대 한 골 절 학 회 지
Vol. 6, No. 1, May., 1993

경골 간부골절에서 금속판 내고정술과 골수강내 고정술의 임상적 비교

전북대학교병원 정형외과학교실

황병연 · 이강욱 · 노철규

— **Abstract** —

A Clinical Comparison Between Plate Fixation and Intramedullary Nailing in the Treatment of Tibial Shaft Fractures

Byung Yun Hwang, M.D., Gang Wook Lee, M.D., Cheul Kyu Rho, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University, Chonju Korea

Fracture of the tibial shafte is the most common fracture of the long bones and there is much controversy concerning the method of treatment because of many complications, such as non-union, delayed union and infection.

We reviewed and analyzed 68 tibial shaft fractures which had been treated at the Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National university Hospital from January 1988 to December 1990. We divided the cases into three groups, plating, flexible intramedullary and rigid intramedullary nailing, in order to determine the more adequate method of treatment of tibial shaft fracturs.

The results were as follow:

1. In both groups, bone healing time was shorter in the patients under thirty years old and it was not affected by the fibular fracture, but all of the delayed and nonunions occured in the cases having concomitant fibular fracture.
2. The rate of fracture union was not affected by the fracture location and the worst prognosis among the fracture types was for segmental and comminuted fracture.
3. The average union time was 15.1 weeks in the plating group, 13.6 weeks in the flexible intramedullary nailing group and 12.5 weeks in the rigid intramedullary nailing group.
4. The time for achieving full range of motion and full weight bearing and fracture healing was less in the intramedullary nailing group.

We conclude that intramedullary nailing is a more suitable method for the treatment of the tibial shaft fractures.

Key Words: Tibial shaft fracture.

서 론

경골 골절은 장관골 골절중 그 빈도가 가장 높은 골절로서 불유합, 지연유합, 감염 등의 합병증이 문제가 되고 있고 이에 대한 치료방법은 여러 인자들에 의해 각각 적응증이 다르고 현재 여러 방법이 다양하게 시술되고 있다. 저자들은 본원에서 치료한 경골 간부 골절중 심한 개방창으로 외고정치료를 해야 했던 경우를 제외하고 관혈적 압박금속판 내고정술, 연성 및 경성 골수강내 금속정고정술을 시행한 68예를 대상으로 세 가지 치료방법에 따른 골유합 기간과 장단점을 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

연구 대상 및 방법

1988년 1월부터 1990년 12월까지 만 3년동안 전북대학교병원 정형외과에서 관혈적 금속판 내고정술(제 1군), 연성 골수강 내고정술(제 2군) 및 경성 골수강 내고정술(제 3군)로 치료했던 경골 간부골절 환자 95례중 최소 1년 이상 추시관찰 가능했던 64명, 68례를 대상으로 연령, 성별, 골절부위, 골절유형, 골절의 개방성 유무, 체중부하시기, 치료방법 등에 따른 임상 및 X-선적 치료결과를 분석하였다.

평가방법은 술후 2주 및 4주 간격으로 골유합의 소견을 임상적으로 관찰하고 방사선 사진촬영을 실시하여 가골형성 및 골유합 소견을 관찰하였다.

분석에 있어서 X-선상 골유합은 X-선상 가골의 성숙도와 골절부위 골 둘레의 3/5이 폐쇄되는 것을 기준으로 하였고 수술후 24주 이후에도 X-선상 골유합이 확실치 않은 경우를 지연유합이라고 하였으며 골절부 간단에 경화 및 골연속성의 결여, 가성운동, 체중부하시 동통과 국소발열감이 있는 경우를 불유합이라고 기준하였다[20].

관절의 강직은 골유합 이후 최종 관찰시 관절운동 범위가 정상측과 비교하여 2/3 이하이면 운동제한으로 규정하였으며 부정유합은 10° 이상의 각변형, 5° 이상의 회전 변형이나 1.5cm 이상의 단축으로 정의하였다[20].

증례 분석

1. 성별 및 연령 분포

총 64명(68례)중 남녀의 비율이 3.2 : 1로 남자에서 훨씬 높은 발생빈도를 보였고 연령별로는 20대가 17명(26.6%)으로 가장 많았으며 평균 연령은 49.3세였다(Fig. 1).

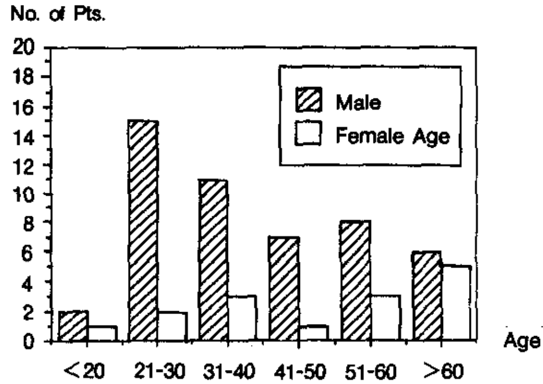

Fig. 1. Age and Sex distribution.

2. 손상 원인

교통사고가 51례(74%)로 가장 많은 손상원인이었고 추락사고(10례), 물체에 의한 직접가격(3례) 순으로 많았다(Table 1).

3. 골절의 개방성, 위치 및 유형

폐쇄성 골절이 40례(58.8%), 개방성 골절이 28례(41.2%)로 개방성 골절 28례는 Gustilo와 Anderson[12]의 분류에 의한 제 Ⅰ형이 14례, 제 Ⅱ형이 12례, 제 Ⅲ형이 2례였다.

골절 부위별로는 중 1/3 골절이 35례(51.5%)로

Table 9. Fracture type, Treatment method and Prognosis

	Plating		Intramedullary nailing: Flexible		Intramedullary nailing: Rigid		Total	
	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks
Communited	11 N : 3	16.3	13 N : 1	13.7	9 D : 2 N : 1	13	33	14.4
Transverse	2	10	9	13.4			11	12.8
Oblique	4	14.3	2	13.5	3	11.7	9	13.2
Spiral	1	16	1	9			2	12.5
Segmental			3	16.7	2 D : 1	12	5	14.8
Total	18	15.11	28	13.68	14	12.50	60	13.83

Communited vs other type : Not significant.
Plating vs. Flexible : significant at $p<0.05$
Plating vs. Rigid : significant at $p<0.05$
N : Nonunion, D : Delayed union, No : Number

Table 1. Cause of injury

Causes	Total (%)
Traffic accident	51(79.7)
Fall from a haight	10(14.7)
Slip down	2(2.9)
Direct blow	3(4.4)
Sports injury	1(1.5)
Machinary injury	1(1.5)
Total	68 (100)

Table 3. Associated injuries

Associated injuries	No. of Cases
Ipsilateral fibular fracture	52
Rib fracture	2
Pelvic bone fracture	6
Femur fracture	4
Spine fracture	1
Radius & ulnar fracture	8
Ankle fracture	3
Humerus fracture	8
Head injury	7

가장 높은 빈도를 보였고, 하 1/3 골절이 17례(25%), 상 1/3 골절이 16례(23.5%)였다.

골절 형태별로는 분쇄골절이 39례(57.4%)로 가장 많았고 횡골절이 12례, 사형골절이 9례였고 분절골

Table 2. Types of Fracture

Type	Open: type I	Open: type II	Open: type III	Closed	Total(%)
Comminuted	10	9	2	18	39(57.4)
Oblique		1		8	9(13.2)
Spiral				2	2(2.9)
Transverse	2			10	12(17.6)
Segmental	2	2		2	6(8.8)
Total	14	12	2	40	68 (100)
	28				

절은 8례였다(Table 2,9).

4. 동반손상

동반손상은 68례중 동측 비골골절이 52례(76.5%)로 가장 많았고 상완골 및 전완골 골절이 각각 8례로 많았다(Table 3).

5. 수술방법 및 사용된 내고정물

수술은 과반수 이상(46례, 67.6%)에서 2주 이내에 시행하였으나 전신상태 이상 등으로 3주 이상 지연된 경우도 11례(16.2%)였으며 골수강 내고정술은 모두 폐쇄성 정복을 원칙으로 하였으나 심한 분쇄골절로 정복이 어려웠던 2례의 경성 금속정 내고정술

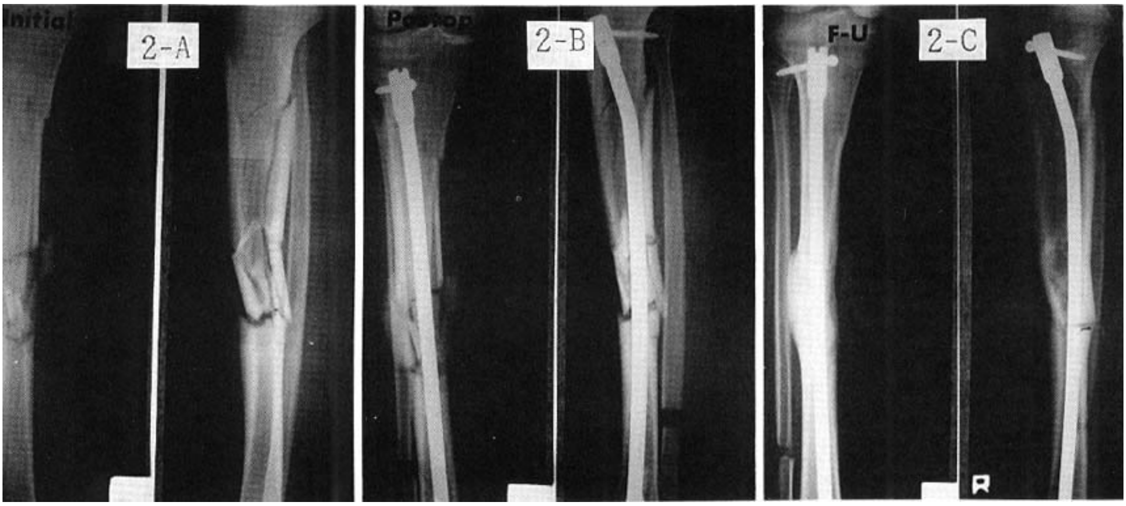

Fig. 2-A. 29 years old male patient with segmental fracture of right tibia.
B. Closed intramedullary nailing with Brooker-Wills nail and fibular osteotomy shows good alignment.
C. 16 weeks postoperative, complete bony union obtained.

Table 4. Method of Treatment

Reduction / Fixation	Closed	Open	Total
Plate	–	21	21
Flexible intramedullary nail	29		29
Rigid Intramedullary naill	16	2	18

에서 관혈적 정복을 시행하였으며 사용된 내고정물은 압박 금속판을 사용하여 내고정한 경우가 21례였고 골수강 내고정물은 47례에서 사용되었는데 연성 금속정으로는 Ender정을 29례에서 사용하였고 경성 금속정으로는 Brooker-Wills정이 12례, Russel-Taylar정이 6례였다(Table 4, Fig. 2).

성 적

1. 수술에 소요된 시간

마취유도 및 회복시간을 포함한 수술시간은 제 1군에서 최단 50분에서 최장 150분으로 평균 85분이 소요되었고, 제 2군은 최단 40분에서 최장 120분으로 평균 66.38분, 제 3군에서는 최단 60분에서 최장 140분으로 평균 80.56분이 소요되었는데 이는 기구에 대한 숙련정도에 좌우되는 것으로 보여 큰 의의는 없었다(Table 5).

2. 전체중 부하기간

제 2군 및 제 3군에서는 술후 2–4주에 부분체중부하를 시작할 수 있었고 제 1군은 술후 4–6주가 되어야 부분체중부하가 가능하였는데 치료방법별 전체중 부하 시기는 제 1군에서 9.19주로 제 2군(7.55주), 3군(7.5주)에서보다 길었다($p<0.01$)(Table 6).

3. 연령별 예후

골유합은 30세 이하에서 고연령층에 비해 빠른 유합을 보였고($p<0.01$) 30세 이후에는 연령별로 큰 차이가 없었으며 불유합과 지연유합은 8례중 7례가 30세 이후에 발생하였다(Table 7).

4. 골절 부위별 예후

골절 부위별 골유합은 중 1/3, 상 1/3, 하 1/3 순으로 약간 빨랐으나 상 1/3에서는 금속판 내고정술을, 중 1/3에서는 골수강 내고정술을 많이 시행하여 비교 분석상 유의성은 없었고($p<0.05$) 불유합 및 지연유합은 골절 부위별 발생빈도에서 큰 차이를 보이지 않았다(Table 8).

Table 7. Age, Treatment method and Prognosis

Age (year)	Plating No	Plating Weeks	Intramedullnailing Flexible No	Flexible Weeks	Rigid No	Rigid Weeks	Total No	Total Weeks
Below 20			2	11.5	1	15.0	3	12.67
21−30	2	11.0	11	12.18	2	11.0	15	11.87
	N : 1							
31−40	4	16.25	6	15.83	2	13.0	12	15.50
	N : 1		N : 1		D : 1			
41−50	4	13.5	2	15.5	3	10.0	9	12.78
51−60	4	16.25	2	13.5	3	15.66..	9	15.44
	N : 1				D : 2			
					N : 1			
Over 60	4	16.5	5	14.6	3	11.66..	12	14.50
Total	18	15.11	28	13.68	14	12.50	60	13.83

Below 30 vs. over 30 : Significant at $p<0.01$

N : Nonunion, D : Delayed union, No : Number

Table 8. Fracture level, treatment method and prognosis

	Plating No	Plating Weeks	Intramedullary nailing Flexible No	Flexible Weeks	Rigid No	Rigid Weeks	Total No	Total Weeks
Proximal 1/3	10	14.0	1	13.0	2	14.5	13	14.00
	N : 2				D : 1			
Middle 1/3	3	16.0	18	13.66..	11	12.9	32	13.34
	N : 1		N : 1		N : 1			
Distal 1/3	5	16.8	9	13.77..	1	13.0	15	14.73
					D : 2			
Total	18		28		14		60	
Mean		15.1		13.68		12.50		13.83

Plating vs. IM nailing : not significant.

N : Nonunion, D : Delayed union, No : Number

Table 5. Operation time

Duration (minute)	Plating	Intramedullary nailing Flexible	Intramedullary nailing Rigid	Total
Within 60	4	16	4	24
- 90	11	9	10	30
-120	2	4	4	10
-150	2	0	0	2
Over 150	0	0	0	0
Total	21	29	18	68
Average	85	66.38	80.56	75.88

Table 6. Interval to full weight bearing with brace

Interval (weeks)	Plating	Intramedullary nailing Flexible	Intramedullary nailing Rigid	Total
Within 6	4	11	10	25.
6 − 9	8	10	5	23
-12	7	8	3	18
-15	1	0	0	1
Over 15	21	29	18	68
Mean	9.19	7.55	6. 5	8.056

Plating vs Flexible : Significant at $p<0.05$

Plating va Rigid : Significant at $p<0.01$

5. 골절 형태별 예후

불유합 및 지연유합 8례를 제외한 골유합 기간은 분절형 골절과 분쇄골절에서 각각 14.8주, 14.4주로 골유합이 지연되었고 나선형 골절에서 12.5주로 가장 빨랐으나 대조군이 적어 유의성은 없었다($p<0.05$).

불유합, 지연유합은 분쇄골절(6례, 15.3%)과 분쇄골절(1례, 16.6%)에서 발생빈도가 높았다(Table 9).

6. 비골골절 유무에 따른 예후

경골골절 동측의 비골골절은 52례(76.47%)에서 동반되었고 이때 평균 골유합 기간은 13.75주로 수반되지 않은 경우(14.06주)와 큰 차이가 없었으나 불유합 및 지연유합은 전례에서 비골골절이 동반된 경우에 발생하였다(Table 10).

7. 개방성 유무에 따른 예후

개방성 골절이 28례로 41.17%를 차지하였으며 골유합 기간은 14.24주로 비개방성 골절(13.54주)보다 약간 지연되었으나 유의성은 없었고($p<0.05$) 개방성 골절에서 치료방법별 예후는 Gustilo와 Anderson[12]의 분류에 의한 제 1형에서는 제 3군이 제 1군에 비해 유의하게 골유합 기간이 짧았으나($p<0.05$) 전체적으로는 유의성이 없었다(Table 11).

8. 관절 운동범위의 정상 회복기간

슬관절 또는 족관절의 운동제한을 보인 6례를 제외하고 치료방법에 따른 관절운동 회복기간은 제 1군에서 9.21주, 제 2군에서 5.67주에 비해 제 3군에서 4.8주로 가장 빨랐으며 제 1군에서 유의하게 지연되어($p<0.01$) 수술에 따르는 연부손상이 관절운동에 영향을 주는 것으로 보인다(Table 12).

9. 치료방법에 따른 예후

골유합 기간은 제 1군에서 15.11주로 제 2군 13.68주, 제 3군 12.50주보다 유의있게 지연되었고($p<0.05$) 정상 관절운동 회복시기도 제 1군 9.2주로 제 2군 5.67주, 제 3군 4.8주보다 지연되었으며($p<0.01$) 전체중 부하시기도 제 1군에서 제 2군, 제 3군보다 지연되었다($p<0.01$)(Table 13).

10. 합병증

관절 강직이 6례(8.8%)로 가장 많았고 불유합 5례(7.3%), 연부조직 감염 5례(7.3%), 골수염 3례(불유합 동반), 지연유합 3례(4.4%), 부정유합 2례(2.9%)가 발생하였다(Table 14).

고 찰

경골 골절은 장관골 골절중 가장 빈도가 높은 골절로써 골의 전내측면이 얇은 연부조직으로 덮혀 있고 영양혈액의 공급이 빈약한 해부학적 특성으로 지연 및 불유합, 골수염 등의 합병증의 발생이 많이 그 치료에 많은 난점이 있다.

한편 골유합에 영향을 줄 수 있는 요인으로 Ellis[11]는 수상시의 분쇄, 전위, 연부조직 등의 손상정도외에 신연유무, 나이, 골절부위 등을 들었다.

Table 10. Fibula fracture, Treatment method and Prognosis

Fibula	Plating		Intramedullary nailing Flexible		Intramedullary nailing Rigid		Total	
Fracture	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks
Presence	9 N : 3	15.555..	23 N : 1	13.565	12 N : 1 D : 3	12.75	44	13.75
Absence	9	14.66..	5	14.2	2	11.0	16	14.06
Total	18	15.11	28	13.68	14	12.50	60	13.83

N : Nonunion D : Delayed union, No : Number
Presence vs. Absence : Not significant.

Table 11. Prognosis according to Fracture type

	Plating		Intramedullary nailing				Total	
			Flexible		Rigid			
	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks
Open type Ⅰ	3	18	7	15.7	2	9.5*	12	14.4
	N : 1		N : 1				N : 2	
type Ⅱ	3	13.7	6	12.8	2	14	11	13.3
	N : 1						N : 1	
type Ⅲ			2	13.5			2	13.5
Subtotal	6	15.8	15	14.3	4	11.7	25	14.24
Closed	12	14.75	13	13.0	10	12.8	35	13.54
	N : 1				N : 1			
					D : 3			
Total	18	15.11	28	13.68	14	12.5	60	13.83

N : Nonunion D : Delayed union
Open vs. closed : Not significant.
* : Significant at $p<0.05$

Table 12. Time for achiveving full ROM

Interval (weeks)	Plating	Intramedullary nailing		Total
		Flexible	Rigid	
Within 6	2	14	11	27
6－ 9	6	11	4	21
10－12	5	1	1	7
13－15	6	1		7
Over 15	0			
Total	19(S : 2)	27(S : 2)	16(S : 2)	62
Mean	9.21	5.67	4.81	6.53

S : Stiffness of joint
Plating vs. Flexible : significant at $p<0.01$
Plating vs. Rigid : significant at $p<0.01$

Table 13. Treatment method and prognosis

Prognosis	Union time		Full ROM		Full W/B	
Method	No	Weeks	No	Weeks	No	Weeks
Plating	18	15.11	19	9.2	21	9.2
	N : 3		S : 2			
Flexible IM nailing	28	13.68	27	5.57	29	7.6
	N : 1		S : 2			
Rigid IM nailing	14	12.50	16	4.8	18	6.5
	N : 1		S : 2			
	D : 3					
Total	60	13.83	62	6.53	68	7.803

N : Nonunion D : Delayed union S : Stiffness of joint IM : Intramedullary

Table 14. Complication

Type of complication	No. of complication
Nonunion	5
Delayed union	3
Malunion	2
Joint stiffness	6
Osteomyelitis	3
Infection	5
Metal failure & loosening	2

Ellis[11]는 16세, 정등[4]은 20세 이전에 골유합기간이 단축되고 그 이후에는 연령별 차이가 없다고 보고하였으나 저자들의 경우 30세 이하의 연령군에서 골유합기간이 유의있게 단축되었다.

일반적으로 경골하 1/3 골절은 타부위 골절보다 골유합이 지연된다고 알려져 왔찌만 Ellis[11]는 부위에 따른 골유합의 차이가 없다고 보고하였는데 저자들의 경우에도 골절 부위별 골유합 기간의 유의한 차이를 발견할 수 없었다.

Nicoll[17]은 골절선의 형태가 골유합에 큰 영향을 주지 못함을 보고하였으나, Sarmiento[19]는 분절 골절시 타골절에 비해 골유합이 훨씬 지연됨을 보고하였고 저자들의 경우도 분쇄, 분절 골절에서 타골절보다 골유합 기간이 유의있게 지연되었고 불유합, 지연유합 발생율도 높았다.

비골 골절의 동반시 골유합 기간이 길어지고 지연

유합이 증가한다는 보고들[13,15,21]과 비골 골절이 없는 경우 완전한 도수정복에 지장을 초래하여 때로 치료기간이 연장된다는 보고[19]와 비골 골절의 동반여부와 경골 골절의 유합과는 아무런 상관관계가 없었다는 보고[6]등 경골 골절시 비골 골절의 동반유무에 따르는 여러 주장들이 있으나 저자들의 경우는 비골 골절 동반 유무에 따른 골유합 기간의 유의한 차이는 없었고 불유합, 지연유합은 모두 비골 골절이 동반된 경우에서 발생하였다.

개방성 골절에 대해 대부분의 학자들이 폐쇄성 골절의 경우보다 더 높은 불유합, 지연유합을 보고[1,3,21]하고 있는데 저자들의 경우는 심한 개방창으로 외고정 장치를 시행한 경우를 제외하고 비교적 경도의 연부조직 손상을 보여 금속물 내고정이 가능했던 개방성 골절 28례의 분석에서는 폐쇄성 골절에 비해 골유합이 약간 지연되었으나 통계학적 유의성은 없었다.

치료방법으로는 보존적 방법과 수술적 방법으로 대별할 수 있고 수술적 방법으로 금속판 내고정술과 골수강내 금속정 내고정술 등이 있는데 최근 일반적인 경향은 이러한 금속물 내고정후 조기관절운동을 권하고 있다.

관혈적 정복 및 금속판 내고정술은 비개방성 골절을 개방성 골절로 전환시켜 감염 및 지연유합, 불유합 등의 합병증 유발의 동기가 될 수 있고 가골형성의 억제 및 금속판의 생리적응차단 효과로 골위축의 단점들이 보고되었다[8,9,10,16].

이런 문제점들을 최소화 하기 위해 비관혈적 정복 및 골수강내 금속정고정술이 시행되고 있는데, 연성 골수강 금속정은 골수강 확장술을 하지 않기 때문에 골수강내 혈류손상을 최소화하며 조기체중부하 및 입원기간의 단축 등의 장점을 보고하나[2,5,7] 골절부위의 회전, 굴곡 및 전위 등을 예방할 수 없는 단점이 있고[14], 이런 단점들을 보완하기 위해 경성 interlocking 금속정을 사용하여 견고한 고정으로 조기체중부하와 관절운동은 가능하나 삽입전 골수강 확장술로 인한 골수강내 순환장애와 피질골의 괴사로 내측 가골형성 장애가 초래된다는 보고[18]가 있다.

저자들의 경우 21례에서 금속판 내고정술을(제 1군), 29례에서 연성 골수강 내고정술을(제 2군), 18례에서 경성 골수강 내고정술을(제 3군) 시행하였는데 치료방법별 골유합 기간과 관절운동 회복기간 그리고 전체중 부하 시작 가능기간이 제 1군에서 제 2,3군보다 유의있게 지연되었고 제 2군과 3군 사이에서는 유의한 차이가 없었다.

합병증으로는 Merianos등[14]이 각변형, 표재성 감염, 회전변형 등을 보고하였고 Nicoll[15], Ellis등[11]은 부정유합과 불유합을 보고하였는데 저자들의 경우 6례의 관절부분강직, 5례의 불유합, 3례의 지연유합과 2례의 부정유합 등을 보였고 골수염 3례는 감염성 불유합에서 동반되었다. 이중 불유합, 지연유합은 3주 이상 수술이 지연된 경우, 개방성 골절, 비골의 동반 골절, 분쇄 및 분절 골절에서 발생률이 높았다. 이런 결과로 조기에 보행 및 관절운동을 허용함으로써 조기골유합을 이루는데 골수강 내고정술이 합리적이고 선택적인 최선의 수기로 여겨진다.

결 론

저자들은 1988년 1월부터 1991년 1월까지 만 3년 동안 치료했던 경골 간부골절에 대한 금속판 고정 및 골수강내고정 치료를 시행하여 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 경골 간부 골절에서 30세 이하에서 30세 이상보다 평균 골유합 기간이 짧았으며($p<0.01$), 30세 이후에는 연령별 골유합 기간의 차이가 없었고, 비골 골절 동반유무가 골유합 기간에 영향을 주지는 않았으나 불유합, 지연유합은 전 례에서 비골 골절을 동반하였다.

2. 골유합 기간은 골절부위에 영향을 받지 않았으며 분쇄, 분절 골절에서 타골절 형태에서 보다 골유합 기간이 지연되었고 불유합, 지연유합 발생율이 높았다.

3. 술후 평균 유합기간은 금속판 내고정군이 15.1주, 연성 골수강 내고정군이 13.6주, 경성 골수강 내고정군이 12.5주로 금속판 사용군에서 지연되었다.

4. 관절운동범위 회복과 조기체중부하 및 골유합 기간은 골수강 내고정군에서 금속판 내고정군보다 우수하였다.

이상과 같은 결과로 볼 때 조속한 골유합, 하지기능의 조기회복 및 짧은 이병률 등의 장점으로 경골 간부 골절에서 금속정 골수강 내고정술이 금속판 내고정술보다 상대적으로 선택적인 치료 방법으로 사

료된다.

REFERENCES

1) 김광회, 최일용, 정현기, 박명률 : 개방성 경골 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 20(5) : 945−958, 1985.
2) 김수길, 이금배, 오세중, 노상원 : Ender Nail을 이용한 경골 간부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 26(3) : 736−741, 1991.
3) 리건영, 윤형구, 박동욱, 주철수, 심명섭 : 성인 경골 골절의 세 가지 치료방법의 비교. 대한정형외과학회지, 23(3) : 687−697, 1988.
4) 정인희, 김남현, 장준섭, 김영후, 손성근 : 경골 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 9 : 99−107, 1974.
5) 조덕연, 이중명, 김용하, 최복식 : 골수강내 Ender정 삽입술을 이용한 경골 간부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 26(1) : 211−219, 1991.
6) 최경렬, 방영남, 안재환, 유명철, 김봉건 : 경골 골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 15 : 314−320, 1980.
7) 한수봉, 김남현, 김성재, 문석주 : Ender정을 이용한 경골 간부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 26(2) : 412−420, 1991.
8) Bergentz, S.E. and Thureborn, E. : *Shaft fracture of the lower leg : Open versus closed reduction. Acta Chir. Scandinav., 114 : 235–241, 1957.*
9) Bradley, G.W., et al. : *Effect of flexural rigidity of plate on bone healing. J. Bone and Joint Surg., 61–A : 866–872, 1979.*
10) Brown, P.W. and Urban, J.G. : *Early weight bearing treatment of open fracture of the tibia. J. Bone and Joint Surg., 51–A : 59–75, 1969.*
11) Ellis, H. : *The speed of healing after fracture of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surgery., 40–B : 42–46, 1958.*
12) Gustilo, R.B. and Anderson, J.T. : *Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fracture of long bones. Retrospective and prospective analysis. J. Bone and Joint Surg., 58–A : 453–458, 1976.*
13) Jackson, R.W. and Macnab, I. : *Fractures of the shaft of the tibia. A clinical and experimental study. Am. J. Surg., 97 : 543–557, 1959.*
14) Merianos, S., Pazaridis, Serenes, P., Orfandis, S. and Simyrnis, P. : *The use of Ender nails in tibial shaft fracture. Acta. Orthop. Scand., 53 : 301–307, 1982.*
15) Nicoll, E.A. : *Fractures of the tibial shaft. A Survey of 705 cases. J. Bone and Joint Surg., 46–B : 373–387, Aug. 1964.*
16) Nicoll, E.A. : *Closed and open management of tibial fractures. Clin. Orthop., 160 : 185–195, 1981.*
17) Prozman, R.R. : *Delayed union or nonunion of the tibial shafts : The role of the fibular osteotomy. Symposium on Trauma to the leg and its sequelae. The American Academy of Orthopedic Surgeons., 99 : 187–194, Mosby Co. 1981.*
18) Rhinelander, F.W. : *Current concept of intramedullary nailing of the long bone fracture. Instructional Coures Lecture, Vo. 22, 1973.*
19) Sarmiento, Augusto : *A functional below-the-knee cast for tibial fractures. J. Bone and Joint Surg., 49–A : 855–875, July. 1967.*
20) Van der Linden, W. and Larsson, K. : *Plate fixation versus conservative treatment of tibial shaft fractures. J. Bone and Joint Surg., 61–A : 873–878, 1979.*
21) Weissman, S.L., Herold, H.Z. and Engelberg, M. : *Fracture of the middle two-thirds of the tibial shaft. Results of Treatment without Internal Fixation in 140 Consecutive Cases. J. Bone and Joint Surg., 48–A : 257–267, 1966.*