

전위성 관절내 종골 골절에서 최소 침습적 족근동 도달법 및 압박나사 내고정술을 이용한 수술적 치료

충북대학교 의과대학 정형외과학교실

김용민 · 조병기 · 손현철 · 박지강 · 정호승

The Operative Treatment using Mini-open Sinus Tarsi Approach for Displaced Intraarticular Calcaneal Fractures

Yong-Min Kim, M.D., Byung-Ki Cho, M.D., Hyun-Chul Shon, M.D., Ji-Kang Park, M.D., Ho-Seung Jeong, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chungbuk National University, Cheongju, Korea

=Abstract=

Purpose: This study was performed to evaluate the clinical outcomes of operative treatment using mini-open sinus tarsi approach for displaced intraarticular calcaneal fractures.

Materials and Methods: We studied 18 cases (16 patients) of intraarticular calcaneal fractures who were treated with sinus tarsi approach by same surgeon. The mean age of patients was 44.8 years, and mean follow-up period was 17.2 months. The measurement of Böhler angle, Gissane angle, the degree of articular surface depression, and the period to union were performed through preoperative and postoperative radiographs. The clinical evaluation was performed according to hindfoot score of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) and scale of the Creighton-Nebraska health foundation (CNHF).

Results: Böhler angle and Gissane angle had improved significantly from preoperative average 9.8°, 117.6° to average 22.4°, 113.4° immediate postoperatively, and had maintained to average 21.8° and 114.2° at the last follow-up. The degree of articular surface depression had improved significantly from preoperative average 5.2 mm to 1.2 mm at the last follow-up. All cases achieved bone union, and the period to union was average 10.5 weeks. AOFAS score was average 86.2 points at the last follow-up. There were 7 excellent, 9 good, and 2 fair results according to the CNHF scale. Therefore, 16 cases (88.8%) achieved satisfactory results.

Conclusion: The minimally invasive sinus tarsi approach using headless compression screw seems to be an effective surgical method for displaced intraarticular calcaneal fractures, because of the possibility of accurate restoration of articular surface and the low risk of postoperative soft tissue complications.

Key Words: Calcaneus, Intraarticular fracture, Minimal invasive, Sinus tarsi approach, Headless compression screw

Received: October 20, 2012 Revised: October 30, 2012
Accepted: November 13, 2012

• **Corresponding Author: Byung-Ki Cho, M.D.**
Department of Orthopaedic Surgery, Chungbuk National University Hospital, 62 Gaesin-dong, Cheongju-si, Chungbuk 360-711, Korea
Tel: +82-10-3460-2407 Fax: +82-43-274-8719
E-mail: titanick25@yahoo.co.kr

서 론

종골 골절의 치료 방법 선택에는 골절의 형태, 관절면 침범 및 분쇄 정도, 환자의 나이, 직업 및 활동 정도, 연부 조직 손상의 정도 등 여러 가지 요소를 종합적으로

고려하는 것이 필요하다. 영상 진단 장치와 수술 기구의 발전에 따라 골절 형태에 대한 더 자세한 분석과 다양한 수술법의 선택이 가능해졌으며, 그에 따라 전위성 관절 내 종골 골절은 대개 수술적으로 치료되고 있다.¹⁾ 수술 시 거골하 관절의 후방 관절면을 정확히 정복하는 것이 예후에 가장 중요한 인자로 알려져 있으며, 이를 위해 현재까지 관혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정술이 널리 사용되어 왔다. 그러나 수술 후 발생하는 창상 합병증과 비복신경 손상, 비골건 손상 등의 여러 심각한 연부조직 문제점들도 계속 보고되고 있는 실정이다.²⁻⁴⁾ 이에 대한 해결책으로 현재까지 여러 가지 최소 침습적 수술 기법들이 시도되고 있으며 최소 절개를 이용한 술식,⁵⁻¹⁰⁾ 관절경을 이용한 술식,¹¹⁾ 외고정 장치를 이용한 술식¹²⁾ 등이 대표적이나, 최선의 치료 방법에 대해서는 아직 논란이 많다. 그중 최소 절개 족근동 접근법(sinus tarsi approach)은 제한된 수술 시야에도 불구하고 가장 중요한 예후 인자인 후방 관절면의 정확한 정복을 가능하게 하면서, 광범위 절개술에 의한 연부조직 합병증을 피할 수 있는 장점을 가진 것으로 보고되고 있다.¹⁵⁻⁹⁾ 또한 최근 여러 골절 치료에 사용되고 있는 무두성 압박 나사(headless compression screw)를 이용한 내고정을 시행함으로써, 술 후 금속에 의한 피부자극 및 추가적인 내고정물 제거술의 필요성 없이 정복된 후방 관절면의 견고한 유지 및 골절편 간 압박 고정이 가능할 것으로 생각된다.

저자들은 종골의 전위성 관절내 분쇄골절에서 최소 침습적 족근동 접근법을 통한 무두성 압박나사 내고정술 후의 임상적 및 방사선학적 결과를 알아보고, 이 수술 기법이 적용 가능한 골절의 양상과 제한점을 분석해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본원에서 전위성 관절내 종골 골절 진단하에 족근동 접근법을 통한 무두성 압박나사 내고정술을 시행받은 환자들 중 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 18예(16명)를 대상으로 하였다. 모든 수술은 동일한 술자에 의해 이루어졌으며 수술 시 환자들의 평균 연령은 44.8세(범위: 23~61세), 평균 추시 기간은 17.2개월(범위:

12~23개월) 이었다. 수상 원인은 추락 손상이 15예, 교통사고가 2예, 실족 사고가 1예 였으며, 환자들의 성별은 남자 14예, 여자 4예 였다. 골절 부위는 우측 손상이 11예, 좌측 손상이 7예 였으며 이중 양측성 손상이 2명이었다. 모든 환자에서 수술 전 전산화 단층촬영이 시행되었으며, Sanders의 분류 방법¹³⁾에 의한 골절 분류상 IIA형 6예, IIB형 4예, IIIAB형 5예, IIIAC형 3예 였다.

2. 방사선학적 및 임상적 평가 방법

방사선학적 평가로 수술 전과 수술 직후, 최종 추시 시에 단순 방사선 사진상의 Böhler 각, Gissane의 십자각을 측정하였다. 또한 수술 전과 술 후 최종 추시 시에 전산화 단층촬영상의 거골하 후방 관절면 함몰 정도를 측정하였다. 후방 관절면의 함몰 정도는 반관상면(semi-coronal) 상 정상 후방 관절면부터 최대로 함몰된 관절면까지의 거리를 측정하였다(Fig. 1). 모든 계측치는 두 명의 정형외과 전문의에 의해 3회 반복 측정된 뒤 평균치를 구하였다.

임상적 결과의 평가는 미국족부정형외과학회(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)의 족관절-후족부 수치 및 Creighton-Nebraska health



Figure 1. Preoperative CT semi-coronal image used for the radiological assessment of the joint depression.

foundation (CNHF)의 종골 골절 평가표¹⁴⁾를 이용하였다. AOFAS 점수는 술 후 최종 추시 시에 측정되어 증상과 기능의 향상 정도를 확인하였으며, 90~100점은 우수, 80~89점은 양호, 65~79점은 보통, 64점 이하는 불량으로 분류하여 양호 이상(80점 이상)을 만족스러운 결과로 평가하였다. CNHF의 종골 골절 평가표에 따라 술 후 최종 추시 시 동통, 관절운동 범위, 활동성, 직업 복귀여부, 신발 크기의 변화, 부종의 정도를 점수로 환산하여 우수, 양호, 보통, 불량의 4등급으로 분류하였으며 양호 이상을 만족스러운 결과로 평가하였다.

수술 전과 수술 후 최종 추시 사이의 방사선학적 결과의 통계학적 비교는 비모수 통계검정인 Mann-Whitney

test (SPSS version 12.0)를 통해 이루어졌으며, p(유의수준) 수치가 0.05이하일 때 통계학적 차이가 있는 것으로 평가하였다.

3. 수술 방법 및 술 후 재활 방법

환자를 반측와위(semilateral position)로 눕힌 뒤 비골 외과 하방에서 족근동을 촉지하여 표시하고, 이를 중심으로 근위부 및 원위부로 약 3 cm 정도의 횡절개를 가하는 족근동 도달법을 이용하였다(Fig. 2). 비골건 및 비복 신경의 손상에 유의하면서 연부 조직을 박리한 후, 종비 인대(calcaneofibular ligament)를 이분

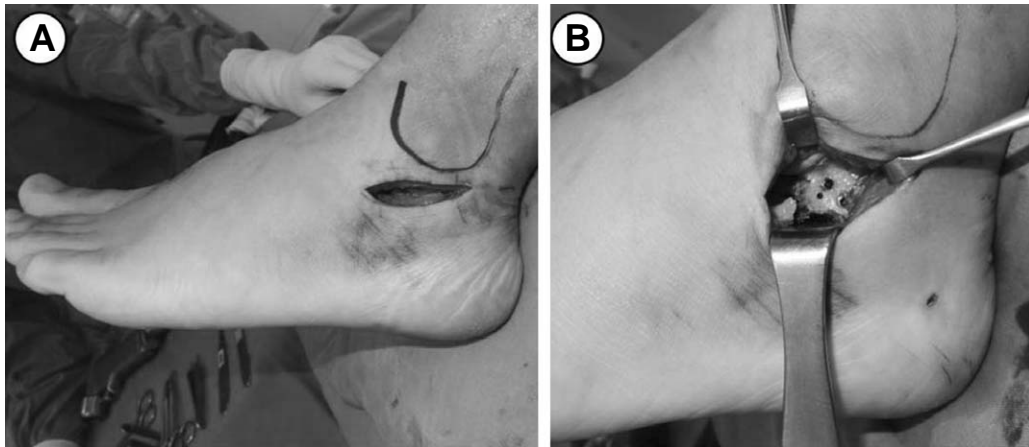


Figure 2. (A) Intraoperative photograph showing the incision of sinus tarsi approach. (B) Reduction and fixation of displaced posterior articular facet with the headless compression screw.

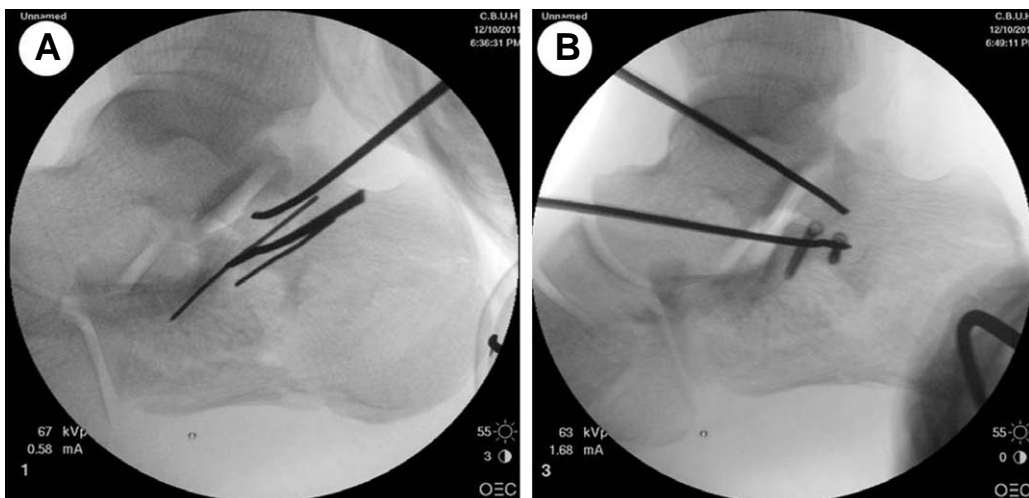


Figure 3. (A) Intraoperative fluoroscopes show the reduction of posterior articular facet and temporary K-wire fixation. (B) Fixation with headless compression screw (Barouk®).

하여 전위된 거골하 후방 관절면을 노출시켰다. 후방 관절면의 함몰 정도와 분쇄 골편의 수를 파악한 뒤, freer 골막 거상기를 이용해 조심스럽게 함몰된 관절면 골편을 들어올려 정복하고 2~3개의 경피적 K-강선을 삽입하여 임시적으로 고정하였다. 관절면 정복이 쉽게 되지 않는 경우에는 종골 조면에 Steinmann 핀을 횡방향으로 삽입한 뒤, 후방 및 하방 견인을 통해 관절면이 정복될 공간을 확보하였다. 영상 증폭장치(C-arm) 하에서 종골의 전체적인 윤곽 및 관절면의 정복 정도를 확인한 뒤, 정복된 거골하 후방 관절면을 1~2개의 직경 3 mm Barouk® 무두성 유관 압박나사(Depuy, Leeds, UK)를 이용해 제거 돌기 골절면에 고정하였다 (Fig. 3). 정복된 관절면 하방의 골 결손 정도가 심한 경우, 칩(chip) 형태의 다공성 하이드록시 아파타이트 (BoneMedik-S™, Meta-Biomed, 대한민국)를 충전하여 골 결손부를 보강하였다. 이 후 무릎을 구부리고 하퇴부를 외회전시켜 'Figure 4' 자세를 만든 뒤, 관절면의 침강을 막고 골절편간 고정을 위해 직경 6.5 mm Acutrak® 무두성 압박나사(Acumed, Beaverton, Oregon, USA) 나 직경 7.0 mm Herbert® 무두성 압박나사(Zimmer, Warsaw, USA)를 종골 조면에서 체부 방향으로 삽입하였다. 이 때 각 나사의 시상면상 높이를 달리하여 1개의 나사는 가급적 거골하 후방 관절면 바로 아래 부분에, 다른 1개는 체부 중앙에 압박나사를 위치시켰다. 배액관은 사용하지 않았으며 창상 봉합 후 단하지 석고 부목을 하였다.

수술 후 4주간 단하지 석고 부목 고정 및 비체중 부하 목발 보행을 유지하였고, 이후 발목 관절운동 및 부분 체중 부하 목발 보행을 허용하였다. 또한 방사선 검사 추시상의 골유합 진행 정도를 고려하여 술 후 8주 이후부터 전체중 부하 보행을 허용하였다.

결 과

방사선 검사 상 Böhler 각은 술 전 평균 9.8도(범위: 1.9~15.2도)에서 수술 직후 평균 22.4도(범위: 8.4~31.5도), 최종 추시 시 평균 21.3도(범위: 7.9~31.2도) 였고, Gissane의 십자각은 술 전 평균 117.6도(범위: 94.5~139.8도)에서 수술 직후 평균 113.4도(범위: 101.9~133.4도), 최종 추시 시 평균 114.2도(범위: 100.8~132.8도) 였다. Böhler 각과 Gissane의 십자각 모두 술 전에 비해 수술 직후 유의한 호전을 보였으며(p=0.004, 0.038), 최종 추시 시 수술 직후에 비해 Böhler 각은 평균 1.1도, Gissane의 십자각은 평균 0.8도의 차이를 보였으나 통계적 유의성은 없었다(p>0.05) (Table 1).

전산화 단층촬영검사 상 거골하 후방 관절면의 함몰 정도는 술 전 평균 5.2 mm(범위: 2.6~17.2 mm)에서 술 후 최종 추시 시 평균 1.2 mm(범위: 0.4~3.5 mm)로 유의하게 호전되었다(p=0.011). Sanders 골절 분류에 따른 차이로 IIA형 6예에서는 후방 관절면의 함몰 정도가 술 전 평균 4.4 mm에서 술 후 최종 추시 시 평

Table 1. Comparison between Preoperative and Postoperative Böhler angle, Gissane angle (Mann-Whitney test)

| | Preoperative | Postoperative | Final follow-up | p-value 1* | p-value 2† |
|-------------------|--------------|---------------|-----------------|------------|------------|
| Böhler angle (°) | 9.8±8.2 | 22.4±5.8 | 21.3±5.6 | 0.004 | 0.921 |
| Gissane angle (°) | 117.6±10.5 | 113.4±6.4 | 114.2±6.1 | 0.038 | 0.672 |

* p-value 1: comparison between preoperative and postoperative, † p-value 2: comparison between postoperative and final follow-up.

Table 2. Comparison between preoperative and postoperative degree of subtalar joint depression (Mann-Whitney test)

| | Preoperative | Final follow-up | p-value |
|-----------------------|--------------|-----------------|---------|
| Joint depression (mm) | 5.2±3.1 | 1.2±0.5 | 0.011 |
| Sanders IIA (n=6) | 4.4±2.5 | 0.7±0.4 | 0.005 |
| Sanders IIB (n=4) | 5.4±3.4 | 1.0±0.6 | 0.007 |
| Sanders IIAB (n=5) | 5.1±3.2 | 1.5±0.8 | 0.018 |
| Sanders IIAC (n=3) | 7.2±4.1 | 2.2±1.6 | 0.004 |

균 0.7 mm로, IIB형 4예 에서는 술 전 평균 5.4 mm에서 술 후 평균 1 mm로, IIIAB형 5예에서는 술 전 평균 5.1 mm에서 술 후 평균 1.5 mm로, IIIAC형 3예에서는 술 전 평균 7.2 mm에서 술 후 2.2 mm로 회복되었다(Table 2).

수술 후 골유합까지의 기간은 평균 10.5주(범위: 8~14주) 였으며, 모든 예에서 골유합이 이루어졌다.

AOFAS 점수는 술 후 최종 추시 시 평균 86.2점(범위: 60~98점)으로 우수가 7예, 양호가 8예, 보통이 3예, 불량 0예로 나타나 15예(83.3%)에서 만족스러운 결과를 보였다(Table 3).

Creighton-Nebraska health foundation의 종골 골절 평가점수는 술 후 최종 추시 시 평균 87.4점(범위: 65~95점)으로 우수가 7예, 양호가 9예, 보통이 2예로 나타나 16례(88.8%)에서 만족스러운 결과를 보였다(Table 4).

수술 후의 합병증으로 만성 비골건염이 1예, 단기간의 비복 신경 증상이 1예 있었으나 수술 창상과 관련된 합병증은 없었다. 비복 신경 증상을 보였던 환자는 특별한 치료 없이 약 5개월 정도 경과하여 자연 회복되었다. 수술 후 지속적인 보행시의 발목 외측부 통증을 호소하였던 환자는 자기공명영상 검사를 통해 만성 비골

건염으로 진단되었으며, 장기간의 약물 및 물리 치료 후 9개월 정도 경과된 시점에 달리기 운동과 작업 활동이 가능할 정도로 회복되었다.

증 례

사다리 위에서 작업하던 중 약 3 m 높이에서 추락손상을 입은 41세 남자 환자가 우측 족부의 동통과 보행 장애를 주소로 응급실에 내원하였다. 단순 방사선 및 전산화 단층촬영 검사상 Sanders type IIA의 관절내 종골 골절로 진단되었고, 술전의 Böhler angle은 -1.5도, 후방 관절면의 함몰 정도는 3.4 mm였다(Fig. 4). 중등도의 부종을 보이고 있었으나, 수상 후 1일째 최소 침습적 족근동 접근법을 이용한 무두성 압박나사 내고정술이 시행되었다. 정복된 거골하 후방 관절면을 직경 3 mm Barouk® 무두성 유관 압박나사(Depuy, Leeds, UK)를 이용해 고정한 뒤, 관절면 침강을 막고 골절편 간 고정을 위해 직경 6.5 mm Acutrak® 무두성 압박나사(Acumed, Beaverton, Oregon, USA) 및 직경 7.0 mm Herbert® 무두성 압박나사(Zimmer, Warsaw, USA)를 종골 조면에서 체부로 삽입하였다. 수술 후 4주간 단하지 석고 부목 고정 및 비체중 부하 목발 보행

Table 3. Clinical assessment using AOFAS ankle-hindfoot score

| Evaluation factor | Grade | Score | Case |
|-------------------------|-----------|--------|------|
| Pain | Excellent | 90-100 | 7 |
| Activity limitation | | | |
| Walking ability | Good | 80-89 | 8 |
| Gait abnormality | | | |
| Ankle & subtalar motion | Fair | 65-79 | 3 |
| Stability | Poor | ≤64 | 0 |
| Hindfoot alignment | | | |

Table 4. Clinical assessment using Creighton-Nebraska health foundation scale

| Evaluation factor | Grade | Score | Case |
|----------------------------|-----------|--------|------|
| Pain (at activity & rest) | Excellent | 90-100 | 7 |
| Walking & standing ability | | | |
| Subtalar motion | Good | 80-89 | 9 |
| Return to work | | | |
| Swelling | Fair | 65-79 | 2 |
| Change in shoe size | Poor | ≤64 | 0 |

을 하였고, 이후 발목 관절운동 및 부분체중 부하 목발 보행을 허용하였다. 술 후 12주째의 방사선 검사상 양호한 골유합이 확인되었으며, Böhler angle은 18.5도로 호전되었다. 술 후 1년째의 방사선 및 전산화 단층 촬영 검사 추시상 특별한 외상성 관절염 소견 없이 거골하 관절면의 높이가 잘 유지되고 있는 것이 확인되었으며(Fig. 5), 임상적 평가상 AOFAS 점수 96점의 우수한 결과를 보였다.

고 찰

족근골 골절 중 가장 흔히 발생하는 종골 골절은 크게 관절내 골절과 관절외 골절로 나뉜다. 관절외 골절은 전위가 있는 경우라도 대부분 골유합이나 기능 회복이 잘 이루어져 치료 방법에 대한 논란이 없다. 반면 관

절내 골절은 대부분 추락사고나 교통사고 등의 고에너지 손상에 의하여 발생하며, 활동적인 젊은 연령에서 발생하는 경우가 많아 영구적인 장애가 남거나 직업 변경이 필요하게 되는 경우가 빈번하다.¹⁵⁾ 종골 골절의 중요한 예후 인자 중 한가지는 수상 당시의 거골하 관절면 손상 정도이며, 관절면의 복원 정도는 추후 발생하는 외상성 관절염의 발생 정도와 밀접하게 관련이 있다.¹⁶⁾ 전위성 관절내 종골 골절에서 관절면의 정확한 정복을 위해 현재까지는 광범위 외측 도달법을 이용한 관혈적 정복과 금속판 내고정술이 가장 일반적인 치료 방법으로 사용되어 왔다. 그러나 여러 저자들에 의해 수술 후 발생하는 합병증들이 광범위 수술로 인한 연부 조직의 이차적 손상과 밀접한 연관이 있다고 보고되었으며,¹⁷⁻¹⁹⁾ 최근 이에 대한 해결책으로 최소 침습 술식이 활발히 시도되고 있다. 종골 골절에서의 최소 침습

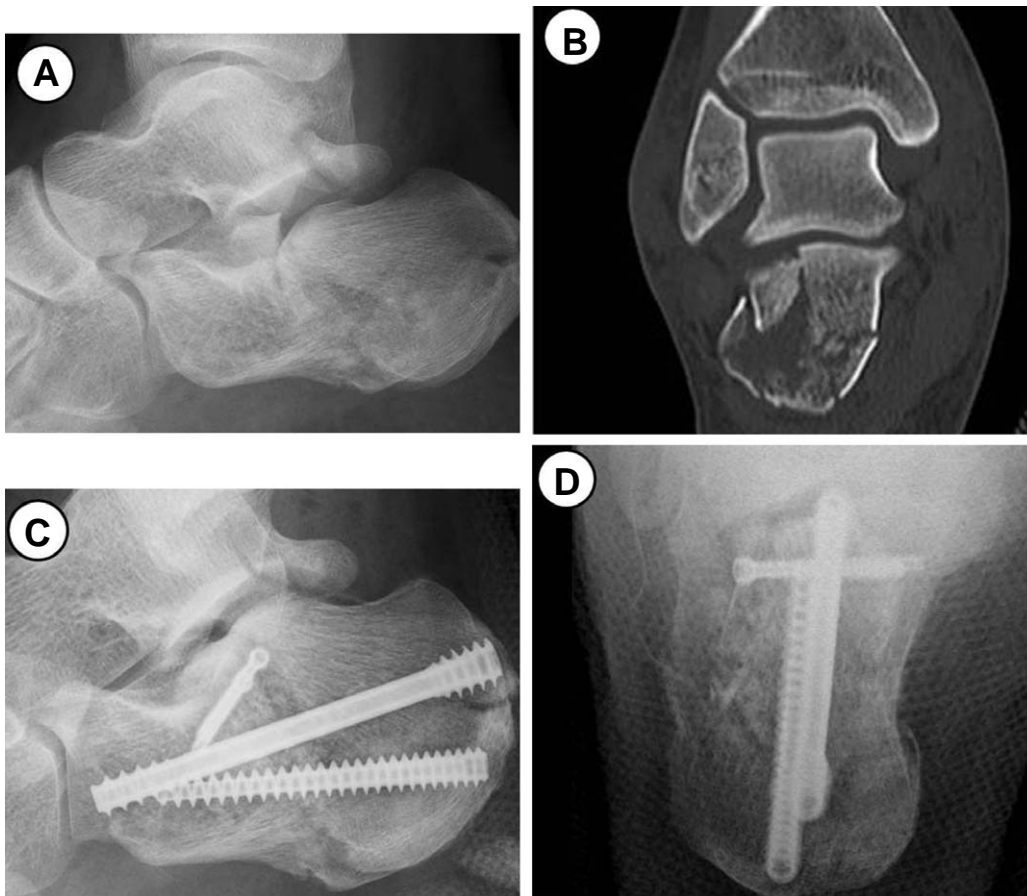


Figure 4. Plain radiographs of 41 years old male patient. (A) Preoperative radiograph showing displaced intraarticular calcaneal fracture. (B) Preoperative CT image shows the type of subtalar joint involvement (Sanders type IIA). (C-D) Postoperative radiographs showing internal fixation using headless compression screws.

적 수술 기법으로는 최소 절개를 이용한 술식,⁵⁻¹⁰⁾ 관절경을 이용한 술식,¹¹⁾ 외고정 장치를 이용한 술식¹²⁾ 등이 대표적이며, 전위된 관절면을 효과적으로 정복시키면서 연부조직 손상을 최소화하는 최선의 치료 방법에 대해서는 아직 논란이 많다.

종골 골절에 대한 수술적 접근법 중 가장 대표적으로 이용되는 광범위 외측 접근법은 피관 내부에 비골건과 비복 신경을 포함시킴으로써 두 구조물의 손상을 최소화 할 수 있으며, 종골 외측의 넓고 평평한 면에 금속판을 부착시킬 수 있어 견고한 고정이 가능하다는 장점이 있다. 하지만 커다란 피관을 들어올리게 되므로 피관의

일부가 괴사될 가능성이 있으며, 수술 후 절개 상처의 치유에 문제가 많은 편이다. Folk 등²⁾은 190예의 관절내 종골 골절에 대해 광범위 외측 접근법을 이용하여 수술한 결과 25%에서 수술 후 피부 합병증이 발생하였다고 보고하였고, Buckley 등²⁰⁾은 471예 중 11%에서, Kienast 등²¹⁾은 136예 중 5.9%에서 연부조직 합병증이 발생하였다고 보고하였다(Table 5). 족근동 접근법은 족근동에서 거골하 관절을 따라 절개를 가하는 방법이며, 후방 관절면의 외측 관절면을 포함하는 골절편의 전위를 육안으로 보고 정복할 수 있다는 것이 장점이지만, 전체적인 윤곽이나 관절면 이외의 부분은 경피적으

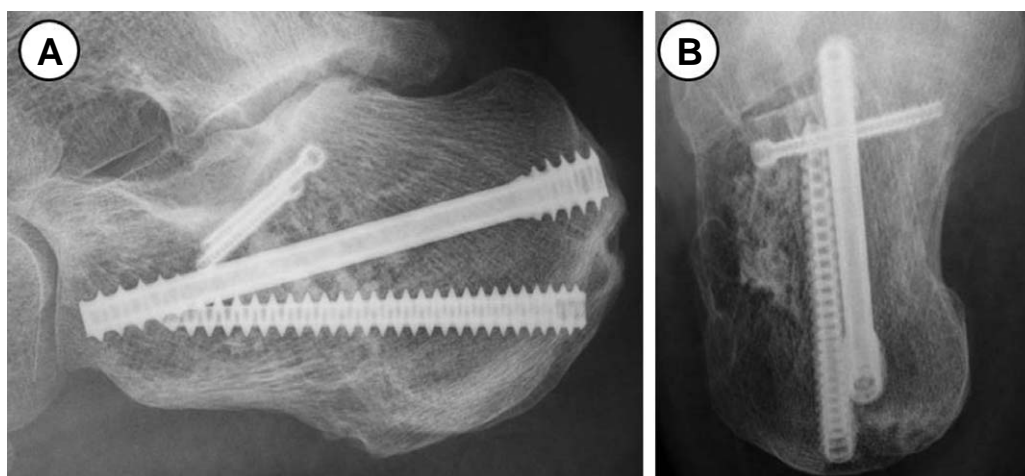


Figure 5. (A-B) Follow-up radiographs at postoperatively 1 year show the maintenance of subtalar joint alignment.

Table 5. Overview of literatures on the extensile lateral approach

| Study (year) | Number of cases | Follow up length | Wound complication |
|------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| Folk et al. (1999) | 190 | N/A* | 25% |
| Buckley et al. (2002) | 471 | At least 24 months | 11% |
| Kienast et. al. (2009) | 136 | 8.6 months | 5.9% |

* N/A: not available

Table 6. Overview of literatures on the sinus tarsi approach

| Study (year) | Number of cases | Follow up length | Wound complication |
|-------------------------|-----------------|------------------|--------------------|
| Gupta et al. (2003) | 32 | N/A* | 3% |
| Stulik et al. (2006) | 287 | 43.4 months | 8.7% |
| Hospodar et al. (2008) | 16 | N/A* | 0% |
| Spagnolo et. al. (2009) | 39 | 39 months | 0% |
| Chae and Yang (2010) | 30 | 14.6 months | 6.7% |
| Our study (2012) | 18 | 17.2 months | 0% |

* N/A: not available

로 정복하고 고정해야 한다. Palmer 등²²⁾은 외과 하방에 비골건을 따라 절개를 가하고 최소한의 연부조직 박리를 함으로써 수술부의 합병증을 감소시켰으며, 수술 창상의 치유 지연은 10%에서 발생했다고 보고하였다. Hospodar 등²³⁾은 14예의 관절내 종골 골절에 대하여 최소 절개 족근동 접근법을 이용해 수술한 결과, 수술 후 피부 합병증은 발생하지 않았다고 보고하였다. Chae 등²⁴⁾은 최소 절개 족근동 접근법을 적용한 30예 중 2예에서 피부 합병증이 발생하였으나, 피관술 등의 연부 조직 재건이 필요한 경우는 없었다고 보고하였다. 또한 Stulik 등²⁵⁾은 최소 침습 정복술과 K-강선을 이용한 경피적 고정술로 345예를 치료한 결과, 20예(7%)에서 핀 삽입부위 감염, 5예(1.7%)에서 심부조직 감염이 있었다고 보고하였다(Table 6).

앞서 살펴본 기존의 연구들에서 광범위 외측 접근법 및 족근동 접근법을 이용한 관절내 종골 골절 치료 시 비슷한 임상적 결과를 보고하고 있으나, 족근동 접근법을 이용한 수술 후의 연부조직 합병증 빈도가 보다 적게 보고되고 있었다. 본 연구에서도 수술 후 창상 합병증이 발생한 사례는 없었으며, 전례에서 골유합을 얻었고 비교적 만족스러운 임상 결과를 얻을 수 있었다. 광범위 접근법이 보다 넓은 시야를 제공하며, 해부학적인 정복을 용이하게 해주고, 골 결손이 큰 경우 골 이식술을 가능하게 해주는 장점을 가지나, 족근동 접근법으로도 예후에 가장 중요한 거골하 후방 관절면을 비교적 충분히 확인할 수 있어 효과적으로 관절면 정복을 이루고 필요한 경우 관절 골편 하방에 골 이식술도 가능하였다. 외상 부위의 추가적인 연부조직 손상을 최소화함으로써, 수술 후 피부 합병증의 빈도를 줄일 수 있었고, 수술 시간도 단축시킬 수 있었다. 또한 기존의 광범위 접근법에서 수술 부위의 부종이 충분히 감소할 때까지 수술 지연을 필요로 했던 것과는 다르게, 족근동 접근법을 이용하는 경우 연부조직 합병증에 대한 부담 없이 보다 조기에 수술을 시행할 수 있었다.

수술 전 연부 조직에 대한 평가는 종골 골절의 치료 방법 선택에서 매우 중요한 요소로서 수상 후의 부종, 발적, 물집 등은 술 후의 심각한 연부 조직 손상을 예측할 수 있는 징후이다.²⁶⁻²⁸⁾ 종골 골절 시 대부분 초기 치료로 냉찜질 및 하지 거상을 실시하여 부종이 감소할 때까지 유지하게 되며, 심한 연부 조직 손상이 있는 경우 수술에 의해 연부조직의 추가 손상 및 피부 괴사의 가능

성이 크므로 조기 수술을 피해야 한다. Stephenson은 수술 시기에 따른 합병증 발생 정도에 관한 연구에서, 수상 후 24~48시간 이내에 수술한 경우 44%에서 창상 합병증이 발생했고, 72시간 이후에 수술한 경우 15%로 발생율이 감소했다고 보고하였다.^{29,30)} 개방성 종골 골절이 있는 경우의 적합한 수술 시기에 관한 연구에서 Heier 등³¹⁾은 Gustilo 분류 제 1형이나 내측 연부 조직 손상이 있는 제 2형 골절은 변연절제술 후 부종이 호전되고 염증 소견이 없으면 지연 관혈적 정복술 및 내고정술로 치료하고, 외측 연부조직 손상이 있거나 제 3A형 손상인 경우에는 외고정술 또는 핀을 이용한 제한된 내고정술 후 연부 조직 손상이 치유되면 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행하며, 제 3B형이나 관통형 손상인 경우에는 혈관 수술 및 연부 조직에 대한 피관술을 시행한 후 나중에 골절에 대한 재건 수술을 시행할 것을 추천하였다. 저자들의 경우 광범위 외측 접근법을 통한 관혈적 정복이 필요한 환자에선 부종과 혈종의 호전 양상을 보아 2주 이내에 관혈적 정복술을 시도해 왔었다. 이에 반해 본 연구에서의 최소 침습적 족근동 접근법을 통한 경피적 압박나사 내고정술에서는 수상 초기의 피부 상태 및 부종 정도가 수술 시기를 결정하는데 큰 영향을 주지 않았으며, 전례에서 수상 후 3일 이내에 수술이 이루어졌고, 술 후 특별한 창상 관련 합병증이 발생하지 않았다.

저자들은 술 전의 방사선 및 전산화 단층촬영 영상을 종합적으로 분석하여 Sanders 골절 분류상 type II에서부터 III까지의 전위성 관절내 종골 골절 환자들에게 족근동 접근법을 적용하였으며, 약 3 cm 정도의 피부 절개를 통해 족근동을 경유 거골하 후방 관절면으로 접근하였다. 대개의 경우 Sanders type II에서는 함몰되어 있는 외측 관절면 골편을 쉽게 정복할 수 있었으며, 시야가 제한적이기는 하나 좀 더 심한 관절면 분쇄를 보이는 Sanders type III AB나 type III AC의 종골 골절에서도 적절한 관절면의 정복이 가능하였다. 이와 같은 경우에는 외측 관절면보다 중앙부 혹은 내측 관절면을 먼저 들어올려 정복한 후 K-강선으로 임시 고정시키고, K-강선을 반대편에서 역행성으로(retrograde) 후퇴시켜 외측 관절면이 정복될 공간을 확보하였다. 그런 다음 외측 관절면을 정복시키고, 무두성 압박나사로 관절면 전체를 하나로 고정시키는 방법을 사용하였다. 거골하 관절면의 정복 및 금속 내고정과 관련된 기술적

측면에서 족근동 접근법은 Sanders type IV 및 분쇄가 매우 심한 type III를 제외하곤 비교적 쉽게 임상적 적용이 가능하다고 생각한다.

족근동 접근법에 대한 기존의 연구들에서 골절 정복 후의 고정 방법으로는 K-강선, 소형 금속판, 유관나사 등이 보고되어 있다. Ebraheim 등⁶⁾은 106례의 관절내 종골 골절에서 족근동 접근법 및 K-강선을 이용한 고정술 후, 핀 삽입부 감염 및 금속에 의한 불편감으로 4예(3.8%)에서 핀 제거술이 필요하였다고 보고하였다. Stulik 등²⁵⁾은 287예에서 K-강선을 이용한 고정술을 시행하였고, 이 중 20예(6.9%)에서 핀 삽입부 감염이 발생하여 핀 제거가 필요하였다고 보고하였다. Weber 등³²⁾은 24예의 관절내 종골 골절에서 족근동 접근법 및 유관나사를 이용한 고정술을 실시하였고, 10예(42%)의 환자에서 통증 및 불편감으로 금속 제거술이 필요하였다고 보고하였다. 또한 Spagnolo 등³³⁾은 39예의 유관나사를 이용한 고정술 후, 12예(30.7%)에서 나사 머리 부분의 불편감 및 압통에 의해 금속 제거술이 필요하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 무두성 압박나사를 사용함으로써 금속에 의한 자극 증상을 감소시켜 추가적인 금속 제거술이 필요한 경우가 없었으며, 평균 17.2개월의 추시 상 고정력이 감소되어 금속 내고정물 이완(loosening)이 생기거나 관절면이 다시 함몰되는 등의 문제점은 관찰되지 않았다.

본 연구의 제한점으로는 전위성 관절내 종골 골절에서 적용되는 다른 수술 기법들과의 객관적 비교 결과가 없다는 점이다. 또한 전체 환자수가 적어 Sanders 분류에 따른 각 군간의 비교가 가능할 정도의 환자 분포가 이루어지지 못했다. 유사한 골절 양상 및 분쇄 정도(Sanders classification)를 보이는 많은 수의 환자들을 대상으로 수술적 접근법 또는 고정 기구에 따른 임상 결과의 전향적 비교연구가 이루어진다면, 각 수술 기법의 명확한 적용 기준을 결정하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

결 론

최소 침습적 족근동 도달법을 이용한 무두성 압박나사 내고정술은 거골하 관절면을 효과적으로 정복시키고, 연부조직 합병증 발생을 최소화하는 우수한 치료 방법중의 하나라고 생각된다. 수술 시야가 제한적임에

도 Sanders type III 정도의 전위성 관절내 종골 골절에서도 적용이 가능한 수술 기법이라고 판단되며, 향후 광범위 외측 도달법에 의한 금속판 고정술과의 전향적 비교 연구를 통해 각 수술 기법의 명확한 적용 기준을 분석하는 것이 필요하다고 생각한다.

REFERENCES

1. Carr JB. Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures: a review of small incision approaches. *J Orthop Trauma*. 2005;19:109-17.
2. Folk JW, Starr AJ, Early JS. Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma*. 1999;13:369-72.
3. Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ. Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int*. 2001;22:868-73.
4. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82:225-50.
5. Schepers T. The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. *Int Orthopaedics*. 2011;35:697-703.
6. Ebraheim NA, Elgafy H, Sabry FF, Freih M, Abou-Chakra IS. Sinus tarsi approach with trans-articular fixation for displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *Foot Ankle Int*. 2000;21:105-13.
7. Gupta A, Ghalambor N, Nihal A, Trepman E. The modified Palmer lateral approach for calcaneal fractures: wound healing and postoperative computed tomographic evaluation of fracture reduction. *Foot Ankle Int*. 2003;24:744-53.
8. Hwang DS, Lee JK, Oh HR, Lee SJ. Percutaneous & minimal internal fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Korean Fracture Soc*. 1997;10:233-41.
9. Holmes G. Treatment of displaced calcaneal fractures using a small sinus tarsi approach. *Foot Ankle Surg*. 2005;4:35-41.
10. Park IH, Song KW, Shin SI, Lee JY, Kim TG, Park RS. Displaced intra-articular calcaneal fracture treated surgically with limited posterior incision. *Foot Ankle Int*. 2000;21:195-205.
11. Rammelt S, Gavlik JM, Barthel S, Zwipp H. The value of subtalar arthroscopy in the management of intra-articular

- calcaneus fractures. Foot Ankle Int. 2002;23:906-16.*
12. **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.*
 13. **Sanders R, Fortin P, Dipasquale T, Walling A.** Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. *Clin Orthop. 1993;290:87-95.*
 14. **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.*
 15. **Zmurko MG, Karges DE.** Functional outcome of patients following open reduction internal fixation for bilateral calcaneus fractures. *Foot Ankle Int. 2002;23:917-21.*
 16. **Csizy M, Buckley R, Tough S, et al.** Displaced intra-articular calcaneal fractures: variables predicting late subtalar fusion. *J Orthop Trauma. 2003;17:106-12.*
 17. **Al-Mudhaffar M, Prasad CV, Mofidi A.** Wound complications following operative fixation of calcaneal fractures. *Injury. 2000;31:461-4.*
 18. **Benirschke SK, Kramer PA.** Wound healing complications in closed and open calcaneal fractures. *J Orthop Trauma. 2004;18:1-6.*
 19. **Koski A, Kuokkanen H, Tukiainen E.** Postoperative wound complications after internal fixation of closed calcaneal fractures: a retrospective analysis of 126 consecutive patients with 148 fractures. *Scand J Surg. 2005;94:243-5.*
 20. **Buckley R, Tough S, McCormack R, 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.*
 21. **Kienast B, Gille J, Queitsch C, et al.** Early weight bearing of calcaneal fractures treated by intraoperative 3D-fluoroscopy and locked-screw plate fixation. *Open Orthop J. 2009;3:69-74.*
 22. **Palmer I.** The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus; open reduction with the use of cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am. 1948;30:2-8.*
 23. **Hospodar P, Guzman C, Johnson P, Uhl R.** Treatment of displaced calcaneus fractures using a minimally invasive sinus tarsi approach. *Orthopedics. 2008;31:1112.*
 24. **Chae SU, Yang JH.** Minimally-invasive percutaneous screw fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Korean Foot Ankle Soc. 2010;14:73-8.*
 25. **Stulik J, Stehlik J, Rysavy M, Wozniak A.** Minimally-invasive treatment of intra-articular fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br. 2006;88:1634-41.*
 26. **Howard JL, Buckley R, McCormack R, 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.*
 27. **Lawrence SJ, Grau GF.** Evaluation and treatment of open calcaneal fractures: a retrospective analysis. *Orthopedics. 2003;26:621-6.*
 28. **Shuler FD, Conti SF, Gruen GS, Abidi NA.** Wound-healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures: does correction of Bohler's angle alter outcomes? *Orthop Clin North Am. 2001;32:187-92.*
 29. **Stephenson JR.** Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation, and early motion. *J Bone Joint Surg Am. 1987;69:115-30.*
 30. **Stephenson JR.** Surgical treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. a combined lateral and medial approach. *Clin Orthop Relat Res. 1993;290:68-75.*
 31. **Heier KA, Infante AF, Walling AK, Sanders RW.** Open fractures of the calcaneus: soft-tissue injury determines outcome. *J Bone Joint Surg Am. 2003;85:2276-82.*
 32. **Weber M, Lehmann O, Sagesser 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.*
 33. **Spagnolo R, Bonalumi M, Pace F, Capitani D.** Calcaneus fractures, result of the sinus tarsi approach: 4 years of experience. *Eur J Orthop surg Traumatol. 2010;20:37-42.*