

Sanders 4형 종골 골절에 대한 관혈적 정복술 및 내고정술과 일차성 거골하 관절 유합술의 치료 결과 비교

우승훈 • 정형진[✉] • 배서영 • 김순규

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

Comparative Study of Open Reduction and Internal Fixation and Primary Subtalar Arthrodesis for Sanders Type 4 Intra-Articular Calcaneal Fractures

Seung Hun Woo, M.D., Hyung-Jin Chung, M.D., Ph.D.[✉], Su-Young Bae, M.D., Ph.D., and Sun-Kyu Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare clinical outcome of Sanders type IV intra-articular calcaneal fracture treated with open reduction and internal fixation (ORIF) versus ORIF and primary subtalar arthrodesis (PSTA).

Materials and Methods: Between March 2003 and November 2013, 22 patients with 22 Sanders type 4 intra-articular calcaneal fractures were included in this study. Of these, 11 were treated with ORIF (ORIF group), and 11 were treated with ORIF and PSTA (PSTA group). The mean follow-up period was 34.6 months (range, 18–72 months). Clinical outcomes were assessed along with the American Orthopedic Foot and Ankle Society's ankle-hindfoot scale (AOFAS score), and the visual analogue scale pain score (VAS score) at 6-month, 12-month, and last follow-up. Patient satisfaction, return to previous occupation and postoperative complications were also investigated.

Results: The results for ORIF did not differ from those for PSTA based on the last follow-up AOFAS scores or the VAS scores ($p > 0.05$). However, patient satisfaction was significantly higher in the PSTA group ($p = 0.008$). Secondary subtalar arthrodesis was conducted in five patients (45.5%) of the ORIF group within 2 years postoperatively.

Conclusion: We were unable to demonstrate a significant difference in clinical outcomes between ORIF and PSTA; however, the patient satisfaction was higher in the PSTA group. PSTA may be a suitable choice for patients who need fast recovery to daily activity and to prevent the need for secondary subtalar arthrodesis.

Key words: calcaneus fracture, open reduction and internal fixation, arthrodesis

서론

종골 골절은 족근골 골절 중 가장 많은 빈도를 차지하고 있으며

모든 골절 중 약 2% 정도의 빈도를 보이는 것으로 알려져 있다.¹⁾

종골은 자체에 많은 관절면을 가져 종골 골절의 대부분에서 거골하 관절과 종입방 관절을 침범하는 관절내 골절이 발생하게 되는 데 발생률은 전체 종골 골절의 약 75% 정도로,²⁾ 특히 거골하 후방 소관절면을 침범하는 경우 예후가 좋지 않다. 종골 자체의 해부학적 구조 및 골절 양상이 복잡하여 손상 기전과 병리 해부에 대해 자세한 연구가 시행되어 왔으며,^{3,4)} 관절 내 종골 골절의 치료에 대한 여러 문헌이 존재함에도 불구하고,⁵⁻⁸⁾ 아직까지 확실한 치료 방침에 대해서는 논란이 있다. 보존적 치료의 근거로는

Received February 25, 2016 Revised May 24, 2016 Accepted September 10, 2016

[✉]Correspondence to: Hyung-Jin Chung, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Sanggye Paik Hospital, 1342 Donggil-ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea

TEL: +82-2-950-1399 FAX: +82-2-950-1398 E-mail: orthoman@paik.ac.kr

Seung Hun Woo's current affiliation: Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University Yangsan Hospital, Busan, Korea.

수술적 치료의 양호한 결과 예측이 어려우며 수술에 따른 합병증 발생률이 높은 점,⁹⁾ 수술적 치료와 비수술적 치료를 비교한 여러 연구에서 의미 있는 차이를 보이지 않는 점¹⁰⁻¹²⁾ 등이 있으나, 수술적 치료를 시행한 군에서 비수술적 치료를 시행한 환자에 비해 더 나은 임상적 결과 및 만족도를 얻었다는 연구⁶⁾ 및 수술적 치료의 좋은 결과를 보고하는 연구도 존재하는 실정이다.¹³⁾

심한 관절 내 분쇄골절의 경우 적절한 관혈적 정복 및 내고정술을 통한 수술적 치료를 시행하더라도 거골하 관절염으로 인한 통증 등으로 추가적인 거골하 관절 유합술이 필요할 수 있으며,^{14,15)} 이러한 결과는 수상 당시의 심한 관절면의 분쇄가 가장 중요한 원인 중 하나로 밝혀져 있다.^{1,14,16)} 그에 따라 거골하 후방 관절면으로 최소 세 개의 골절선이 통과하는 Sanders 4형의 경우 보존적 치료와 수술적 치료 모두에서 예후가 불량한 경우가 많이^{5,6)} 결국에는 2차성 거골하 관절 유합술을 시행하는 경우가 많은 것으로 알려져 있다.^{6,16)} 이러한 이유로 Sanders 4형 관절내 종골 골절의 치료로서 일차성 거골하 관절 유합이 어느 정도의 정당성을 얻고 있으며 일부에서는 분쇄 양상이 심한 관절내 종골 분쇄 골절 중 관절면 정복이 어려워 술 후 후족부 관절염 발생이 예상되는 경우 일차적으로 거골하 관절을 유합하는 것을 추천하였다.¹⁷⁻²³⁾ 하지만 아직까지 Sander 4형 관절내 종골 골절의 치료 방법에 대해서는 논란이 있다. 본 연구는 Sander 4형 종골 골절에 대한 관혈적 정복 및 내고정술과 일차성 거골하 관절 유합술의 비교 결과에 대한 국내 첫 보고이며 이에 저자들은 두 가지 치료법의 임상적 결과를 비교하여 보고하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 3월부터 2013년 11월까지 인제대학교 상계백병원에 내원하여 종골 골절에 대해 수술적 치료를 시행 받은 총 232명, 253예의 종골 골절 중 Sanders 4형으로 진단받고 수술을 시행한 30명, 30예에서 개방성 골절 2예, 두부 손상이 동반되었던 1예, 반대측 하지 골절이 있었던 3예, 경과 관찰 중 소실된 2예를 제외하고 최소 18개월 이상 추시 관찰하였던 22명, 22예의 환자를 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 이 중 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하였던 11예를 관혈적 정복 및 내고정술군(open reduction and internal fixation group, ORIF군)과 11예의 관혈적 정복 및 내고정술과 동시에 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 군(primary subtalar arthrodesis group, PSTA군)으로 나누어 비교 분석하였다 (Table 1). 종골 관절내 골절의 분류는 Sanders 분류⁷⁾의 정의를 따라 술 전 컴퓨터 단층촬영 영상의 부분 관상면(semicoronal view)에서 거골하 후방 관절면으로 최소 세 개의 골절선이 통과하는 경우 Sanders 4형으로 분류하였으며 부분 관상면이 확보되지 않은 경우 관상면(coronal view)과 축상면(axial view)에서 골절선 및

골편의 수를 확인하여 분류하였고 전 예에서 모두 Sanders 4형의 골절 양상을 보였다.

수술 당시 평균 연령은 ORIF군이 평균 49.6세(18-75세), PSTA군이 44.5세(29-60세)였으며($p=0.249$), 성별은 남녀 각각 10명(90.9%)과 1명(9.1%), 8명(72.7%)과 3명(27.3%)이었다($p=0.586$). 좌우 구분은 ORIF군이 우측 8예(72.7%), 좌측 3예(27.3%), PSTA군이 우측 7예(63.6%), 좌측 4예(36.4%)였다($p=1.000$). 골절 수상의 원인으로는 ORIF군에서 추락사고 10예(90.9%), 교통사고 1예(9.1%), PSTA군에서 추락사고가 8예(72.7%), 교통사고 3예(27.3%)로 양 군에서 모두 추락사고가 가장 많았다($p=1.000$). 동반 손상은 ORIF군의 경우 5명(45.5%), PSTA군의 경우 6명(54.5%)이었다($p=1.000$). 산재보험 여부의 경우 ORIF군이 5명(45.5%), PSTA군이 3명(27.3%)이 산재보험에 해당하였다($p=0.659$). 본 연구는 인제대학교 상계백병원의 Institutional Review Board로부터 연구 승인을 받았다.

2. 수술 방법 및 재활

양 군 모두 종골 골절 수상 후 하지를 압박한 상태에서 단하지 부목 고정을 시행하고 하지를 거상하여 경과 관찰한 뒤 후족부 연부조직의 부종이 충분히 소실되었음을 확인한 후 수술을 시행하였다. 수상에서 수술까지의 시간은 ORIF군이 평균 5.7일(2-11일), PSTA군이 8.7일(4-11일)로 ORIF군에서 의미 있게 짧았던 것으로 나타났다($p=0.005$). 모든 환자에서 전신 마취 혹은 척추 마취를 통한 하반신 마취를 시행한 뒤 환자를 측와위(lateral position)로 하여 수술을 시행하였으며 출혈을 줄이고 시야를 확보하기 위해 환측 하지에 지혈대를 사용하였다(Table 1).

1) 관혈적 정복 후 내고정군

관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 총 11예에서 광범위 외측 접근법 7예(63.6%), Ollier 접근법 4예(36.4%)가 각각 시행되었다. 접근법의 선택은 특정한 조건을 따르지 않고 술자의 임의 선택에 따라 시행되었다. 광범위 외측 접근법의 경우 족부의 외측 모양을 따라 L자 모양으로 피부 절개를 시행한 뒤, 비복 신경이 확인되는 경우 보호하고 피부에 직각으로 종골 외벽까지 골막하 전층을 비골건과 중비인대를 포함해 하나의 피판으로 들어올리고, 종골 전방 부위에서는 이분 인대도 들어올려 종밀방 관절이 노출되도록 하였다. 후방 결절을 하방으로 견인하여 종골의 높이를 회복하고 내반 혹은 외반 변형을 정상 정렬에 맞게 정복하였다. 전위된 외측 관절면을 포함하는 골절편을 들어 올려 나사못을 삽입하여 고정된 뒤 금속판을 외벽에 맞추어 윤곽 성형한 뒤 조면 골절편, 재거 돌기 골절편, 전방 골절편을 하나로 연결하였다.

Ollier 접근법을 이용한 경우 족근 동(sinus tarsi)과 종골의 상연을 확인한 후 거주관절의 배외측에서 시작하여 하후방으로 비골 원위 약 1 cm에 이르는 5-7 cm의 곡선형 짧은 절개를 시행한 뒤,

Table 1. Operative Information on the Patients in the Two Groups

General information	ORIF group (n=11)	PSTA group (n=11)	p-value	Statistical method
Age (yr)	49.6 (18–75)	44.5 (29–60)	0.249	Independent t-test
Sex			0.586	Fisher's exact test
Male	10 (90.9)	8 (72.7)		Fisher's exact test
Female	1 (9.1)	3 (27.3)		
Smoking	6 (54.5)	7 (63.6)	1.000	Fisher's exact test
Affected side			1.000	Fisher's exact test
Right	8 (72.7)	7 (63.6)		
Left	3 (27.3)	4 (36.4)		
Causative trauma			0.586	Fisher's exact test
Fall	10 (90.9)	8 (72.7)		
Traffic accident	1 (9.1)	3 (27.3)		
Associated injury			1.000	Fisher's exact test
Isolated calcaneal fracture	6 (54.5)	5 (45.5)		
Spine fracture	2 (18.2)	3 (27.3)		
Pelvic fracture	1 (9.1)	0 (0)		
Ipsilateral leg fracture	2 (18.2)	3 (27.3)		
Time from injury to operation (d)	5.7 (2–11)	8.7 (4–11)	0.005	Independent t-test
Preoperative Bohler's angle (deg)	-3.2 (-20.1–9.7)	-6.6 (-25.9–7.2)	0.475	Independent t-test
Operative approach			0.090	Fisher's exact test
Extensile lateral approach	7 (63.6)	11 (100)		
Mini open approach	4 (36.4)	0 (0)		
Bone graft	5 (45.5)	6 (54.5)	1.000	Chi-squared test
Union (wk)	11.3 (8–15)	10.8 (9–13)	0.834	Independent t-test
Follow-up periods (mo)	31.3 (18–72)	38.0 (20–83)	0.469	Mann-Whitney U-test
Worker's compensation board	5 (45.5)	3 (27.3)	0.659	Fisher's exact test

Values are presented as median (range) or number (%). ORIF, open reduction and internal fixation; PSTA, primary subtalar arthrodesis.

비복 신경과 비골건을 하방으로 당기면서 후방 관절을 노출시켰다. 후방 결절을 하방으로 견인하여 종골의 높이를 회복하고 후방 관절에 프리어(freer) 혹은 골막 거상기(periosteal elevator)를 삽입, 지렛대로 이용하여 감입된 관절 골절편을 들어 올려 관절면을 정복한 뒤 정복 정도를 확인하고 1.4 mm 강선 1개 또는 2개로 관절면을 일시적 고정한 뒤 4.0 mm 유관 나사 1개 또는 2개 이상을 사용하여 고정하였다. 또한 골절의 형태에 따라 종골 결절에서 제거 돌기 골편을 향해 내상방으로 혹은 종입방 관절을 향해 후상방에서 후하방으로 4.0 mm 유관 나사를 고정하였다. 두 접근법 모두에서 고정이 끝난 뒤 C-arm 방사선 영상 증폭기를 이용하여 측상, 외측면 영상을 확인한 뒤 피부 봉합을 시행하고 단하지 부목 고정을 시행하였다.

술 후 1주에서 2주정도 상처 회복 정도에 따라 입원하 단하지 부목 고정을 시행하였으며 이후 술 후 약 4주까지 단하지 석고붕

대 고정 후 8주까지 부츠형 보조기 착용하 능동적 및 수동적 족관절 운동을 시작하였다. 부분적 체중 부하는 골절 양상과 고정 상태에 따라 수술 후 최소 10주경에 점진적으로 허용하였으며 전 체중 부하는 수술 후 약 12주경부터 허용하였다.

2) 일차성 거골하 관절 유합술군

관혈적 정복술과 함께 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 모든 예에서 광범위 외측 절개법을 이용하여 수술을 시행하였다. 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 군에서와 동일한 접근을 시행한 뒤 sagittal saw와 chisel, burr 등을 이용하여 거골과 종골이 이루고 있는 후방 및 중앙 소관절 연골을 모두 제거하고 골절로 인해 전위되어 있는 후방 소관절 및 종골 체부의 골절편을 정상 구조에 가깝게 재건하여 이를 C-arm 방사선 영상 증폭기를 이용하여 확인한 후, 금속판과 유관 나사 등을 이용하여 종골 골절을 우선적

으로 고정하여 종골의 높이 및 길이 등의 전반적인 해부학적 모양을 회복하였다. 이후 족근동 및 거골하 관절의 골 결손부에 동 종골 혹은 수술 시 획득한 해면골을 이식한 뒤 두 개의 6.5 mm 유관 나사 혹은 1개의 6.5 mm 유관 나사와 1개의 5.0 mm 유관 나사를 종골 조면에서 거골 방향으로 삽입하여 거골하 관절을 견고하게 고정하였다. 이때 종골을 최대한 정상 해부학적 모양에 가깝도록 재건하는 것과 거골하 관절을 나사를 이용하여 견고하게 고정하는 데 중점을 두고 수술을 시행하였다.

술 후 초기 관리는 ORIF군과 동일하게 시행하였으며 체중 부하의 경우 PSTA군에서 고정 양상에 따라 부분 체중 부하는 최소 6주에서 8주경에 시행하였으며 전 체중 부하는 약 10주경부터 시행하였다.

3. 연구 방법

방사선적 평가로 술 전 단순 방사선 영상 및 컴퓨터 단층 촬영 영상에서 골절 분류를 시행하였으며 술 전 종골 외측 방사선 영상에서 술 전 Böhler angle을 측정하여 양 군의 측정값을 비교하였다. 퇴원 이후 수술로부터 6주, 2개월, 3개월, 6개월, 12개월, 18개월, 24개월 이상의 간격으로 외래 방문을 시행하여 얻은 종골 축상 및 외측면 방사선 영상에서 골유합 시기를 판정하였다. 골유합 시기의 판정은 방사선 전, 후, 축상과 외측면 사진상 최소 삼면에서 골유합 소견을 보이고 골절부에 동통이나 움직임이 없으며 체중 부하 시 통증이 없을 때로 정의하였다. 또한 거골하 관절염 혹은 종지방 관절, 거주상 관절 등 종골 주위 관절염 발생 여부의 합병증 발생 여부를 평가하였다.

임상적 평가를 위한 방법으로 미국 족부정형외과학회 족관절-후족부 기능평가 기준(American Orthopaedic Foot and Ankle Society ankle-hindfoot functional scale, AOFAS score),²⁴⁾ 시각 상사 척도 동통 점수(visual analogue scale pain score, VAS score),²⁾ 직장 복귀 여부 및 환자 만족도 등을 조사하였다. 대상 환자 모두에서 수술로부터 각각 6개월, 12개월 및 마지막 추시 시(최소 18개월 이상)의 AOFAS 점수 및 VAS 점수를 수집하여 분석하였으며 AOFAS 점수의 경우 환자 평가 시 통증 부분에 40점, 기능 부분에 50점, 족관절-후족부 정렬에 10점이 배정되어 총 100점 만점으로 구성되어 있으나 PSTA군의 경우 거골하 관절의 유합에 의해 내반 및 외반 운동범위 항목(6점)은 제외되어 94점을 만점으로 하였다. 환자 만족도의 경우 AOFAS 점수를 기준으로 90점 이상의 경우 매우 만족, 80점 이상의 경우 만족, 70점 이상의 경우 보통, 70점 이하의 경우 불만족의 네 가지로 구분하여 평가하였다.²⁵⁾ 환자의 기능을 평가할 때 종골 이외의 다른 부위의 동반 손상이 결과에 영향을 미치지 않도록 후족부에 국한하여 분석을 시행하였다.

통계적 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 21.0 for Windows (IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하여 시행하였다. 성별, 좌우 구분, 손상 원인, 동반 손상, 수술적 접근법, 골이식 여부, 산재 보험 적용 여부, 환자의 만족도 등의 범주형 변수는 기대 빈도에 따라 5보다 작은 기대 빈도를 가지는 항목이 없는 경우 chi-square test를, 5보다 작은 기대 빈도를 가지는 항목이 하나라도 존재하는 경우 Fisher's exact test를 시행하여 분석하였으며 나이, 술 전 Böhler 각, 수술까지의 시간, 골유합 기간, AOFAS 점수, VAS 점수 등의 연속형 변수는 정규성 검정을 거쳐 정규분포를 따르는 경우 in-

Table 2. Clinical Outcome Results of Complete Study Group

Assessment	ORIF group (n=11)	PSTA group (n=11)	p-value	Statistical method
AOFAS				
6 months	71.9±9.0	71.6±5.3	0.932	Independent t-test
12 months	75.2±7.4	76.5±4.5	0.634	Independent t-test
≥18 months	76.3±11.7	80.5±4.6	0.795	Mann-Whitney U-test
VAS				
6 months	38.2±18.6	36.9±10.5	0.845	Independent t-test
12 months	29.6±16.2	31.1±9.8	0.802	Mann-Whitney U-test
≥18 months	28.0±18.4	23.4±10.0	0.986	Mann-Whitney U-test
Patient satisfaction			0.008	Fisher's exact test
Excellent	1 (9.1)	1 (9.1)		
Good	5 (45.5)	5 (45.5)		
Fair	0 (0)	5 (45.5)		
Poor	5 (45.5)	0 (0)		

Values are presented as mean±standard deviation or number (%). ORIF, open reduction and internal fixation; PSTA, primary subtalar arthrodesis; AOFAS, American Orthopaedic Foot and Ankle Society; VAS, visual analogue scale.

Table 3. Clinical Outcome Results of Secondary Subtalar Arthrodesis and Primary Subtalar Arthrodesis

Assessment	SSTA group (n=5)	PSTA group (n=11)	p-value	Statistical method
AOFAS score				
6 months	66.0±8.4	71.6±5.3	0.121	Independent t-test
12 months	69.0±6.3	76.5±4.5	0.017	Independent t-test
≥18 months	63.3±5.4	80.5±4.6	0.000	Independent t-test
VAS score				
6 months	51.8±13.8	36.9±10.5	0.032	Independent t-test
12 months	45.0±6.2	31.1±9.8	0.012	Independent t-test
≥18 months	49.0±5.0	23.4±10.0	0.000	Independent t-test

Values are presented as mean±standard deviation. SSTA, secondary subtalar arthrodesis; PSTA, primary subtalar arthrodesis; AOFAS, American Orthopedic Foot and Ankle Society; VAS, visual analogue scale.

dependent t-test를, 정규분포를 따르지 않는 경우 Mann-Whitney U-test를 시행하여 분석하였다. 각 변수의 통계적 분석 방법에 대해서는 Table 1-3에 표시하였으며 p-value가 0.05 미만인 경우를 통계적 유의성이 있는 것으로 간주하였다.

결 과

양 군 간 나이, 성별, 좌우 구분, 손상 원인, 동반 손상 등에서는 모두 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 수술에서 수술까지의 시간은 ORIF군이 평균 5.7일(2-11일), PSTA군이 8.7일(4-11일)로 ORIF군에서 의미 있게 짧았던 것으로 나타났다($p=0.005$). 이는 ORIF군의 4예에서 최소 절개법을 통하여 수술을 시행하여 하지 부종이 심하지 않은 경우 빠른 수술을 시행하였기 때문으로 생각된다. 방사선적으로 술 전 Böhler 각의 경우 ORIF군이 평균 -3.2° (-20.1° - 9.7°), PSTA군이 -6.6° (-25.9° - 7.2°)로 PSTA군에서 더 낮게 나타났으나 통계적 의미는 없었다($p=0.475$). 양 군 모두에서 골절부 및 거골하 관절의 골유합 소견을 확인하였으며 평균 골유합 기간은 ORIF군이 11.3주(8-15주), PSTA군이 10.8주(9-13주)로 양 군 간 의미 있는 차이를 보이지 않았고($p=0.834$) 양 군 모두에서 불유합이나 지연 유합은 관찰되지 않았다. 추시 기간은 최소 18개월 이상이었으며 ORIF군에서 평균 31.3개월(18-72개월), PSTA군에서 38.0개월(20-83개월)로 PSTA군에서 평균 추시 기간이 더 길었으나 통계적 의미는 없었다($p=0.469$) (Table 1).

임상적 평가 시 최종적 기능 평가 및 분석은 한 명의 연구자가 시행하였다. 양 군에서 6개월 추시 시 AOFAS 점수는 ORIF군이 71.9 ± 9.0 점, PSTA군이 71.6 ± 5.3 점이었으며($p=0.932$) 12개월 추시에서는 ORIF군이 75.2 ± 7.4 점, PSTA군이 76.5 ± 4.5 점이었으며($p=0.634$). 마지막 추시에서는 ORIF군에서 76.3 ± 11.7 점, PSTA군에서 80.5 ± 4.6 점으로 PSTA군에서 평균적으로 높은 점수를 나

타냈으나 통계적 의미는 없었다($p=0.795$). 마지막 추시 시 ORIF군 환자의 거골하 관절 운동 범위는 평균적으로 내반이 7.3° (0° - 15°) 외반이 3.2° (0° - 5°)로 나타났으며 이의 합은 평균 10.5° (0° - 20°)로 AOFAS 점수상 중등도의 후족부 관절운동 제한 소견을 보였다. VAS 점수는 6개월 추시 시 ORIF군이 38.2 ± 18.6 점, PSTA군이 36.9 ± 10.5 점이었으며($p=0.845$), 12개월 추시에서는 ORIF군에서 29.6 ± 16.2 점, PSTA군이 31.1 ± 9.8 점이었으며($p=0.802$). 마지막 추시 시 ORIF군에서 28.0 ± 18.4 점, PSTA군에서 23.4 ± 10.0 점으로 PSTA군에서 VAS 점수가 평균적으로 더 낮았으나 통계적 의미는 없었다($p=0.986$) (Table 2, Fig. 1).

수상 당시 직업을 갖고 있던 ORIF군 9예 중 4예(44.4%)에서 술 후 약 9.3개월(5-12개월)에 이전 직장에 복귀하였으며 PSTA군에서는 11예 중 8예(72.7%)에서 술 후 약 7.9개월(5-15개월)에 이전 직장에 복귀하였던 것으로 나타났다. 환자 만족도는 ORIF군에서 매우 만족이 1예(9.1%), 만족이 5예(45.5%), 보통 0예(0%), 불만족 5예(45.5%)로 나타났고 PSTA군에서 매우 만족이 1예(9.1%), 만족이 5예(45.5%), 보통 5예(45.5%), 불만족 0예(0%)를 보였으며, 전체 만족도 분포상 PSTA군에 비해 ORIF군에서 불만족 예가 많았던 것으로 나타났다($p=0.008$) (Table 2).

수술 후 합병증으로 ORIF군 5예(45.5%)에서 추시 방사선 영상상 진행되는 거골하 관절염 소견이 확인되었으며 술 후 1년째 평균 42.5점(40-55점), 마지막 추시상 평균 49.0점(43-55점)의 VAS 점수를 보이는 지속되는 심한 거골하 관절통으로 술 후 평균 18.4개월(12-22개월)에 이차성 거골하 관절 유합술을 시행하였다. ORIF군에서 증상을 동반한 거골하 관절염으로 이차성 거골하 관절 유합술을 시행하였던 5예와 PSTA군을 비교하여 임상적 지표를 분석하였을 때, AOFAS 점수는 12개월, 마지막 추시에서 PSTA군이 의미 있게 높았으며($p<0.05$), VAS 점수의 경우 PSTA군에서 6, 12개월 및 마지막 추시 시 모두 의미 있게 낮았던 것으로 나타났다($p<0.05$) (Table 3, Fig. 2). 추가적인 ORIF군의 합병증으로

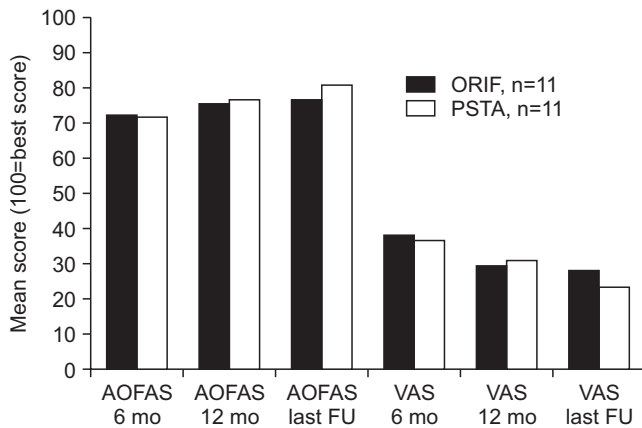


Figure 1. Clinical outcome results of complete study group. ORIF, open reduction and internal fixation; PSTA, primary subtalar arthrodesis; AOFAS, American Orthopedic Foot and Ankle Society; Last FU, last follow-up; VAS, visual analogue scale.

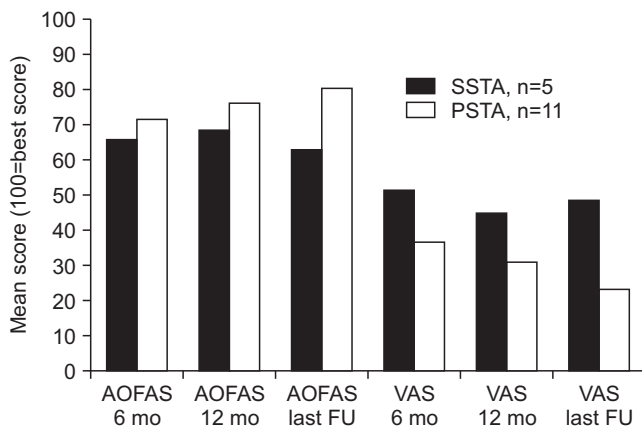


Figure 2. Clinical outcome results of secondary subtalar arthrodesis and primary subtalar arthrodesis. SSTA, secondary subtalar arthrodesis; PSTA, primary subtalar arthrodesis; AOFAS, American Orthopedic Foot and Ankle Society; Last FU, last follow-up; VAS, visual analogue scale.

는 비복 신경 손상이 3예(27.3%)에서 확인되었으며 신경성 동통 및 이상 감각을 주로 호소하여 신경인성 동통 치료제 투여 및 금속판 제거술 후 추시상 모두 증상 호전을 보였다. PSTA군에서는 심하게 전위된 종골 족저면의 분쇄 골절편에 대한 불충분한 정복으로 인하여 족저 내측으로 골편이 돌출되어 경도의 뒤꿈치 불편감을 호소한 2예(18.2%)가 있었으며 유합 이후 금속 제거술 시 돌출부 절제를 통해 증상이 소실되었고, 내반 변형이 1예(9.1%)에서 발생하였으나 뒤꿈치 외측 꺾기 형태의 깔창 치료로 증상 호전되어 경과 관찰하였다 비복 신경 손상이 2예(18.2%)에서 확인되었으며 투약 및 금속판 제거술로 모두 증상이 호전되었다(Table 4).

고 찰

Table 4. Postoperative Complications of Each Group

Complication	ORIF group (n=11)	PSTA group (n=11)
Symptomatic subtalar osteoarthritis	5 (45.5)	-
Sural nerve injury	3 (27.3)	2 (18.2)
Plantar bony prominence	0 (0)	2 (18.2)
Varus deformity	0 (0)	1 (9.1)

Values are presented as number (%). ORIF, open reduction and internal fixation; PSTA, primary subtalar arthrodesis.

일반적으로 관절내 골절의 가장 중요한 치료 목적은 관절 상합성을 재건하여 양호한 장기 예후를 얻는 데 있으며 종골의 관절내 골절의 치료 목적 또한 후방 관절면의 해부학적 재건, 종골의 축성 정렬 복원 및 기능의 빠른 회복에 있다. 이를 위해 전위가 있는 종골 관절내 골절에서는 관혈적 정복술 및 내고정술을 주로 시행하며,^{13,25)} 수술적 치료의 좋은 결과 보고도 존재하나,^{6,13)} 거골하 후방 관절면의 심한 분쇄를 보이는 Sanders 4형 종골 골절에서는 수술적 치료에도 불구하고 관절 상합성 및 정상 해부학적 정렬의 회복이 매우 어려워 예후가 불량한 경우가 많은 것으로 알려져 있다.^{4-6,16)} Sanders 등⁵⁾은 Sander 4형 종골 골절의 관혈적 정복술 및 내고정술 이후 거골하 관절 관절염의 진행으로 이차성 거골하 관절 유합술을 시행하는 빈도를 73%까지 보고한 바 있으며, Csizy 등¹⁶⁾에 따르면 471예의 전위된 관절내 종골 골절 중 44예(9.3%)에서 이차성 거골하 관절 유합술을 시행하였는데 이 중 Sanders 4형이 차지하는 빈도가 47%였으며 Sanders 4형 81예 중 20예(25.7%)에서 골절 수술 후 2년 이내에 유합술이 필요하였다고 하였다. 또한 후방 관절면의 분쇄 정도가 덜한 Sanders 2형과 비교하여 Sanders 4형의 경우 약 5.5배의 이차성 거골하 관절 유합술의 위험도를 가진다고 보고하였다.

본 연구에서는 Sanders 4형 종골 골절에 대해 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 ORIF군 총 11예 중 5예(45.4%)에서 평균 18.4개월(12-22개월)에 증상이 동반된 거골하 관절염이 발생하여 이차성 거골하 관절 유합술을 시행하였다. 이는 앞서 언급하였던 Csizy 등¹⁶⁾의 25.6%보다는 높으며 Sanders 등⁵⁾의 75%보다는 낮으나 전체 환자의 반수에 가까운 5예(45.4%)에서 이차성 거골하 관절 유합술이 필요하였던 점에서 높은 비율로 생각된다. 또한 2차 수술로 인한 추가적인 입원 및 관절 고정 기간, 목발 사용 기간이 발생하여 그로 인한 장기적인 재활 기간이 필요하였으며 추가적인 비용이 소요되는 여러 단점이 있었다.

이러한 이유로 Sander 4형이나, 혹은 관절내 분쇄 정도가 심한 Sanders 3형에서 관절면의 재건이 불가능하거나 심한 관절 연골 손상으로 추후 외상성 관절염 발생이 예상되는 경우 관혈적 정복술과 함께 일차성 거골하 관절 유합술을 수술적 치료 방법의 하나로 추천하고 있다.¹⁷⁻²³⁾ Harris¹⁷⁾는 종골의 관절내 분쇄 골절의 경

우 일부 유리된 관절내 골편이 무혈성 괴사에 빠져 골절 유합 후에도 거골하 관절염을 초래할 수 있어, 분쇄 양상이 심한 경우 조기에 거골하 관절 유합술을 시행하는 것이 바람직하다고 주장하였다. Sanders 등¹⁸⁾은 Sanders 4형 관절내 종골 골절에서 일차성 거골하 관절 유합술을 시행하였을 때 환자의 신체적 장애 기간(disability time)이 감소하는 장점이 있다고 하였으며, Potenza 등¹⁹⁾ 또한 합병증으로 인한 2차 수술의 위험성이 감소하는 장점이 있다고 주장하였다. Dick²⁰⁾은 심한 분쇄 골절에서 일차성 거골하 관절 유합술을 시행할 경우 골절 정복을 통한 전체 종골 골격 재건이 필요하며 조기 관절 고정을 통하여 회복을 방해하는 동통의 발생을 초기에 예방할 수 있음을 주장하였다. Buch 등²¹⁾은 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 14예에서 평균 26개월 추시상 AOFAS 점수 평균 72.4점을 보고하였고 López-Oliva 등²²⁾은 37예에서 12개월 추시상 AOFAS 점수 평균 76.6점을 나타냈으며 Jung 등²³⁾은 10예에서 평균 20.3개월을 추시하여 AOFAS 점수 평균 71.8점을 보고한 바 있다. 이차성 거골하 유합술과의 비교 시, Pennal과 Yadav²⁶⁾은 이차성 거골하 유합술을 받은 환자에 비해 일차성 거골하 유합술을 시행 받은 환자에서 더 높은 만족도를 보고한 바 있으며 Huefner 등²⁷⁾은 일차성 거골하 유합술을 시행한 환자에서 이차성 거골하 유합술에 비해 더 높은 AOFAS 점수를 보고하여 일차성 거골하 관절 유합술의 우수성을 주장하였다. 본 연구에서는 PSTA군 총 11예에서 평균 38개월을 추시하여 앞서 언급한 보고들보다 다소 높은 AOFAS 점수인 평균 80.5점을 나타냈으며 경도의 뒤꿈치 관절 불편감을 호소하였던 2예를 제외하고는 추가적인 수술이 필요한 예는 없었고 두 예 모두 술 후 1년째 내고정물 제거술 시 돌출부 절제를 시행한 뒤 증상 소실을 보였다. 내반 변형을 보인 1예의 경우에도 변형의 정도가 심하지 않아 수술적 치료를 요하지 않았으며 외측 찢기형 깔창 치료에 증상이 호전되어 경과 관찰하였다. AOFAS 점수가 높았던 이유로는 빠른 재활을 통한 관절 운동의 회복을 시행하였던 점 등이 원인일 것으로 생각된다.

술 후 거골하 관절의 운동범위는 관혈적 정복 및 내고정만을 시행한 경우에도 일정 수준 감소할 수 있으나 거골하 관절 유합술의 경우 거골하 관절의 내외반 운동이 소실되어 보행 및 체중 부하에 의해 족관절 및 주변 족근 관절에 전달되는 압력 및 전단력의 증가로 이차적인 주변 관절의 퇴행성 변화가 발생할 위험이 있다.²⁸⁾ 그러나 Thompson²⁹⁾은 종골 골절 이후 삼중 고정술을 시행한 53예에서 98%에서는 뚜렷한 기능장애를 보이지 않았고, 거골하 관절 유합술 후 심한 족관절 운동 장애 또한 발생하지 않았다고 보고하였다. 본 연구에서도 거골하 관절 유합술을 시행한 이후 심한 관절 운동의 장애를 호소하거나 족관절 및 주변 족근 관절의 관절염 소견을 보이는 예는 없었지만 이에 대해서는 장기적인 추시가 필요할 것으로 판단된다.

Buckley 등³⁰⁾의 전향적 연구에서는 33예의 Sanders 4형 종골 골

절에서 수술 이후 최소 2년 이상(2-7년)의 경과 관찰이 가능하였던 26예 중 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행하였던 13예와 관혈적 정복술 및 일차성 거골하 관절 유합술을 시행하였던 13예의 임상적 결과를 비교하였으며 대상 환자 수가 적어 마지막 추시 시 임상적 결과에서 양 군 간 통계적으로 의미 있는 차이는 없었으나 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 군에서 평균적으로 좋은 임상적 결과를 보였다. 또한 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 경우 최소 10주 이후 체중 부하를 허용하였던 반면, 일차성 거골하 유합술을 시행한 경우 최소 6주 이후 체중 부하를 허용하여 전체적인 회복 속도가 빨랐고 추가적인 수술을 시행할 가능성이 적다는 장점이 있어 Sanders 4형 종골 골절의 치료 선택 시 빠른 재활 및 2차 수술의 예방을 위하여 일차성 거골하 유합술을 고려해볼 수 있다고 주장하였다. 하지만 전향적 연구임에도 불구하고 대상 환자의 수가 연구 전 산출하였던 필요한 최소 대상 수보다 적어 두 군 간 통계적 의미가 떨어질 수 있었다는 제한점이 있다. 본 연구에서도 양 군 간 대상 환자의 수가 적어 임상적 결과에서 통계적인 차이는 없었던 것으로 생각되나 마지막 추시 시 PSTA군에서 ORIF군에 비해 높은 AOFAS 점수와 낮은 VAS 점수를 보였고 만족도에서도 차이를 보였다. 술 후 재활에서도 ORIF군에서 10주경부터 체중 부하를 시작하였는데 반하여 PSTA군에서는 최소 6주경부터 체중 부하를 시작하여 빠른 회복 및 임상적 결과에 도움을 주었을 것으로 판단된다. 또한 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 군에 비해 2차적 수술의 필요성이 낮은 장점이 있었다.

본 연구의 제한점으로는 후향적 연구의 특성상 수술적 치료 방법의 선택에 대한 설명이 부족하며 종골 골절 전체에서 드물게 발생하는 Sanders 4형을 대상으로 하여 대상 환자의 수가 적어 정확한 통계적인 의미가 떨어진다는 점과 경과 관찰 기간이 최소 18개월로 장기적인 합병증 발생을 모두 관찰하기에는 추시 기간이 상대적으로 짧다는 점이 있다. 또한 술 후 종골 관절면 혹은 거골-종골 유합체의 구조적 복원 정도의 방사선적 수치 분석이 미흡하였다. 추후 보다 많은 증례를 대상으로 장기 추시와 함께 방사선적 분석을 시행한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

Sanders 4형 종골 골절의 치료에서 양 군 간 임상적 지표의 의미 있는 차이는 보이지 않았으나 일차성 거골하 관절 유합술이 관혈적 정복술 및 내고정술에 비해 환자의 술 후 만족도 및 직장 복귀율이 높아 빠른 일상 복귀를 필요로 하는 환자 혹은 초기 수상 정도가 심하여 2차 수술이 불가피할 것으로 예상되는 경우 일차성 거골하 관절 유합술을 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Tschern H, Zwipp H. Calcaneal fractures. In: Tschern H, Schatzker J, ed. Major fractures of the Pilon, the Talus, and the calcaneus. Berlin: Springer-Verlag; 1993. 153-74.
2. Hildebrand KA, Buckley RE, Mohtadi NG, Faris P. Functional outcome measures after displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1996;78:119-23.
3. Hall RL, Shereff MJ. Anatomy of the calcaneus. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;290:27-35.
4. Paley D, Hall H. Calcaneal fracture controversies Can we put Humpty Dumpty together again? *Orthop Clin North Am.* 1989;20:665-77.
5. 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.
6. 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.
7. Sanders R. Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82:225-50.
8. Gougoulis N, Khanna A, McBride DJ, Maffulli N. Management of calcaneal fractures: systematic review of randomized trials. *Br Med Bull.* 2009;92:153-67.
9. Pozo JL, Kirwan EO, Jackson AM. The long-term results of conservative management of severely displaced fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:386-90.
10. 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.
11. Ibrahim T, Rowsell M, Rennie W, Brown AR, Taylor GJ, Gregg PJ. Displaced intra-articular calcaneal fractures: 15-year follow-up of a randomised controlled trial of conservative versus operative treatment. *Injury.* 2007;38:848-55.
12. Agren PH, Wretenberg P, Sayed-Noor AS. Operative versus nonoperative treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: a prospective, randomized, controlled multicenter trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:1351-7.
13. Sung CH, Park BM, Song KS, Kim HG, Kim JM, Kim TE. Operative treatment of intraarticular calcaneal fracture: comparison of outcomes between open reduction and closed reduction. *J Korean Fract Soc.* 2005;18:170-5.
14. Lindsay WR, Dewar FP. Fractures of the os calcis. *Am J Surg.* 1958;95:555-76.
15. Radnay CS, Clare MP, Sanders RW. Subtalar fusion after displaced intra-articular calcaneal fractures: does initial operative treatment matter? *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:541-6.
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. Harris RI. Fractures of the os calcis. Treatment by early subtalar arthrodesis. *Clin Orthop Relat Res.* 1963;30:100-10.
18. Sanders R, Hansen ST, McReynolds IS. Trauma to the calcaneus and its tendon. In: Jahss MH, ed. Disorders of the foot and ankle: medical and surgical management. 2nd ed. Philadelphia, PA: WB Saunders; 1991. 2326-54.
19. Potenza V, Caterini R, Farsetti P, Bisicchia S, Ippolito E. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted intra-articular calcaneal fractures. *Injury.* 2010;41:702-6.
20. Dick IL. Primary fusion of the posterior subtalar joint in the treatment of fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg Br.* 1953;35:375-80.
21. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Int.* 1996;17:61-70.
22. López-Oliva F, Forriol F, Sánchez-Lorente T, Sanz YA. Treatment of severe fractures of the calcaneus by reconstruction arthrodesis using the Vira system: prospective study of the first 37 cases with over 1 year follow-up. *Injury.* 2010;41:804-9.
23. Jung HG, Kim YJ, Jeon SH. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of intra-articular calcaneal comminuted fractures. *J Korean Fract Soc.* 2006;19:418-23.
24. Madeley NJ, Wing KJ, Topliss C, Penner MJ, Glazebrook MA, Younger AS. Responsiveness and validity of the SF-36, Ankle Osteoarthritis Scale, AOFAS Ankle Hindfoot Score, and Foot Function Index in end stage ankle arthritis. *Foot Ankle Int.* 2012;33:57-63.
25. Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:349-53.
26. Pennal GF, Yadav MP. Operative treatment of comminuted

- fractures of the Os calcis. Orthop Clin North Am. 1973;4:197-211.
27. Huefner T, Thermann H, Geerling J, Pape HC, Pohlemann T. Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures. Foot Ankle Int. 2001;22:9-14.
28. Leung KS, Yuen KM, Chan WS. Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. Medium-term results. J Bone Joint Surg Br. 1993;75:196-201.
29. Thompson KR. Treatment of comminuted fractures of the calcaneus by triple arthrodesis. Orthop Clin North Am. 1973;4:189-91.
30. Buckley R, Leighton R, Sanders D, et al. Open reduction and internal fixation compared with ORIF and primary subtalar arthrodesis for treatment of Sanders type IV calcaneal fractures: a randomized multicenter trial. J Orthop Trauma. 2014;28:577-83.

Sanders 4형 종골 골절에 대한 관혈적 정복술 및 내고정술과 일차성 거골하 관절 유합술의 치료 결과 비교

우승훈 • 정형진[✉] • 배서영 • 김순규

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

목적: Sanders 4형 관절내 종골 골절에 대한 관혈적 정복술 및 내고정술과 일차성 거골하 관절 유합술의 임상적 결과를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법: 2003년 3월부터 2013년 11월까지 Sanders 4형 종골 골절로 진단되어 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행한 11예와 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 11예를 비교 분석하였다. 평균 추시 기간은 34.6개월(18-72개월)이었다. 술 후 6, 12개월 및 최종 추시 시 American Orthopedic Foot and Ankle Society's ankle-hindfoot scale (AOFAS) 점수 및 visual analogue scale pain (VAS) 통증 점수를 측정하였고 환자 만족도, 직장 복귀 여부 및 술 후 합병증을 조사하였다.

결과: 최종 추시 시 AOFAS 점수 및 VAS 점수는 양 군 간 의미 있는 차이는 보이지 않았으나($p > 0.05$) 일차성 거골하 관절 유합술을 시행한 군에서 환자의 만족도가 높았다($p = 0.008$). 관혈적 정복술군에서 증상을 동반한 거골하 관절염으로 이차성 거골하 관절 유합술을 5예(45.5%)에서 시행하였다.

결론: 양 군 간 임상적으로 의미 있는 결과의 차이는 보이지 않았으나 일차성 거골하 관절 유합술이 술 후 만족도가 높아 빠른 일상 복귀를 필요로 하는 환자 혹은 2차 수술이 불가피할 것으로 예상되는 경우 일차성 거골하 관절 유합술을 고려해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

색인단어: 종골 골절, 관혈적 정복술 및 내고정술, 관절 유합술

접수일 2016년 2월 25일 수정일 2016년 5월 24일 게재확정일 2016년 9월 10일

[✉]책임저자 정형진

01757, 서울시 노원구 동일로 1342, 인제대학교 상계백병원 정형외과

TEL 02-950-1399, FAX 02-950-1398, E-mail orthoman@paik.ac.kr

우승훈 저자 현 소속: 양산부산대학교병원 정형외과.