

유관 압박나사를 이용한 거골하 관절유합술

단국대학교 의과대학 정형외과학교실

이성철·정흥근·전지용·유제욱

Subtalar Arthrodesis Using the Cannulated Compression Screw

Sung-Chul Lee, M.D., Hong-Geun Jung, M.D., Ji-Yong Chun, M.D., Je-Wook Yu, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea

=Abstract=

Purpose: To analyze the overall clinical outcome, overall assessment, and patient's satisfaction rate of subtalar arthrodesis using the cannulated compression screw.

Materials and Methods: This study is based on 17 patients, 17 feet who underwent subtalar arthrodesis using the cannulated compression screw from March, 1997 to March, 2004 with at least 1 year follow-up. The average follow-up period was 33.0 months (12 to 72 months). Functional results were assessed using the American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot (AOFAS) score, and Visual Analysis Scale (VAS) pain score, patients' returning to previous occupation and patients' satisfaction rate were also evaluated.

Results: The mean AOFAS scores at final follow-up were 80.4 points (range 66-92). The satisfactory rates were as follow. Thirteen patients (76.4%) were at least satisfied with surgical result at final follow-up. Patients' VAS pain score was average 2.8 points (1-6). Fourteen (82.3%) patients returned to previous job at mean postoperative period of 11.3 months (range 3-18 months). Patients' work efficiency after returning to previous occupation was 68.7% (range 33-100%). There were 9 complications which were 3 cases of sural nerve injury, 1 case of valgus malunion, and 5 cases of the hindfoot residual pain.

Conclusion: We obtained the satisfactory functional results with relatively high patient satisfaction rate of 76%. So we conclude that subtalar arthrodesis using the cannulated compression screw is a reliable method for addressing the painful end-stage subtalar osteoarthritis and unreconstructible comminuted calcaneal fractures. However we also found out that average 11 months were necessary for patients to return to their job.

Key Words: Osteoarthritis, Malunion, Comminuted calcaneal fracture, Subtalar arthrodesis, Cannulated compression screw

• Address for correspondence

Hong-Geun Jung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Medical Center

16-5 Anseo-dong, Cheonan, Choongnam 330-715, Korea

Tel: +82-41-550-3059 Fax: +82-41-556-3238

E-mail: jungfoot@dku.edu

* 본 논문의 요지는 2004년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

거골하 관절의 손상에 의한 후족부 통증은 많은 경우에서 통증의 정도가 심하여 일상생활이나 작업 능력을 많이 저해하는 것으로 보고되어 왔다⁹⁾. 심한 거골하 관절의 통증의 원인으로는 거골이나 종골의 관절내 골절의 후유증, 외상 후 거골하 관절염 및 특발성, 퇴행성 거골하 관절염 등이

있으며^{7,9)}, 이에 약물요법, 물리치료나 보조기 착용 등으로 통증 증상의 충분한 호전이 없는 경우 거골하 관절유합술이 대표적인 치료법으로 되어왔다²¹⁾. 또 심한 종골 분쇄 골절의 관혈적 정복 후에도 거골하 관절의 잔여 통증으로 인해 결과적으로 관절유합술을 시행하는 경우가 적지 않기에 여러 저자들이 관절 재건이 불가능한 심한 종골 분쇄 골절에서 일차적 거골하 관절유합술을 주장하는 것도 사실이다^{1,2,4,15,19)}.

거골하 관절유합술은 현재까지 외고정 보다는 내고정을 주로 이용하여 왔으며, 내고정 기구로는 금속 강선, 금속 나사, 금속 스테이플 등이 이용되어 왔다^{14,17,22)}.

이에 저자들은 관절내 종골 골절의 후휴증 및 외상 후 거골하 관절염으로 심한 후족부 통증을 호소하는 경우에서 유관 압박나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행한 환자들에 대해서 임상적 양상, 전반적인 기능평가, 환자 만족도 및 내고정물로의 유관나사의 유용성 등에 대해 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1997년 3월부터 2004년 3월까지 본원에서 유관 압박나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행받은 총 23명 24예에서 최소 1년 이상 추시 가능하였던 17명 17예(70.8%)의 환자들을 대상으로 하였다. 환자 17명 중 15명이 남자이었고,

고, 우측이 6예(35.2%), 좌측이 11예(64.8%)이었다. 수술 당시의 평균 나이는 38.6세(22-55세)이었으며, 추시 기간은 평균 33.0개월(12-82개월)이었다. 17예의 환자들 중 직업은 육체 노동자가 14예, 사무직이 2예, 무직이 1예 등이었다. 수상 기전은 낙상이 12예(70.6%)로 가장 많았으며, 이외에 교통사고가 2예(11.8%), 심한 염좌가 2예(11.8%), 직접 손상이 1예(5.8%)이었다. 17예 모두 외상과 관련이 있었는데 술 전 진단으로는 관절내 종골 분쇄골절로 관혈적 정복과 함께 일차적 거골하 관절유합술을 시행한 경우가 7예(41.2%), 종골 골절 후 거골하 관절내 부정유합이 4예(23.5%), 외상성 거골하 골관절염이 6예(35.3%)이었다. 외상성 거골하 골관절염이 발생한 6예 중 4예는 관절내 종골 골절이 원인이었으며, 2예는 후족부 염좌 및 좌상이 원인이었다(Table 1).

관절내 종골 분쇄골절로 관혈적 정복과 함께 일차적 거골하 관절유합술을 시행한 경우에 컴퓨터 단층촬영(Computed tomography) 검사를 이용한 Sanders 종골 골절 분류²⁰⁾ 상 7예 중 6예가 제4형에 포함되었으며, 1예는 제3형이었다. 종골 골절 후 부정유합에 의한 통증으로 거골하 관절유합술을 시행한 4예는 Stephens와 Sanders의 종골 부정유합의 분류²⁴⁾ 상 2예가 1형, 2예가 2형에 해당되었다. 상기 부정유합 4예 중 3예는 수상 후 일차적으로 석고붕대 고정이나 축성 금속핀 고정술로 치료한 경우이었다. 외상성 거골하 관절염으로 거골하 관절 유합술을 시행한 6예 중 3예는 일차적 원인인 종골 골절에 대해 석고붕대 고정이나, 핀 고정술 등

Table 1. Demograph data of patients

No.	Sex/Age	Diagnosis	Operation	F/Uperiod [†] (months)	AOFAS score	Patient's satisfaction	Post-Op VAS score	Return to work (months)	Complication
1	M/44	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° [§] arthrodesis	60	70	With minor reservation	4	18	Sural N. inj.
2	M/26	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	55	66	Dissatisfied	4	12	
3	M/32	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	24	81	With minor reservation	1	12	Sural N. inj.
4	M/33	Intraarticular malunion	Subtalar arthrodesis	58	76	With minor reservation	6	13	Residual pain
5	M/43	ST OA [‡]	Subtalar arthrodesis	52	72	Very satisfied	1	12	Malunion
6	M/55	Intraarticular malunion	Subtalar arthrodesis	36	75	With minor reservation	3	11	Residual pain
7	M/44	Intraarticular malunion	Subtalar arthrodesis	41	81	Very satisfied	1	11	Residual pain
8	M/40	ST OA	Subtalar arthrodesis	48	81	With major reservation	3	12	Sural N. inj.
9	M/50	Intraarticular malunion	Subtalar arthrodesis	38	77	With major reservation	3	impossible	
10	M/31	ST OA	Subtalar arthrodesis	82	73	Very satisfied	1	12	Residual pain
11	F/42	ST OA	Subtalar arthrodesis	12	79	Very satisfied	4	11	Residual pain
12	M/42	ST OA	Subtalar arthrodesis	12	75	Very satisfied	4	3	
13	M/43	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	12	80	Very satisfied	2	5	
14	F/22	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	12	92	Very satisfied	2	12	
15	M/40	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	12	82	With minor reservation	3	12	
16	M/26	Calcaneal fracture	ORIF* & 1° arthrodesis	12	74	With major reservation	3	12	
17	M/42	ST OA	Subtalar arthrodesis	18	86	With minor reservation	3	12	

*ORIF; open reduction and internal fixation, [†]F/U; Flow-Up, [‡]ST OA; subtalar osteoarthritis, [§]1°; primary; ^{||}Sural N; inj.; sural nerve injury.

비관혈적 방법으로 치료하였다.

2. 수술 방법 및 술후 처치

수술 방법으로 단순 거골하 관절유합술은 족근 동 접근법을 이용하였다. 족근 동 전방 경계부터 외과 하방 침전까지 약 3cm 정도의 절개를 시행하여 심부 근막까지 연장한 후 골막하 박리를 시행하여 족근 동을 노출시켰다. 골겸자(rongeur)를 이용하여 족근 동 사이에 있는 인대 및 연부조직을 모두 제거한 후 판펼치개(lamina spreader)를 이용하여 거골하 관절을 벌린 후 관절면의 연골을 치즐(chisel) 및 큐렛(curet)을 이용하여 모두 제거하였다. 그 후 방사선 투시하에 유도핀을 종골 조면의 비체중 후하방 부위의 중앙으로부터 삽입하여 거골하 관절 후방 소관절(posterior facet)의 전후 중간을 관통하여 거골 경부의 내측의 거골 원개까지 삽입하여, 후방 소관절의 최대 압박을 얻도록 하였다. 이상적인 고정위치를 위하여 경골과 종골의 배열은 5도 외반위 치료 하였고, 경골-후족부의 축성 정렬(axial alignment)은 경골 간부의 능선과 족부의 제 2열을 같은 정렬상에 배열시켰다. 방사선 투시하에 유도핀과 거골하 관절의 만족스러운 배열과 위치로 결정된 후, 유도핀을 통해 유관나사를 삽입한 후 압박 고정을 시행하였다. 연골하골의 결손이 심한 경우 골 이식술을 시행하였다. 그 후 절개부위 피부 및 피하 연부 조직을 봉합한 후 압박 붕대와 단하지 부목을 시행하였다(Fig. 1).

종골의 관절내 분쇄 골절이 심하여 거골하 관절면 정복이 불가능하거나 정복 후에도 장기적으로 거골하 관절통이 예견되는 경우에는 거골하 관절 연골의 제거, 종골 골절의

관혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정을 시행 후 유관나사를 이용하여 일차적 거골하 관절유합술을 시행하였다. 피부절개는 광범위 외측 접근법을 이용하여 종골의 외측에 'Y'형의 절개선을 시행한 후 골막까지 접근하였다. 그 후 비골건을 배측으로 당긴 후 종골 골절 부위를 노출시켰다. 종골 골절부위를 일반적인 방법으로 종골의 높이와 넓이를 복원하면서 정복한 후 금속판과 나사를 이용하여 고정을 시행하였다. 상기 동일한 방법으로 거골하 관절면의 연골을 모두 제거한 후 방사선 투시하에 유관나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행하였다. 골절시의 종골의 함몰과 결손 등에 따라 골이식을 시행하였다(Fig. 2). 수술 후 처음 6주간은 단하지 석고붕대 고정하에 체중부하를 금지하였고, 다음 6주간은 단하지 석고붕대 고정 상태에서 부분 체중부하를 시행하였다. 술 후 12주부터 석고붕대를 제거한 후 전 체중 부하와 족관절 운동을 시행하였다.

3. 술후 기능적 평가 및 환자 만족도

환자의 전반적인 평가에는 미국족부정형외과학회 족관절-후족부 기능평가기준(American Orthopaedic Foot and Ankle Society Ankle-Hindfoot Functional Scale, AOFAS), 시각 상사 척도 동통 점수(Visual Analogue Scale Pain score), 술 후 직장 복귀 여부와 시기, 환자 만족도 등을 분석하였다. AOFAS 기능 평가기준¹³⁾은 통증 영역에 40점, 기능 영역에 50점, 족관절-후족부의 정렬에 10점 등 총 100점으로 구성되어 있으나, 본 대상 등은 모두 거골하 관절을 유합함에 따라 내외반 관절 운동범위는 소실되어 평가점수 만점은 94점으로 하였다. 그리고 AOFAS 기

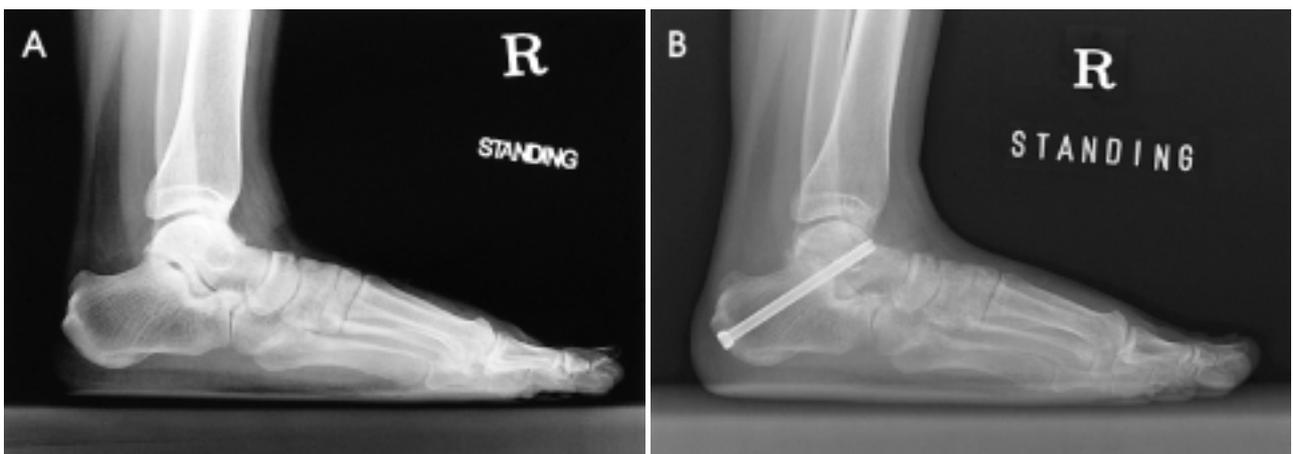


Figure 1. A 42-year-old female developed right subtalar joint pain after motor vehicle accident. (A) Initial preoperative radiograph shows subtalar arthritis. (B) This postoperative 13 months radiograph after subtalar arthrodesis internally fixed with 6.5 mm cannulated screw.



Figure 2. A 22-year-old male sustained intraarticular calcaneal fracture from a 12 m fall. (A) Previous operative photograph of lateral (B) Semicoronal image of CT scan shows Sanders' type IV (C) This radiograph shows 12 months after open reduction with internal fixation with plate and primary subtalar arthrodesis with a 6.5 mm cannulated screw across the subtalar joint.

능 평가점수를 각각 94-85점을 우수(excellent), 84-75점은 양호(good), 74-65점은 보통(fair), 64점 이하를 불량(poor)으로 임의적으로 구분하여 정의하였다. 환자의 수술에 대한 만족도의 분석은 매우 만족(very satisfied), 만족(satisfied with minor reservation), 보통(satisfied with major reservation), 불만족(dissatisfied)등 4가지로 나누어 평가하였다.

술 전 진단으로 나는 3개 군의 비교 평가를 위해 AOFAS 기능 평가점수의 통계 처리는 비모수 검정 방법인 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 $p < 0.05$ 를 통계학적으로 유의한 수준으로 하였다. AOFAS 기능 평가점수의 각 영역의 영향 평가를 위해서는 선형회귀분석을 이용하여 통계학적으로 처리하였으며, $p < 0.01$ 를 유의한 수준으로 하여 평가하였다.

결 과

유관나사는 직경 6.5 mm 크기의 유관나사를 8예(47.0%), 7.0 mm를 9예(53.0%)에서 사용하였다. 14예에서 1개, 2예

에서 2개의 유관나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행하였고, 유관나사의 길이는 평균 77.9 mm (65-90 mm) 이었다. 골 이식은 11예(64.7%)에서 동종 골 이식을 시행하였다. 관절유합의 판정은 임상적으로 거골하 관절 동통이 소실되고, 술 후 최종 촬영한 단순 방사선사진상 거골하 관절면의 50% 이상이 골유합에 의해 소실되어있는 경우로 정의하였는데 불유합 예는 없었다.

최종 추시상 AOFAS 기능 평가점수는 평균 80.4점 (66-92)이었으며, 우수는 5예(29.4%), 양호는 8예(47.1%), 보통은 4예(23.5%)로 양호이상인 13예(76.5%)이었다. AOFAS 기능 평가점수 중 통증 영역은 평균 32.4점, 기능 영역은 평균 39.0점, 족관절-후족부 정렬 영역은 평균 9.7점이었으며, 100점 만점으로 환산한 경우는 기능 영역이 가장 저조하였다. 그리고 각 영역이 전체 AOFAS기능 평가에 미치는 영향을 분석하였는데, 각각의 영역 중 통증 영역이 다른 두 영역에 비하여 가장 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, 이는 통계학적으로 의미가 있었다($p < 0.01$) (Table 2).

Table 2. Statistical comparison among the three fields in the AOFAS score

	Regression coefficient (95% confidence interval)	Significant probability	Lower limit value	Upper limit value
Pain	1.057	.000	.797	1.317
Function	.913	.003	.366	1.461
Alignment	.920	.141	-.350	2.190

Table 3. Satisfaction of patients

Rate of satisfaction	Number of patients (%)
Very satisfied	7 (41.1)
Satisfied with minor reservation	6 (35.3)
Satisfied with major reservation	3 (17.7)
Dissatisfied	1 (5.9)
Total	17 (100)

환자 만족도는 매우 만족이 7예(41.1%), 만족이 6예(35.3%), 보통이 3예(35.3%), 불만족이 1예(5.9%) 등 76.4%에서 만족 이상의 양호한 결과를 보였다. 최종 VAS 동통점수는 추시상 평균 2.8점(1-6)이었다(Table 3).

17예 중 16예(94.1%)에서 평균 11.3개월(3-18개월)만에 직장에 복귀하였다. 복귀 후 작업능력 정도는 수상 전의 평균 68.7%(33-100%)이었다. 복귀한 16명 중 2명은 작업의 강도가 낮은 직종으로 변경하였으며, 복귀 못한 1명은 척추 동반손상으로 직장복귀를 못하였다

관절내 종골 분쇄골절로 관혈적 정복과 함께 일차적 거골하 관절유합술을 시행한 경우의 7예의 AOFAS 점수는 77.9점, 우수는 1예(14.4%), 양호는 3예(42.8%), 보통은 3예(42.8%)로 양호 이상이 57.2% 이었다. 거골하 관절 부정유합 4예의 AOFAS 점수는 평균 78.3점, 우수는 1예(25.0%), 양호는 2예(50.0%), 보통은 1예(25.0%)로 양호 이상이 75.0%이었다. 외상성 거골하 골관절염이 6예의 AOFAS 점수는 85.0점, 우수는 3예(50.0%), 양호는 3예(50.0%)로 양호 이상이 57.1% 이었다. 각 군의 AOFAS 점수는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 술 후 합병증으로 비복신경 손상이 3예, 외반 부정유합이 1예, 거골하 관절의 잔여 통증이 5예 있었다. 비복신경 손상의 증상을 호소한 3예는 물리치료 및 약물치료만으로 증상이 호전되었다. 그리고 거골하 부정유합 1예는 종골이 외반되어 수술 후 7개월에 교정적 종골 절골술을 시행하여 만족스러운 결과를 얻었다.

고찰

여러 가지 치료에도 불구하고 종골 골절 후의 결과는 골절의 유형과 초기 탈구, 종골 후방 관절면의 상태 등에 많은 영향을 받는 것으로 보고되었다^{3,20}. 또한 외상후 통증을 동반하는 거골하 관절염의 발생도 종골 후방 관절면의 분쇄 정도가 가장 중요 원인 인자라는 것으로 Sanders²⁰ 등은 서술하였다. 종골 후방 관절면에 심한 손상을 받은 종골 골절에서는 거골하 관절면이 복원되더라도 많은 경우에서 동통을 동반하는 거골하 관절염이 이차적으로 발생한다고 하였다¹⁶.

거골하 관절유합술은 van Stockum이 처음 시행한 후 Wilson 등 여러 저자들이 거골하 관절유합술에 대한 좋은 결과를 보고하였다⁹. 또한 Dick은 조기 거골하 관절유합술이 심한 종골 골절 치료에서 제일 좋은 방법이라고 보고하였으며, 이후 급성 종골 골절시 조기 거골하 관절유합술에 대한 성공적인 결과들이 보고되었다^{8,9,18}. 그리고 이제까지 알려진 내고정 수단으로는 금속강선, 금속나사, 금속 스테이플 등이 이용되어져 왔으나^{11,14,17,22,23}, 유관나사^{6,25}를 이용한 내고정술은 고정하고자 하는 관절의 연골면을 제거하여 압박 내고정하기에 최소한의 골절제로 족관절 및 족부의 정상적 외모를 유지할 수 있다는 장점이 있다^{6,11}. 또한 유관 압박나사의 고정은 유도핀을 이용하여 방사선 투시하에 가장 적절한 위치를 기술적으로 용이하게 선택할 수 있으며 큰 압박력을 얻을 수 있어 높은 유합률을 얻는데 도움이 된다는 장점이 있다⁶.

Chiappa 등⁶에 의하면 후족부 관절 고정술시 유관 나사의 사용이 다른 내고정 기기를 사용했을 때보다 기술적으로 쉽고 수술 시간을 줄일 수 있다고 하였으며, Hewchuck 등¹⁰은 후족부 관절 고정술시 유관나사의 사용이 다른 내고정 기기보다 더욱 견고한 고정을 얻었다고 보고하였다. 본 연구에서도 치료 후 거골하 관절 통증을 야기할 것으로 예상되는 심한 관절내 분쇄 종골 골절과 종골 골절 후 부정유합이 발생하여 거골하 관절 통증을 동반한 예 및 종골 골절 후 동통을 동반하는 외상성 거골하 골관절염의 예에서 유관나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행하였다.

종골 골절 후의 거골하 관절 유합술에 대한 타 문헌들의 AOFAS 기능 평가점수와 만족도 등은 저자들의 결과와 매우 유사한 결과를 보였다^{1,2,4,5,8,21}. Amendola 등¹은 종골 골절 후 보존적 요법을 받은 후 후족부에 통증을 호소하는 15명의 환자를 대상으로 거골하 관절유합술과 함께 천장골 골이식을 시행하여 73%에서 만족 이상의 결과를 얻었다. Bednarz 등²은 29예의 거골하 관절유합술을 시행후 96%에

서 만족 이상의 결과를 얻었다. 또 Buton 등⁴⁾은 종골 골절의 후유증으로 인하여 통증이 생긴 13예에서 거골하 유합술을 시행하여 AOFAS 평가 기준상 76.1점, 84%에서 만족 이상의 결과를 얻었다. 그리고 Flemister⁸⁾은 본 연구와 같이 종골 골절 후의 3군의 환자군으로 나누어 80예에서 거골하 관절 유합술을 시행하여 비교 분석하였으며 AOFAS 기능 평가는 평균 75점이었고 산재 환자들에서 임상적 결과가 더 나쁜것으로 보고하였다. 술 전 진단으로 나눈 3개 군의 비교 평가는 연구 대상이 적어 비모수 검정 방법인 Kruskal-Wallis 검정을 이용하였으나, 앞으로는 더 많은 대상에 대한 분석이 필요할 것으로 사료된다.

거골하 관절유합술을 받은 후 직업 복귀 여부에 대해서는 Myerson¹⁶⁾은 종골 골절 후 조기 거골하 관절유합술을 받은 환자들 중 80%가 9개월 이내에 직업에 복귀했다고 보고 하였으며, 정 등¹²⁾은 조기 거골하 관절유합술을 시행한 18예 중 13예(72.2%)에서 1년 이내에 직업복귀가 가능하였다고 하였다. Flemister⁸⁾의 연구에서는 산재와 비산재의 환자군 중에서 산재의 임상결과와 만족도가 더 낮은 것으로 발표하였다. 그러나 본 연구에서는 1예를 제외한 전 예에서 본인 부담 보험이 아니었기에 보험에 따른 환자들의 임상적 결과를 비교할 수는 없었다.

술 후 합병증으로 거골하 외반 부정유합이 1예에서 있었는데, 술 후 7개월에 교정적 종골 절골술을 시행하여 재유합을 얻었다. 본 부정유합은 유관나사를 한 개만을 사용하여 고정하는 경우에서 관절유합의 지연시 종골의 내외반 회전변형을 제한하기 어려우므로 2개 이상의 나사로 고정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 거골하 관절의 잔여 통증의 5예는 방사선학적으로 완전 유합 소견을 보였었으며, 약물 치료 등의 보존적 요법에 호전되었다. 이는 대부분의 환자들이 양반다리 자세를 취할 때 불편함을 호소하여 운동 생활을 하는 한국생활 습관에서 야기되는 문제라고 사료되었다.

결 론

본 연구를 통해 유관 나사를 이용하여 거골하 관절유합술을 시행한 후 대부분에서 양호 이상의 결과를 보였고, 이는 이전의 보고들과 유사한 수준의 결과를 보였다. 따라서 동통을 동반하는 외상성 거골하 골관절염, 종골 골절의 관절내 부정유합 및 재건이 불가능한 심한 관절내 종골 분쇄 골절에 있어서 거골하 관절유합술은 매우 유용한 수술법임을 확인할 수 있었다. 그러나 수술 시 발생할 수 있는 합병증과 환자의 직업 복귀의 지연 등에 대하여는 충분한 이해

가 있어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Amendola A and Lammens P: Subtalar arthrodesis using interposition iliac crest bone graft graft after calcaneal fracture. *Foot Ankle Int*, 17: 608-614, 1996.
- 2) Bednarz PA, Beals TC and Manoli A: Subtalar distraction bone block fusion: an assessment of outcome. *Foot Ankle Int*, 18: 785-791, 1997.
- 3) Bezes H, Massart P, Delvaux D, Fourquet JP and Tazi F: The operative treatment of intraarticular calcaneal fractures. Indications, technique, and results in 257 cases. *Clin Orthop*, 290: 55-59, 1993.
- 4) Burton DC, Olney BW and Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int*, 19: 197-202, 1998.
- 5) Chan SC and Alexander IJ: Subtalar arthrodesis with interposition tricortical iliac crest graft for late pain and deformity after calcaneus fracture. *Foot Ankle Int*, 18: 613-615, 1997.
- 6) Chieppa WA, Sydnor KH and Walter JH: Use of the cannulated bone screw in rearfoot surgery. *J Foot Surg*, 28: 333-334, 1989.
- 7) Donatto KC: Arthritis and arthrodesis of the hindfoot. *Clin Orthop Relat Res*, 349: 81-92, 1998.
- 8) Flemister AS, Infante AF, Sanders RW and Walling AK: Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int*, 21: 392-399, 2000.
- 9) Hall MC and Pennal GF: Primary subtalar arthrodesis in the treatment of severe fractures of the calcaneum. *J Bone Joint Surg*, 42-B: 336-343, 1960.
- 10) Hewchuck A, Goldman F and Wargon C: The Herbert cannulated bone screw in rearfoot arthrodesis. *J Foot Ankle Surg*, 33: 266-270, 1994.
- 11) Holt ES, Hansen ST, Mayo KA and Sangeorzan BJ: Ankle arthrodesis using internal screw fixation. *Clin Orthop*, 268: 21-28, 1991.
- 12) Jeong HY, Seoh MS and Kim SC: Early Subtalar Fusion through Posterior Approach for severe Calcaneal Fractures involving Subtalar Joint. *J Korean Orthop Assoc*, 17: 1157-1163, 1982.
- 13) Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS and Sanders M: Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, 18: 187-188, 1997.
- 14) Mann RA, Van Manen JW, Wapner K and Martin J: Ankle fusion. *Clin Orthop*, 268: 49-55, 1991.
- 15) Myerson M and Quill GE: Late complications of fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg*, 75-A: 331-341, 1993.

- 16) **Myerson MS:** *Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted fractures of the calcaneus.* *Orthop Clin North Am*, 26: 215-227, 1995.
- 17) **Papa JA and Myerson MS:** *Pantalar and tibiotalo-calcaneal arthrodesis for post-traumatic osteoarthritis of the ankle and hindfoot.* *J Bone Joint Surg*, 74-A: 1042-1049, 1992.
- 18) **Pennal GF and Yadav MP:** *Operative treatment of comminuted fractures of the Os calcis.* *Orthop Clin North Am*, 4: 197-211, 1973.
- 19) **Sanders R:** *Intra-articular fractures of the calcaneus: present state of the art.* *J Orthop Trauma*, 6: 252-265, 1992.
- 20) **Sanders R, Fortin P, DiPasquale T and Walling A:** *Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification.* *Clin Orthop*, 290: 87-95, 1993.
- 21) **Scranton PE:** *Results of arthrodesis of the tarsus: talocalcaneal, midtarsal, and subtalar joints.* *Foot Ankle*, 12: 156-164, 1991.
- 22) **Scranton PE, Fu FH and Brown TD:** *Ankle arthrodesis: a comparative clinical and biomechanical evaluation.* *Clin Orthop*, 151: 234-243, 1980.
- 23) **Sowa DT and Krackow KA:** *Ankle fusion: a new technique of internal fixation using a compression blade plate.* *Foot Ankle*, 9: 232-240, 1989.
- 24) **Stephens HM and Sanders R:** *Calcaneal malunion: results of a prognostic computed tomography classification system.* *Foot Ankle Int*, 17: 395-401, 1996.
- 25) **Thordarson DB, Markolf K and Cracchiolo A:** *Stability of an ankle arthrodesis fixed by cancellous-bone screws compared with that fixed by an external fixator. A biomechanical study.* *J Bone Joint Surg*, 74-A: 1050-1055, 1992.