

# 거골하 유합술 시 전방 및 후방 관절면 고정술식과 후방 관절면 단독 고정술식의 비교

건국대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 단국대학교 의과대학 정형외과학교실\*

정홍근 · 조형원 · 박현우\* · 박종태

## Comparison of Posterior Fixation Technique and Anterior-Posterior Fixation Technique in Subtalar Arthrodesis

Hong-Geun Jung, M.D., Ph.D., Hyeoung-Woen Cho, M.D., Hyun-Woo Park\*, M.D., Ph.D., Jong-Tae Park, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Konkuk University School of Medicine, Seoul, Korea  
Department of Orthopedic Surgery, Dankook University Medical College, Cheonan, Korea\**

### =Abstract=

**Purpose:** Subtalar arthrodesis has been the gold standard for the painful subtalar joint disorders. Successful subtalar arthrodesis requires fusion of the 3 facet joints. The purpose of the study is to compare the clinical outcome of the posterior fixation (P2) and anterior-posterior (A1P1) fixation technique for subtalar arthrodesis which enhance anterior and middle facet fixation.

**Materials and Methods:** The study is based on the 20 feet (19 patients) of the subtalar arthrodesis utilizing cannulated screws from September 2006 to September 2009 with at least 1-year follow-up. Two fixation techniques were utilized for the subtalar arthrodesis: 1) posterior fixation only (P2, 7 feet, 35%) and 2) anterior-posterior (A1P1) fixation method (13 feet, 65%). Visual Analog Scale Pain (VAS) score, American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot score (maximum: 94 points), the time for returning to daily living and the patient satisfaction were also evaluated.

**Results:** Average follow-up period were 13.2 months (12-3 mo). The AOFAS score improved from preoperative average 45 (0-68) to 81.6 (62-94), while VAS score was decreased from average 8.0 (3-10) to 1.8 (0-5) at final follow-up. Ninety-five percent of the patients were satisfied with surgery. All the patients returned to daily living at average 7.2 months (2-15 mo) post-surgery. Radiographically, 2 techniques both showed 100% fusion of the posterior compartment of the subtalar joint. Postoperative complications were 1 case of low grade infection and 1 case of sural nerve neuralgia.

**Conclusion:** The subtalar arthrodesis using A1P1 fixation technique showed better fusion rate of the anterior compartment of the subtalar joint compared to P2 fixation technique although the 2 techniques both showed similar favorable clinical outcome. Therefore the A1P1 fixation technique is found to be a viable option to address chronic painful subtalar joint disorders to enhance the anterior compartment fixation.

**Key Words:** Subtalar arthrodesis, Posterior fixation, Anterior-Posterior fixation, Fusion

Received: April 15, 2012      Revised: April 28, 2012  
Accepted: May 16, 2012

• **Hong Geun Jung, M.D., Ph.D.**  
Department of Orthopedic Surgery, Konkuk University Hospital,  
Konkuk University School of Medicine, 120-1 Neungdong-ro,  
Gwangjin-gu, Seoul 143-914, Korea  
Tel: +82-2-2030-7609 Fax: +82-2-2030-7369  
E-mail: jungfoot@hanmail.net

### 서      론

거골하 관절 유합술은 거골이나 종골의 관절내 골절 후 유증, 외상 후 거골하 관절염, 퇴행성 혹은 류마티스 거골하 관절염 등으로 인한 통증, 불안정성, 구조적 기형에 대해 널리 쓰이고 있는 대표적인 치료 방법이다.<sup>1-3)</sup> 거골하 관절 유합술은 내고정물을 이용하여 관절을 유합함으로써 거골하

\* 본 논문의 요지는 2011년도 대한족부족관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

관절의 병적 상태로 인한 증상을 호전시키는데 목적이 있다.<sup>1,3-5)</sup> 거골하 관절 유합술 후 골 유합 정도는 술 후 만족도에 큰 영향을 미칠 수 있는데, 거골하 관절 유합술의 고정 기법은 거골하 관절 골 유합 정도를 결정하는 중요한 인자 중 한 가지로 알려져 있다.<sup>6,8)</sup> 거골하 관절 유합술에 주로 쓰이는 고정 기법은 전통적으로 한 개 혹은 두 개의 유관 압박 나사를 종골 골절 후하방에서 삽입하여 거골하 관절을 고정하는 방법이다.<sup>7,9)</sup> 그러나 이 방법은 유관 압박 나사가 후방 소관절면만을 고정함으로써 해부학적으로 거골하 관절의 전방부 고정의 취약성을 보인다. 따라서 거골하 관절 유합술 시 전방 및 후방 관절면을 각각 고정하여 전후방 관절 유합을 모두 얻을 수 있다면 술 후 더 좋은 임상적 결과를 기대할 수 있을 것이다.

이에 저자들은 유관 나사로 전방 및 후방 관절을 모두 고정하는 수술 기법을 통해 거골하 관절 유합술을 시행하여 그 이전에 시행한 후방 고정술과 임상적 그리고 방사선학적 결과를 비교 분석하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2006년 9월부터 2010년 9월까지 본원에서 유관 압박 나

사를 이용한 거골하 관절 유합술을 시행 받은 환자 중 1년 이상 추시 가능하였던 총 19예의 환자(20족)를 대상으로 조사하였다. 환자 성별은 남자 15예, 여자 5예이고, 수술 위치는 우측 8예, 좌측 12예이며, 나이는 평균 42.8세(범위, 25-63세)였다. 추시 기간은 평균 13.2개월(범위, 12-36개월)이었다. 원인 질환으로는 외상성 거골하 관절염이 17예, 선천성 거골하 관절 유합증 2예, 류마티스 관절염이 1예 이었다. 외상성 관절염의 원인은 종골 골절 11예, 거골 골절 2예, 반복적 족관절 염좌 2예, 수술 후 거골하 관절염 2예로 나타났다.

수술의 적응증은 거골하 관절염이 방사선학적 검사상 확인된 환자로서 보전적인 치료에도 호전되지 않는 통증이 있으며 환자가 수술적인 치료를 원하는 경우를 대상으로 하였다. 수술적 치료는 거골하 관절 유합술을 시행하였으며 유관 압박 나사를 이용한 후방 고정술(P2)은 연구기간의 전반기(2006년 9월부터 2008년 12월까지)에 시행하였으며, 후반기(2009년 1월부터 2010년 12월까지)에는 전방 및 후방 고정술(A1P1)을 시행하였다.

### 2. 수술적 방법

환자를 반측외위로 위치한 상태에서 수술을 하였고 족근



**Figure 1.** A 53-year-old female patient. (A) Standing lateral radiograph of left foot shows osteoarthritis of subtalar joint. She has past history of recurrent ankle sprain. (B) Coronal CT image shows severe joint space narrowing, articular surface irregularity and subchondral sclerosis. (C) Radiograph at postoperative 1 year shows well-united subtalar joint. subtalar arthrodesis was done by posterior fixation technique. (D) Calcaneal axial X-ray image at postoperative 1 year shows well-united subtalar joint.

동 접근법을 이용하였다. 족근동 전방 경계부터 외과 하방 침단까지 약 3 cm 정도의 절개를 시행하여 심부 근막까지 연장한 후 골막하 박리를 시행하여 족근동을 노출시켰다. 골검자(rongeur)를 이용하여 족근동 사이에 있는 인대 및 연부조직을 모두 제거한 후 판 펼치개(laminar spreader)를 이용하여 거골하 관절을 벌린 후 관절면의 연골을 정(chisel) 및 소파기(curette)를 이용하여 모두 제거하여 연골하 골의 출혈성 표면을 확인하였다. 그 후 방사선 투시 하에 유도핀을 통해 6.5 mm 유관나사를 삽입한 후 압박 고정 을 시행하였는데, 후방 고정술(P2)의 경우 종골 융기에서 각각 거골 체부와 경부를 향해 두 개의 유관나사를 삽입 고정하였다(Fig. 1). 전방 및 후방 고정술(A1P1)의 경우 한 개의 유관 나사는 종골 융기에서 종골 후방 소관절면을 통해 거골 체부를 고정하였고, 5.0 또는 6.5 mm 유관 나사를 종골 경부 외측면 기저부의 1 cm 상방에서 약 1.5 cm의 피부 절개 후 비골건 손상에 유의하여 작은지혈검자(mosquito)를 이용해 벌려 종골 외측면에 도달한 상태에서 약 60도로 중간 거골하 소관절면을 향해 삽입하여 거골하 관절의 전방 구획 관절(전방 및 중간 소관절)을 고정하였으며 영상 증폭기(image intensifier)를 이용해서 확인하였다(Fig. 2).

골이식술은 근위 경골이나 골반골에서 자가골을 채취한 후 동종골과 혼합하여 거골하 관절 내에 삽입하였다.

그후 연부 조직을 봉합한 후 압박 붕대와 단하지 부목을 시행하였다. 거골하 관절 유합술 후 처음 6주 동안은 비체 중부하로 단하지 석고붕대 고정 상태를 유지하였고 다음 6주 동안은 점진적인 부분 체중부하로 단하지 석고붕대 고정 상태를 유지하였다. 수술 후 12주부터는 석고붕대를 제거하고 전 체중 부하를 허용하고 족관절 운동을 시행하였다.

### 3. 평가

거골하 관절 유합술을 시행 후 환자에 대해 임상적 기능 평가와 방사선학적 검사를 시행하였다. 임상적 평가지표로는 시각 상사 척도 동통 점수(Visual Analog Scale Pain score, VAS score), 미국 족부족관절 정형외과학회(America Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS) 족관절-후족부 기능 평가 기준, 주관적 환자 만족도, 술 후 일상생활복귀 여부 및 시기를 측정하였고, 방사선학적 지표는 수술 후 1개월, 2개월, 3개월, 4개월, 6개월, 매 1년 되는 시점에 족부 측면상 및 종골 측면상 X-ray를 시행하였고, 수술 후 6개월, 1년 되는



**Figure 2.** A 46-year-old male patient. (A) Standing lateral radiograph of left foot shows post-traumatic osteoarthritis of subtalar joint. Calcaneal fracture occurred 8 month ago, he was treated by the short leg cast. (B) Coronal CT image shows subtalar joint irregularity and step off of posterior facet surface. (C) Radiograph at postoperative 1 year shows well-united subtalar joint and preservation of talar declination angle. subtalar arthrodesis was done by anterior and posterior fixation technique. (D) Coronal CT image at postoperative 1 year shows well-united anterior and middle facet joint of subtalar joint.

시점에 족관절 컴퓨터 단층촬영을 시행하여 거골하 관절의 유합 여부를 확인하였다. AOFAS 기능 평가기준은 통증 영역에 40점, 기능 영역에 50점, 족관절의 정렬에 10점이 배정되어 100점 만점으로 구성되어있으나, 본 연구 대상은 모두 거골하 관절을 유합함에 따라 내반 및 외반 관절 운동범위는 소실됨으로써 평가점수 만점은 94점으로 하였다. 환

자의 수술에 대한 만족도 분석은 매우 만족(very satisfied), 만족(satisfied with minor reservation), 보통(satisfied with major reservation), 불만족(dissatisfied) 등의 4가지로 나누어 평가하였다. 또한 방사선학적 검사를 통한 거골하 관절의 유합 여부에 대한 분석은 10년 이상의 근골격계 영상검사에 대한 판독 경험을 가지고 있는 영상의학과전문의의

**Table 1.** Summary of Demographic Data for Patients

No	Sex/ Age	Etiology of subtalar disorder	Treatment for initial trauma	Interval from trauma to ST fusion (mon)	Fixation technique	VAS score		AOFAS score		Patient satisfaction	Time interval of return to daily living (mon)
						Preop	Postop	Preop	Postop		
1	M/25	Calcaneus fracture	ORIF	9	P2	10	3	8	69	Very satisfied	12
2	M/41	Calcaneus fracture	ORIF	15	P2	10	3	20	78	Satisfied with MAR	12
3	M/27	Talus fracture	ORIF	9	P2	3	0	54	92	Very satisfied	12
4	M/38	Calcaneus fracture	ORIF	12	P2	8	1	62	90	Very satisfied	4
5	F/44	Middle facet coalition	§NA	NA	P2	9	3	61	79	Very satisfied	4
6	F/53	Recurrent ankle sprain	NA	NA	P2	10	2	66	87	Very satisfied	7
7	F/47	Calcaneus fracture	Cast	8	A1P1	10	2	55	79	Very satisfied	12
8	M/36	Talus fracture	ORIF	7	A1P1	10	2	0	75	Very satisfied	12
9	M/56	Calcaneus fracture	Cast	24	A1P1	6	3	65	80	Satisfied with MIR	6
10	M/52	Calcaneus fracture	Ankle fusion	120	A1P1	7	1	48	72	Very satisfied	2
11	M/46	Calcaneus fracture	Cast	7	A1P1	6	1	68	83	Satisfied with MIR	6
12	F/51	ST rheumatoid arthritis	NA	NA	P2	10	0	39	94	Very satisfied	5
13	M/63	Calcaneus fracture	ORIF	36	A1P1	10	1	46	94	Very satisfied	3
14	M/34	Postsurgical ST OA	NA	NA	A1P1	8	2	29	79	Satisfied with MIR	15
15	M/34	Postsurgical ST OA	NA	NA	A1P1	7	3	42	79	Satisfied with MIR	15
16	F/38	Middle facet coalition	NA	NA	A1P1	9	3	52	73	Satisfied with MIR	3
17	M/53	Calcaneus fracture	CRIF	204	A1P1	10	2	55	82	Satisfied with MIR	5
18	M/54	Calcaneus fracture	Cast	9	A1P1	10	1	37	84	Very satisfied	6
19	M/59	Recurrent ankle sprain	NA	NA	A1P1	9	3	50	84	Very satisfied	3
20	M/48	Calcaneus fracture	CRIF	16	A1P1	7	2	49	79	Satisfied with MIR	6

ST, subtalar; OA, osteoarthritis; ORIF, open reduction and internal fixation; NA, not applicable; CRIF, closed reduction and internal fixation; P2, posterior fixation; A1P1, anterior and posterior fixation; VAS score, visual analog scale pain score; Preop, preoperative; Postop, postoperative; AOFAS score, America orthopaedic foot and ankle society ankle-hindfoot functional scale; MAR, major reservation; MIR, minor reservation.

판독을 근거로 하였다.

또한 거골하 관절 유합술 방법에 따라 후방 고정술(P2)을 시행한 경우 7예를 P2군으로, 전방 및 후방 고정술(A1P1)을 시행한 경우 13예를 A1P1군으로 나누어 임상적 기능평가와 방사선학적 관절 유합 시기를 비교 분석하였다.

#### 4. 통계학적 분석방법

거골하 관절 유합술 방법에 따른 2개 군에서 VAS score, AOFAS 기능 평가점수, 거골하 관절 유합 여부의 비교는 student *t*-test를, 만족도의 비교는 Fisher's exact test를 이용하여 통계 처리 분석하였고, 통계학적 유의한 수준은  $p < 0.05$ 로 평가하였다.

## 결 과

유관나사의 직경은 후방 고정술에서 5.0 mm 크기의 유관나사를 1예(5%), 6.5 mm를 5예(25%), 7.0 mm를 1예(5%) 사용하였고, 전방 및 후방 고정술에서 전방 고정나사가 5.0 mm 크기의 유관나사를 4예(20%), 6.5 mm를 4예(20%), 7.0 mm를 5예(25%) 사용하였고, 후방 고정나사가 6.5 mm 크기의 유관나사를 8예(40%), 7.0 mm를 5예(25%) 사용하였다. 유관나사의 길이는 전체 평균 64.9 mm (범위, 40-90 mm), 후방 고정술에서 평균 75.4 mm (범위, 65-90 mm)의 유관나사를 사용하였고, 전방 및 후방 고정술에서 전방고정나사가 평균 51.5 mm (범위, 40-65 mm)의 유관나사를, 후방고정나사가 평균 74.2 mm (범위, 65-90 mm)의 유관나사를 사용하였다. 관절 유합술 시 골 이식은 모든 예에서 자가골 이식을 시행하였고, 이중 19예(95%)에서 근위 경골 자가골 이식, 1예(5%)에서 장골능 자가골 이식을 시행하였다. 총 20예 중 2예(10%)에서는 대퇴골두 동종골 블록을 이용하여 신연(distraction) 거골하 관

절유합술을 시행하였다.

### 1. 임상적 결과

거골하 유합술을 시행한 전체 20예의 환자에 있어서 VAS score는 술 전 평균 8.0점(3-10점)에서 술 후 최종 추시 시 평균 1.8점(0-5점)으로 감소하였다. AOFAS 기능 평가점수는 술 전 평균 45점(0-68점)에서 술 후 평균 81.6점(62-94점)으로 유의하게 향상되었다. 수술적 치료에 대한 환자 만족도는 매우 만족이 12예(60%), 만족이 7예(35%), 보통이 1예(5%)로 95%에서 만족 이상의 우수한 결과를 보였다. 수술 후 일상생활로의 복귀는 20예(100%) 모두 복귀하였으며 복귀까지의 기간은 평균 7.2개월(2-15개월)이었다(Table 1).

후방 고정술(P2)과 전후방 고정술(A1P1)의 임상적 결과의 비교분석상 VAS score는 후방 고정술의 경우 술 전 평균 8.6점(3-10점)에서 술 후 평균 1.7점(0-3점)으로 80% 감소하였고, 전방 및 후방 고정술의 경우 술 전 평균 8.4점(6-10점)에서 술 후 2.0점(1-3점)으로 76% 감소하였다. AOFAS 기능 평가점수는 후방 고정술의 경우 술 전 평균 44점(8-66점)에서 84점(69-94점)으로 43%, 전방 및 후방 고정술의 경우 술 전 평균 45.8점(0-68점)에서 80.2점(73-94점)으로 37%로, 두 군 모두 유의하게 향상하였으나 ( $p < 0.05$ ), 비교상 두 군 간에 유의한 차이는 보이지 않았다 ( $p > 0.05$ ) (Table 2).

환자 만족도는 후방 고정술의 경우 전체 7예 중 매우 만족이 6예(86%), 보통이 1예(14%)였고, 전방 및 후방 고정술의 경우 전체 13예 중 매우 만족이 6예(54%), 만족이 7예(46%)로, 후방 고정술은 86%에서 만족 이상의 결과를 보였고 전방 및 후방 고정술은 100%에서 만족 이상의 결과를 보였다. 수술 후 일상생활로의 복귀기간은 후방 고정술에서 평균 8개월(4-12개월), 전방 및 후방 고정술에서 평균 7.2개월(3-15개월)이 걸린 것으로 나타났으며 상기 두

**Table 2.** Comparison between Posterior and Anterior-Posterior Fixation Technique

	P2 Fixation technique	A1P1 Fixation technique
Number of person	7	13
VAS score average (Preop/Postop)	8.6/1.7	8.4/2.0
AOFAS score average (Preop/Postop)	44/84	45.8/80.2
Rate of more than satisfied grade in patient satisfaction (%)	86	100
Time interval of return to daily living (month)	8	7.2
Bone union at final F/U (%)	Anterior & middle facet	77
	Posterior facet	100

VAS score, visual analog scale pain score; Preop, preoperative; Postop, postoperative; AOFAS score, America orthopaedic foot and ankle society ankle-hindfoot functional scale; F/U, follow up.

군 간의 비교는 통계학적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ).

## 2. 방사선학적 결과

관절 유합의 판정은 임상적으로 고정을 실시한 관절에서의 동통이 소실되고, 주기적으로 촬영한 단순 방사선 사진 및 컴퓨터 단층촬영 검사상 거골하 관절면의 50% 이상이 골로 연속성을 이루어 소실되는 경우를 기준하였으며, 20예 모두에서 견고한 관절 유합을 이루었다.

거골하 유합술을 시행한 전체 20예의 환자들에서 최종 추시 족관절 컴퓨터 단층 촬영의 방사선학적 검사를 통해 판단한 거골하 관절 유합 여부를 판정하였다. 최종 추시 시 거골하 관절의 전방 및 후방 관절면의 골유합은 후방 고정술의 경우, 전방 관절면은 총 7예 중 5예(71%)가, 후방 관절면은 7예(100%) 모두에서 완전 골유합을 이루었고, 전방 및 후방 고정술의 경우, 전방 관절면은 총 13예 중 10예(77%)가, 후방 관절면은 13예(100%) 모두에서 완전 골유합을 이루었다. 따라서 두 관절면의 골유합은 두 군에서 유의한 차이는 없었으며 통계학적으로 유의하지 않았다( $p>0.05$ ).

## 고 찰

거골하 관절 유합술은 van Stockum이 처음 시행한 후 Wilson 등 여러 저자들이 거골하 관절 유합술에 대한 좋은 결과를 보고하였다.<sup>10)</sup> 2000년 Flemister 등<sup>11)</sup>은 거골하 유합술을 시행하면 AOFAS 기능 평가점수가 술 후 평균 74.8점까지 상승하였고 85%의 환자들이 만족해 하였다고 보고하였고, 2006년에 Ahn 등<sup>12)</sup>은 후방 고정술을 이용한 거골하 관절 유합술을 통해 AOFAS 기능 평가점수가 술 전 평균 33점에서 술 후 평균 79점으로 개선되었고 86%의 환자들이 술 후 만족하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 VAS score가 술 전 8점에서 술 후 1.8점으로 개선되었고 AOFAS 기능 평가점수는 술 전 45점에서 술 후 82점으로 향상된 양상을 보였다. 또한 수술 후 환자 만족도는 95%로서 매우 우수한 결과를 보였다.

그리고 지금까지 알려진 내고정 수단으로는 금속강선, 금속스테인플 등이 이용되어 왔으나,<sup>4,8,10,13,14)</sup> 최근에는 유관나사를 이용한 내고정술을 사용하며 이때 유도핀을 이용하여 방사선 투시 하에 가장 적절한 방향과 위치를 선택하여 고정이 가능하며, 비교적 높은 압박력을 얻을 수 있어 높은 유합률을 얻는 데 기여했다고 볼 수 있다.<sup>13,15)</sup> 그리고 Joveniaux 등<sup>6)</sup>은 거골하 관절 유합술의 결과와 직결되는

거골하 관절의 골 유합 정도는 수술 방법적인 요소에 영향을 받는다고 하였고, Lee 등<sup>17)</sup>은 내고정물의 이상적인 배열이 골 유합률을 높이는 데 큰 영향을 미친다고 보고하였다. 이러한 면에 착안하여 본 연구에서 처음 소개한 전방 및 후방 고정술(A1P1)이 후방 관절면뿐만 아니라 전방 및 중간 소관절면으로 이루어져 있는 전방 관절면을 선택적으로 추가 고정함으로써 고정력을 향상시켜 전방, 중간, 후방 소관절면으로 구성되어있는 거골하 관절을 유합하는데 있어서 후방 관절면만을 통과하여 유관나사를 삽입하는 기존의 후방 고정술 보다 생역학적으로 더욱 견고하고 우수한 고정 방법이라고 추정하였다. 본 연구에서는 기존의 후방 고정술과 새로운 전방 및 후방 고정술의 임상적 그리고 방사선학적 결과를 비교함으로써 수술 방법의 우월성을 증명하고자 하였는데 최종 추시 시 후방 관절면은 모두 관절 유합을 이루었고 전방 관절면은 A1P1군과 P2군에서 비슷한 결과를 보였으며 정상 생활 복귀 시기 또한 비슷한 결과를 보였다. 그리고 이는 통계학적으로는 유의성을 보이지 못했다. 따라서 향후 더 많은 수의 환자군에서 P2와 A1P1군 간의 비교 분석이 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

유관 나사를 이용한 거골하 관절 유합술 시 후방 관절면 고정 외에 전방 관절면을 추가로 고정한 경우 기존의 후방 관절면만 고정 하는 방법보다 생역학적으로 더욱 이상적인 고정기법이라 생각할 수 있겠다. 그러나 본 연구에서는 두 방법 간의 통계적으로 유의한 차이를 보이지 못하였다. 따라서 향후 더 많은 연구 대상에 대한 장기적 분석이 필요할 것이다.

## REFERENCES

1. Coughlin MJ, Mann RA, Saltzman CL. *Surgery of the foot and ankle. 8th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007. 1091-21.*
2. Donatto KC. *Arthritis and arthrodesis of the hindfoot. Clin Orthop Relat Res. 1998;(349):81-92.*
3. Russotti GM, Cass JR, Johnson KA. *Isolated talocalcaneal arthrodesis. A technique using moldable bone graft. J Bone Joint Surg Am. 1988;70:1472-8.*
4. Mann RA, Van Manen JW, Wapner K, Martin J. *Ankle fusion. Clin Orthop Relat Res. 1991;268:49-55.*
5. Dennyson WG, Fulford GE. *Subtalar arthrodesis by cancellous grafts and metallic internal fixation. J Bone Joint Surg Am. 1976;58-B:507-10.*
6. Joveniaux P, Harisboure A, Ohl X, Dehoux E. *Long-term results of in situ subtalar arthrodesis. Int Orthop. 2010;34:*

- 1199-205.
7. **Wülker N, Flamme C.** *Hindfoot arthrodesis.* *Orthopade.* 2010; 2:177-86.
  8. **Gosch C, Verrette R, Lindsey DP, Beaupre GS, Lehnert B.** *Comparison of initial compression force across the subtalar joint by two different screw fixation technique.* *J Foot Ankle Surg.* 2006;45:168-73.
  9. **Tuijthof GJ, Beimers L, Kerkhoffs GM, Dankelman J, Dijk CN.** *Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions.* *J Foot Ankle Surg.* 2010;3:107-16.
  10. **Hall MC, Pennal GF.** *Primary subtalar arthrodesis in the treatment of severe fractures of the calcaneum.* *J Bone Joint Surg Br.* 1960;42-B:336-43.
  11. **Flemister AS, Infante AF, Sanders RW, Walling AK.** *Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures.* *Foot Ankle Int.* 2000;21:392-9.
  12. **Ahn JH, Kim KI, Choy WS, Na KH.** *Subtalar arthrodesis using cannulated screws and morselized bone graft.* *J Korean Foot Ankle.* 2006;10:66-70.
  13. **Holt ES, Hansen ST, Mayo KA, Sangeorzan BI.** *Ankle arthrodesis using internal screw fixation.* *Clin Orthop Relat Res.* 1991;268:21-8.
  14. **Papa JA, Myerson MS.** *Pantalar and tibiototalcalcaneal arthrodesis for post-traumatic osteoarthritis of the ankle and hindfoot.* *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:1042-9.
  15. **Chiappa WA, Sydnor KH, Walter JH Jr.** *Use of the cannulated bone screw in rearfoot surgery.* *J Foot Surg.* 1989;28:333-4.
  16. **Scranron PE Jr, Fu FH, Brown TD.** *Ankle arthrodesis: a comparative clinical and biomechanical evaluation.* *Clin Orthop.* 1980;151:234-43.
  17. **Lee JY, Lee YS.** *Optimal double screw configuration for subtalar arthrodesis: a finite element analysis.* *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:842-9.