

종골의 관절내 골절 후 발생한 불유합의 수술적 치료

부산의료원 정형외과학교실

은일수 · 정철용 · 김진완 · 고영철 · 허정욱

Operative Treatment of Nonunion after Intra-articular Calcaneal Fracture

Il-Soo Eun, M.D., Chul-Young Jung, M.D., Jin-Wan Kim, M.D., Young-Chul Ko, M.D., Jung-Wook Huh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Busan Medical Center, Busan, Korea

=Abstract=

Purpose: Nonunion of intra-articular fractures of calcaneus is rarely reported complication. We present our experiences with 4 patients (5 cases) treated operatively for nonunion after intra-articular fracture of calcaneus.

Materials and Methods: 4 patients (5 cases) with nonunion of intra-articular fracture of calcaneus after operative treatment were followed for 4 years (from 2002 to 2006). For assessment, the American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score and Visual Analogue Scale (VAS) were assessed for clinical outcome and the union of fracture site, the talocalcaneal height and the angle of talar declination were determined for radiologic outcome.

Results: The mean talocalcaneal height was 6.94 cm (range, 5.9~7.6 cm) preoperatively and 7.34 cm (range, 6.0~8.3 cm) at last follow-up. The mean angle of talar declination was 5.68 degrees (range, 4.6~8 degrees) preoperatively and 13.1 degrees (range, 5.7~21 degrees) at last follow-up. The mean preoperative AOFAS score and VAS were 20.4 (range, 14~36) and 4 (range, 3~6), respectively. At last follow-up, these scores improved to a mean of 59.6 (range, 54~68) and 3 (range, 2~4), respectively. Unions of previous nonunion site of intra-articular fracture of calcaneus were achieved in all 4 patients (5 cases).

Conclusion: The reconstructive procedure for nonunion of intra-articular fracture of calcaneus showed good results in terms of bone union, radiologic results and functional improvement than preoperative state. Because the plantar pain for the inferior angular formation in nonunion site may happen, we will pay attention to reduction of fragment.

Key Words: Calcaneus, Intra-articular fracture, Nonunion, Operative treatment

서 론

종골 골절은 전체 골절의 약 2%를 차지하며, 족부에 발생하는 골절 중 65%를 차지하는 빈번한 골절로 그 중 약 3/4이

• Address for correspondence

Chul-Young Jung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Busan Medical center,
1330 Geoje 2-dong, Yeonje-gu, Busan, 611-706, Korea
Tel: +82-51-607-2862 Fax: +82-51-607-3001

E-mail: gizer00@hanmail.net

종골의 관절내 골절이다^{6,16)}. 종골의 관절내 골절은 거골하관절 및 종입방 관절의 외상성 관절염, 종골의 높이 감소로 발생하는 경골 거골 경부간 충돌, 경골 또는 비골 신경의 손상 등의 많은 후기 합병증이 발생하는 것으로 알려져 있으나 불유합은 매우 드문 것으로 보고되고 있으며, 그 중에서 종골의 관절내 골절 후 발생하는 불유합은 더욱 드문 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 이에 저자들은 종골의 관절내 골절 후 불유합이 발생한 4명(5예)에 대한 수술적 치료 경험을 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

2002년부터 2006년까지 종골의 관절내 골절로 관절적 정복술 및 금속 내고정술을 시행한 환자 중 불유합이 발생한 4명(5예)를 대상으로 하였으며 이 중 1명은 양측이었다. 환자 4명 중 남자는 3명, 여자는 1명이었고, 평균 연령은 48.25세(범위, 30~65세)였으며 평균 추적 관찰 기간은 3.2년(범위, 1~5년)이었다. 종골 골절 수상 기전은 추락 3예, 교통사고 1예이었고, 흡연자는 3명이었다. 종골의 관절내 골절에서 2예는 Gustilo grade I의 개방성 골절⁸⁾이며 3예는 폐쇄성 골절이었고, Sanders 분류상¹⁷⁾ 1예는 Sanders IV형, 나머지 4예는 Sanders III형이었다. 종골의 관절내 골절에 대한 치료는 모두 관절적 정복술 및 금속고정술을 시행하였고, 술 후 비체중 부하 상태로 보낸 기간은 평균 10주 (범위, 6~12주)였다. 술 후 불유합의 진단까지 걸린 기간은 평균 7.2개월(범위, 6~12개월)이었고, 모든 예에서 거골하 관절염이 확인되었다(Table 1).

수술 방법은 환자를 측좌위로 한 상태에서 압박성 지혈대를 한 후 피부를 절개하였는데, 본 연구에서는 5예 모두

에서 이전 금속 내고정물의 제거와 관절 유합술을 함께 하기 위해 이전 수술 절개 반흔을 따라 종골 외측에서 L자 형태로 절개하였고, 필요시 절개를 근위부로 연장하였다. 비복신 경과 비골건을 확인하고 보호하면서 종골과 거골하 관절의 외측에 접근하여 기존 금속 고정물을 제거하고, 불유합 후 상방 전위된 후방골편의 원활한 교정을 위해 아킬레스 건 신연술을 시행하였다. 불유합 부위를 벌려서 종골 골절 부위의 불유합 여부를 확인한 후, 섬유조직과 무혈성 골조직을 점상 출혈이 나타날 때까지 철저히 제거하되, 불유합 경계면의 경화가 심할 경우 드릴로 다발성 천공을 시행하였다. 그리고 상방 전위된 후방골편을 최대한 아래로 내려 교정한 후 파쇄 동종 해면골 이식술을 시행하고 종골 불유합 부위를 금속판 또는 유관나사를 이용하여 고정하였다. 거골하 관절염에 대해서 3예는 거골하 신연 골편 관절 유합술을 시행하였고, 2예의 경우 후방골편의 정복이 어렵고 거골하 관절을 신연할 경우 불유합 부위의 골편 간격이 더 증가하는 소견이 관찰되어 in situ 거골하 관절 유합술을 시행하였다. 거골하 신연 골편 관절 유합술시 추궁 확장기를 거골하 관절에 넣고 벌려서 거골 경사각이 교정되도록 하였다. 거골

Table 1. Demographics of the Patients

Patient	Sex	Age	Sanders grade	Closed/Open	Smoking	Initial ORIF* method	Non-weight bearing (weeks)	Time to nonunion diagnosis (months)
1	M	30	3	Closed	Yes	H-plate	8	6
2	M	65	3	Closed	Yes	Y-plate	6	6
3	M	48	3	Right-Open	Yes	H-plate	12	6
			4	Left-Open		H-plate	12	6
4	F	50	3	Closed	No	H-plate	12	12

*Open reduction and internal fixation.

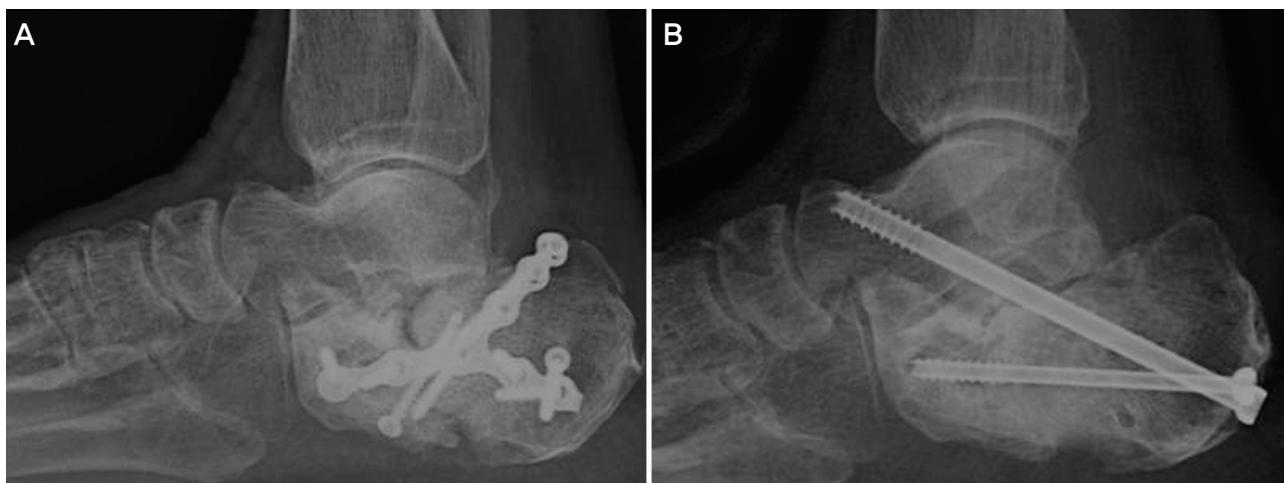


Figure 1. (A) Lateral radiograph of a 65-year-old man with calcaneal intra-articular fracture shows nonunion of the calcaneus, decrease in the talar declination angle and talocalcaneal height. (B) Postoperative lateral radiograph after subtalar distraction bone block arthrodesis with cannulated screw shows of a improvement of heel height, talar declination angle.

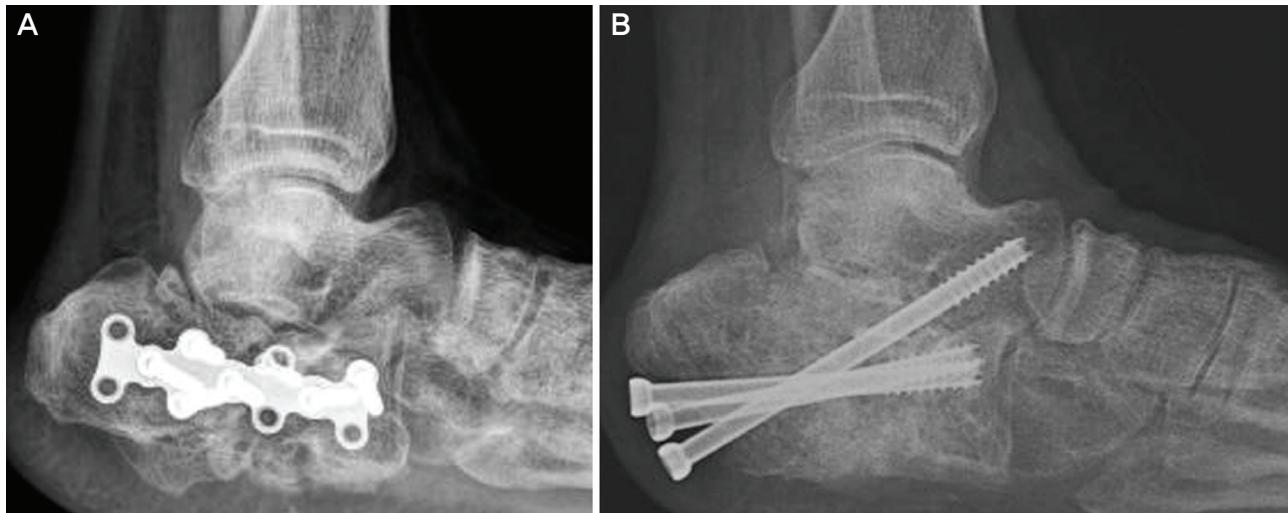


Figure 2. (A) Lateral radiograph of a 48-year-old man with nonunion of intra-articular fracture of calcaneus shows nonunion of the calcaneus. (B) Postoperative lateral radiograph after subtalar distraction bone block arthrodesis with cannulated screw shows improvement of heel height, talar declination angle.

Table 2. Data of Patients

Patient	Treatment	Follow-up (years)	Talocalcaneal height(cm)			Talar declination angle(degree)			AOFAS score [¶]		VAS score [¶]		Complication
			Preop	Postop	Last FU**	Preop	Postop	Last FU	Preop	Last FU	Preop	Last FU	
1	TAL*, ORIF with plate, In situ [†]	1	5.9	6.1	6	4.6	6.8	5.7	20	60	5	4	Plantar pain
2	TAL, ORIF with CS, SDBBA [‡]	1	7.9	8.5	8.2	4.8	16.3	6.8	22	58	4	3	-
3	Right TAL, ORIF with plate, In situ	5	6.5	6.8	6.5	5	14	12	14	54	6	4	Infection, WD [§] , Plantar pain
Left	TAL, ORIF with CS, SDBBA	5	6.9	7.9	7.7	8	24	20	22	58	3	2	Infection, WD
4	TAL, ORIF with plate, SDBBA	4	7.6	8.5	8.3	6	24	21	26	68	3	2	-

*TAL, Tendo-Achilles lengthening; [†]in situ, In situ subtalar arthrodesis; [‡]SDBBA, Subtalar distraction bone block arthrodesis; [§] WD, Wound dehiscence; [¶]AOFAS score, American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Score; [¶] VAS score, Visual Analogue Scale Score; **FU, follow-up.

하 연골을 제거하여 골이 드러나게 한 후 사이 공간을 계측하였다. 장골에서 쇄기 모양의 삼방피질 골편을 채취하여 거골하 관절 공간에 골편을 삽입한 후 종골 후방에서 거골 까지 유관나사를 이용하여 고정하였고⁵⁾ (Fig. 1, 2), in situ 거골하 관절 유합술의 경우 거골하 관절 연골을 제거하고 거골하 관절과 불유합 부위에 파쇄 동종 해면골을 이식하였다(Table 2). 술 후 초기 6주간 단하지 석고붕대로 고정하여 체중부하는 금하였고 다음 6주간 단하지 석고붕대 고정하

여부 체중부하를 시행하였다. 술 후 12주부터 석고붕대를 제거하고 전 체중부하와 족관절 운동을 시행하였다.

결과 분석은 방사선학적으로 골유합 유무 및 거-종골 높이, 거골 경사각 등을 통해 평가하였고, 미국정형외과족부족관절학회 평가표 및 시각 상사 척도 동통 점수(visual analog scale, VAS)를 이용하여 임상적인 평가를 시행하였다⁹⁾.

결 과

1. 방사선학적 결과

5예 모두에서 종골의 관절내 골절 후 발생한 불유합에 대해 술 후 골유합과 거골하 관절 유합을 얻을 수 있었다. 거-종골 높이는 술 전 평균 6.94 cm(범위, 5.9~7.6 cm)에서 술 후 평균 7.56 cm(범위, 6.1~8.5 cm), 최종 추시시 평균 7.34 cm(범위, 6.0~8.3 cm)으로 측정되었다(Table 2). 거골 경사각은 술 전 평균 5.64도(범위, 3.6~8도)에서 술 후 평균 16.96도(범위, 6.8~24도)로 개선되었으며, 최종 추시시 13.82도(범위, 5.7~22도)로 측정되었다(Table 2).

2. 임상적 결과

술 전 미국정형외과족부족관절학회 평가 점수는 평균 20.4점(범위, 14~26점)에서 최종 추시상 59.6점(범위, 54~68점)으로 향상된 결과를 보였으며, VAS는 술 전 평균 4(범위, 2~6)에서 마지막 추시상 3(범위, 2~4)으로 향상되었다(Table 2). 술 후 8주까지 지속적인 창상 관찰을 시행한 결과로 2예에서 감염 및 창상 벌어짐이 발생하였으나 반복적인 세척술과 항생제 투여로 치료하였다. 후방골편의 정복이 어려워 *in situ* 거골하 관절 유합술을 시행한 2예의 경우 거-종골 높이 소실로 인한 전방 경-거골의 충돌로 인한 발목 통증이 남아있는 상태였다. 그리고 아킬레스 건 신연술을 시행하였음에도 불구하고 상방 전위된 후방골편이 교정되지 않아 불유합 부위의 하방 각형성으로 인한 족저부 통증이 2예에서 발생하였고 지속적인 통증으로 골극 제거술을 시행하였다(Fig. 3).

고 찰

종골 골절은 전체 골절의 약 2%를 차지하며 그 중 약 3/4이 종골의 관절내 골절이다²⁾. 종골 골절 후 발생할 수 있는 후기 합병증으로는 거골하 관절 및 종입방 관절의 외상성 관절염, 종골의 높이 감소로 발생하는 경골-거골 경부간 충돌, 경골 또는 비골 신경의 손상, 뒤큔치 패드 통증, 반사성 교감신경 이영양증, 외반 변형, 만성 종골 골수염 등이 있으나⁷⁾ 불유합은 매우 드문 합병증으로 보고되고 있으며, 그 중에서 종골의 관절내 골절 후 발생하는 불유합은 더욱 드문 것으로 알려져 있다. Zwipp 등¹⁹⁾은 관절적 정복술 및 금속 고정술을 시행한 종골의 관절내 골절 157예에서 약 1.3%로 낮은 빈도의 불유합을 보고하였다. Reddy 등¹⁴⁾은 2007년까지 종골 골절 후 발생한 불유합을 다룬 문헌은 극히 드물다고 보고하였으며, 최근 Molloy 등¹¹⁾이 종골 관절 내 골절의 불유합 14예에 대해 보고하였다. 종골의 관절내 골절에서 불유합이 드문 이유는 관절적 정복술 시 행하는 외측 도달법의 경우 단지 비골 동맥의 가지의 손상이 발생할 수 있어 술 후 혈액 공급의 차단 가능성이 낮으며 종골의 체부는 주로 해면골로 이루어져 있기 때문이다.^{11,14)} 그럼에도 불구하고 종골 골절의 불유합이 발생하게 되는 가장 중요한 위험 인자는 관절적 정복의 부정확성과 불충분한 내고정이라고 알려져 있으며¹⁴⁾, 본 증례의 5예 모두에서 종골의 관절내 골절시 관절적 정복술 및 내고정이 불충분하여 전반적인 골 정렬이 점진적으로 악화되는 소견을 관찰할 수 있었다. 또한 당뇨, 개방성 골절, 흡연 등도 종골 골절의 관절적 정복술 및 내고정술 후 불유합의 위험 인자로 알려져 있다^{4,11)}. 본 증례에서는 당뇨환자는 없었으나 2예에서 Gustilo I형의 개방성 골절이었으며 4명 중 3명이 흡연자였다.

Molloy 등¹¹⁾은 종골의 관절내 골절 후 발생한 불유합 14



Figure 3. (A) Lateral radiograph of a 48-year-old man with nonunion of intra-articular fracture of calcaneus showed a decrease in the talar declination angle, talocalcaneal height and displacement of posterior fragment. (B) After open reduction and internal fixation with *in situ* subtalar arthrodesis was performed, lateral radiograph showed evidence of union of calcaneus and subtalar joint. But the severe plantar pain occurred for inferior angular formation in fracture site. (C) Lateral radiograph after bony spur excision showed smoothing inferior angle in fracture site.

예에 대한 수술적 치료 결과를 발표하였는데, 이중 10예는 거골하 관절유합술을 시행하였고 4예는 삼중 관절 유합술을 시행하여 임상적 결과와 방사선학적 결과를 보고하였다. 방사선학적인 평가로 Molloy 등¹¹⁾은 술 전 평균 거골 경사각은 8.3도(범위, -2.0~2.5도)였고, 최종 추시시 평균 21도(범위, 10~27도)로 보고하였고, 임상적 결과로 술 후 미국 정형외과족부족관절학회 평가 점수를 평균 69점(범위, 40~88점)였으며 시각 상사 척도 동통 점수는 평균 3(범위, 1~8)으로 보고하였다. 본 연구의 경우 거골 경사각은 술 전 평균 5.64도(범위, 3.6~8도)에서 술 후 평균 16.96도(범위, 6.8~24도)로 개선되었으며, 최종 추시시 13.82도(범위, 5.7~22도)로 측정되었고, 술 전 미국정형외과족부족관절학회 평가 점수는 평균 20.4점(범위, 14~26점)에서 최종 추시상 59.6점(범위, 54~68점)으로 향상된 결과를 보였으며, 시각 상사 척도 동통 점수는 술 전 평균 4(범위, 2~6)에서 최종 추시시 3(범위, 2~4)으로 향상되었으나 Molloy 등¹¹⁾이 보고한 결과와 차이를 보였다. 본 연구의 경우 종골의 관절내 골절에 대한 일차 관절적 정복술 및 금속 내고정술 후 부정 정렬이 교정되지 않은 증례가 다수 포함된 것이 원인일 것으로 생각되며, 임상적 결과의 경우 또한 부정 정렬에 교정되지 않았고 불유합에 대한 수술시 후방골편의 정복이 불충분하여 발생한 불유합 부위의 하방 각형성으로 인하여 2예에서 족저 통증이 발생한 것이 원인으로 작용한 것으로 사료된다.

종골의 관절내 골절에 발생한 불유합에 대해 골이식을 이용한 관절적 정복술 및 금속 내고정술, 그리고 거골하 관절 유합술 시행 후 대부분 골유합을 얻었다고 보고하고 있다. Molloy 등¹¹⁾은 15명의 환자 중 14명의 환자에서 골유합을 얻을 수 있었다고 하였으며 1명에서 골수염에 의한 불유합이 있었다고 보고하였다. 본 연구에서는 5예에서 모두 골유합을 얻을 수 있었다.

종골의 관절내 골절 후 불유합이 동반된 거골하 관절염이 발생한 경우 거골하 관절 유합술을 시행한 본 연구에서 술 전에 비하여 향상된 방사선학적, 임상적 결과를 얻을 수 있었으나 종골 골절 후 불유합없이 발생한 거골하 관절염으로 거골하 신연 골편 관절 유합술을 시행한 경우와 비교하여 나은 결과를 얻지 못하였다. Trnka 등¹⁸⁾은 종골 골절 후 발생한 거골하 관절염으로 거골하 신연 골편 관절 유합술을 시행한 41예의 술 후 결과를 보고하였는데 방사선학적 평가로 거-종골 높이는 평균 6.87 cm에서 술 후 평균 7.45 cm로 증가하였으며 최종 높이는 평균 7.35 cm로 보고하였고, 거골 경사각은 술 전 평균 6.5도에서 술 후 평균 24.8도로 증가한 소견을 보고하였다. 임상적 평가로 미국정형외

과족부족관절학회 평가 점수를 이용하였는데 술 전 21.1점에서 술 후 68.9점으로 향상된 결과를 보고하였다. 본 연구의 경우 종골의 관절내 골절 후 발생한 불유합에 대해 아킬레스 건 신연술을 시행하였음에도 불구하고 후방골편의 정확한 정복이 어렵고, *in situ* 거골하 관절 유합술을 시행한 2예에서 거-종골 높이 소실을 교정하지 못하였기 때문에 전방 경-거골의 충돌로 인한 발목 통증이 발생함에 따라 Trnka 등¹⁸⁾에 비해 임상적 평가가 낮게 나온 것으로 사료된다. 또한 후방골편의 정복이 불충분하여 발생한 불유합 부위의 하방 각형성으로 인하여 족저 통증이 발생한 것도 임상적 결과에 영향을 미쳤을 것으로 생각된다.

본 연구의 경우 술 전에 비하여 환자의 증상 완화와 보행 능력 등의 생활력 향상에 있어서 만족할 만한 결과를 보였지만 연부조직의 문제 및 술기상의 어려움 등으로 인하여 문제점이 발생할 수 있다. 5예 중 2예(40%)에서 창상 벌어짐 및 연부조직 감염이 발생하여 세척술 및 항생제 투여로 치료하였으며, 아킬레스 건 신연술을 시행하였음에도 불구하고 상방 전위된 후방골편이 교정되지 않아 불유합 부위의 하방 각형성으로 인한 족저부 통증이 2예에서 발생하여 골극 제거술을 통하여 치료하였고 술 후 족저부 통증이 경감하였다. 종골의 관절내 골절 후 발생한 불유합의 수술시 아킬레스 건 신연술을 시행하여 후방골편을 가능한 해부학적으로 정복하여 불유합 부위의 하방 각형성을 교정하는데 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다. Molley 등¹¹⁾은 술 후 환자의 60%에서 재수술을 경험하였는데 특히 환자의 20%에서 창상 벌어짐이 발생하였다고 보고하였고, 이는 술기의 복잡함 및 광범위한 골결손, 그리고 불량한 골질에 의해 발생한다고 하였다.

결 론

종골의 관절 내 골절 후 드물게 발생할 수 있는 합병증인 불유합은 골이식을 이용한 관절적 정복술 및 금속 내고정술, 그리고 거골하 관절 유합술을 시행하여 치료를 하는 경우 술 후 높은 골유합률을 얻을 수 있고 술 전에 비해 나은 방사선학적, 임상적 결과를 얻을 수 있으나 후방골편의 완전한 교정이 어려운 경우 불유합 부위의 하방 각형성에 따른 족저 통증 등이 발생할 수 있어 주의를 기울여야 하겠다. 그러나 증례 수가 많지 않고 추시 기간이 비교적 짧아 좀 더 장기적인 관찰 및 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Amendola A and Lammens P: Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int*, 17: 608-614, 1996.
2. Buch BD, Myerson MS and Miller SD: Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*, 17: 61-70, 1996.
3. Burton DC, Olney BW and Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int*, 19: 197-202, 1998.
4. Carr JB, Hansen ST and Benirschke SK: Subtalar distraction bone block fusion for late complications of os calcis fractures. *Foot Ankle*, 9: 81-86, 1988.
5. Easley ME, Trnka HJ, Schon LC and Myerson MS: Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 82-A: 613-624, 2002.
6. Essex-Lopresti P: The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg*, 39-B: 395-419, 1952.
7. Flemister AS Jr, Infante AF, Sanders RW and Walling AK: The arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fracture. *Foot Ankle Int*, 21: 392-399, 2002.
8. Gustilo RB and Anderson JT: Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg*, 58-A: 453-458, 1976.
9. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS and Sanders M: Clinical rating system for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 15: 349-353, 1994.
10. Mann RA, Beaman DN and Horton GA: Isolated subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int*, 19: 511-519, 1998.
11. Molloy AP, Myerson MS and Yoon P: Symptomatic nonunion after fracture of the calcaneum. Demographics and treatment. *J Bone Joint Surg*, 89-B: 1218-1224, 2007.
12. Myerson M and Quill GE Jr: Late complication of fracture of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 75-A: 331-341, 1993.
13. Neufeld SK, Uribe J and Myerson MS: Use of structural allograft to compensate for bone loss in arthrodesis of the foot and ankle. *Foot Ankle Clin*, 7: 1-17, 2002.
14. Reddy V, Fukuda T and Ptaszek AJ: Calcaneus malunion and nonunion. *Foot Ankle Clin*, 12: 125-135, 2007.
15. Russotti GM, Cass JR and Johnson KA: Isolated talocalcaneal arthrodesis: a technique using moldable bone graft. *J Bone Joint Surg*, 70-A: 1472-1478, 1988.
16. Sanders R: Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 82-A: 225-250, 2000.
17. Sanders R, Fortin P, Dipasquale T and Walling A: Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures: results using a prognostic computer tomography scan classification. *Clin Orthop*, 290: 87-95, 1993.
18. Trnka HJ, Easley ME, Lam PW, Anderson CD, Schon LC and Myerson MS: Subtalar distraction bone block arthrodesis. *J Bone Joint Surg*, 83-B: 849-854, 2001.
19. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H and Weber T: Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop*, 290: 76-86, 1993.