



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2021년 2월
석사학위 논문

종골 관절내 골절에서 최소 침습적 내고정술의 결과

- Sanders 3형 및 관절 함몰형 종골 골절 -

조선대학교 대학원

의학과

류제홍

종골 관절내 골절에서 최소 침습적 내고정술의 결과

- Sanders 3형 및 관절 함몰형 종골 골절 -

Outcomes of Minimally Invasive Surgery
in Intra-Articular Calcaneal Fractures
- Sanders Type III, Joint Depressive Type Calcaneal
Fracture -

2021년 2월 25일

조선대학교 대학원

의학과

류제홍

종골 관절내 골절에서 최소 침습적 내고정술의 결과

- Sanders 3형 및 관절 함몰형 종골 골절 -

지도교수 이 준 영

이 논문을 의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2020년 10월

조선대학교 대학원

의 학 과

류 제 홍

류제홍의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이 상 홍 (인)

위 원 조선대학교 교수 손 홍 문 (인)

위 원 조선대학교 교수 이 준 영 (인)

2020년 11월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	vii
서론	1
대상 및 방법	3
결과	7
고찰	9
결론	16
참고문헌	17

표목차

Table 1. Demographic Data of the Patients	25
Table 2. The Result of Radiologic Assessment	26
Table 3. The Result of Clinical Assessment	27

도 목 차

Figure 1. Essex-Lopresti classification

A: Tongue type fracture, where the articular fragment remained attached to a tuberosity fragment, B: Joint depressive type fracture, in which the articular fragment was separate from the adjacent tuberosity. ----- 28

Figure 2. Sanders classification based on CT images in the coronal plane.

Type I fracture is all non-displaced articular fractures (less than 2 mm), Type II fractures are two-part fractures of the posterior facet. Three types-IIA, IIB, and IIC-existed, based on the location of the primary fracture line. Type III fractures were three-part fractures that usually featured a centrally depressed fragment. Types included IIIAB, IIIAC, and IIIBC, and again were based on the location of the primary fracture line. Type IV fractures were highly comminuted and often had more than four articular fragments. --- 29

Figure 3. A: Böhler angle, B: Gissane angle

Böhler angle is composed of a line drawn from the highest point of the anterior process of the calcaneus to the highest point of the posterior facet and a line drawn tangential to the superior edge of the tuberosity. Gissane angle is formed by the downward and upward slopes of the calcaneal superior surface. ----- 30

Figure 4. Surgical technique (sinus tarsi approach and C-arm x-ray)

Skin incision from the tip of the fibula toward calcaneocuboid joint on sinus tarsi. Posterior facet and fracture site was exposure by soft tissue dissection(A,B), Reduction through gentle traction and valgus force using the Scantz pin in calcaneal tuberosity(D). After the temporary fixation using K-wire for subtalar joint(E), the definitive fixation using 4.0, 6.5 cannulated screws was performed(F). Photo after definitive fixation(C). ----- 31

Figure 5. Preoperative radiography

Preoperative X-ray (A : ankle lateral view, B : calcaneal axial view),

It is joint depressive calcaneal fracture, the posterior joint surface is depressive and the Böhler angle is reduced on lateral view, Lateral wall is bulging on calcaneal axial view. Preoperative CT (C : sagittal view, D : semicoronal view) show joint depressive type, Sander type IIIAB calcaneal fracture. ----- 32

Figure 6. Postoperative radiography

Postoperative X-ray (A : ankle lateral view, B : calcaneal axial view), Böhler angle and Gissane angle have recovered (Böhler angle is 32.2° , Gissane angle is 105.5° , Calcaneal length is 79.4mm, calcaneal height is 44.0mm, calcaneal width is 52.0mm). CT after 4 months of surgery (C : sagittal view, D : semicoronal view) show well reduced articular surface. ----- 33

Figure 7. Radiologic Assessment.

A: ankle lateral x-ray, Gissane angle, Böhler angle, B: ankle lateral x-ray, Calcaneal height, Calcaneal length, C: calcaneal axial view, calcaneal width. The calcaneal height and calcaneal length were measured at the highest and lowest length and the longest length from anterior to posterior in the lateral x-ray. Calcaneal width measures the widest width including sustentaculum tali on calcaneal axial view.

----- 34

Figure 8. Case of subtalar arthrodesis

51years old man underwent subtalar arthrodesis 8 months after first surgery. A: preoperative ankle lateral x-ray show post-traumatic osteoarthritis of subtalar joint, B: subtalar arthrodesis was done using sinus tarsi approach, C: postoperative ankle lateral x-ray.

----- 35

ABSTRACT

Outcomes of Minimally Invasive Surgery in Intra-Articular Calcaneal Fractures

- Sanders Type III, Joint Depressive Type Calcaneal Fracture -

Ryu Je Hong

Advisor : Prof. Lee Jun Young

Department of School of Medicine,

Graduate School of Chosun University

Purpose: To evaluate the radiologic and the clinical results of minimally invasive technique in the management of Sanders type III, joint depressive type calcaneal fracture.

Materials and Methods: Between July 2011 and September 2019, we studied 29 cases undergoing treatment with minimally invasive technique with sinus tarsi approach for Sanders III joint depressive intra-articular calcaneal fracture and were followed up for more than 1 year. We evaluated the radiologic result by assessing the radiologic parameters (Böhler angle, Gissane angle, calcaneal length, calcaneal height, calcaneal width) and clinical outcomes (AOFAS ankle-hindfoot score) and investigated the complications as well.

Results: Radiological results improved from 2.5° to 18.6° in the Böhler angle

after the operation and from 132.4° to 119.1° in the Gissane angle. Satisfactory results were obtained in clinical assessment with average AOFAS score of 79.5. We experienced 13 cases of posttraumatic arthritis, 1 case of subtalar arthrodesis and no case of infection.

Conclusion: Minimally invasive technique for sanders type III joint depressive calcaneal fracture show relatively satisfactory radiologic and clinical results.

Open reduction and internal fixation through sinus tarsi approach reduces complications including wound problems and is capable of satisfactory results and maintenance. so it may be an alternative to extensile lateral approach in Sanders III, joint depression type calcaneal fx.

Key words: Calcaneus fracture, Sinus tarsi approach, Minimal invasive surgery

서론

종골은 족부에서 가장 큰 뼈로 해면골이 많은 부분을 차지하고 있으며 기능적으로 몸무게를 지탱하고 외측주의 길이를 유지하며 후 내측 구조물들을 보호한다. 생역학적으로 하퇴 삼두근에 대한 지렛대 기능을 하며 족관절과 후족부 기능에 있어 매우 중요한 역할을 한다¹⁻³⁾.

이러한 종골의 골절은 전체 골절의 2%를 차지하며⁴⁾ 대부분 교통사고나 추락과 같은 높은 에너지 손상에 의해 발생하기 때문에 분쇄가 심하다. 종골의 복잡한 해부학적 구조, 해면골이 많아 분쇄 및 함몰이 많고, 전위를 동반한 관절내 골절이 60에서 70%를 차지하며, 주변 연부조직의 손상 등의 이유로 정형외과 의사에게 어려운 골절 중 하나이다.

종골 골절이 의심되는 환자에서 초기 방사선 촬영은 족부의 전후방 상, 시상면 상, 종골의 측면 상 및 축상(axial view) 그리고 Broden 상을 기본적으로 촬영하여 골절을 확인하며 관절내 골절이 의심될 때 전산화 단층 촬영을 이용하여 축변(axial plane), 시상면(sagittal) 그리고 30도 족저굴곡 반관상면(semicoronal plane) 촬영을 한 뒤 골절의 위치 및 형태를 파악하고 분류한다.

Essex Lopresti는 1952년 단순 방사선 촬영을 바탕으로 관절 골편이 조면 조각에 부착되어 있는 설상형 골절과, 관절 골편이 인접한 조면과 분리되어 있는 관절 함몰형 골절의 2가지 관절 손상 형태를 제시하였으며(Fig. 1),^{5,6)} Sanders 등⁷⁾은 관상면을 기준으로 관절면의 골절을 분류하였다(Fig. 2).

종골 골절은 골절 양상에 따라 정해진 치료법이 있는 것은 아니지만 크게 비수술적 치료, 관혈적 정복술 및 금속판을 이용한 내고정술, 최소 침습적 내고정술, 일차 거골 하 관절 유합술로 나뉘 볼 수 있다.⁸⁾

수술적 치료의 적응증으로는 전위성 관절내 골절, 종골의 전방돌기 골절(종입방 관절이 25% 이상 포함된 경우), 종골조면의 전위성 골절, 종골의 골절 탈구, 개방성 종골 골절이 해당한다. 이 중 전위를 동반한 관절내 종골 골절의 치료는 비수술적 치료와 수술적 치료에 따른 결과가 상당 부분 예측하기 어려워 논의의 대상이 되어왔다.⁹⁻¹¹⁾ 그러나 최근 수술적 치료를 통한 해부학적 정복 및 관절면 회복, 종골의 모양의 회복 그리고 안정적인 고정을 하여 기능적으로 조기 회복을 유도하면서 외상 후 관절염과 같은 합병증을 최소화하는 것이 비수술적 치료에 비해 좋은 결과를 보이고 있다.^{8,11-16)}

수술을 위한 접근법으로는 분쇄가 심한 관절내 골절을 동반하는 경우가 많으므로 광범위 외측 접근법을 이용한 관혈적 정복술 및 금속판 고정술이 주로 사용되어왔다.^{17,18)} 하지만 이 접근법은 수술 후 피부괴사 등 창상문제, 비복 신경 손상 등 합병증 발생 빈도가 1.8~27%까지 보고되고 있다.¹⁹⁻²³⁾

족근동 접근법(sinus tarsi approach)은 최소 침습적 수술법으로 광범위 외측 도달법의 가장 큰 단점인 창상문제를 줄이고 수술시간 또한 줄일 수 있으며 족근동을 통한 후관절면을 직접 보면서 정복이 가능하다는 장점이 있어 최근 사용 비율이 점차 증가하고 있으며 결과에 대해 많은 보고들이 있으나 Sanders⁷⁾의 관절 함몰형 종골 골절에 적용한 연구는 드물다.^{8,14,24,25)}

따라서 본 연구에서는 Sanders III형의 관절 함몰형 종골 골절에서 족근동 접근법을 이용한 최소 침습적 내고정술 시행 후 방사선학적 및 임상적 결과를 분석하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2011년 7월부터 2019년 9월까지 본원에서 치료한 종골 골절환자 183명(209예) 중 관절외 골절은 43예, 관절 함몰형 153예, 설상형 골절 13예 이었다. 관절 함몰형 153예(130명)중에서 Sanders 3형은 68예로, 양측 골절인 경우 14예와 광범위 외측 접근법으로 수술한 17예, 외래 추시 기간이 1년 미만인 8예를 제외한 29예를 대상으로 하였고 평균 연령은 48.7세(20-74세)였고 남자는 23명, 여자가 6명이었다. 개방성 골절은 없었다(Table 1). 본 연구는 본원의 기관생명윤리 위원회(IRB) 승인 (IRB No. 2020-09-004)을 받아 시행한 후향적 시행하였다.

2. 원인 및 동반 손상

골절의 원인으로는 추락 사고가 21예(72%)로 가장 많았으며 교통 사고가 5예(17%), 실족이 3예(10%)였다(Table 1). 11명(38%)에서 동반 손상을 보였으며 복사뼈를 포함한 경골 골절이 6예(20.7%)로 가장 많았고 족부 골절 4예(13.8%), 대퇴골 골절, 척추 골절이 각각 3예(10.3%), 늑골 골절 2예(6.9%)로 그 뒤를 이었다.

3. 수상 후 수술까지의 시간

수상 후 내원하여 수술까지 평균 8.8일(4-21일)이 되었으며 환자의 동반 손상 및 전신 상태, 골절 부위의 부종을 포함한 피부 상태를 고려하여 수술 시기를 결정하였으며 수술 부위 부종의 경우 하지 거상, 붕대 압박, 얼음찜질을 통해 감소 시켰다.

4. 수술 방법

전신마취 또는 척추 마취 후 환측이 위로 오도록 측와위로 눕힌 다음 환측 하지에 지혈대(Tourniquet)를 착용하였다. 소독 및 드레이프(drape)을 시행한 뒤 측근동 접근법(sinus tarsi approach)를 위해 측근동을 중심으로 외과 1cm 하방에서 종골 전외측면을 따라 종입방관절(calcanecuboid joint) 전방까지 4cm가량 피부를 절개하였다. 비골근 및 비복신경의 손상에 주의하면서 연부조직을 박리하고 골절부위를 노출시킨다. Schantz 핀을 조면 골편(tuberosity fragment)에 고정한 후 하방 견인 및 외반력을 주면서 종골 높이를 회복한다. 정복을 유지하면서 프리어(freer)를 이용하여 함몰된 관절 면을 거상 후 C-arm 영상으로 관절면의 정복 정도를 확인하고 필요하다면 4.0 mm 유관나사 (4CIS® 4.0mm cannulated screw(Titanium), Solco biomedical, Korea)를 이용하여 정복된 골편과 제거돌기 골편을 고정한다. 종골 조면 상방에서 입방골 관절면 방향으로 일차 골절선을 지나 측방향으로 6.5 mm 유관나사(4CIS® 6.5mm cannulated screw(Titanium), Solco biomedical, Korea)를 이용하여 고정한다. 이어 종골 조면 하방에서 입방골을 향해 골절선을 지나 6.5 mm 유관나사와 K-강선을 추가 고정 시행하고 C-arm 영상으로 측면, 측상 방사선사진으로 종골의 높이, 내반 교정 및 함몰된 관절면의 정복 양호함을 확인한 후 골견손 부위에 대해 동종 골편을 이용한 골이식 시행하고 세척 및 지혈 시행하고 피부 봉합 및 단하지 부목고정 시행한다(Fig. 3).

5. 수술 후 재활

수술 후 단하지 부목 고정을 유지하면서 14일째 실밥 제거 후 단하지 석고고정으로 4주간(수술 후 6주) 적용하였다. 이후 석고고정 제거 후 능동적 관절 운동 및 부분 체중 부하 시행하였고 수술 후 12주째 전 체중 부하 보행 시행하였다.

6. 평가

방사선학적 평가로 응급실 내원시 단순 방사선 사진촬영(전후상, 측면상, 측상)과 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)을 시행하였으며 수술 후 방사선 사진(전후상, 측면상, 측상), 마지막 외래에서 촬영한 단순 방사선 사진(전후상, 측면상, 측상)을 통해 Böhler 각, Gissane 각, 종골 높이, 종골 길이, 종골 너비를 측정하였다(Fig. 4,5,6,7). Böhler 각의 경우 측면상 사진에서 종골 후방관절의 상방에서 거골 조면 상방과 접하는 선과 전방 돌기의 상방과 접하는 선이 이루는 각이며, Gissane각 역시 측면상 사진에서 종골의 후방관절면과 전방돌기가 이루는 각이다. 종골 높이는 측면상 사진에서 종골 하면에서 접하는 선과 종골의 가장 높은 곳 까지의 직선거리로 하였으며, 종골 길이 역시 측면상 사진에서 종골의 가장 앞쪽과 가장 뒤쪽의 거리로 측정하였다. 종골 너비의 경우 측상 사진에서 재거 돌기를 포함한 최장 길이로 확인하였다(Fig. 7). 내원시 촬영한 전산화 단층촬영에서 거골하 후 관절면의 단절(step off)를 측정하였으며 외래 추시 기간 중 전산화 단층 촬영을 시행한 경우에서도 관절면의 단절을 측정하여 비교하였다.

골유합은 방사선 전후, 측면과 측상 사진상 최소 세개 이상의 피질골에서 골유합이 보이고 체중부하시 통증이 없는 경우로 정의하였다.

임상적 평가로는 최종 추시 시 미국 족부 정형외과 족관절 및 후족부 평가표(American orthopaedic foot and ankle society(AOFAS) ankle-hindfoot scale)를 이용하여 분석하였다. 수술 후 창상 감염, 후회상성 관절염으로 인한 거골하 관절 유합술 시행 여부를 확인하였다.

통계학적 검정은 SPSS 26.0 (statistical software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 를 사용하였으며 모든 측정은 2명의 정형외과 의사에 의해 측정 후 측정자간 신뢰도는 ICC(Intraclass Correlation Coefficient)를 이용하여 확인하였다. 수술 전과 수술 후, 마지막 외래에서의 Böhler 각, Gissane 각, 종골 높이, 종골 길이,

종골 너비를 대응표본 t 검정(Paired t-test)로 확인하였다.

결 과

모든 환자에서 골유합을 얻었고 평균 17주(10~44)였으며 평균 추시 기간은 21.6개월(12~81개월) 있었다. 6.5 유관나사의 경우 1예에서만 3개를 사용하였고 나머지 28예에서 2개를 사용하였으며 4.0 유관나사의 경우 평균 1.0개 (0~4, 표준편차 0.9), K 강선의 경우 평균 0.6개 (0~3, 표준편차 0.9)를 사용하였다.

Böhler 각의 경우 수술 전 평균 2.5도(-18.2~25.0도, 표준편차 11.7)에서 수술 직후 평균 18.6도(11.4~27.2, 표준편차 5.0)로 회복되었으며 (P-value 0.0) 마지막 외래 추시 때 평균 18.7도(12.1~27.6, 표준편차 4.6)로 유의미한 변화 없이 유지되었다(P-value 0.802). Gissane 각의 경우 수술 전 평균 132.4도(115.7~158.8, 표준편차 9.0)에서 수술 직후 평균 119.1도(106.1~133.2, 표준편차 8.4)로 감소하였으며 (P-value 0.000) 마지막 외래 추시 때 평균 119.4도(108.2~132.7, 표준편차 7.3)로 유의미한 변화 없이 유지되었다(P-value 0.824). 종골 길이의 경우 수술 전 평균 78.3mm(68.2~86.0, 표준편차 4.2)에서 수술 직후 평균 79.1mm(70.7~93.8, 표준편차 5.6)로 큰 변화 없었으며 (P-value 0.295) 마지막 외래 추시 때 평균 79.7mm(71.8~90.7, 표준편차 4.9)였다(P-value 0.401). 종골 높이의 경우 수술 전 평균 38.8mm(30.5~49.8, 표준편차 4.2)에서 수술 후 평균 44.7mm (37.7~53.7, 표준편차 3.2)로 회복되었으며(P-value 0.000) 마지막 외래 추시 때 평균 45.4mm(39.4~54.1, 표준편차 3.1)였다(P-value 0.014). 종골 너비의 경우 수술 전 평균 60.9mm (49.8~80.8, 표준편차 6.7)에서 수술 후 평균 59.5mm(50.0~72.9, 표준편차 5.3)로 감소하였으나 통계적으로 유의미 하지 않았고 (P-value 0.116) 마지막 외래 추시 때 평균 59.1mm(48.8~68.8, 표준편차 5.0)였다 (P-value 0.406)(Table 2).

모든 환자에서 수술 전 CT를 촬영하였으며 종골 후방 관절의 step off의 경우 평균 4.7mm (1.3~9.7, 표준편차 2.2)였으며 수술 후 외래 추시 중 CT를 촬영한 경우는 10예였으며 종골 후방 관절의 step off는 평균 1.2mm(0.2~2.2, 표준편차 0.7)로 감소하였다(Table 2).

임상적인 평가를 위해 시행한 AOFAS ankle-hindfoot scale은 평균 79.5점 (67.0~88.0, 표준편차 4.9)이었다(Table 3).

합병증의 경우 창상감염은 모든 환자에서 나타나지 않았으며 외상 후 관절염의 경우 13예에서 확인되었고 12예에서는 약물을 통해 조절 중이며 약물치료에도 통증의 호전을 보이지 않은 1예에서 수술 후 7개월째 금속나사 제거술을 시행하였으나 증상 지속보여 8개월째 거골하 관절 유합술을 시행하였다(Fig.8). 1예에서 나사에 의한 자극증상으로 불편감을 호소하여 제거 하였으며 이를 포함한 23예에서 금속나사 제거술을 시행하였으며 시행 시점은 수술 후 평균 12.4개월(7~19, 표준편차 2.9)이었다(Table 3).

측정자간 신뢰도 ICC(Intraclass Correlation Coefficient)는 Böhler 각 0.80, Gissane 각 0.79, 종골 높이 0.89, 종골 길이 0.90, 종골 너비 0.85로 Gissane 각에서는 중등도의 신뢰도를 나머지 항목에서는 높은 신뢰도를 보였다.

고 찰

종골 골절 치료의 공통된 목표는 1) 거골하 관절의 후방 관절면의 회복, 2) 종골 높이의 회복, 3) 종골 너비의 회복, 4) 비골건을 위한 비골하 공간의 감압, 5) 외반측 자세로 조면을 조정, 6) 종입방 관절의 골절 정복이다.

종골 골절은 골절 양상에 따라 정해진 치료법이 있는 것은 아니지만 크게 비수술적 치료, 관혈적 정복술 및 금속판을 이용한 내고정술, 최소 침습적 내고정술, 일차 거골 하 관절 유합술로 나뉘 볼 수 있으며⁸⁾, 비수술적 치료가 가능한 경우는 1) 비전위 또는 경미한 전위를 보이는 관절외 골절, 2) 비전위 관절내 골절, 3) 전방돌기 골절(종입방 관절 25%이하 침범), 4) 심각한 말초혈관계 질환자 혹은 인슐린 의존성 당뇨병환자, 5) 수술이 금기시되는 다른 질병을 가지고 있는 환자, 6) 집에서만 생활하는 노인환자의 경우이다.⁶⁾

전위성 관절내 골절, 종골의 전방돌기 골절(종입방 관절이 25% 이상 포함된 경우), 종골조면의 전위성 골절, 종골의 골절 탈구, 개방성 종골 골절에서는 수술적 치료가 요하며 특히 전위를 동반한 관절내 종골 골절의 치료는 비수술적 치료나 수술적 치료에 따른 결과가 상당 부분 예측하기 어려워 논의의 대상이 되어왔으나,⁹⁻¹¹⁾ 최근에는 수술적 치료를 통한 해부학적 정복 및 관절면 회복, 종골의 모양의 회복 그리고 안정적인 고정을 하여 기능적으로 조기 회복을 유도하면서 외상 후 관절염과 같은 합병증을 최소화하는 것이 비수술적 치료에 비해 좋은 결과를 보이고 있다.^{8, 11-16)}

이러한 수술적 치료의 방법으로 많이 사용되던 광범위 외측 접근법은 비골 원위부 2-3cm 근위부부터 비골 후방과 아킬레스건의 외측으로 종결개를 한뒤 L자 모양으로 뒤꿈치 지방층과 족부 외측 피부 경계를 따라 발바닥과 평행하게 절개하는

수술법으로서 관절내 골절 및 종골의 외벽을 포함하는 관절외 골절에서 매우 훌륭한 시야를 제공하는 접근법이나 광범위한 피부 및 연부조직 절개, 골절 부위 골막 손상, 혈관 및 비복 신경 손상 등의 합병증의 발생이 많다는 단점이 있다.^{19,21,22,26-31)}

이와 비교하여 족근동 접근법을 이용한 최소 침습적 수술은 외측 접근법에 비해 창상 문제 및 혈관, 비복 신경의 손상을 줄일 수 있으며 수술 시간을 줄이고 만족스러운 결과를 얻을 수 있다³²⁻³⁵⁾. 또한 최소 침습적 내고정술은 해부학적 정복 및 안정적인 고정으로 조기 관절운동을 가능하게 해주지만 광범위 외측 접근법에 비해 시야가 좁아 모든 골편을 정복하거나 고정할 수 없다는 단점이 있다. 특히 종골 외벽의 돌출을 줄이기 어렵다.

Bedigrew 등³⁶⁾은 카데바 연구를 통해 광범위 외측 접근법과 족근동 접근법을 비교하였고 족근동 접근법이 외측벽을 보기 어려웠으나 관절면의 노출은 광범위 외측 접근법과 비슷하게 노출시켰고 정복 또는 좋은 결과를 보였다고 보고하였으며 Rammelt 등³⁷⁾은 최소절개 및 경피적 나사못 고정술로 만족스러운 임상 결과 및 정상에 가까운 Böhler 각을 얻었다고 보고하면서 복잡 골절, 개방성 골절이 있으면서 당뇨나 흡연 등의 위험인자가 있는 환자에서도 권장할만한 치료 방법이라고 소개하였으며 Carr 등³⁸⁾은 최소 절개 방법으로도 후방 관절면의 충분한 시야를 확보할 수 있으며 종골 관절내 골절의 정복도 가능하다고 소개하였다.²²⁾ Meraj 등³¹⁾도 족근동 접근법을 이용한 최소 침습적 수술을 통해 Böhler 각 및 Gissane 각, 종골 높이 및 너비 및 임상 점수 역시 좋은 결과를 보였으며 합병증 역시 발생하지 않았다고 보고하였다. 이렇듯 창상문제 등을 줄이기 위해 최소 침습적 내고정술의 비율이 점차 증가하고 있는 추세이나 Sanders⁷⁾의 관절 함몰형 종골 골절에 적용한 연구는 드물며,⁸⁾ 본 연구에서는 Sanders III형의 관절 함몰형 종골 골절에서 족근동 접근법을 이용한 최소 침습적 내고정술 시행하여 양호한 결과를 얻었다.

Loucks 등³⁹⁾은 종골 골절에서 종골 높이 소실로 인한 Böhler 각의 소실은 결과에 매우 중요한 부정적 요소라고 하였으며 Cszizy 등⁴⁰⁾은 Böhler 각이 편평하거나 음각을 보일 경우 그럴지 않은 군에 비해 거골하 관절 유합술의 가능성이 올라간다고 하였다. Buckley 등¹⁵⁾은 Böhler 각이 15도 이상인 군에서 0도 이하인 군보다 좋은 결과를 보였다고 보고 하였다. 따라서 비수술적 치료보다 수술적 치료를 통한 Böhler 각의 회복이 종골 치료에 있어 중요하게 여겨지고 있다.^{8,15,41)}

본 연구에서도 Böhler 각은 수술 전 2.5도에서 수술 후 18.6도로 회복되었고 (P-value 0.00) 마지막 외래추시 시에도 18.7도로 잘 유지되는 것으로 보였으며 (P-value 0.802) 이는 Jo 등²²⁾의 17예의 관절 함몰형 종골 골절에서 최소 침습적 내고정술을 시행한 연구에서 수술 전 7.9도에서 수술 후 19.8도로 회복된 것과 비슷한 결과이다. 다른 연구들과 비교하였을 때 Kikuchi 등⁴²⁾의 연구에서 22예의 종골 골절 수술을 시행하였으며 Böhler 각은 수술 전 13.3도에서 수술 후 22.1도로 회복된 소견 보였으며, Biggi 등⁴³⁾의 연구에서 Böhler 각은 수술 전 9.9도에서 수술 후 22.1도로 회복된 소견 보였다. 이 외에도 van Hove 등³²⁾이 보고한 1776 환자 2018종골 골절을 포함한 46개의 연구를 대상으로 한 systematic review 에서 Böhler 각은 평균 수술 전 5도(-15~25)에서 수술 후 24도(14~35)로 이는 본 연구의 결과 또한 양호하였으며 외래 추시 때까지 잘 유지되었다고 볼 수 있다.

본 연구에서 Gissane 각은 수술 전 132.2도에서 수술 후 119.1도 및 마지막 외래 추시 때 119.4도로 유지되었다. Jo 등의 연구에서는 수술 전 102.1도에서 수술 후 116.2도, 마지막 외래 추시 때 115.1도로 보고하였고 이와 비교하였을 때 수술 전 Gissane 각은 차이가 크나 수술 후 모두 양호하게 회복 되었다. 다른 연구들과 비교하였을 때 Kikuchi 등이 시행한 22예의 연구에서 수술 전 133.6도에서 수술 후 134도로 변화가 없었다. Kesemenli 등⁴⁴⁾의 연구에서 수술 전 100.7도에서 수술 후 112도로 회복된 소견 보였으며 van Hove 등이 보고한 1776환자 2018 종

골 골절을 포함한 46개의 연구를 대상으로 한 systematic review 에서 Gissane 각은 수술 전 115도에서 수술 후 119도로 측정되었다. 따라서 본 연구에서의 Gissane 각은 다른 연구들과 비슷하게 잘 회복되었음을 알 수 있다.

Lee 등⁴⁵⁾은 Sander IV형에서 족근동 접근법 후 유관나사 고정을 통한 최소 침습 수술을 시행한 10예를 보고하였고 이 연구에서 Böhler 각은 수술 전 -2.8도에서 마지막 추시 때 20도로 측정되었으며 Gissane 각은 수술 전 115도에서 마지막 외래 추시 때 119.8도로 측정되었다. 이를 통해 Sander IV형에서도 족근동 접근법을 이용하여 만족할만한 정복을 얻을 수 있다고 주장하였다.

Suh 등²⁴⁾은 Sander II형과 III형에 한해서 15예의 최소 침습 접근법을 통한 금속판 고정술과 64예의 광범위 외측접근법을 통한 금속판 고정술을 비교하였으며 수술 전 Böhler 각은 각각 9.9도, 10.8도 였으며 수술 후 각각 26.8도 23.0 도로 회복하였고 Gissane angle은 수술 전 각각 129도, 125도 에서 수술 후 123도 125도로 측정되었다. 그 외 방사선학적 측정에서는 두 군간의 차이가 없었으나 AOFAS score는 각각 90점, 80점으로 최소 침습 접근법을 이용한 군에서 유의미하게 높게 나타났으며 내번(inversion)과 외번(eversion)을 통해 측정한 관절 운동 범위에서 각각 최소 침습 접근법을 이용한 군이 유의미하게 높게 나타났다. 따라서 Sander II, III형에서 최소 침습 접근법을 이용한 금속판 고정술이 광범위 외측 접근법을 통한 금속판 고정술과 비교하여 비슷한 정도의 정복 및 높은 기능점수를 보여 좋은 대안이 될 수 있다고 주장하였다.

Kir 등²⁵⁾은 Sander II, III형의 관절내 종골 골절에서 접근동 접근법을 이용하였을때 금속판을 이용한 31예와 유관나사를 이용한 29예를 비교하였으며 금속판을 이용한 군에서 재수술 및 내고정의 실패가 유의미하게 적었으며 종골의 너비를 유의미하게 줄일 수 있다고 주장하였다.

Kim 등³⁾은 Sanders II형 2예, III형 10예, IV형 3예를 대상으로 한 광범위 외측

접근법을 통한 금속판 고정술에서 수술 전 Böhler 각이 8.5도에서 수술 후 23.3도로 Gissane 각은 수술 전 118.7도에서 수술 후 124.2 도로 회복하였으며 종골 높이는 수술전 평균 30.8mm에서 수술 후 38.9mm 로 회복하였다.

Doolley 등⁴⁶⁾은 종골 골절이 양측으로 있는 군에서 단측으로 있는 군에 비해 Böhler 각의 감소가 심하였고 치료 후 관절 범위 감소가 심하고 추후 거골하 관절 유합술의 비중이 높다고 보고하였다. 본 연구에서도 양측 종골 골절의 경우 수술 후 임상 결과나 재활등의 차이가 발생할 수 있다 고려하여 연구 대상에서 제외하였다.

이전 연구들에서 수술적 치료군과 비교하였을 때 비수술적 치료군에서 거골하 관절 유합술의 비율이 6배 많았다^{8,12,15)}. 하지만 가장 나쁜 결과는 수술을 시행한 군에서 나타났으며 이는 부적절한 정복과 함께 중요한 부작용이 동반된 경우였다.^{13,14)}. 본 연구에서도 29예 중 13예(45%)에서 외상 후 관절염이 발생하였고 그 중 1예에서 거골하 관절 유합술을 시행하였다.

종골 골절 10%에서 척추 골절을 동반하며 26%에서는 다른 상하지 손상과 동반된다.^{6,47,48)} 본 연구에서 11명(38%)에서 동반 골절을 보였으며 복사뼈를 포함한 경골 골절이 6예(20.7%)로 가장 많았고 족부 골절 4예(13.8%), 대퇴골 골절, 척추 골절이 각각 3예(10.3%)였다.

골절로 함몰된 관절면을 정복하면서 종골 높이를 회복하는 과정에서 발생한 해면골의 결손 부위에 대해서는 골 이식에 대한 여러 연구 결과들이 있다. 골 이식을 시행할 경우 골유합시까지 회복된 관절면의 유지와 골절 치유 촉진 효과가 있는 것으로 알려져 있으나 수술 시간이 길어지고 자가 골이식의 경우 공여부의 추가 수술을 요하며 이에 따른 합병증 및 감염 등의 단점도 있다^{3,7,49-51)}. 이러한 단점들과 함께 여러 저자들은 종골은 혈액 공급이 좋고 해면골이 풍부한 골로서 8주 이내 골 결손 부위가 생성되며 자연 나사만으로도 정복 유지가 충분하기 때문에

골이식이 꼭 필요하지 않다라고 주장하는 보고들이 있다.^{3,7,52-58)}

저자는 수술 중 종골 높이를 회복하면서 관절면을 정복한 뒤 비어 있는 해면골에 대해 동종 골편을 이용하여 골이식을 시행하였고, 본 연구에 포함된 29예 모두에서 후향적으로 확인 결과 동종 골편 골이식을 시행하였으며 모든 환자에서 골유합을 얻었다. 동종 골편을 이용하였기에 자가골을 얻기 위한 추가적인 수술 부위는 없었으며 수술 시간 또한 큰 차이가 없었고 자가골 채취로 인한 감염 등의 합병증은 없었다. 수술 직후 종골 높이는 44.7mm(37.7~53.7, 표준편차 3.2)에서 마지막 외래 추시 때 45.4mm(39.4~54.1, 표준편차 3.1)로 줄어들지 않고 유지되었다(P-value 0.014).

종골 높이의 경우 수술 직후에서 마지막 외래 추시시에 약간 증가하였고 이는 통계학적으로 의미 있게 나왔으나 촬영 당시 족부와 X선 검출기(X-ray detector) 간의 거리 문제와 측정시의 오류로 생각된다.

종골 골절의 합병증으로는 1) 비골건의 문제(비골 구의 협착, 비골건의 포착 또는 전위), 2) 발뒤꿈치 통증 및 골극 형성, 3) 신경 손상(비복신경, 후경골 신경의 종골 분지) 및 후경골 신경 포착, 4) 복합 부위 동통 증후군, 5) 수술 부위 피부 괴사 및 종골 골수염, 6) 거골하 관절 및 종입방 관절의 관절염, 7) 부정유합(내반 및 외반 변형), 8) 뒤꿈치 높이가 낮아지고 넓어지는 문제, 9) 지면과 거골 종축간의 거골 경사각이 감소하여, 거골이 배굴된 상태가 되어 발생하는 발목 관절의 배굴 제한, 10) 아킬레스건의 부착부가 근위부로 이동하여 발생하는 하퇴삼두근의 약화, 11) 갈퀴 족지 등이 있는 것으로 알려져 있다⁶⁾. 본 연구에서는 1) 비골건의 문제, 3) 신경손상 및 후경골 신경 포착, 4) 복합 부위 동통 증후군, 5) 수술 부위 피부 괴사 및 종골 골수염은 발생하지 않았으며 거골하 관절염이 13예(45%)에서 발생하였고 12예에서 약물치료로 조절되었으며 1예에서만 거골하 관절 유합술을 시행 받았다.

본 연구에서 29예 모두에서 창상 감염은 관찰되지 않았다. 수술 전후 예방적 항생제를 사용하였고 수술 후 24시간내에 중단하였다. 개방성 종골 골절에서 합병증이 높은 것으로 알려져 있으며 Gustilo type III 골절의 경우 감염률이 최대 50%까지 높은 것으로 알려져 있다.^{8,19,59,60)} 본 연구의 계획 당시 실험 대상을 모집하는 과정에서 개방성 골절을 제외하지 않았으나 29예에는 포함되지 않아 개방성 골절에서의 합병증 발생 정도를 비교할 수 없었다. 이는 환자 수가 적어 발생한 한계로 생각되며 수술시간 및 기저질환 등 감염의 발생에 영향을 미칠 수 있는 요소에 대한 추가적인 평가가 요할 것으로 사료된다.

Buckley 등⁶¹⁾의 연구에서 30세 이하의 환자군에서 수술적 치료 후 유의미한 이점이 있다고 보고하였으며 이외에도 고령의 환자에서는 수술적 이점이 없다는 연구가 있다. 합병증 발생률과 거골하 관절염 발생률이 높은 것으로 보고되었으나 이것은 동반 질환 때문에 수술 후 결과가 좋지 않기 때문이라고 하였다.^{8,62,63)} 본 연구에서는 평균 48.7세(20~74, 표준편차 11.9)였으며 60세 이상의 고령은 5예였고 합병증 없이 회복되었으나 수가 적고 동반질환에 대한 평가가 이루어지지 않아 이것만으로 고령에서도 좋은 결과를 얻었다고 결론 내기에는 한계가 존재한다.

본 연구의 제한점으로는 환자군이 적으며 평균 추시 기간이 21.6개월로 짧으며 개방성 골절이 포함되지 않았고 Sanders IIIBC형은 0예였다. 이 외에도 불유합 등 합병증에 영향을 줄 수 있는 당뇨와 흡연 등 기저질환(Co-morbidities)을 확인하지 않았으며 수술 전 환자의 기능적 능력의 평가 및 수술 후 변화를 고려하지 않았다는 제한이 있다.

결론

Sanders III형의 관절 함몰형 종골 골절에서 족근동 접근법을 이용하여 최소 침습적 접근법을 통한 내고정술은 방사선학적 및 임상적으로 비교적 만족스러운 결과를 보였다. 따라서 Sanders III형의 관절 함몰형 종골 골절에서 창상문제를 포함한 합병증을 줄이고 비교적 만족스러운 정복 및 유지가 가능한 족근동 접근법을 통한 내고정술이 광범위 외측 접근법의 대안이 될 수 있겠다.

참고문헌

1. Campbell DA. Open reduction and internal fixation of intra articular and unstable fractures of the distal radius using the A0 distal radius plate. J Hand Surg Br. 2000;25:528-34.
2. Park BM, Kim NH, Han DY, Oh DS. A clinical study on the fractures of the calcaneus. J Korean Orthop Assoc. 1982;17:697-703.
3. Kim ST, Youn TH, Park JB, Lee JY. Surgical Outcomes of Intra-articular Fractures of Calcaneus using A0 Calcaneal Plate. J Korean Foot Ankle Soc. 2009;13:75-9.
4. Eastwood DM, Gregg PJ, Atkins RM. Intra-articular fractures of the calcaneum. Part I: Pathological anatomy and classification. J Bone Joint Surg Br. 1993;75:183-8.
5. Tornetta III P. The Essex-Lopresti reduction for calcaneal fractures revisited. J Orthop Trauma 1998;12:469-73.
6. Yang KH, Park KC, Kim JJ, Oh JG, Min BW. Principles of fracture management. In: Yang KH ed. Principles of Fracture Management. Seoul: Panmuneducation; 2013. 820.
7. 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.
8. Sharr PJ, Mangupli MM, Winson IG, Buckley RE. Current management options

for displaced intra-articular calcaneal fractures: non-operative, ORIF, minimally invasive reduction and fixation or primary ORIF and subtalar arthrodesis. A contemporary review. *Foot Ankle Surg.* 2016;22:1-8.

9. Randle JA, Kreder HJ, Stephen D, Williams J, Jaglal S, Hu R. Should calcaneal fractures be treated surgically? A metaanalysis. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;377:217-27.

10. Shigemasa C, Abe K, Taniguchi S, et al. The influence of diabetes mellitus on thyrotropin response to thyrotropin-releasing hormone in untreated acromegalic patients. *J Endocrinol Invest.* 1988;11:231-7.

11. 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.

12. Bajammal S, Tornetta P, 3rd, Sanders D, Bhandari M. Displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 2005;19:360-4.

13. Coughlin MJ. Calcaneal fractures in the industrial patient. *Foot Ankle Int.* 2000;21:896-905.

14. 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.

15. Kakwani R, Siddique M. Operative compared with nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. In: Banaszkiwicz PA, Kader DF ed. *Classic Papers in Orthopaedics.* London: Springer; 2014. 229-31.

16. Richards PJ, Bridgman S. Review of the radiology in randomised controlled trials in open reduction and internal fixation (ORIF) of displaced intraarticular calcaneal fractures. *Injury*. 2001;32:633-6.
17. Tennent TD, Calder PR, Salisbury RD, Allen PW, Eastwood DM. The operative management of displaced intra-articular fractures of the calcaneum: a two-centre study using a defined protocol. *Injury*. 2001;32:491-6.
18. Song JH, Kang C, Hwang DS, Kang DH, Park JW. Extended sinus tarsi approach for treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures compared to extended lateral approach. *Foot Ankle Int*. 2019;40:167-77.
19. 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.
20. Freund M, Thomsen M, Hohendorf B, Zenker W, Heller M. Optimized preoperative planning of calcaneal fractures using spiral computed tomography. *Eur Radiol*. 1999;9:901-6.
21. 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.
22. Jo SH, Lee JY, Ha SH, Cho SW, Park SH. The result treated by open reduction and internal fixation with minimally invasive technique in joint depressive calcaneal fracture. *J Korean Fract Soc*. 2013;26:126-32.
23. Veltman ES, Doornberg JN, Stufkens SA, Luitse JS, van den Bekerom MP. Long-term outcomes of 1,730 calcaneal fractures: systematic review of the literature. *J Foot Ankle Surg*. 2013;52:486-90.

24. Suh JW, Yang JH, Park HW. Clinical results of surgical treatment with minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for displaced intra-articular fractures of calcaneus. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2020;24:87-93.
25. Kir MC, Ayanoglu S, Cabuk H, et al. Mini-plate fixation via sinus tarsi approach is superior to cannulated screw in intra-articular calcaneal fractures: A prospective randomized study. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2018;26:2309499018792742.
26. 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.
27. Kitaoka HB, Schaap EJ, Chao E, An K-N. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus treated non-operatively. Clinical results and analysis of motion and ground-reaction and temporal forces. *J Bone Joint Surg Am.* 1994;76:1531-40.
28. Kundel K, Funk E, Brucher M, Bickel R. Calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *J Trauma.* 1996;41:839-45.
29. Kocis J, Stoklas J, Kalandra S, Cizmár I, Pilný J. Intra-articular calcaneal fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2006;73:164-8.
30. Chung HJ, Ahn JK, Bae SY, Jung H. Operative treatment of intraarticular calcaneal fractures using extensile lateral approach. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2009;13:60-7.
31. Meraj A, Zahid M, Ahmad S. Management of intraarticular calcaneal fractures by minimally invasive sinus tarsi approach-early results. *Malays Orthop J.* 2012;6:13.

32. van Hove S, Poeze M. Outcome of minimally invasive open and percutaneous techniques for repair of calcaneal fractures: a systematic review. *J Foot Ankle Surg.* 2016;55:1256-63.
33. Schepers T. The sinus tarsi approach in displaced intra-articular calcaneal fractures: a systematic review. *Int Orthop.* 2011;35:697-703.
34. Zeng Z, Yuan L, Zheng S, Sun Y, Huang F. Minimally invasive versus extensile lateral approach for sanders type II and III calcaneal fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2018;50:146-53.
35. Sangeorzan BJ. Surgical management of fractures of the os calcis. *Instr Course Lect.* 1995;44:359-70.
36. Bedigrew KM, Blair JA, Possley DR, Kirk KL, Hsu JR. Comparison of calcaneal exposure through the extensile lateral and sinus tarsi approaches. *Foot Ankle Spec.* 2018;11:142-7.
37. Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Zwipp H. Minimally-invasive treatment of calcaneal fractures. *Injury.* 2004;35:55-63.
38. Carr JB. Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures: a review of small incision approaches. *J Orthop Trauma.* 2005;19:109-17.
39. Loucks C, Buckley R. Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma.* 1999;13:554-8.
40. 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.
41. van Tetering EA, Buckley RE. Functional outcome (SF-36) of patients with displaced calcaneal fractures compared to SF-36 normative data. *Foot Ankle*

Int. 2004;25:733-8.

42. Kikuchi C, Charlton TP, Thordarson DB. Limited sinus tarsi approach for intra-articular calcaneus fractures. *Foot Ankle Int.* 2013;34:1689-94.

43. Biggi F, Di Fabio S, D'Antimo C, Isoni F, Salfi C, Trevisani S. Percutaneous calcaneoplasty in displaced intraarticular calcaneal fractures. *J Orthop Traumatol.* 2013;14:307-10.

44. Kesemenli CC, Memisoglu K, Atmaca H. A minimally invasive technique for the reduction of calcaneal fractures using the Endobutton®. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52:215-20.

45. Lee JY, Jang HW, Kim YW. Clinical outcomes of minimally invasive surgery in sanders type iv intra-articular calcaneal fractures. *J Korean Fract Soc.* 2019;32:181-7.

46. Dooley P, Buckley R, Tough S, et al. Bilateral calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *Foot Ankle Int.* 2004;25:47-52.

47. McLaughlin HL. Treatment of late complications after os calcis fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1963;30:111-5.

48. Romash MM. Reconstructive osteotomy of the calcaneus with subtalar arthrodesis for malunited calcaneal fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;290:157-67.

49. Fernandez DL, Koella C. Combined percutaneous and "minimal" internal fixation for displaced articular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;290:108-16.

50. 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.

51. Stephenson JR. Surgical treatment of displaced intraarticular fractures of the calcaneus. A combined lateral and medial approach. Clin Orthop Relat Res. 1993;68-75.

52. Soeur R, Remy R. Fractures of the calcaneus with displacement of the thalamic portion. J Bone Joint Surg Br. 1975;57:413-21.

53. Tornetta III P. Percutaneous treatment of calcaneal fractures. Clin Orthop Relat Res. 2000;375:91-6.

54. 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.

55. Byun YS, Kim HT, Park BH, Lee JK, An HS. Open reduction of intra-articular fractures of the calaneus through the lateral approach. J Korean Orthop Assoc. 1994;29:764-73.

56. Huang PJ, Huang HT, Chen TB, et al. Open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. J Trauma. 2002;52:946-50.

57. Hwang DS, Lee JK, Oh HR, Lee SJ. Percutaneous & minimal internal fixation of displaced intraarticular calcaneal fractures. J Korean Fract Soc. 1997;10:233-41.

58. Song KS, Jeon SH, Chun JH. The radiologic evaluation of treatment outcome in intra-articular calcaneal fracture by open reduction without bone graft. J Korean Fract Soc. 2002;15:226-33.

59. Aldridge JM, Easley M, Nunley JA. Open calcaneal fractures: results of

operative treatment. J Orthop Trauma. 2004;18:7-11.

60. 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.

61. Buckely R, Tough S, McCormack R. Operative compared with non-operative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures. J Bone Joint Surg Am. 2002;84:1733-43.

62. Herscovici Jr D, Widmaier J, Scaduto JM, Sanders RW, Walling A. Operative treatment of calcaneal fractures in elderly patients. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:1260-4.

63. Basile A. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures in elderly patients. J Foot Ankle Surg. 2010;49:25-32.

Table 1. Demographic Data of the Patients

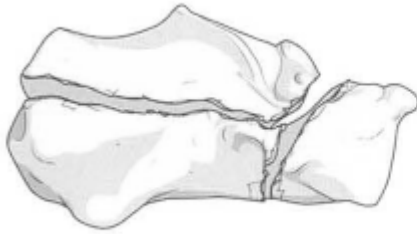
Total patient	29
Age(yr)	48.7 (20~74)
Sex(Male/female)	23 (79%) / 6 (21%)
Cause	
Fall down	21 (72%)
Traffic accident	5 (17%)
Slip down	3 (10%)
Sanders type	
IIIAB	20 (69%)
IIIAC	9 (31%)
IIIBC	0 (0%)
Right/Left	21 (72%) / 8 (28%)
Follow up period (month)	21.6 (12~81)

Table 2. The Result of Radiologic Assessment

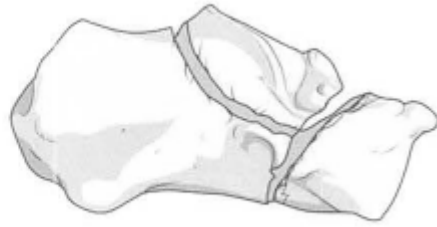
	Preoperative	Postoperative	Follow up
Böhler angle(°)	2.5 (-18.2~24.9)	18.6 (11.4~27.2)	18.7 (12.1~27.6)
Gissane angle(°)	132.2 (115.7~158.8)	119.1 (106.1~133.2)	119.4 (108.2~132.7)
Calcaneal length(mm)	78.3 (68.2~86.0)	79.1 (70.7~93.8)	79.7 (71.8~90.7)
Calcaneal height(mm)	38.8 (30.5~49.8)	44.7 (37.7~53.7)	45.4 (39.4~54.1)
Calcaneal width(mm)	60.9 (49.8~80.8)	59.5 (49.8~72.8)	59.1 (48.8~68.8)
Post. facet step off on CT(mm)	4.7 (1.3~9.7)		1.2 (0.2~2.2)

Table 3. The Result of Clinical Assessment

AOFAS hind-foot scale (score)	79.5 (67~88)
Complication	
Posttraumatic OA	13 (45%)
Medication	12
Subtalar arthrodesis	1 (3%)
Infection	0
Screw irritation	1
Bone union time (weeks)	17(10~44)
Implant removal	23 (79%)
Duration between operation and implant removal (months)	12.4 (7~19)



A. Tongue type



B. Joint depressive type

Figure 1. Essex-Lopresti classification

A: Tongue type fracture, where the articular fragment remained attached to a tuberosity fragment, B: Joint depressive type fracture, in which the articular fragment was separate from the adjacent tuberosity.

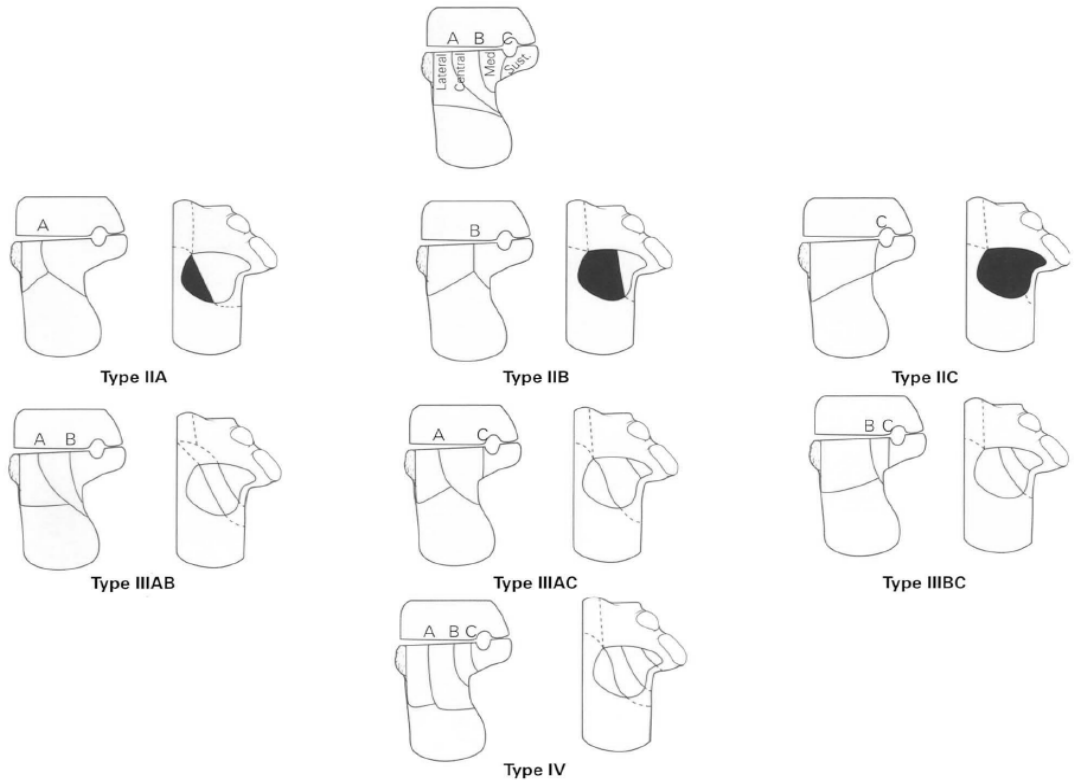


Figure 2. Sanders classification based on CT images in the coronal plane.

Type I fracture is all non-displaced articular fractures (less than 2 mm), Type II fractures are two-part fractures of the posterior facet. Three types—IIA, IIB, and IIC—existed, based on the location of the primary fracture line. Type III fractures were three-part fractures that usually featured a centrally depressed fragment. Types included IIIAB, IIIAC, and IIIBC, and again were based on the location of the primary fracture line. Type IV fractures were highly comminuted and often had more than four articular fragments.

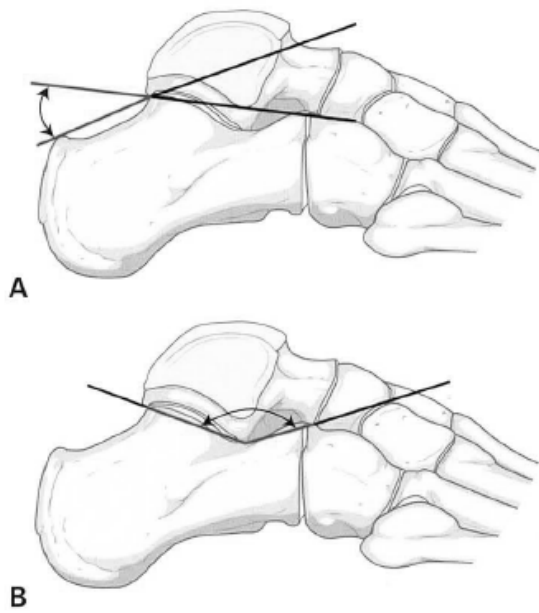


Figure 3. A: Böhler angle, B: Gissane angle

Böhler angle is composed of a line drawn from the highest point of the anterior process of the calcaneus to the highest point of the posterior facet and a line drawn tangential to the superior edge of the tuberosity. Gissane angle is formed by the downward and upward slopes of the calcaneal superior surface.

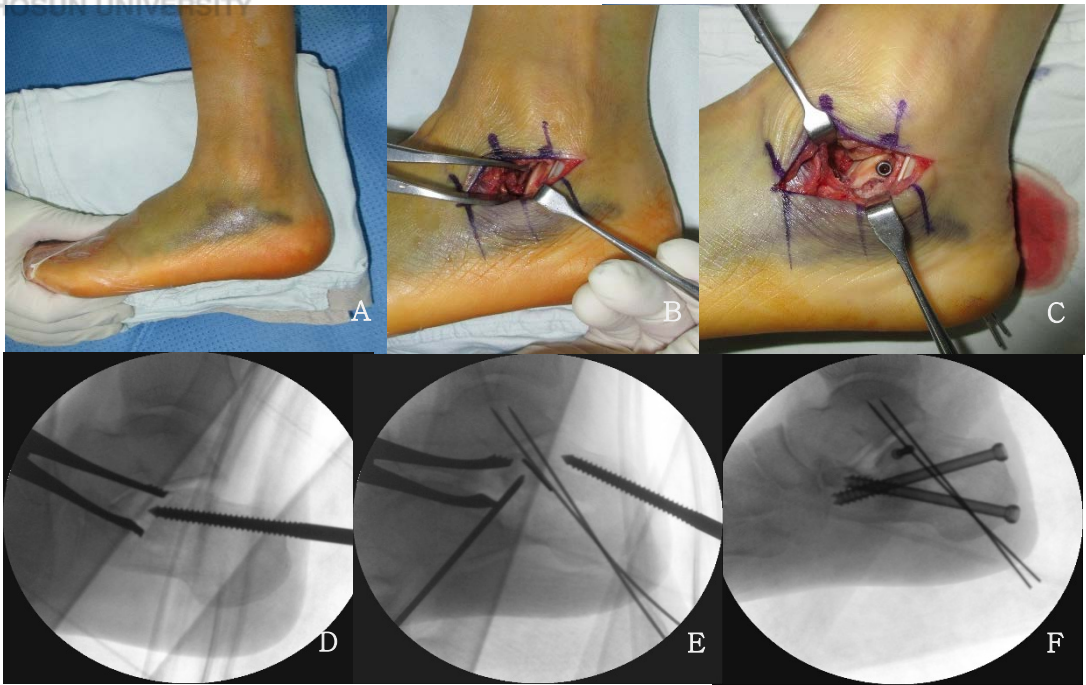


Figure 4. Surgical technique (sinus tarsi approach and C-arm x-ray)

Skin incision from the tip of the fibula toward calcaneocuboid joint on sinus tarsi. Posterior facet and fracture site was exposure by soft tissue dissection(A,B), Reduction through gentle traction and valgus force using the Scantz pin in cacalneal tuberosity(D). After the temporary fixation using K-wire for subtalar joint(E), the definitive fixation using 4.0, 6.5 cannulated screws was performed(F). Photo after definitive fixation(C).

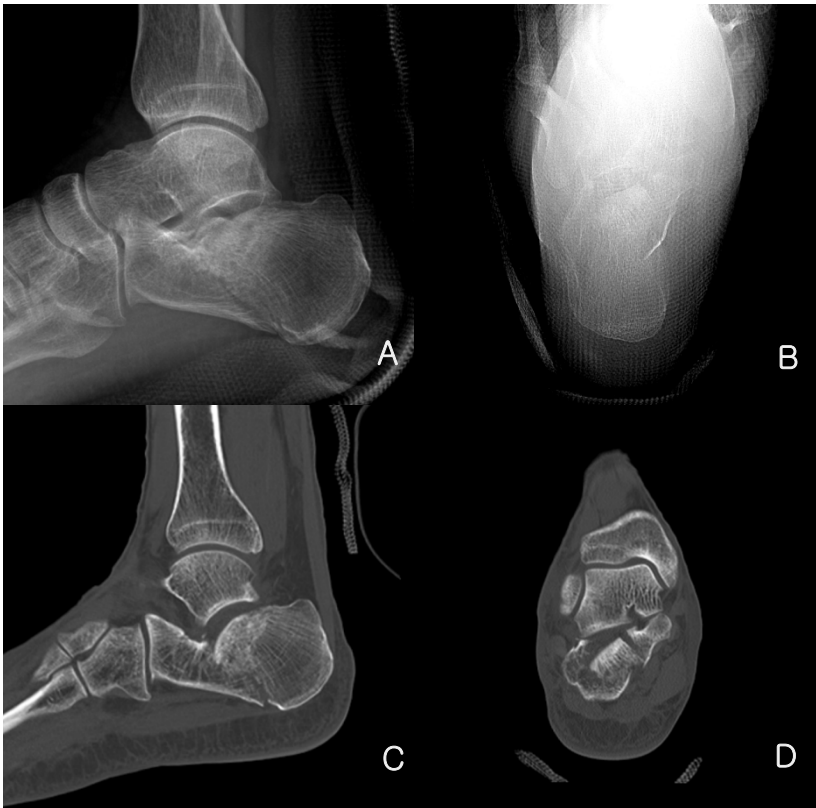


Figure 5. Preoperative radiography

Preoperative X-ray (A : ankle lateral view, B : calcaneal axial view),

It is joint depressive calcaneal fracture, the posterior joint surface is depressive and the Böhler angle is reduced on lateral view, Lateral wall is bulging on calcaneal axial view. Preoperative CT (C : sagittal view, D : semicoronal view) show joint depressive type, Sander type IIIAB calcaneal fracture.



Figure 6. Postoperative radiography

Postoperative X-ray (A : ankle lateral view, B : calcaneal axial view), Böhler angle and Gissane angle have recovered (Böhler angle is 32.2° , Gissane angle is 105.5° , Calcaneal length is 79.4mm, calcaneal height is 44.0mm, calcaneal width is 52.0mm). CT after 4 months of surgery (C : sagittal view, D : semicoronal view) show well reduced articular surface.

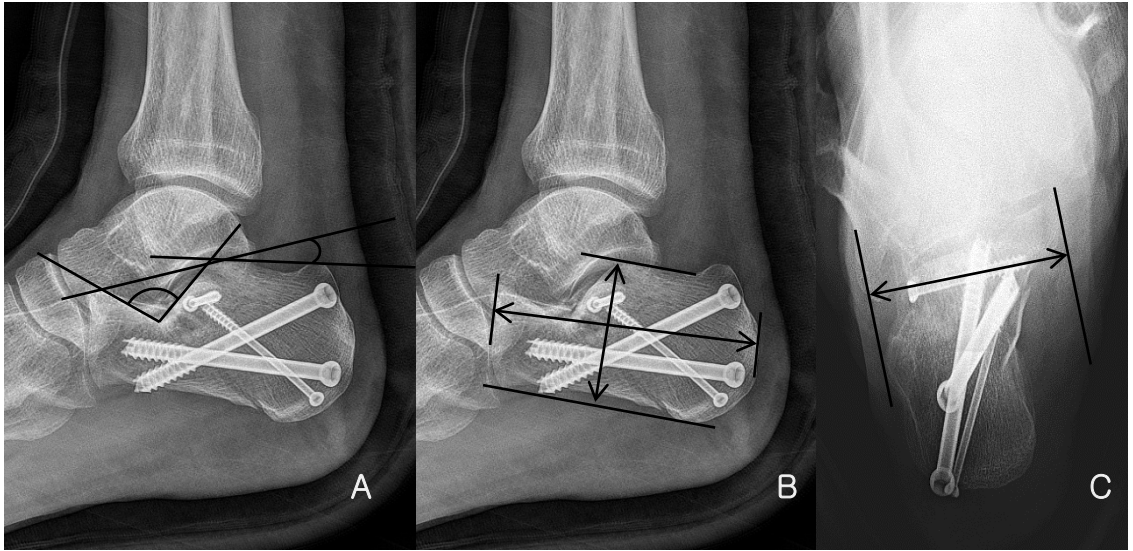


Figure 7. Radiologic Assessment.

A: ankle lateral x-ray, Gissane angle, Böhler angle, B: ankle lateral x-ray, Calcaneal height, Calcaneal length, C: calcaneal axial view, calcaneal width
 The calcaneal height and calcaneal length were measured at the highest and lowest length and the longest length from anterior to posterior in the lateral x-ray. Calcaneal width measures the widest width including sustentaculum tali on calcaneal axial view.

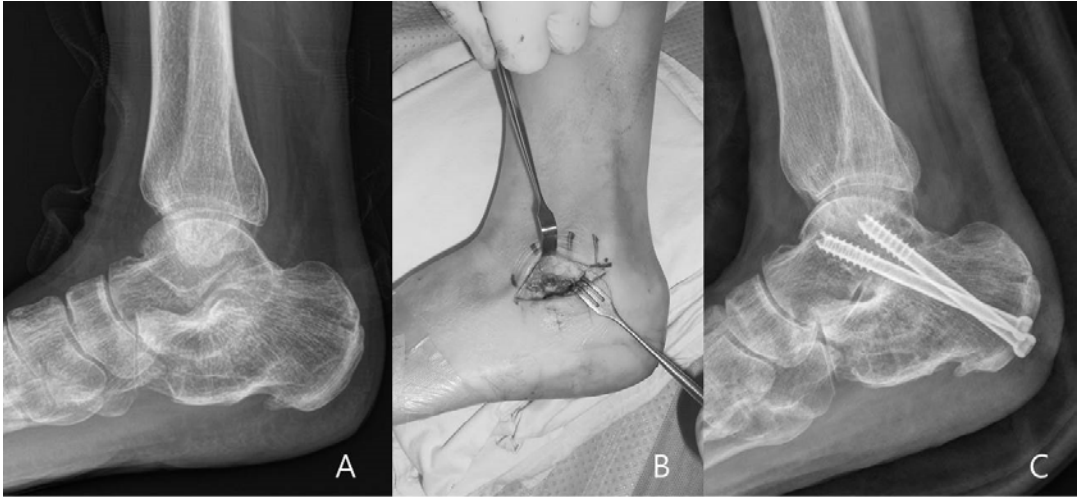


Figure 8. Case of subtalar arthrodesis

51years old man underwent subtalar arthrodesis 8 months after first surgery.

A: preoperative ankle lateral x-ray show post-traumatic osteoarthritis of

subtalar joint, B: subtalar arthrodesis was done using sinus tarsi approach,

C: postoperative ankle lateral x-ray.