

## 중수골 간부 골절의 수술적 치료 - 금속판과 나사못을 이용한 내고정술과 Kirschner 강선을 이용한 골수내 고정술의 비교 -

신현대 · 이광진 · 김경천 · 송호섭

충남대학교 의과대학 정형외과학교실

**목 적:** 중수골 간부 골절의 수술적 치료에서 Kirschner 강선을 이용한 고정술과 금속판과 나사못을 이용한 내고정술의 임상적 및 방사선학적 결과의 차이를 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 1997년 5월부터 2003년 5월까지 중수골 간부 골절로 수술적 치료를 시행한 환자들 중 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 58예의 환자들을 대상으로 하였으며, 무지의 골절과 중수골의 관절내 골절은 대상에서 제외하였고, 심한 창상 및 개방성 골절에서 Kirschner 강선 고정술을 시행하였던 예들도 대상에서 제외하였다. 결과의 평가를 위하여 임상적으로 최종 추시 시 수술을 시행받은 수지의 TAM (total active motion)을 측정하였고, 단순 방사선 사진을 이용하여 골유합과 각형성 등을 확인하였다.

**결 과:** TAM은 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 경우 7예 (38.9%)에서, 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 경우 8예 (61.5%)에서, 미니 금속판과 나사못을 이용한 관혈적 정복술을 시행한 경우 24예 (88.9%)에서 우수 또는 양호의 만족스러운 결과를 보였다. 각형성은 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군에서 5예, 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군에서 4예에서 배부 각형성이 발생하였으나 미니 금속판과 나사못을 사용한 경우에는 배부 각형성이 발생한 예는 없었으며, 모든 예에서 회전 변형, 척측 및 요측 각형성의 합병증은 발생되지 않았다. 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군의 2예에서 단축의 소견을 보였고, 또 다른 2예에서 불유합 소견을 보여 이차적으로 금속판과 나사못을 이용한 내고정술을 시행하였으나, 나머지 모든 예에서는 모두 골유합 소견을 보였다.

**결 론:** 중수골 간부 골절의 수술적 치료에서 low profile miniplate 및 나사못 고정술은 분쇄 골절 특히 Kirschner 강선으로 충분한 고정력을 얻기 어려운 경우에 선택적으로 사용하면 해부학적 정복 및 안정된 고정이 가능하여 조기 일상생활에 복귀가 가능하며, 수술 후 관절 운동의 회복 및 변형 등의 합병증의 감소에 효과적이라고 사료된다.

**색인 단어:** 중수골 간부 골절, Kirschner 강선, 미니 금속판 및 나사못

## Operative Treatment of Metacarpal Shaft Fracture

### - Comparison of Low-Profile Miniplate System and Kirschner Wire Fixation -

Hyun-Dae Shin, M.D., Kwang-Jin Rhee, M.D., Kyung-Cheon Kim, M.D., Ho-Sup Song, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chungnam National University, School of Medicine, Daejeon, Korea

**Purpose:** To compare Kirschner wire fixation and low profile miniplate system in metacarpal shaft fracture.

**Materials and Methods:** Patients, available at least 1 year, who received the operative treatment after being diagnosed as metacarpal shaft fracture from 1997 May to 2003 May were the subjects with the exclusion of thumb fracture and intraarticular metacarpal bone fracture and also cases involving Kirschner wire fixation on severe laceration or open fracture. On the last follow up total action motion (TAM) and plain radiographes was checked.

**Results:** In 7 cases (38.9%) where closed reduction and Kirschner wire fixation were carried out, 8 cases (61.5%) where open reduction and Kirschner wire fixation were carried out and 24 cases (88.9%) where open reduction using miniplate and screw showed either excellent or good results on TAM. 5 cases of dorsal angulation occurred in closed reduction and Kirschner wire fixation group and 4 cases of dorsal angulation in open reduction and Kirschner wire fixation group however no cases of dorsal angulation occurred in open reduction and miniplate and screw fixation group, and in all cases no rotational deformity, complications through ulnar or radial angulation occurred. Internal fixation was carried out on 2 cases of nonunion which had closed reduction and Kirschner wire fixation carried out, while the rest all showed bony union.

**Conclusion:** Selective use of low profile miniplate and screw fixation in the metacarpal shaft fracture is more effective than in cases of comminuted fracture which can not be achieved firm fixation by Kirschner wire fixation. Low profile miniplate and screw fixation can get more precise anatomical reduction and firm fixation so it allow early return to daily living activity and show low complication rate.

**Key Words:** Metacarpal shaft fracture, Kirschner wire, Miniplate and screw

통신저자 : 김 경 천

대전광역시 중구 대사동 640  
충남대학교 의과대학 정형외과학교실  
Tel : 82-42-220-7345 · Fax : 82-42-252-7098  
E-mail : kckim@cnuh.co.kr

Address reprint requests to : Kyung-Cheon Kim, M.D.

640 Daesa-Dong, Jung-Gu, Daejeon, Korea, Department of Orthopaedic Surgery  
Tel : 82-42-220-7345 · Fax : 82-42-252-7098  
E-mail : kckim@cnuh.co.kr

\*본 논문의 요지는 2004년도 추계 수부외과학회에서 구연되었음.

## 서 론

중수골 간부 골절은 비교적 흔한 수부 손상 중의 하나로 수상 이후 수부 기능의 저하를 초래할 수 있는 골절로 수상 기전에 따른 다양한 골절 형태를 보이며 연부 조직 손상을 동반할 수 있다. 또한 골절시 골의 크기가 작고 골유합이 잘되어 그 중요성이 간과되는 경우가 흔한데 부적절한 치료 결과 생긴 부정유합이나 수지 관절 강직은 일상생활에서 어느 골절보다 불편이 크다고 할 수 있다. 따라서 치료에 있어 골유합 못지 않게 관절 강직 예방이 필수적이며 정교한 수부 기능을 요구하는 경우가 늘어남에 따라 정확한 해부학적 정복 및 이의 유지가 필요하다.

치료 방법으로는 도수 정복 후 석고 고정과 같이 보존적인 치료를 시행하는 경우도 있으나 가장 흔한 형태인 나선형 골절의 경우 골절부가 불안정하여 골단축이나, 각형성, 회전 등으로 인하여 불유합이나 부정유합이 초래되는 경우가 많아 최근에는 수술적 방법을 선호하고 있다<sup>11,14</sup>. 수술적 치료 방법으로는 경피적 핀 삽입술, 관혈적 정복 후 금속판과 나사못을 이용한 내고정술 등이 있으며 이 중 경피적 핀 고정술이 가장 흔히 사용되는 방법이지만 불안정 골절과 연부 조직의 손상이 동반된 경우나 심한 분쇄 골절에서는 정확한 정복이나 유지가 어려운 경우가 많고 오랜 고정으로 인접 관절의 운동제한을 초래하는 문제점이 있다<sup>3,4,15,16</sup>.

저자들은 다양한 중수골 간부 골절에서 경피적 핀 삽입술과 금속판 및 나사못 내고정술을 사용하여 치료한 환자들을 추시 관찰하여 이 중 금속판 및 나사못 내고정으로 양호한 결과를 얻었기에 그 결과를 문헌과 함께 보고한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

1997년 5월부터 2003년 5월 까지 중수골 간부 골절로 수술적 치료를 시행한 환자들 중에서 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 58예의 환자들을 대상으로 하였으며, 무지의 골절과 중수골의 관절내 골절은 대상에서 제외 하였다. 치료의 결과의 비교를 위하여 심한 창상 및 개방성 골절에서 Kirschner 강선 고정술을 시행하였던 예들도 대상에서 제외 하였다.

비관혈적 및 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 내고정술을 사용한 군은 남자가 24예, 여자가 7예이었으며, 관혈적 정복술과 low profile titanium miniplate 및 나사못 내고정술을 사용한 군은 남자가 22예, 여자가 5예이었다. 골절의 유형별로 보면 비관혈적 및 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 내고정술을 사용한 군에서 횡 골절 10예, 사형 골절 6예, 나선형

**Table 1.** Classifications of metacarpal bone fracture

|             | K-wire fixation  |                | Plate & Screw |
|-------------|------------------|----------------|---------------|
|             | Closed reduction | Open reduction |               |
| Transverse  | 8                | 2              | 9             |
| Oblique     | 2                | 4              | 3             |
| Spiral      | 8                | 4              | 10            |
| Comminution | 0                | 3(1)*          | 5             |
| Total       | 18               | 13             | 27            |

\*; Numbers of requiring secondary operation

골절 12예, 분쇄 골절 3예이었고, 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 사용한 군은 횡 골절 9예, 사형 골절 3예, 나선형 골절 10예, 분쇄형 골절 5예이었다 (Table 1).

골절 치료의 방법으로 18예에서 도수 정복술 및 Kirschner 강선 고정술을 시행하였고, 13예에서 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행하였다. 27예의 환자에서 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행하였다.

결과의 평가는 최종 추시 시 수술을 시행한 수지의 TAM (Total Active Motion)을 측정하여 임상적 결과를 비교하였고, 단순 방사선 사진을 이용하여 골유합과 각형성 등을 확인하였으며, 통계학적인 검증을 위하여 chi square test와 Fisher's exact test를 사용하였다.

### 2. 수술 방법

Kirschner 강선의 고정술로는 방사선 영상 증폭장치 하에 도수 정복을 시행한 후 중수골 두 외측에서 경피적 Kirschner 강선 삽입술을 시행하였으며, 골절의 도수 정복시 정복이 어려운 경우에는 골절부에 대한 소절개를 가한 후 관혈적 정복을 시행한 이후 처음과 동일한 방법으로 Kirschner 강선 삽입술을 시행하였다. 평균 2개의 Kirschner 강선 고정술을 시행하였고, 골절의 불안정성이 더 심한 경우에 추가적으로 1개의 Kirschner 강선을 더 고정하였다.

금속판 및 나사못 고정술의 방법으로 제 2중수골은 수배요측 종절개를, 제 5중수골은 수배척측 종절개를 사용하였고, 제 3, 4중수골의 경우 이들 경계부의 수배부 종절개를 이용하였다. 가능한 연부 조직의 손상을 최소화하여 골절부를 노출 시킨 후 금속판을 수배측이나 수배외측에 고정하였다. 이 때 사용하는 금속판은 두께 1 mm, 나사 직경 2.3 mm의 low profile titanium miniplate system (Leibinger, Stryker, Germany)을 사용하였으며, 골절된 중수골의 정확한 해부학적 정복을 위하여 각각의 모양에 미리 굽혀 사용하였다. 이들 중 장사형이나 나선형 골절에서는 최소 연부 조직 절개를 통한 2개 이상의 지연 나사를 경피적으로 삽입하여 고정하였다.

Table 2. Final functional results

| TAM*    | K-wire fixation  |                | Plate & Screw |
|---------|------------------|----------------|---------------|
|         | Closed reduction | Open reduction |               |
| 250~270 | 2                | 2              | 15            |
| 210~249 | 5                | 6              | 9             |
| 190~209 | 7                | 3              | 3             |
| <190    | 4                | 2              | 0             |
| Total   | 18               | 13             | 27            |

\*; TAM (Total Active Motion)

Table 3. Complications

| Complications     | K-wire fixation  |                | Plate & Screw |
|-------------------|------------------|----------------|---------------|
|                   | Closed reduction | Open reduction |               |
| Nonunion          | 2                | 0              | 0             |
| Dorsal angulation | 5                | 4              | 0             |
| Metal failure     | 0                | 0              | 1             |
| Stiffness         | 4                | 2              | 0             |
| Shortening        | 2                | 0              | 0             |

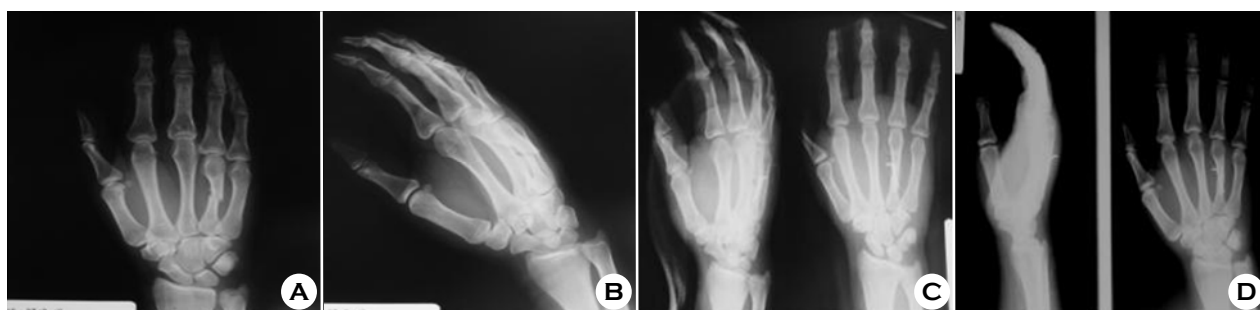


Fig. 1. (A) Initial A-P radiograph of metacarpal shaft fracture.  
 (B) Initial lateral radiograph of metacarpal shaft fracture.  
 (C) Postoperative radiographs of metacarpal shaft fracture by Kirschner wire fixation.  
 (D) It shows complete union with mild dorsal angulation after 6 weeks

### 3. 재 활

수술 후 Kirschner 강선 고정술을 시행한 군에서는 수술부위에 대한 보호를 위하여 단상지 부목으로 3주간 고정하였으며, 이후에 조심스럽게 관절운동을 시행하였고 수술 후 6주에 일상생활에 복귀하였다. 금속판과 나사못 내고정술을 시행한 군에서 부목고정 없이 수술 후 7~10일간 외상으로 부터 보호한 이후 발사를 시행하였으며 이후 완전한 운동을 시행하도록 하였고 환자의 상태에 따라 일상생활에 복귀하도록 하였다.

## 결 과

TAM은 250도에서 270도 사이를 우수, 210도에서 249도 사이를 양호, 190도에서 209도 사이를 보통, 190도 미만을 불량으로 나누어 평가하였으며, 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 경우 7예 (38.9%)에서, 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 경우 8예 (61.5%)에서, 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행한 경우 24예 (88.9%)에서 우수 또는 양호의 만족스러운 결과를 보여 다른

비교군에서 보다 우수한 결과를 보여주었으며 이는 통계적으로 유의하였다 ( $p=0.002$ , Table 2). 방사선 사진상 Kirschner 강선 삽입술은 대체적으로 만족스러운 결과를 보였으나 (Fig. 1) 각형성은 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군에서 5예, 관혈적 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군에서 4예에서 배부 각형성이 발생하였고, 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행한 군에서는 배부 각형성이 발생하지 않아 배부 각형성의 발생에서도 통계적인 유의성을 보였으며 ( $p=0.002$ ), 전 예에서 회전 변형, 척측 및 요측 각형성의 합병증은 발생하지 않았다. 또한 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술을 시행한 군의 2예에서 단축의 소견을 보였고, 또 다른 2예에서 불유합의 소견을 보여 이차적으로 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행하였으나 나머지 모든 예에서는 모두 골유합의 소견을 보였다. 다른 합병증으로 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행한 군에서 금속판 파손이 1예, 금속판 및 나사못 신전건 사이의 자극 증상이 2예 발생하여 골유합이 이루어진 이후 금속판 제거술을 시행하였으나 (Fig. 2), 이들 모두 수술시 소견으로 신전건의 유착을 보이지 않았다 (Table 3).



**Fig. 2.** (A) Initial radiographs of fourth metacarpal shaft fracture. (B) Operation by miniplate and miniscrew fixation. (C) At 6 months, irritation symptom occurred. (D) Radiographs showing bone union after the removal of miniplate and screws.

## 고 찰

중수 골절은 수부 골절에서 흔히 접하게 되는 골절로서 경미한 단축이나 후방 각형성은 기능상 별 문제가 없다고 하더라도 심한 단축과 배부 각형성 및 회전 변형은 인접 관절의 굴곡 제한이나 외견상의 문제를 일으킨다<sup>1,6)</sup>.

대개의 중수부 간부 골절은 Kirschner 강선 고정술을 이용하거나 보존적인 요법으로도 비교적 만족할만한 결과들이 보고되어 왔으나<sup>2,10,13)</sup>, 전위가 심하거나 정복 후 골절부의 불안정성으로 인하여 재전위되거나, 골단축, 각형성 변형 및 회전 변형 등이 생기는 경우, 또한 분쇄형 골절의 경우 Kirschner 강선 고정술만으로 충분한 고정력을 얻기 어렵거나 골절의 정확한 정복의 유지가 어려워 추가적으로 장기간의 석고 고정이 필요한 경우 수부 강직을 초래할 수 있어 논란이 되고 있다<sup>3,4,16)</sup>. Huffaker 등<sup>9)</sup>은 관혈적 정복술 및 내고정술이 정확한 해부학적 정복과 조기 능동운동을 가능하게 하기 때문에 수지골 골절에 있어 가장 좋은 치료 방법이라고 주장하였다.

최근 AO/ASIF group에 의해 개발된 금속판과 나사못에 의한 치료법이 소개된 이후 금속판의 종류 및 고정 방법 등에 많은 발전이 있었고 이에 따라 우수한 결과를 보고하고 있다<sup>5,8,17)</sup>.

저자들도 중수골의 골절에서 불안정한 나선형 골절 및 분쇄 골절은 골절시 골절부의 안정성이 결여되어 도수 정복 후 보존적인 방법으로는 정복을 유지하기가 어려울 뿐만 아니라, Kirschner 강선으로 수술시 골유합을 얻기 위하여서는 장기간의 고정이 필요한 경우가 많아 수지 관절의 강직을 유발할 수도 있다고 생각하였으며 나선형 골절, 분쇄형 골절의 경우 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 통하여 골절부를 안정적으로 고정하고, 조기에 관절운동을 허용하여 수지의 기능장해를 최소화하였다.

중수골 골절에 있어 금속판과 나사못을 이용한 고정술의

적응증으로 Hastings<sup>7)</sup>은 심한 전위 및 부가적인 연부 조직 손상이 있는 다발성 골절이나 전위된 불안정한 골간의 분쇄 골절, 관절내 또는 관절 주위 골절 그리고 골 결손이 있는 경우라 하였고 저자들의 경우 나선형 및 분쇄 골절이 15예로 금속판과 나사못을 이용하여 내고정술을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었다.

금속판은 인체 적합성과 강도를 고려하여 titanium 제재가 많이 개발되고 있으며, 저자들의 경우 low profile system을 사용하였고 AO에서 제시한 2.7 mm 나사못 대신에 다른 문헌<sup>12,14)</sup>에서 처럼 2.0 mm 나사못의 고정으로도 충분히 고정력을 얻을 수 있다고 판단하여 금속판과 나사못을 이용한 고정술의 방법으로 2.3 mm의 나사못을 사용하여 좋은 결과를 얻었다. Fishcher 등<sup>5)</sup>은 low profile system으로도 골절의 정복 및 유지에 충분하다고 하였는데 저자들의 경우 금속판을 중수골의 외형에 맞게 미리 굽혀서 사용하여 피질골과의 접촉이 잘 이루어지도록 하였으며, 금속판 고정 후 가능한 골막을 그 위에서 봉합하여 신전건과의 마찰을 최소화 하였다.

합병증으로 Peter 등<sup>18)</sup>은 관절 강직, 부정유합, 불유합, 인대 손상을 제시하였는데 본 연구에서는 Kirschner 강선 고정술을 시행한 군에서 관절 강직 (TAM<190)이 6예 (19.4%), 부정유합 또는 배부 각형성 변형이 9예 (29%), 불유합 2예 (6.4%) 발생하여 관절 강직 및 부정유합에 있어 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행한 군이 더 우수하다는 통계적인 유의성을 보였다 ( $p=0.026$ ,  $p=0.002$ ). Kirschner 강선으로 고정술을 시행한 군에서 발생한 불유합의 2예는 2차적으로 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행하여 추시 동안 골유합이 되었음을 확인하였다. 다른 합병증으로 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술을 시행한 군에서 금속판 파손이 1예 발생하였으나 이는 골유합이 이루어진 이후에 운동 활동 중에 생긴 병변으로 2차적으로 내고정물 제거술만 시행하였다.

금속판 및 나사못의 제거에 관하여 Dabezies<sup>3)</sup>와 Hastings<sup>7)</sup>

는 제거술이 필요하지 않다고 하였고 저자들의 경우 금속판 및 나사못과 신전근 사이의 동통 및 연발음 등 자극 증상보이는 경우가 2예에서 확인되어 추시 도중 골유합이 이루어진 이후 금속판 제거술을 시행하였으나 이들 모두 수술시 신전근의 유착 소견을 보이지 않았고 수술 후 기능적인 평가에서 간혹 관찰되는 신전근 유착에 의한 TAM 감소는 없었다. 이외에 전 예에서 특별한 원인 없이 본인이 원하여 제거하는 경우를 제외하고는 내고정물을 제거하지 않았지만 추시 상 추가적인 합병증은 없었다.

## 결 론

중수골 간부 골절의 수술적 치료로 관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술은 도수 정복술과 Kirschner 강선 삽입술에 비해 충분한 고정력을 얻을 수 있고 추가적인 부목의 사용없이 조기 관절운동을 제공하여 수지 강직의 예방에 우수한 결과를 보였다. 또한 Kirschner 강선 고정술시 발생할 수 있는 배부 각형성 등의 합병증을 감소시킬 수 있었다.

관혈적 정복술과 금속판 및 나사못 내고정술은 분쇄 골절이나 나선형 골절 등 Kirschner 강선 고정술로는 충분한 고정력을 얻기 어려운 경우에 선택적으로 사용한다면 골절의 정확한 해부학적 정복과 견고한 고정을 통하여 수술 후 조기 관절운동의 회복 및 변형을 예방하는데 효과적이라고 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Bowman SH and Simon RR:** Metacarpal and phalangeal fracture. *Emerg Med North Am*, **11**(3): 671-702, 1993.
- 2) **Choi SD, Lim CK, Chang HG, Chang JD and Lee CJ:** Metacarpal shaft fracture treated by closed reduction and percutaneous intramedullary k-wire fixation. *J Korean Fracture Soc*, **11-1**: 100-106, 1998.
- 3) **Dabezies EJ and Schautte JP:** Fixation of metacarpal and phalangeal fracture with miniature plate and screw. *J Hand Surg [Am]*, **11**: 283-288, 1986.
- 4) **Diao E:** Metacarpal fixation. *Hand Clin*, **13-4**: 557-571, 1997
- 5) **Fischer KJ, Bastidas JA, Provenzano DA and Tomaino MM:** Low profile versus conventional metacarpal plating systems: A comparison of construct stiffness and strength. *J Hand Surg*, **24-5**: 928-934, 1999.
- 6) **Gonzalea MH and Hall RF:** Intramedullary fixation of metacarpal and proximal phalangeal fractures of the hand. *Clin Orthop*, **327**: 47-54, 1996.
- 7) **Hastings II 2nd:** Unstable metacarpal and phalangeal fracture treatment with screws and plates. *Clin Orthop*, **214**: 37-52, 1987.
- 8) **Heim U and Pfeiffer K:** Internal fixation of small fracture. Technique recommended by the AO-ASIF group, 3rd ed, Berlin, Heidelberg, Springer Verlag, 1987.
- 9) **Huffaker JB, Koniuch MP and Simth RJ:** The management of delayed union and nonunion of the metacarpal and phalanges. *J Hand Surg*, **4**: 457-465, 1985.
- 10) **Jeong CH, Kim HM, Lee KH, Chio MG, Kim YS and Lee DR:** Percutaneous intramedullary fixation using prebent k-wires of metacarpal shaft fracture. *J Korean Society Hand*, **4-2**: 199-203, 1999.
- 11) **Jones WW:** Biomechanics of small bone fixation. *Clin Orthop*, **214**: 11-18, 1978.
- 12) **Kim BH, Yim JI and Kang DG:** Miniplate and miniscrew fixation for the metacarpal and phalangeal fractures. *J Korean Fracture Soc*, **10-1**: 150-155, 1997.
- 13) **Kim BS, Cho SD, Cho YS, et al:** Operative treatment of metacarpal shaft fracture. *J Korean Fracture Soc*, **12-3**: 720-726, 1999.
- 14) **Kim SK, Rhee KB, Ko JH, Lee SC and Lee DH:** The results of miniplate fixation for the fractures of metacarpal and phalangeal bone of the hand. *J Korean Orthop*, **29-7**: 1828-1834, 1994.
- 15) **Lee SH, Thoder JJ and Liebeman G:** Operative treatment of metacarpal and phalangeal shaft fracture. *J Am Acad Orthop Surg*, **8**: 111-121, 2000.
- 16) **Melone CP:** Rigid fixation of phalangeal and metacarpal fracture. *Orthop Clin North Am*, **17-3**: 421-435, 1986.
- 17) **O'Sullivan ST, Limantzakis G and Kay SP:** The role of low-profile titanium miniplates in emergency and elective hand surgery. *J Hand Surg [Br]*, **24**: 347-349, 1999.
- 18) **Peter J, Stern MD and Michael J:** Complications of plate fixation in the hand skeleton. *Clin Orthop*, **214**: 59-65, 1987.