

연부조직의 손상을 동반한 원위 경골 골절에 대한 Brooker 골수내정을 이용한 치료

강충남 · 김종오 · 윤여현 · 김동욱 · 고영도 · 유재두 · 오종건 · 이기웅

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실

= Abstract =

Brooker Intramedullary Nailing for the Treatment of Distal 1/3 Tibial Fractures with Compromised Soft Tissue

Chung-Nam Kang, M.D., Jong-Oh Kim, M.D., Yeo-Hon Yun, M.D.,
Dong-Wook Kim, M.D., Young-Do Koh, M.D., Jae-Doo Yoo, M.D.,
Jong-Keon Oh, M.D., and Ki-Woong Lee, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Collage of Medicine,
Ewha Womans University, Seoul, Korea*

The treatment of distal tibial fractures with compromised soft tissue poses many problems that usually occurs from the high-energy trauma, and the results are often unsatisfactory following lots of complications like loss of reduction, malunion, and infection. We studied to evaluate the treatment results of Brooker intramedullary nailing for the distal 1/3 tibial fractures with compromised soft tissue.

Twenty-three cases of distal tibial fractures with compromised soft tissue were reviewed and we analyzed the results of surgical treatment in the viewpoint of union time, loss of reduction, malunion, complication and its final outcome. The range of follow-up was 24 months to 38 months with mean 29 months follow-up. Most of patients were between twenty and sixty years,

※ 통신저자: 김 종 오
서울 양천구 목동 911-1 (158-710)
이화대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : (02) 650-5529
Fax : (02) 2642-0349

* 본 논문의 요지는 1998년 춘계골절학회 학술대회에서 구연되었음.

and average age was 43.2 years.

According to Gustilo and Anderson's classification, 3 were Type I, 2 were Type II of 5 open fractures. According to Tscherne's classification, 13 were Grade I, 5 were Grade II of 18 closed fractures.

The average to union was 15 weeks with range 11 to 20 weeks. The healing was slowest in Tscherne's Type II and fastest in Tscherne's Type I fracture.

There were 3 cases of malunion, more than 5 degrees. All of the 3 cases were posterior angulation.

Only 1 case was the loss of reduction. This case was 3 to 10 degrees of varus angulation.

There were 3 cases of superficial infection. The infection was controlled with antibiotic therapy.

Only 1 case was acceptable of the final outcome. This case was limping gait because of pain and loss of ankle dorsiflexion to 15 degrees. But, the limitation of ordinary work was not seen. And 18 cases were excellent and 4 cases were good.

We recommend that wherever possible, Brooker intramedullary nailing can be used for distal tibial fractures with compromised soft tissue. And a high rate of union and a low rate of complication can be expected with this treatment modality.

Key Words : Distal tibial fractures, Brooker intramedullary nailing

서 론

최근 교통사고 및 산업재해 등의 고에너지 골절이 증가하고 있는 추세이며, 경골 원위부의 골절은 심한 연부 조직의 손상 및 분쇄를 동반한 고에너지 손상인 경우가 대부분으로, 연부 조직의 상태를 악화시키지 않고 안정된 고정을 얻기가 힘든 경우가 많다. 따라서 연부조직 손상의 치료, 해부학적 정렬과 안정된 고정술 및 조기 관절 운동을 실시하여 기능적 회복을 시키는 것이 치료의 목표이다.

경골의 원위부는 넓은 전내측면이 피부로만 덮여 있어, 개방성 골절이 쉽게 발생한다. 또한 비개방성 골절이라 하더라도 전내측의 연부조직의 손상이 동반되면 금속판을 이용한 내고정은 물론 골수정 삽입 후 원위 교합 나사를 고정하는데에 어려움이 따르는 경우가 많다.

이에 본 교실에서는 원위 경골 골절에 연부조직의 손상이 동반되어 원위부 교합나사를 삽입하는 것이 부적절하다고 판단되었던 23례를 Brooker 골수내정을 이용하여 치료하고 그 결과를 보고하고자 한다.

연구대상

1995년 7월부터 1997년 2월까지 이화여자대학교 정형외과 교실에서 원위 경골 골절로서 연부조직의 손상이 동반되어 원위 교합나사를 삽입하는 것이 부적절하다고 판단하여 Brooker 골수정 고정술을 시행한 총 28례 중 2년 이상 추시가 가능하였던 23례를 대상으로 하였다. 환자의 평균연령은 43.2세로 20대에서 50대의 사회적 활동이 왕성한 연령에서 주로 발생하였으며, 성별은 남자가 16례(69.6%), 여자가 7례(30.4%)이었다.

손상의 원인으로는 교통사고가 16례(57.1%), 산업재해가 3례(10.7%)이었으며, 경골 이외의 부위에 골절 및 다른 장기의 손상이 15례(65.2%)에게서 있었으며 그 중에 비골의 골절이 9례(60%)로 가장 많이 차지하였다. 조직의 손상 정도는 개방성 골절 5례에 대하여 Gustilo와 Anderson의 분류⁹⁾에 따라 Type I가 3례(13%), Type II가 2례(8.7%)이었다. 나머지 18례는 비개방성 골절로서 Tscherne와 Gotzen의 분류에 따라 연부조직 손상의 정도로 나누었는데 Grade I이 13례

(56.5%), Grade II가 5례(21.7%)이었다.

연구방법

수술은 수상후 24시간 내에 시행하는 것을 원칙으로 하였으며, 이송이 지연되었던 경우와 타과적 문제가 합병되어 마취상 문제가 있던 6례(26.1%)를 제외하고는 수상후 24시간 내에 수술을 시행하였다. 항생제는 본원 도착 시부터 2차 cephalosporin과 aminoglycoside를 병행하여 2주간 정맥주사를 하였고, 무균 조작으로 창상에서 균배양한 후 균주가 자랐던 2례(8.7%)에 대해서는 감수성이 있는 항생제를 사용하였다. Brooker-Wills nail을 사용하였는데, 확공은 골수정 삽입 기시부에만 최소한으로 시행하고, 골절부위에는 확공술을 시행하지 않았다. 수술후 2주간 창상 및 수술부위의 치유를 위하여 장하지 석고 부목고정을 시행하였으며, 수술후 3주에서 6주까지 섬유유리 붕대를 이용하여 하지의 고정을 시행하면서, 동통이 소실되고 전신상태가 허용하는 범위에서 가능한 조기에 목발을 이용한 부분 체중부하를 허용하다가 추시한 방사선 소견상 가골의 형성 등의 골유합이 진행되는 것을 확인하여 점진적으로 전체중 부하를

권장하였다.

수술후의 평가는 골유합 시기, 정복의 소실, 최종 추시 방사선 사진에서 부정유합의 유무 그리고 최종 추시시의 기능적 평가⁸⁾(Table 1)에 의해 결정하였다. 먼저 골유합 시기⁷⁾는 압통이 없어야 하며 골절부위가 안정되어 있고, 방사선 사진상 가골이 보이며, 환자가 보조장치 없이 충분한 체중부하가 가능한 시기로 하였다.

정복의 소실 유무를 평가하기 위하여, 수술 직후의 전후면 방사선 사진과 최종 추시 전후면 사진을 비교하여, 5도이상의 각도 변화가 있는 경우에는 정복의 소실로 판정하였다.

또한 최종 추시 경골 전후면 방사선 사진에서 5도 이상 또는 측면 방사선 사진에서 10도 이상의 각형성이 있거나, 건축과 비교하여 1cm이상의 하지부동이 있는 경우에는 이를 부정유합¹¹⁾으로 판정하였다.

기능적 평가는 Goran Karlstrom의 평가방법⁸⁾을 사용하였으며, 환자의 이학적 검사를 통하여 보행상태, 동통 및 압통, 슬관절 및 족관절과 거골하 관절의 운동범위, 그리고 근육의 위축을 측정하였고, 문진을 통하여 활동의 제한여부를 파악하여(Table I), 모든 항목에서 A인 경우는 우수, 모든 항목이 B이상인 경우를 양호, 한 개의 항목이 C이면서 다른 항목이 A 또는

Table 1. Definition of Parameters in the Follow-up Examination

Factors	A	B	C
Symptoms			
Ankle joint symptoms	None or negligible	Moderate; some loss of function	Severe; clear loss of function
Aching or pain in fracture area	None or slight symptoms on exertion	Moderate symptoms	Severe symptoms; pain at rest
Difficulty in walking	None	Mild subjective symptoms	Severe symptoms; limp
Work and sports	Activities unchanged	Works as before; incapacitated	Stopped working because of for some sports injury
Signs			
Muscular atrophy	0 to 1cm	1 to 2cm	> 2cm
Loss of knee movement	0 or < 10 degrees	10 to 20 degrees	> 20 degrees
Loss of ankle dorsiflexion and plantar flexion	0 or < 5 degrees	5 to 10 degrees	> 10 degrees
Loss of subtalar eversion and inversion	0 or < 1/3	1/3 to 2/3	> 2/3

B이나 특별한 증상이 없는 경우는 허용, 두 개 이상의 항목에서 C인 경우를 불량으로 분류하였다.

결 과

골유합 기간은(Table 2) 평균 15주(11-20주)에 이루어졌으며, 정복의 소실이 1례(4.3%)에서 있었는데, 수술 후 내반 각형성이 3도와 후방 각형성은 10도이었으나, 최종 추시에서 내반 각형성이 수술 후 3도에서 10도로의 정복소실이 있었다.

최종 추시 방사선 사진에서 5도이상의 각형성(Table 3)이 있어 부정유합¹¹⁾으로 판정한 예가 3례(13%) 있었는데 2례에서 8도, 1례에서 10도의 후방 각형성이 발생하였다.

기능적 결과⁸⁾(Table 4)는 18례(78.3%)에서 우수한 결과를 보였으며, 4례(17.4%)는 양호의 결과를 보였는데 이들은 운동시에 족관절의 동통이 있었으며, 1례에서는 족관절의 배측 굴곡이 건측에 비하여 10도의 소실과 1cm의 근육위축이 있었다. 1례(4.3%)에서 허용의 결과를 보였는데, 보행시 동통으로 인한 파행이 있었으며, 건측에 비하여 근육의 위축이 1cm, 슬관절의 운동 소실이 10도, 족관절의 배측 굴곡의 소실이 15도가 있었다.

표재성 감염(Table 5)이 3례(13%)에게 있었으나 항생제 투여와 창상 치료로 추가의 수술적 치료 없이 치유되었다.

증례 1

49세된 남자로 자동차 사고로 경골 원위부와 함께 비골 근위부의 골절손상이 있던 환자로서(Fig 1-A), 족관절 상방 3cm에서 10cm까지 Tschern와 Gotzen 분

Table 2. Union time

10-12 weeks	3
13-16 weeks	16
17-20 weeks	4

Table 3. Angulation

less than 3°	12
3°~5°	8
5°~10°	3

Table 4. Functional outcome(according to Goran Karlstrom)

excellent	good	acceptable	poor
18	4	1	0

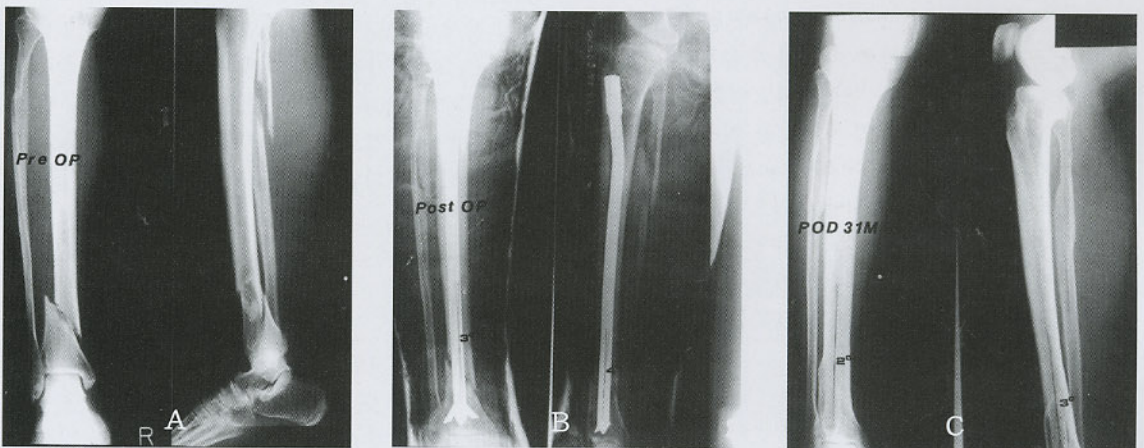


Fig 1-A. Preoperative radiographs.

- B. Postoperative radiographs taken after the treatment of closed reduction and intramedullary nailing with Brooker nail, which shows 3 degrees of varus angulation and 4 degrees of posterior angulation.
C. Follow-up radiographs at 31 months after the operation shows complete union of the fracture.

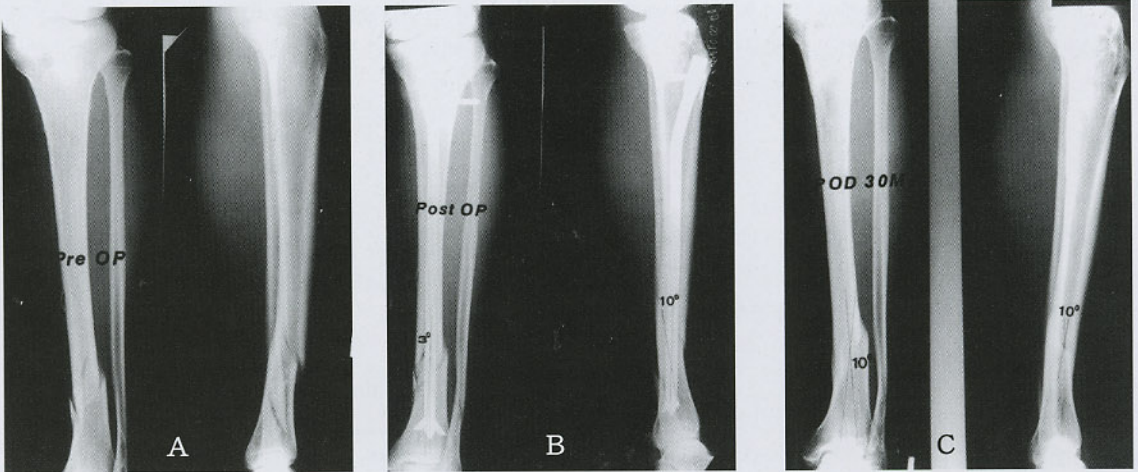


Fig 2-A. Preoperative radiographs.

B. Postoperative radiographs taken after the treatment of closed reduction and intramedullary nailing with Brooker nail, which shows 3 degrees of varus angulation and 10 degrees of posterior angulation.

C. Follow-up radiographs at 30 months after the operation shows complete union of the fracture.

Table 5. Complications

Malunion	3
Superficial infection	3
Reduction loss	1

류상 Grade II 의 연부조직의 손상이 동반되었다. Brooker 골수강내 금속정을 이용한 수술후 각형성은 내반 변형이 3도, 후방 각 형성이 4도이었으며(Fig 1-B), 2주간의 장하지 석고 부목고정을 실시하여 연부 조직의 치료 및 수술 부위의 치료를 시행하였으며, 3 주부터 부분 체중부하를 허용하였으며, 수술후 8주에 전 체중부하를 실시하였다. 골유합은 15주에 이루어졌으며 수술후 31개월에 내반 변형이 2도, 후방 각형성이 3도이며(Fig 1-C), 기능적 결과는 모든 항목에서 A로 우수한 결과를 보였다.

중례 2

51세된 남자로 오토바이 사고로 경골 원위부와 함께 비골 원위부의 골절손상이 있던 환자로서(Fig 2-A), 족관절 상방 2cm에서 15cm까지 Tschern와 Gotzen

의 분류 Grade II의 연부조직의 손상을 동반되었다. Brooker 골수강내 금속정을 이용한 수술후 각형성이 내반 변형이 3도, 후방 각 형성이 10도 이었고(Fig 2-B), 수술후 표재성 감염이 있어 장하지 석고 부목을 실시하면서 4주간의 항생제 치료를 하였다. 부분 체중부하는 6주에 실시하였으며, 전 체중부하는 수술 후 10주에 시행하였다. 골유합이 수술후 20주에 이루어졌으며 수술후 30개월에 내반 각 형성이 10도와 후방 각형성이 10도로서 내반의 정복의 소실이 있었다(Fig 2-C). 최종 기능적 결과에서는 운동시에 족관절의 동통과, 건측에 비하여 족관절의 배측 굴곡이 10도의 손실이 있었으며, 하퇴부의 근육위축이 1cm이며, 양호로 판정되었다.

고 찰

최근 급속한 산업 및 교통수단의 발달과 더불어 장관골 골절의 빈도가 증가하고 있으며, 경골 골절은 그 해부학적 위치 때문에 연부조직의 손상을 많이 받을 수 있다. 연부조직의 손상을 동반한 원위 경골골절에서 골절의 안정성을 얻는 것과 연부조직의 창상의 치유가 동시에 이루어져야 하는데¹⁹⁾, 골절치료를

서 감염이 문제가 될 수 있다. 이를 막기 위하여 수상 초기 적절한 세척술 및 변연 절제술, 예방적 항생제 사용과 골절의 고정에 효과적인 방법^{9),20)}이다.

경골 골절의 치료법은 다양하며 수술적 방법으로는 금속판 및 나사못을 이용한 내고정, 골수강내 고정술, 외고정 장치를 이용한 방법으로 나눌 수 있는데, 경골 원위부 골절은 소위 이행부 골절(Transitional zone)이라 불리며, 정확한 정복이 이루어지지 않은 경우 부정유합, 지연유합이나 불유합의 빈도가 높은 것으로 알려져 있다^{10),14)}. 원위 경골 골절에 대한 금속정 고정술에서 중앙으로의 삽입이 용이하지 않아 금속정이 치우치게 위치함에 따라 각형성을 초래할 수 있는데^{13),16)}, Holbrook¹¹⁾ 등은 각형성은 5도 이상의 내반 또는 외반이 있거나, 10도 이상의 전후방 경사가 있는 경우, 단축은 건측에 비하여 1cm 이상의 하지부동이 있을 때, 그리고 회전은 건측의 회전축에 비하여 10도 이상의 회전변형이 있을 때로 정의하였으며, 부정 정렬은 장기 추사에서 인접한 슬관절 및 족관절의 접촉면을 변화시킴으로서 연골의 퇴행성 변화가 증가하여 퇴행성관절염을 초래할 가능성이 높아진다고 한다^{12),17)}. 저자들은 5도 이상의 내·외반 변형이 있거나 10도 이상의 전·후방 경사가 있는 경우와 1cm 이상의 하지부동이 있는 경우로 하였는데, 3례(13%)에서 5도 이상의 후방 각형성이 있었으며 이들은 족관절의 동통이 운동시에 있었으나 단순 방사선 검사상 관절염의 소견은 없었다.

연부조직의 손상이 동반된 경우에는 골절의 고정을 위해 금속판 내고정을 시행할 경우 피부괴사 및 감염의 위험이 매우 높은 것으로 알려져 있다^{4),5),12)}. 이러한 문제의 대안으로 일부 저자들은 외고정 장치를 이용한 고정^{2),6),8),21)}이 골절부의 견고한 고정, 창상 치료의 용이성, 주위관절의 조기운동이 가능하여 특히 개방창을 동반한 경골 골절의 치료에 이용한 치료 결과를 보고한 바 있다. 특히 1.8-mm의 가는 인장 강선과 Half pin을 혼합하여 사용할 수 있는 Ring fixator나 Hybrid fixator를 사용^{3),6)}하면 손상된 연부조직을 치료하면서 비교적 견고한 고정력을 얻을 수 있는 것으로 보고하고 있다. 그러나 기구사용이 복잡하고, 정확한 해부학적 지식이 요구되며, 장치가 거추장스럽고, 핀 주위 감염, 부정유합, 기기의 제거후 정복의 상실 등이 단점^{11),21),22)}으로 보고되고 있다. 그러한 결

과로 교합성 골수내정의 사용이 선호되고 있다^{1),22)}. 최근 들어서는 원위 교합나사의 삽입위치가 골수정의 끝에 가깝게 위치하도록 개선되어 관절면 상부 4cm의 골절도 교합성 골수정으로 치료하여 좋은 결과들이 보고되고 있으며, 일부에서는 골절선이 족관절을 침범하나 전위가 적은 경골 골절까지도 골수내정을 이용한 수술이 시행되고 있다¹⁸⁾. 그러나 이러한 교합성 골수정 역시 원위 교합나사 삽입 위치에 연부조직의 손상이 동반된 경우에는 피부괴사 및 감염의 위험성을 가지고 있다.

Brooker-Wills 금속정은 경골의 골수강내 금속정 9가지의 생역학적 연구¹⁵⁾에서, 축성 강성(1696Nm°)이나 ant. bowing이 다른 기구들과 큰 차이가 없었고, 축 회전력 강성(1.42 Nm°)은 다른 기구들보다 큰 집단에 해당되었으나, 굴곡 강성(10.5Nm°)은 가장 낮은 수치를 보였다. 이에 수술후 석고고정을 추가적으로 시행해야 하는 단점을 가지고 있지만,

Brooker-Wills 금속정은 원위 교합 나사 고정을 하는 대신 원위부에 있는 fin을 이용하여 골수강내에서 고정이 이루어지기 때문에 손상된 연부조직에 추가적인 손상을 가하지 않고도 골절부위를 고정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

저자들은 Brooker -Wills nail을 사용하여, 연부조직의 손상이 동반된 경골 골절에서, 23례중 정복의 소실이 1례(4.3%), 부정유합이 3례(13%)가 있었으나, (Table 5) 23례 모두에게서 골유합(Table 2)이 이루어졌으며, 기능적 평가(Table 4)에서 22례가 양호 이상의 결과를 보였으며, 나머지 1례에서도 허용의 결과를 보였다. 심부 감염이나 골수염은 없었고 표재성 감염이 3례(13%)에서 있었으나 항생제 투여와 창상 치유로 추가적 수술이 필요한 경우는 없었던 것은 손상된 연부조직에 추가적인 손상을 주지 않았기 때문으로 사료된다.

결 론

경골 원위부 골절로서 연부조직의 손상을 동반하여, 골수강내 금속정 삽입술의 원위 교합나사 고정이 부적절한 골절의 치료방법으로서 Brooker 골수강내 금속정을 이용한 고정술은 굴곡 강성은 약하였으나

추가적인 유리섬유를 이용한 하지의 고정으로 임상적으로 좋은 결과를 얻었으며, 원위 나사못 고정이 골수강내에서 이루어지므로 창상감염에 대한 가능성을 줄여, 외상후 창상의 치료가 쉽게 이루어지며 심부감염이나 골수염의 가능성을 줄이는 좋은 방법의 하나로 사료되며, 특히 최근 증가 추세에 있는 다발성 손상 환자에게 조기재활에 도움이 되는 방법으로 생각된다. 그러나 골수강내 금속성 고정술로 좋은 결과를 얻기 위해서는 수술 수기를 바르고 정확하게 숙달해야 하며, 특히 연부조직의 손상에 대하여 적절한 처치가 중요하리라 사료된다.

REFERENCES

- 1) 강재도, 김광열, 박정하, 김형천 : 골수강 확공을 하지않은 골수강내 금속정을 이용한 경골 개방성 간부골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 725-731, 1995.
- 2) 고석면, 김명구, 이정운, 오인석, 김상은 : Ilizarov 외고정 기구를 이용한 경골 골절의 치료, *대한골절학회지*, 11: 833-848, 1998.
- 3) 박태우, 조성도, 김정재, 조용선, 김범수, 김기봉, 김기용 : Hybrid외고정 장치를 이용한 경골의 관절 주위 골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 395-401, 1999.
- 4) 이기행, 김윤수, 최문구, 정창훈, 김형민, 임기현 : 금속판을 이용한 경골골절의 치료시 발생한 지연성 국소감염, *대한정형외과학회지*, vol. 33, No. 1. February 1998
- 5) Bach, A.W., and Hansen, S.T., Jr. : Plates versus External Fixation in Severe Open Tibial Shaft Fractures *Clin. Orthop*, 241: 89-94, 1989.
- 6) Behrens F : A Primer of Fixturs Devices and Configurations. *Clin. Orthop*, 241 :5-14. 1989.
- 7) Bostman O, Vainionpaa S and Saikku K : Infraisthmal longitudinal fractures of the tibial diaphysis. *J Trauma*, 24 : 964-969, 1984.
- 8) Goran Karlstrom, Sven Olerud, Uppsala, and Sweden : Percutaneous Pin fixation of Open Tibial Fractures, *J Bone Joint Surg*, 57-A : 915-924, 1975
- 9) Gustillo RB : Current concept in the management of open fracture. *Instr course Lect*, 36: 359, 1987.
- 10) Heppenstall RB, Brighton CT, Esterhai JL and Muller G : Prognostic factor in Nonunion of the Tibia : An Evaluation of 185 Cases Treated with Constant Direct Current. *J Trauma*, 24 : 790-795, 1984.
- 11) Holbrook JL, Swiontkowski MF and Sanders R : Treatment of open fractures of tibial shaft : Ender nailing versus external fixation. *J Bone Joint Surg*, 71-A : 1231-1238, 1989.
- 12) Karlstrom G, Olerud SD : Fractures of the tibial shaft-a critical evaluation of treatment alternatives, *Clin Orthop*, 105 : 82-111, 1974
- 13) Koval KJ, Clapper MF and Brumback RJ : Complications of reamed intramedullary nailing of the tibia. *J Orthop Trauma*, 5 : 184-189, 1991.
- 14) Melis GC, Sotgiu F, Lepori M, Guido P : Intramedullary nailing in segmental tibial fractures. *J Bone J Surg*, 63A : 1310-1318, 1981.
- 15) P. Schandelmaier, C. Krettek, and H. Tsherne : Biomechanical Study of Nine Different Tibia Nails, *J Orthop Trauma*, 10 : 37-44, 1996.
- 16) Puno RM, Teynor JT, Nagano J, and Gustilo RB : Critical Analysis of Results of Treatment of 201 tibial Shaft Fractures. *Clin. Orthop*, 212 : 113-121, 1986.
- 17) 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.
- 18) Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP and Court-Brown CM : Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle, *J Bone Joint Surg*, 77-B : 781-787, 1995.
- 19) Rommens P and Schmit-Neuerburg KP : Ten years of experience with the operative management of the Tibial Shaft Fractures. *The Journal Of Trauma*, 27:917-927, 1987.
- 20) Sanders R, Swiontkowski M, Nunley J and Spiegel P : The Management of Fractures with

Soft-Tissue Disruptions. *J Bone J Surg*, 75A : 778-789, 1993.

- 21) **Tucker HL, Kendra JC and Kinnebrew TE** : Management of unstable open and closed tibial fractures using the Ilizarov method. *Clin. Orthop*, 280: 125-135, 1992.

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