

관절 함몰형 종골 골절 환자의 최소 침습적 내고정술의 단기추시 결과

조승환 · 이준영 · 하상호 · 조성원 · 박상하

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 관절 함몰형 관절 내 종골 골절 환자에서 최소 침습적 내고정술을 시행하고 그 결과에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2008년 5월부터 2011년 5월까지 관절 함몰형 관절 내 종골 골절로 최소 절개 측근동 접근법을 이용한 술식을 시행받은 환자 중 1년 이상 추시 가능하였던 17예를 대상으로 방사선학적 결과(Böhler angle, Gissane angle, calcaneal height-width, heel varus) 및 임상적 결과(American Orthopaedic Foot and Ankle Society [AOFAS] score, visual analog scale [VAS])를 평가하고 합병증 등을 조사하였다.

결 과: 술 후 방사선학적 평가상 Böhler 각은 7.9°에서 19.8°로 회복되었고 임상적 평가상 평균 AOFAS score는 82.45점 및 평균 VAS는 3.94로 양호한 결과를 보였다. 합병증은 표재성 감염 1예 및 거골하 관절염이 2예 발생하였다.

결 론: 관절 함몰형 관절 내 종골 골절에서 최소 침습적 내고정술은 방사선학적 및 임상적으로 비교적 만족스러운 결과를 보여 관절적 정복술이 제한되는 경우 시도해볼 수 있는 수술법으로 판단된다.

색인 단어: 종골골절, 관절 함몰형, 최소 침습적 내고정술

The Result Treated by Open Reduction and Internal Fixation with Minimally Invasive Technique in Joint Depressive Calcaneal Fracture

Sueng-Hwan Jo, M.D., Jun-Young Lee, M.D., Sang-Ho Ha, M.D., Sung-Won Cho, M.D., Sang-Ha Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

Purpose: To evaluate the short term follow-up results of minimally invasive technique in the management of Sanders type II, III, and IV joint depressive calcaneal fracture.

Materials and Methods: Between May 2008 and May 2011, we studied 17 cases undergoing treatment with minimally invasive technique with modified sinus tarsi approach for Sanders II, III, and IV joint depressive intra-articular calcaneal fracture and were followed up for more than 1 year. We evaluated the treatment result by assessing the radiologic parameters (Böhler angle, Gissane angle, and calcaneal height/width/length) and clinical outcomes (American Orthopaedic Foot and Ankle Society [AOFAS] score and visual analog scale [VAS]) and investigating the complication.

Results: Radiological results improved from 7.9° to 19.8° in the Böhler angle after the operation. Satisfactory results were obtained in clinical assessment with average AOFAS score of 82.45 and the average VAS score of 3.94. We experienced 3 cases of complications, 1 case of superficial wound infection and radiologic findings of subtalar arthritis in 2 cases.

Conclusion: Minimally invasive technique may be a useful alternative surgical method in the management of Sanders type II, III, and IV joint depressive calcaneal fracture that cannot adopt extensile approach, which enable to obtain good radiological and clinical results.

Key Words: Calcaneus fracture, Joint depressive Intra-articular fracture, Minimally invasive technique

통신저자 : 이 준 영

광주시 동구 필문대로 365, 조선대학교병원 정형외과

Tel : 062-220-3147 · Fax : 062-226-3379

E-mail : leejy88@chosun.ac.kr

이 논문은 2012년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

접수: 2012. 7. 19

심사(수정): 2012. 9. 17

게재확정: 2013. 1. 14

Address reprint requests to : Jun-Young Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital, 365

Pilmun-daero, Dong-gu, Gwangju 501-717, Korea

Tel : 82-62-220-3147 · Fax : 82-62-226-3379

E-mail : leejy88@chosun.ac.kr

서 론

전위된 관절 내 종골 골절의 치료는 수술이나 비수술적 치료에 따른 결과가 상당 부분 예측하기 힘들기 때문에 논의의 대상이 되어 왔다^{22,26,27)}. 50년 전까지만 해도 보존적 치료가 가장 대중적인 치료였으나 여러 연구에서 수술적 정복술 및 내고정술이 좋은 결과를 보고하고 있고, 현재 광범위 외측 접근법을 통한 골절의 정복술 및 금속판 고정술은 표준 치료로 여겨지고 있다¹¹⁾. 하지만 이 접근법은 수술 창상 부위의 괴사 및 염증, 비복 신경손상 등 합병증의 발생 빈도가 1.8%에서 27%까지 보고되어 있다^{10,13)}.

여러 연구에서 Essex-Lopresti 분류상 설상형 종골 골절 및 Sanders IIc형 관절 함몰형 종골 골절에 대하여 최소 침습적 내고정술을 시행하고 좋은 결과를 보고하고 있지만 Sanders II, III, IV형의 관절 함몰형 종골 골절에 적용한 연구는 드물다.

이에 저자들은 관절 함몰형 종골 골절에 최소 침습적 접근법을 이용한 개방성 정복 및 내고정술을 시행 후 방사선학적 및 임상적 결과를 분석하고 합병증을 조사하여 이러한 치료법의 유용성을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2008년 5월부터 2011년 5월까지 본원에서 치료한 종골 골절 환자 88예 중 관절 외 골절 24예 및 설상형 골절 21예, 동반손상으로 수술이 7일 이상 지연되어 광범위 외측 접근법으로 수술을 시행한 24예를 제외하고 최소 침습적 내고정술을 시행 후 1년 이상 추시가 가능하였던 총 17예의 환자를 대상으로 전향적인 연구를 시행하였다.

2. 골절의 분류

전체 대상자 중 성별 분포는 남자가 12예(70%), 여자가 5예(30%)였으며 평균 연령은 49.2세(21-68세)였다. 응급실 내원 시 단순 방사선 사진촬영과 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)을 시행하였으며 이를 바탕으로 Essex-Lopresti 분류를 이용하여 관절 함몰형 골절 환자를 선정한 후 Sanders 분류를 적용하였다^{2,24)}. Sanders 분류상 II형이 6예(35%), III형이 10예(59%), IV형이 1예(6%)였다(Table 1).

3. 골절의 원인 및 동반 손상

골절의 원인으로 추락 사고가 13예(76%)로 가장 많았으며, 교통사고가 3예(18%), 미끄러짐이 1예(6%)였다. 동반 손상으로는 다발성 늑골 골절이 7예(30%), 뇌출혈 6예(26%), 척추 골절 5예(22%), 경골 골절 2예(9%), 기타 3예(13%)가 있었다(Table 2).

4. 골절에서 수술까지의 시간

수상 후 내원하여 수술까지 걸린 시간은 평균 4.5일(1-7일)이었으며 내원 시 환자의 동반 손상 및 전신 상태, 골절 부위의 피부 상태를 고려하여 수술 시기를 결정하였다. 절개할 부위의 부종이 심한 경우 하지 거상, 붕대 압박, 얼음찜질 등을 시행하였다.

5. 수술 방법 및 적응증

환자를 전신마취 또는 척추마취하에 방사선 투과성 수술대에 환측이 위를 향하도록 측와위로 눕힌 후 출혈을 줄이고 시야를 확보하기 위해 환측 하지에 지혈대를 사용하였다. 먼저 족근동을 중심으로 3-5 cm 크기의 피부 절개를 하고

Table 1. Dermographic Data of the Patients

Factor	Average	Distribution
Age (yr)	49.2	21-68
Sex		
Male	12	70%
Female	5	30%
Sanders type		
Type II	6	35%
Type III	10	59%
Type IV	1	6%
F/U period (mo)	17.9	13-32

F/U: Follow up.

Table 2. Dermographic Data of the Patients Classified by Cause and Accompanied Injury

Factor	Average	Distribution (%)
Cause		
Fall down	13	76
Traffic accident	3	18
Slip down	1	6
Accompanied injury		
Multiple rib fracture	7	30
Intra cerebral hemorrhage	6	26
Vertebral fracture	5	22
Tibial fracture	2	9
Others	3	13

피부와 피하층을 종골로부터 조심스럽게 박리한 후 관절면을 노출시키고 영상 증폭기하에 종골 돌기 상방에서 Schantz-pin을 조면 골편(tuberosity fragment)에 고정한 후 하방 견인 및 외반력을 주어 Böhler 각 및 종골 높이를 회복하였다. 이후 정복된 상태를 유지하면서 프리어를 이용하여 함몰된 관절면을 거상 후 영상 증폭기하에 관절면의 정복 정도를 확인하고 만족할 만한 정복이 확인되면 4.0 mm 유관나사를 이용하여 정복된 골편과 제거돌기 골편을 고정하였다. 이후 종골 결절에서 제거돌기 골편을 향하여 2.4 mm 강선을 이용하여 내측 상방으로 고정을 시행하고 종골-건부에서 중입방 관절을 향하여 2.4 mm 강선으로 고정을 시행한 이후 골절편의 위치에 따라 후방에서 전방으로 추가적으로 강선을 삽입하였다. 이후 영상 증폭기로 측면상, 측상 그리고 Broden's상에서 정복상태 및 강선의 위치를 확인하고 강선 삽입 위치에 6.5 mm 또는 5.0 mm 유관나사를 이용하여 고정을 시행하였다(Fig. 1). 골결손이 심한 2예(IIb 1예, IIIac 1예)에서 동종 골세편을 이용한 골이식을 시행하였다. 이후 피부 봉합 및 단하지 석고부목 고정을 시행하였다.

6. 술 후 재활

술 후 약 13-14일에 전 실밥 제거를 하였으며 창상에 문제가 없는 경우 단하지 석고 깁스를 4주간 적용하였다. 술

후 평균 6주째 석고 깁스를 제거하고 능동적 관절운동 및 부분 체중 부하 보행을 시행하였으며 약 12주째 전 체중 부하 보행을 시행하였다.

7. 결과 평가

골유합 시기는 방사선 사진상 전후, 측면과 측상 사진상 최소 삼면에서 골유합을 보이고 골절 부위의 동통이나 움직임이 없으며 체중 부하 시 통증이 없는 경우로 정의하였다. 방사선학적 평가는 수술 전, 후 및 외래 추시 시 단순 촬영을 하여 정복 정도를 측정하였고 수술 이후 3-4개월에 CT를 시행하고 거골하 관절면의 단절(step off) 및 골유합 시기를 평가하였다(Fig. 2). 임상적 평가는 최종 추시 시 설문문을 통하여 시행하였고 미국 족부 정형외과 족관절 및 후족부 평가표(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 항목에 대하여 점수화하여 90점 이상을 우수, 80-89점을 만족, 70-79점을 보통, 69점 이하를 불만족으로 판정하였고 시각 통증 등급(visual analog scale, VAS)은 환자의 주관적 만족도로 통증이 없고 정상적인 일상생활을 하는 경우를 0점으로 하였고 최대 동통이 있는 경우를 10점으로 하였다.

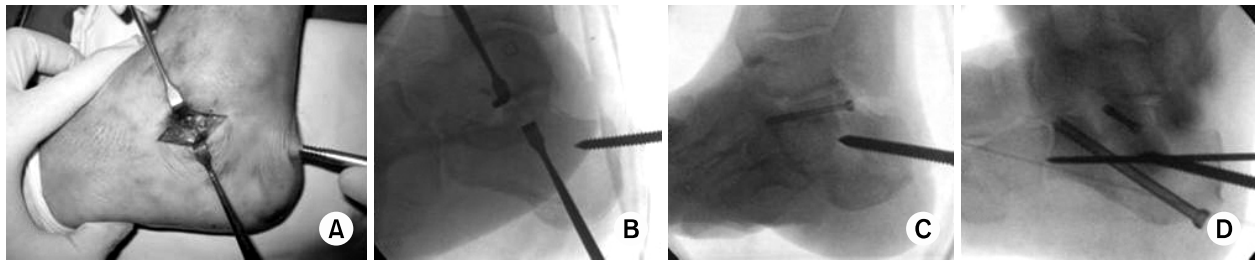


Fig. 1. (A) Exposure of posterior facet using the sinus tarsi approach with 3-5 cm size skin incision. (B) Intra-operative lateral fluoroscope image shows posterior facet reduction using schantz-pin. (C) Lateral fluoroscope image shows stabilized posterior facet fragment with a 4.5 cannulated screw. (D) Other fragment fixation with a 6.5 cannulated screw.

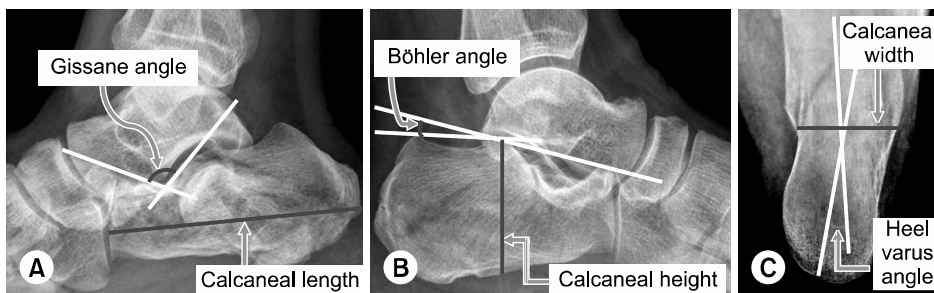


Fig. 2. Methods of measurement of Gissane angle, calcaneal length (A), Böhler angle, calcaneal height (B) and calcaneal width and heel varus angle (C).

결 과

평균 추시 기간은 17.9개월(13-32개월)이었고 방사선학적 평가상 17예의 전 예에서 골유합을 얻었으며 골유합까지의 기간은 평균 12.9주(8-24주)였다.

Böhler 각은 술 전 평균 7.9° ($-17.5-28.9^{\circ}$)에서 술 후 평균 19.8° ($3.5-39.5^{\circ}$)로 평균 11.9° 교정되었다. Gissane 각은 술 전 평균 102.1° ($82.1-137^{\circ}$)에서 술 후 평균 116.2° ($92-127^{\circ}$)로 평균 14.1° 교정되었다(Fig. 3). 종골 높이는 술 전 평균 37.6 mm (29.4-43.8 mm)에서 술 후 평균 49.7 mm (36.1-48.7 mm)로 회복되었고 종골 너비는 술 전 평균 48.3 mm (42.5-60.3 mm)에서 술 후 평균 43.9 mm (38.7-51.8 mm)로 교정되었다. 외반 변형은 술 전 평균 15.6° ($3.4-21.7^{\circ}$)에서 술 후 평균 6.2° ($2.2-12.5^{\circ}$)로 교정되었다(Table 3).

술 후 임상적 평가상 AOFAS 점수는 평균 82.5점(63-98 점)이었으며 우수 3예(18%), 만족 10예(58%), 보통 2예(12%), 불만족 2예(12%)로 비교적 양호한 결과를 보였다. 골절 분류에 따른 비교 시 II형에서는 AOFAS 점수 84.3점으로 우수 2예, 만족 3예, 보통 1예였으나 III형에서는 AOFAS 점수 83.3점으로 우수 2예, 만족 3예, 보통 4예, 불만족 1예를 보였고 IV형에서는 AOFAS 점수 63점으로 불만족 1예의 결과를 보여 분쇄 정도가 심할수록 임상 결과가 좋지 않았다. VAS를 이용한 임상적 평가에서 평균 3.94점(1-8점)으로 중등도 이하의 통증을 보였으며 IV형 1예에서 심한 통증을 호소하였다(Table 4). 술 후 합병증으로 표재성 감염이 1예, 거골하 관절염이 2예에서 발생하였고 1예에서 관절 유합술을 시행하였으며 임상적으로 문제시될 만한 불유합, 심부조직 감염, 비복신경, 건 손상 등의 합병증은 없었다.



Fig. 3. (A, B) Preoperative lateral radiograph and computed tomography (CT) image of a 40 year old male patient shows Sanders IIIab type joint depression calcaneal fracture. Preoperative Böhler angle is 2.2 degrees and Gissane angle is 108.8 degrees.

(C) Postoperative radiograph shows increased Böhler angle to 15.8 degrees and Gissane angle to 116.1 degrees.

(D, E) After twelve months, a follow-up lateral radiograph shows Böhler angle 14.6 degrees and CT image shows complete bone union and good alignment of subtalar joint.

Table 3. The Result of Radiologic Assessment

Variable	Preoperative	Postoperative	Follow up
Böhler angle (degree)	7.9	19.8	18.5
Gissane angle (degree)	102.1	116.2	115.1
Calcaneal height (mm)	37.6	49.7	48.7
Calcaneal length (mm)	78.1	74.6	73.1
Calcaneal width (mm)	48.3	43.9	44.9
Heel varus angle (degree)	15.6	6.2	4.5

Table 4. The Result of Clinical Assessment of AOFAS Score and VAS

Variable	AOFAS score	VAS
Type II (6)	84.3	3.0
Type III (10)	83.3	4.1
Type IV (1)	63	8
Average	82.45	3.94

AOFAS: American Orthopaedic Foot and Ankle Society, VAS: Visual Analog Scale.

고 찰

종골 골절은 전체골절의 1-2%를 차지하고 족부 골절 중 약 60%를 차지하는 흔한 골절로 이 중 관절 내 골절이 73%를 차지한다^{12,16)}. 주로 고에너지에 의한 손상으로 발생하며, 해부학적으로 얇은 골피질과 내부의 해면골로 이루어져 있어 분쇄 골절이 흔하고 3차원의 해부학적인 구조를 파악하기가 힘들어 치료법에 대하여 많은 논란이 있었다^{2,8,22,27)}. 과거 종골 골절의 치료는 골절의 정복 없이 조기 운동부터 비관혈적 정복 및 조기운동, 견인요법, 비관혈적 정복 후 석고 고정, 비관혈적 정복 후 경피적 핀 고정술, 관혈적 정복 후 내고정술, 관절 유합술 등으로 매우 다양하였으나^{3,23)} 최근의 연구에서 수술 전 평가 방법과 영상 증폭장치를 통한 수술 중의 정복 확인 방법 그리고 수술기법의 발달로 수술적 처치가 비수술적 처치보다 더 좋은 결과를 보고하고 있다^{6,14,15,17,23)}. 또한 비수술적 치료는 기능 호전에 한계점이 있고 거골하 관절면의 정복 소실 및 이에 따른 외상성 관절염이 발생하여 추후 2차 수술이 필요할 확률이 높다²⁸⁾.

이에 전위된 관절 내 종골 골절에서는 관혈적 정복술 및 금속판 고정술 등의 수술적 치료가 우선적인 치료법으로 선택되고 있고, 거골하 관절면을 충분히 노출시킬 수 있어 해부학적 정복이 가능한 외측 접근법이 많이 사용되고 있다⁹⁾. 이러한 광범위 외측 접근법은 거골하 관절면의 충분한 시야를 확보할 수 있어 해부학적인 정복이 가능하고 견고한 내고정술을 얻을 수 있는 장점이 있다. 하지만 광범위한 피부 및 연부조직 절개와 골절 부위의 골막 파괴, 그리고 혈관 손상으로 인하여 창상 부위의 괴사나 피부 감염 등의 합병증을 유발할 수 있으며, 비복 신경 및 비골근 손상 등의 합병증이 발생할 수 있다^{10,13,18,19)}. Folk 등¹⁰⁾은 25%의 환자에서 창상 합병증 발생을 보고하였고 당뇨, 흡연, 개방성 골절 등의 위험 인자를 가진 환자군에서는 합병증 발생률이 더욱 높아지기 때문에 보존적 치료를 권장하였다. 또한 Sanders²³⁾는 전위된 종골 골절의 치료로 광범위한 외측 도달법은 창상 합병증이 많고, 술 전 종창이 있는 환자에게 시행할 경우 합병증 발생률은 더욱 높아지므로 종창이 감소할 때까지 수술적 치료를 지연시켜야 한다고 주장하였다. 최근 수술 후 감염을 줄이기 위한 예방적 항생제의 사용과 수술 술기의 발달로 과거에 비하여 합병증의 발생 빈도는 낮아졌지만 후족부 주변의 연부조직 환경은 항상 심각한 창상 문제의 가능성이 남아 있어 여러 저자들은 최소 절개를 통한 골절 고정 방법을 소개하고 있다^{1,7,9,25)}.

최소 침습적 내고정술을 이용하는 경우 광범위 외측 접근법에 비해 골절 부위 수포 및 종창 등의 영향을 적게 받

으므로 종창으로 인한 수술 대기 시간 및 피부 합병증의 빈도를 줄일 수 있는 장점이 있다²⁵⁾. Rammelt 등²¹⁾은 최소 절개 및 경피적 나사못 고정술을 시행하고 1년 후 추시상 AOFAS 점수가 94.1의 양호한 임상적 결과 및 Böhler 각도가 거의 정상에 가깝게 회복됨을 보고하면서 당뇨나 흡연 등의 위험 인자가 있는 환자나 복합 골절, 개방성 골절로 족부 연부조직 손상이 심한 환자들에서 권장할만한 치료법이라고 보고하였고 Carr⁴⁾는 최소 절개 방법으로도 후방 관절면의 적절한 시야를 확보할 수 있고 전위된 관절 내 골절의 정복도 가능하다고 보고하였다. Meraj 등¹⁷⁾은 족근동을 통한 최소 침습적 접근법을 통한 수술시행 1년 후 추시에서 Böhler 각 및 Gissane 각, 종골 높이 및 너비 등을 측정하여 Maryland foot score로 평가하여 Sanders II형 95점, III형에서는 91점, IV형에서는 83점의 좋은 결과를 보고하였으며 합병증은 발생하지 않았다고 보고하였다. Chae와 Yang⁵⁾은 족근동을 통한 골절정복 및 경피적 나사못 고정술을 통하여 술 후 Böhler 각 20.1°, AOFAS 점수상 87.7점의 양호한 결과를 보였으며 본 연구에서의 술 후 Böhler 각 19.8°, AOFAS 점수 82.5점과 비교할 때 큰 차이점이 없었다.

저자들의 경우 종골 골절 환자에 대하여 단순촬영 및 CT를 통하여 Essex-Lopresti 분류 및 Sanders 분류에 의하여 골절의 형태를 평가하고 환자의 동반손상 및 연부조직 상태를 평가하여 수술적 처치 및 비수술적 처치 여부를 결정하였으며 전위된 관절 함몰형 골절 및 연부조직 부종이 있는 환자에게 최소 절개 족근동 접근법을 이용하여 수술을 시행한 결과 수술 후 감염 및 피부괴사 등의 합병증을 줄일 수 있었으며 거골하 관절면의 분쇄가 덜 심한 II, III형의 경우 방사선학적, 임상적으로 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 또한 술 전 연부조직 부종이 있어 피부 합병증 위험인자가 있는 환자에게서도 수상일에서 평균 4.3일로 빠른 시간 내에 수술을 시행할 수 있었다.

Palmer²⁰⁾는 만족스런 해부학적 정복을 위해서는 골이식이 필요하다고 보고하였고, 본 연구에서는 Sanders type IIb형 1예, IIIac형 1예에서 골편 정복 후 골결손이 심하여 이중골을 이용한 골이식을 시행하였으며 최종 추시상 AOFAS 점수 85점 이상의 만족스러운 임상적 결과를 보였다.

합병증으로 1예에서 수술 후 창상 주변으로 표재성 감염이 발생하였으나 항생제(3세대 세팔로스포린) 5일 사용 후 호전되었다. 17예 중 전 예에서 추시중 측정된 족관절부 CT상 수술 전에 비해 후방 거골하 관절면이 교정되었음을 확인할 수 있었다. 추시상 2예(Sanders IIIab형 1예, IIIac형 1예)에서 거골하 관절염이 발생하여 지속적인 거골하 통증을 호소하는 IIIac형 1예에서 수술 후 약 12개월에 거골하 관절 유합술을 시행하였으며 거골하 관절염의 발생빈도에

대해서는 장기간 추시가 필요할 것으로 판단된다.

광범위 외측 접근법을 이용한 견고한 금속판 고정술과 비교하면 최소 침습적 내 고정술을 이용한 관절적 정복술은 고정 기간이 길고, 체중 부하를 시작하는 시기가 늦어진다는 단점이 있으나, 수술 후 통증이 적고 비교적 적은 합병증으로 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

본 논문의 제한점으로는 첫째, 환자군이 17예로 적은 수이고 둘째, 평균 추시 기간이 17.9주로 비교적 단기간이며 셋째, 분쇄가 심한 Sanders IV형은 1예밖에 없다는 점이 있다.

결 론

Sanders II, III, IV형의 관절 함몰형 종골 골절 환자에서 최소 침습적 정복술 및 나사못 고정술은 광범위 외측 접근법에 비하여 기술적으로 어렵고 해부학적 구조를 잘 이해해야 하지만 술 후 합병증을 최소화할 수 있고 비교적 만족스러운 정복 및 유지가 가능하여 당뇨나 흡연 등의 위험 인자가 있는 환자나, 연부조직 손상이 심한 환자에서 시도해볼 수 있는 수술법으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 1) 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*, **19**: 856-861, 1998.
- 2) Allon SM, Mears DC: Three dimensional analysis of calcaneal fractures. *Foot Ankle*, **11**: 254-263, 1991.
- 3) Barei DP, Bellabarba C, Sangeorzan BJ, Benirschke SK: Fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am*, **33**: 263-285, 2002.
- 4) Carr JB: Surgical treatment of intra-articular calcaneal fractures: a review of small incision approaches. *J Orthop Trauma*, **19**: 109-117, 2005.
- 5) Chae SU, Yang JH: Minimally-invasive percutaneous screw fixation of displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Korean Foot Ankle Soc*, **14**: 73-78, 2010.
- 6) Chung HJ, Ahn JK, Bae SY, Jung H: Operative treatment of intraarticular calcaneal fractures using extensile lateral approach. *J Korean Foot Ankle Soc*, **13**: 60-67, 2009.
- 7) 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*, **21**: 105-113, 2000.
- 8) Essex-Iopresti P: The mechanism, reduction technique, and results in fractures of the os calcis. *Br J Surg*, **39**: 395-419, 1952.
- 9) Fernandez DL, Koella C: Combined percutaneous and "minimal" internal fixation for displaced articular fractures of the calcaneus. *Clin Orthop Relat Res*, **(290)**: 108-116, 1993.
- 10) Folk JW, Starr AJ, Early JS: Early wound complications of operative treatment of calcaneus fractures: analysis of 190 fractures. *J Orthop Trauma*, **13**: 369-372, 1999.
- 11) Freund M, Thomsen M, Hohendorf B, Zenker W, Heller M: Optimized preoperative planning of calcaneal fractures using spiral computed tomography. *Eur Radiol*, **9**: 901-906, 1999.
- 12) Guyer BH, Levinsohn EM, Fredrickson BE, Bailey GL, Formikell M: Computed tomography of calcaneal fractures: anatomy, pathology, dosimetry, and clinical relevance. *AJR Am J Roentgenol*, **145**: 911-919, 1985.
- 13) 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*, **22**: 868-873, 2001.
- 14) Kocis J, Stoklas J, Kalandra S, Cizmár I, Pilný J: Intra-articular calcaneal fractures. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*, **73**: 164-168, 2006.
- 15) Kundel K, Funk E, Brutscher M, Bickel R: Calcaneal fractures: operative versus nonoperative treatment. *J Trauma*, **41**: 839-845, 1996.
- 16) Leung KS, Yuen KM, Chan WS: Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneum. Medium-term results. *J Bone Joint Surg Br*, **75**: 196-201, 1993.
- 17) Meraj A, Zahid M, Ahmad S: Management of intra-articular calcaneal fractures by minimally invasive sinus tarsi approach-early results. *Malay Orthop J*, **6**: 13-17, 2012.
- 18) O'Farrell DA, O'Byrne JM, McCabe JP, Stephens MM: Fractures of the os calcis: improved results with internal fixation. *Injury*, **24**: 263-265, 1993.
- 19) Paley D, Hall H: Intra-articular fractures of the calcaneus. A critical analysis of results and prognostic factors. *J Bone Joint Surg Am*, **75**: 342-354, 1993.
- 20) Palmer I: The mechanism and treatment of fractures of the calcaneus; open reduction with the use of cancellous grafts. *J Bone Joint Surg Am*, **30**: 2-8, 1948.
- 21) Rammelt S, Amlang M, Barthel S, Zwipp H: Minimally-

- invasive treatment of calcaneal fractures. *Injury*, **35 Suppl 2**: SB55-63, 2004.
- 22) **Randle JA, Kreder HJ, Stephen D, Williams J, Jaglal S, Hu R**: Should calcaneal fractures be treated surgically? A meta-analysis. *Clin Orthop Relat Res*, (**377**): 217-227, 2000.
- 23) **Sanders R**: Displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg Am*, **82**: 225-250, 2000.
- 24) **Sanders R, Gregory P**: Operative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus. *Orthop Clin North Am*, **26**: 203-214, 1995.
- 25) **Sangeorzan BJ, Benirschke SK, Carr JB**: Surgical management of fractures of the os calcis. *Instr Course Lect*, **44**: 359-370, 1995.
- 26) **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*, **11**: 231-237, 1988.
- 27) **Thordarson DB, Krieger LE**: Operative vs: nonoperative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial. *Foot Ankle Int*, **17**: 2-9, 1996.
- 28) **Zwipp H, Rammelt S, Barthel S**: Calcaneal fractures--the most frequent tarsal fractures. *Ther Umsch*, **61**: 435-450, 2004.