대 한 골 절 학 회 지 제12권, 제3호, 1999년 7월
The Journal of the Korean Society of Fractures
Vol.12, No.3, July, 1999

골수내 금속정 고정술후 발생한 대퇴골 간부골절의 불유합

이우석 • 신규호 • 임경수

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

= Abstract =

Nonunion after Intramedullary Nailing of Femoral Shaft Fracture

Woo-Suk Lee, M.D., Kyoo-Ho Shin, M.D., and Kyung-Su Lim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

From January 1992 to June 1997, we reviewed retrospectively eighteen femoral shaft nonunions after intramedullary nailing and followed for an average of 31(18-53)months. We investigated causes of nonunion and analyzed the results according to operative method. Nonunion was divided into infected(4 cases) or noninfected types(14 cases). The causes of noninfected nonunion were insufficient stability(7 cases) and bone defects(4 cases). In insufficient stability, there were loosening of locked screw in four, absence of locked screw in two, and breakage of locked screw in one. There was a correlation between severe comminuted fracture with an early weight bearing and screw failure($p<0.05$). Seven cases of nonunion were treated with compression plate and cancellous bone grafting, four cases only bone grafting, three cases Ilizarov external fixations, three cases dynamization, and one case renailing. The clinical and roentgenographic healing processes were recorded. All achieved solid unions within an average period of 11.7(2.5-41)months. An average time to union was 5.2(3-7)months after dynamization, 7.3(7-8)months after bone grafting, 12 months after renailing, 12.9(4-25)months after compression plate and cancellous bone grafting, and 21.3(11-41)months after Ilizarov

※ 통신저자: 신 규 호
서울특별시 서대문구 신촌동 134(120-752)
연세대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 02) 361-5640 Fax : 02) 363-1139

external fixation. The union period with noninfected nonunion was significantly shorter than infected nonunion(9.2 months vs. 20.3 months; $p<0.05$).

Key Words : Femoral shaft fracture, Nonunion, Intramedullary nailing

서 론

대퇴골 간부 골절 치료시 사용되고 있는 골수내 금속정 고정술은 골절부의 연부조직과 혈행손상을 최소화하고 견고한 내고정을 유지하여 조기 관절 운동 및 체중 부하, 골유합 촉진, 입원기간 및 회복기간의 단축 등의 장점이 있고, 골수내 금속정에 교합 나사를 사용함으로써 심한 분쇄골절이나 분절골절에서도 적용이 가능하여 보편적으로 사용되고 있다[8,11]. 그러나 골수내 금속정의 이용이 늘어나면서 골수내 금속정 고정술 시행후 불유합도 증가하고 있는 추세이고 다른 부위의 불유합과 마찬가지로 치료가 용이하지 않아 완전한 골유합을 얻기까지 많은 시간이 소요된다[13].

본 연구에서는 대퇴골 간부골절에서 골수내 금속정 고정술후 불유합이 발생한 환자들에 대하여 불유합의 원인과 치료방법을 중심으로 보고하고자 한다.

대상 및 방법

1992년 1월부터 1997년 6월까지 대퇴골 간부골절로 골수내 금속정을 이용하여 수술하였던 환자 중 불유합이 발생하여 치료한 18례 환자를 대상으로 평균 31(18-53)개월 추시관찰하였다. 연구방법은 임상기록과 방사선 소견을 통하여 대퇴골 골절의 불유합의 원인, 치료결과 등을 조사하였다. 18명의 환자중 남자가 15례, 여자는 3례였으며 연령분포는 20세에서 78세로 평균 42세였다. 골절의 원인은 교통사고가 15례로 가장 많았으며 추락사고 1례, 단순외상에 의한 경우가 2례였다. 동반 손상은 18례중 11례(61%)에서 24건이 발생되었는데, 경비골 골절 4건(17%), 슬개골 골절 4건(17%), 늑골골절 3건(13%), 전완부 골절 3건(13%), 상완골 골절 3건(13%), 골반 골절 3건(13%), 척추골절 2건(8%), 족관절 손상 2건(8%) 등의 순이었다. 초기 골절의 분류는 부위에 따라 근위부 1/3 1례, 중위부 1/3 12례, 원위부 1/3 5례였고 Winquist-Hansen 방법[25]에 의한 분류는 제 1형 2례, 제 2형 2례, 제 3형 8례, 제 4형 6례였다. 개방성 골절의 분류는 Gustilo와 Anderson의 분류[10]에 따랐으며 총 3례중 제 1형 1례, 제 2형 2례였다. 수상후 초기 수술까지의 기간은 수상 직후 5일 이내가 9례, 6일에서 10일이 4례, 11일에서 15일이 4례, 16일에서 20일이 1례였다. 수술방법으로 개방성 고정술은 10례, 폐쇄성 고정술은 8례에서 시행되었다. 초기 수술후 체중부하시기는 4.5(2-8)주였고 초기 수술에서 재수술까지의 기간은 평균 16.7(6-51)개월이었다. 불유합 치료 방법의 선택은 골절부의 안정성이 있으면서 5mm 이하의 골간격이 있는 경우 역동화만을, 골절부의 안정성과 위축성 불유합소견을 보인 경우 골이식술만을, 골절부의 불안정성이 있었던 경우는 금속판 고정술 및 골이식술 또는 금속정 교체술을, 감염성 불유합과 골단축 동반된 예에서는 Ilizarov 외고정 기구를 이용하였는데 불유합의 치료 방법은 금속판 고정술 및 골이식술 7례, 골이식술 4례, 역동화(dynamization) 3례, Ilizarov 외고정술 3례, 금속정 교체술(renailing) 1례가 시행되었다(Table 1). 감염성 불유합 4례는 금속정을 제거하고 Orthofix 외고정술을 시행하여 감염을 치료하다가 감염이 소실된 후 2례에서 금속판 고정술 및 골이식술, 2례에서 각각 금속정 교체술, Ilizarov 외고정술을 시행하였다. 골유합은 추시 방사선상 골절부 양단에서 골소주로 연결되고 이학적 소견상 골절부의 압통이나 가성 운동이 없는 경우로 판정하였다. 수술전 손상의 개방성 유무, 골절의 분쇄 정도, 골수정 사용의 적절성 및 안정성, 체중 부하의 시기, 불유합의 종류, 불유합에 시행했던 수술방법 등과 수술후 골유합에 걸린 시간 등을 분석하였다. 분석 방법은 Mann-Whitney test을 이용한 비모수 검정을 시행하였다.

Table 1. Data of Patients

Case No.	Age (yr.)	Sex	Site	Type[24]	Open Fx.	Op. method	Nonunion type (months)	Nonunion Duration	Treatment	Union time (months)
1	56	M	Middle	II		Closed	H*	13	P† + BG§	6
2	28	M	Middle	II	I	Open	H	6	D‖	2.5
3	41	F	Middl	IV		Closed	H	23	P + BG	19
4	78	M	Middle	IV	II	Open	H	18	P + BG	4
5	34	M	Middle	IV		Open	H	12	P + BG	5
6	39	M	Distal	III		Open	A†	51	I¶	12
7	27	M	Middle	IV		Open	H	25	I	41
8	30	M	Distal	III		Closed	A	12	BG	7
9	30	M	Proximal	III		Closed	H	9	BG	7
10	28	M	Middle	I		Closed	A	10	BG	7
11	34	M	Middle	III	II	Open	A	12	BG	8
12	48	F	Distal	IV		Open	H	15	I	11
13	43	M	Middle	III		Open	H	9	D	7
14	20	M	Middle	I		Closed	H	10	D	6
15	55	M	Distal	III		Open	H	22	P + BG	25
16	21	M	Middle	III		Closed	H	15	P	7
17	76	F	Distal	IV		Open	H	23	Renailing	12
18	63	M	Middle	III		Closed	H	15	P + BG	24

* H : Hypertrophic
† A : Atrophic
‡ P : Plating
§ BG : Bone grafting
‖ D : Dynamization
¶ I : Ilizarov external fixation

결 과

1. 불유합의 원인

감염여부에 따른 불유합의 원인은 총 18례중 감염성 불유합이 4례, 비감염성 불유합이 14례였다. 비감염성 불유합은 양상에 따라 과영양성이 10례, 위축성이 4례였고 과영양성 불유합 소견을 보인 7례는 원위 교합 나사의 부재 2례, 교합 나사의 이완이 4례, 교합 나사의 골절 1례(Fig. 1)였다. 위축성 불유합 소견을 보인 4례는 분쇄정도가 심하여 골편의 전이가 있었던 경우로 골결손부위가 5mm 이상인 경우가 2례, 5mm 이만인 경우가 2례였다. 분쇄성 심한 초기골절 환자(제 3, 4형)에서 조기 체중부하(< 4주)를 시행한 경우 교합 나사의 부전과 관련이 있었다($p<0.05$).

2. 치료 결과

최종 수술후 유합기간은 평균 11.7(2.5-41)개월이었다. 수술방법에 따른 평균 유합기간은 역동화만을 시행한 경우 5.2(3-7)개월, 골이식술만 시행한 경우가 7.3(7-8)개월, 금속정 교체술이 12개월, 금속판 고정술 및 골이식술이 12.9(4-25)개월, Ilizarov 외고정 기구를 이용한 경우가 21.3(11-41)개월이었다. 감염성 불유합의 유합기간은 평균 20.3(12-41)개월인데 반해 비감염성 불유합의 유합기간은 평균 9.2(3-25)개월로 의미있는 차이를 보였다($p<0.05$).

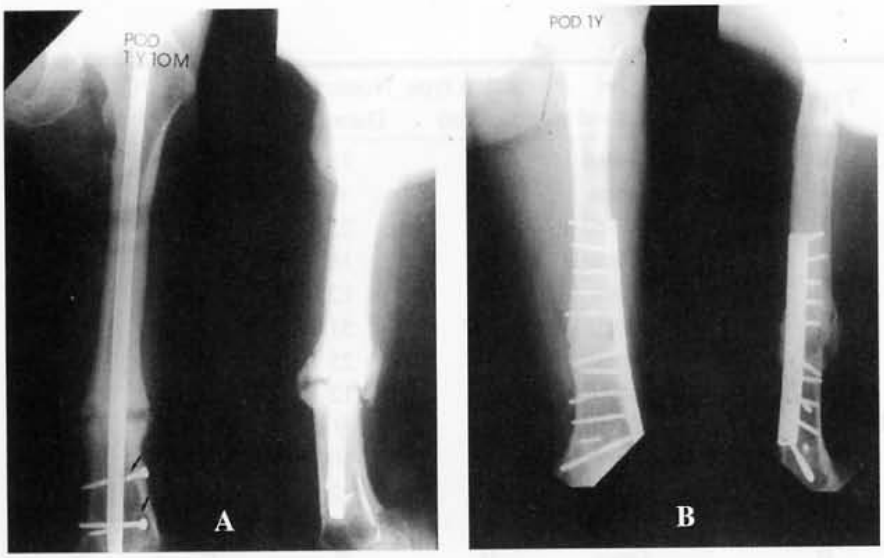

Fig 1. 55-year-old male with hypertrophic nonunion of left distal femoral fracture for 22 months.
A. Radiographs show a radiolucent defect at the distal femoral fracture site and locked screw breakage and loosening.
B. Radiographs at 12 months after plating and bone grafting show a solid union.

고 찰

골수내 금속정 사용후 대퇴골 골절의 불유합율은 보고자에 따라 차이가 있지만 대퇴골 간부의 단순골절인 경우 폐쇄적 골수내 금속정 고정술시 2%, 복합골절에 폐쇄적 골수내 금속정 고정술시 10%, 관혈적 확공성 골수내 금속정 고정술시 20%까지 보고하고 있다[13].

대퇴골 골수내 고정술후 불유합의 원인으로는 개방성 골절, 감염, 부적절한 금속정의 사용, 부적절한 조기 체중부하, 부적절한 금속정 삽입구의 선택 등이 보고되고 있다[1-5,15,23]. 본 연구에서는 불유합의 원인을 크게 비감염성 불유합과 감염성 불유합으로 대별하여 분석하였는데 감염성 불유합의 경우 감염의 치료와 감염치료중 발생한 골단축 및 혈행장애로 비감염성 불유합의 유합기간과 보다 더 소요되기 때문이었다. 비감염성 불유합과 골절부의 분쇄성 정도는 밀접한 관계가 있다. 본 연구에서 불유합 환자 18례 중 14례에서 Winquist와 Hansen[24]분류 제 3형 이상의 심한 분쇄성 골절 양상을 보였는데 이는 Winquist와 Hansen[24]이 분쇄성의 정도에 비례하여 골유합 기간이 증가한다고 보고한 것과 일치하였다. 분쇄성 골절에서 불유합이 많이 발생하는 이유로는 강한 외력에 의해 연부조직의 심한 손상과 골편의 혈액 공급 차단에 의한 것으로, 수술시에도 되도록 확공을 시행하지 않는데 그 이유로는 확공시 중간골편이 회전하여 혈행공급이 파괴되므로 불유합의 빈도가 높아지고 골절편의 전위가 심화되기 때문이다. 관혈적 골수내 금속정 고정술은 심부감염의 위험성이 높고 골막의 혈액 공급의 장애로 불유합율이 10배 정도 높다고 보고되어 왔다[22]. Wu와 Chen[27]은 유합기간의 차이는 있지만 유합율에는 차이가 없다고 보고하였으나 본 연구에서는 불유합환자중 관혈적 골수내 금속정 고정술을 시행한 경우가 56%로 상대적으로 높았다. 따라서 골막혈행을 보존시키고 짧은 기간내 골절부의 혈류를 재생시킬 수 있는 폐쇄성 골수내 금속정 고정술이 관혈적 골수내 금속정 고정술보다 골유합 기간을 단축시킬 수 있고, 부가적으로 감염율의 저하, 수술시 출혈량의 절감, 술후 합병증의 병발률을 현저하게 감소시킨다는 보고가 있으므로[27] 가능한 폐쇄성 고정술을 시행하는 것이 불유합율을 줄일 수 있을 것이다.

불유합의 원인이 골절의 분쇄정도나 수술방법상의 문제뿐만아니라 본 연구의 결과에서 보듯이 여러가지 수술상의 오류, 수술후 조기 체중부하 등 인위적인 원인이 상당한 비율을 차지하였다. 부분체중 부하시기는 4-6주에 시작하여 가골의 형성 상태에 따라 체중을 추가로 전달하도록 권하고 있으나[4] 실제로 부분 체중부하를 수술후 4주이전에 시행하는 경우가 많고 환자가 임의로 체중을 부하하는 경우도 많다. 본 연구에서는 초기 수술후 체중 부하시기는 평균 4.5주로 분쇄 정도가 심한 골절에서 조기 체중 부하시 불유합율이 높았고, 이로 인하여 7례에서 교합 나사의 부재나 이완, 파열 소견이 있어 조기 체중 부하는 불유합의 주요인자로 나타났다. 따라서 분쇄골절에서는 항상 견고한 고정이 되는 것이 아니고 부분적인 내부 부목으로써 역할을 하므로, 조기에 체중 부하를 시키거나 환자가 임의로 체중 부하하는 것을 제한하여야 교합 나사의 부전을 방지할 수 있을 것으로 생각된다. 감염성 불유합은 4례가 있었는데 골수내 금속정 삽입술후 감염율은 보고자마다 차이가 있지만 관혈적 고정술의 경우 1-11%, 폐쇄적 고정술의 경우 0-3%를 보고하고 있으며 Winquist 등[25]은 520례의 폐쇄성 금속정 삽입술을 시행한 결과 0.9%에서 감염이 보고하였다. 감염성 불유합은 빈도는 높지 않지만 발생시 감염의 치료에 어려움이 있고 골유합 기간이 길어져 가장 치료하기 어려운 불유합이다. 본 연구에서는 불유합 환자중 개방성 골절이 차지하는 비율이 17%였으나 불유합과 직접적인 관계보다는 분쇄성의 정도와 관련이 있었다. Winquist 등[25]의 보고에 의하면 초기 골절이 개방성인 경우 감염율은 2%, Brumback 등[7]은 3-5%로 보고하고 있으나 연부 조직의 손상 정도와 골절부의 오염정도에 따라 적절한 선택을 한다면 다른 방법보다도 우수한 결과를 보일 것으로 생각된다.

불유합의 치료방법으로는 골이식술, 역동화, 더 큰 직경의 금속정으로 교체하는 법, 불유합 부위의 변연 절제술을 시행하고 해면골 이식후 견고한 금속판 내고정을 하는 법, 금속판 보강술 등이 있는데[16,18,19,20,28,29] 본 연구에서는 역동화, 견고한 금속판 내고정술, Ilizarov 외고정술, 자가 해면골 이식술 등을 시행하였다. Wu[26]에 의하면 복합골절로 교합성 금속정 고정술을 시행한 환자에서 역동화를 시행하여 약 반수(46-58%)에서만 골유합을 얻어 골절부의 안정성이 없는 경우에 불유합의 치료법으로 적절치 않고 단축의 위험성이 있으므로 지연 유합에 적용하여야 한다고 하였다. 금속판 내고정술은 감염율이 높고 내고정물의 부전이 많아 과거보다 덜 사용하고 있지만 Geissler 등[9]이 보고한 바와 같이 예방적 항생제의 투여, 연부조직 손상의 최소화, 골이식술 등으로 합병증을 줄일 수 있으므로 대퇴골 불유합의 치료로 유용한 방법 중 하나이다. Wu와 Shih[29]는 16례에서 금속판을 사용하여 대퇴골 불유합을 치료한 결과 12례에서 골유합을 얻었다고 보고하였고 Johnson[12]은 전례에서 골유합을 얻었다고 보고하였다. Weber와 Brunner[21]는 골절된 골단의 viability에 따라 과영양성과 위축성으로 구분하여 과영양성에서는 금속 내고정술을 충분기간 시행함으로써 골이식 없이도 좋은 결과를 얻었다고 하였고 위축성 불유합에서는 골형성을 유도할 능력이 없으므로 자가 해면골 이식술을 시행하여야 한다고 하였으나 본 증례에서는 과영양성 불유합 1례를 제외하고 과영양성, 위축성에 관계없이 골이식술을 함께 시행하였다. Paley[14]는 Ilizarov 외고정 기기로 감염 및 불유합을 동시에 치료할 수 있고 체중부하가 가능하므로 골조송증을 막을 수 있다고 하였다. 또한 골단축이 있거나 부정유합이 있는 경우에 골유합과 동시에 변형을 교정할 수 있으므로 선택적으로 사용할 수 있는 방법이라고 하였다[17]. 본 연구에서는 3례에서 시행되었는데 2례에서 2cm 이상의 골단축이 있었으며 1례는 감염이 동반되어 있어 Ilizarov 외고정 기기를 이용하여 치료하였다. 감염성 불유합의 치료는 학자에 따라서 외고정 및 내고정 등 치료방법을 달리 하고 있다. 골이식술 시기에 대해서도 감염이 경증인 경우 변연 절제술과 골이식술을 동시에 시행할 수 있으나 Boyd 등[6]은 감염이 소실된 후 최소 6개월이 지나야 한다고 하였다. 본 연구에서는 4례에서 감염성 불유합이 있었는데 2례에서는 감염 치료후 금속판 고정술 및 골이식술, 1례에서는 감염 치료후 금속정 고정술, 1례는 Ilizarov 외고정술을 시행하였다.

본 연구에서 역동화, 골이식술, 금속정의 교체, 금속판 고정술 및 골이식술, Ilizarov 외고정술순으로 골유합기간이 증가하였지만 각 군마다 증례수가 적고 각 술식마다 불유합 양상에 차이가 있어 직접적인 비

교에는 무리가 있다. 즉 역동화나 골이식술을 시행한 경우 금속정이 안정성과 부분적인 가골 형성이 있었고, Ilizarov 외고정술을 시행한 군은 감염이나 골결손이 있었으므로 상대적으로 골유합기간이 증가한 것으로 생각된다.

요약 및 결론

대퇴골 간부 골절에서 골수내 금속정 고정술 후 불유합이 발생한 18례를 분석한 결과 초기 손상시 분쇄정도, 감염, 조기 체중부하, 골수강내 금속정 고정의 불안정성이 불유합을 일으킨 원인인자들이었으며, 불유합의 치료는 불유합의 양상, 내고정물의 안정성, 감염, 골단축에 따라 적절한 치료법을 선택한다면 불유합율 및 골유합 기간을 줄일 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1) 김경철, 최재열, 김준식, 제영수 : Interlocking nail을 이용한 대퇴골 간부 골절 치료의 합병증에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 29:591-597, 1994.

2) 김문규, 김택선, 이석하, 김종오 : 대퇴골 간부 골절 불유합 치료에 대한 임상적 연구. *대한골절학회지*, 6:146-154, 1993.

3) 최창욱, 나수균, 김연일, 최희수 : 대퇴골 간부골절에 사용한 골수강내 금속정 부전의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 24:954-960, 1989.

4) 황성관, 한재범 : 대퇴골 골절에서 나사못 맞물림 골수정을 이용한 치료의 합병증. *대한골절학회지*, 8:1-12, 1995.

5) **Bostman O, Varjonen L and Vainionpaa S, Majola A and Rokkanen P** : Incidence of local complications after intramedullary nailing and after plate fixation of femoral shaft fractures. *J Trauma* 29:639-645, 1989.

6) **Boyd HB, Lipinskin SW and Wiley JH** : Observation on nonunion of the shafts of the long bones, with a statistical analysis of 842 patients. *J Bone Joint Surg*, 43-A:159-164, 1961.

7) **Brumback RJ, Uwagie-Ero S, Lakatos RP, Poka A, Bathon GH and Burgess AR** : Intramedullary nailing of femoral shaft fractures. Part Ⅱ : fracture-healing with static interlocking fixation. *J Bone Joint Surg*, 70-A:1453-1462, 1988.

8) **Christie J, Court-Brown C and Kinninmonth AWG** : Intramedullary locking nails in the management of femoral shaft fractures. *J Bone Joint Surg*, 70-B:206-210, 1988.

9) **Geissler WB, Powell TE, Blickenstaff KR and Savoie FH** : Compression plating of acute femoral shaft fractures. *Orthopedics*, 18:635-641, 1995.

10) **Gustilo RB and Anderson JT** : Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg*, 58-A:453-458, 1976.

11) **Hansen ST and Winquist RA** : Closed intramedullary nailing of the femur. *Clin Orthop*, 138:56-61, 1979.

12) **Johnson RE** : Custom titanium plating for failed nonunion or delayed internal fixation of femoral fractures. Clin Orthop, 234:195-203, 1988.

13) **Kempf I, Grosse A and Beck G** : Closed locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, 67-A:709-719, 1985.

14) **Paley D and Catagni M** : Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. *Clin Orthop*, 241:146-166, 1989.

15) **Philip RW and Kenneth DJ** : Ipsilateral femoral neck and shaft fractures. *Clin Orthop*, 318:81-90, 1995.

16) **Ring D, Jasse JB and Rechard AS** : Complex nonunion of fractures of the femoral shaft treated by wave-plate osteosynthesis. *J Bone Joint Surg*, 79-B:289-294, 1997.

17) **Saleh M and Royston S** : Management of nonunion of fractures by distraction with correction of angulation and shortening. *J Bone Joint Surg*, 78-

B:105-109, 1996.

18) **Talor LW** : Principles of treatment of fractures and nonunion of the shaft of femur. *J Bone Joint Surg*, 45-A:191-198, 1963.

19) **Templeman D, Thomas M and Varecka.T** : Exchange reamed intramedullary nailing for delayed union and nonunion of the tibia. *Clin Orthop*, 315:169-175, 1995.

20) **Ueng SWN, Chao EK, Lee SS and Shih DH** : Augmentative plate fixation for the management of femoral nonunion after intramedullary nailing. *J Trauma*, 43:640-644, 1997.

21) **Weber BG and Brunner C** : The treatment of nonunions without electrical stimulation. *Clin Orthop*, 161:24-30, 1981.

22) **William MM, Askins V and Hinke EW** : Primary reamed intramedullary nailing of open femoral shaft fractures. *Clin Orthop*, 318:182-190, 1995.

23) **William J, Gibbons M, Trudle H and Murray D** : Complications of nailing in closed tibial fractures. *J Orthop Trauma*, 9:476-481, 1995.

24) **Winquist RA and Hansen ST Jr** : Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. *Orthop Clin N Am*, 11:633-648, 1980.

25) **Winquist RA, Hansen ST Jr and Clawson DK** : Closed locked intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. *J Bone Joint Surg*., 66-A:529-539, 1984.

26) **Wu CC** : The effect of dynamization on slowing the healing of femur shaft fractures after interlocking nailing. *J Trauma*., 43:263-267, 1997.

27) **Wu CC and Chen WJ** : Treatment of femoral shaft aseptic nonunion: Comparison between closed and open bone-grafting techniques. *J Trauma*., 43:112-116, 1997.

28) **Wu CC and Shih CH** : Distal femoral nonunion treated with interlocking nailing. *J Trauma*, 31:1659-1662, 1991.

29) **Wu CC and Shih CH** : Treatment of 84 cases of femoral nonunion. *Acta Orthop Scand*., 63:57-60, 1992.