

## 대퇴골 원위부 간부골절의 수술적 치료

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실

최기홍 · 강충남 · 왕진만 · 노권재 · 고강덕

### —Abstract—

#### Operative Treatment on Fracture of Distal Third of Femoral Shaft

Ki Hong Choi, M.D., Chung Nam Kang, M.D., Jin Man Wang, M.D.,  
Kwon Jae Roh, M.D., and Kang Deuk Koh, M.D.

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

The fracture of distal third of femoral shaft difficult to choose method of treatment and timing of wt. bearing because of increment of communitied fracture, anatomic characteristics and complication such as metal failure, shortening and angulation. After analysis of 52 cases of fracture of distal third femoral shaft treated operatively in the Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University Hospital during 5.5yrs from Jan. 1984 to June 1989 except pathologic fracture, the following results were obtained.

1. By Reis and Hirschberg classification, type I, II and III fracture were seen in 16 patients (31%), 12 patients(23%) and 24 patients(46%) respectively.
2. The rate of complication was 29%(15 cases)with 46%(7 cases) of the complication related to the nature of the implant.
3. Among the 7 cases of metal failure, four cases was caused by early wt. bearing and uncarefulness of patients in type III fracture.

**Key words :** Fracture, Distal femoral shaft, wt. bearing, Metal failure.

### 서 론

대퇴골은 신체에서 가장 큰 장관골로 많은 체중

부하를 담당하고 있으며 최근 교통수단의 가속화와 기계문명의 발달에 따라 그 빈도가 증가하고 있다. 대퇴골 원위부 간부골절은 분쇄상골절 양상의 증가, 골의 해부학적 특성 및 강력한 주위근육군에 의해서 많은 합병증이 발생되고 있다. 이 골절은 Reis와 Hirschberg에 의해서 대퇴골 협부와 골절로 보고되었으며, 그 해부학적 범위는 협부직하 부위부

\*본 논문의 요지는 1989년 제10차 대한골절학회 추계 학술대회에 구연되었음.

터 대퇴골과의 관절면 상방 3 inch 내의 골절로 정의하였고, 보존적 치료와 함께 다양한 내정물을 이용한 수술적 치료방법이 제시되고 있다. 본 이화대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1984년 1월부터 1989년 6월까지 만 5년 6개월동안 치료를 시행한 후 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구 대상

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실에서 수술적 치료를 시행한 대퇴골 원위부 간부골절 환자 총 52명을 대상으로 하였다(Fig. 1).

Fig. 1. Anatomic location

### 2. 연구 방법

1) 골절양상은 Reis와 Hirschberg 분류법에 따라 분류하였다.

2) 결과판정은 골유합이 될때까지 원래의 치료방법을 고수하고, 하지단축 2cm이하, 각형성 15°이내, 슬관절운동 90°이상이며, 2차 수술이 필요치 않은 경우를 만족으로 판정하였다.

3) 골절의 양상과 치료방법에 따른 결과를 비교

하였다.

## 결 과

### 1. 연령 및 수상원인

평균연령은 약 43세(21-77)이었고, 20대, 30대 및 60세 이상에서 각각 16명, 12명 및 16명으로 다수를 차지하였고, 남녀 성별비는 남자 39명, 여자 13명으로 남자가 많았다. 수상원인은 교통사고가 41명(78%)으로 가장 많았다(Table 1, 2).

Table 1. Age and Sex Distribution

Age \ Sex	Male	Female	Total(%)
20-29	14	2	16
30-39	9	3	12
40-49	4	1	5
50-59	3	0	3
60-69	6	2	8
70-	3	5	8
Total(%)	39(75)	13(25)	52(100)

Table 2. Mechanism of Injury

Type	No(%)
Traffic accident	41( 79)
Pedestrian	32
In-car	3
Motor cycle	5
Bicycle	1
Fall down	3( 6)
Slip down	6( 12)
Blunt trauma	2( 4)
Total(%)	52(100)

### 2. 골절의 분류

대퇴골 원위부 간부골절에서의 Reis와 Hirschberg 분류법은 Type I 은 transverse 또는 short oblique 골절, Type II는 spiral 또는 long oblique 골절, Type III는 comminuted 골절, Type IV는 patho-

logic 골절로 본 연구에서는 Type IV인 병적골절은 제외하였다. 대퇴골 원위부 간부골절을 Reis와 Hirschberg 분류법에 따라 분류한 결과 Type I, II 및 III가 각각 16명(31%), 12명(23%) 및 24명(46%)으로 Type III가 가장 많았다(Fig. 2, Table 3).

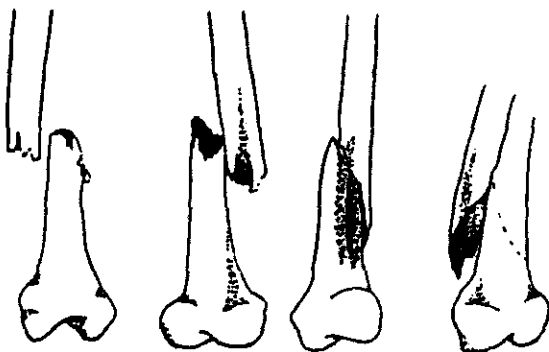


Fig. 2. Transverse or short oblique fractures(Type I) and long oblique/spiral fractures(Type II).

Table 3. Type of Fracture

Type	No.(%)
I	16( 31)
II	12( 23)
III	24( 46)
Total	52(100)

### 3. 동반손상

총 52례중 동반손상을 보인례는 23례로 그중 늑골골절이 11례로 많았다(Table 4).

Table 4. Associated Injury(23 / 52)

Fx. facial bone	1
Fx. humerus	1
Fx. pelvis	4
Fx. tibia	5
Fx. rib	11
Abd. injury	1
Peroneal nerve palsy	1
Knee joint injury	4

### 4. 치료 방법

수상후 평균 4.3일 동안 골절인후 수술적 치료를 시행하였으며 총 52례중 Conventional plate 8례(15%), AO 술식에 의한 금속판 내고정 17례(33%) 및 골수강내고정술 27례(52%)로 골수강내고정술을 사용한 경우가 가장 많았으며, 심한 분쇄상으로 내측 지지벽의 강화를 목적으로 17례에서 자가골 이식술을 시행하였다(Table 5).

Table 5. Methods of Treatment

Type	No.(%)
Conventional plate	8( 15)
Blade plate	15( 29)
Judet plate	2( 4)
IM nailing	27( 52)
interlocking Küntscher	22(42)
Brooker-Wills	4( 8)
PGP nail	1( 1)
Total(%)	52(100)

### 5. 골절의 양상에 따른 결과

골유합이 될때까지 원래의 치료방법을 고수하고, 하지단축 2cm이하, 각형성 15°이내, 술판절 운동이 90°이상이면 2차 수술이 필요치 않는 경우를 만족스러운 결과로 판정할때 총 52례중 37례(71%)에서 만족스러운 결과를 얻었으나 15례(29%)에서 불만족스러운 결과를 얻었고 이중 분쇄상 골절(type III)이 24례중 11례(47%)에서 불만족스러운 결과를 나타내었다(Table 6).

Table 6. Result

Type	Satis.	Unsatis.	Total(%)
I	15	1	16( 31)
II	9	3	12( 23)
III	13	11	24( 46)
Total(%)	37(71)	15(29)	52(100)

## 6. 합병증 및 그의 원인

합병증은 총 52례중 15례(29%)에서 발생되었고 그중 내고정물 파손이 7례(46%)으로 가장 많았고 그의 감염성 불유합 1례, 지연유합 3례, 부정유합, 슬관절운동제한, 골조송증 및 사망이 각각 1례(7%)였다(Table 7).

합병증의 원인으로는 조기체중 부하로 인한 내고정물의 파손이 7례로 전체의 46%를 차지하였고, 그의 감염, 골절부 후내벽의 골결손 및 부정확한 해부학적 정복등이었다(Table 8).

내고정물의 파손은 Type I에서 2례, Type II에서 1례, Type III에서 4례가 발생되었다(Table 9).

내고정물 파손이 발생한 7례에서의 부분체중 부하시기는 Brooker-Wills nail을 사용한 2례의 Type I에서 4주, PGP nail을 사용한 Type II의 한례는 수술후 1주째 낙상으로 인한 내고정물의 이완이 발생되었고, Type III에서 conventional plate

Table 7. Complication

Type	No.(%)
Metal failure	7( 46)
Infected nonunion	1( 7)
Delayed union	3( 20)
Malunion	1( 7)
LOM Knee	1( 7)
Others	2( 13)
Total(%)	15(100)

\*Complication rate : 29%

Table 8. Cause of Complication

Cause	No.(%)
Early wt. bearing	7( 46)
Infection	1( 7)
Loss of post. medial buttress	3( 20)
Inaccurate reduction	1( 7)
Others	3( 20)
Total(%)	15(100)

\*One case : Slip down

는 사용한 2례에서는 8주, Judet와 interlocking Küntscher nail에서는 각각 5주, 4주에 부분체중부하를 허용하였으나 때에 따라서는 환자가 의사의 지시를 무시하고 전체체중부하를 한 것으로 의심할 수 있는 예가 많았다(Table 10).

Table 9. Metal failure(7 cases)

Type	Op. method	Finding	No
I	Brooker-Wills	rotation	2
II	PGP nail	re-Fx, -migration	1
III	Conv. plate	refracture	1
	Judet plate	screw loosening	1
		bending	1
	Interlocking kün.	screw loosening	1
Total			7

Table 10. Timing of Partial wt. bearing(Metal failure)

Type	Op. method(No)	P.W.B(Wk)
I	Brooker-Wills(2)	4
II	PGP nail(1)	*
III	Conv. plate(2)	8
	Judet plate(1)	5
	Interlocking Kun.(1)	4

\*Slip down

## 7. 증례 보고

### 증례 1.

36세 남자환자로 Reis & Hirschberg type III 고절로 Judet plate를 이용해 관혈적 정복술을 시행하였으며 수술후 5주째부터 부분체중부하를 시작해 금속판의 굴곡변형과 골절부의 내반변형이 발생되었으나 석고고정과 비체중부하로 수술후 5개월째 골절부의 골유합소견을 보였다. 본예의 원인 3 조기체중 부하 및 골절부 후내벽에 큰 골절편이 있어 충실한 지주벽이 유지되지 못한 결과로 사료된다(Fig. 3-A, B).

### 증례 2.

62세 남자환자로 Reis & Hirschberg type I 골절로 타병원에서 Brooker-Wills nail시행하고 수술후

4주째 부분재중부하를 시작하였으며 Stress view 상 불유합이 있어 conventional plate와 자가골 이식술로 치료하여 수술후 3.5개월째 골절부의 골유합을 얻었다. 본 예의 원인으로는 Brooker-Wills nail의 주목적인 원위골편이 회전을 방지하지 못하여 견고한 내고정이 소실된 상태에서 조기재중부하가 그

원인으로 사료된다(Fig. 4).

### 증례 3.

70세 여자환자로 Reis & Hirschberg type II 골절로 PGP nail을 시행하고 수술후 1주째 낙상으로 원위골편의 회전, 정복의 손실 및 내고정물의 이동이 발생되어 blade plate와 자가골 이식술을 시행하

**Fig. 3—A.** 36-yr old male with comminuted fracture of distal femoral shaft(Lt.). After open reduction and internal fixation with Judet plate(Rt.).  
**B.** Post-operative X-ray shows bending of Judet plate(Lt.). Postoperative X-ray at 5 months(Rt.).

**Fig 4.** 62-yr old male with non-union of transverse distal femoral shaft fracture(Lt.). After open reduction and internal fixation with conventional plate & autogenous bone graft(Rt.).

여 수술 후 5개월째 골절부의 골유합 소견을 보였다. 본 예의 원인은 수술 후 4일째부터 비체중부하, toilet training을 허용하였으나 낙상으로 연성 내고정물이 견고하게 고정되지 못하여 생긴 결과로 사료된다(Fig. 5-A, B).

#### 증례 4.

39세 남자환자로 Reis & Hirschberg type II 골절로 interlocking küntscher nail을 시행하고 퇴원하여 수술 후 4주째부터 환자 마음대로 부분 체중부하를 했던 환자로 골절부의 동통과 screw 이완이 있어 고수상 석고고정과 screw refixation으로 치료하였다. 나사못 이완의 원인은 골절부에 큰 골편이

있는 골절성질로 보아 조기체중부하로 인한 원위골절편의 미세운동이 원인으로 사료된다(Fig. 6-A, B).

## 고 찰

대퇴골 간부는 근위, 중위 및 원위부로 구분되며 중위부는 골피질이 두껍고 망상골이 적고 혈류가 풍부하지 못한 반면에 원위부는 골피질이 얇고, 비교적 망상골이 많으며, 골수강이 넓어 견고한 내고정이 어려울 뿐만 아니라 강력한 주위근육에 의해서 골절면의 전위 및 굴곡변형이 초래되고, 기계문명의 발달과 교통수단의 가속화로 골절의

Fig. 5-A. 70-yr old female with spiral fracture of distal femoral shaft(Lt.). After closed reduction and internal fixation with ender nails(Rt.).

B. Post-operative X-ray shows refracture loss of reduction and migration of ender nails(Lt.). After open reduction and internal fixation with blade plate & screws and autogenous bone graft(Rt.).

Fig. 6-A. 39-yr old male with comminuted fracture of distal femoral shaft(Lt.). After closed reduction and internal fixation with interlocking küntscher nail(Rt.).

B. Post-operative X-ray shows loosening of distal screw(Lt.). After hip spica cast and refixation of screw at 5 months(Rt.).

분쇄정도가 심해 치료에 많은 어려운 점이 있다.

·대퇴골 원위부 간부골절은 Reis와 Hirschberg<sup>11)</sup>에 의해서 대퇴골 협부하 골절로 명명되어 보고된바 있으며, 그 빈도는 많은 저자들이 정확한 구분없이 대퇴골 원위부골절로 보고하여 정확히 알기는 어려우나 Burwell<sup>12)</sup>는 대퇴골 간부골절중 17%로, Reis와 Hirschberg<sup>13)</sup>는 23%로 보고하였으며 저자들의 경우 전체 대퇴골 간부골절중 4.3%를 차지하였다.

대퇴골 원위부 골절은 해부학적 특성, 분쇄정도 등으로 치료에 난점이 있으나 보존적 치료 및 수술적 치료에 대한 좋은 결과가 보고 되어 있다. Mooney 등<sup>14)</sup>은 150명의 대퇴골 원위부골절 환자에서 석고보조기로 치료한 결과 고수상석고 고정에 비해 결과가 좋다고 하였으나 석고보조기 제거후 (14,15주) 슬관절 운동이 만족스러운 경우는 단지 49%였다. 또한 Stewart<sup>15)</sup>, Neer<sup>16)</sup>, Connolly 등<sup>17)</sup>도 대퇴골 원위부 골절시 골건인후 석고보조기를 이용한 보존적 치료로서 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다. 부정유합과 하지단축으로 인한 60%의 합병증 발생율을 보고 하였다.

내고정물의 발달과 수술적 수기의 개발로 대퇴골 원위부 골절시 기구를 이용한 내고정이 많은 저자들에서 시행되어 좋은 결과가 보고되었다.

금속판을 이용한 대퇴골 원위부 수술에 대한 보고로서는 Reis와 Hirschberg<sup>13)</sup>가 21례의 대퇴골 협부하 골절에서 AO 술식에 의한 plate 고정으로 좋은 결과를 보고하였고 Ruoff와 Biddulph<sup>18)</sup>는 대퇴골 원위부 분쇄골절에서 double plate 고정으로 만족할만한 결과를 보고하였으며, Chatin<sup>19)</sup>, Solheim과 Vaage<sup>20)</sup>도 같은 결과를 보고하였다. 반면에 Gant 등<sup>21)</sup>은 AO술식의 Plate 고정으로 치료한 결과 기대 이상의 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.

대퇴골 원위부 골절시 골수강내 고정에 대해서는 Winquist와 Hansen<sup>22)</sup>은 대퇴골과 상방 10cm내에서도 골수강 내고정이 좋으며, Johnson과 Johnston<sup>7)</sup>은 79명의 대퇴골 간부 분쇄골절 환자에서 골건인, 표준 골수강내 고정과 interlocking 골수강내 고정을 시행한 결과 24명의 Interlocking IM nailing을 시행한 환자에서 지연유합으로 인한 1명의 합병증만 있어 대퇴골 원위부 분쇄골절시 가장 좋은

치료방법으로 제시하였다.

Rothwell과 Fitzpatrick<sup>23)</sup>도 분쇄정도가 심해도 골수강내 고정술후 견인이나 석고 보조기로 길이를 유지하고 회전을 방지함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 이에 대해 Amihud<sup>24)</sup>는 대퇴골 원위부의 골수강이 flare-out 되기 때문에 골수강내 고정은 견고한 내고정이 어렵고, Mann과 Sarmento<sup>25)</sup>, Vitt<sup>26)</sup>도 회전 불안정성을 방지하기 위해서는 부가적으로 금속판 고정의 사용을 주장하였다.

대퇴골 원위부 골절시 해부학적으로 골피질이 얇고, 골수강이 넓으며, 교통수단의 가속화로 인한 심한 분쇄양상 등으로 수술적 치료시 많은 합병증이 발생된다. Richards 등<sup>27)</sup>은 대퇴원위부 골절 Type I과 II에서 수술적 치료시 각각 25%, 58%의 합병증 발생율을 보고하였고, Johnson과 Johnston<sup>7)</sup>은 대퇴원위부 분쇄골절시 interlocking Küntscher nail을 시행한 결과 단지 4%의 합병증만을 보고하였다. 저자들의 경우 52명중 15명(29%)에서 합병증이 병발되었으며, 합병증중 내고정물 파손이 7명(46%)으로 다수를 차지하였고, 그 원인으로는 조기체중부하로 인한 내고정물 파손이 전체의 46%를 차지하였다.

저자들의 경우 전체 52명중 Reis & Hirschberg 분류법에 따라 분류한 결과 Type I, II와 III골절이 각각 16명(31%), 12명(23%)와 24명(46%)로 분쇄골절이 가장 많았다. 또한 조기체중부하로 인한 내고정물 파손 환자의 대부분이 Type III 골절로 분쇄정도가 심할수록 내고정물의 파손이 증가됨을 알 수 있었다. 저자들은 원래의 치료방침을 바꾸지 않고, 이차적인 불필요하고, 하지단축이 2cm이하, 각형성이 15°이하이면서 슬관절의 운동이 90°이상인 경우를 만족스러운 결과로 판정하여 전체 52명중 15명(29%)에서 불만족스러운 결과를 나타냈고 그중 11명이 Type III 골절이었다. 체중부하는 전통적으로 최소한 3개월간 또는 골유합이 이루어질때까지 시행하며, Robert<sup>28)</sup>은 대퇴골 원위부 골절시 interlocking in nailing을 시행한 후 발생한 7례의 피로골절을 보고하였고, 이때 큰 직경의 nail의 사용과 조기체중부하를 피하므로써 합병증의 발생을 최소한도로 줄일 수 있다고 보고하였다.

Borgen 과 Sprague<sup>9</sup>는 11명의 대퇴골 과상부 골절시 조기체중부하와 조기 술관절운동으로 만족할 만한 결과를 보고하였다. 저자들은 conventional plate, AO 술식을 이용한 금속판 내고정 및 küntscher nail을 시행한 후 부분체중 부하를 각각 평균 3개월 이상, 8주-10주 및 6-8주에 시작하였으며, 조기체중 부하로 인해 발생한 내고정물 파손 7례는 conventional plate 와 DCP가 각각 2례, 1례이었고, küntscher nail 1례 Brooker Wills nailing 2례, rush pin을 사용한 재골절 1례로, 골수강내 고정에 비해서 금속판 내고정시 Metal failure가 많았다. 조기체중 부하로 발생한 내고정물 파손 7례중 4례가 분쇄상 골절이었다.

저자들은 수술후 조기 술관절 운동 및 하지 거상 운동으로 동측 술관절 인대손상과 장기간의 고정으로 발생한 1례의 술관절 운동제한을 제외하고는 술관절의 운동제한은 없었으나 전체 52례중 15례에서 합병증이 발생되었으며 그중 7례가 환자의 부주의 및 조기체중 부하로 파손이 발생되었고 7례중 4례가 분쇄상 골절로 골절부의 분쇄상이 심할수록 내고정물의 파손이 증가하는 걸로 보아 수술후 조기 술관절 운동과 함께 견고한 내고정 및 충분한 기간 동안 비체중 부하로 내고정물 파손의 빈도를 줄일 수 있으리라 사료된다.

## 요약 및 결론

이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 1984년 1월부터 1989년 6월까지 수술적 치료를 시행한 대퇴골 원위부 간부골절 환자 52명을 대상으로 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Reis 와 Hirschberg 분류법에 따라 분류한 결과 대퇴골 원위부 간부골절은 Type I-16례(31%), Type II-12례(23%), Type III-24례(46%)였다.

2. 총 52례중 15례에서 합병증이 발생되어 합병증 발생율은 29%였고, 합병증 15례중 내고정물 파손이 7례로 46%였다.

3. 7례의 내고정물 파손중 4례가 Type III에서 발생되었으며, 조기체중부하 및 환자의 부주의로

인한 경우가 46%였다.

따라서 분쇄상 대퇴골 원위부 간부골절(Type III)의 경우 Type I과 II에 비해서 합병증 발생율이 높기 때문에 일반적인 골절치료의 원칙에 따라서 견고한 내고정과 가능한 한 조기에 조기골 이식술을 시행하고 체중부하시 환자에게 충분한 주의력을 갖도록 함으로써 합병증 발생율을 감소시킬 수 있으리라 사료된다.

## REFERENCES

1. Amihoud, S. : *Analysis of 200 fractures of the femoral shaft treated at Groote Schuur Hospital. Injury*, 5:35, 1973.
2. Borgen, D., and Sprague, B.L. : *Treatment of distal femoral fractures with early weight bearing. Clin. Orthop.*, 111:156, 1975.
3. Burwell, H.N. : *Internal fixation in the treatment of fractures of the femoral shaft. Injury*, 2:235, 1971.
4. Chatin, R. : *Osteosynthesis with screwed plates in complex femoral fractures. Rev. Chir. Orthop. Suppl.*, 2:60, 1972.
5. Connolly, J.F., Dehne, E., and Lafollette, B. : *Closed reduction and early cast-brace ambulation in the treatment of femoral fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 55-A:1581, 1973.
6. Gant, G.C., Shaftan, G.W., and Herbsman, H. : *Experience with the ASIF compression plate in the management of femoral shaft fractures. J. Trauma*, 10:458, 1970.
7. Johnson, K.D., and Johnston, D.W.G. : *Comminuted femoral shaft fractures treatment by Roller traction, cerclage wires and Intramedullary nail or an interlocking intramedullary nail. J. Bone and Joint Surg.*, 66-A:1222, 1984.
8. Mooney, V., Lesin, B.E., and Ashby, M. E. : *Cast bracing for fractures of the femur. J. Bone and Joint Surg.*, 59-A:917-923, 1977.
9. Menn, R. J., and Sarmiento, A. : *Two plate fixation of the femoral shaft. Clin. Orthop.*, 38:93, 1965.
10. Neer, C.S., Grantham, S.A., and Shelton, M.D. : *Supracondylar fracture of the adult femur. J. Bone and Joint Surg.*, 49-A:591, 1967.



11. Reis, N.D., and Hirschberg, E. : *The infraisthmal fracture of the shaft of the femur. Injury*, 9:8, 1977.
12. Richards, R.R., Waddell, J.P., Sullivan, T.R., Ashworth, M.A., and Rorabeck, C.H. : *Infraisthmal fractures of the femur. A review of 82 cases. J. Trauma*, 24, 735-741, 1984.
13. Robert, W.B., Dallas, S.E.R., and Kent, L.L. : *Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. J. Bone and Joint Surg.*, 69-A: 1391, 1987.
14. Rothwell, A.G., and Fitzpatrick, C.B. : *Closed Küntscher nailing of femoral shaft fractures. J. Bone and Joint Surg.*, 60-B:504-509, 1978.
15. Ruoff, A.C., and Biddulph E.C. : *Dual palting of selected femoral fractures. J. Trauma*, 12:233, 1972.
16. Solheim, K., and Vaage, S. : *Operative treatment of femoral fractures with AO method. Injury*, 4: 54, 1972.
17. Stewart, M.J., Sisk, T.D., and Wallace, S.L. : *Fractures of the distal third of the femur a comparison of methods of treatment. J. Bone and Joint Surg.*, 48-A:784, 1966.
18. Vitt, R. J. : *Plate fixation of the femur. A useful adjunct to intramedullary nailing. Int. Surg.*, 50:441, 1968.
19. Winquist, R.A., and Hansen, S.T., Jr. : *Comminuted fractures of the femoral shaft treated by intramedullary nailing. Orthop. Clin. North. Am.*, 11:633-648, 1980.