

# Surgical Treatment of Metacarpal and Phalangeal Fracture with Rotational Malalignment

Soohyun Lee<sup>1</sup>, Soonchul Lee<sup>1</sup>,  
Jun-Ku Lee<sup>2</sup>, Youngsuk Sim<sup>1</sup>,  
Dae-Sung Choi<sup>1</sup>, Soo-Hong Han<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopaedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, Seongnam, Korea

<sup>2</sup>Department of Orthopaedic Surgery, Seoul Paik Hospital, Inje University, Seoul, Korea

**Received:** June 6, 2017

**Revised:** July 3, 2017

**Accepted:** July 21, 2017

**Correspondence to:** Soo-Hong Han

Department of Orthopaedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, 59 Yatap-ro, Bundang-gu, Seongnam 13496, Korea  
TEL: +82-31-780-5289  
FAX: +82-31-708-3578  
E-mail: hsoohong@hanmail.net

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/bync/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

\*This research was supported by a grant of the Korea Health Technology R&D Project through the Korea Health Industry Development Institute (KHIDI), funded by the Ministry of Health & Welfare, Republic of Korea (grant number: HI13C1398) and Bio & Medical Technology Development Program of the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIP) (No. 2016M3A9E8941670, 2016R1D1A1B03932856).

**Purpose:** Hand fractures can be treated conservatively in many cases, but rotation malalignment is one of the important indications for surgical treatment because of dysfunction. We performed open reduction and internal fixation in these malalignment fractures and report clinical and radiological results.

**Methods:** This study included 28 patients (18 male, 10 female) who had metacarpal and phalangeal fractures with rotational malalignment of finger on initial examination. Patients with combined injuries including open soft tissue damage or multiple fractures were excluded. Mean age was 36.1 years and average follow-up period was 14.6 months. Perioperative extent of rotation and correction during the follow-up, union on the radiographs, Range of motion, disability of the arm, shoulder and hand (DASH) score, and pinch power at the last follow-up were evaluated.

**Results:** Average corrected angulation of rotation was 11.9° and no patient showed scissoring appearance of fingers at the last follow-up. All patients showed solid bony union on the radiographs during the follow-up. The average of total active motion of the injured fingers were average 254°, average DASH score was 3.2 and average pinch power was 3.0 kg at the last follow-up.

**Conclusion:** Clinical and radiologically satisfactory results were obtained in all patients. Care should be taken not to overlook the rotational misalignment after fracture of the hand, and surgical treatment should be considered to ensure correct reduction and fixation.

**Keywords:** Fractures, Metacarpal bones, Finger phalanges, Open fracture reduction

## 서론

정형외과 영역에서 가장 흔하게 접하게 되는 수부 골절은

대부분 보존적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있지만, 단순방사선 사진상 기능 장애가 있을 것으로 예상되는 심한 변형이 있는 경우 수술적 치료를 고려하게 된다<sup>1,2</sup>. 인접한 관절 운동으

로 어느 정도 보상이 가능한 변형과 달리 회전 부정 정렬에 따른 변형은 그 변형각이 원위 방향으로 전달되어 전체 수지의 운동에 장애를 일으킬 수 있고 경미한 회전 부정 정렬이라도 간과된다면 미용적 측면 뿐만 아니라 심각한 기능 장애를 유발할 수 있어 진단하여 교정하는 것이 중요하다<sup>3</sup>. 하지만 일반적으로 단순방사선 사진에서 각 변형과 단축 등의 평면 변형은 판단이 비교적 쉬운 반면 회전 부정 정렬의 유무는 파악하기가 매우 어렵다. 따라서 회전 변형을 판단하기 위해서는 영상 자료뿐만 아니라 가능한 한 정확한 이학적 검사가 요구된다. 저자들은 회전 부정 정렬이 확인된 급성 수지 골절에서 정확한 정복을 위해 수술적 치료를 시행하였으며 이에 그 임상적 및 방사선적 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

2011년 6월부터 2015년 5월까지 수부 중수지 또는 수지의 간부 골절 환자에서 단순방사선 사진상 수술이 필요할 정도의 전위나 각변형을 보이지 않지만 이학적 검사에서 회전 부정 정렬을 보여 관혈적 정복 및 내고정술을 시행한 환자들을 대상으로 후향적 연구를 진행하였다.

제1열 골절, 연부 조직 손상을 동반한 개방성 골절, 다발성 수지 골절, 부종과 통증으로 인하여 회전 정렬 측정이 어려웠던 환자 및 이전 골절의 병력이 있거나 추시 관찰이 안 된 환자는 제외하였다. 총 28명(남자 18명, 여자 10명)이 연구 대상에 포함되었고 평균 연령은 36.1세였으며 평균 추시 기간은 14.6개월이었다(Table 1).

손상된 열은 제4열 15예, 제5열 8예, 제2열 3예, 제3열이 2예였고 골절 부위는 중수지 12예, 근위지골 13예, 중위지골이 3예였다(Table 2). 수상 후 수술 사이의 평균 기간은 5.9일이었고 단순방사선 사진에 대한 분석과 함께 이학적 검사를 시행하여 수술적 치료를 결정하였다.

초기 이학적 검사에서 환자가 통증을 인내할 수 있는 범위에서 주먹을 쥐게 하여 한 수지의 조갑판을 다른 수지가 덮는 경우를 회전 부정 정렬로 판단하고 수술적 치료의 대상으로

정하였다. 회전 부정 정렬의 측정은 수술 전, 수술 후와 마지막 외래 추시에서 3회 시행하였다. 수술 전 마취 상태에서 골절된 수부와 반대편 건측 수부를 수동적으로 주먹을 쥐는 모양으로 수지를 굴곡하여 하여 해당 수지와 제3수지 사이의 각도를 수렴각(양성 값) 또는 발산각(음의 값)으로 정량적으로 측정하여 회전 부정 정렬각으로 정의하였다(Fig. 1)<sup>4</sup>. 제3열의 중수지 및 수지 골절은 제4수지 사이의 각도를 측정하였다. 관혈적 정복 및 내고정을 시행하고 수동적으로 주먹을 쥐게 하여 각도를 다시 측정하고 외래에서 최종 추시에 능동적으로 주먹을 쥐었을 때의 각도를 측정하였다.

골절각은 근위와 원위 골절면의 중축에 의해 형성된 각으로

Table 1. Descriptive values

Characteristic	Values (n=28)
Mean age (range, yr)	36.1 (14–72)
Male	18 (64.3)
Right hand injury	9 (32.1)
Interval between injury to operation (range, day)	5.9 (1–24)
Mean follow-up (range, mo)	14.6 (7–36)
Fracture geometry	
Spiral	14 (50.0)
Oblique	9 (32.1)
Transverse	3 (10.7)
Communitied	2 (7.1)
Anatomic location	
Neck	3 (10.7)
Shaft	22 (78.6)
Base	3 (10.7)
Articular involvement	
Intraarticular	6 (21.4)
Extraarticular	22 (78.6)

Values are presented as number (%).

Table 2. Fractured finger and bone

Location	2nd finger	3rd finger	4th finger	5th finger	Total
Metacarpus	2	0	4	6	12 (42.9)
Proximal phalanx	1	1	9	2	13 (46.4)
Middle phalanx	0	1	2	0	3 (10.7)
Total	3 (10.7)	2 (7.1)	15 (53.6)	8 (28.6)	28

측정했는데 중수지와 수지 위치에 따라 정상각이 다르기 때문에 수술 전과 수술 후 방사선 사진에서 관상면 및 사면 골절각 변화를 측정하였다. 전후면 영상에서 관상면 골절각 변화를 측정하고 측면 영상은 중수골이 겹쳐 측정에 방해가 되기 때문에 사면 영상에서 사면 골절각 변화를 측정하였다(Fig.

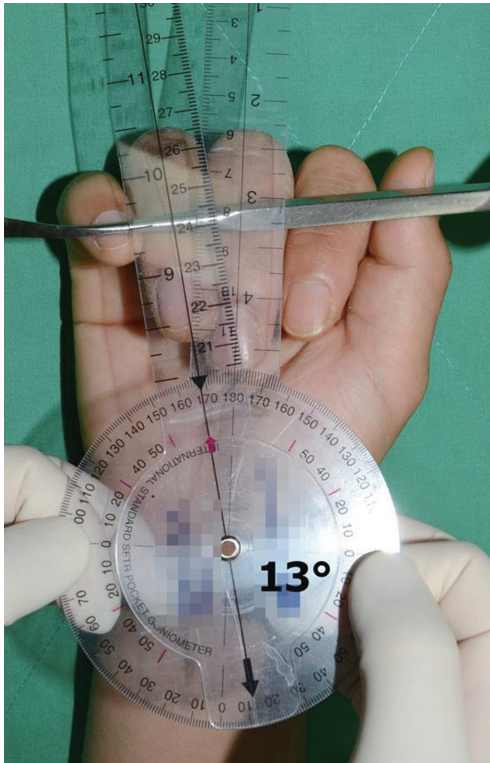


Fig. 1. Rotational angle measurement of right 4th middle phalanx fractured hand.

2). 수술적 치료에 있어 관절적 정복과 내고정을 통하여 최대한의 해부학적 정복을 시도하였고 골절의 특성과 고정이 가능한 공간에 따라 금속판 또는 나사를 이용하여 고정을 시행하였다.

최종 추시에서 방사선 사진상 골유합 및 임상적 평가로 회전 부정 정렬각, 운동 범위, disability of the arm, shoulder and hand (DASH) 점수 및 수상 수지의 파지력을 분석하였다.

수술 전, 후 그리고 최종 추시 3회에 걸쳐 측정한 회전 부정 정렬각을 방향에 따라 수렴군과 발산군 두 군으로 나누어 반복 분산분석(repeated measures analysis of variance, RM-ANOVA)을 시행하였다. 수술 후 마취가 깨지 않은 상태에서 측정한 골절된 수지와 건측 같은 수지의 회전 부정 정렬각을 대응표본 T 검정(paired t-test)을 이용하여 분석하였다.  $p < 0.05$ 의 값을 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

## 결과

17예에서 금속판(LCP Compact Hand, Depuy Synthes, Oberdorf, Switzerland)으로, 9예에서 피질골 나사(LCP Compact Hand, Depuy Synthes)를 이용한 지연 나사술(lag screw technique)로 고정하였고(Fig. 3), 2예에서 금속판과 피질골 나사 모두 사용하였다. 수술로 교정된 관상면 골절각은 평균  $4.2^\circ$  (수술 전 평균  $6.0^\circ$ , 수술 후 평균  $2.0^\circ$ ), 회전 부정 정렬각(제3열과의 교차각)은 평균  $11.9^\circ$ 이었고 수술 후 및 추시 기간 동안 수지의 교차는 관찰 되지 않았다(Table 3). 관절적 해부학적 정복을 통하여 회전 부정 정렬각은 수렴형 집단은 수술 전  $21.4^\circ$ 에서 수술 후  $11.4^\circ$ 로 발산형 집단은 수술

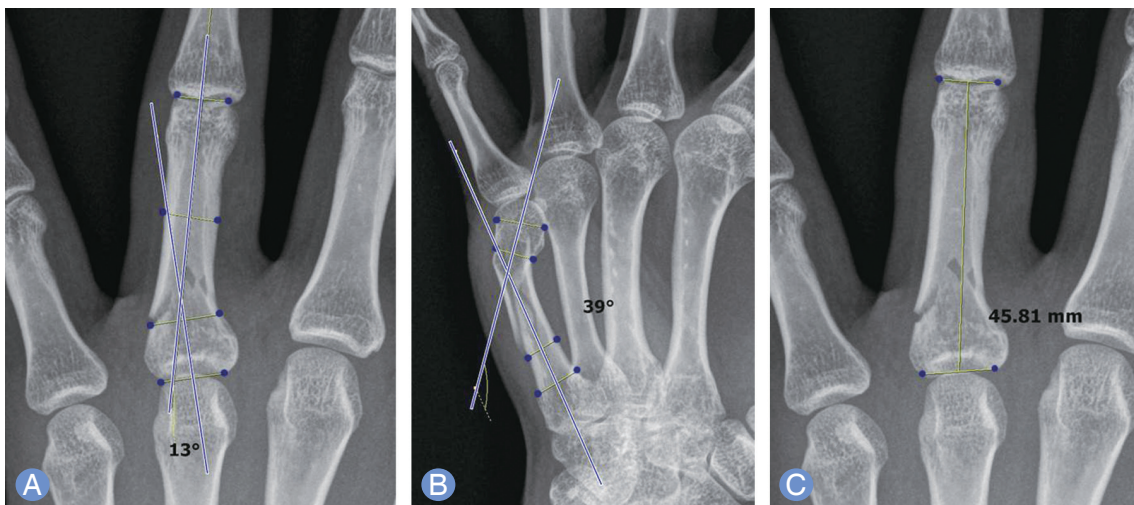
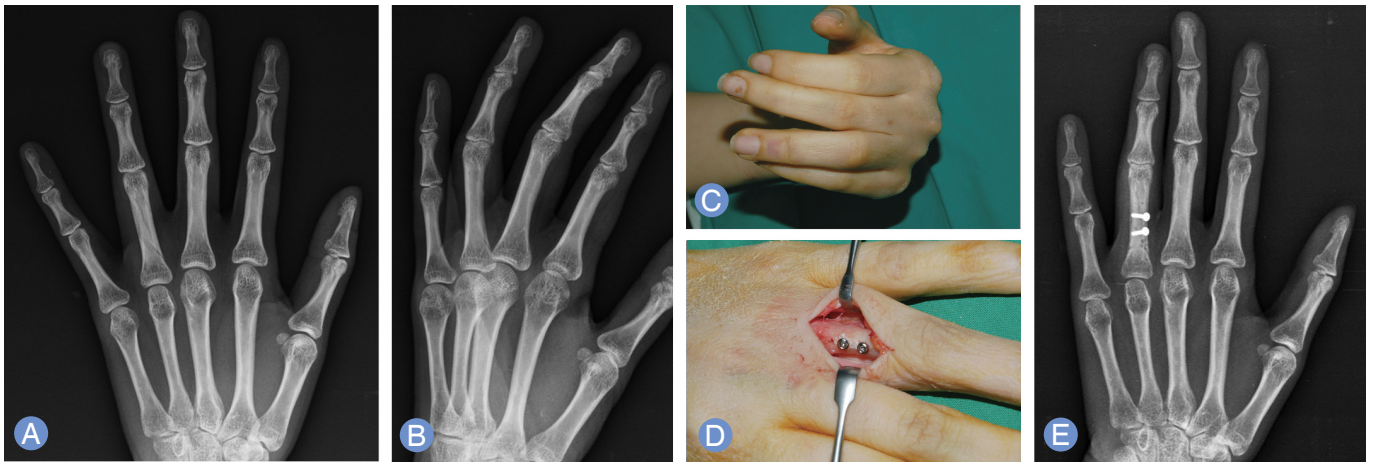


Fig. 2. Radiologic measurement methods of anteroposterior angulation (A), sagittal angulation (B), and fracture bone height (C).



**Fig. 3.** A 38-year-old woman was injured from traction injury resulting in minimally displaced spiral fracture on left 4th finger proximal phalanx. Initial anteroposterior and oblique plan radiographs (A, B). Physical examination in outpatient clinic presented 4th finger overlapping on 5th finger (C). Intraoperative clinical photo of open reduction and internal fixation (D). Correction of rotational alignment after operation (D). Postoperative AP plain radiographs (E) showed anatomic reduction and proper fixation with two lag screws.

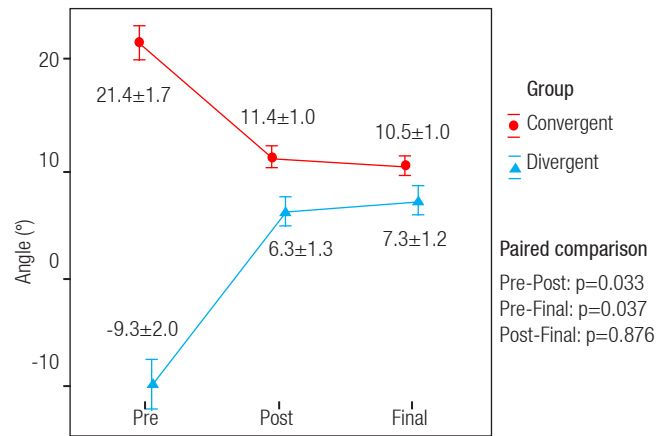
**Table 3.** Radiologic parameter

Parameter	Values
AP angular correction angle (°)	4.2 (±3.0)
Oblique angular correction angle (°)	4.9 (±5.4)
Bone length (mm)	
Preoperative	44.2 (±11.0)
Postoperative	44.7 (±11.5)
Union time (day)	62 (±20)
Disability of the arm, shoulder and hand	3.2 (±4.1)
Total active motion (°)	265 (±15)
Pinch power (kg)	3.0

Values are presented as mean (±standard deviation).  
AP, anteroposterior.

전 -9.3°에서 수술 후 6.3°로 교정되어 두 군의 반복 분산분석 (two group RM-ANOVA)에서 수술 전과 후의 각도 사이에서 유의한 차이를 보였다( $p=0.033$ ) (Fig. 4). 또한, 수술 후 회전 변형이 교정된 골절 수지(9.6°)와 건측 수지(10.1°) 간의 회전 부정 정렬각을 대응표본 T 검정(paired T-test)으로 분석한 결과는 통계적으로 차이가 없었다(Fig. 5).

모든 환자에서 단순방사선 사진상 추시 기간 중 골유합이 이루어졌고, 손상된 수지의 총 능동 운동은 평균 265°이었으며 최종 추시에서 DASH 점수는 평균 3.2이었다. 파지력은 평균 3.0 kg로 건측 평균 3.2 kg와 유의한 차이가 없었다( $p=0.24$ ).



**Fig. 4.** Repeated measures analysis of variance result. Serial measurement represented preoperative and postoperative passive angle measurement under anesthesia and final follow up active angle measurement between convergent and divergent group.

연구 대상자 중 수술 후 회전성 부정 유합을 보이거나 내고정물 제거술 이외의 치료 과정 중 추가 수술이 필요한 경우는 없었고 감염, 힘줄 유착 및 심각한 관절구축 등의 합병증은 발생하지 않았다. 5명의 환자가 연조직 밑의 금속판이 촉지 되어 불편감을 호소하였고 12명의 환자가 증상은 없었으나 제거를 요청하여 총 17명의 환자에서 삽입된 기구를 제거하였다.

## 고찰

중수골과 수지골 골절에서 회전 부정 정렬은 수술적 치료를 결정하는 가장 중요한 요소 중 하나이며 교정되지 않으면 심

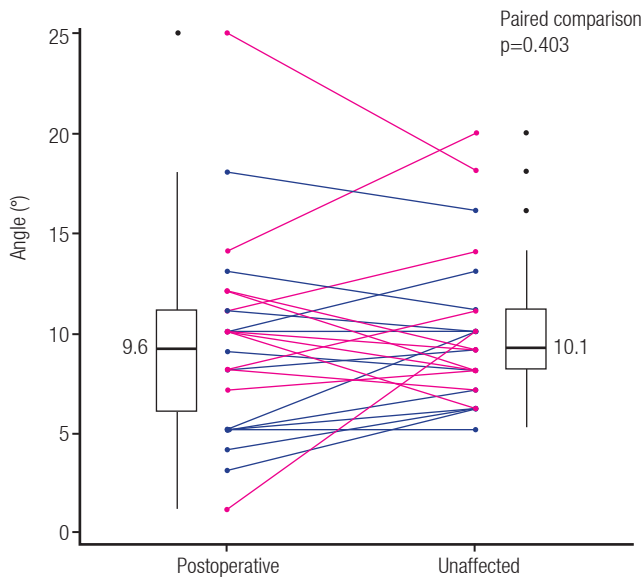


Fig. 5. Paired T-test between immediate postoperative fractured hand angle and unaffected healthy control angle.

각한 기능 장애를 유발할 수 있다<sup>2</sup>. 하지만 단순방사선 사진에서 회전 부정 정렬 유무를 판단하는 것은 쉽지 않기 때문에 많은 경우에서 이학적 검사를 통하여 수술적 치료 여부를 결정해야 한다<sup>5</sup>.

그러므로 정확한 회전 부정 정렬의 평가가 중요하지만 낮은 재현성으로 인하여 적절한 방법에 대한 합의가 제대로 되지 않은 채, 몇 가지 방법이 제시되고 있다. 기존에는 중수지 및 지간 관절 굴곡시켰을 때, 수지 교차 내지는 중복 여부를 판단하거나<sup>6-8</sup>, 모든 수지 말단이 주상골 결절을 향하는 여부를 통해 회전 부정 정렬을 파악하였다<sup>8,9</sup>. 수상 후 부종과 통증으로 환자가 수지를 굴곡하기 어려운 상황에서는 신전한 상태에서 조갑판면을 관찰하여 회전 평가를 시행할 수 있지만 정확한 방법이 될 수 없다<sup>7</sup>. Tan 등<sup>4</sup>은 수지의 회전, 교차, 평행도 및 주상골 돌기 수렴에 대한 정상적인 지표를 보고하였는데, 골절로 인한 회전 부정 정렬을 보이는 경우 교정각 결정에 있어 건측 수지와 비교를 권유하였다. 본 연구에서는 굴곡된 상태의 골절된 열의 수지와 제3수지와 교차각을 측정하여 회전 부정 정렬각으로 정의하고 회전 부정 정렬 정도를 정량적으로 평가하고자 하였다.

수술 전 단순방사선 사진에서 측정한 평균 관상면과 시상면의 각변형은 각각 3.3°와 4.4°이었다. 기능 저하가 없는 각변형의 범위에 대해 다소의 의견 차이는 있지만 제5중수지 30° 이상, 제4중수지 20° 이상, 나머지 중수지 및 모든 근위지에 대하여 15° 이상 각형성이 있는 경우 수술적 치료의 적응증이 된다<sup>10,11</sup>. 본 연구에서 수술 전 측정한 각변형은 모두 보존적

치료가 가능한 범위 내에 있었으나 회전 부정 정렬이 동반되어 수술적 치료를 시행하였다.

회전성 부정 유합은 대개 회전 부정 정렬이 있어 관혈적 정복 및 내고정이 필요 하였으나 부적절한 치료 방법을 선택하였을 때 발생할 수 있고 특히 근위 영역에서 도수 정복 및 핀 고정으로 치료할 경우 좀 더 발생할 수 있다고 보고되었다<sup>7</sup>. 각변형은 인접한 관절 운동으로 어느 정도 보상이 가능하지만, 회전 부정 정렬은 원위 방향으로 전달되어 변형이 더 증가하게 된다. 따라서 중수지 골절은 말단에 위치한 수지의 골절보다 회전 변형에 더 큰 영향을 주기 때문에 비록 적은 양의 중수지 회전 변형이라도 수술적 적응증이 될 수 있다<sup>2,9,12</sup>. 중수지 골절의 1° 회전은 수지 말단에서 5°까지 증가 될 수 있으며<sup>13</sup>, 5°와 10°의 회전 변형은 각각 1.5 cm와 2 cm의 수지 증첩을 일으킬 수 있다<sup>10</sup>. 이러한 이유로 수술적 치료를 시행하는 경우에도 정확한 정복이 이루어져야 하며 여러 보고에서 이를 위하여 관혈적 정복 및 내고정술을 권유하고 있다<sup>7,9,12</sup>. 본 저자들도 회전 부정 정렬에 따른 합병증을 최소화하기 위해 가능한 세밀한 이학적 검사를 토대로 치료 방향을 결정하고 있으며, 수술이 필요한 경우에는 다른 저자들의 주장과 같이 관혈적 정복 및 내고정을 통해 정확한 정복과 조기 재활이 이루어지도록 하고 있다.

본 연구의 한계점으로는 보존적 치료 또는 도수 정복 및 핀 고정을 시행한 대조군이 없어 다른 치료 방법과 결과를 비교하기 어려운 점이다. 그리고 전산화 단층촬영(computed tomography)을 이용한 골절각 측정이 더 정확할 것으로 예상되나 회전 부정 정렬을 평가하기 어렵고 대상 환자 모두에게 촬영이 안되어 분석에 사용되지 못하였다. 본 논문은 정량적 방법으로 회전 부정 정렬을 측정하는 방법을 제시하여 수술 후 회전 부정 정렬의 회복의 정도를 객관적으로 보고하여 적절한 치료 방법을 제시한 면은 어느 정도 의의가 있다고 생각된다.

## 결론

본 연구에서 회전 부정 정렬을 보인 수지 골절에 대한 수술적 치료로 임상적, 방사선학적으로 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 비록 단순 방사선 사진 상 경미한 각변형이 있는 수부 골절이어도 정확한 이학적 검사를 통하여 회전 부정 정렬이 간과되지 않도록 주의해야 하며 확인 시에는 정확한 관혈적 정복과 견고한 내고정의 수술적 치료를 우선 고려해야 할 것으로 생각된다.

## CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## REFERENCES

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26:908-15.
2. Barton NJ. Fractures of the hand. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:159-67.
3. Balaram AK, Bednar MS. Complications after the fractures of metacarpal and phalanges. *Hand Clin.* 2010;26:169-77.
4. Tan V, Kinchelow T, Beredjiklian PK. Variation in digital rotation and alignment in normal subjects. *J Hand Surg Am.* 2008;33:873-8.
5. Calandruccio JH, Jobe MT. Fractures, dislocations, and ligamentous injuries. In: Campbell WC, Canale ST, Beatty JH, editors. *Campbell's operative orthopaedics.* Philadelphia: Mosby/Elsevier; 2008. 3921-80.
6. Henry MH. Hand fractures and dislocations. In: Bucholz RW, Rockwood CA, Green DP, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults.* 7th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins; 2010. 711-80.
7. Day CS. Fractures of the metacarpals and phalanges. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS, Green DP, editors. *Green's operative hand surgery.* 7th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. 231-77.
8. Jupiter JB, Axelrod TS, Belsky MR. Fractures and dislocations of the hand. In: Browner BD, Green NE, editors. *Skeletal trauma: basic science, management, and reconstruction.* 3rd ed. Philadelphia: Saunders; 2003. 1153.
9. Ashkenaze DM, Ruby LK. Metacarpal fractures and dislocations. *Orthop Clin North Am.* 1992;23:19-33.
10. Henry MH. Fractures of the proximal phalanx and metacarpals in the hand: preferred methods of stabilization. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16:586-95.
11. Lenoble E, Goutallier D. Reduction and osteosynthesis of displaced fractures of the distal third of the fifth metacarpal with central medullary bone wires. *Ann Chir Main Memb Super.* 1993;12:189-95.
12. Royle SG. Rotational deformity following metacarpal fracture. *J Hand Surg Br.* 1990;15:124-5.
13. Opgrande JD, Westphal SA. Fractures of the hand. *Orthop Clin North Am.* 1983;14:779-92.

# 회전 부정 정렬이 동반된 중수지와 수지 골절에 대한 수술적 치료

이수현<sup>1</sup> · 이순철<sup>1</sup> · 이준구<sup>2</sup> · 심영석<sup>1</sup> · 최대성<sup>1</sup> · 한수홍<sup>1</sup>

<sup>1</sup>차의과학대학교 분당차병원 정형외과, <sup>2</sup>인제대학교 서울백병원 정형외과

**목적:** 수부 골절은 많은 경우에서 보존적 치료가 가능하지만, 회전 부정 정렬의 경우 기능 장애가 따르기 때문에 수술적 치료의 중요한 적응증 중 하나이다. 저자들은 이런 변형을 보이는 골절에서 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하였으며 이에 그 임상적 및 방사선적 결과를 보고하고자 한다.

**방법:** 수지 골절에서 초기 이학적 검사에서 회전 부정 정렬이 관찰된 28명의 환자(남성 18명, 여성 10명)를 대상으로 하였다. 연부 조직의 개방성 손상과 다발성 수지 골절 등 다른 손상이 동반된 환자는 제외하였다. 수상 당시 평균 나이는 36.1세이고 평균 추시 기간은 14.6개월이었다. 최종 추시에서 회전 부정 정렬각, 방사선학적 골유합, 운동 범위, 상지 disability of the arm, shoulder and hand (DASH) 점수 및 파지력을 평가하였다.

**결과:** 추시 기간 동안 측정된 평균 회전 부정 정렬각 교정은 11.9°였고, 단순방사선 사진상 모든 예에서 골절부 유합이 이루어졌으며 수술 후 지간 교차는 관찰되지 않았다. 마지막 추시에서 수상한 수지의 총 능동적 가동 범위는 평균 254°, 평균 DASH 점수는 3.2이었고 평균 파지력은 3.0 kg이었다.

**결론:** 대상 환자 모두에서 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 수부 골절 후 회전 부정 정렬이 간과되지 않도록 주의해야 하며 확인 시 정확한 정복과 고정이 이루어지도록 수술적 치료를 고려해야 한다.

**색인단어:** 중수골 골절, 수지골 골절, 회전 부정 정렬, 관혈적 정복술

접수일 2017년 6월 6일 수정일 2017년 7월 3일

게재확정일 2017년 7월 21일

교신저자 한수홍

경기도 성남시 분당구 야탑로59

차의과학대학교 분당차병원 정형외과

TEL 031-780-5289 FAX 031-708-3578

E-mail hsoohong@hanmail.net

\*이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1D1A1B03932856). 또한 2016년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단 바이오의료기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016M3A9E8941670).