



경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합에서 금속정 교체술의 결과

조용진 · 이준영[✉] · 류제홍 · 김형태 · 문종진

조선대학교 의과대학 정형외과학교실

Treatment Results of Reamed Exchange Nailing in Aseptic Nonunion of Tibial Shaft Fracture

Yongjin Cho, M.D., Jun Young Lee, Ph.D.[✉], Jehong Ryu, M.D.,
Hyoung Tae Kim, M.D., Jong Jin Moon, M.D.

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

Received May 11, 2023

Revised June 21, 2023

Accepted September 6, 2023

✉Correspondence to:

Jun Young Lee, Ph.D.
Department of Orthopaedic Surgery,
College of Medicine, Chosun
University, 365 Pilmun-daero,
Dong-gu, Gwangju 61453, Korea
Tel: +82-62-220-3147
Fax: +82-62-226-3379
E-mail: leejy88@chosun.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Purpose: Intramedullary nailing is used widely for treating tibial diaphysis fractures because of its relatively rigid internal fixation, which allows weight bearing, resulting in rapid bone healing and functional recovery. This study evaluated the results of exchange nailing in treating aseptic nonunion of tibial shaft fractures.

Materials and Methods: From November 2015 to December 2021, a retrospective study was conducted on patients who had undergone intramedullary nailing for tibial diaphysis fractures. Among them, this study focused on patients diagnosed with nonunion and who underwent exchange nailing. Twenty patients with a minimum follow-up period of at least 12 months were included in the study.

Results: The mean ages of patients were 60 years (range, 30-79 years). Of the 20 cases in which exchange nailing was performed, bone union was achieved in 18 cases (90.0%), and the mean period was 23 weeks (range, 14-46 weeks). Among the 18 cases of bone union, one case exhibited delayed union and achieved union without additional treatment after 46 weeks, while two cases of nonunion failed to achieve union and were lost to follow-up until the final assessment.

Conclusion: Reamed exchange nailing performed on aseptic nonunion after intramedullary nailing for tibial diaphysis fractures had satisfactory clinical outcomes.

Key Words: Aseptic nonunion, Exchange nailing, Tibial diaphysis fracture

서론

골수강 내 금속정은 경골 간부 골절의 치료방법으로, 비교적 견고한 내고정으로 조기 체중부하를 가능하게 하고 빠른 골유합 및 기능 회복을 얻을 수 있어 널리 사용되고 있다. 그러나 골수강 내 금속정의 수술 기법 및 장비의 발전에도 불구하고

하고, 골수강 내 금속정 치료 후 발생 가능한 불유합은 여전히 문제시되고 있다.¹⁾ 경골 간부 골절의 불유합은 다른 부위의 골절에 비해 더 흔하며,²⁾ 경골 간부 골절의 불유합 유병률은 최대 16.7%까지 보고되고 있다.³⁾ 이러한 경골 간부 골절의 불유합 위험인자는 특이적 요인, 환자 관련 요인, 치료 관련 요인, 감염 등이 있다.⁴⁾ 특이적 요인에는 골절의 위치, 연부

조직 손상, 개방성 골절 등, 환자 관련 요인에는 흡연, 음주력, 당뇨병, 혈관질환, 스테로이드와 같은 약물, 면역억제제 등, 치료 관련 요인에는 치료와 관련된 기계적 안정성, 골과 골 사이의 접촉 및 압박력, 수술기법에 따른 연부조직의 박리 등이 있다.

경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 불유합의 치료에는 금속정을 유지한 상태에서의 역동술 또는 금속판 고정 추가, 골이식과 함께 압박 금속판을 이용한 금속판 고정으로 전환, 금속정 제거 및 확공 후 더 큰 직경의 금속정으로의 교체술 등 다양한 방법이 있다.^{5,6)}

특히, 골수강 확공 후 큰 직경을 가진 금속정을 삽입하는 금속정 교체술은 불유합 부위에서 접촉면적을 넓혀 견고한 고정력을 얻을 수 있다. 또한, 확공을 통해 소량의 국소적 골 이식 효과와 골막 혈류량 증가 효과로 새로운 골 형성을 촉진시킬 수 있으며, 조기 체중부하를 통해 불유합 부위에 동적인 압박을 가할 수 있어 효과적인 골유합이 가능하다는 장점이 있다.⁷⁾

본 연구에서는 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합 치료를 위하여 골수강 확공 후 큰 직경을 가진 금속정을 삽입하는 금속정 교체술을 시행하고 그 치료 결과를 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 2015년 11월부터 2021년 12월까지 단일 의료가 관에서 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 불유합 치료를 위해 골수강 내 금속정 교체술을 시행한 환자들을 대상으로 후향적 조사하였다. 연구대상자 선정을 위하여 20세 이상의 성인이며 경골 간부 골절의 골수강 내 금속정 치료 후 발생한 불유합으로 인해 금속정 교체술을 받은 환자 중에서 최소 12개월 이상 추시가 가능했던 환자를 조사한 결과, 23명이 해당하였다. 이들 중 병적 골절 환자 1예, 하지 마비 환자 1예의 경우 연구 대상에서 제외하였다. 또한 연구 과정 중 모든 환자들을 대상으로 임상적 상태 및 감염 여부를 평가하기 위해 발적, 열감과 같은 임상적 상태와 백혈구 수치, 적혈구 침강속도(erythrocyte sedimentation rate), C 반응성 단백(C-reactive protein)의 혈액검사를 이용하여 감염을 진단하였고,⁸⁾ 감염성 불유합 환자 1예 또한 연구 대상에서 제외하여 총 20예를 연구대상자로 최종 선정하였다.

본 기관에서 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합에서 골결손이 1 cm 이상인 경우에는 골이식

및 금속판 고정술을, 골결손이 1 cm 미만인 경우에는 금속정 교체술을 시행하고 있다. 연구대상자의 불유합의 골결손은 6.5 mm 미만이었으며, 금속정 교체술 후 1개월과 3개월에 외래 추시하였다. 단, 금속정 교체술 3개월 후에도 방사선상 골유합 진행이 보이지 않은 경우 1개월마다 외래 추시하였다. 금속정 교체술 직후 및 외래 추시 시 합병증 평가를 위하여 혈전색전증, 심부 정맥 혈전증, 감염 등을 검사하였다.

골절은 AO Foundation/Orthopaedic Trauma Association (AO/OTA) 기준에 따라 분류하였으며, 골절의 위치는 수상 시 골절 부위가 골수강 협부에 위치하는 경우 중간부, 협부에서 골수강이 넓어지는 위치에 따라 상부는 근위간부, 하부는 원위간부로 구분하였다.⁹⁾ 개방성 골절은 Gustilo와 Anderson의 기준에 따라 분류하였으며,¹⁰⁾ 수상 시 동반손상 및 불유합에 영향을 줄 수 있는 동반질환, 스테로이드와 면역억제제의 사용 유무, 흡연, 음주력에 대하여 조사하였다.

골유합은 추시 방사선상 골절 부위 양단의 골 소주로 연결되는 소견이 전면, 후면, 측면의 3면에서 관찰되며, 이학적 검사에서 골절 부위의 압통이나 가성 운동이 없는 경우로 정의하였다.¹¹⁾ 불유합은 수술 후 9개월 동안 골유합이 이루어지지 않았거나 연속 3개월간 단순 방사선 소견 및 임상적 소견상 골절 치유가 진행되지 않은 경우로 판정하였다. 또한, 불유합의 유형은 Weber와 Brunner의 분류법에 따라 비후성 불유합과 위축성 불유합으로 분류하였다.¹²⁾ 불유합된 골결손의 위치 및 간격은 금속정 교체술 전 환자들의 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)을 통해 확인하였으며, 골결손의 크기는 CT의 전면, 후면, 측면에서 가장 큰 결손으로 측정하였다.

확공술 및 금속정 교체술은 다음과 같은 방법으로 시행되었다. 우선, 양와위에서 기존 금속정을 제거하고 유도 강선을 삽입한 후, 가장 작은 크기의 확공기를 이용하여 확공술을 하였다. 다음으로, 앞서 사용한 확공기보다 직경 2 mm 이상 넓은 확공기를 순차적으로 사용하여 확공기를 통해 나오는 조직이 골조직으로 확인될 때까지 확공을 계속하였다. 확공 후 금속정의 교체는 기존 금속정의 삽입점을 기준으로 하였으며, 금속정의 크기는 처음 사용한 금속정의 크기보다 최소 1 mm 이상을 원칙으로 하고 최대 확공 직경에 맞도록 금속정을 선택하였다. 금속정은 Expert tibial nail (Synthes, Oberdorf, Switzerland), Sirius tibial nail (Zimmer, Warsaw, IN, USA), Zimmer natural nail (ZNN, Cephalomedullary Asia; Zimmer)을 사용하였다. 마지막으로 금속정 교체술 시 충분한 고정력을 확보하기 위해 근위부와 원위부에 2개 이상

Table 1. Johner-Wrush Evaluation Criteria

	Excellent	Good	Fair	Poor
Nonunion-amputation	None	None	None	None
Neurovascular disorder	None	Minimal	Moderate	Severe
Deformity				
Varus-Valgus (°)	None	2-5	6-10	>10
Anteversion-recurvation (°)	0-5	6-10	11-20	>20
Rotation (internal-external) (°)	0-5	6-10	11-20	>20
Shortening (mm)	0-5	6-10	11-20	>20
Mobility				
Knee (%)	Normal	>80	>75	<75
Ankle (%)	Normal	>75	>50	<50
Pain	None	Occasional	Moderate	Severe
Gait	Normal	Normal	Insignificant limp severely	Significant limp
Strenuous activity	Possible	Limited	Severely limited	None

의 교합나사를 사용하였으며, 골절부와 가까운 지점에는 추가적인 고정을 위해 교합나사를 추가하였다.

임상적 및 기능적 평가는 유합이 된 시점에서 진행되었으며, 이는 Johner와 Wruhs 기준⁹⁾에 따라 기능적, 임상적, 방사선학적, 주관적 결과를 종합적으로 고려하여 평가하였다 (Table 1).

통계적인 분석은 윈도우용 IBM SPSS Statistics 프로그램 (ver. 26.0; IBM, Armonk, NY, USA)을 사용하였고, 통계 분석은 Kruskal-Wallis 검정 및 Spearman 상관분석을 사용하였으며 유의성은 0.05 이하로 정의하였다.

본 연구는 조선대학교병원 의학연구윤리심의위원회의 승인(##2022-04-023-002)을 받아 진행되었다.

결 과

연구 대상자는 총 20명으로 평균 나이는 60세(범위 30-79세, 표준편차 11.9)였으며, 남성이 15명, 여성이 5명이었다. 금속정 교체술 후 평균 추시 기간은 16개월(범위 12-24개월, 표준편차 2.9)이었다. 연구대상자의 불유합 유형은 Weber와 Brunner¹²⁾의 분류법에 따라 비후성 불유합은 14예, 위축성 불유합 6예였으며, 골절의 위치는 근위간부 골절이 2예, 중간부 골절이 12예, 원위간부 골절이 6예였다. 경골간부 골절의 형태는 AO 분류에 따라 A형이 9예, B형이 6예, C형이 5예였고, C형의 경우 근위간부 골절 1예, 중간부 골절 3예, 원위간부 골절이 1예였다.

개방성 골절은 총 11예였고, Gustilo와 Aderson 분류¹⁰⁾상 I형이 5예, II형이 4예, IIIa형이 2예였다. 수상 시 동반 손상은

동측 비골 골절 8예, 동측 족부 골절 3예, 동측 대퇴골 골절 1예, 동측 슬개골 골절 1예, 갈비뼈 골절 1예, 쇄골 골절 1예, 구획증후군 1예였다. 환자의 기저질환은 고혈압 9예, 당뇨병 4예, 폐질환 2예, 버거씨병 1예, 뇌혈관질환 1예, 고지혈증 1예였으며 하루 한 갑 이상의 흡연자는 8명이었다(Table 2).

본 연구대상자 20명 중에서 18명(90.0%)은 금속정 교체술 시행 후 골유합을 이루었으며, 골유합 기간은 평균 23주(범위 14-46주, 표준편차 6.9)가 소요되었다(Table 2). 금속정 교체술 후 지연유합된 사례는 중간부 개방성 골절을 치료하기 위하여 골수강 내 금속정 수술 후 비후성 불유합이 발생한 경우로 1예 발생하였다. 이는 금속정 교체술 46주 후 골유합 소견을 얻을 수 있었다.

금속정 교체술 후 불유합이 발생한 환자는 2명으로, 경골 중간부의 개방성 골절을 치료하기 위해 골수강 내 금속정 수술 후 비후성 불유합이 1예, 근위간부의 개방성 골절을 치료하기 위해 골수강 내 금속정 수술 후 위축성 불유합이 1예에서 발생하였다. 이들은 최종 추시상에서 10도 미만의 각형성과 지속적인 불유합 양상을 보이며 골유합을 얻지 못한 채 추적 소실되었다.

불유합이 진단된 환자들은 금속정 교체술 전 CT 촬영을 통해 불유합된 골절선의 위치 및 간격을 평가 받았다. 불유합된 골절선의 간격은 전체 평균 3.5 mm (범위 1.6-6.4 mm)였으며, 비후성 불유합의 경우 평균 3.3 mm (범위 1.6-6.4 mm), 위축성 불유합의 경우 평균 4.4 mm (범위 2.6-6.1 mm)였다(Table 2).

금속정 교체술 시 교합나사는 근위부에서 2개로 고정된 경우가 15예, 3개로 고정된 경우가 5예였다. 원위부에서는 교

Table 2. Patient Demographic Data

Case No.	Age (yr)	Sex	Combined Injury	Comorbidity	Smoking	Location of fracture	AO classification	Open type	Nonunion type	Defect size (mm)	Time from initial injury to exchange nailing (mo)	Exchange nail to union (wk)	Last follow-up period (mo)
1	73	M	Fibular fx.	HTN	O	Midshaft	42-A3	I	Atrophic	3.3	31	16	12
2	58	F	Metatarsal fx.	Burger Dz's	O	Distal shaft	42-A1	II	Hypertrophic	1.8	4	24	16
3	62	M	Fibular fx.	HTN, DM	X	Midshaft	42-C2	I	Hypertrophic	1.6	26	24	16
4	30	M	Femur GT fx.	-	O	Midshaft	42-B3	Closed	Hypertrophic	3.5	10	16	17
5	51	M	-	HTN, DM	X	Midshaft	42-B2	Closed	Hypertrophic	2.8	10	14	15
6	64	M	Patella fx.	-	X	Midshaft	42-A3	Closed	Hypertrophic	2.5	11	28	19
7	63	M	Fibular fx.	Old T.B	O	Distal shaft	42-A2	Closed	Hypertrophic	2.0	10	24	14
8	79	M	Rib fx.	-	X	Midshaft	42-C3	II	Hypertrophic	6.4	4	46	17
9	75	M	-	HTN, BPH	O	Distal shaft	42-A3	II	Atrophic	4.7	19	Nonunion	18
10	54	M	Compartment SD	HTN	X	Proximal shaft	42-C3	IIla	Atrophic	5.7	8	18	13
11	43	M	Fibular fx.	HTN	X	Distal shaft	42-C2	Closed	Atrophic	2.6	8	20	14
12	56	M	Talus fx.	-	X	Midshaft	42-B2	I	Hypertrophic	3.4	10	26	24
13	72	M	Metatarsal fx.	HTN, stroke	X	Midshaft	42-B2	I	Hypertrophic	5.3	9	18	17
14	63	F	Fibular fx.	HL	X	Midshaft	42-A2	Closed	Hypertrophic	4.5	16	21	20
15	58	M	Fibular fx.	DM	O	Midshaft	42-C2	IIla	Hypertrophic	4.1	18	20	19
16	71	M	Clavicle fx.	COPD	O	Distal shaft	42-A3	I	Atrophic	6.1	20	26	20
17	43	F	Fibular fx.	-	X	Midshaft	42-B2	Closed	Hypertrophic	3.1	19	Nonunion	15
18	55	F	-	HTN	X	Proximal shaft	42-A3	II	Hypertrophic	1.9	21	19	17
19	60	M	Fibular fx.	HTN, DM	O	Distal shaft	42-A2	Closed	Hypertrophic	2.9	15	23	13
20	47	F	-	-	X	Midshaft	42-B2	Closed	Atrophic	3.8	18	29	17

M: male, F: female, fx.: fracture, GT: great trochanter, SD: syndrome, HTN: hypertension, DM: diabetes mellitus, T.B: tuberculosis, BPH: benign prostatic hyperplasia, HL: hyperlipidemia, COPD: chronic obstructive pulmonary disease.

합나사 2개로 고정한 경우가 11예, 3개로 고정한 경우가 8예, 4개로 고정한 경우가 1예였다. 연구대상자는 금속정 교체술 후 통증 허용 범위 내에서 즉시 체중부하 보행을 시행하였고, 모든 예에서 혈전색전증, 심부 정맥 혈전증, 감염 등의 합병증은 발생하지 않았다.

임상적 및 기능적 평가는 유합이 된 시점에서 진행되었으며, 이는 Johner와 Wruhs 기준⁹⁾에 따라 기능적, 임상적, 방사선학적, 주관적 결과를 종합적으로 고려하여 평가하였고 'excellent' 또는 'good'으로 분류된 환자는 16예(88.9%)였으며, 'fair' 또는 'poor'로 분류된 환자는 2예(11.1%)였다. 골유합을 얻지 못한 채 추적 소실된 2예는 평가에 포함되지 않았다.

1. 사례 1

교통사고로 내원한 기저질환이 없는 30세 남성으로, 우측 경골 간부 중간 부위 개방성 I형, AO 분류 42-B3의 골절로

진단되어 골수강 내 금속정 수술을 시행하였다. 수술 10개월 후 단순 방사선 검사상 비후성 불유합이 진단되어 1 mm 더 큰 내강을 가진 금속정으로 교체술을 시행하였다. 그 결과, 금속정 교체술 6개월 후 최종적으로 골유합을 확인하였다 (Fig. 1).

2. 사례 2

4 m 추락 사고로 내원한 고혈압의 기저질환이 있는 54세 남성으로, 우측 경골 간부 근위 부위 개방성 III형, AO 분류 42-C3의 골절로 진단되어 골수강 내 금속정 수술을 시행하였다. 수술 후 구획증후군이 발생하여 치료를 지속하였고, 8개월 후 시행한 단순방사선 검사상 위축성 불유합이 진단되어 2 mm 더 큰 내강을 가진 금속정으로 교체술을 시행하였다. 금속정 교체술 시 추가 고정력 확보를 위하여 원위부 교합나사 1개를 추가로 사용하였으며, 금속정 교체술 7개월 후 최종적으로 골유합을 확인하였다(Fig. 2).

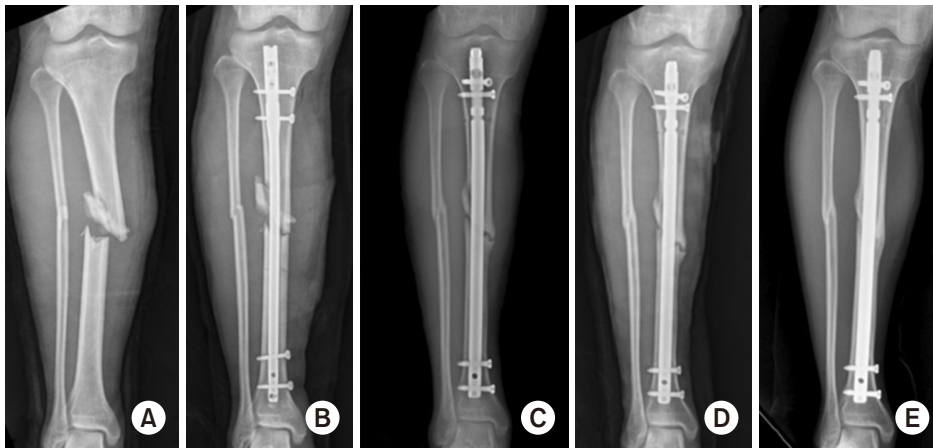


Fig. 1. A 30-year-old male. (A) X-ray shows a right tibia shaft fracture. (B) Initially, intramedullarynailing was done. (C) After 10 months, the X-ray shows hypertrophic nonunion. (D) Postoperative radiograph after exchange nailing. (E) Finally, union observed.

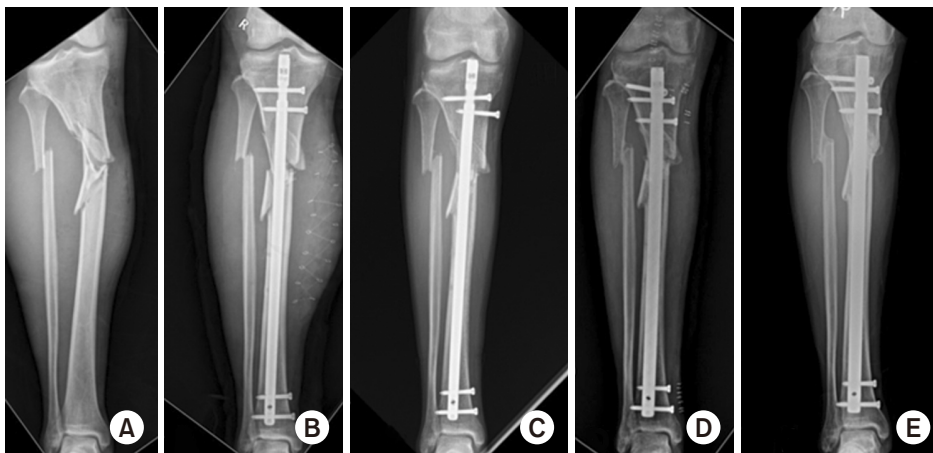


Fig. 2. A 54-year-old male. (A) X-ray shows a right tibia shaft fracture. (B) Initially, intramedullarynailing was done. (C) After 8 months, the X-ray shows atrophic nonunion. (D) Postoperative radiograph after exchange nailing. (E) Finally, union observed.

고 찰

금속정 교체술은 짧은 수술 시간, 재원일수 감소, 적은 출혈량, 낮은 합병증 발생률 등의 장점을 가진 효과적인 수술법으로 보고되고 있다.¹³⁾ 금속정 교체술의 기원은 1972년 Olerud와 Kalström¹⁴⁾이 경골의 불유합 치료로서 기존의 금속정을 더 큰 직경의 금속정으로 교체한 것으로부터 시작되었다. 이후 1980년대와 1990년대 초를 거치면서 여러 저자들에게 의해 금속정 교체술이 하지에서 발생한 불유합의 효과적인 치료방법으로 보고되었다. Hak 등¹⁵⁾은 이 방법을 통해 골이식 등 추가 시술 없이 골유합을 얻을 수 있었으며, 전 체중 부하가 가능하여 능동적으로 재활에 임할 수 있으므로 경골 간부 골절의 불유합 치료방법 중에서 가장 효과적이라고 보고하였다.

금속정 교체술은 생물학적 측면(biological effect)과 기계적 측면(mechanical effect)에서 효과가 있다.¹⁶⁾ 생물학적 측면에서는 골수강의 확공술 시 효과가 발현된다. 이와 관련한 이론에는 골내막의 혈액순환을 파괴함에 따라 보상적으로 골막의 혈류를 증가시켜 골막의 신생골 형성을 자극한다는 이론, 확공술에 의한 부산물에는 골모세포들을 위시한 여러 줄기세포들이 포함되어 있어 국소적인 골이식이 작용하여 유합이 이루어진다는 이론, 확공술이 성장촉진인자를 활성화시키고 염증반응을 유발시키며 면역체계의 활성을 억제하는 등의 기전으로 골유합에 영향을 준다는 이론 등이 있다. 기계적 측면에서는 직경이 더 큰 금속정을 삽입함으로써 효과가 발현된다. 큰 직경의 금속정 삽입 시 축성 압박력과 굽힘력에 대한 강도 및 경도가 증가하고, 확공술을 통해 피질골과 금속정의 접촉면적이 넓어지면서 안정성이 향상된다. 또한, 여러 개의 교합나사를 사용함으로써 그 효과를 더욱 높일 수 있다.¹⁷⁻¹⁹⁾

Chmali 등²⁰⁾과 Litrenta 등²¹⁾의 연구에서 경골 간부 골절 치료 후 나타난 비감염성 위축성 불유합의 경우 골이식을 동반한 압박 금속판 고정술을 시행하였으며, 그 결과 40명의 환자 중에서 37명(92.5%)은 골유합이 나타났다. 본 연구에서는 경골 간부의 비감염성 불유합에서 생물학적, 기계적 측면의 효과가 있는 확공을 통한 더 큰 직경 금속정으로의 교체술을 골결손이 1 cm 미만인 경우에 시행한 환자들을 분석하였다. 그 결과, 경골 간부 골절에서 금속정 치료 후 발생한 비후성 불유합 14예 중에서 13예(92.9%)의 경우 골유합을 얻었고, 위축성 불유합 6예 중에서 5예(83.3%)의 경우 골유합을 얻었다. 본 연구에서는 선행연구의 골이식 및 금속판 고정

술과는 다른 금속정 교체술을 수행하였으며 위축성 불유합이 6예로 대상자 수의 한계가 있으나, 골결손이 크지 않은 경우 경골 간부 골절의 비후성 불유합뿐만 아니라 위축성 불유합인 경우에도 금속정 교체술이 골유합 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

Court-Brown 등²²⁾과 Oh 등²³⁾의 연구에서 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합은 골간격이 2 cm 이상일 경우 금속정 교체술은 실패한다고 보고하였다. 또한 Tsang 등²⁴⁾은 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 불유합은 골간격이 5 mm 이상인 경우 금속정 교체술의 실패 확률이 유의미하게 증가한다고 하였다. 본 연구에서는 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 불유합의 주 골편 간 전체 평균 거리가 3.5 mm (범위 1.6-6.4 mm)로 비교적 짧았으며, 불유합과 동반된 부정 상태 변형은 없었다. 이는 수술 후 금속정 치료 시 비교적 적절한 골절의 정복이 시행되었기 때문으로 생각된다. 골결손이 5 mm 이상인 경우는 4예 있었으며, 4예에 대하여 추시한 결과 모두 골유합이 나타났다. 본 연구 결과와 선행연구를 바탕으로 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합은 작은 골결손 시 골이식 없이 금속정 교체술로 골유합을 얻을 수 있을 것으로 여겨진다. 이에 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 골결손 정도에 따른 골유합 여부에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

금속정 교체술 이후 최종 불유합으로 진단된 환자는 2명이었다. 개방성 골절 및 동반 골절의 존재, 환자의 흡연력 및 기저질환 등을 불유합 위험인자로 생각해 볼 수 있겠으나 표본이 매우 적어서 불유합의 위험인자인 골절 특이적 요인, 환자 관련 요인, 치료 관련 요인과 불유합 간의 상관관계에 대하여 통계 분석 시 한계가 있었다.

유합이 된 시점에서 수행한 Johner와 Wruhs 기준⁹⁾에 따른 기능적, 임상적, 방사선학적, 주관적 결과를 종합적으로 고려한 평가에서 'fair' 또는 'poor'로 분류된 환자는 2예(20.0%)였다. 이들의 평균 나이는 71세(범위 63-79세)로 연구대상자의 전체 평균나이인 60세(범위 30-79세)보다 높으며, 특히 strenuous activity 항목에서 현저히 점수가 낮게 측정되었다. 이는 나이에 따른 활동력이 영향을 미친 것으로 생각된다.

본 연구는 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합에 대해 금속정 교체술을 시행하였고, 총 20예 중 18예(90.0%)에서 골유합을 확인하였다. 이러한 본 연구의 결과는 제한된 예를 대상으로 수행하여 통계적 한계가 있으나, 비감염성 불유합 치료 시 골이식 없이 수행할 수 있는 금속정 교체술은 작

은 골결손 시 효과적인 비감염성 불유합 치료방법으로 고려할 수 있을 것이다. 추가적으로 불유합 치료방법으로서 금속정 교체술의 효과를 구체적으로 알아보기 위하여 대상자 수를 늘린 반복연구가 필요하며, 본 연구에서 측정한 주 골편 간의 거리보다 큰 결손의 불유합 또는 불유합과 동시에 부정정렬 상태 변형이 있는 경우 등 금속정 교체술의 다양한 사례에 대한 향후 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합 치료를 위한 금속정 교체술의 효과를 알아보고자 하였다. 그 결과, 금속정 교체술은 경골 간부 골절의 금속정 삽입술 시행 후 발생한 골결손이 크지 않은 비감염성 불유합 치료 시 합병증 발생 없이 대부분의 환자에서 골유합을 얻을 수 있었다. 따라서 금속정 교체술은 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 골결손이 크지 않은 비감염성 불유합 치료 시 고려할 수 있는 안전하고 효과적인 술식이라 할 수 있다.

요약

목적: 골수강 내 금속정은 경골 간부 골절의 치료방법으로, 비교적 견고한 내고정으로 조기 체중부하를 가능하게 하고 빠른 골유합 및 기능 회복을 얻을 수 있어 널리 사용되고 있다. 본 연구에서는 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합 치료를 위하여 금속정 교체술을 시행한 환자들에 대해 그 치료 결과를 분석하고자 한다.

대상 및 방법: 2015년 11월부터 2021년 12월까지 경골 간부 골절로 골수강 내 금속정 치료를 시행 받은 환자 중 불유합으로 진단되어 이에 대한 치료로 금속정 교체술을 시행한 환자를 대상으로 하였으며, 최소 12개월 이상 추시가 가능한 환자 20명에 대해 후향적인 조사를 하였다.

결과: 대상자 20명의 평균 나이는 60세(범위 30-79세)였다. 골수강 내 금속정 교체술을 시행한 20예 중 18예(90.0%)에서 골유합이 이루어졌으며 평균 골유합 기간은 23주(범위 14-46주)였다. 골유합을 얻은 18예 중 1예는 지연유합으로 추가 치료 없이 46주만에 골유합을 얻었으며, 불유합 2예의 경우 최종 추시까지 골유합을 얻지 못하고 추적소실 되었다.

결론: 경골 간부 골절의 금속정 치료 후 발생한 비감염성 불유합 환자를 대상으로 시행한 금속정 교체술은 만족스러운

임상적 결과를 얻을 수 있었다.

색인 단어: 비감염성 불유합, 금속정 교체술, 경골 간부 골절

ORCID

조용진, <https://orcid.org/0000-0002-6044-627X>

이준영, <https://orcid.org/0000-0002-9764-339X>

류제홍, <https://orcid.org/0000-0002-8794-6194>

김형태, <https://orcid.org/0000-0003-1823-4369>

문종진, <https://orcid.org/0009-0001-1536-9391>

References

- Hierholzer C, Friederichs J, Glowalla C, Woltmann A, Bühren V, von Rüden C: Reamed intramedullary exchange nailing in the operative treatment of aseptic tibial shaft nonunion. *Int Orthop*, 41: 1647-1653, 2017.
- Hak DJ: Management of aseptic tibial nonunion. *J Am Acad Orthop Surg*, 19: 563-573, 2011.
- Attal R, Blauth M: [Unreamed intramedullary nailing]. *Orthopade*, 39: 182-191, 2010. German.
- Rodriguez-Buitrago AF, Mabrouk A, Jahangir A: Tibia nonunion. In: StatPearls. Treasure Island, StatPearls Publishing: 2023.
- Galpin RD, Veith RG, Hansen ST: Treatment of failures after plating of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 68: 1231-1236, 1986.
- Müller ME: Treatment of nonunions by compression. *Clin Orthop Relat Res*, 43: 83-92, 1965.
- Megas P, Panagiotopoulos E, Skriviliotakis S, Lambiris E: Intramedullary nailing in the treatment of aseptic tibial nonunion. *Injury*, 32: 233-239, 2001.
- Amorosa LF, Buirs LD, Bexkens R, et al: A single-stage treatment protocol for presumptive aseptic diaphyseal nonunions: a review of outcomes. *J Orthop Trauma*, 27: 582-586, 2013.
- 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.
- Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN: Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures. *J Trauma*, 24: 742-746, 1984.
- Leow JM, Clement ND, Tawonsawatruk T, Simpson CJ, Simpson AH: The radiographic union scale in tibial (RUST) fractures: reliability of the outcome measure at an independent centre. *Bone Joint Res*, 5: 116-121, 2016.
- Weber BG, Brunner C: The treatment of nonunions without electrical stimulation. *Clin Orthop Relat Res*, (161): 24-32,

- 1981.
13. Bhan K, Tyagi A, Kainth T, Gupta A, Umar M: Reamed exchange nailing in nonunion of tibial shaft fractures: a review of the current evidence. *Cureus*, 12: e9267, 2020.
14. Olerud S, Karlström G: Secondary intramedullary nailing of tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 54: 1419–1428, 1972.
15. Hak DJ, Lee SS, Goulet JA: Success of exchange reamed intramedullary nailing for femoral shaft nonunion or delayed union. *J Orthop Trauma*, 14: 178–182, 2000.
16. Brinker MR, O'Connor DP: Exchange nailing of ununited fractures. *J Bone Joint Surg Am*, 89: 177–188, 2007.
17. Utvåg SE, Grundnes O, Reikerås O: Graded exchange reaming and nailing of non-unions. strength and mineralisation in rat femoral bone. *Arch Orthop Trauma Surg*, 118: 1–6, 1998.
18. Weresh MJ, Hakanson R, Stover MD, Sims SH, Kellam JF, Bosse MJ: Failure of exchange reamed intramedullary nails for ununited femoral shaft fractures. *J Orthop Trauma*, 14: 335–338, 2000.
19. Whittle AP, Wester W, Russell TA: Fatigue failure in small diameter tibial nails. *Clin Orthop Relat Res*, (315): 119–128, 1995.
20. Chmali K, ElIdrissi M, Abid H, Ellbrahimi A, Berraho M, ElMrini A: Aseptic nonunion of the tibia treated by plating and bone grafting: retrospective study about 40 cases. *J Orthop Surg Res*, 17: 321, 2022.
21. Litrenta J, Tornetta P 3rd, Vallier H, et al: Dynamizations and exchanges: success rates and indications. *J Orthop Trauma*, 29: 569–573, 2015.
22. Court-Brown CM, Keating JF, Christie J, McQueen MM: Exchange intramedullary nailing. Its use in aseptic tibial nonunion. *J Bone Joint Surg Br*, 77: 407–411, 1995.
23. Oh JK, Bae JH, Oh CW, Biswal S, Hur CR: Treatment of femoral and tibial diaphyseal nonunions using reamed intramedullary nailing without bone graft. *Injury*, 39: 952–959, 2008.
24. Tsang ST, Mills LA, Frantzias J, Baren JP, Keating JF, Simpson AH: Exchange nailing for nonunion of diaphyseal fractures of the tibia: our results and an analysis of the risk factors for failure. *Bone Joint J*, 98-B: 534–541, 2016.