

대퇴골 간부골절시 횡나사 고정법을 이용한 골수강내 고정술

연세대학교 원주기독병원 정형외과학교실

황성관 · 이우용

— Abstract —

Interlocking Intramedullary Nailing with Transfixing Screw for Femur Shaft Fracture

Sung Kwan Hwang, M.D. and Woo Yong Yi, M.D.

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

Despite advances in fracture management, the long bone fracture have high rate of morbidity. Recently interlocking intramedullary nailing have gained increasing attention and acceptance as a treatment modality for femoral shaft fracture.

Early proper fixation of long bone fractures is needed for early mobilization of the patient to facilitate pulmonary care and to prevent secondary complications due to prolonged bed rest and traction.

We treated twenty-eight patients of femur shaft fracture using interlocking intramedullary nails and transfixing screws. All twenty-eight fractures were nailed in static fashion initially. Twelve patients were randomly chosen and they were changed from static fixation to dynamic fixation at average 16 weeks after surgery.

The purpose of this study was to compare the bone healing rates, clinical results, and postoperative complication between the static fixation group and dynamization group.

The results were as follows :

1. According to Winquist-Hansen classification : 9 cases were type I ; 7 cases, type II ; 6 cases, type III ; 4 cases, type IV and ; 2 cases, type V.
2. All sixteen fractures, treated by static fixation achieved bony union (mean union time : 21 weeks).
3. Of twelve fractures with dynamization, eleven fractures were united (mean union time, 19 weeks).
4. Postoperative complications were limb shortening (4 cases : mean 0.7cm), nail breakage (1 case) and nonunion (1 case).

* 본 논문은 1992년 5월 8일 제15차 대한골절학회 학술대회에 구연되었음.

We consider interlocking intramedullary nailing is the treatment of choice for closed or open femoral shaft fractures and dynamization is not an essential procedure for fracture healing.

Key Words : Interlocking, Intramedullary, Nailing, Static fixation, Dynamization, Femur

I. 서 론

성인의 대퇴골간부 골절의 치료로는 수술적 방법이 주로 사용되었으며 견이법과 석고보조기등 비수술적인 방법이 고려되나 이 방법은 정확한 정복을 얻을 수 없는 단점을 지니고 있으며 대개 수술적 방법을 이용할 수 없는 경우에 사용되어 진다. 수술적 방법으로는 외부고정기를 이용한 외고정법과 금속판 고정술 그리고 골수강내 금속정 삽입술 등이 있다.

외고정법은 동반된 연부조직의 손상을 치료할 수 있으며, 고정중 연부조직의 손상을 피할 수 있고 조기 관절운동을 할 수 있다는 장점이 있으나 핀을 삽입할 때 혈관이나 신경에 손상을 줄 수 있으며 핀이 움직임에 따라 감염의 위험도가 있어 개방성 골절을 제외한 대부분의 대퇴골 골절에서는 잘 이용하지 않는다. 금속판 고정술은 대퇴골의 근위부 및 원위부 1/3의 골절에 주로 이용되어지나, 조기의 체중 부하를 할 수 없고 금속판이 접한 골절 부위에는 골조숙증이 올 수 있어 금속판 제거 후 재골절이 올 수 있는 단점이 있다.

위의 수술적 방법들의 단점을 보완할 수 있는 골수강내 금속정 삽입술은 술후 조기 체중 부하를 시행할 수 있고 오랜 침상 생활과 견인술에 의한 이차적 후유증을 예방 할 수 있는 장점이 있는데 이는 1940년대 처음으로 제시되었으며 1967년 Küntscher의 closed rodding technique이 소개된 이래 1984년 Winquist등¹⁵⁾의 closed intramedullary nailing의 medullary fixation방법이 소개 되었고, 현재는 많은 대퇴골간부 골절에 있어서 interlocking medullary nail이 이용되어지고 있고 그중 제 2세대로 불리워지는 Russel-Taylor 정이 많이 사용되고 있다. interlocking medullary nail의 고정은 정적 고정(static fixation)과 동적 고정(dynamic fixation) 두가지 형태로 나뉘어 진다. 정적 고정은 rotation과 axial sliding을 방지하기 위해 골절부위의 근위부와 원위부에 나사를 이용

한 고정 방법이며, 동적 고정은 체중 부하시 interfragmentary compression을 위해 골절부위의 근위부 또는 원위부에서 한개 내지 두개의 나사를 제거함을 말한다.

Interlocking screw를 이용 골수강내 금속정을 시행한 경우 부분적 체중 부하중 방사선 사진상 골유합의 소견이 보일 때 정적 고정에서 동적 고정으로의 전환(dynamization)을 하여야 하는지는 의문의 여지가 많다.

저자들은 1988년 10월부터 1991년 2월까지 골수강내 금속정으로 치료한 28명의 대퇴골 골절 환자를 대상으로 하였으며 이중 정적 고정만을 시행한 16예와 정적 고정 장치후 술후 16주경 동적 고정으로 전환하였던 12예를 평균 12개월간 추시 관찰하여 골수강내 금속정 삽입술이 대퇴골간부 골절에 미치는 영향을 알아보기 위해 본 연구를 시도하였다.

II. 증례 분석

1. 연령 및 성별분포

최소 19세에서 최고 69세(평균 32세)의 연령분포를 보였으며 그중 30대가 11(38%)으로 가장 많았다. 성별은 남자가 25예(89%), 여자가 3예(11%)로 남자가 대부분을 차지하였다(Table 1). 처음부터 끝까지 정적 고정으로 치료한 군은 16명으로 이중 남자가 13명 여자가 3명이었고 평균 연령은 34세였으며, 처음에는 정적 고정을 하였다가 술후 평균 16주

Table 1. Age and sex distribution

Sex	Male	Female	Total
Age			
10-19	2		2
20-29	6	1	7
30-39	10	1	11
40-49	4		4
50-59	1	1	2
60-69	2		2

Fig. 1. Preoperative X-ray film (left) of 27 years old male patient shows femur fracture (Winquest-Hansen classification II). Immediate post op. anteroposterior radiograph of femur shaft (middle) shows static fixation. At 12 months after operation, bone union was seen (right).

경 동적 고정으로 바꾼 12예는 남자 11명, 여자가 1명이었고 평균 연령은 31세였다.

2. 원인

골절의 원인은 교통사고가 15예(53%)로 가장 많았고 추락사고가 6예(21%), 기타 외상에 의한 경우가 7예(26%)였다(Table 2).

Table 2. Causes of fracture

Causes	cases
Traffic accident	15
Falling down	6
Others	7

Fig. 2. Preoperative X-ray film (left) of 45 years old male patient shows femur shaft fracture (Winquest-Hansen classification III). Anteroposterior radiograph of femur shaft (middle), immediately taken after operation, shows interlocking intramedullary nailing in static fashion. Five months after operation, bone union was noted (right).

3. 동반 손상

28예중 15예의 환자중 24건의 동반 손상이 있었으며 이중 슬개골 골절이 6예로 가장 많았다(Table 3).

Table 3. Associated injuries

Associated injuries	cases
Fx. medial malleolus	1
Fx. mandible and condyle	1
Dislocation of Lisfranc joint	1
Fx. proximal fibula	3
Fx. inferior pubic ramus	1
Fx. proximal tibia	1
Hemarthrosis knee	3
Fx. patella	6
Fx. talus	1
Fx. clavicle	1
Fx. scapula	1
Fx. humerus	1
Fx. both forearm	1
Head trauma	1
Genitourinary tract	1
Total	24

4. 골절의 분류

대퇴골간부 골절의 분류는 Winquist-Hansen의 분류를 이용하였다. 제 1형 골절이 9예로 가장 많았으며, 제 2형 골절은 7례, 제 3형 골절은 6예, 제 4형 골절은 4례, 분절골절을 보였던 제 5형은 2례이었다 (Table 4).

5. 수술 시기 및 방법

28예의 골절중 1주일 이내에 수술한 경우가 18예로 가장 많았고, 2주 이내 수술한 경우가 8예, 2주 이상 지연된 예가 2예였다. 개방성 골절은 모두 3예

Table 4. Classification of fracture

Winquist-Hansen classification	
Type	cases
I	9
II	7
III	6
IV	4
V	2
Total	28

이었으며 모두 Gustilo-Anderson type I으로 각각 수상후 1주일에 수술을 시행하였고, 2예에서는 수술 전 골건인을 시행하였다.

수술시 골절 수술침대에서 앙와위 자세로 수술을 시행하였으며, 대전자 근위부에서 근위방향으로 8내지 10cm 정도의 피부절개를 시행한 후 piriformis fossa area로 awl을 이용하여 구멍을 만든후 측정된 금속정에서 1mm의 over-reaming후 C-arm을 이용하여 수술을 시행하였다. 수술방법에 있어서 개방성 삽입법을 이용한 경우는 8예, 폐쇄성 삽입법을 이용한 경우가 20예이었다(Table 5).

Table 5. Open method Vs Closes method

Method	Cases	Mean Op. Time
Closed	20	135 min
Open	8	160 min
Total	28	154 min

6. 수술 시간

대퇴골간부 골절 치료를 위한 골수강내 금속정 삽입술만을 시행한 경우 평균 2시간 24분을 소모하였으며, 이중 폐쇄성 삽입술을 이용한 9예에서 평균 2시간 15분을, 개방성 삽입술을 시행한 2예에서는 2시간 30분의 시간이 소요되었다.

7. 수술후 처치

정적 고정을 시행한 16예의 경우 분쇄가 심하지 않은 제 1, 2형의 7예에서 대퇴사두근의 등장성운동과 관절운동을 시행하면서 방사선 사진상 가골 형성이 진행되는 시기에서 부터 부분적 체중 부하를 시켰으며 9주부터 완전 체중 부하를 시행하였다.

분쇄가 심하였던 제 3, 4, 5형의 9예에서는 초기에는 방사선 사진상 가골 형성이 진행되는 시기까지 비체중부하 또는 부분체중부하를 시행하였다. 정적 고정에서 동적 고정으로 전환하는 경우 체중 부하를 제한 하면서 대퇴사두근의 등장성운동을 시키고 5주째 방사선 소견상 어느 정도의 가골 형성이 이루어졌을 때 부분적 체중부하 후 16주에 dynamization을 시행하였다.

8. 수술후 합병증

28예중 감염된 경우는 볼 수 없었으며 술후 16주

Fig. 3-A. Preoperative X-ray film (left) of 37 years old male patients. shows femur shaft fracture (Winqvist-Hansen classification II). Immediate post op. radiograph of femur shaft (right) shows interlocking intramedullary nailing with two screws.

B. At 4 months after operation, static fixation was changed to dynamization, callus formation was seen (left). At 9 months after operation, bone union was observed (right).

경 Dynamization을 시행한 12예 중 1례에서 불유합을, 4례에서 대퇴골단축(평균 0.7cm)을 보였다. 1례에서 술후 17개월째 실족사고에 의해 금속정이 부러진 경우가 있었다.

9. 금속정의 분류

28예의 대퇴골간 골절환자 중 4례에서 A-O 금속정을 24예에서 Russel-Taylor 금속정을 사용하였다. 금속정의 평균 직경은 13mm였다.

Fig. 4-A. Preoperative X-ray film of 33 years old male patient shows femur shaft fracture (Winqvist-Hansen classification I). Immediate postop. radiograph of femur shaft shows static fixation.
B. At 11 weeks after operation, static fixation was converted to dynamization. Callus formation was evident (left). At 16 weeks after operation, bone union was achieved (right).

10. 골유합

정적고정만으로 치료한 16예는 술후 평균 21주에서 전례(100%)에서 골유합을 얻었으며 정적고정 후 동적고정으로 치환한 12예는 평균 19주에서 11예(91%)의 골유합을 보였다.

Ⅲ. 고 찰

골에 전달되는 스트레스의 전부를 담당하는 금속판과는 달리 스트레스의 일부를 담당하는 골수강 금속정은 대퇴골의 경우 소전자부에서 슬관절 5cm 상

- Fig. 5—A.** Preoperative X-ray film of 64 years old female patient shows femur shaft fracture (Winqvist-Hansen classification II). Postoperative radiograph of femur was taken immediately after operation (static fixation).
- B.** At 6 months after operation, static fixation was converted to dynamization because callus formation was not evident. At 15 months after operation, bone union was not obtained.

Fig. 6-A. Preoperative X-ray film (left) of 37 years old male patient shows femur shaft fracture (Winquist-Hansen classification IV). Postoperative radiograph of femur was taken immediately after operation (static fixation).
B. Nail was broken at 17 months after operation. At 5 months after reoperation with second generation locking nail, bone union was achieved.

방까지의 골절에 사용될 정도로 넓은 범위의 대퇴골 간부 골절에 이용되어지고 있다^{8,9,13)}.

골수강내 금속정의 개념은 금속정과 대퇴골 사이의 힘의 분산의 조화를 이용하는 데에서 시작되어

졌는데, 이는 술후 초기에는 금속정 자체가 강한외력으로부터 골절면을 보호할 수 있도록 외력에 강하면서 치유시기가 지나면 외력이 점차 대퇴골 자체에 분산되게 하여 조기의 골유합을 얻고자 하는 데에서

Table 6. Classification of femur fractures

Type	Winquist-Hansen classification	
	static fixation	dynamization
I	2	7
II	3	4
III	6	0
IV	3	1
V	2	0
Total	16	12

Table 7. Number of distal transfixation screws

	One distal screw	Two distal screws
Case	6	10
Op. Time	155 min	170 min
(Mean)		
Union	6(100%)	10(100%)

Table 8. Dynamization vs static fixation(Union evidence)

	Static fixation	Dynamization
Case	16	12
Union	16(100%)	11(91%)
Nonunion	0	1

시작하였다¹⁾. 골수강내 금속정으로서 사용되어 지고 있는 것들은 Kuntscher정, Sampson정, Schneider정 등이 있으며 유연성 금속정에는 Rush핀과 Ender정 등이 있다.

이와 같은 금속정들은 금속판과 외고정기와 비교하여 견고한 내고정과 초기 체중 부하를 시행할 수 있어 이차적 수술 후유증의 예방과 초기에 골유합을 이룰 수 있다는 장점이 있는 반면에 금속정의 전위나 골절면과 대퇴골간부의 각변형 그리고 단축등의 변형을 초래할 수도 있는 단점을 지니고 있다.

이러한 종래의 골수강 금속정으로 치료하기 어려운 대퇴골간부의 골절을 치료하기 위해 횡나사 고정법이 1968년 Kuntscher에 의해 plastic nail에 나사를 직접 고정함으로써 처음으로 대두 되었으며 1972년 Klemm과 Schellmann에 의해 150도의 각도로 고정하는 근위부 나사법과 90도로 고정하는 원위부 나사법이 쓰이기 시작하였다. Wite와 Healy¹⁴⁾는 날개모양의 transfixator을 이용하는 Brooker-Willis정을 이용한 대퇴골절 치료를 발표하였으나 현재는 많은 금속정 가운데에서도 제 2세대의 범주에 해당되는 Russel-Taylor정이 많이 이용되어지는데 이 금속정

은 한개의 근위부 나사와 두개의 나사를 이용해 고정하는 방법을 이용하고 이들 나사들을 제거함으로써 골절부위를 자극하여 골유합을 촉진시키는 특징을 가지고 있다^{3,4,10,12)}. 이러한 횡나사 고정법은 고정이 용이하지 않는 반면, 회전 변형을 방지할 수 있으며 골절 부위에 압력을 가할 수도 있는 특징을 갖고 있다.

횡나사 고정법을 이용한 골수강내 금속정은 정적 고정과 동적 고정의 두기능을 가지고 있는데, 정적 고정으로서의 기능은 근위부와 원위부 모두 나사로 고정되어 있는 경우를 의미하는데 이는 모든 스트레스가 금속정으로 전해지고 직접 체중 부하장치로 이용되어 지고 주로 분쇄가 심한 대퇴골간부 골절에 주로 이용되어 지며 Winquist-Hansen 분류법의 제 3형, 4형 및 5형에서 적응증이 된다^{11,13)}. 동적 고정은 근위부 또는 원위부 어느 한곳의 횡나사 고정을 하지 않는 방법으로, 이로 인해 골절면에서 axial loading이 일어나게 된다. 주로 동적 고정은 분쇄가 심하지 않는 골절에서 사용되는데 Winquist-Hansen 분류법으로 제 1형 및 제 2형에서 적응증이 된다^{3,4)}.

횡나사 고정법을 이용한 정적 고정의 경우 술후 10-16주간 부분적 체중 부하 후 단축을 예방하면서 동적 고정의 전환을 행하는 것이 기본적 개념으로 알려져 있다. Brumback등³⁾은 대퇴골간부 골절치료로서 횡나사 고정법을 이용한 골수강내 금속정을 이용한 100명의 환자중 14개월간 추시 관찰이 가능하였던 87명의 환자를 분석하여 정적 고정과 정적 고정에서 동적 고정으로의 전환이 대퇴골간부 골절치료에 어느 정도의 영향을 미치는지에 대해 보고하였다. 87명중 85명은 정적 고정으로, 2명은 정적 고정에서 동적 고정으로의 전환을 시행하였고 dynamization은 술후 16주에 시행하였다.

결과적으로 정적 고정에서는 98%의 골유합을 dynamization에서는 100%의 골유합을 이루었으며 이에 dynamization이 대퇴골간부 골절의 치료에서 골유합을 촉진시키기 위해 절차로서 꼭 필요한 방법은 아니라고 주장하였다^{3,4,6,15)}.

일반적으로 체중 부하는 골절면에 axial loading을 주어 골유합을 촉진시킨다고 알려졌으며, 정적 고정은 동적 고정에 비해 골유합이 지연되는 것으로 믿어진 바, 이는 정적 고정의 경우 골절면으로 axial loading이 최소한으로 전달되어지기 때문이라 생각

하였다. 그러나 정적 고정이라 하더라도 골절면으로 전해지는 미세운동(micromotion)을 방해하지 못하고, 골수강 확장술(intramedullary reaming)시 생기는 미세 골진들이 골이식 역할을 하며, 대퇴골 주위의 근육들이 골진 형성의 이상적인 환경을 제공을 하기 때문에 dynamization을 시행할 때와 비슷한 골유합을 얻을 수 있다고 설명하였다^{2,4,5}).

Brumback등³의 연구에서는 dynamization시 원위부의 나사를 제거하며 저자들의 경우 28예중 dynamization을 시행한 12예중 1예에서 근위부 나사를 10예에서 원위부 나사를 제거하였으며 나머지 1예에서 양측 모두의 나사를 제거하였다^{3,9}. 술후 나타난 합병증으로, 대퇴골의 단축, 골수강 금속정의 failure, 술후 감염 등이며 가장 많이 나타난 증상으로 나사에 의한 주위조직의 자극으로 생기는 진통이었다^{1,3,4,7}.

본 연구에서 28예중 단축을 초래한 경우는 dynamization을 시행한 4예에서 평균 0.7cm(최저 0.5, 최고 1cm)이었다. Dynamization을 시행한 경우에는 금속정이 부러진 예는 볼 수 없었고 정적 고정을 시행한 1예에서만 볼 수 있었으나 이는 술후 실족에 의한 외력에 의해 부러진 것으로 추정되었다. Bucholz등⁵과 Franklin과 Winquist¹⁰는 원위부의 나사가 골절면의 근위부에서 5cm 이내에 삽입될 때 가장 잘 부러진다고 하였으며 저자들의 예에서는 골절면에 접한부위와 골절면에서 근위부로 8cm 떨어진 곳에서 부러졌다. Winquist등은¹⁵ 500여개의 폐쇄성 금속정 삽입술을 시행한 결과 0.9%에서 감염이 되었으나 저자들의 경우 감염된 예는 없었다.

IV. 결론 및 제언

저자들은 28예의 대퇴골간부 골절의 치료로서 골수강내 금속정 삽입술을 시행한 후 이중 16예에서는 static fixation을, 12예에서는 static fixation 이후 평균 16주경 dynamization을 시행하여 평균 12개월(최소 6개월 부터 최고 17개월)간 추시관찰 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Winquist-Hansen에 의한 대퇴골간 골절의 분류상 제 1형이 9예(32%), 제2형 골절이 7예(14%), 제3형 골절이 6예(26%), 제4형 골절이 4예(12%), 제5형 골절이 2예(7%)였다. 이중 정적 고정에서 동적

고정으로 전환한 경우는 제1형에서 7예, 제2형에서 4예, 제4형에서 1예 이었고 나머지는 모두 정적 고정만을 시행하였다(Table 6).

2. 수술시간은 평균 2시간 24분(최단 1시간 25분, 최장 3시간)이었고 폐쇄성 삽입술을 시행한 20예에서 평균 2시간 15분을, 개방성 삽입술을 시행한 8예에서 평균 2시간 30분의 시간을 소모하였다.

3. 정적 고정을 시행한 16예에서 원위부 나사고정을 2개모두 삽입한 10예에서 평균 2시간 50분을 소비하였고 전례(100%)에서 골유합을 볼 수 있었다. 1개의 나사만을 고정한 6예의 경우 평균 2시간 35분을 소비하였으며 6예(100%)에서 골유합을 얻을 수 있었다(Table 7).

4. Dynamization을 시행한 12예중 11예(91%, 평균시간 19주)에서 골유합을 볼 수 있었으며 정적 고정만을 행한 16예중 16예(100%, 평균 21주) 모두에서 골유합을 볼 수 있었다(Table 8).

5. 28예중 dynamization을 시행한 12예중 4예에서 대퇴골의 단축을 볼 수 있었으며 평균 0.7cm이었으며, 감염된 예는 볼 수 없었고 정적 고정의 한 예에서 술후 17개월째 금속정이 부러졌다.

결과적으로 저자들은 28예중 12예에서 정적 고정 후 동적 고정으로 전환을 시행한 결과 11예(91%)에서 골유합의 결과를 얻었으며 정적 고정만을 시행한 16예중 16예(100%) 모두에서 골유합을 볼 수 있었다. 대퇴골간부 골절의 치료법으로 금속정 내고정술이 좋은 치료법이며 dynamization은 꼭 필요한 절차가 아닌것으로 생각되었다.

REFERENCES

- 1) 유명철, 이용걸, 안진환, 안재성, 김봉진: 맞물림 나사못 고정을 이용한 대퇴골 골절의 골수강내 고정. 대한정형외과학회지, 23: 1529-1540, 1988.
- 2) 한홍준, 전경렬, 김상수: 골수강내 금속정 고정 및 나사못 맞물림법 시행후 발생한 문제점에 관한 분석. 대한정형외과학회지, 25-2: 377-388, 1990.
- 3) Brumback, R.J., Uwagie-Ero, S., Lakatos, R.P., Poka, A., Bathon, G.H. and Burgess, A.R.: *Intramedullary nailing of femoral shaft fracture. Part II: Fracture-healing with Static Interlocking Fixation. J. Bone and Joint Surg.*, 70-A: 1453-1462, 1988.
- 4) Brumback, R.J. and Reilly, J.P.: *Intramedullary nailing of femoral shaft fractures: Part I; Decisio-*

- nn-making errors with interlocking fixation. J. Bone and Joint Surg.*, 70-A : 1441-1452, 1988.
- 5) Bucholz, R.W. and Ross, S.E. : *Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shat. J. Bone and Joint Surg.*, 69-A : 1391-1399, 1987.
 - 6) Bucholz, R.W. and Jones, A. : *Current concepts review fractures of the shaft of the femur. J. Bone and Joint Surg.*, 73-A : 1561-1565, 1991.
 - 7) Carpeter, E.B. and Couk, D.E. : *Complications of intramedullary nailing of the femur. J. Bone and Joint Surg.*, 52-A : 815-816, 1970.
 - 8) Christie, J. and Court-Brown, J. : *Intramedullary locking nails in th management of femoral shaft fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 70-B : 206-210, 1988.
 - 9) Clawson, D.K., Smith, R.F. and Hansen, S.T. : *Closed intramedullary nailing of the femur. J. Bone and Joint Surg.*, 53-A : 681, 692, 1971.
 - 10) Franklin, J.L. and Winquist, R.A. : *Broken intramedullary nails. J. Bone and Joint Surg.*, 70-A : 1463-1471, 1988.
 - 11) Johnson, K.D. and Johnston, D.W.C. : *Comminuted frmoral shaft fractures : Treatment by roller traction, cerclage Wires and an intramedullary nail or an interlocking intramedullary nail. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A : 1222-1452, 1984.
 - 12) Kempf, I., Grosse, A. and Strasbourg, B.G. : *Closes locked intramedullary nailing J. Bone and Joint Surg.*, 67-A : 709-720, 1985.
 - 13) Thoresen, B.O. and Alho, A. : *Interlocking intramedullary nailing in femoral shaft fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 67-A : 1313-1320, 1985.
 - 14) White, G.M. and Healy, W.L. : *The treatment of fractures of the femoral shaft with the Brooker-Wills distal locking intramedullary nail. J. Bone and Joint Surg.*, 68-A : 865-876, 1986.
 - 15) Winquist, R.A., Hansen, S.T., J.R. and Clawson, D.K. : *Closes intramedullary nailing of femoral fractures. A report of five hundred and twenty cases. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A : 529-539, 1984.