

근위 및 원위 경골 간부 골절에서 최소 침습적 경피적 금속판 고정술과 골수강내 금속정을 이용한 치료의 비교

강준순 · 박승림 · 김상림* · 박용근* · 정재호 · 최성욱*

인하대학교 의과대학 정형외과학교실, 제주대학교 의과대학 정형외과학교실*

목 적: 골간단부로 치우친 경골 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 내고정술을 이용한 치료군과 골수강내 금속정 고정술을 이용한 치료군의 술 후 결과를 비교 분석하고자 한다.

대상 및 방법: 경골 간부 골절 환자 중 2003년부터 2006년까지 골수강내 금속정을 이용하여 수술한 환자 30명을 A군으로, 최소 침습적 경피적 금속판 내고정술을 이용하여 수술한 환자 29명을 B군으로 지정하였다. A군과 B군의 수술 후 방사선 사진으로 골유합 및 가골형성 시기를 평가하고, 관절부위 기능적 점수와 불유합, 부정유합 및 감염 등에 대한 합병증에 대하여 후향적으로 비교 분석하였다.

결 과: 방사선 사진상 골유합 시기는 A군에서 평균 17.4주에 나타났고, B군에서 17.0주에 나타났다. 수술 후 합병증으로 불유합 및 지연유합이 A군에서 4예와 B군에서 1예 나타났고, 부정유합이 A군에서 6예 나타났다. 창상부 감염증이 A군에서 2예와 B군에서 1예 나타났다.

결 론: 골간단부로 치우친 경골 간부 골절의 수술적 치료에서 최소 침습적 금속판 고정술과 골수강내 금속정을 이용한 치료에서 가골형성 시기, 골유합 시기 및 임상적 기능에서는 유의한 차이가 없으나, 교합나사만을 이용한 골수강내 금속정은 최소 침습적 금속판 삽입술에 비해 부정유합 및 변형의 발생률이 낮았다.

색인 단어: 경골 간부 골절, 최소 침습적 금속판 고정술, 골수강내 금속정 고정술 정술

The Comparison of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis and Intramedullary Nailing in the Treatment of the Proximal and Distal Tibia Fracture

Joon Soon Kang, M.D., Seung Rim Park, M.D., Sang Rim Kim, M.D.*,
Yong Geun Park, M.D.*, Jae Ho Jung, M.D., Sung Wook Choi, M.D.*

Department of Orthopedic Surgery, Inha University College of Medicine, Incheon,
Jeju National University College of Medicine*, Jeju, Korea

Purpose: To compare the efficacy of the surgical treatment through the comparison of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) and Intramedullary (IM) nailing in the treatment of the tibial shaft fractures expended to metaphysis retrospectively.

Materials and Methods: Patients with proximal or distal third fracture of tibial shaft from May 2003 to Aug. 2006 were divided into two groups depending on the surgical method. Group A consisted of 30 patients treated with IM nailing, Group B was 29 patients treated with MIPO. The clinical outcomes were evaluated retrospectively from the time for bone union and callus formation confirmed by X-ray, functional score of knee or ankle joint, and complications including nonunion, malalignment and infection.

Results: Bone union was seen radiologically at a mean of 17.4 weeks in group A, and 17.0 weeks in group B. In postoperative complications, group A showed two nonunion, two delayed-union, six malalignment, and two wound infection while group B showed only one delayed-union and one wound infection.

통신저자 : 최 성 욱

제주시 아라1동 1753-3번지
제주대학교병원 정형외과
Tel : 064-717-1690 · Fax : 064-757-8276
E-mail : csw11@inha.com

Address reprint requests to : Sung Wook Choi, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Jeju National University Hospital,
1753-3, Ara-1-dong, Jeju 690-716, Korea
Tel : 82-64-717-1690 · Fax : 82-64-757-8276
E-mail : csw11@inha.com

접수: 2009. 2. 13

심사 (수정): 1차 2009. 4. 21, 2차 2009. 10. 6, 3차 2009. 11. 23

게재확정: 2010. 1. 13

Conclusion: There were no significant differences in the time for bony union and functional score between IM nailing and MIPO. Conventional IM nailing with only interlocking technique showed higher incidence of malalignment and deformity than MIPO for the treatment of the proximal or distal third fracture of the tibial shaft.

Key Words: Tibial shaft fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis, Intramedullary nailing

서 론

장관골 골절 중 가장 빈도가 높은 경골골절에 대한 치료로 1950년대 이후 관혈적 정복 및 내고정술이 전형적인 수술적 방법으로 받아들여져 왔으며, 일부 관절강내 고정술이 시행되어져 왔다. 이러한 방법은 사지 및 관절의 기계적 안정성의 획득과 내골성 골치유 과정을 통해 골유합을 얻는 것으로 사지 및 관절의 수직 선열을 얻고, 환자의 조기 재활과 비수술적 방법이 갖는 합병증을 막을 수 있었다. 그러나, 관혈적 정복술은 광범위한 수술창의 절개와 골절부위가 개방되므로, 주위 연부 조직의 비활성과 골형성 골절부 혈종의 제거를 유도하며, 광범위한 골막 손상으로 인해 골유합을 위한 혈류 공급 장애가 나타난다^{19,28,29}. 또한 이러한 방법은 불유합이나 지연유합을 야기하여 골이식을 필요로 하고, 염증, 절개창 봉괴 및 주위 관절의 구축을 야기할 수 있다^{18,19,24}. 그러므로, 이러한 문제들을 피하기 위해 간접적 정복술 후 최소 침습적 금속판 고정술 또는 골수강내 금속정을 이용한 치료가 발전되었다^{2,12}. 골수강내 금속정을 이용한 치료는 특히 경골 중간 간부 골절에서 높은 골유합률과 감염이나 부정유합 등의 합병증이 적으며¹⁰, 점차 근위 또는 원위부의 경골골절까지 적용 범위가 넓어지는 하나^{16,28,29} 골간단부에서의 골절에서는 고정력이 불충분하고 부정정렬의 발생빈도가 높게 발표되고 있고^{3,7,18,29}, 여러 연구에서 최소 침습적 금속판 고정술이 근위 또는 원위부 경골골절에 대한 치료에 있어서 효과적이라는 것을 보여 주었다^{5,11,12,17,22}.

저자들은 본 연구에서 근위 또는 원위부 경골골절에서 최소 침습적 금속판 고정술과 골수강내 금속정을 이용한 치료에 대한 임상결과 및 합병증에 대한 비교와 효용성 및 각각의 적응증을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 5월부터 2006년 8월까지 내원한 경골 간부골절(AO type 42) 중 주골절선이 근위부 또는 원위부 1/3 지점 내에 위치하고, 골수강내 금속정과 최소 침습적 경피적 금속판 고정술을 이용하여 치료한 59예를 대상으로 하였다. 골수강내 금속정을 이용하여 수술한 환자 30명 (30예)을 A군으로, 최소 침습적 경피적 금속판 고정술을 이용하여 수술한 환자 29명 (29예)을 B군으로 지정하고, 주기적 방사선 사진과 내원 기록을 근거로 후향적으로 비교 분석하였다. A군은 주골절선이 근위부 및 원위부 1/3 지점 내의 경골 간부에 위치하고 비교적 골절양상이 심하지 않은 경골 간부 골절을 기준으로 하였으며, B군은 골수강내 금속정 삽입이 적절치 않은 불안정한 근위 및 원위 경골 간부 골절을 기준으로 하였다.

A군의 평균 연령은 48.82세 (범위: 23~75세)이고, 평균 추시 기간은 22.0개월 (범위: 12~50개월)이었고, 성별은 남자 22예, 여자 8예였다. B군의 평균 연령은 56.00세 (범위: 29~83세)이고, 평균 추시 기간은 20.9개월 (범위: 12~46개월)이었고, 성별은 남자 20예, 여자 9예였다. 골절의 분류는 AO/OTA 분류법을 이용하여 그 정도를 분류하였다 (Table 1).

수상 후 수술까지의 기간은 개방성 창상 및 동반 손상 유무, 환자의 전신 상태에 의해 결정하였으며 A군에서 2단계 지연 골수강내 금속정 삽입술을 시행한 환자 1명 (1예)을 제외하고 평균 5.0일 (1~17일), B군에서는 2단계 지연 최소 침습적 경피적 금속판 내고정술을 시행한 환자 3명 (3예)을 제외하고 평균 7.2일 (2~19일)에 시행하였다. A군에서는 Cannulated Tibial Nail (Synthes[®], USA) 17예와

Table 1. Distribution of cases on the AO/OTA classification

AO/OTA classification	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	Total
Group A (IM nail*)	12	5	1	3	6	1	0	2	0	30
Group B (MIPO [†])	7	5	1	1	2	3	3	3	4	29

*IM nail: Intramedullary nail, [†]MIPO: Minimally invasive plate osteosynthesis.

M/DN Tibial Nail (Zimmer[®], USA) 13예에서 사용하였고, B군에서는 전례에서 Locking compression plate (LCP) (Synthes[®], USA)를 사용하였다. 비골 골절은 A군에서 22예, B군에서 17예에서 동반되었다. 금속판 고정은 A군에서 5예, B군에서 12예였고, rush pin을 이용한 고정은 A군에서 3예, B군에서 2예였고, 골편간 나사고정이 A군에서 1예였다. A군 13예, B군 3예에서는 수술적 처치를 하지 않았다. A군에서 골수강내 금속정 삽입술 후 골절부위에 불안정 소견을 보이는 5예에 대하여 추가적인 금속판 삽입술 (3예) 및 잠금나사 (2예)를 삽입하였다.

2. 수술 방법

A군에서 수술은 척추 또는 전신마취 후 양와위에서 시행되었으며 영상증폭장치를 이용하여 골절의 정복을 시행한 후 폐쇄성 골수강내 금속정을 삽입하였다. 골수정의 선택은 수상 당시의 연부 조직의 손상이 심한 경우 비확공성 골수정을 사용하였다. 근위부 1/3지점 내 골절 시 영상증폭장치하에서 관상면과 시상면에서 보다 정확한 골수정 삽입구를 결정하였고 그 위치를 좀더 근위부로 선정하였다. 정복 검자를 이용하거나 술자의 직접적인 압박으로 골절의 정복을 유도하였으며 특히, 분절 골절의 경우 근위부 골절의 정복 유지가 어려워 정복 검자와 S강선을 이용하여 일시적으로 고정한 후 수술을 진행하였으며, 일반적인 골수정 삽입 시보다 슬관절을 편 상태 (semi-extended position)로 골수정 삽입을 시행하였다. 골절면의 안정성을 위하여 2개 또는 3개의 원위 및 근위 교합 나사를 삽입하였다. 근위부의 골절의 경우 가능하면 수평 교합 나사와 사선 교합나사를 함께 삽입하였고, 원위부 골절에서 2개의 수평 교합나사로 안정성을 확보하지 못한 경우에는 수직으로 교차된 방향으로 나사를 추가하였다. 골수정 삽입 후, 골절부위의 안정성을 확인하였으며, 골절부위에 불안정 소견이 관찰되는 경우에는 추가적인 금속판 삽입술, 혹은 잠금나사를 삽입하였다.

B군에서 수술은 척추 또는 전신마취 후 양와위에서 시행되었으며 수술 시작 전에 강선을 종골 또는 원위 경골부위에 삽입하고 견인 장치를 이용하여 견인을 충분히 시행한 후 수술을 진행하였다. 골절로 인해 짧아지고 틀어진 경골의 길이와 선열을 맞추고 골절 부위를 비교적 느슨하게 조절한 후 강선을 이용한 joy stick 기술을 이용하여 골절을 정복하였으며, 해부학적 선열을 유지하면서 일시적으로 강선 또는 정복 검자를 이용하여 경피적으로 고정하였다. 원위 또는 근위부의 피하에 약 2~3 cm의 피부절개를 한 후 골면을 따라 미리 준비한 금속판을 경피적으로 삽입

한 후 금속판의 위치 및 골절 정복 상태를 확인한 다음 각각의 골편에 적어도 3개 이상의 나사못으로 고정하였다. 골절부의 노출은 없었고 골절부의 완전한 해부학적 정복은 시도하지 않았으나 영상 증폭기를 이용하여 시상면과 관상면상의 적절한 정복 상태를 확인하였다. 또한 심한 분쇄 골절이 아닌 경우에는 나사못의 고정은 교량형 금속판 고정술 (Bridge-plating technique)이 아닌 LCP의 비잠금 홀을 이용하여 근위 골절부위와 원위 골절 부위에 전통적인 지면 나사를 삽입하여 두 골편이 금속판으로 당겨지면서 만족할 만한 골절부의 정열을 맞춘 후 (Hybrid-plating technique), 정복의 정확성을 유지하며 잠금 나사못을 추가적으로 고정하였다.

비골 골절에 대해서는, 골절면이 경비 인대 결합 (tibio-fibular syndesmosis) 부위에서 5 cm 이내에 있는 원위부 골절이나, 영상증폭기 투시하에 외반력 또는 내반력을 가할 시 외측 불안정성이 있는 경우에 수술적 치료가 시행되었다. 수술적 치료 시 경골 골절 치료 전에 먼저 고정하여 족관절의 외측 안정성 및 전반적인 하지의 길이를 확보하였고 금속판 고정을 우선적 치료로 고려하였으며, 외과 부위에 표피박탈 등의 상처 문제가 있는 경우 rush pin을 이용하여 고정하였다. 비골 원위부에서 상방 10 cm 이상의 외측 불안정성이 없는 골에 대해서는 수술적 처치를 하지 않았다.

수술 후 1주 후부터 족관절, 슬관절에 대해 수동적 관절 운동을 시행하였고, 수술 후 3~6주부터 슬개건 부하 보조기를 이용하여 부분 체중부하 보행을 시작하였으며, 방사선 사진에서 가골형성 및 골유합 소견이 보이기 시작하면 전 체중 부하를 시작하였다.

3. 추시 및 평가

수술 후 입원 및 외래 기록을 통하여 수술 후 합병증, 관절의 동통 및 운동 범위를 조사하였으며, 주기적으로 시행한 방사선 사진상에서 가골 형성시기와 골유합 시기를 확인하고 골절위치와 골절의 형태 등이 골유합, 기능적 결과 또는 합병증에 미치는 영향을 평가하였다. 기능적 결과는 근위부로 치우친 경골 간부 골절의 경우 Modified Rasmussen's system²⁶⁾을 이용하였고, 원위로 치우친 경골 간부 골절에서는 Molander와 Olerud의 족관절 점수²³⁾로 평가하였다. 환자가 압통이 없고 보조기 없이 보행할 수 있으며, 방사선학적으로 견고한 가골이 골절 부위를 건너갈 때 골유합으로 판정하였고, 내외반 변형과 회전 변형은 5도 이상, 전후방 변형은 10도 이상, 단축은 2 cm 이상일 때 부정유합으로 판정하였다.

결 과

평균 수술시간은 A군에서 97.75분 (45~290분), B군에서 124.44분 (60~240분)이었다. A군에서 불유합이 2예, 지연유합이 2예였고, 이를 제외한 예에서 가골 형성시기가 평균 10.5주였고 골유합 기간은 평균 17.4주이었다. B군에서는 불유합이 0예, 지연유합이 1예였고, 이를 제외한 예에서 가골 형성시기가 평균 10.8주였고 골유합 기간은 평균 17.0주이었다 (Table 2). 술 후 합병증으로는 불유합 A군 2예, 지연유합 A군 2예, B군 1예, 부정유합 A군 4예로 나타났다 (Table 3). 부정유합의 경우 5도 외반변형이 있었던 1예는 수술직후에, 14도 전방변형이 있었던 1예는 수술직후 5도의 전방변형이 보였고 체중부하보행을 시작한 이후 14도로 진행하였으며, 10도 외반변형 1예와 2 cm 단축 1예는 체중부하보행을 시작한 후에 발생하였다.

A군에서 Gustilo의 분류⁹⁾상 IIIb형에 해당하는 개방성 골절이 1예 있었으며 외고정장치를 이용하여 창상부 치료 후 골수강내 금속정 삽입술을 시행하여 특별한 합병증 없이 골유합을 얻었다. B군에서도 Gustilo의 분류상 IIIa상에 해

당하는 개방성 골절이 1예 있었으며 외고정 장치를 이용하여 창상부 치료 후 최소 침습적 경피적 금속판 고정술을 시행하였고, 창상부 표재성 연부조직 감염증이 발견되었으나 내고정물 제거 없이 보존적 치료로 호전되었다. 창상부 표재성 연부조직 감염증이 A군에서 1예, B군에서 1예 발견되었으며 보존적 치료로 모두 호전되었다. Modified Rasmussen's system에 의한 슬관절의 평균 기능적 점수는 두 군 모두 비교적 양호한 결과를 얻었으며, Molander와 Olerud의 방법에 의한 족관절의 기능적 점수도 두 군에서 모두 양호한 결과를 얻었다 (Table 4).

고 찰

혈류를 보존하여 간접적인 정복으로 생리학적 고정을 하는 폐쇄적 수술 방법으로 감염 예방이 가능하고, 골편의

Table 2. Comparison of IM nail and MIPO on the clinical outcome

	Group A (IM nail*)	Group B (MIPO [†])
Operation time (minutes)	97.75	124.44
Callus formation on X-ray (weeks)	10.5	10.8
Mean union period (weeks)	17.4	17.0
Nonunion/Malunion (case)	6	0

*IM nail: Intramedullary nail, [†]MIPO: Minimally invasive plate osteosynthesis.

Table 4. Comparison of IM nail and MIPO on the functional score

	Group A (IM nail*)	Group B (MIPO [†])
Rasmussen score (cases)		
Excellent	3	5
Good	3	3
Fair	1	1
Poor	0	0
Olerud and molander ankle score (cases)		
Excellent	13	12
Good	7	7
Fair	2	1
Poor	1	0

IM nail: Intramedullary nail, [†]MIPO: Minimally invasive plate osteosynthesis.

Table 3. The data of complication cases

No	Age/Sex	Location/Distance*	AO class	Group	Fibular fracture			Complication
					Y/N	location	Fixation	
1	33/M	Proximal/12 cm	B2	A	Y	Proximal		Nonunion
2	69/M	Proximal/10 cm	B2	A	N			Nonunion
3	41/M	Distal/5 cm	C1	B	Y	Distal	Rush pin	Delayed union
4	43/M	Distal/6 cm	A2	A	Y	Proximal		Delayed union
5	52/M	Distal/6 cm	A2	A	Y	Mid 1/3		Delayed union
6	56/F	Proximal/9 cm	C2	A	Y	Mid 1/3		14° anterior angulation
7	50/M	Proximal/12 cm	B2	A	Y	Mid 1/3		5° valgus angulation
8	67/M	Distal/10 cm	B1	A	Y	Distal	Rush pin	10° valgus angulation
9	85/M	Proximal/9 cm	B2	A	Y	Mid 1/3		2 cm shortening

*Distance: Distance between the adjacent joint (a knee joint or a ankle joint) line and the main fracture line (cm).

회전과 단축을 방지하고 골유합을 높이는 방법으로 골수강내 금속정과 최소 침습적 경피적 금속판 고정술이 많이 이용되고 있다^{3,6,12,17,22}. 경부 간부 골절에서 골수정 내고정술은 높은 골유합률과 빠른 기능회복을 보이며 불안정 골절과 부정유합에도 좋은 결과를 보이는 것으로 이미 알려져 있으나^{1,15}, 경골 근위부 또는 원위부 골절에서는 금속정의 고정력이 충분하지 않아 부정유합, 불유합 및 골수정의 파손 등의 합병증이 발생할 수 있으며^{3,4}, Freedman과 Johnson⁷은 원위부 골절에서 골수강내 금속정 치료 시 약 8%의 각 변형이 나타난다고 보고하였다. 따라서 많은 저자들이 그 적용 범위를 제한하였으며, Bone과 Johnson²은 경골 조면으로부터 족근 관절 상부 5 cm으로, d'Aubigne 등⁶은 슬관절 하부 6 cm부터 족근 관절 상부 5 cm으로, Melis 등²¹은 슬관절 하부 10 cm부터 족근 관절 상부 5 cm까지 제한하였다. 경골 원위부 골절에서 금속정 삽입술의 단점을 보완하여 좋은 결과를 얻었다는 보고도 있으나²⁸, 경골 간부 골절 중 골절선이 원위부 또는 근위부의 골간단부로 연장될수록 골수정을 이용하여 치료할 때 부정유합의 빈도가 높아진다고 하였다^{3,7,14,18,29}. Gorczyca 등⁸은 사체의 경골을 이용하여 경골 원위 골편이 4 cm과 5 cm인 경우 골수정 삽입 고정에 대한 생체역학실험에서 압박력과 염전력 각각에서는 큰 차이가 없으나 압박-굴곡력이 같이 작용할 때 4 cm인 경우 고정력이 약해지므로 경골 원위부 골절에서 골수정을 이용한 고정 시 골절 치유가 어느 정도 진행할 때까지 체중부하보행시기를 늦춰야 한다고 강조하였다. 본 연구에서도 부정유합이 발생한 3예에서 수술 초기 골절

부위 안정성 및 정렬이 유지되었으나 체중부하보행을 시작하면서 부정유합이 발생 및 악화되는 경향이 나타났다. 골간단부로 치우친 경골 골절의 골수정 치료 시 체중부하보행시기는 골유합의 진행상태를 확인하여 시행하여야 부정유합 등의 합병증을 예방할 수 있을 것으로 생각된다.

저자들의 경우 골수정을 이용한 군에서 2예의 불유합이 발생하였으며 특히 근위부로 치우친 경골 간부 골절이었다. 2예 모두 나비 모양의 골편이 존재하는 (AO 42B2) 고에너지, 불안정 골절인 경우로 골수정만으로 단단한 고정력을 얻지 못하였고, 나비 모양의 골편이 분쇄되고 골절부위에서 전위되어 있어 골절부위가 골결손이 되는 양상으로 나타났다. 골수정의 두께가 근위부 골편을 완전하게 고정할 수 있을 정도로 충분하지 못하였으며, 1예는 이미 수술 직후부터 불안정성이 보이기 시작하여 골수정 삽입 위치의 문제점, 추가적인 금속판이나 잠금나사의 사용이 없었다는 점 등의 수술적 기법에 문제가 있으리라 생각된다. 발생한 불유합 중 1예는 관혈적 정복술 및 금속판을 이용하여 고정 후 자가 골이식술을 시행하여 치료하였으며, 다른 1예는 기존의 골수정을 더욱 큰 두께의 골수정으로 교체하고 작은 금속판을 최소 침습적 방법으로 추가로 고정하여 골유합을 얻을 수 있었다 (Fig. 1).

최소 침습적 금속판 고정술은 고식적인 관혈적 금속판 고정술에 비해 골절부의 혈류를 보존하여 효과적인 골유합을 얻을 수 있으며²⁵, 골수정 내고정술과 비교하여 골유합에 있어서 차이가 없고 감염률, 골이식, 불유합 및 재골절을 낮출 수 있다^{5,20}. 본 연구에서도 1예를 제외한 전례에

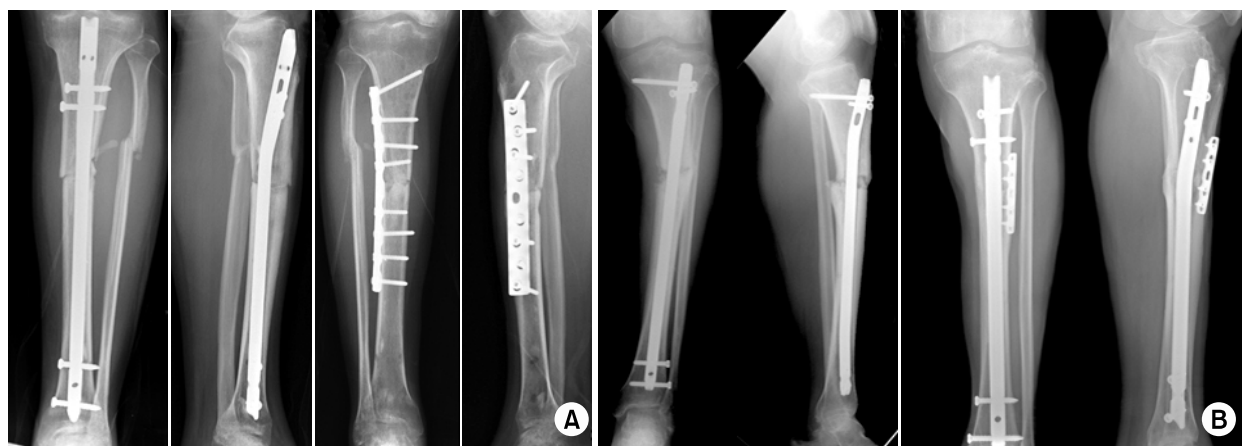


Fig. 1. (A) A 33 year-old man with a proximal tibial fracture was treated with intramedullary nailing. Postoperative AP and lateral radiographs at 6 months showed a nonunion of the fracture and valgus malalignment. The nonunion site was plated using traditional technique which involves dynamic compression plate and autogenous bone grafting.

(B) A 69 year-old man with a proximal tibial fracture was treated with intramedullary nailing. Postoperative AP and lateral radiographs at 12 months showed a nonunion of the fracture and valgus malalignment. The proximal tibial nonunion was treated with more thick intramedullary nailing and lateral unicortical plate in the state of limited open reduction.

서 일차적인 골유합을 얻을 수 있었다 (Fig. 2). 심한 연부 조직 손상 및 개방성 상처를 보이는 경골 원위부 골절에서 2단계 지연 최소 침습적 금속판 내고정술을 시행하여 좋은 결과를 보고하였다³⁰⁾. 본 연구에서도 Gustilo의 분류상 IIIa 상에 해당하는 개방적 골절의 환자 (1예)에서 2단계 지연 최소 침습적 금속판 내고정술 후 창상부 표재성 연부조직 감염증이 발생하였으나 보존적 치료로 호전되었으며, 효과적인 골유합을 얻은 후 다른 합병증은 발견되지 않았다.

원위 경골 골절에서 금속판 고정술시 경골 골절과 동반된 비골 골절에서 Helfet과 Suk¹²⁾은 비골 골절 고정이 중요하다고 하였으며, 저자들도 비골 골절이 동반된 39예 중 17예의 원위부 비골 골절에 대해 관혈적 정복술 후 금속판 고정술을 시행하여 외측 안정성을 부여하였고 특히, 심한 분쇄 골절의 경우 비골의 정확한 길이를 확보함으로써 경골 골절의 정복을 보다 쉽게 할 수 있었다. 6예의 원위부 비골 골절은 외과 부위에 표피박탈 및 심한 연부조직 손상으로 rush pin을 이용하거나 (5예) 골편간 나사 고정을 시행하였다. 나머지 16예는 비골 원위부에서 상방 10 cm 이상의 외측 불안정성이 없는 골절로 수술적 치료를 하지 않았다. 원위부 비골 골절 시 rush pin을 이용한 5예 중 부정유합 1예, 지연유합 1예로 금속판 고정술에 비하여 높은 빈도로 나타났다. Rush pin은 회전력에 대해서는 고정력이 약하므로 금속판에 비해 외측 안정성을 확보하지 못하였던 것으로 생각된다.

본 연구에서 골절양상은 A군에 비하여 B군에서 더 복잡

하고 골절선의 위치도 관절 주변부에 확장된 양상을 보였고, 비골 골절의 형태 및 연부조직의 손상도 심한 양상을 보였다. 수술이 시행된 환자에 대하여 후향적으로 비교하다 보니 양군의 골절양상이 차이가 생겼고, 이는 두 군의 유의성 확인에 한계점으로 나타났다. 골절양상이 복잡하고 비골 골절에 대하여 금속판을 고정한 경우가 많았던 B군에서 초기에 수술시간이 더 소요되었으며, 저자들의 경우 경험이 축적됨에 따라 수술시간이 보다 단축시킬 수 있었다. 수술 시 골절부위의 해부학적 선열을 유지하는 것이 중요하며, 정렬이 유지되도록 정복시킨 상태에서 잠김나사로 고정함으로써 만족할 만한 골유합을 유도할 수 있었다.

골유합기간과 임상적 기능평가는 두 군에서 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 부정유합은 골수정을 이용한 치료 군에서 4예 발생하였으며, 골절 양상으로는 2예에서 나비 모양의 골편 (AO 42B2)이 보였고 2예에서는 고에너지 손상에 의한 분쇄 골절 (AO 42C2, 42C3)로 나타났다. 골절 위치로는 근위 골간단부로 치우친 경골 골절에서 3예, 원위 골간단부로 치우친 경우가 1예이었다. 4예 중 2예에서 체중부하보행을 시작한 이후에 변형이 발생하였고, 1예는 수술직후 정도의 전방변형이 발생한 후 체중부하보행을 시작하면서 14도의 전방변형으로 악화되었고, 나머지 1예는 수술직후 발생하였다. 근위 또는 원위 골간단부로 가까운 골절선이 특히, 나비 모양의 골편이 있거나 분쇄 정도가 심한 복합골절의 경우 골수정을 이용한 치료 시 골절부위의 내경이 사용하는 골수정보다 커져 골절부위 고정에 어

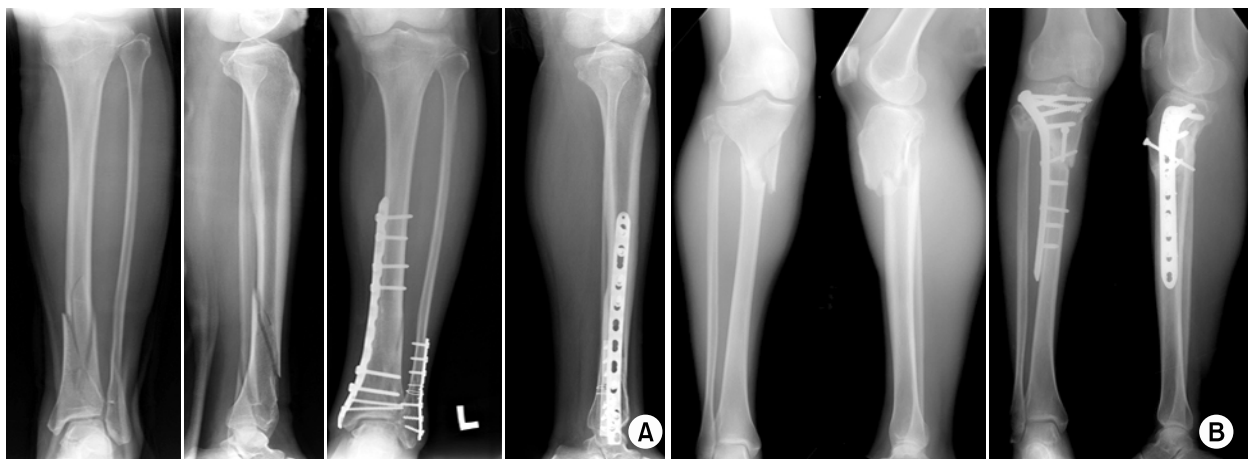


Fig. 2. (A) Preoperative AP and lateral radiographs of the left ankle of a 50 year-old woman showed a distal tibial fracture (AO type 42, B2.2) with an associated fibular fracture. Postoperative AP and lateral radiographs at 22 weeks showed evidence of healing. The fibula was plated using traditional plating techniques in advance of an indirect reduction of the distal tibial fracture. The distal tibia was plated using minimally invasive technique.

(B) Preoperative AP and lateral radiographs of the right tibia of a 51 year-old woman showed a proximal tibial fracture after a traffic accident. Postoperative AP and lateral radiographs at 40 weeks showed a union of the fracture with good alignment after percutaneous plating with MIPO technique.

려움이 있으며, 체중부하보행을 시작하면서 압박-굴곡력이 골절부위에 가해지면 나비 모양 골편이 있거나 분쇄정도가 심한 부위가 작용하는 힘에 대하여 고정력이 약해져 부정유합이 더 잘 생기는 것으로 분석되며, 이런 경우에는 전 체중부하 보행의 시기를 늦추는 것이 유익하리라 생각된다. 단축이 있는 1예는 85세 남자 환자로 골다공증이 심하고 AO 분류상 42B2형의 근위 경골 간부 골절이 있는 경우로 체중부하보행을 시작하면서 근위부 교합나사의 고정 부위가 무너지면서 2 cm 단축이 발생하였다. 전방변형 1예와 외반변형 1예는 수술 직후에 각각 5도의 변형이 나타났으며, 수술 시 해부학적 선열을 정확히 맞추고 골절부위 안정성을 확보하는 것이 중요할 것이다. 특히, 근위부 경골 간부 골절의 경우 골수정을 이용한 치료 시 전방 및 외반 변형이 생길 가능성이 높아 정확한 골수정 삽입구의 위치 선정이 중요하며 수술 시 평소보다 슬관절을 편 상태 (semi-extended position)로 골수정 삽입을 시행하여야 하고 근위 골편이 잠김 나사 삽입 후에도 불안정할 시에는 잠김나사를 골수정 주변에 삽입하거나, 최소 침습적 방법으로 추가적인 작은 금속판을 고정하여 안정성을 얻을 수 있다^{13,18,27)}. 저자들의 경우에도 골수정 삽입 후 불안정한 골절의 경우 추가적인 금속판이나 나사못을 이용하였으며, 부정유합이 발생한 4예 모두 골수정 외에 추가 처치를 하지 않았던 경우였다. 골절부위가 골간단부로 치우칠수록 사용할 수 있는 금속정의 두께에 비하여 골절부위의 골수강이 넓어져 추가적인 고정술 없이는 불안정하게 된다. 본 연구에서 골수정을 이용한 치료군 중 추가적인 금속판이나 잠김나사의 사용 없이 교합나사만을 이용하여 고정한 경우에 주로 불유합, 부정유합 등의 합병증이 발생한 것으로 판단되며, 골간단부로 치우친 경골 간부 골절에서는 골수정을 이용하여 치료할 경우에는 교합나사만으로 골절부위의 안정성을 확보하기가 어려운 것으로 생각된다.

결 론

골간단부로 치우친 경부 간부 골절에서 특히, 고에너지 손상으로 불안정 골절일 경우 교합나사만을 이용한 골수강 내 금속정은 부정유합 및 변형의 발생율이 높았으며 이의 예방을 위해서는 잠김나사나 금속판을 추가적으로 삽입하거나, 최소 침습적 금속판 삽입술이 유용할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) **Asche G:** Results of the treatment of femoral and tibial fractures following interlocking nailing and plate osteosynthesis. A comparative retrospective study. *Zentralbl Chir*, **114**: 1146-1154, 1989.
- 2) **Bone LB, Johnson KD:** Treatment of tibial fractures by reaming and intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 877-887, 1986.
- 3) **Böstman O, Hänninen A:** The fibular reciprocal fracture in tibial shaft fractures caused by indirect violence. *Arch Orthop Trauma Surg*, **100**: 115-121, 1982.
- 4) **Burwell HN:** Plate fixation of tibial shaft fractures. A survey of 181 injuries. *J Bone Joint Surg Br*, **53**: 258-271, 1971.
- 5) **Claes L, Heitemeyer U, Krischak G, Braun H, Hierholzer G:** Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **336**: 221-229, 1999.
- 6) **D'Aubigne RM, Maurer P, Zucman J, Masse Y:** Blind intramedullary nailing for tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **105**: 267-275, 1974.
- 7) **Freedman EL, Johnson EE:** Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*, **315**: 25-33, 1995.
- 8) **Gorczyca JT, McKale J, Pugh K, Pienkowski D:** Modified tibial nails for treating distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*, **16**: 18-22, 2002.
- 9) **Gustilo RB, Anderson JT:** Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg Am*, **58**: 453-458, 1976.
- 10) **Hajek PD, Bicknell HR Jr, Bronson WE, Albright JA, Saha S:** The use of one compared with two distal screws in the treatment of femoral shaft fractures with interlocking intramedullary nailing. A clinical and biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Am*, **75**: 519-525, 1993.
- 11) **Hasenboehler E, Rikli D, Babst R:** Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients. *Injury*, **38**: 365-370, 2007.
- 12) **Helfet DL, Suk M:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fractures of the distal tibia. *Instr Course Lect*, **53**: 471-475, 2004.
- 13) **Henley MB, Meier M, Tencer AF:** Influences of some design parameters on the biomechanics of the unreamed tibial intramedullary nail. *J Orthop Trauma*, **7**: 311-319, 1993.
- 14) **Janssen KW, Biert J, van Kampen A:** Treatment of dis-

- tal tibial fractures: plate versus nail: a retrospective outcome analysis of matched pairs of patients. *Int Orthop*, **31**: 709-714, 2007.
- 15) **Johner R, Wruhs O**: Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*, **178**: 7-25, 1983.
- 16) **Konrath G, Moed BR, Watson JT, Kaneshiro S, Karges DE, Cramer KE**: Intramedullary nailing of unstable diaphyseal fractures of the tibia with distal intraarticular involvement. *J Orthop Trauma*, **11**: 200-205, 1997.
- 17) **Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, Höntzsch D, Eingartner C, Weise K**: Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and minimally invasive plating. *Arch Orthop Trauma Surg*, **125**: 87-94, 2005.
- 18) **Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kellam JF**: Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop Relat Res*, **315**: 64-74, 1995.
- 19) **McFerran MA, Smith SW, Bouldas HJ, Schwartz HS**: Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **6**: 195-200, 1992.
- 20) **McKibbin B**: The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg Br*, **60**: 150-162, 1978.
- 21) **Melis GC, Sotgiu F, Lepori M, Guido P**: Intramedullary nailing in segmental tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **63**: 1310-1318, 1981.
- 22) **Oh CW, Oh JK, Jeon IH, et al**: Minimally invasive percutaneous plate stabilization of proximal tibial fractures. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 224-229, 2004.
- 23) **Olerud C, Molander H**: Bi- and trimalleolar ankle fractures operated with nonrigid internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*, **206**: 253-260, 1986.
- 24) **Ovadia DN, Beals RK**: Fractures of the tibial plafond. *J Bone Joint Surg Am*, **68**: 543-551, 1986.
- 25) **Perren SM**: Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 1093-1110, 2002.
- 26) **Rasmussen PS**: Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg Am*, **55**: 1331-1350, 1973.
- 27) **Ricci WM, O'Boyle M, Borrelli J, Bellabarba C, Sanders R**: Fractures of the proximal third of the tibial shaft treated with intramedullary nails and blocking screws. *J Orthop Trauma*, **15**: 264-270, 2001.
- 28) **Richter D, Hahn MP, Laun RA, Ekkernkamp A, Muhr G, Ostermann PA**: Ankle para-articular tibial fracture. Is osteosynthesis with the unreamed intramedullary nail adequate? *Chirurg*, **69**: 563-570, 1998.
- 29) **Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP, Court-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 Br*, **77**: 781-787, 1995.
- 30) **Sohn HM, Lee JY, Ha SH, You JW, Lee SH, Lee KC**: Treatment of high-energy distal tibia intraarticular fractures with two-staged delayed minimal invasive plate osteosynthesis. *J Korean Fracture Soc*, **20**: 19-25, 2007.