대한골절학회지 제11권, 제3호, 1998년 7월
The Journal of the Korean Society of Fractures
Vol.11, No.3, July, 1998

교합성 골수강내 금속정 고정술 후 발생한 경골 간부 골절의 지연 유합 및 불유합에 대한 치료

동국대학교 의과대학 정형외과학 교실

박용범 · 황정수 · 정필현 · 강 석 · 채동주 · 김한철 · 문상호 · 김종필 · 김대진

= Abstract =

Treatments of the Delayed Union or Nonunion of Tibial Shaft Fracture Fixed with Interlocking IM nail

Yong-Bum Park, M.D., Chung-Soo Hwang, M.D., Phil-Hyun Chung, M.D.,
Suk-Kang, M.D., Dong-Joo Chae, M.D., Han-Chul Kim, M.D.
Sang Ho-Moon, M.D. and Jong Phil Kim, M.D., Dae-Jin Kim, M.D.,

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine,
Dongguk University, Kyungju, Korea

Interlocking intramedullary nailing has been the first choice treatment of most tibial shaft fractures because its rigidity of fixation allows early ROM and weight bearing. Although most interlocking nailing procedures are performed with closed reduction that preserve periosteal blood supply, delayed union or nonunion is often occurs. So secondary procedures, such as bone graft, dynamization, nail exchange, are necessary to achieve fracture healing.

We analyzed 25 cases of delayed union or nonunion from 432 tibial shaft fractures fixed initially with static interlocking intramedullary nailing since January 1990 till January 1996.

※통신저자: 김대진
경북경주시석장동 1090-1 (780-350)
동국대학병원정형외과
Tel : 0561) 770-8454 Fax : 0561) 770-8455

* 본논문의요지는제 41차대한정형외과학회추계학술대회에서구연발표되었슴.
* 본연구는동국대학교전문학술지논문게재연구비지원으로수행되었슴.

Overall incidence of delayed union or nonunion is 5.8%(25/432). Secondary procedures included mainly iliac bone graft or dynamization. Average time to achieve bone union after secondary procedure is 6.1 months. The more distracted or displaced fracture ends after interlocking nailing or the more comminuted fracture fragments led to the more delayed bone union. Careful attention to reduction to minimize distraction or displacement during interlocking nailing is necessary to decrease the incidence of delayed union or nonunion. And appropriate procedures should be performed when delayed union or nonunion is predicted, which result in success in most cases.

Key Words: Tibia, Delayed union or Nonunion, Interlocking IM nail, Bone Graft, Dynamization

서 론

최근성인경골간부골절의치료시견고한내고정으로조기관절운동및체중부하를가능하게하고빠른골절유합과기능회복을얻을수있는교합성골수강내 금속정 고정술이 널리 시술되고 있다. 교합성골수강내금속정고정술은골절의폐쇄적정복후시행함으로써골막 손상으로인한혈액 공급의차단을예방할수있을것으로기대되지만드물지않게지연 및 불유합의 발생으로 부가적 시술이 필요하다. 본 동국대학교 의과대학 교실에서는 교합성 골수강내 금속정 고정술로 치료한 성인 경골 간부 골절 432례 중지연및불유합이발생한 25례를분석하고치료한 결과를문헌고찰과함께보고하는바이다.

연구 대상 및 방법

1990년 1월부터 1996년 1월까지 6년간동국대학교 의과대학 경주·포항병원에서 교합성 골수강내 금속정 고정술로 치료한 성인 경골 간부골절 총 432례 중에서 수술 후 3개월이 경과하여도 골절유합의진행이 느리거나 없는 지연 및 불유합을 보인 25례를 대상으로하였다.

1. 연령및성별분포

연령은19세에서67세로평균 41세였으며총25례중 21례가남자로활동기연령의남자가대부분이었다.

2. 골절의원인

총 25례중 21례가 교통 사고였으며, 나머지 4례는 추락및작업중사고였다.

3. 골절의부위

경골간부의근위부 4례, 중위부 7례, 원위부 9례였으며분절골절인경우가 5례였다.

4. 개방성여부

12례는 폐쇄적 골절, 13례는개방성 골절로 Gustilo and Anderson 분류상제 I 형 6례, 제 II 형 6례, 제 III a 형이 1례였다.

5. 골절의분쇄정도

분쇄 정도를 판정하기 위해 Winquist-Hansen씨 분류를준용한결과제 I 형이 6례, 제 II 형이 8례, 제 III 형이 10례, 제 IV 형이 1례였다.

6. 초기치료

치료 시기는 수상 당일에서부터 7일까지 평균 3.4일이었으며, 모두정적교합성골수강내금속정고정술로 치료하였는데 4례에서는 관혈적 정복술을, 21례에서는폐쇄적정복술을시행하였다.

7. 초기수술후골절단의신연및전위정도

골수강내 금속정 고정술후 골절단의 신연이나 전위정도는 2mm 이하가 6례, 3에서 4mm 가 11례, 5mm 이상이 8례였다.

8. 2차수술의적응증및방법

초기수술후 3개월이경과하여도골유합의진행이 느리거나 없는 경우를 2차 수술의 대상으로 하였다. 축성 방향으로 불안정한 골절이거나, 전위정도가

5mm 이상인 경우에는 자가 해면골 이식술을, 축성 방향으로안정되고전위정도가 5mm 미만인경우에는금속정의역동화를우선적으로적용하였다. 총 25례중 7례에서는 자가 해면골 이식술을, 12례에서는 금속정의역동화를시행하였고, 4례에서는역동화와 골이식을동시에시행하였는데, 이는주로분쇄골절 편의소실로인해역동화만으로는주요골절편의피질골 접촉이 불완전한 경우가 해당되었고, 2례에서는 금속정의 교체와 더불어 골이식을 시행하였는데 이는초기수술후각변형이남아금속정의교체가필요한경우였다.

결 과

2차 수술 방법, 초기 수술 후 골절단의 신연 정도, 초기 수상시 골절편의 분쇄 정도, 개방성 여부, 골절부위에따른골유합기간(2차수술후로부터)을관찰하였다. 수술 방법에 의한 유합 기간을 보면, 골이식을시행한 경우 5.3개월, 역동화를 시행한 경우 5.8개월이 소요되었으며, 골이식과역동화를동시에시행한 경우 8개월, 금속정의 교체와함께골이식을시행한경우평균 8.5 개월이소요되어 2가지이상의복합시술이 필요한 경우 더 많은 시간이 소요되었고, 전체적으로는 평균 6.1개월이 소요되었다(Table 1). 또한주요골절편의신연이나전위정도에따른골유합기간을보면, 2mm 이하인 경우 5.1개월, 3-4mm인 경우 5.4개월, 5mm 이상인 경우 7.6개월이 소요되었다(Table 2). 또한초기골절부위의분쇄 정도가심할수록(Table 3), 개방성골절에서(Table 4) 골유합에더많은 시간이 소요되었다. 부위별 골유합 기간에는 큰 차이가없었다(Table 5).

Table 1. Union time according to methods of secondary procedure

Method	cases	union time(mos.)
Bone Graft	7	5.3
Dynamization	12	5.8
BG* + Dyn.†	4	8
NC‡ with BG	2	8.5
Total	25	6.1

BG*; Bone Graft , Dyn† ; Dynamization
NC‡; Nail Change

Table 2. Union time according to distraction of fracture ends

Amount	cases	union time(mos.)
≤ 2 mm	6	5.1
3-4 mm	11	5.4
≥ 5 mm	8	7.6

Table 3. Union time according to initial comminution

Winquist-Hansen	cases	union time(mos.)
I	6	5.1
II	8	5.3
III	10	
IV	1	6.0

Table 4. Union time according to openness of fracture

Type	cases	union time(mos.)
Closed	12	4.5
Open	13	8.6
type I	6	8.2
type II	6	9.1
type IIIa	1	8

Table 5. Union time according to site of fracture

Site	cases	union time(mos.)
Proximal	4	7.3
Middle	7	6.7
Distal	9	6.0
Segmental	5	5.6

증례 보고

1. 증례1.

34세남자로보행중교통사고로우측경골폐쇄성 분절 골절로 내원하였다. 수상후 3일째 폐쇄적 정복

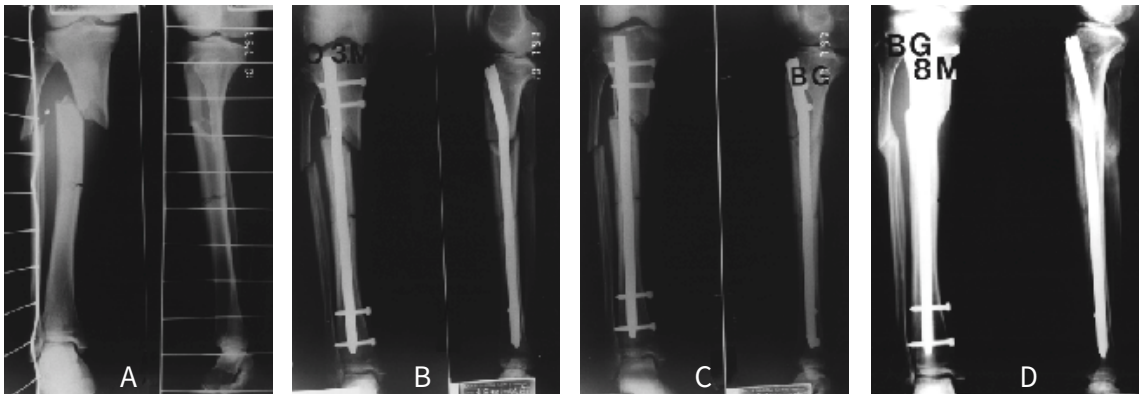

Fig 1-A. Initial x-ray shows segmental tibial fracture with severe displacement of proximal fragment.
B. X-ray at the postop. 3 months shows about 1.5 cm sized proximal fracture gap due to inadequate reduction, but relative acceptable alignment was obtained.
C. Autogenous iliac bone grafting was done.
D. Solid union was achieved at 8 months after bone grafting

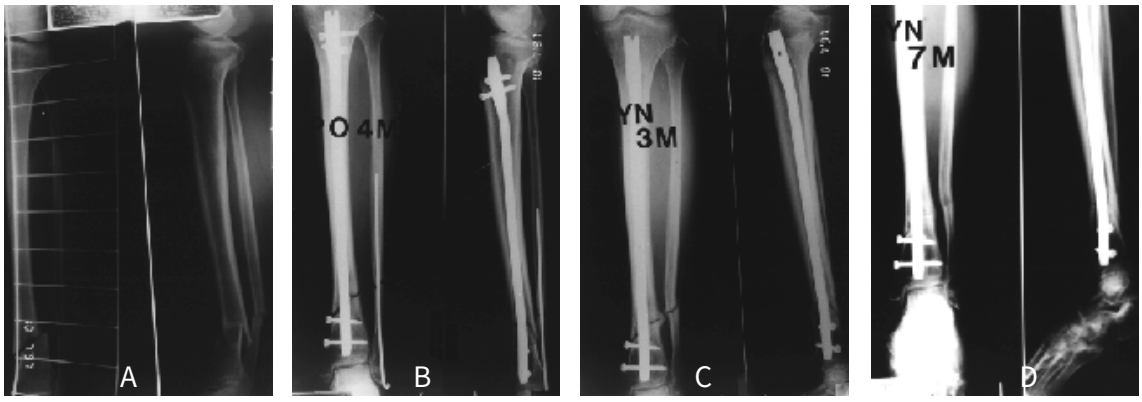

Fig 2-A. Initial x-ray shows displaced distal tibial fracture.
B. X-ray at the postop. 4 months shows radiolucent fracture gap.
C. Lateral bridging callus was seen at 3 months after dynamization.
D. Complete union was achieved at 7 months after dynamization.

후 골수강내 금속정 고정술을 시행하였다(Fig 1-A). 술 후 3개월째 근위부 골절의 전위가 심하고 골유합의 진행이 없어, 자가 해면골 이식술을 시행하였다(Fig 1-B,C). 골이식 2개월후 골의 유합진행이 관찰되었고 8개월째는 완전한 골유합을 보이고 있다(Fig 1-D).

2. 증례2.

59세 남자로 오토바이 교통사고로 좌측 경골 원위부의 제 1형 개방성 골절로 내원하였다(Fig 2-A). 수상 당일 관혈적 정복 후 골수강내 금속정 고정술을 시행하였다. 수술 4개월 후 2mm의 골절편 간격이 있으면서 골유합의 진행이 없어 금속정의 역동화를 시행하였다(Fig 2-B). 역동화 3개월째 골절편 사이에 가골의 연결이 보이고 7개월째 유합소견이 보이고 있다(Fig 2-C,D).

3. 증례3.

58세 남자로 보행중 교통사고로 우측 경골 원위부의 제 2형 개방성 분쇄 골절로 내원하였다. 수상 당일

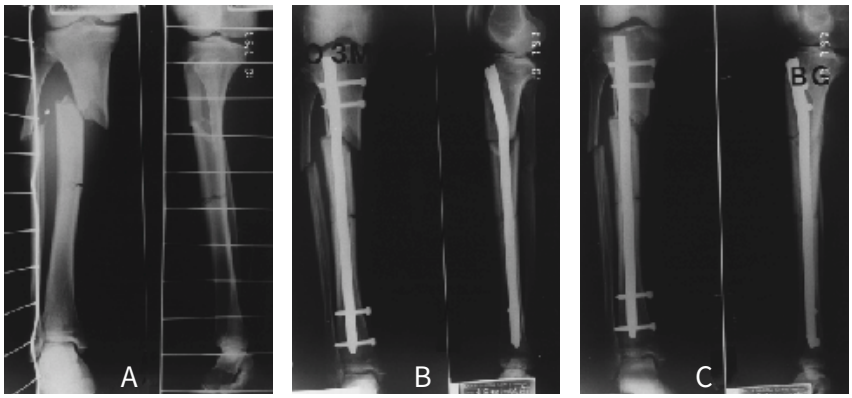

Fig 3-A. X-ray at the postop. 3 months of comminuted fracture of distal tibia fixed intramedullary nail. There was anterior cortical bone loss and posterior angulation
B. X-ray after nail change and bone grafting. Posterior angulation was corrected.
C. Fracture union was achieved at 1 year after second operation.

폐쇄적정복후골수강내금속정고정술을시행하였다. 수술 3개월후 5mm의골절편간격이있으면서후방 각형성을 보였다(Fig 3-A). 금속정의 교체와 함께 골 이식술을 시행하였다(Fig 3-B). 수술후 12개월째 완전골유합되어금속정을제거하였다(Fig 3-C).

고 찰

불유합및지연유합은장관골골절의치료에있어 큰문제점으로여겨진다. 불유합은세포의활동성이 정지되어 수술에의해서만치료될수있는상태이며 임상적증상으로동통및가성운동이존재하고방사선상 골절단의 경화, 골수강의 폐쇄 등으로 진단할 수 있다고 하였다[10]. Cave[8]는 골치유 과정이 완전히 정지되어수술적치료없이골유합을기대할수없는 상태라고 하였으며 Urist등[29]은 방사선학적으로 골절간 개대, 경화, 골수강의 폐쇄등을 나타낸다고 하였다.

경골골절은발생빈도가가장높은장관골골절이며 불유합 또한 빈번한 것으로 알려져 있다[1,2,28]. Boyd등[5-6]은경골이장관골골절중불유합이가장빈번한 골절이라고 하였으며, Green등[14]은 3%에서 불유합이생겼다고하였다. 불유합의일반적 원인으로는 전신적 요인과 국소적 요인으로 대별되며, 대개 국소적요인이불유합의발생을좌우하게되는데 특히 관혈적 정복시 부적절한 수술 수기, 불충분한 외고정, 순환장애, 골절편간신연, 연부조직의손상 정도, 감염 및 골결손 등에 의해 불유합의 빈도가증가할 수 있다고 하였다. 경골 골절의 유합에 영향을 주는인자로 Nicoll[20], Ellis[13], Watkins등[31]은수상시의상해 정도가 골절의 예후에 가장 중요하다고 하였다. 경골에있어불유합의원인인자로는교통사고등강한 외력에 의해 연부 조직의 손상이 많고, 해부학적으로피부직하에위치하여개방성골절의발생이흔하며, 또한연부조직환경의불충분함으로설명되고 있다[24,25,30]. Rosenthal과 McPhail[25]은 경골의 개방성 골절중불유합이초래된경우는심한연부조직손상이 동반된 경우라고 하였으며 Chapman[90]은 개방성 골절에서연부조직의손상정도에따라골수염의발생이 증가하며 이러한 감염이 불유합의 유발, 관절운동장애의중요한원인이라하였다.

경골 골절에 있어 Rosenthal과 McPhail[25]은 수상 후 6개월 이후에도 골유합의 진행 소견이 없으며 수술적처치를시행하여야만골유합을얻을수있는경우를불유합이라하였으며, 다른보고들에의하면경골 골절 후 16 내지 20 주 사이에도 골절의 안정성이나 연결 가골의 형성이 없는 경우 지연 유합이라고 할 수있고적절한치료후에 9개월까지골절유합이없는 경우, 불유합이라고 할 수 있다고 하였다[33]. 한편

Nicoll[20]은불유합과지연유합의감별은어려우며치료자의판단이중요하다고하였다. 따라서수상후 3내지 5개월 까지 방사선학적으로 골절 치유의 진행이 없는 경우 수술적 접근의 필요성이 대두된다. 하지만최근의개념은수술자에의해골절치유의가능성(potential)이 없거나 적고, 부가적 시술이 필요하다고 고려되면 지연 유합 및 불유합으로 판단할 수 있다고하였고, 저자들의경우에도경골골절의수술후 최소한 3개월의 시점 후에도 골절 유합의진행소견이 없거나, 기대하기 어려운 경우 지연 유합으로 간주하고부가적시술을시행하였다. 불유합의원인적 인자를 고려할 때 수상시 주위 연부조직의 손상, 감염, 골절편의분쇄, 분절골절양상, 골절편의소실, 골절단의신연등골절자체의인자외에도부적절한고정및체중부하의지연이라는인위적인자도중요하게여겨진다[26,30]. 그래서최근경골간부골절의치료에있어서견고한내고정및조기체중부하를가능하게하는교합성골수강내금속정삽입술이우선적인 수술방법이되고있다[5,7,21,32]. Müller[19]는골수강내고정술이 안정성이 뛰어나며 짧은 기간동안의 고정으로체중부하시에각변형없이골절부에압박을주어 골형성을 촉진시키고 Johnson과 Marder[15]는 1주에서 2주내에 근육 및 관절 운동을 시킴으로써 조기재활의 효과가 뛰어나다고 하였다. Rosson과 Simonis[26]는 나사못맞물림정으로치료한경골골절환자중감염이있던증례를제외하고는골유합을얻을수있었다고보고하면서폐쇄적정복술이연부조직손상이적고 회복도 빨라 더 좋다고 하였고, 나사못 맞물림정이단축 및변형의 재발을방지할수있으며빠른 재활을 얻을 수있다고하였다. 그렇지만 골수강내 금속정고정후에도 지연유합및불유합은드물지않게 발생하며부가적시술이필요해진다.

경골지연유합및불유합의치료방법으로는금속정의역동화(Dynamization), 자가골이식, 확공술을동반한 금속정의 교체, 비골 절골술 등이 보고되었다[6,11,15,18,23,28]. 경골의 골절에서 비골의 골절이 없으면 골유합에 장애가 된다는 보고들이 있었으며 Sarmiento와 Latta[27]는 경골 골절시 비골이 골절되지 않는 경우에 유합 시기가 더욱 길어진다고 하였고, Protzman[22]은비골이 조기 유합 또는 골절 되지않은 경우 경골 골절 부위에 압박을 가할 수 없으므로 비골 절골술을 시행할 것을 주장하였다. Kempf등[16]은 대퇴골및경골불유합의치료에서나사못맞물림정의사용은불유합의부위에관계없이시술할수있고 감염의기회가적으며회전력에의한부정유합을피할 수 있고 조기 체중 부하가 가능하다고 보고하고 있다. 금속정의역동화는골절의안정성에영향을덜 미치는 근위부 혹은 원위부의 나사못만을 제거함으로써 각형성은 방지하면서도 골절 부위의 압박력을 증가시키고 골절단의 사이를 감소시킴으로써 골유합을 촉진한다는 의미에서 시행된다. Klemn과 Borner[17]는 8주에서 10주에 역동화를 시행하며 골절부위에서먼교합나사못을제거할것을권유하였다. 하지만역동화의유용성에 대해서는 많은논란이있는데, 이는역동화이후단축이나부정선열의가능성이 있고, 정적 고정시동적 고정에 비해 별다른 골유합에 따른 차이가 없다는 것이다[4,12,17]. 그렇지만 명백한골절단의신연이존재하거나, 골절의유합이지연됨으로써 조기관절 운동이나 체중 부하라는 금속정 고정의 원래 목적을 충족시키지 못하는 경우, 금속정의역동화는유리한부가적시술이될것으로보인다[3,33]. 저자들의 경우, 축성방향으로안정된 골절이며전위정도가경미한경우에주로역동화를시행하여하지의단축이나부정선열등의가능성을배제하였으며, 불안정한골절, 전위정도가심한경우에는 자가해면골이식을우선적으로시행하였다. 때로골소실과골절단의신연을함께해결하기위해금속정의 역동화와 골이식을 병행하였으며, 초기 수술 후 각변형이 동반되어 금속정의 교체가 필요한 경우도 있었다. 지연유합 및 불유합의 인위적 요인, 즉 초기 수술후발생한골절의불완전한정복에따른골절단의 신연이나 전위 등은 수술시 조심스러운 주의로 감소시킬수있을것으로사료되며, 골유합의진행이 없거나부가적시술로골유합의촉진을기대할수있다면조기에부가적인시술을시행함으로써, 골유합 기간및이환기간을감소시킬것으로기대된다.

결 론

총 432례의 골수강내 금속정 고정술후 25례에서 지연및불유합이발생하여 5.8%의발생률을보였다.

지연 및 불유합은 초기 수상시 분쇄 정도가 심한 경우와 분절 골절에서, 일차 수술 후 골절단의 신연이나 전위 정도가 클수록 많이 발생하였다. 따라서 수술시골절단의거리를없애고전위정도를줄이는데 세심한주의가강조되어야할것으로생각되며, 지연 및불유합이예상될때는적극적인역동술과자가골이식으로만족할만한결과를얻을수있을것으로사료된다.

REFERENCES

1) 강충남,왕진만,노권재,윤여헌,김한철: **경골의 불유합에 대한 임상적 고찰**. ***대한골절학회지***, 5:275-281, 1992.

2) 이영기,정영진,리건영,이홍건: **하지 장관골 불유합의 임상적 고찰**. ***대한정형외과학회지***, 28: 2570-2579, 1993.

3) 조현호,곽경덕,조성도,김병용: **정적 교합성 골수강내 금속정삽입후역동화의필요성** . ***대한정형외과학회지***, 31:1142-1148, 1996.

4) **Alho A, Ekeland A, Stromsoe K, Folleras G and Thorensen BO** : Locked intramedullary nailing for displaced tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg*, 72-B:805-809, 1990.

5) **Boyd HB** : Observations on nonunion of the shaft of long bones with statistical analysis of 842 patients. *J Bone Joint Surg*, 43-A : 159-172, 1961.

6) **Boyd HB, Anderson LD and Johnston DS** : Closed or open intramedullary nailing of the femoral shaft fractures. *J Bone and Joint Surg*, 51-A:313-323, 1969.

7) **Brav EV** : The use of intramedullary nailing for nonunioin of the femur. *Clin Orthop*, 60: 69-83, 1968.

8) **Cave EF** : *Delayed union and nonunion of fractures. In Fractures and Other Injuries*. Chicago, Year Book Publishers, Inc., 1960.

9) **Chapman MW** : The use of immediate internal fixation in open fractures. *Orthop Clin North Am*, 11: 579-590, 1980.

10) **Charles HE Jr** : *Complications in orthopedic surgery*. 2nd ed., Vol. 1, Philadelphia, J.B. Lippincott Co., 1986.

11) **Court-Brown CM, Keating JF, Christie J and McQeen MM** : Exchange intramedullary nailing. Its use in aseptic tibial nonunion. *J Bone Joint Surg*, 77-B:407-411, 1995.

12) **Ekeland A, Stromsoe K, Alho A, Folleras G and Thorensen BO** : Interlocking intramedullary nailing in the treatment of tibial fractures. *Clin Orthop*, 231:205-251, 1988.

13) **Ellis H** : Disability after tibial shaft fracture. *J Bone Joint Surg*, 40-B :90-97, 1958

14) **Green SA, Moore TA and Spohn PJ** : *Nonunion of the tibial orthopedics*, 11:1149, 1988.

15) **Johnson EE and Marder RA** : Open intramedullary nailing and bone grafting for nonunion of tibial diaphyseal fractures. *J Bone Joint Surg*, 69-A:375-380, 1987.

16) **Kempf I, Grosse A and Beck G** : Closed locked intramedullary nailing. Its application to comminuted fractures of femur. *J Bone Joint Surg*, 67-A: 699-708, 1985.

17) **Klemm KW and Borner M** : Interlocking nailing of complex fractures of the femur and tibia. *Clin Orthop*, 212:35-47, 1986.

18) **Lifeso RM and Al-satti F** : The treatment of infected and uninfected nonunion. *J Bone Joint Surg*, 66-B:573-579, 1984.

19) **Müller ME** : Treatment of nonunions by compression. *Clin Orthop*, 43:83-101, 1965.

20) **Nicoll EA** : Fracture of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg*, 46-B:373-387, 1964.

21) **Oh I, Nakigan SH and Rascher ST** : Closed intramedullary nailing for femoral shaft fractures. *Clin Orthop*, 106:206-224, 1975.

22) **Protzman RR** : *Delayed union or nonunion of the tibial shaft. The role of fibular osteotomy*. Symposium on trauma to the leg and its sequelae. The American Academy of Orthopedic Surgeons, pp 187-194, Mosby co., 1981.

23) Rijnberg WJ and Van Linge B : Central grafting for persistent nonunion of the tibia. J Bone Joint Surg, 75-B:926-931, 1993.

24) **Robinson CM, McLauchlan G, Christie J, McQeen MM and Court-Brown CM** : Tibial fractures with bone loss treated by primary reamed intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, 77-B:906-913, 1995.

25) **Rosenthal RE and McPhail JA** : Nonunion in the open tibial fracture. *J Bone Joint Surg*, 59-A:244-247, 1977.

26) **Rosson JW and Simonis RB** : Locked nailing for nonunion of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 74-B:358-361, 1992.

27) **Sarmiento A and Latta LL** : *Functional bracing in management of tibial fractures*. Symposium on trauma to the leg and its sequelae. The American Academy of Orthopedic Surgeons, pp 278-298, Mosby co., 1981.

28) **Sledge SL, Johnson KD, Henry MB and Watson JT** : Intramedullary nailing to treat nonunion of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 71-A:1004-1019, 1989.

29) **Urist MR, Mazet, Robert Jr. and McLean FC** : The pathogenesis and treatment of delayed union and nonunion. *J Bone Joint Surg*, 36-A:931-967, 1954

30) **Warren SB and Brooker AF** : Intramedullary nailing of tibial nonunions. *Clin Orthop*, 285:236-243, 1992

31) **Watkins R, Patzakis M and Harvey JP** : *Results of bone grafting of the tibia.* Symposium on trauma to the leg and its sequelae. The American Academy of Orthopedic Surgeons, pp 217-224, Mosby co., 1981.

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

33) **Wiss DA and Stetson WB** : Tibial nonunion: Treatment alternatives. *J Am Acad Orthop Surg*, 4:249-257, 1996.