

족관절 기능과 증상을 중심으로 평가한 경골 원위부 골절에서의 금속정 치료 결과

국립의료원 정형외과

김병민 · 배서영 · 노재영

The Function and Symptoms of Ankle Joint in the Distal Tibial Fractures Treated by Nailing

Byoung-Min Kim, M.D., Su-Young Bae, M.D., Jae-Young Roh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate the safety and prognostic factors of intramedullary nailing of distal tibia fractures in terms of function and symptoms of the ankle joint.

Materials and Methods: We retrospectively analyzed 22 distal tibial fractures with intramedullary nailing. The mean duration of follow-up was 43 months. We reviewed medical records to describe each case. We measured radiographic parameters such as fracture configuration, arthritic change of the ankle joint and status of reduction. We also assessed clinical results by AOFAS ankle hind foot scoring system, degree of pain by VAS and range of motion to find out prognostic factors for functional result of the ankle joint.

Results: Bone healing was obtained in all cases without any wound complications. Mean AOFAS ankle score was 94. There were 4 cases with mild (VAS<3/10) ankle pain and 2 cases with mild limitation of ankle motion. The comminution of fracture had a significant relationship with delayed angular deformity of ankle joint ($p=0.032$). There was no other significant parameter affecting ankle joint function except the location of nail-end.

Conclusion: Intramedullary nailing in distal tibia fracture is a safe and effective procedure. But further study may need to evaluate the relationship between the position of nail-end and the function of ankle joint.

Key Words: Distal tibia fracture, Intramedullary nailing, Function and symptom of ankle joint

서 론

• Address for correspondence

Su-Young Bae, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center,
Euljiro 243, Jung-gu, Seoul, 100-799, Korea

Tel: +82-2-2260-7192, 7198 Fax: +82-2-2278-9570

E-mail: osnmc@yahoo.co.kr

* 본 논문의 요지는 2007년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

경골 원위부 골절은 주위의 연부 조직이 적고 또한 족관절과 인접해 있어 치료가 어렵고 치료 후에도 운동 장애나 관절 통증 등 합병증의 발생 가능성이 있다¹³⁾. 골절의 치료 방법으로 사용되어온 방법들 중 골수강 내 금속정 삽입술은 골절 부위의 연부 조직 손상을 최소화 할 수 있다는 장점이 있으나 골절 원위부가 짧아 견고한 고정을 얻기가 어려워

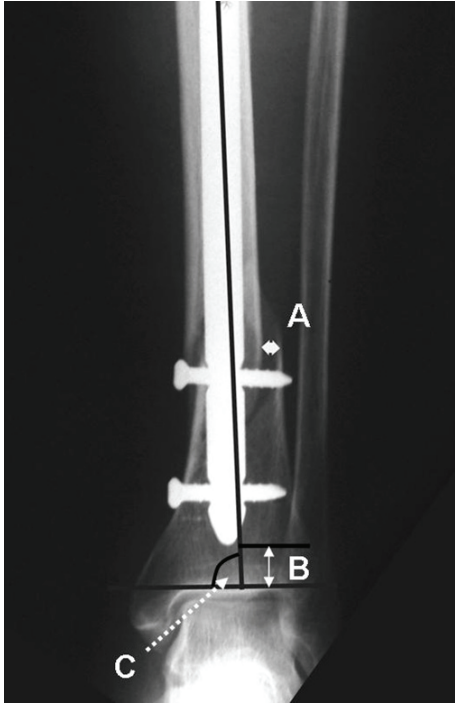


Figure 1. Measurement of radiologic parameters: reduction gap of fracture fragments (A), distance from the nail-end to the plafond (B), anatomical medial distal tibial angle (C).

이로 인한 부정 유합이나 원위 교합 나사의 파손 또는 관절 내로 골절선의 연장으로 인한 추가적인 관절 손상 등이 우려되어 그 사용이 제한되어 왔다^{11,13,18,21)}. 그러나 점차 골수강내 금속정 삽입술의 적용 범위가 근위부 또는 원위부의 경골 골절까지 넓어지고 있는 추세이며 최근에는 이 방법으로 경골 원위부 골절을 치료하여 양호한 결과들을 보고하고 있다^{7,11,17-19)}. 하지만 기존의 보고들에선 족관절의 기능과 증상에 관한 상세한 기술이 부족하여 저자들은 골수강 내 금속정으로 치료한 경골 원위부 골절에서 족관절의 기능과 증상을 중심으로 결과를 후향적으로 분석하여 이 치료방법의 안전성을 검증하고 족관절에 영향을 미치는 예후인자를 찾아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2002년 4월부터 2005년 10월까지 본원에서 족관절 5 cm 이내를 침범한 경골 원위부 골절로 골수강 내 금속정 삽입술로 치료했던 25예 중 2년 이상 추시 가능하였던 22예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 43개월(범위: 24~65개월)이었다.

2. 연구 방법

첫째, 22예 환자의 의무 기록을 조사하였다. 연령, 성별, 수상 원인을 추락 및 교통사고 등의 고에너지 손상과 넘어 지거나 직접 외력에 의한 저에너지 손상으로 나누어 기록하였다. 또한 수술 과정에서 확공 여부에 따라 두 그룹으로 나누어 기록하였으며 수술 후 고정 기간을 조사하여 4주 이내, 4~6주, 6~8주로 나누어 기록하고 체중 부하 허용 기간을 조사하였다. 수상 당시 개방창 등 연부조직 손상 여부, 수술에서 수술까지의 시간 또한 조사하였다.

둘째, 22예 환자의 수상 직후, 수술 직후, 최종 추시 단순 전후면 및 측면 방사선 사진에서 단순 골절 또는 분절, 분쇄 골절 등의 골절 양상, 족관절로부터 원위 골절선까지의 거리, 비골 골절 유무, 수술 후 족관절의 퇴행성 변화, 술 후 골절면 사이의 간격으로 측정된 골절면의 정복 정도를 2 mm 이하의 군과 2 mm를 초과하는 군으로 나누었다. 그리고 원위 교합 나사의 삽입 형태(2개 또는 3개의 원위 교합 나사 삽입), 족관절로부터 금속정 말단까지의 거리로 본 금속정 말단의 위치, 해부학적 내측 원위 경골각(A-MDTA: anatomical medial distal tibial angle)을 측정하여 족관절의 정렬을 측정하였으며 수술 직후 족관절 정렬과 최종 추시상의 족관절 정렬의 차이를 측정하여 지연성 각변형을 측정하였다(Fig. 1). 또한 골유합 시기와 불유합 또는 부정 유합 등의 합병증을 관찰하였다. 골유합의 판정은 방사선적으로 경골의 전후, 측면 사진상에서 가골의 성숙이 골절면의 3/4 이상 폐쇄된 경우로 하였다.

셋째, 임상적 결과의 평가를 위해 최종 추시상 족관절의 전반적 기능을 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가표(AOFAS ankle-hindfoot scale)를 이용하여 측정하였으며 통증의 정도는 10 point VAS (visual analogue scale)¹⁾를 이용하여 0은 통증 없음, 1-3은 경도의 통증, 4-6은 중등도의 통증, 6-10은 심한 통증으로 분류하였으며 족관절의 운동 제한 여부를 4단계로 평가하였다. 각 단계는 운동 제한이 없을 경우 등급 0, 쪼그려 앉기 또는 무릎 꿇기에서 불편이 있는 경우 등급 1, 계단 오르내리기 또는 엎드리기에서 불편이 있는 경우 등급 2, 계단 오르내리기와 엎드리기 모두 불편이 있는 경우를 등급 3로 평가하였다.

3. 분석 방법

예후 인자를 알아보기 위하여 족관절의 고정 기간, 골절

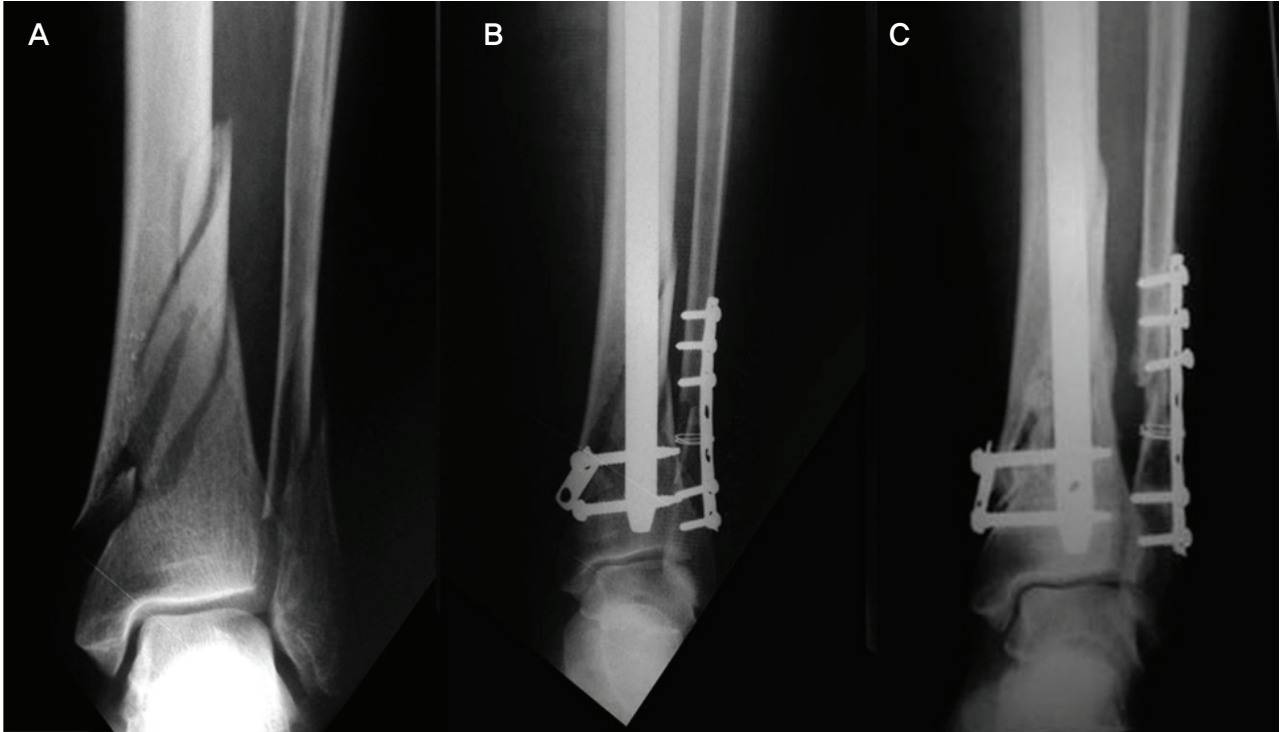


Figure 2. (A) Preoperative radiograph shows distal tibial segmented fracture and distal fibular fracture. (B) Immediate postoperative radiograph shows valgus angulation (99°) of anatomical medial distal tibial angle. (C) Postoperative 5 months radiograph shows normal (92°) anatomical medial distal tibial angle.

양상, 족관절의 퇴행성 변화, 원위 교합 나사의 삽입 형태, 지연성 각변형, 확공 여부, 골절편의 정복 정도, 최종 추시상의 족관절 정렬과 족관절의 기능 및 증상과의 관계를 ANOVA ($p < 0.05$) 및 Independent *T*-test ($p < 0.05$)를 이용하여 분석하였고 족관절로부터 원위 골절선까지의 거리, 골절편의 정복 정도, 근육성 말단의 위치와 족관절의 기능 및 증상과의 관계를 Spearman correlation ($p < 0.05$)을 이용하여 분석하였다. 또한 골절 양상이 지연성 각변형에 미치는 영향에 대해서는 Independent *T*-test를 이용하여 분석하였다. 각각의 통계학적 분석에는 SPSS (SPSS Inc, v 13.0)을 이용하였다.

결 과

1. 의무 기록의 조사

평균 연령은 51세(범위: 21~78세)였으며 비교적 고른 연령 분포를 보였다. 성별 분포는 남자 12예, 여자 10예였으며 수상 원인은 교통사고 4예, 추락사고 1예로 고에너지 손상이 5예였으며, 넘어져서 수상을 경우 15예, 직접 외상 2예로 저에너지 손상이 17예였다. 또한 개방성 골절은 1예

로 Gustilo와 Anderson⁵⁾의 분류상 제 II형에 해당하였다. 수상 후 수술까지의 기간은 개방성 창상 및 동반 손상의 유무, 환자의 전신 상태에 따라 결정하였으며 평균 2일(범위: 0~7일)에 시행하였다. 수술 당시 14예에서 확공을 시행하였으며, 8예에서는 시행하지 않았다. 술 후 족관절의 평균 고정 기간은 6주(범위: 4~8주)로써 고정 기간이 4주 이내였던 군은 3예, 4~6주였던 군은 14예, 6~8주였던 군은 5예였으며 체중 부하는 평균 4.4주(범위: 4~6주)에 시작하였다.

2. 방사선학적 측정

골절의 양상은 사선 또는 나선형의 단순 골절이 16예, 분절 또는 분쇄 골절이 6예였으며, AO 분류에 따른 골절의 형태는 A1.1형 3예, A1.2형 11예, A1.3형 2예, B1.2형 3예, B1.3형 1예, C3.1형 2예였고 이중 3예는 골절선이 족관절을 침범하였다. 족관절로부터 가장 원위부에 위치한 골절선까지의 평균 거리는 34 mm(범위: 0~50 mm)였으며 전 예에서 비골 골절을 동반하였고 이중 비골 골절이 원위부에 위치하여 족관절의 불안정성이 예상되는 3예에서 2예는 금속판을 1예는 Ender 정을 이용하여 비골을 고정하였다.

Table 1. Each Grouping Parameter and Statistical Analysis

	No. of cases	Mean AOFAS (range)	p-value*	Mean VAS (range)	p-value*
Immobilization			0.254		0.728
4 wks	3	90.3 (89~91)		0	
4~6 wks	14	95.1 (81~100)		0.6 (0~3)	
6~8 wks	5	93.4 (85~97)		0.6 (0~3)	
Fracture type			0.072		0.200
segmental	6	90.0 (85~100)		0.3 (0~3)	
nonsegmental	16	95.6 (81~100)		1.0 (0~3)	
Arthritic change			0.086		0.584
arthritis	9	91.5 (81~100)		0.6 (0~3)	
no arthritis	13	95.8 (85~100)		0.5 (0~3)	
Distal locking screws			0.709		0.448
2 screws	13	95.3 (85~100)		0.4 (0~3)	
3 screws	9	93.2 (81~100)		0.7 (0~3)	
Delayed angular change (degrees)			0.422		0.055
<3 (mean:1.4)	13	89 (87~91)		0.6 (0~3)	
3~5 (mean:3)	1	87		3	
>5 (mean:7)	1	91		0	
Reaming			0.384		0.109
reamed	14	95.1 (85~100)		0.2 (0~3)	
unreamed	8	92.4 (81~100)		1.0 (0~3)	
Status of reduction by gap (mm)			0.446		0.624
≤ 2	13	94.4 (85~100)		0.5 (0~3)	
> 2	9	93.7 (81~100)		0.6 (0~3)	
Ankle alignment at last follow up			0.304		0.209
within normal range (mean : 90.1°)	18	94.7 (81~100)		0.4 (0~3)	
Valgus alignment (mean : 94.5°)	4	91.3 (85~100)		0.8 (0~3)	

*Statistical significance by ANOVA or T-test.

수술 전 방사선 사진에서 족관절의 퇴행성 변화를 보인 예는 9예로서 전례에서 수술 후 추시 기간 동안 족관절의 퇴행성 변화가 진행되거나 새로이 발견된 경우는 없었다. 수술 직후 골절편의 정복 정도는 평균 2.5 mm(범위: 0~5 mm)로 2 mm 이내의 정복을 보인 군은 13예, 2 mm를 넘는 군은 9예였다. 골절면의 안정성을 유지하기 위하여 13예에서 2개, 9예에서 3개의 원위 교합 나사를 삽입하였다. 족관절에서 금속정 말단까지의 평균 거리는 9 mm(범위: 2~22 mm)였다.

수술 직후 측정된 해부학적 내측 원위 경골각과 최종 추시 상의 해부학적 내측 원위 경골각 사이의 평균 변화는 1.3°(범위: 0~7°)였으며 수술 직후에 비해 외반 변형은 8 예, 내반 변형은 7예였다(Fig. 2). 최종 추시 상 해부학적 내측 원위 경골각은 평균 90.9°(범위: 86~97°)로 4예의 경미한 외반 변형(범위: 93~97°)을 제외하고는 전 예에서 정상 범위에 해당하였다. 골 유합의 평균 시기는 19.5주(범위: 12~40주)로 전 예에서 특별한 연부조직의 합병증 없이

골 유합을 이루었다. 추시 중 단 1예의 골질이 저하된 환자에서 술 후 2주째 시상면 원위 교합 나사의 전위가 발생하였다.

3. 임상 결과

최종 추시상 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 점수는 평균 94(범위: 81~ 100)으로 17예에서 우수(범위: 91~100), 5예에서 양호(범위: 81~90)로 전례에서 양호 이상의 좋은 결과를 보였다. 족관절의 통증은 4예에서 호소하였으나 모두 VAS 3 이하의 정도의 통증이었으며, 족관절의 운동 제한은 단 2예에서만 등급 1의 정도의 운동 제한을 보였다.

4. 예후 인자의 분석

술 후 족관절의 고정 기간, 골절 양상, 족관절의 퇴행성

Table 2. Correlation of Parameters with Clinical Results

Parameters	Clinical score	Spearman correlation coefficient	p-value
Fracture location	AOFAS	0.072	> 0.05
	VAS	0.196	> 0.05
Reduction status (gap by mm)	AOFAS	0.06	> 0.05
	VAS	0.446	> 0.05
Location of nail-end	AOFAS	0.072	> 0.05
	VAS	0.466	0.029 [†]

[†]Statistically significant correlation between location of nail-end and joint pain (VAS).

변화, 원위 교합 나사의 삽입 형태, 지연성 각변형, 골절편의 정복 정도와 족관절의 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 점수 및 VAS 수치 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 1). 수술 시 확공을 시행한 14예에서 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 점수는 평균 95.1, VAS 수치는 평균 0.2로 나타났으며 확공을 시행하지 않은 8예의 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치는 평균 92.4, VAS 수치는 평균 1.0으로 확공을 시행한 군에서 족관절의 기능 및 증상이 양호한 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 또한 최종 추시상 족관절의 정렬이 정상 범위에 해당한 18예의 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치는 평균 94.7, VAS 수치는 평균 0.4로 나타났으며, 외반 변형(범위: 94~97)을 보인 4예에서 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치는 평균 91.3, VAS 수치는 평균 0.8로 정상 범위를 보인 군에서 족관절 기능 및 증상이 양호한 경향을 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 족관절로부터 원위 골절선까지의 거리는 족관절의 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치 및 VAS 수치와 유의한 차이가 없었고 금속정 말단의 위치와 족관절의 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치 사이에도 통계적 유의성은 없었으나 통증과는 통계적으로 유의한 차이(Spearman correlation coefficient: 0.466, $p=0.029$)를 보였다(Table 2). 분절 또는 분쇄 골절인 6예의 평균 지연성 각 변형은 1.8°(범위: 0~7), 단순 골절인 16예의 평균 지연성 각 변형은 1.0°(범위: 0~3)로 통계적으로 유의한 차이(T -test, $p=0.041$)를 보였다.

고 찰

경골 원위부의 골간단부는 골을 싸고 있는 연부 조직이 적고 혈액 순환이 풍부하지 못하기 때문에 골절의 치료에 있어서 연부 조직의 손상을 최소화 하는 것이 중요하고 또

한 골절이 족관절과 인접해 있기 때문에 치료 후 족관절의 운동 장애가 발생하기 쉬우며, 견고한 고정이 어려운 경우가 많아 불유합, 부정 유합이나 정복의 소실과 같은 합병증이 문제가 되고 있다^{3,8,9,15,20,23}.

그러나 최근 골수강 내 금속정 고정술을 이용하여 좋은 결과들을 보고하고 있으며, Mosheiff 등¹⁰은 경골 원위부 골절을 고식적 골수강 내 금속정 고정술을 수정한 방법으로 치료하여 96%에서 만족할 만한 결과를 얻었다고 하였으며 또한 Robinson 등¹⁸은 관절을 침범하지 않았거나 전위가 거의 없이 관절면을 침범한 골간단부 골절에서 골수강 내 금속정을 이용한 치료는 좋은 결과를 보인다고 하였다. 본 연구 역시 여타의 합병증 없이 평균 19.5주에 전례에서 유합을 얻었다. 또한 족관절을 중심으로 본 결과의 평가에서는 통증은 4예에서 호소하였으나 모두 경도의 통증(VAS< 3/10)이었으며, 족관절의 운동 제한은 2예에서 나타났으나 각각 무릎 꿇기 혹은 쪼그려 앉기의 동작에서만 약간의 불편을 호소하는 정도의 운동 제한이었으며, 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치는 평균 94점(81~100점)으로 우수한 결과를 보여 경골 최원위부 골절의 치료에 있어서 골수강 내 금속정 삽입술은 안전한 치료법이라고 사료된다.

Freedman과 Johnson⁴은 골수강 내 금속정을 이용한 경골 골절의 치료에 있어서 각 변형과 같은 부정 유합이 흔한 합병증 중의 하나라고 하였으며 특히 원위 경골 골절의 경우 골수강 내 금속정으로 치료하였을 때 약 8%에서 5° 이상의 각 변형이 발생한다고 하였고 나아가 하지의 부정 정렬은 관절 접촉 면적의 변화, 나아가 퇴행성 변화를 유발한다고 알려져 왔다^{16,22}. 본 연구에서는 골절의 양상이 분쇄가 심할수록 지연성 각 변형이 흔히 나타났으나($p=0.041$) 1예를 제외하고 모두 3° 이하의 정도의 각 변형이었다. 단, 1예(4.5%)에서 5° 이상의 지연성 각 변형이 있었는데, 수술 직후 방사선 사진에서는 7°의 외반 상태로 불량정복 된 것으로 보였다가 5개월 후 추시 사진에서는 7°의 지연성 내반 변형이 일어나 오히려 정상 범위로 회복되었음을 알 수 있

었다(Fig. 2). 본 연구에서 기존의 연구에 비해 각변형이 적었던 것은 수술 후 단하지 석고 부목 및 석고붕대를 이용하여 족관절을 충분히 고정하여 주었기 때문이라 사료된다. 따라서 분절 또는 분쇄 골절의 양상을 보이는 경우 수술을 계획함에 있어 좀 더 견고한 고정력을 얻을 수 있도록 해야 하며 추시 관찰 시에 각 변형의 발생 유무에 주의해야 하고 또한 과도한 각 변형의 발생을 줄이기 위해 술 후 충분한 기간 동안 족관절을 고정해 주어야 할 것으로 생각된다. 또한 족관절의 부정 정렬이 족관절의 기능 및 증상 그리고 방사선학적 변화에 미치는 영향에 대해서 좀 더 지속적인 추시가 필요할 것으로 사료된다.

박 등¹⁴⁾은 총 18예에서 수술 후 골절선이 관절면을 포함하지 않은 경우 술 후 2일째부터 족관절의 관절운동을 시행하였고, 골절선이 관절면을 포함한 경우 술 후 3주간 장하지 석고 부목을 시행한 뒤 조기 관절 운동을 시행하여 추시상 Baird와 Jackson 방법²⁾에 의한 족관절 평균 기능적 점수는 92.5점, 족관절 운동 장애 4예(22%), 경미한 통증은 2예(11%)를 보고하였다. 본 연구에서 저자들은 수술 후 평균 6주 간의 단하지 석고 부목 및 붕대를 시행한 뒤 족관절의 관절 운동을 시작하였다. 최종 추시상 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치는 평균 94점(81~100점)이었으며 족관절 운동 장애는 2예(9.1%), 족관절 통증은 4예(18.2%)에서 관찰되었으며 조기 관절 운동을 시행한 예와 비교하여 그 결과에서 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 족관절 부정 정렬의 발생 위험이 높은 술 후 초기에 관절 운동을 시행하지 않고 석고 붕대 등을 이용하여 족관절을 고정한다 하더라도 6주 이하의 단기 고정이라면 이후 적극적인 재활 과정을 통해 관절 운동 범위의 제한을 피할 수 있다고 판단된다. 다만 고정 기간이 그 이상일 경우에 생길 수 있는 관절 강직이나 기능의 저하는 염두에 두고 치료에 임해야 할 것으로 생각된다.

Richter 등¹⁷⁾은 경골 원위부 골절에서 골수강 내 금속정으로 치료한 환자 중 원위 비골 골절을 고정하지 않은 경우 약 22%의 합병증을 보고하여 비골 골절의 중요성을 강조하였고, 본 연구에서는 원위 비골 골절이 동반되어 골절 및 족관절의 불안정성이 예상되는 3예에서 모두 금속관 또는 Ender정을 이용한 금속 고정을 시행하여 미국정형외과족부족관절학회에서 제시한 족관절 평가 수치가 94로 우수한 결과를 얻었다.

또한, 본 연구에서 금속정 말단의 위치가 족관절에서 멀어질수록 족관절 통증이 줄어드는 양상을 보였으며, 금속정 말단의 위치를 제외한 어떠한 지표도 족관절의 기능 또는 통증에 유의한 영향을 미치지 않았다. 그러나 족관절 통증

과 족관절에서 금속정 말단까지의 거리 사이의 연관성에 대해서는 좀 더 많은 연구 대상을 통해 전향적인 연구가 추후 필요할 것으로 생각된다.

추시 기간 중, 골절이 저하된 1예의 환자에서 술 후 2주째 정복 소실을 동반하지 않는 시상면 원위 교합 나사의 전위가 발생하였는데 이는 환자의 임의적인 체중부하에 의한 것으로 사료된다. 따라서 골절이 저하되어 있는 고령의 환자에서는 환자의 임의적인 조기 체중 부하의 방지와 주의 깊은 추시 관찰이 필요하다.

결 론

족관절에 매우 가깝거나 족관절을 침범한 경골 원위부 골절의 치료에 있어서 골수강 내 금속정 삽입술은 비교적 안전하고 효과적인 치료법이라고 사료된다. 또한 단기간의 석고 고정은 이후 적극적인 재활 과정이 따른다면 족관절 기능에 별다른 악영향을 주지 않음을 알 수 있었다. 한편 족관절 통증과 금속정 말단에서 족관절까지의 거리 사이의 연관성에 관하여는 좀 더 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

REFERENCES

1. **Aitken RC:** *Measurements of feelings using visual analogue scales.* *Proc R Soc Med*, 62: 989-993, 1969.
2. **Baird RA and Jackson ST:** *Fractures of the distal part of the fibula with associated disruption of the deltoid ligament. Treatment without repair of the deltoid ligament.* *J Bone Joint Surg*, 69-A: 1346-1352, 1987.
3. **Court-Brown CM, Christie J and McQueen MM:** *Closed intramedullary tibial nailing: Its use in closed and type I open fractures.* *J Bone Joint Surg*, 72-A: 605-611, 1990.
4. **Freedman EL and Johnson EE:** *Radiology analysis of tibia fracture malalignment following intramedullary nailing.* *Clin Orthop*, 315: 25-33, 1995.
5. **Gorczyca JT, McKale J, Pugh K and Kim JJ:** *Modified tibial nails for treating distal tibial fractures.* *J Orthop Trauma*, 16: 18-22, 2002.
6. **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 analysis.* *J Bone Joint Surg*, 58-A: 453-458, 1976.
7. **Hasenhuettl K:** *The treatment of unstable fractures of the tibia and fibula with flexible medullary wires. A review of two hundred and thirty-five fractures.* *J Bone Joint Surg*, 63-A: 921-931, 1981.
8. **Holbrook JL, Swiontkowski MF and Sanders R:** *Treatment of open fractures of the tibial shaft: Ender nailing versus*

- external fixation. A randomized, prospective comparison. *J Bone Joint Surg*, 71-A: 1231-1238, 1989.
9. **KimBH, Yim JI, Chung HY and Kim JI:** Treatment of distal tibial fractures by interlocking intramedullary nailing. *J Korean Fracture Soc*, 10: 316-323, 1997.
 10. **Mosheiff R, Safran O, Segal D and Liebergall M:** The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures. *Injury*, 30: 83-90, 1990.
 11. **Nicoll EA:** Closed and open management of tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 105:144-153, 1974.
 12. **Paley D and Tetsworth K:** Mechanical axis deviation of the lower limbs. Preoperative planning of uniapical angular deformities of the tibia or femur. *Clin Orthop Relat Res*, 280: 48-64, 1992.
 13. **Park IH, Song KW, Shin SI, et al:** Interlocking intramedullary nailing for treating most distal tibial fracture. *J Korean Fracture Soc*, 16: 356-362, 2003.
 14. **Park KC, Cho YA, Kim YH, et al:** Intramedullary nailing in distal tibial meta-diaphyseal fracture. *J Korean Fracture Soc*, 16: 201-207, 2003.
 15. **Pugh KI, Wolinsky PR, McAndrew MP and Johnson KD:** Tibial pilon fractures: a comparison of treatment methods. *J Trauma*, 47: 937-941, 1999.
 16. **Puno RM, Vaughan JJ, von Fraunhofer JA, Stetten ML and Johnson JR:** A method of determining the angular malalignments of the knee and ankle joints resulting from a tibial malunion. *Clin Orthop*, 223: 213-219, 1987.
 17. **Richter D, Hahn MP, Laun RA, Ekkernkamp A, Muhr G and Ostermann PA:** Anke para-articular tibial fracture. Is osteosynthesis with the unreamed intramedullary nail adequate? *Chirurg*, 69: 563-570, 1998.
 18. **Robinson CM, McLauchlan GJ, Mclean IP and Count-Brown CM:** Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle. Classification and treatment by locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, 77-B: 781-787, 1995.
 19. **Rzesacz EH, Konneker W, Reilmann H and Cuelmann U:** Combination of intramedullary nail and covered screw osteosynthesis for managing distal tibial fracture with ankle joint involvement. *Unfallchirurg*, 102: 907-913, 1998.
 20. **Sarmiento A, Sharpe FE, Ebramzadeh E, Normand P and Shankwiler J:** Factors influencing the outcome of closed tibial fractures treated with functional bracing. *Clin Orthop Relat Res*, 315: 8-24, 1995.
 21. **Shon OJ and Chung SN:** Interlocking intramedullary nail in distal tibia fracture. *J Korean Fracture Soc*, 20: 13-18, 2007.
 22. **Tarr RR, Resnick CT, Wagner KS and Sarmiento A:** Changes in tibiotalar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. *Clin Orthop*, 199: 72-80, 1985.
 23. **Teeny SM and Wiss DA:** Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res*, 292: 108-117, 1993.
 24. **Thomas J, Christensen JC, Mendicino RW, et al:** ACFAS Scoring Scale user guide. *J Foot Ankle Surg*, 44: 316-335, 2005.