

## 수지골 골절의 수술적 치료에 대한 Miniplate의 유용성

부산 해동병원 정형외과

김익곤 · 김재혁 · 김철현 · 박철홍

— Abstract —

### Usefulness of Miniplate Fixation for the Fractures of Metacarpal and Phalangeal Bones of the Hand

Ig Gon Kim M.D., Jae Hyek Kim M.D., Chul Hyun Kim M.D., Chul Hong Park M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Hae-Dong General Hospital, Pusan, Korea.*

Before the introduction of internal fixation, the healing of a fracture was an unpredictable event. Internal fixation provides stability, and fractures heal predictably. The miniplate is used for unstable metacarpal and phalangeal fractures of the hand to provide stability and to allow early motion. We analysed 32 patients, 41 cases of metacarpal and phalangeal fractures of the hand which were treated with miniplates from Jan. 1990 to June 1995.

The following results were obtained.

1. Mean age was 35 years and the male was predominant(81.3%).

The most common fracture site was the metacarpal(51.2%).

2. TAM(total active motion) was 2240 in average and the best result was obtained in the metacarpal fractures(TAM = 239°).

The roentgenographic union was 16.8 weeks in average.

3. There were 6 complications(complication rate 14.6%) which were 3 cases of joint stiffness, a case of wound infection, a case of loss of reduction, and a case of delayed union.
4. Miniplate fixation is considered to be an useful method to get fracture union and good range of motion with low complication rate in the treatment of metacarpal and phalangeal fractures of the hand.

**Key Words:** Hand, Metacarpal and phalangeal fractures, Operative treatment, Miniplate fixation

---

※ 통신저자 : 박 철 홍  
부산광역시 영도구 봉래동 3가 37  
부산 해동병원 정형외과

## 서 론

산업의 발달과 교통 사고의 증가 및 스포츠 활동의 증가로 인해 수부 골절이 최근 점차 늘어가는 경향을 보이고 있으며, 수부 골절은 골의 크기가 작고 유합이 잘되어 전위가 없는 경우는 그 중요성이 흔히 간과되어 진다. 그러나, 불안정성 골절인 전위 골절이나 분쇄성 골절의 경우 치료 과정에서 불유합, 부정유합, 수지강직등의 합병증이 호발하고, 이로 인한 수부 기능소실이 발생할 경우 그 장애가 지대한 것으로 알려져 있다.

불안정성 골절의 내고정을 위하여 K-강선 고정술, 강선 결박술, 나사 고정술, 금속판 고정술, 외고정술등의 다양한 기구들이 사용되고 있으나, 저자들은 titanium 성분의 miniplate를 사용하여 그 결과가 양호하였기에 이를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

1990년 1월부터 1996년 6월까지 만 5년 6개월간 본원에서 miniplate fixation을 이용하여 내고정을 시행하였던 수부의 수지골과 중수골 32명, 41례를 대상으로 1년 이상의 원격 추시후 분석하였으며, 재 1 수지의 골절은 제외하였다.

### 1. 연령 및 성별 분포

연령분포는 최저 16세부터 최고 57세까지 평균 연령이 35세이었으며, 전체 32명중에서 20대와 30대가 18명(56.2%)으로 가장 높은 빈도를 보였고, 남녀비는 26대 6으로 남자가 전체의 81.3% 이었다.

### 2. 수상 원인

수상 원인은 작업중 둔력에 의한 사고가 9명

(28.1%)으로 가장 많았는데, 이는 본 병원의 지리학적 여건으로 인한 선박 작업중 수부 손상이 가장 흔하였던 것으로 추정되며, 교통 사고가 7명(21.8%)으로 두번째로 흔하였고, 작업중 기계에 의한 손상 6명, 스포츠나 낙상 사고가 6명, 기타의 원인이 4명이었다.

### 3. 골절 부위 및 형태

골절 부위는 해부학적 위치에 따라 중위지골, 근위지골 및 중수골로 분류하였으나 중위지골에 해당하는 경우는 없었다. 슬후 강직의 가능성이 있는 관절을 침범했던 경우는 해부학적 위치와 관계없이 관절내 골절로 분류하였다. 골절 부위에 따른 분류는 중수골 골절이 21례 51.2%로 가장 많았으며, 근위지골 골절이 15례 36.6%이었고, 관절내 골절이 5례 12.2%이었다(Table 1).

골절 형태에 따른 분류는 단순 골절이나 직경 1/3 이하의 경도의 분쇄를 지닌 경우에는 골절의 형태에 따라 횡형 골절, 사형 골절, 나선형 골절로 분류하였고, 골소실이나 직경 1/3이상의 분쇄를 지닌 경우에는 분쇄형 골절로 분류하였다. 횡형 골절이 13례 31.7%로 가장 흔하였고, 그 다음이 분쇄형 골절로 11례 26.8%이었다(Table 2).

### 4. 동일 수부의 동반 손상

동일 수지의 타부위 골절이 3례에서 인지되었고, 개방성 골절이 5례이었으며, 동일 수지 연부조직 손상은 신전전 파열이 3례 굴곡전 파열이 1례이었다. 인접 수지의 골절 및 연부조직 손상은 8례에서 인지되었다.

### 5. 수술 방법

수지골 근위지골의 골절은 수배외측에서 종절개를 가한 뒤에 골절을 노출시켰고, 중수골의 경우 제 2

Table 1. Fracture site.

Site	Cases	%
Proximal phalanx	15	36.6
Metacarpal	21	51.2
Intraarticular	5	12.2
Total	41	100.0

Table 2. Fracture type

Type	Cases	%
Transverse	13	31.7
Oblique	9	22.0
Spiral	8	19.5
Comminution	11	26.8
Total	41	100.0

Table 3. Range of motion

Fracture site	TAM	%
Proximal phalanx(N=15)	210°	80.7
Metacarpal(N=21)	239°	91.9
Intraarticular(N=5)	206°	79.2
Normal	260°	100.0

중수골은 수배요측 종절개를, 제 5중수골은 수배척측 종절개를 사용하였고, 제 3, 4중수골의 경우 이들 경계부의 수배부 종절개를 이용하였다. 가능한 연부조직의 손상을 최소화하여 골절부를 노출시킨 뒤에 miniplate는 수배측이나 수배외측에 고정하였는데, 금속판 두께 1mm, 나사직경 2mm의 titanium miniplate system을 이용하였으며, 골절부의 모양에 맞게 쉽게 구부릴 수 있는 장점이 있었고, 관절 인접부에 고정이 필요한 경우 T형, L형 등의 금속판을 선택하여 활용할 수 있었다.

## 결 과

관절 운동범위는 치료 종결시의 수지 원위지관절,

Table 4. Complications

Joint stiffness	3 cases
Wound infection	1 case
Loss of reduction	1 case
Delayed union	1 case
Total	6 cases(14.6%)

근위지관절, 중수지관절의 최대 능동굴곡의 총합계에서 신전부족 총합계를 뺀 TAM(total active motion)을 측정하였다. 골절부위에 따른 관절운동 범위는 중수골의 경우 평균 TAM이 239°로 가장 양호하였으며, 관절내 골절의 경우 TAM이 206°로 가장 불량하였다.(Table 3). 전체 41례의 평균 TAM은 224°이었으며, 중수골 골절 21례의 평균 TAM은 239°, 중수골을 제외한 근위지골 골절과 관절내 골절 20례의 평균 TAM은 209°로 측정되어, 중수골 골절과 중수골 이외의 골절간에 통계학적 유의성( $p<0.05$ )을 보여, 중수골 골절시에 경과가 양호함을 알 수 있었다. 골유합은 임상적으로 동통 없이 능동운동이 가능하고 방사선 소견상 외가골 형성이나 골절선의 폐쇄가 진행되고 골절부의 원위 및

- Fig. 1. A.** Preoperative roentgenogram shows Rt. 2nd finger communitied metacarpal neck fracture.  
**B.** Postoperative roentgenogram with miniplate fixation and autogenous bone graft.  
**C.** Roentgenogram of 18 weeks after operation shows good fracture union.

근위부 골소주가 연결되는 시기를 측정하였으며, 1례의 자연유합을 제외한 40례에서 평균 골유합 기간이 16.8주 이었다. 합병증은 6례(14.8%)에서 발생하였으며, 수지강직은 TAM이  $190^{\circ}$  이하인 경우를 기준으로 하였으며, 근위지골 골절시 15례중 2례, 관절내 골절 5례중 1례에서 수지강직이 발생하였고, 그 외 슬후 감염 1례, 고정 상실 1례 및 자연 유합이 1례이었다(Table 4).

#### 증례 보고

##### 증례 1.

34세 남자 환자로 선상 작업도중 사고로 인한 우측 제 2수지 중수골 경부 골절을 수상하여 내원하였다. 방사선 소견상 우측 제 2수지 중수골 경부 분쇄 골절을 보였고(Fig. 1-a), 내원 4일째 miniplate 고정 및 골이식을 시행하였으며(Fig. 1-b), 슬후 18주 이후 추시 방사선 소견상 외가골 형성과 골소주의 폐쇄가 보이는 양호한 골유합을 보이며 TAM이  $232^{\circ}$ 로 양호한 결과를 얻었다(Fig. 1-c).

**Fig. 2. A.** Postoperative roentgenogram shows Rt. 2nd, 3rd proximal phalangeal comminuted fractures.

**B.** Postoperative roentgenogram with miniplate and K-wire fixation.

**C.** Roentgenogram of 14 weeks after operation shows good fracture healing.

##### 증례 2.

48세 남자 환자로 교통 사고로 내원하였으며, 제 2수지 근위지골 개방성 골절과 우측 제 3수지 근위지골 분쇄골절이 인지되었다(Fig 2-a). 내원 6일째 제 2수지 근위지골은 개방성 골절로 인한 연부조직 손상으로 K-강선 고정하였고, 제 3수지 근위지골은 miniplate 고정 및 골이식을 시행하였으며(Fig 2-b), 제 3수지는 견고한 고정으로 슬후 2주부터 능동 운동 실시할 수 있었으며, 제 2수지는 슬후 4주째부터 능동운동 실시하였으며, 슬후 8주 이후 K-강선 제거하였고, 슬후 14주째 제 2, 3 수지에 풍부한 외가골 형성을 보이는 양호한 유합을 보였다(Fig 2-c). 내원 14주 이후 제 2수지는 TAM이  $1820^{\circ}$ 인 수지강직을 보였고, 제 3수지는  $2100^{\circ}$ 로 양호한 결과를 얻었다.

##### 증례 3.

45세 남자 환자로 작업중 기계에 의한 손상으로 내원하였으며, 방사선 소견상 제 3, 4중수골의 나선형 관절내 골절을 보였다(Fig 3-a). 내원 2일째

**Fig. 3. A. Postoperative roentgenogram shows Rt. 3rd, 4th metacarpal communitied spiral fractures.**

**B. Postoperative roentgenogram with miniplate fixation.**

**C. Roentgenogram of 15 weeks after operation shows good fracture union.**

miniplate 고정술을 시행하였으며, 신전전 봉합술을 같이 시행하였다(Fig. 3-b). 술후 15주 이후 방사선 소견상 외가골 형성 및 골절선의 폐쇄가 진행되는 양호한 골유합을 보였으며, 제 3수지의 TAM은  $235^\circ$ , 제 4수지의 TAM은  $240^\circ$ 의 양호한 결과를 얻었다(Fig. 3-c).

## 고 찰

손은 골, 관절, 건, 인대 및 신경등의 구조가 작은 부위에 밀집하여, 이들이 합목적적으로 작용하여 운동, 감각, 및 표현기관으로의 기능을 섬세히 수행하고 있다. 손은 신체구조상 안면과 같이 노출되어 있으면서 직접 접촉을 해야되는 상지의 말단장치가기 때문에 손상의 빈도가 타부위보다 높다.

수부 골절 치료시 내고정의 도입은 안정성을 제공하고 치유를 예측할 수 있게 하였고, 골절 부위에 절대적인 안정성을 부여하는 견고한 고정은 직접적인 또는 일차적인 골치유를 보장해 준다. 최근의 연구<sup>11)</sup>에 의하면 이상적인 골절 치유의 3가지 원칙을 제시하는데 첫째, 충분한 안정성을 제공하여야 하며

둘째, 막내성과 골막하 가골(endosteal & periosteal callus) 형성이 가능하도록 미세 운동을 허용하여야 하며 셋째, 이미 손상된 조직에 더 이상의 자극이나 손상을 최소화시켜야 한다는 것이다.

Huffaker<sup>15)</sup> 등은 관혈적 정복술 및 내고정이 정확한 해부학적 정복과 조기 능동운동을 허락하기 때문에 수지골 골절에 있어 가장 좋은 치료방법이라고 주장하였다.

수지골 골절의 정복과 정렬 그리고 안정성을 위해 강선 결박(wiring), K-강선, 나사, 금속판, 골수관 내 고정 및 외고정이 사용되지만 이러한 내고정물들은 조기능동운동시 정복을 유지하는데 있어 각기 다른 능력을 가졌다.<sup>3)</sup>

K-강선의 사용은 수지골 골절시 적은 수술 시간이 소요되며, 정복(reduction)을 유지하는데 아주 효과적이라 할지라도 충분한 내부 안정성을 제공하지 못하며 조기능동운동과 관련된 문제를 야기시킬 수 있다. 즉 고정 기간이 길어지며, 그에 따른 관절 강직이 다수 발생하게 되었을 뿐만 아니라, K-강선의 돌출부(prominence)가 연부조직을 자극하거나 손상을 줄 수도 있다.<sup>9)</sup>

수부는 섬세한 기능을 하는 기관이며 주변 연부조직이 적어 Stell<sup>27)</sup>과 Stern<sup>28)</sup>등은 기존의 small plate는 수지골에 비해 크기가 크고 고정을 위해 넓은 외과적 절개가 필요하며, 건의 활주 운동에 장애를 유발할 수 있고, 오류의 범위(margin for error)가 좁아 기술적 어려움이 있다고 하였다.

대부분의 저자들은 금속판과 나사가 튼튼한 골과의 결합을 이루어 조기능동운동에 따른 부하를 견딜 수 있을 만큼의 안정성을 제공한다고 하였다.<sup>7,8,17,22,29)</sup> Miniplate는 골절선 근위부와 원위부에 2개 이상의 나사못 고정을 하여 견고한 해부학적 고정을 얻으므로 술후 동통을 수반하지 않는 조기 능동 운동을 시작할 수 있고, 금속판의 두께 1mm, 나사 직경 2mm의 titanium miniplate system을 이용하여, 인접 관절과 연부 조직의 손상을 최소화하여 고정할 수 있었으며, 일반적인 plating(standard plating)보다 수부 골절에 더 적합한 매식체이며 장치시에 더 큰 유연성(flexibility)을 제공할수있었다.<sup>14)</sup> 관절 인접부의 작은 골편에도 T형, L형의 금속판을 선택하여 활용할 수 있었으므로 술후 양호한 임상적, 방사선과적 골유합을 얻을 수 있음과 더불어 양호한 관절 운동 범위, 즉 관절 강직을 피할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

수지골 골절은 Boyd<sup>3)</sup>에 의하면 20-40세의 외상을 받을 기회가 많은 연령에서 호발하는 것으로 보인다고 하였으며, 김<sup>3)</sup>등의 조사에 의하면 연령 분포는 17세부터 60세까지 평균 31.7세 이었으며, 좌우 분포는 좌측이 48%, 우측이 52%이었고, Arnold<sup>5)</sup>등은 16세부터 47세로 평균 27.3세의 연령에서 발생하였고, 남자가 83%에서 발생하였다. 본원에서도 연령 분포는 최저 16세부터 최고 57세까지 평균 연령이 35세 이었으며, 20대와 30대가 56.2%로 가장 높은 빈도를 보였고, 남녀비는 남자가 전체의 81.3%를 차지하는 비슷한 분포를 보였고, 좌우비로는 좌측이 58%로 약간 많은 분포를 보였다.

수상 원인은 강<sup>1)</sup>등에 의하면 교통사고가 38.5%로 가장 많았으며, 그 다음이 기계 손상으로 21%를 보고하였으며, 김<sup>2)</sup>등은 기계 손상이 가장 많은 것으로 보고하였다. 본원에서는 지리적적 여건으로 인한 선박 작업중 둔기에 의한 수부 손상이 가장 흔하였던 것으로 추정된다.

골절 형태에 따라 Kaplan<sup>16,19)</sup>은 longitudinal, communited, transverse한 형태로 나누었으며 communited type이 가장 많고 연부조직 손상도 많이 동반한다고 하였으며, 본원에서는 골절 부위에 따라 중위지골, 근위지골 및 중수골로 분류하였으며, 관절을 침범했던 경우는 해부학적 위치에 관계없이 관절내 골절로 분류하였다.

골절 부위에 따라 중수골 골절이 21례(51.2%)로 가장 많았으며, 근위지골 골절이 15례(36.6%)이었고, 관절내 골절이 5례(12.2%)이었다. 골절 형태에 따른 분류는 단순골절이나 직경 1/3이하의 경도의 분쇄를 지닌 경우에는 골절 형태에 따라 횡형, 사형, 나선형 골절로 분류하였으며, 골소실이나 직경 1/3이상의 분쇄를 지닌 경우에는 분쇄형 골절로 분류하였는데, 횡형이 13례(31.7%)로 가장 흔하였고 분쇄형 골절이 11례(26.8%)로 그 다음으로 흔하였다.

골절의 유합은 임상적 유합과 방사선학적 유합으로 나누며, 중수골 및 수지골 골절에서의 임상적 유합은 대부분의 저자가 수상후 4-6주에 일어난다고 하여 의견이 일치하나,<sup>1,6,10,25)</sup> 방사선학적 유합에 대하여는 이견이 있어 Barton<sup>6)</sup>과 Green<sup>24)</sup>에 의하면 3-6주, Lister<sup>20)</sup>는 6-8주, Brennwald<sup>10)</sup>는 8-10주로 조기에 골유합이 일어난다고 주장하였고, Rockwood와 Green<sup>24)</sup>은 4-5개월, Smith와 Reider<sup>26)</sup>는 5개월에 골유합이 일어난다고 하였다. 본원에서의 골유합은 임상적으로 동통없이 능동운동이 가능하고 방사선 소견상 외가골 형성이나 골절선의 폐쇄가 진행되고 골절부의 원위 및 근위부 골소주가 연결되는 시기를 측정하였으며, 1례의 지연 유합을 제외한 40례에서 평균 골유합 기간이 16.8주로 양호한 결과를 얻었다.

수지 골절후 관절운동 범위에 대한 보고는 많으나 김<sup>4)</sup>등은 불유합에 대한 수술전에 비하여 수술후에 40의 TAM의 감소가 있었다고 보고하였고, Jupiter<sup>18)</sup>등은 AO금속판 고정술을 한 예에서는 관절운동이 증가하였으나 K-강선 고정시에는 감소되었다고 보고하였다. 김<sup>4)</sup>등은 TAM 평균은 무지를 제외한 수지에서 TAM이 평균 186°인데 비하여, 불유합이 발생한 예에서는 153.3°로 13.1°의 TAM의 감소가 있었다고 하였으며, Peter<sup>23)</sup>등은 수지 골절 치유후 평균 TAM이 230°로 보고하였으며,

Dabezies와 Schuttler<sup>13)</sup>는 수지골 골절에서 금속판 및 나사 고정술 시행한 예에서 TAM이 220° 이상의 양호한 결과를 얻었다고 보고하였다. 그리고, Huffaker<sup>15)</sup>등은 수지골 골절후 수지 운동 범위에 영향을 주는 요소로서 좌열 손상, 굴곡 및 신전근 손상, 피부 결손, 동일지에 2개 이상의 골절동이라고 하였고, 관절을 침범한 골절에서는 TAM이 174°, 침범하지 않은 골절에서는 220°로 보고하였다. 본원에서는 miniplate fixation을 이용하여 내고정술 시행하였던 수부 골절 환자중 전체 41례의 평균 TAM은 224°이었으며, 중수골 골절 21례의 평균 TAM은 239°, 중수골을 제외한 근위지골 골절과 관절내 골절 20례의 평균 TAM은 209°로 비교적 양호한 결과를 얻었다.

Peter<sup>23)</sup>등은 합병증을 관절강직, 부정유합, 불유합, 인대손상으로 분류하였고, 총 42%의 합병증이 발생하였으며, 관절강직(TAM<190°)이 15.7%로 가장 많았으며, 불유합이 10.5%를 차지하였고, 김<sup>3)</sup>등은 인대유착이 5.7%로 가장 많았고, 관절강직이 3.8%로 보고하였다. Barton<sup>6)</sup>에 의하면 불유합이 0.7%, 김<sup>2)</sup>등은 0.9%로 보고하였다. 본원에서의 합병증으로 관절강직 3례, 창상감염 3례, 정복소실 1례, 지연유합 1례로 발생하였다.

저자들은 1991년 1월부터 1995년 6월까지 본원에 입원하였던 평균 35세의 수부 골절 환자를 만 5년 6개월 추시 관찰하여 치료에 도움이 되고자 하여 수술시 연부조직 손상을 최소화하여 miniplate를 고정하였고 능동운동을 평균 2주 이후에 허락하였으며, 방사선적 유합은 평균 16.8주 이후에 얻을 수 있었다. 그 결과 근위지골 및 중수골에서의 TAM은 평균 210°, 239°의 양호한 결과를 얻었다. 아울러 본원에서는 성인의 중족지골 및 소아 척골 원위부 분쇄 골절에서 성장판을 피하여 척골 원위부에 miniplate 고정술을 실시한 예가 있었으며 견고한 해부학적 고정을 얻을 수 있었고 최소한의 연부조직 손상 및 조기능동운동으로 양호한 유합과 관절 운동 범위를 가졌다. 따라서, miniplate 고정술은 향후 수부 골절 이외에도 족부 골절 및 성장판 인접부의 소아골절 등 사용의 범위가 넓어질 것이며, 효과적인 방법으로써 계속적인 연구가 되어질 것으로 사료된다.

## 결 론

저자들은 1990년 1월부터 1995년 6월까지 본원에 입원하였던 평균 연령 35세의 수지골 골절 환자 41례를 만 5년 6개월간 추시 관찰, 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 평균 연령은 35세이며 남성(81.3%)에게서 월등히 많았으며, 중수골 골절(51.2%)이 가장 많았다.
2. TAM(total active motion)은 평균 224°이었으며 중수골에서 TAM이 평균 239°로 양호한 결과를 얻었고, 방사선적 유합은 평균 16.8주 이었다.
3. 합병증은 6례(14.6%)에서 발생하였으며, 관절강직 3례, 창상염증 1례, 정복소실 1례, 지연유합 1례로 비교적 적은 합병증을 초래하였다.
4. Miniplate 고정술은 기존의 small plate 보다 더 큰 유연성(flexibility)을 제공하여 골절부의 모양에 맞게 쉽게 구부릴 수 있고, 술 후 동통을 수반하지 않는 조기능동운동을 시작할 수 있도록 견고한 해부학적 고정을 제공해 줌으로써 양호한 유합과 관절운동범위를 가졌으며, 또한 적은 합병증을 초래하는 술식으로 miniplate 고정술이 효과적인 방법으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 강웅식, 김남현, 오학윤 : 수부골절에 관한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 15:810-816, 1980
- 2) 김기웅, 조덕연, 권상주 : 수지골 골절 불유합의 치험. *대한정형외과 학회지*, 21: 353-358, 1986
- 3) 김수길, 이금배, 고진홍 : Miniplate를 이용한 수지골 골절의 치료. *대한정형외과 학회지*, 29:1828-1834, 1994
- 4) 김형민, 김윤수, 박충서 : 좌열손상에 의한 수부골절의 수술적 치료. *대한정형외과 학회지*, 25:1691-1698, 1990
- 5) Arnold, PC, Weiss : Cerclage fixation for fracture dislocation of the proximal interphalangeal joint. *Clin. Orthop.* 32T:21-28, 1996
- 6) Barton, N.J.: Fractures of the shafts of the phalanges of the hand. *Hand*. 11:119-133, 1979

- 7) **Black, D.M., Mann, R.J., constine, R.M. and Daniels, A.U.:** Comparison of Internal Fixation Techniques in Metacarpal Fractures. *J Hand Surg.* 10-A:466-472,1985
- 8) **Black, D.M., Mann, R.J., constine R.M. and Daniels, A.U.:** Comparison of Internal Fixation Techniques in Metacarpal Fractures. *J Hand Surg.* 11-A:672-677,1986
- 9) **Boyd, N.B., Lipinski, S.W., and Wiley, J.H.:** Observation on non-union of the shafts of the long bones, with statistical analysis of 842 patients. *J. Bone and Joint Surg.*, 43-A:159,1961.
- 10) **Brennward, J. :** Bone Healing in the Hand. *Clin. Orthop.*, 214:7-10,1987
- 11) **Brennwald, J. :** Bone healing in the Hand. *Clin. Orthop.*, 327:9-11,1996
- 12) **Chase, R.A.:** The Damaved index. *Digit. J. Bone and Joint Surg.*, 51-B:677,1969
- 13) **Dabezies, E.J. and Schutte, J.P.:** Fixation of metacarpal and phalangeal fractures with miniature plates and screws. *J. Hand Surg.*, 11-A:283-288,1986
- 14) **E. Anrie Q. and Alan, E.F.:** Use of the minicondylar plate in metacarpal and phalangeal fractures. *Clin. Orthop.* 327:38-46,1996
- 15) **Huffaker, W.H., Wray, R.C. and Weeks, P.M.:** Factors Influencing Final Range of Motion in the Fingers After Fractures of the Hand. *Plast Reconstr. Surg.* 63:82-87,1979.
- 16) **Jahss, S.A.:** Fractures of the metacarpals: a new method of reduction and Immobilization. *J. Bone and Joint Surg.*, 20:178-186,1938
- 17) **Jones, W.W.:** Biomechanics of Small Bone Fixation. *Clin. Orthop.*, 214:11-18,1987
- 18) **Jupiter, J.B., Koniuch, M.P. and Smith, R.J.:** The management of delayed union and nonunion of the metacarpals and phalanges. *The Journal of Hand Surgery.*, 4:457-465, July, 1985.
- 19) **Kaplan, L.:** The treatment of fractures and dislocations of the hand and fingers. *Surg. Clin. North Amer.*, 20:1695-1970,1940
- 20) **Lister, G.:** Intraosseous wiring of the digital skeleton. *J. Hand Surg.*, 3:427,1978
- 21) **Mansoor, L.A.:** Fracture of the Proximal phalanx of fingers. a method of reduction. *J. Bone and Joint Surg.*, 51A:196-198,1969
- 22) **Massengill, J.B., Alexander, H., Langrana, N. and Mylod, A.:** A phalangeal fractures model: Quantitative analysis of rigidity and failure. *J. Hand Surg.*, T:264-270,1982
- 23) **Peter, J. Stern, M.D., Michael, J.:** Complications of plate fixation in the hand skeleton. *Clin. Orthop.* 214:59-65,1987
- 24) **Rockwood, C.A. and Green, E.P.:** Fractures and dislocation in the hand. Fractures Vol.1. Philadelphia. *J.B. Lippincott.* 1984.
- 25) **Rockwood, C.A.jr, Green, D.P. and Bucholz, R.W.:** Fractures in adults. 3rd Ed, PP.479, Philadelphia, *J.B. Lippincott Co,* 1991
- 26) **Smith, F.L and Rieder, D.L.:** A study of the healing of one hundred Consecutive phalangeal fractures. *J. Bone and Joint Surg.*(Amer. 17:91-109,1935
- 27) **Stell, W.M.:** The A.O. Small Fragment Set in Hand Fractures. *Hand*, 10:246:253,1978
- 28) **Stern, P.J. Wieser, M.J. and Reilly, D.G.:** Complications of plate Fixation in the Hand Skeleton. *Clin. Orthop.* 214:59-65,1987
- 29) **Vanik, R.K., Weber, R.C., Matloub, H.S., Snager, J.R. and Gingrass, R. P.:** The comparative Strengths of Internal Fixation Techniques. *J Hand Surg.* 9 -A:216-221,1984