

## 대퇴골 간부골절 불유합의 치료방법에 대하여

국립의료원 정형외과

최영안 · 한상요 · 임봉열

### = Abstract =

#### The Methods of Treatment in Established Non-union of Femur Shaft

Young An Choi, M.D., Sang Yo Han, M.D. and Bong Yul Lim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea

The incidence of non-union in the shaft of femur is increasing gradually in spite of considerably improved methods of femoral fracture care.

It is necessary that orthopaedic surgeon must draw attention to improve the method of treatment and to prevent the occurrence of non-union.

This paper presents the follow-up result of 27 cases among 30 established femoral shaft non-union cases, that were treated at the orthopaedic dept. of the National Medical Center from March 1971 to March 1980 by various methods.

The study of this series shows the following.

1. Amount 27 cases, male was predominant (82%), peak age group was 3rd & 4th decades (52%).
2. The causes of injury were auto-accident (56%), falling down accident (22%), direct blow (11%) & slipping down accident (11%).
3. The most common location was around the mid-shaft of femur (44.4%).
4. The probable causes of non-union were loosening of the implants & metal failure due to improper internal fixation (10 cases), incomplete reduction (7 cases), infection (5 cases) & inadante external immobilization (5 cases).
5. Excellent results were obtained by combined method of compression plate, screws & intramedullary nailing with additional autogenous bone graft.

**Key Words:** Compression osteosynthesis, Intramedullary nailing, Autogenous bone graft.

### I. 서 론

대퇴골은 인체에서 가장 긴 장관골로서 보행과 체중부하에 중요한 역할을 하기 때문에 가장 심한 축성부하와 각성자극을 받는다. 사회발달과 더불어 교통수단의 고속화로 인한 대형사고의 빈발과 부적절히 사용된 내고정술의 남용, 관혈적 정복술에 따른 감염, 내고정술에 사용된 금속관의 파열과 이완, 불완전한 정복등으로 대퇴골 간부골절의 불유합은 점차 발생빈도가 증가하는 추세에 있다. 대퇴골 간부골절 불유합의 치료방법에는 1959년 A-O Group에 의해 소개되어 사용된 압박내고정술과 Küntscher-Nail의 방법이 있으며 골형성을 위한 자가골

이식술이 첨가되고 있다.

본 국립의료원 정형외과에서는 1971년 3월부터 1981년 3월까지 개인병원과 각시, 도립병원에서 전원된 24례의 대퇴골 간부골절 불유합과 본원에서 수술후 발생한 3례의 불유합 총 27례에 대하여 수술적 가료와 그 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

### II. 증례분석

#### 1. 성별 및 연령분포

총 27례중 남자가 22례(88.5%)로 많았고 연령분포는

21세에서 40세까지가 14례(52%)로 가장 많았다(Table 1).

## 2. 수상의 원인

교통사고에 의한 경우가 15례(56%)로 가장 많았으며 추락사고가 6례(22%), 그외 넘어져서 발생한 경우와 직접외상에 의한 경우가 각각 3례(11%)를 차지하였다(Table 2).

## 3. 부위별 분포

불유합의 부위별 분포에서는 중상1/3 부위가 12례(44%)로 가장 많았으며 원위 1/3 부위가 6례(22%), 근위1/3 부위가 5례(18.5%), 근위부와 중상1/3 부위의 접속 부위가 3례(11%), 중상부와 원위1/3 부위의 접속부위가 1례(4%)를 차지 하였다(Table 3).

## 4. 불유합의 원인

병력과 X-Ray 소견을 토대로 분석한 결과 부적절한 내고정술로 인한 금속판의 파열과 이완에 의한 경우가 10례(37%)로 가장 많았고 불완전한 정복이 7례(26%) 부적절한 외고정과 고정방법에 의한 경우가 5례(18.5%), 감염에 의한 경우가 5례(18.5%)를 차지 하였다(Table 4).

## 5. 수술의 회수

**Table 1. Age and Sex distribution**

Age/Sex (Yr)	Male	Female	Total
1—10		1	1 (3.7%)
11—20	5	1	6 (22.2%)
21—30	6	1	7 (26.0%)
31—40	6	1	7 (26.0%)
41—50	5		5 (18.5%)
51—60			0
Over 60		1	1 (3.7%)
Total	22	5	27 (100%)

**Table 2. Mechanism of injury**

Mechanism of injury	No. of cases
Auto accident	15 (55.6%)
Falling down	6 (22.2%)
Slipping down	3 (11.1%)
Direct blow	3 (11.1%)
Total	27 (100%)

**Table 3. Site of Non-union**

Site	No. of cases
Proximal 1/3	5 (18.5%)
Junction of prox. & middle 1/3	3 (11.1%)
Middle 1/3	12 (44.4%)
Junction of middle & distal 1/3	1 (3.7%)
Distal 1/3	6 (22.3%)
Total	27 (100%)

**Table 4. Probable causes of Non-union**

Causes of Non-union	No. of cases
Infection	5 (18.5%)
Insufficient Ext. immobilization	5 (18.5%)
1. Duration	2
2. Type	3
Inadequate internal fixation	10 (37.0%)
1. Metal Failure	2
2. Loosening	8
Incomplete reduction	7 (26.0%)
Total	27 (100%)

**Table 5. Number of operation**

No. of operation	No. of case
1st Op.	24 (88.9%)
2nd Op.	3 (11.1%)
Total	27 (100%)

총 27례중 전례에서 본원에서 수술을 시행하여 24례에서 1차 수술로 골유합을 얻을 수 있었으며 나머지 3례에서는 재수술을 시행하여 골유합을 얻을 수 있었다(Table 5).

## 6. 수상후 1차치료

불유합 발생전의 치료방법을 살펴보면 총 27례중 Plat, Screws를 사용한 관혈적 정복술이 13례, 압박내고 정술이 3례, Küntscher-Nail 고정술 2례, 그외 석고고정, 강선견인법을 사용하여 치료한 경우가 9례이었다(Table 6).

## 7. 수상시와 수술까지의 시간경과

수상시와 골유합을 얻을 수 있었던 수술시 까지의 시간 경과를 대부분의 경우에서 1년 이내에 수술을 시행

**Table 6. Methods of treatment**

Methods of Op.	No. of case
O/R with plate, screw	13
Compression plate, screw	3
I-M nail	2
Conservative Tx	9
1. Cast-Brace	1
2. 1½ Hip spica cast	7
3. Skeletal traction only	1
Total	27

**Table 7. Interval between trauma & operation**

Duration (month)	Interval btw trauma and Op
3 >	
3	1
4	2
5	5
6	2
7	2
8	2
9	3
10	2
11	
12	2
13	
14	
15	2
24	
36	3
36 >	3
Total	27

Average 12 months

하였으며 가장 짧은 경우는 3 개월, 가장 긴 경우는 4 년이었다 (Table 7).

#### 8. 치료방법 및 결과

총 27례중 감염이 없었던 22례에서는 13례에서 압박내고정술과 자가골이식술, 5례에서 Küntscher Nail 과 자가골이식술, 골이식술을 시행하지 않은 압박내고정술과 Küntscher Nail 을 각각 2례에서 시행하였다.

감염이 있었던 5례에서는 소파술 시행후 감염을 제거한 후 2-pin 고정술 1례, 소파술과 부골적출술 시행후

**Table 8. Method of treatment**

Methods of operation	No. of cases
Infection (-)	
Comp. plate, screw + bone graft	13
I-M nail + bone graft	5
Compression plate, screw only	2
I-M nail only	2
Total	22
Infection (+)	
Curettage & 2-pin fixation	1
Curettage & Comp. plate, screw with bone graft	3
Curettage & Sequestrectomy with comp. plate, screw	1
Total	5

압박내고정술과 자가골이식술 3례, 골이식술을 시행하지 않은 압박내고정술을 1례에서 시행하였다 (Table 8).

#### 9. 부위별 치료방법

총 27례중 근위 1/3 부위에서는 압박내고정술, 중앙 1/3 부위에서는 Küntscher-Nail 고정을 원칙으로 삼았으나 이미 Küntscher-Nail 을 사용하여 불유합이 발생된 경우와, 감염이 있었던 경우에는 압박내고정술을 시행하였다. 또한 Plate, Screws 를 사용하여 발생한 원위부와 중앙 1/3 부위의 접속부위에서는 Küntscher-Nail 을 대신 사용하였다. 원위 1/3 부위에서는 압박내고정술을 실시하였다 (Table 9).

#### 10. 수술후 석고고정 및 골유합의 기간

총 27례중 1, 1/2 Hip Spica cast와 Single Hip Spica cast 를 사용하여 고정된 경우가 22례, 슬관절의 운동제한이 심했던 5례에서는 Cast-Brace와 Long Leg Splint 를 사용하여 고정하였으며 평균고정기간은 4개월이었다 (Table 10, 11).

#### 11. 골이식의 종류

총 27례중 22례에서 자가 해면골이식술 (Autogenous Cancellous Graft)과 Autogenous Corticocancellous Graft 를 시행하였으며 심한 감염이 있었던 2례와 정복이 충분했던 소아에서의 불유합 3례에서는 골이식을 시행하지 않았다 (Table 12).

#### 12. 합병증

**Table 9.** Methods of operation according to the site of Non-union

Site	Method of operation		
	Comp. plate, screw	I-M nail	Others
Proximal 1/3	5		
Junction of prox. & middle 1/3		3	
Middle 1/3	7	4	1(2-pin)
Junction of middle & distal 1/3	1		
Distal 1/3	6		

**Table 10.** Methods of external immobilization

Methods of immobilization	No. of cases	Total
1½ hip spica cast	16	16
Long leg splint	4	4
Single hip spica cast	6	6
Cast-brace	1	1
Total	27	27

**Table 11.** Duration of external immobilization

Duration (month)	No. of cases
Less than 3	1
3—4	17
4—5	4
5—6	2
6—7	1
7—8	1
Over 8	1
Total	27

Average 4 months

**Table 12.** Types of bone graft

Type	No. of cases
Autogenous cancellous	20 (71.4%)
Autogenous corticocancellous	2 ( 7.4%)
None	5 (18.5%)
Total	27 (100%)

대부분의 경우에서 장기간에 걸친 외고정으로 인해 슬관절과 고관절의 운동장애를 나타내었으나 물리치료로서 교정이 가능하였으며 동측 비골신경마비 1례와 하지길이의 축소 9례, 슬관절의 경직이 3례에서 관찰되었다. 합병증중 하지길이의 축소 9례의 경우에는 5례에

**Table 13.** Complication

Complication	No. of cases
Peroneal nerve palsy	1
Shortening of involved limb	9
Stiffness of knee joint	3
Total	13

**Table 14.** Duration of follow-up

Duration (months)	No. of cases
Less than 6	5
6—12	11
12—24	5
24—36	4
Over 36	2
Total	27

Average 13 months

서는 3cm 이하의 경미한 차이를 보여 보행에 심한 지장을 초래하지 않았으나 나머지 4례에서는 3cm 이상 최고 7cm까지의 차이를 보였으며 1례의 소아 불유합인 경우에는 반대측 슬관절에 골성장판 억제술을 시행하였다. 또한 슬관절 경직 3례에서는 1례에서 완전신전상태로 경직을 나타내어 계속 추시중에 있으며 2례에서는 45°에서 90° 정도의 굴곡상태에서 경직을 나타내어 Thompson 사두고근 성형술을 실시하였다 (Table 13).

### 13. 술후 추시기간

술후 추시기간은 6개월 미만에서 추시가 가능했던 경우가 5례, 6개월 이상 추시가 가능했던 경우가 22례로 평균추시 기간은 13개월이었다 (Table 14).

## III. 고 찰

불유합은 골유합의 과정이 정지된 상태이며 Ray<sup>17)</sup>는

임상적으로 체중부하시의 동통, 활동에 의한 종창, 골절 부위의 국소적인 열감, 가성운동의 존재 및 골절부위를 통과하는 진동의 지연전도등이 나타나며 X-선상에서는 골연속성의 결여 골단의 경화 및 원형화, 치밀질에 의한 골수강의 폐쇄가 나타나며 병리학적으로는 골절단 사이에 치밀하고 무혈성인 섬유성 조직이 삽입되어 있거나 골결손을 연결하는 소주(Trabeculation)가 존재하지 않는 것등으로 진단되는 골의 장애상태라고 보고하였다.

불유합을 진단하는 조건에는 여러가지가 있으나 골절 후 연유된 기간이 중요하다. Campbell<sup>7)</sup>은 장관골의 경우 골유합이 서서히 일어나기 때문에 골절 후 6개월 이후의 기간을 정하였으며 Rockwood<sup>16)</sup>는 골절 후 20주 이후의 기간을 정하였다. 본 보고에서는 골절 후 6개월 이후에도 골유합이 일어나지 않는 경우를 불유합으로 정하였으나 6개월 이전의 8례에서는 X-ray상 전이가 심하고 골단의 경화와 원형화가 확실하여 골유합의 여지가 없는 경우와 내고정에 사용된 금속판의 파열 혹은 이완에 의해 골결 변형이 현저한 경우로써 이때에는 6개월 이전이라도 불유합으로 간주하고 수술을 실시하였다.

불유합으로 판단이 되면 수술적인 치료가 필요하며 이때는 양골단에서 골유합을 일으킨 수 있도록 정확한 정복, 충분한 골이식과 견고한 내고정 및 골단의 혈관화 조장의 조건을 구비하는 방법이 시도되어야 한다.

대퇴골 간부골절 불유합은 골절치료의 향상된 방법에도 불구하고 Carr and Wingo<sup>6)</sup>는 그 발생빈도를 1%라고 보고한 바 있으나 Boyd<sup>3)</sup>는 부적절히 사용된 골수강 내 금속정 고정술에 의해 점차 그 발생빈도가 증가하고 있으며 연령분포는 20세에서 40세의 활동적이고 외상을 받기 쉬운 연령에서 호발하고 있다고 보고한 바 있으며 본 보고에서도 이 연령층에서 가장 많이 발생하였다.

대퇴골 간부골절 불유합의 부위별 분포에 있어서는 Crenshaw<sup>8)</sup>은 중앙부와 원위  $\frac{1}{3}$  부위의 접합부위에서 가장 호발하며 Cave<sup>9)</sup>도 중앙  $\frac{3}{5}$  부위에서 가장 많이 발생한다고 보고하고 있으며 본 보고에서는 중앙  $\frac{1}{3}$  부위에서 가장 호발하였으며 원위  $\frac{1}{3}$  부위, 근위  $\frac{1}{3}$  부위, 근위부와 중앙  $\frac{1}{3}$  부위의 접속부위, 중앙부와 원위  $\frac{1}{3}$  부위의 접속부위의 순으로 발생하였다. 불유합을 일으킬 수 있는 원인에는 여러가지 조건들이 있으나 대퇴골 간부골절의 불유합의 원인들로서는 불완전한 정복, 불완전한 외고정과 고정기간, 과도한 신연(Distractor), 부적절한 관혈적 정복술과 내고정방법 및 감염등의 대부분이 Brasher<sup>4)</sup>가 기술한 외과가가 조절할 수 있는 조건들이며 특히 Boyd<sup>2)</sup>는 장기간에 걸친 과도한 신연이 가장 주요한 원인이 된다고 보고하고 있으며 Brav<sup>5)</sup>는 개방성 골절시는 연부 조직의 손상, 골조직의 유리, 감염 및 부적당한 내고정술이 원인이 될 수 있다고 보고하였다.

본 보고에서는 X-ray 및 병력을 토대로 원인을 분석한 바 부적당한 내고정술로 인한 금속판의 파열과 이완에 의한 경우가 10례로 가장 많았고 불완전한 정복, 감염, 불완전한 외고정의 순으로 나타났다.

대퇴골 간부골절 불유합의 치료방법에는 Plate, Screws를 사용하는 압박내고정술과 Küntscher-Nail의 고정방법이 소개되어 있으며 또한 골형성을 위한 자가골이식술이 첨가되고 있다. 수술전 처치로는 연부조직의 재건술과 피부상태의 재건 및 보호등의 치료와 감염된 불유합의 경우에서는 Hohl<sup>11)</sup>, Stephane<sup>18)</sup>, Laurent<sup>13)</sup> 등은 계속적인 항생제 투여와 소파술 및 부골절출술로 감염을 제거하고 누공이 폐쇄된 후 6개월을 기다렸다 수술하는 것이 바람직하다고 보고하고 있으나 Müller<sup>15)</sup>는 감염 제거 후 3개월을 주장하기도 하였다.

본 보고의 감염된 불유합 5례에서는 항생제 투여와 소파술 및 부골절출술로 감염을 제거한 뒤 누공이 폐쇄된 후 3개월을 기다렸다 수술하는 것을 원칙으로 삼고 수술을 시행하였다.

A-O Group에 의해 사용되기 시작한 압박내고정술은 Müller가 골이식과 함께 사용하여 견고한 내고정 및 조기 체중 부하의 이점이 있어 불유합의 치료에 획기적인 변화를 가져왔으며 Müller<sup>14)</sup>에 의하면 압박내고정술은 골수강내 금속정이 사용될 수 없는 경우와 골간단 부위의 불유합에 사용되며 대퇴골 원위  $\frac{1}{3}$  부위에서는 Condylar Plate를 사용하여 골이식을 첨가하지 않아도 좋은 결과를 나타냈다고 보고하였다.

Boyd<sup>2)</sup>는 압박내고정술은 골수강내 혈액순환과 골내막의 가골 형성에 장애를 주지 않고 견고한 내고정을 할 수 있어 대퇴골 중앙  $\frac{1}{3}$  부위에서와 같이 역학적 이점이 큰 경우에만 금속정 고정술이 바람직하며 그의 다른 부위에서는 압박내고정술을 권하였다.

Küntscher<sup>12)</sup>에 의해 소개되어 사용되기 시작한 Küntscher-Nail 고정술은 처음에는 Distractor를 사용하여 정복한 후 골절부위를 개방하지 않는 폐쇄적인 고정술을 시행하여 감염방지, 조기 체중부하 및 외고정의 제거등의 이점을 보고하였으나 Brav<sup>5)</sup>는 개방적인 수술법을 권하고 있으며 수술시는 가장 적합한 지름과 길이의 금속정을 사용하여야만 골절편의 회전을 방지할 수 있다고 보고하였다.

본 보고에서는 중앙  $\frac{1}{3}$  부위의 불유합인 경우에는 Küntscher-Nail 고정술과 자가골이식술을 사용하는 것을 원칙으로 하였으나 (Fig. 6,7). 이미 Küntscher-nail 사용후 발생한 불유합시는 압박내고정술과 자가골이식술을 대신 사용하였으며 (Fig. 8,9,10) Plate, Screws를 사용하여 발생한 근위부와 중앙  $\frac{1}{3}$  부위의 접속부위에서는 Küntscher-Nail 고정을 대신 사용하였다. 또한 근위  $\frac{1}{3}$  부위와 중앙

**Fig. 1.** 근위  $\frac{1}{3}$  부위의 불유합 사진.

**Fig. 2.** 압박내고정술과 자가골이식술 후 3 개월 후 사진

**Fig. 3.** 감염으로 인한 중앙  $\frac{1}{3}$  부위의 불유합.

**Fig. 4.** 감염제거후 2Pin 고정후 사진.

**Fig. 5.** 술후 3 개월후 사진. 골유합을 나타내고 있음.

**Fig. 6.** 중앙  $\frac{1}{3}$  부위의 불유합의 사진.

**Fig. 7.** Küntscher Nail 고정후 4 개월 후 사진.

**Fig. 8.** Küntscher Nail 고정후 불유합의 사진.

**Fig. 9.** Küntscher Nail 제거후 압박내고정술과 자가  
골이식술을 실시한 후 사진.

**Fig. 10.** 수술후 4 개월후 사진.

**Fig. 11.** 원위  $\frac{1}{3}$  부위의 불유합의 사진.

**Fig. 12.** 압박내고정술 실시후 4 개월후 사진.



부와 원위  $\frac{1}{3}$  부위의 접촉부위에서는 압박내고정술을 시행하였으며 특히 원위  $\frac{1}{3}$  부위에서는 Condylar Plate를 사용하여 압박내고정술을 시행하였다 (Fig. 1, 2, 11, 12).

술후 외고정에 대해서는 압박내고정이나 Küntscher-Nail 고정 후에는 외고정이 필요하지 않고 근접관절과 근육의 조기운동을 즉각적으로 시키는 것이 원칙이나 Crenshaw<sup>8)</sup>은 압박내고정술과 골이식술 실시 후에는 1, 1/2 Hip spica cast로 3개월 정도 고정이 필요하며 Küntscher-Nail 고정시에는 고정이 불안정한 경우에는 수주동안 외고정이 필요하다고 보고하였다. 본 보고에서는 압박내고정술이나 Küntscher-Nail 고정을 골이식술과 더불어 실시한 경우에는 1, 1/2 Hip Spica cast로 고정하였으며 슬관절의 운동장애가 심한 경우에는 Cast-Brace 및 Long Leg Splint를 복합 사용하여 고정하였으며 평균 고정기간은 4개월이었다.

골형성을 위한 골이식술의 방법에는 Boyd<sup>1)</sup>, D'Aubigne<sup>10)</sup>가 주장한 자가해면골 이식술을 19례에서 실시하였으며 정복후 골절편간이연이 심했던 경우 2례에서는 Cortico-cancellous graft, 골이식술과 심한 감염이 있었던 2례와 정복후 이연이 없었던 소아에서의 불유합 3례에서는 골이식술을 시행하지 않고서도 전례에서 골유합을 얻을 수 있었다.

술후 합병증으로는 대부분의 경우에서 장기간에 걸친 외고정으로 인해 슬관절과 고관절의 운동장애를 보였으나 물리치료로서 거의 정상으로 회복되었으며 동측비골 신경 마비 1례와 환측 하지길이 축소 9례, 슬관절의 경직이 3례에서 관찰되었다.

#### IV. 결 과

1971년 3월부터 1981년 3월까지 10년동안 국립의료원 정형외과에서 치험한 27례의 대퇴골 간부골절 불유합에 대하여 임상적 고찰 및 수술적 가료를 한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 손상분포는 20세부터 40세까지의 남자가 대부분을 차지하였다(44%).

2. 수상의 원인으로는 교통사고에 의한 경우가 가장 많았고(55.6%), 추락사고 직접외상이나 넘어져서 발생한 경우의(11%)순이었다.

3. 불유합의 부위별 분포는 중앙  $\frac{1}{3}$  부위에서 가장 많이 발생하였으며(44.4%) 원위  $\frac{1}{3}$  부위, 근위  $\frac{1}{3}$  부위, 근위부와 중앙부의 접촉부위, 중앙부와 원위  $\frac{1}{3}$  부위의 접촉부위의 순이었다.

4. 불유합의 가능한 원인으로는 부적절한 내고정술로 인한 금속판의 파열이나 이완에 의한 경우가 가장 많았고(37%) 그의 불완전한 정복, 감염, 불완전한 외고정에

의한 경우가 차지하였다.

5. 수술방법은 감염이 없었던 경우에는 압박내고정술과 Küntscher-Nail 고정을 복합사용하였으며 감염이 있었던 경우에는 항생제 투여와 소파술 및 부골절술로 감염을 제거하고 누공이 폐쇄되고 혈침속도가 정상으로 돌아온 후 압박내고정술과 2-pin 고정술을 실시하였다.

6. 술후 외고정방법은 대부분의 경우에서 1, 1/2 Hip spica cast와 Single Hip Spica cast로 고정하였으며 슬관절의 운동장애가 심한 경우에는 Cast-Brace와 Long Leg Splint로 고정하였으며 평균고정기간은 4개월이었다.

7. 골형성을 위한 골이식술의 방법에는 대부분에서 Autogenous cancellous graft를 시행하였으며 심한 감염이 있었던 경우나 정복후 이연이 없었던 소아에서의 불유합인 경우에는 골이식술을 시행하지 않고서도 골유합을 얻었다.

8. 술후 합병증으로는 대부분의 경우에서 슬관절 운동의 제한이 있었으나 물리치료로써 교정이 가능하였으며 비골신경마비, 하지길이의 축소, 슬관절의 경직이 관찰되었다.

9. 술후 추시기간은 평균 13개월이었다.

#### REFERENCES

- 1) Boyd, H.B. : *Treatment of ununited fracture of long bones. J. Bone & Joint Surg.*, 47-A:167-168, 1965.
- 2) Boyd, H.B., Anderson, L.D. and Johnston, D.S. : *Changing concept in the treatment of non-union. Clinical Orthop.* 43:37-54, 1965.
- 3) Boyd, H.B., Lipinski, L.W. and Wiley, T.H. : *Observation on non-union of shaft of long-bones with statistical analysis of 842 patient. J. Bone & Joint Surg.*, 43-A:159-167, 1961.
- 4) Brasher, H.R. : *Diagnosis & Prevention of non-union. J. Bone & Joint Surg.*, 47-A:174-178, 1965.
- 5) BRAV, A. : *The use of intramedullary nailing for the non-union of femur. Clinical Orthop.* 60:69-75, 1968.
- 6) Carr, C.R. and Wingo, C.H. : *Fracture of femoral diaphysis. J. Bone & Joint Surg.*, 55-A:690-700, 1973.
- 7) Campbell, W.C. : *The onlay graft on the treatment of ununited fractures of long bones, Southern med. J.* 20:407, 1927.
- 8) Crenshaw, A.H. : *Campbells operative orthopedics. Mosby company, 785-786, 6th Edition, 1980.*
- 9) Cave, E.F. : *Fracture & Other injuries. Chicago, The year book Publisher Inc., p.873, 1958.*

- 10) D'Aubigne, R.M. : *Surgical treatment of non-union of long bones. J. Bone & Joint Surg.*, 31A:256-265, 1949.
- 11) Hohl : *Surgical treatment of Technique of non-union. J. Bone & Joint Surg.*, 47A:179-186, 1965.
- 12) Küntscher : *Intramedullary surgical technique. J. Bone & Joint Surg.*, 47A:809-818, 1965.
- 13) Laurent, L.E. : *Osteosynthesis with thick medullary nail in non-union of long bones. Acta. Orthop., Scand.* 38: 341-350, 1967.
- 14) Müller, M.E. : *Treatment of non-union by compression. Clin., Orthop.*, 43:83-88, 1965.
- 15) Müller, M.E. & Thomas, R.J. : *Treatment of non-union in treatment of long-bones. Clin. Orthop.*, 138:141-153, 1979.
- 16) Rockwood & Green : *Fracture, volume 2 philade, J.B. Lipincott company*, 1335-1347, 1975.
- 17) Ray, R.D. : *Delayed union and non-union of fractures. J. Bone & Joint Surg.*, 46B:627-643, 1964.
- 18) Stephane, M. : *The treatment of infected non-union of fracture of long bones. J. Bone & Joint Surg.*, 57A:836-842, 1975.