

수한 결과를 보였다. 특히 술 후 관절 운동 범위 회복에서 보다 좋은 결과를 보여 적절한 적응증으로 금속판의 선택이 이루어진다면 최소 침습적 금속판 내고정술은 종골 골절 치료에 있어 광범위 외측 도달법을 이용한 금속판 내고정술보다 우수한 대안 수술법이 될 수 있다고 생각한다.

ORCID

Jae Wan Suh, <https://orcid.org/0000-0001-9386-6484>

Jong Heon Yang, <https://orcid.org/0000-0003-2010-8935>

REFERENCES

1. Letournel E. Open treatment of acute calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(290):60-7.
2. 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.
3. Howard JL, Buckley R, McCormack R, Pate G, Leighton R, Petrie D, et al. Complications following management of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective randomized trial comparing open reduction internal fixation with nonoperative management. *J Orthop Trauma.* 2003;17:241-9. doi: 10.1097/00005131-200304000-00001.
4. Mehta CR, An VVG, Phan K, Sivakumar B, Kanawati AJ, Suthersan M. Extensile lateral versus sinus tarsi approach for displaced, intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2018;13:243. doi: 10.1186/s13018-018-0943-6.
5. Hsu AR, Anderson RB, Cohen BE. Advances in surgical management of intra-articular calcaneus fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23:399-407. doi: 10.5435/JAAOS-D-14-00287.
6. Jin C, Weng D, Yang W, He W, Liang W, Qian Y. Minimally invasive percutaneous osteosynthesis versus ORIF for Sanders type II and III calcaneal fractures: a prospective, randomized intervention trial. *J Orthop Surg Res.* 2017;12:10. doi: 10.1186/s13018-017-0511-5.
7. Lamichhane A, Mahara D. Management of intra-articular fracture of calcaneus by combined percutaneous and minimal internal fixation. *J Nepal Health Res Coun.* 2013;11:70-5.
8. Xia S, Wang X, Lu Y, Wang H, Wu Z, Wang Z. A minimally invasive sinus tarsi approach with percutaneous plate and screw fixation for intra-articular calcaneal fractures. *Int J Surg.* 2013;11:1087-91. doi: 10.1016/j.ijsu.2013.09.017.
9. Randolph JJ, Falbe K, Manuel AK, Balloun JL. A step-by-step guide to propensity score matching in R. *Pract Assess Res Eval.* 2014;19:1-6. doi: 10.7275/n3pv-tx27.
10. Rosenbaum PR, Rubin DB. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika.* 1983;70:41-55. doi: 10.1093/biomet/70.1.41.
11. Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Extensive intraarticular fractures of the foot. Surgical management of calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(292):128-34.

12. Yeo JH, Cho HJ, Lee KB. Comparison of two surgical approaches for displaced intra-articular calcaneal fractures: sinus tarsi versus extensile lateral approach. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015;16:63. doi: 10.1186/s12891-015-0519-0.
13. Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Gavlik JM, Zwipp H. Percutaneous treatment of less severe intraarticular calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468:983-90. doi: 10.1007/s11999-009-0964-x.
14. Hospodar P, Guzman C, Johnson P, Uhl R. Treatment of displaced calcaneus fractures using a minimally invasive sinus tarsi approach. *Orthopedics*. 2008;31:1112. doi: 10.3928/01477447-20081101-08.
15. 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.
16. Gotha HE, Zide JR. Current controversies in management of calcaneus fractures. *Orthop Clin North Am*. 2017;48:91-103. doi: 10.1016/j.jocl.2016.08.005.
17. Seat A, Seat C. Lateral extensile approach versus minimal incision approach for open reduction and internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures: a meta-analysis. *J Foot Ankle Surg*. 2020;59:356-66. doi: 10.1053/j.jfas.2019.08.007.
18. 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. doi: 10.2106/00004623-200210000-00001.
19. DeWall M, Henderson CE, McKinley TO, Phelps T, Dolan L, Marsh JL. Percutaneous reduction and fixation of displaced intra-articular calcaneus fractures. *J Orthop Trauma*. 2010;24:466-72. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181defd74.
20. Weber M, Lehmann O, Sägeser D, Krause F. Limited open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;90:1608-16. doi: 10.1302/0301-620X.90B12.20638.