

교합성 골수강내 금속정을 이용한 경골 골절의 치료후 발생한 부정정렬

양승욱 · 박형택 · 서근택*

부산 메리놀병원 정형외과,
부산대학교 의과대학 정형외과학교실*

〈국문초록〉

목 적 : 경골 골절의 교합성 골수강내 금속정 내고정술후 부정정렬의 발생 빈도와 영향을 미치는 요소에 대하여 분석하였다.

대상 및 방법 : 1993년부터 1997년까지 경골 골절에 대해 교합성 골수강내 금속정 내고정술로 치료한 총 59명, 60예의 방사선 사진으로 금속정의 삽입부와 삽입각도, 골절의 형태 등에 대해 조사하였고, 부정정렬은 전후방 10도이상, 내외반 5도 이상의 각형성으로 정의하였다.

결 과 : 부정정렬은 총 60예중 15예(25%)에서 발생하였고, 근위부 골절 11예중 7예(64%), 중간간부 골절 29예중 6예(21%), 원위부 골절 20예중 2예(10%)에서 발생하였다($p<0.001$). 단순 골절 24예중 5예(20%), 설상 골절이나 복장골절 36예중 10예(27%)에서 부정정렬이 발생하였다($p=0.73$). 근위부 골절에서 금속정의 삽입부 및 내측삽입각이 각형성과 상관관계가 높은 것으로 나타났고, 중간간부에 발생한 설상 골절의 경우 골편의 위치에 영향을 받는 것으로 나타났다.

결 론 : 근위부 경골 골절은 금속정 삽입부와 내측 삽입각을 방사선 투시하에 정확히 선택하여 금속정이 골수강의 중립을 확보하도록 하고, 분쇄상 경골 골절의 금속정 내고정시는 골절의 형태와 위치를 고려하여 골절의 정복을 유지하는 것이 골수강내 교합성 금속정 내고정술후 부정정렬을 예방하기 위한 방법으로 사료되었다.

색인 단어 : 경골, 골절, 골수강내 교합성 금속정, 부정정렬

서 론

1940년 Kuntscher가 장관골 골절에 견고한 금속정을 이용한 골수강내 고정술을 처음으로 소개한 이후 발전을 거듭하여 현재 골수강내 교합성 금속정 내고

정술은 장관골 간부 골절의 수술적 치료중 일차 선택이 되었다^{4,7,26}. 경골 골절에 있어서 골수강내 교합성 금속정 내고정술은 상하에 맞물림 나사못을 사용하여 분쇄 골절이나 분절 골절, 근위부나 원위부에 치우친 골절에 있어서도 견고한 고정을 함으로써 조기

* 통신저자: 양 승 욱
부산시 중구 대청동 4-12 (600-094)
메리놀병원 정형외과
4-12 Dae cheung-Dong, Jung-Gu, Pusan, Korea,
Department of Orthopaedic Surgery, Maryknoll Hospital
Tel : (051) 461-2376
Fax : (051) 463-1194

에 관절운동과 체중부하를 시키고 골유합을 촉진시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다^{4,26)}. 그러나 수기상 세심한 주의를 기울이지 않으면 여러 가지 합병증을 발생시킬 수 있으며, 흔한 합병증의 하나가 골절의 부정정렬로 인한 각변형이다. 경골 골절에 대한 골수강내 금속정 내고정술후 각변형된 부정정렬의 빈도는 0-30%로 다양하게 보고되고 있으며^{2,4,6,8,11,14,17,26)}, 이러한 경골 골절의 부정정렬은 인접한 슬관절과 족관절의 관절면을 변화시켜 연골의 변성과 퇴행성 관절질환이 진행될 위험성을 증가시킨다고 하였다^{7,10,22,24,25)}. 본 연구는 경골 골절에 대한 교합성 금속정 내고정술후 발생한 부정정렬에 대한 후향성 연구로서, 부정정렬의 빈도와 문제점 분석 및 예방법에 대하여 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

Table 1. Cause of injury (N=60)

Cause of Injury	No. of cases(%)
Traffic accident	43(72)
Pedestrian	26(43)
Passenger	9(15)
Motorcycle	8(13)
Slip down	10(17)
Fall down	4(7)
Direct injury	3(5)
Total	60(100)

Table 2. Classification by AO methods*

Type	A			B			C			Total(%)
Site	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Proximal	0	2	0	0	2	1	1	5	0	11(18)
Middle	2	1	6	3	11	2	1	1	2	29(49)
Distal	8	3	2	2	4	0	0	0	1	20(33)
Total	10	6	8	5	17	3	2	6	3	60(100)

*Followed by AO Classification

A: Simple Fracture, B: Wedge Fracture, C: Complex Fracture

Table 3. Nail insertion method: Acute Fracture(N=48)

Location	Reamed(%)	Unreamed(%)	Total(%)
Proximal	6	4	10(21)
Middle	12	9	21(44)
Distal	10	7	17(35)
Total	28(58)	20(42)	48(100)

연구 대상 및 방법

연구 대상은 1993년부터 1997년까지 경골 골절에 대한 골수강내 교합성 금속정 내고정술로 치료한 환자 중 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 59명, 60예를 대상으로 하였으며, 1명은 양측의 경골 골절에 대한 골수강내 교합성 금속정 내고정술을 시행한 경우가 었다. 남자환자 42명, 여자환자 17명이었으며, 평균 연령은 40세(16-80세)였다. 손상의 원인별로는 교통 사고가 43예(72%)로 가장 많았다(Table 1).

골절의 부위별 빈도는 근위부 골절 11예, 중간간부 골절 29예, 원위부 골절 20예 이었고, 골절의 형태에 의한 분류로는 경골 간부골절에 대한 AO 분류법에 의해서 단순 골절 24예(40%), 설상 골절 25예(42%), 복 잡골절 11예(18%)의 빈도를 보였으며, 이중 B2형의 설상 골절이 가장 많았다(Table 2).

신생 골절 환자 48예(Table 3)는 수상후 평균 10일, 제2 수술의 개념으로 시행된 12예(Table 4)는 수상후 평균 103일에 골수강내 금속정 내고정술을 시행하였다. 35예(58%)에서 경골에 대한 확고성 골수강내 금속정을 이용하였으며, 25예(42%)의 경우에는 비확고성 금속정을 사용하였다(Table 3, 4).

내반과 외반 변형은 전후방 방사선 사진에서 경골의 고평부와 근위부 골수강을 이분하는 선, 그리고 원위 경골의 골수강과 원위 경골 관절면의 이분선이

Table 4. Nail insertion method: Reconstructive(N=12)

Location	Reamed(%)	Unreamed(%)	Total(%)
Proximal	1	0	1(8)
Middle	3	5	8(67)
Distal	3	0	3(25)
Total	7(58)	5(42)	12(100)

Table 5. Cases of malalignment(N=15)

Case	Type	NIS*	MEA	Location	Deformity	
					VR/VL	A-P
1	A3	0.54	0	D	5VR †	0
2	B1	0.47	0	D	5VL ‡	0
3	B2,IIIA	0.59	3	M	3VL	10Ant.
4	C3	0.48	0	M	6VL	4 Post.
5	A3,IIIB	0.49	0	M	5VL	0
6	B2,IIIA	0.58	0	M	5VL	5 Ant.
7	A3,I	0.41	3	M	5VL	0
8	B2,II	0.45	3	M	5VL	3 Ant.
9	A2	0.44	5	P	5VL	7 Ant.
10	A2	0.41	5	P	7VL	0
11	C1	0.50	6	P	6VL	10Ant.
12	C2	0.61	-5	P,M	8VR	10Ant.
13	B2	0.57	-6	P	5VR	7 Ant.
14	B2	0.44	5	P	5VR	0
15	C2,II	0.48	-2	P,M	2VR	10Ant.

Fracture type by AO classification, □ means lateral entrance angle.

I,II,III was open fracture type by Gustilo-Anderson.

* nail insertion site, † medial entrance angle, ‡ varus, § valgus

Table 4. Incidence of malalignment according to fracture site

Site	Cases of fracture		Cases of malalignment	
	Acute	Recons-structive	Acute	Recons-structive
Proximal	10	1	7	0
Middle	21	8	4	2
Distal	17	3	2	0
Total	48	12	13	2

Table 7. Correlation coefficient of NIS* & MEA to angulation

Site	NIS to angulation	MEA to angulation
Proximal	-0.94	0.82
Middle	-0.16	0.54
Distal	0.05	0.03

* nail insertion site, medial entrance angle

(-) means if nail insertion site go to lateral, result in more varus angulation. In this table, score of correlation coefficient close to ± 1 , it means angular deformity more related to nail insertion site and medial entrance angle.



Fig 1. Nail insertion site(NIS) defined as the ratio of the distance from the medial tibial cortex to the middle of the nail divided by the width of the tibial plateau on an AP radiograph(AC/AB).



Fig 2. Medial entrance angle(MEA) measured between a line parallel to the nail(B) and a line that bisects the proximal fragment(A) on an AP radiograph.

이루는 각으로 측정하였으며, 전후방의 정렬은 측면 사진에서 근위부 골편의 전방 피질골면에 평행한 선과 원위부 골편의 전방 피질골면에 평행한 선을 그려 이루어진 각으로 측정하였다⁵⁾. 금속정의 삽입부(nail insertion site, NIS)는 Fig. 1와 같은 방법으로 길이의 비로써 측정하였고, 내측 삽입각(medial entrance angle, MEA)은 Fig. 2와 같은 방법으로 측정하였다⁵⁾. 금속정이 골수강을 채우는 정도는 전후방 및 측면 방사선 사진에서 협부 골수강의 넓이와 금속정 직경사이의 차이로 하였다. 부정정렬은 5도 이상의 내외반 각형성과 10도 이상의 전후방 각변형으로 정의하였으며^{1,5,8,13)}, 통계학적인 유의성 검증은 Student t-test를 이용하였고, 상관관계는 Pearson's correlation coefficient를 사용하였다. 각형성의 통계 처리를 위해 외반은 '+'로 내반은 '-'로, 외측 삽입각을 '+'로 하여, 상관계수는 얻은 값이 절대치 1에 가까울수록 상관 관계가 있는 것을 의미하며, 결과가 '+'이면 비례하고, '-'이면 반비례한다.

결 과

부정정렬의 빈도

경골 골절에 대하여 골수강내 교합성 금속정 내고정술 후 발생한 부정정렬은 총 60예 중 15예(25%)에서

발생하였고, 내외반 10도 이상의 각변형은 없었다(Table 5). 15예의 부정정렬 중 2예에서 외반각과 전방 각변형이 동반된 부정정렬이 발생하였다.

골절 부위별 부정정렬의 발생빈도

골절 부위별로 분석하면 근위부 골절 11예 중 7예(64%), 중간간부 골절 29예 중 6예(21%), 원위부 골절 20예 중 2예(10%)에서 부정정렬이 발생하였다(Table 6). 근위부 골절시 부정정렬의 빈도가 높았으며, 중간간부 또는 원위부 골절시 발생한 부정정렬의 빈도와는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p=0.001$).

골절의 형태에 따른 부정정렬의 빈도

골절의 형태에 따라 부정정렬의 빈도를 분석하면 단순 골절 24예 중 5예(20%), 설상 골절이나 복합 골절 36예 중 10예(27%)에서 부정정렬이 발생하였으며, 설상 골절이나 복합 골절인 경우 단순 골절에 비해 높은 빈도의 부정정렬을 나타내었다($p=0.001$).

신생 골절의 금속정 내고정술과 재건 개념의 수술 후 부정 정렬의 빈도

부정정렬이 발생한 15예 중 12예는 신생 골절의 골수강내 교합성 금속정 내고정술 후 발생하였고, 3예는 재건 수술의 개념으로 골수강내 교합성 금속정 내고정술 후 발생하였다. 신생 골절의 부정정렬은 48예

중 12예(25%), 재건 개념으로 수술한 경우는 12예중 3예(25%)로 나타났다. 부정정렬이 발생한 7예의 근위부 골절은 모두 신생 골절에 골수강내 금속정을 삽입 후 발생하였다(Table 6).

확공의 여부에 따른 부정정렬 빈도의 차이

확공술을 시행한 35예중 9예(26%)와 확공술을 하지 않은 경우 25예중 6예(24%)에서 발생한 부정정렬의 빈도는 통계학적으로 차이가 없었다($p=0.73$).

금속정 삽입부(NIS) 및 내측 삽입각(MEA)과 부정정렬의 상관관계

금속정 삽입부와 각형성의 상관계수는 근위부 - 0.94, 중간 간부 - 0.16, 원위부 0.05 이었고, 내측 삽입각과 각변형과의 상관계수는 근위부 0.82, 중간 간부 0.54, 원위부 0.03 이었다(Table 7). 따라서 근위부 골절일수록 금속정 삽입부와 삽입각이 부정정렬에 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

중간간부의 각변형 빈도와 골편의 위치에 따른 각변형의 방향

중간 간부에서 부정정렬이 발생한 6예중 4예는 연절 골절이나 분쇄골절인 경우였고, 나머지 2예는 연부조직의 손상이 심한 개방성 골절이었다. 특히 중간 간부에 발생한 설상 골절(AO 분류상 B군)에서 골편의 위치에 따라서 외측인 경우 외반 변형(11예중 7예, 64%), 내측인 경우 내반 변형(5예중 3예, 60%)이 발생하였다. 단순 골절 9례중 3례(33%), 설상골절 16례중 10례(63%)에서 각변형이 발생하였다.

거각

부정 정렬이 발생한 군의 협부와 금속정 직경의 차이는 평균 2.05mm 이었고, 허용범위 내에 들거나 해부학적 정복이 된 경우의 직경의 차이는 평균 1.82mm으로 유의한 차이는 없었다($p=0.099$). 확공술을 시행한 35예 환자의 평균 골유합 시기는 22.1주이고, 확공술을 시행하지 않은 25예 환자의 평균 골유합 시기는 27.1주로 유의한 차이를 보였다($p<0.001$).

고찰

경골 골절의 금속정 내고정술 후 발생한 부정정렬은 인접한 족관절과 슬관절에 좋지 않은 영향을 미친다고 알려져 왔다^{18,19,22}. Tarr 등²²은 사체실험에서 인위적으로 유발한 경골의 부정정렬에서 족관절의 접촉면의 변화를 연구한 보고에서 경골-거골 관절면은 경골의 원위부 골절의 부정정렬 발생시 근위부나 중간간부 골절에 비해서 일측 구획의 관절면 압력이 더욱 증가한다 하였고, Puno 등¹⁹은 족관절의 압력 변화는 각변형의 침부가 족관절 쪽으로 갈수록 증가한다는 것을 수학적인 방법으로 증명하였다. McKellop 등¹⁵은 사체실험에서 슬관절에서는 이러한 각변형이 접촉면의 변화에는 영향이 적으나, 경골 근위부 골절이 중간간부나 원위부 골절에 비해서 접촉면의 유의한 변화를 나타낸다고 하였다. Kettelkamp 등¹⁰은 14예의 경골이나 대퇴골의 부정정렬 이후 발생한 슬관절의 일측구획의 골관절염을 조사하여 슬관절은 내전보다는 외전에 더욱 영향을 받는다는 것을 발견하였고, 하지의 부정정렬된 골절은 가능한 한 정상범위로 회복시켜야 된다고 하였다.

경골 골절에 대한 골수강내 금속정 내고정술의 적절한 정복으로 인정되는 범위는 없으나 대부분의 연구자들은 어떤 방향이든지 5도 이내의 각형성이나⁹ 내외반 5도, 전후방 10도의 각형성이 허용범위라고 하였다^{1,5,8,13}. 연구자에 따라 모든 방향으로 10도 이하의 변형으로는 문제가 안 된다고도 하였다^{14,16}. 본 연구에서는 내외반 5도, 전후방 10도 이하의 각형성을 허용범위로 하였다.

경골의 간부골절에 대한 골수강내 금속정 내고정술은 부정정렬의 빈도가 낮은 좋은 수술 방법으로 보고되고 있지만, 근위부와 원위부의 경골 골절에 대한 골수강내 금속정 내고정술은 술후 발생한 부정정렬의 빈도에 대하여 논란이 많으며, 0-33%의 빈도로 다양하게 보고되고 있다.^{2,4,6,11,17,21,23,26} Han 등⁶은 33%까지 부정정렬의 빈도를 보고하면서 원인으로 협부와 금속정 사이의 접촉면이 적고, 골절대(fracture table)의 미사용, 술전 견인을 하는 경우가 드물기 때문이라고 하였다. 저자들의 경우는 부정 정렬이 발생한 군과 허용범위에 드는 환자군에서 협부와 금속정의 직경의 차이를 비교한 결과 두 군간에는 유의한

차이가 없었다($p=0.099$). 경골의 부정정렬을 5도 이상의 내반과 외반, 전후방에서 10도 이상으로 할 때 저자의 경우는 15예로 25%의 빈도를 보여 타 연구자와 비슷한 결과를 나타냈으며 10도 이상의 내외반 각형성을 보인 예는 없었다. 부정정렬 15예의 환자 중 10예(67%)가 설상 골절이나 복합골절이었다.

Lang 등¹²⁾은 경골의 근위부 골절에서 골수강내 금속정으로 치료한 경우에 부정정렬의 빈도를 84%로 보고했고, 본 연구에서도 64%의 높은 빈도로 나타났다. 근위부 골절에서 부정정렬의 빈도가 높은 이유로는 Lang 등¹²⁾과 Freedman과 Johnson⁵⁾은 경골 골절에 대한 교합성 골수강내 금속정 내고정술후 근위부 골절의 경우 금속정의 삽입각도 및 삽입부위와 각형성과의 상관관계가 다른 부위의 골절에 비해 높기 때문이라고 하였고 삽입각도에 더욱 영향을 받는다고 하였다. 본 연구에서 근위부 골절의 금속정 내고정술이 중간 간부나 원위부 골절의 금속정 내고정술후보다 부정정렬의 빈도가 높은 것으로 나타났다($p<0.001$). 또한 근위부 골절이 원위부나 중간간부 골절보다 금속정의 삽입부위(Correlation coefficient=0.94)와 삽입각(Correlation coefficient=0.82) 모두에 영향을 받고 있으며, 특히 금속정 삽입부에 보다 높은 연관 관계가 있는 것으로 나타났다. 경골의 근위부 골절은 빈도가 드물거니와 금속정 내고정술의 적용이 드물고 수술 방법이 어렵기 때문에 대상 기간 동안 근위부 골절의 골수강내 금속정 내고정술은 드물었다(18%). 근위부 골절은 중간 간부나 원위부 골절에 비해서 불안정하였는데 이는 전방, 측방과 후방 구획의 작용으로 작은 근위부 골편을 외반시키려는 작용과 골수강과 금속정간의 차이가 크고, 금속정의 삽입부 및 내측 삽입각 등에 더욱 영향을 받기 때문이라고 사료된다.

연구자에 따라 골수강내 화공술을 시행함으로써 부정정렬을 해결하였다는 보고도 있으나²⁰⁾, Alho 등¹⁾은 화공술후 교합성 골수강내 금속정을 시행한 경우에 부정정렬의 빈도가 17%로 더 높았다고 하였다. Whitte 등²⁰⁾은 50예의 개방성 골절에서 창상부 변연 절제후 비화공성 골수강내 금속정의 삽입후 부정정렬이 전혀 발생하지 않았다고 했고, 교합성 고정기 부정정렬의 빈도 감소와 관계 있다고 하였다. 저자의 경우에는 화공술을 시행한 경우에 26%, 화공술을 하지 않은 경우에 24%로 화공술의 여부와는 상관이 없

었다.

본 연구에서는 설상 골절이 간부에 발생한 경우 큰 골편의 방향이 추후 발생한 각형성의 방향에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 각형성의 방향은 골편이 내측인 경우 내반 변형, 외측인 경우 외반 변형을 일으키며, 각형성의 발생 확률이 60%가 넘는 것으로 나타나 금속정의 삽입시 골절의 정복에 더욱 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

금속정의 삽입부를 확보하기 위해 보편적인 방법으로 슬개건의 내측연을 절개하여 외측으로 견인하는 방법은 금속정을 근위부 골수강의 정중앙에 위치시키지 못한다면 변형하려는 근육의 힘을 증가시켜서 외반 변형을 유발한다고 하였으며 슬개건을 분리하는 술식을 권유하였다^{5,12)}. 본 연구에서는 모든 예에서 슬개건의 내측연에서 절개하여 외측으로 견인하는 술식을 사용하였으므로 슬개건을 분리하는 술식과의 비교는 이루어지지 않았다.

결론

본 연구에서 경골 근위부 골절이 중간부나 원위부 골절에 비해서 높은 부정정렬 발생율을 나타내고, 특히 근위부 골절에서 금속정의 삽입위치와 삽입각도에 많은 영향을 받는 것으로 나타났으며, 중간 간부의 경우 설상 골절이나 복합 골절시 부정정렬의 빈도가 높았다. 경골 골절의 금속정 내고정술시 부정정렬을 방지하기 위해 근위부 골절의 경우 금속정 삽입시 방사선 투시를 면밀히 하여 골수강의 정중앙에 금속정을 삽입하도록 하고, 약간의 외측 삽입각으로 전방과 측방의 근육의 작용을 상쇄시킬 수 있다. 근위부 골수강의 중간을 확보하기 위해 슬개건을 분리하는 술식을 고려할 수 있고, 중간 간부나 원위부의 설상 골절이나 복합골절에 금속정 삽입시 정복 유지에 주의함으로써 술후 해부학적 위치의 골절 정복으로 부정정렬과 인접관절의 외상후 골관절염의 발생을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) **Alho A, Ekeland A, Stromsoe K, Folleras O, Thoresen BO** : Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg*, 72B:805-809, 1990.
- 2) **Anglen JO, Blue JM** : A comparison of reamed and unreamed nailing of the tibia. *J Trauma*, 39:351-355, 1995.
- 3) **Bostman O, Vainionpaa S, Saikku K** : Infra-isthmal longitudinal fractures of the tibial diaphysis: Results of treatment using closed intramedullary compression nailing. *J Trauma*, 24:964-969, 1984.
- 4) **Collins DN, Pearce CE, McAndrew MP** : Successful use of reaming and intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*, 4:315-322, 1990.
- 5) **Freedman EL, Johnson EE** : Radiologic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop*, 315:25-33, 1995.
- 6) **Han HJ, Jhon KY, Kim SS** : Problems after Interlocking Intramedullary Nailing for Long Bone Fracture. *J of Korean Orthop Associ*, 25:377-388, 1990.
- 7) **Johnson KD** : Indications, instrumentation, and experience with locked tibial nails. *Orthopedics*, 8:1377-1383, 1985.
- 8) **Kang CN, Roh KJ, Yun YH, Kim DW, Kim YH** : Operative Errors in Interlocking Intramedullary Nailing for Tibial Fractures. *J of Korean Orthop Associ*, 30:665-672, 1995.
- 9) **Karstrom C, Olerud S** : Fractures of the tibial shaft. A critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop*, 105:82-115, 1974.
- 10) **Kettelkamp DB, Hiliberry BM, Murrish DE, Heck DA** : Degenerative arthritis of the knee secondary to fracture malunion. *Clin Orthop*, 234:159-169, 1988.
- 11) **Koval KJ, Clapper MF, Brumback RJ, et al** : Complications of reamed intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*, 5:184-189, 1991.
- 12) **Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kellam JF** : Proximal Third Tibial Shaft Fractures. Should They Be Nailed? *Clin Orthop*, 315:64-74, 1995.
- 13) **Leach RE** : Fractures of the Tibia and Fibula. In Rockwood Jr. CA, Green DP. *Fractures in Adults*. Ed 4, Vol 2. Philadelphia. JB Lippincott Co., 2127-2199, 1995.
- 14) **Lee JY, Sohn SK, Kim SS, Bae NJ** : Problems after Interlocking Intramedullary Nailing for Long Bone fracture. *J of Korean Orthop Associ*, 29, 3:745-753, 1994.
- 15) **McKellop HA, Sigholm G, Redfern FC, et al** : The effect of simulated fracture angulation of the tibia on cartilage pressures in the knee joint. *J Bone Joint Surg* 73A:1382-1391, 1991.
- 16) **Merchant TC, Dietz FR** : Long-term follow-up after fractures of the tibial and fibular shafts. *J Bone Joint Surg*, 71A:599-606, 1989.
- 17) **Puno RM, Teynor JT, Nagano J, Gustilo RB** : Critical analysis of results of treatment of 201 tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, 212:113121, 1986.
- 18) **Puno RM, Vaughan JJ, Stetten ML, Johnson JR** : Long-term effects of tibial angular malunion on the knee and ankle joints. *J Orthop Trauma*, 5:247-254, 1991.
- 19) **Puno RM, Vautthan JJ, von Fraunhofer JA, Stetten ML, Johnson JR** : A method of determine the angular malalignment of the knee and ankle joints resultant from a tibial malunion. *Clin Orthop*, 223:213 219, 1987.
- 20) **Sarmiento A, Kinana PB, Latta LL** : Fractures of the proximal tibia and tibia condyles. A Clinical and Laboratory Comparative study. *Clin Orthop*, 145:136-145, 1979.
- 21) **Sedlin ED, Zitner DT** : The Lottes nail in the closed treatment of tibia fractures. *Clin Orthop*, 192:185-192, 1985.
- 22) **Tarr RR, Resnick CT, Wagner KS, Sarmiento A** : Changes in tibiotalar joint contact areas following experimentally induced tibial angular deformities. *Clin Orthop*, 199:72-80, 1985.
- 23) **Teitz CC, Carter DR, Frankel VH, Washington S**

: Problems associated with tibial fractures with intact fibular. *J Bone Joint Surg*, 62:770-776, 1980.

- 24) Ting AJ, Tart RR, Sarmiento A, Wagner K, Resnick C : The role of subtalar motion and ankle contact pressure changes from angular deformities of the tibia. *Foot Ankle*, 7:290-299, 1987.
- 25) Wagner KS, Tart RR, Resnick C, Sarmiento A :

The effect of simulated tibial deformities on the ankle joint during the gait cycle. *Foot Ankle*, 5:131-141, 1984.

- 26) Whittle AP, Russell TA, Taylor JC, Lavelle DG : Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg*, 74A:1162-1171, 1992.

Abstract

Malalignment of Tibial Fracture Following Interlocking Intramedullary Nailing

Seung Wook Yang, M.D., Hyung Taek Park, M.D., Kuen Tak Suh, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, Maryknoll Hospital, Pusan, Korea

Department of Orthopaedic Surgery, Pusan National University Hospital*, Pusan, Korea

Purpose : The purpose of this study was to evaluate the incidence and the factors that influence on malalignment following interlocking nailing for tibial fracture.

Materials and Methods : The authors analysed 59 patients, 60 cases tibial fracture treated with interlocking intramedullary nailing from 1993 to 1997 about nail insertion site, nail entrance angle and fracture type with roentgenogram. Malalignment was defined as 5 degree or more angular deformity in varus-valgus, 10 degree or more angular deformity in anterior-posterior plane.

Results : Malalignment was found in 15 cases out of 60(25%). We found malalignment in 7 cases out of 11(64%) in proximal fracture, 6 cases out of 29(21%) in middle fracture, 2 cases out of 20(10%) in distal fracture($p < 0.001$). Correlation between nail insertion site or medial entrance angle and angular deformity was higher in proximal fractures. In midshaft wedge fractures, direction of main fragment influenced on the axial alignment.

Conclusion : Centromedullary nail orientation is required to prevent malalignment after interlocking intramedullary nailing. Precise selection of nail insertion site and nail entrance angle under the C-arm control in proximal tibial fracture is necessary. Fracture type and fragment direction must be considered during tibial nailing in comminuted tibial fracture.

Key Words : Tibia, Fracture, Interlocking intramedullary nail, Malalignment