

원위 경비골 골절에 대한 골수강내 금속정술에서 비골 고정이 족근 관절 기능에 미치는 영향

포항 선린 병원 정형외과

서병호 · 이수원 · 공규민 · 김동준 · 오현근

The Effect of Fibular Fixation on Ankle Function in Intramedullary Nailing for Distal Tibiofibular Fractures

Byung-Ho Suh, M.D., Soo-Won Lee, M.D., Gyu-Min Kong, M.D., Dong-Jun Kim, M.D., Hyun-Keun Oh, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Sunlin Hospital, Pohang, Korea

=Abstract=

Purpose: To evaluate the clinical results between interlocking intramedullary nail with fibular fixation and nail only for treating distal tibiofibular diaphyseal fractures.

Materials and Methods: From March 2003 to September 2006, 19 distal tibiofibular fractures were antegrade nailed after anatomical reduction and fixation of fibular fractures, and another 37 fractures fixed with nails only. Average age of patients was 48.6 years. These two groups were compared by VAS (visual analogue scale) & ankle ROM according to degree of comminution and fracture configuration. The statistical analysis was evaluated by t-test.

Results: There was no statistical difference between fibular fixation group and non-fixation group in VAS score according to fracture comminution and configuration ($p>0.05$). However, compared according to fracture configuration, mean ankle eversion of fibular fixation group in oblique fractures was 18.3 degrees, and that of non-fixation group was 12.5 degrees ($p<0.05$). In addition, mean ankle plantar flexion, dorsiflexion, inversion and total ankle ROM of fibular fixation group in spiral fractures was 40.0, 20.0, 30.0 and 108.3 degrees of each and that of non-fixation group was 38.3, 18.5, 27.0 and 101.7 degrees ($p<0.05$).

Conclusions: In oblique and spiral fractures of distal tibiofibular diaphysis, interlocking intramedullary nail with fibular fixation had the advantage in postoperative ankle ROM. So, it can be a worthy method for the treatment of distal tibiofibular diaphyseal fractures.

Key Words: Distal tibiofibular fracture, Interlocking nailing with fibular fixation

서 론

원위 경비골 골절은 혈액 순환이 불량하고 족근 관절과

인접해 있으며 골절 고정 후 유지가 어려운 해부학적 특성으로 인해 골절의 유합 기간이 비교적 길고 관절 강직, 피부 순환 장애, 부정유합, 만성 통증 등의 합병증이 흔하다^{2,6,13}. 저자들은 이러한 원위 경비골 동반 골절에서 교합성 골수강내 금속정술 후 족근 관절의 만성 통증, 운동 제한 등을 경험한 바, 경골의 골수강내 금속정을 삽입하기 전에 시행된 원위 비골 골절의 해부학적 정복 및 고정술에 대한 방사선학적인 결과 비교는 보고된 적이 있으나 임상적 결과에 있어서의 차이점이 있는지에 대해서는 보고된 예가 드물

• Address for correspondence

Soo-Won Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Sunlin Hospital, 69-7 Daesindong Buk-gu, Pohang-si Gyeongsangbuk-do, 791-704 Korea

Tel: +82-54-245-5148 Fax: +82-54-231-3514

E-mail: efvan@hanmail.net

어 경골과 비골을 모두 내고정할 필요성 및 적응증을 알아 보고자 본 연구를 계획하였다.

이에 저자들은 2003년 3월부터 2006년 9월까지 본원에 입원하여 원위 경비골 골절로 수술하고 일 년 이상 추시가 가능하였던 환자 56명을 대상으로 비골 고정군과 비고정군으로 나누어 분쇄상 및 골절 양상에 따른 통증 및 운동 범위를 비교 분석하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

대상 및 방법

본 연구에서 원위 경비골 골절은 경골 협부 원위에서 발생한, 족근 관절의 경골 및 비골 동반 골절로 정의하였으며 족근 관절 원위 경비 인대 결합 손상이 동반된 경우는 제외하였다. 2003년 3월부터 2006년 9월까지 원위 경비골 간부 골절로 교합성 골수강내 금속정술을 시행한 56명의 환자를 연구 대상으로 하였다. 이들의 연령은 평균 48.6세로 20세에서 74세까지 분포하였으며 남자가 42명(75%), 여자가 14명(25%)이었다. 이 중 37명은 교합성 골수강내 금속정술

만을 시행하였으며 19명은 비골 고정술을 시행하였다(Fig 1, 2). 비골 고정군 중에서는 남자가 15명(79%), 여자가 4명(21%)이었고, 비고정군에서는 남자가 27명(73%), 여자가 10명(27%)으로 양 군 간에 차이는 없었다($p>0.05$). 모든 예에서 골수강내 금속정술을 시행하였고, 경골의 골절이 분쇄상 양상이면서 동시에 원위 1/3 이하 부위의 비골 골절에 대하여 내고정술을 시행하였다. 비골 고정 방법으로는 금속판 및 나사못 고정과 러쉬정을 이용한 방법으로 하였는데 금속판 및 나사못 고정이 14예(74%)였고 러쉬정이 5예(26%)였다. 비골 고정 방법 중 러쉬정의 경우 이차 골유합을 유발할 수 있어 가골 형성 및 단축 등이 발생하여 금속판 및 나사못 고정에서의 일차 골유합과 차이가 있을 수 있겠으나, 본 연구에서는 임상 예가 부족하여 이를 나누어 분석하지는 않았으며, 향후 충분한 수의 임상 예의 축적을 통하여 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 분쇄 정도에 따라 분류하기 위해 Winquist-Hansen 분류를 사용하였다. 56명 중 골절부의 분쇄 정도가 비교적 적은 Winquist-Hansen 분류상 1형과 2형은 42명으로 평균 연령은 48.6세(범위, 20~74세)였으며, 이 중 31명은 금속정으로 치료하였고 평균 연령은 49.8세(범위, 20~74세)였으며, 11명은 비골 고정 후 금속정으로 치료하였고 평균 연령은 45.1세(범위, 23~69세)였다. 분쇄 정도가 심한 3형과 4형은 14명으로 평균 연령은 48.8세(범위, 25~72세)였으며, 이 중 6명은 금속정으로 치료하였고 평균 연령은 44.3세(범위, 25~64세)였고, 8명은 비골 고정 후 금속정을 시행하였고 평균 연령은 52.1세(범위, 38~72세)였다. 골절 양상에 따른 분류로 횡 골절(transverse fracture), 사상 골절(oblique fracture), 나선상 골절(spiral fracture)로 나누었는데 횡 골절은 19명이었고 평균 연령은 44.3세(범위, 20~64세)이었고 이 중 12명이 비고정군으로 평균 연령은 45.3세(범위, 20~64세)였으며, 7명이 고정군으로 평균 연령은 43.7세(범위, 23~61세)였다. 사상 골절은 8명으로 평균 연령은 55.4세(범위, 40~74세)이었고 이 중 2명이 비고정군으로 평균 연령은 59세(범위, 57~61세)이었고, 6명이 고정군으로 평균 연령은 54.2세(범위, 40~74세)이었다. 나선상 골절은 29명으로 평균 연령은 49.3세(범위, 25~67세)이었고 이 중 23명이 비고정군으로 평균 연령은 49.9세(범위, 25~67세)이었고, 6명이 고정군으로 평균 연령은 47세(범위, 40~56세)이었다(Table 1, 2).

비골에 대한 러쉬정 고정 후 교합성 골수강내 금속정술은 우선 영상 증폭 장치 하에 비골 골절을 도수 정복 후 러쉬정을 삽입하여 비골의 고정을 얻은 후 경골 골절에 대해 금속정술을 시행하였으며 비골에 대해서 도수 정복 후에 해



Figure1. A fifty five years old man sustained distal tibiofibular fracture from fall down (A) Preoperative radiograph shows short oblique comminuted fracture of distal tibiofibular diaphysis. (B) Postoperative radiograph shows union progression in 6 months after tibia intramedullary nailing with fibular fixation.



Figure2. A thirty nine year old man sustained distal tibiofibular fracture by direct bending force from pedestrian accident. (A) Preoperative radiograph shows transverse fracture of distal tibiofibular diaphysis. (B) Postoperative radiograph shows solid union in 13 months after tibia intramedullary nailing without fibular fixation.

Table 1. Summary of Cases with Fibular Fixation

Cases	Age (years)	Sex	W-H*	Fracture pattern	Fibular fixation	VAS score	P(°) [†]	D(°) [‡]	I(°) [§]	E(°)	T(°) [¶]
1	54	M	2	O**	P ^{††}	1	40	20	30	20	110
2	41	M	4	O	R ^{‡‡}	2	30	15	25	15	85
3	45	F	1	S ^{§§}	R	0	40	20	30	20	110
4	23	F	2	T	P	2	40	20	25	20	105
5	40	M	2	O	P	0	40	15	30	20	105
6	59	M	2	T	P	1	35	15	20	15	85
7	40	M	2	S	P	1	40	20	30	20	110
8	61	M	4	T	R	4	30	10	30	20	90
9	39	F	2	T	P	3	35	15	25	15	90
10	69	M	2	O	P	0	40	20	20	15	95
11	41	M	3	S	P	3	40	20	30	20	110
12	49	M	1	O	P	0	40	20	30	20	110
13	60	M	3	T	R	2	30	15	30	15	90
14	38	M	3	T	P	0	30	10	15	10	65
15	72	M	4	O	P	0	35	20	30	20	105
16	26	M	2	T	R	1	35	20	30	15	100
17	48	M	3	S	LS ^{¶¶}	3	40	20	30	20	110
18	56	M	3	S	P	1	40	20	30	10	100
19	52	F	1	S	P	2	40	20	30	20	110
Mean	48,0					1.4	36,8	17,6	27,4	17,4	99,2

*W-H, Winquist-Hansen classification; [†]P, Plantar flexion; [‡]D, Dorsiflexion; [§]I, Inversion; ^{||}E, Eversion; [¶]T, Total ankle ROM; **O, Oblique; ^{††}P, Plate; ^{‡‡}R, Rush pin, ^{§§}S, Spiral, ^{||}T, Transverse, ^{¶¶}L, Lag screw.

부학적 정복을 얻을 수 없는 경우 관혈적 비골 정복 후 리쉬 정을 삽입하였다. 금속판 및 나사못 고정 시에는 한 예를 제외한 전 예에서 관혈적 정복 후 금속판(one-third tubular plate)으로 고정하였고 한 예에서는 지연 나사를 삽입하였다. 측근 관절 원위 경비 인대 결합 손상이 동반된 경우는 관통 나사 고정술의 시행에 따른 나사 고정 기간 및 체중 부하 시기에 있어 차이가 나기 때문에 본 연구에서는 제외하였다. 탈부착이 가능한 단하지 부목을 사용하여 술 후 2~3 일째 슬관절 및 측근 관절 운동을 시행하였고, 체중 부하는 술 후 6주째부터 시행하였다. 술 전, 술 후의 측근 관절 통증을 측정하기 위하여 visual analogue scale (VAS)를 이용하였고, 각도기를 사용하여 술 전, 술 후의 능동적 측근 관절 운동 범위(굴곡, 신전, 내반, 외반 및 이를 모두 합한 총 운동각)를 측정하였다. 추시 기간은 최소 12개월에서 최대 36개월까지 분포하였으며, 평균 추시 기간은 18개월이었다. 술 후 일 년째의 VAS 수치 및 측근 관절 운동 범위를 비교하였으며 양군간의 비교는 *t*-test를 이용하여 비교하였다.

결 과

1. 분쇄 정도에 따른 VAS 수치 및 측근 관절 운동 범위

Winquist-Hansen 분류 1, 2형에서 VAS 수치는 비골 고정군에서 0에서 3까지의 분포를 보였고 평균 1.0±1.0이었으며 비고정군에서도 0에서 4까지의 분포를 보였고 평균 1.4±1.3로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 그리고 측근 관절 운동 범위에서는 고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운동각이 각각 평균 38.6±2.3도, 18.6±2.3도, 27.3±4.1도, 18.2±2.5도, 102.7±9.0도였으며 비고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운동각이 각각 평균 37.4±4.6도, 16.9±5.4도, 27.1±3.4도, 16.9±4.6도, 98.4±13.1도로 양군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(*p*>0.05). Winquist-Hansen 분류 3, 4형에서 VAS 수치는 비골 고정군에서 0에서 4까지의 분포를 보였고 평균 1.9±1.9이었으며 비고정군에서는 0에서 2까지의 분포를 보였고 평균 1.0±0.9으로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 그리고 측근 관절 운동 범위에서는 고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운동각이 각각 평균 34.4±5.0도, 16.3±4.4도, 27.5±5.4도, 16.3±4.4도, 94.4±15.2도도였으며 비고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운동각이 각각 평균 34.2±8.0도, 15.0±7.7도, 26.7±4.1도, 14.2±6.6도, 90.0±24.5도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(*p*>0.05).

Table 2. Summary of Cases without Fibular Fixation

Cases	Age (years)	Sex	W-H*	Fracture pattern	VAS	P(°) [†]	D(°) [‡]	I(°) [§]	E(°)	T(°) [¶]
1	49	F	3	S**	0	40	20	30	20	110
2	53	M	1	T ^{††}	1	30	10	30	10	80
3	61	M	1	O ^{‡‡}	2	40	5	30	10	85
4	57	M	2	T	3	30	5	30	10	75
5	36	F	1	T	2	30	10	25	15	80
6	42	M	4	S	1	40	20	30	20	110
7	37	M	1	S	0	40	20	30	20	110
8	57	M	1	T	0	40	20	30	20	110
9	57	M	1	O	2	40	20	30	15	105
10	32	F	1	S	0	40	20	30	20	110
11	44	M	3	S	1	30	15	25	10	80
12	23	F	1	T	0	40	20	30	20	110
13	64	F	1	S	1	40	20	30	15	105
14	20	M	1	T	1	40	20	30	20	110
15	67	M	1	S	2	40	20	30	10	100
16	64	M	3	T	2	20	0	25	5	50
17	65	M	1	S	0	40	20	25	20	105
18	38	M	1	S	0	40	20	10	20	90
19	52	M	1	S	2	35	15	25	15	90
20	46	M	1	S	2	35	15	15	30	95
21	64	F	1	S	2	35	15	25	15	90
22	33	M	1	S	0	40	20	30	20	110
23	58	F	1	S	2	30	10	25	10	75
24	54	M	1	S	0	40	20	30	20	110
25	47	F	1	S	4	40	20	30	20	110
26	48	M	2	T	2	30	15	25	15	85
27	57	M	1	S	2	40	20	30	20	110
28	45	M	1	T	0	30	10	20	15	75
29	63	M	1	S	2	40	20	30	20	110
30	48	M	1	S	1	40	20	30	20	110
31	54	M	1	T	4	40	20	20	5	85
32	40	M	1	T	4	40	20	30	20	110
33	74	M	1	S	0	40	20	30	20	110
34	47	F	1	T	3	35	15	25	15	90
35	47	M	1	S	0	40	20	30	20	110
36	42	F	4	S	0	40	20	30	20	110
37	25	M	3	S	2	35	15	20	10	80
Mean	49.0				1.4	36.9	16.6	27.0	16.5	97.0

*W-H, Winquist-Hansen classification; [†]P, Plantar flexion; [‡]D, Dorsiflexion; [§]I, Inversion; ^{||}E, Eversion; [¶]T, Total ankle ROM; **S, Spiral; ^{††}T, Transverse; ^{‡‡}O, Oblique.

2. 골절 양상에 따른 VAS 수치 및 운동 범위

횡 골절에서 VAS 수치는 비골 고정군에서 0에서 4까지의 분포를 보였고 평균 1.9±1.4이었으며 비고정군에서는 0에서 4까지의 분포를 보였고 평균 1.8±1.5로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(*p*>0.05). 그리고 족근 관절 운동 범위에서는 고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운

동각이 각각 평균 33.6±3.8도, 15.0±4.1도, 25.0±5.8도, 15.7±3.5도, 89.3±12.7도였으며 비고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 외반, 총 운동각이 각각 평균 33.8±6.4도, 13.8±6.8도, 26.7±3.9도, 14.2±5.6도, 88.3±18.7도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(*p*>0.05).

사상 골절에서 VAS 수치는 비골 고정군에서 0에서 2까지의 분포를 보였고 평균 0.5±0.8였으며 비고정군에서는

Table 3. Comparison of Postoperative Ankle ROM between Fibular Fixation and Non-Fixation Group by Fracture Configuration

	Fibular fixation group	Fibular non-fixation group	p-value
Transverse	N=7	N=12	
P(°)*	33.6±3.8	33.8±6.4	0.95
D(°)†	15.0±4.1	13.8±6.8	0.67
I(°)‡	25.0±5.8	26.7±3.9	0.46
E(°)§	15.7±3.5	14.2±5.6	0.52
T(°)	89.3±12.7	88.3±18.7	0.91
Oblique	N=6	N=2	
P(°)	37.5±4.2	40.0±0	0.45
D(°)	18.3±2.6	12.5±10.6	0.58
I(°)	27.5±4.2	30.0±0	0.45
E(°)	18.3±2.6	18.0±10.6	0.04
T(°)	101.7±9.8	95.0±14.1	0.47
Spiral	N=6	N=23	
P(°)	40.0±0	38.3±3.2	0.02
D(°)	20.0±0	18.5±2.8	0.02
I(°)	30.0±0	27.0±5.4	0.01
E(°)	18.3±4.1	18.0±4.7	0.89
T(°)	108.3±4.1	101.7±11.7	0.04

*P, Plantar flexion; †D, Dorsiflexion; ‡I, Inversion; §E, Eversion; ||T, Total ankle ROM.

2에서 2까지의 분포를 보였고 평균 2.0±0.0으로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 그리고 족근 관절 운동 범위에서는 고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 총 운동각이 각각 평균 37.5±4.2도, 18.3±2.6도, 27.5±4.2도, 101.7±9.8도였으며 비고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 총 운동각이 각각 평균 40.0±0도, 12.5±10.6도, 30.0±0도, 95.0±14.1도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으나($p>0.05$), 외반은 고정군에서 평균 18.3±2.6도, 비고정군에서 평균 12.5±10.6도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

나선상 골절에서 VAS 수치는 비골 고정군에서 0에서 3까지의 분포를 보였고 평균 1.7±1.2이었으며 비고정군에서는 0에서 4까지의 분포를 보였고 평균 1.0±1.1로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). 그리고 족근 관절 운동 범위에서는 고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 총 운동각이 각각 평균 40.0±0도, 20.0±0도, 30.0±0도, 108.3±4.1도였으며 비고정군에서 굴곡, 신전, 내반, 총 운동각이 각각 평균 38.3±3.2도, 18.5±2.8도, 27.0±5.4도, 101.7±11.7도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이가 있었으나

($p<0.05$), 외반은 고정군에서 평균 18.3±4.1도, 비고정군에서 평균 18.0±4.7도로 양 군간에 통계적으로 유의한 차이($p>0.05$)는 없었다(Table 3).

고 찰

원위 경비골 동반 골절에서 비골 고정기 경골 골절의 유합 및 족근 관절에 미치는 영향에 대해서는 여러 가지 논란이 있어왔다^{2,4,12}. Teitz 등¹¹은 비골 골절이 동반되지 않은 경골 골절인 경우, 경골과 비골 길이의 차이로 인해 긴장 이상의 변화가 생겨 부정 유합, 지연 유합과 족근 관절 동통 증의 합병증 빈도가 높다고 보고하였고, Kumar 등⁴은 원위 경골 골절의 골수강내 금속정술 시 비골의 금속판 고정이 경골의 회전 안정성을 증가시킨다고 하였으나, Weber 등¹²은 비골 금속판 고정술이 원위 경골 골절의 외고정 시에는 안정성에 영향을 미치지 않지만 골수강내 금속정 고정 시에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. 한편 골수강내 금속정술은 경골 간부 골절에서 최근 가장 널리 이용되는 치료 방법으로^{5,9} 금속판에 의한 내고정술에 비하여 골유합이 빠르고 합병증이 적으며 경제적으로도 훨씬 유용한 것으로 알려져 있지만^{1,7}, 원위 경골에서는 골간부에 비해 골수강이 깔대기 모양으로 넓어져 고정력이 약해지고 교합 나사의 삽입 과정에서도 금속정의 이동이 가능하기 때문에 부정 유합 및 부정 정렬이 상대적으로 증가하게 된다. Koval 등³에 의하면 부정 정렬은 골절부에 분쇄가 심하거나 협부(isthmus) 이외의 부위 골절에서 흔히 발생한다고 보고하였고 원위 경비골 골절의 경우 모두 Koval 등이 부정 정렬의 고위험군으로 기술한 협부 원위부 골절의 경우로 더 빈도가 높고 이러한 부정 정렬은 경골관절(tibiotalar joint)에 역학적 변화를 발생시켜 관절 접촉면의 퇴행성 변화를 일으키게 되어 관절염, 동통, 부종 등을 일으키게 된다^{8,11}. Solheim 등¹⁰은 경골 협부보다 원위부 골절의 일반적인 골수강내 금속정술은 추가적인 외부 고정이 없을 때 원위부에 가해지는 견인력과 염전력에 저항하기 힘들다고 보고하였다.

저자들의 연구에서 경골의 나선상 골절의 골수강내 금속정술 전 비골 고정 시 족근 관절의 굴곡, 신전, 내반, 총 운동각의 운동범위가 더 증가됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 Kumar 등⁴에 의해 보고된, 비골의 금속판 고정이 경골의 회전 안정성을 증가시킨다는 주장과 일치하는 결과이다. 이는 비골 해부학적 정복 및 고정이 경골의 정렬을 유지하는데 일시적인 부목 역할을 하여 금속정 삽입 중에도 이러한 정렬을 잃지 않도록 하는데 기인한다고 생각한다. 특히 나선상 골절은 불안정성 골절이기 때문에 비골의 해부학적

정복과 고정이 경골의 골수강내 금속정 고정시 안정성을 부여하고 적절한 정복 상태를 유지하는데 큰 영향을 미쳐 족근 관절의 격자 유지와 관절 운동 범위 증가에 비교정군에 서보다 효과가 크다고 생각되었고 횡 골절 및 사상 골절은 골절 자체가 안정성이어서 비골 고정이 비교정군에 비해 큰 영향을 미치지 못했을 것이라 사료된다. 그리고 분쇄 정도에 따른 비교에서는 더 많은 증례에 대한 분석과 장기간의 추시가 필요하리라 사료된다.

결 론

원위 경비골 골절에서 경골의 금속정 삽입 전 비골 골절의 고정은 술 후 족근 관절의 운동 가운데 사상 골절에서 외반 및 나선상 골절에서 굴곡, 신전, 내반, 충 운동각의 운동 범위를 증가시키는데 도움이 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

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. **Kim YM, Yang JH and Kim DK:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis using periarticular plate for distal tibial fractures. *J Korean Fracture Soc*, 20: 315-322, 2007.
3. **Koval KJ, Clapper MF, Brumback RJ, et al:** Complications of reamed intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*, 5: 184-189, 1991.
4. **Kumar A, Charlebois SJ, Cain EL, Smith RA, Daniels AU and Crates JM:** Effect of fibular plate fixation on rotational stability of simulated distal tibial fractures treated with intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Am*, 85: 604-608, 2003.
5. **Olerud S and Karlstom G:** The spectrum of intramedullary nailing of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*, 212: 101-112, 1986.
6. **Park KC and Park YS:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial metaphyseal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Fracture Soc*, 18: 264-268, 2005.
7. **Puno RM, Teynor JJ, Nagano J and Gustilo RB:** Critical analysis of results of treatment of 201 tibial shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 212: 113-121, 1986.
8. **Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML and Johnson JR:** Long-term effects of tibial angular malunion on the knee and ankle joints. *J Orthop Trauma*, 5: 247-254, 1991.
9. **Sedlin ED and Zitner DT:** The Lottes nail in the closed treatment of tibia fractures. *Clin Orthop Relat Res*, 192: 185-192, 1985.
10. **Solheim K, Boo O and Langård O:** Tibial shaft fractures treated with intramedullary nailing. *J Trauma*, 17: 223-230, 1977.
11. **Teitz CC, Carter DR and Frankel VH:** Problems associated with tibial fractures with intact fibulae. *J Bone Joint Surg Am*, 62: 770-776, 1980.
12. **Weber TG, Hamington RM, Henley MB and Tencer AF:** The role of fibular fixation in combined fractures of the tibia and fibula: a biomechanical investigation. *J Orthop Trauma*, 11: 206-211, 1997.
13. **Yang KH, Han YH and Park SJ:** Intramedullary nailing in distal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Orthop Assoc*, 11: 325-331, 2000.