

## 수부골절 불유합에 대한 자가장골 이식술

김주용 · 이영근\* · 안기찬 · 성태우

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실, 다손정형외과의원 정형외과\*

**목 적:** 수부 골절 후에 발생한 불유합의 자가 장골 이식술의 결과에 대해 보고하고자 한다.

**대상 및 방법:** 2006년 10월부터 2008년 9월까지 수부에 발생한 불유합으로 자가 장골 이식술을 시행받은 환자 중 12개월 이상 추시 가능하였던 35명의 환자 37예를 대상으로 하였다. 처음 수상원인, 수상부위, 처음 치료방법, 수상 후 골이식까지의 기간, 이식골의 크기, 이식골 고정방법, 골유합 기간 및 골유합 정도에 대해 후향적으로 분석하였다. 또한 술 후 최종 추시상에서 측정한 중수지관절, 근위지관절, 원위지관절의 운동 각도와 시각통증척도 (VAS)를 이용하여 평가하였다.

**결 과:** 수상원인은 개방성골절 23예 (62.2%), 압쇄손상 12예 (32.4%), 직접타격이 2예 (5.4%)였으며, 부위는 중수골 7예, 근위지골 17예, 중위지골 8예, 원위지골 5예이었다. 수상 후 골이식까지의 기간은 평균 20.7주였다. 이식골의 고정법은 K-강선 고정이 27예 (73.0%), 금속판 고정이 6예 (16.2%), K-강선과 환상강선을 이용한 경우가 2예 (5.4%), K-강선과 금속판을 이용한 경우가 2예 (5.4%)였다. 이식골의 크기는 평균 0.93 cm<sup>3</sup>이었으며 골유합 기간은 평균 11.1주였고, 전예에서 골유합을 얻었다.

**결 론:** 수부 골절 후 발생한 불유합 치료를 위해 자가 장골 이식술은 유용한 치료방법이라 생각된다.

**색인 단어:** 수부, 불유합, 자가 장골 이식술

## Autogenous Iliac Bone Grafting for the Treatment of Nonunion in the Hand Fracture

Joo-Yong Kim, M.D., Young-Keun Lee, M.D., Ph.D.\*, Ki-Chan An, M.D., Tae-Woo Sung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pusan Paik Hospital, College of Medicine, Inje University, Busan,  
Department of Orthopedic Surgery, Dason Orthopaedic Clinic\*, Jeonju, Korea

**Purpose:** To evaluate autogenous iliac bone graft for nonunion after hand fracture.

**Materials and Methods:** From October 2006 through September 2008, we analyzed 35 patients, 37 cases of autogenous iliac bone graft for nonunion after hand fracture that have followed up for more than 12 months. We analyzed about etiology, fracture site, initial treatment, time to bone graft, grafted bone size, grafted bone fixation method, radiologic time of bony healing and bone union rate retrospectively. Also we evaluated VAS and range of motion of each joints (MCP, PIP, DIP) at final follow-up assessment.

**Results:** Etiology was open fracture 23 cases (62.2%), crushing injury 12 cases (32.4%), direct trauma 2 cases (5.4%). Fracture site was metacarpal bone 7 cases, proximal phalanx 17 cases, middle phalanx 8 cases, distal phalanx 5 cases. Time to bone graft was average 20.7 weeks. Grafted bone fixation method was fixation with K-wire 27 cases (73.0%), fixation with only plate 6 cases (16.2%), fixation with K-wire plus plate 2 cases (5.4%), fixation with K-wire plus cerclage wiring 2 cases (5.4%). Grafted bone size was average 0.93 cm<sup>3</sup> and bony union time was average 11.1 weeks and we had bone union in all cases.

**Conclusion:** Autogenous iliac bone graft is the useful method in the reconstruction of non-union as complication after hand fracture.

**Key Words:** Hand fracture, Nonunion, Autogenous iliac bone graft

통신저자 : 이 영 근

전북 전주시 덕진구 인후동 1572-8번지  
다손정형외과의원 정형외과  
Tel : 063-249-8300 • Fax : 063-246-6900  
E-mail : trueyklee@yahoo.co.kr

Address reprint requests to : Young-Keun Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dason Orthopaedic Clinic, 1572-8,  
Inju-dong, Deokjin-gu, Jeonju 561-232, Korea  
Tel : 82-63-249-8300 • Fax : 82-63-246-6900  
E-mail : trueyklee@yahoo.co.kr

접수: 2010. 8. 22

심사 (수정): 1차 2010. 10. 7, 2차 2010. 12. 15

게재확정: 2011. 2. 16

## 서 론

수부 골절 환자를 치료할 때 초기에 기능 소실을 최소화 하고, 조기 골유합을 위해 노력하지만, 골유합을 얻지 못하는 경우가 많다. 이런 불유합과 지연 유합은 수부 골절에서 흔하지 않지만, 대개 개방성 수부 골절 환자의 5~6% 정도에서 발생하며, 분쇄골절, 골결손 또는 심각한 상처를 동반한 경우에 그 빈도는 더욱 증가한다<sup>3)</sup>. 이는 기능적인 문제와 결부되는 것으로 알려져 있으며, 유합을 얻기 위해 자가골이식이 필요하다. 불유합이라는 진단을 내리기 위해서는 최소한 1년은 기다려야 한다고 주장하는 이들도 있으나<sup>10)</sup>, 골유합을 얻기 위해 장기간 고정을 했을 경우 심각한 기능적 결손을 가져올 수 있다.

다른 부위의 골이식에 대한 대한 보고는 많으나, 수부 골절 이후에 시행된 골이식에 대한 보고는 거의 없다. 이에 저자들은 수부 골절로 자가 장골이식을 시행받은 37예에 대해 후향적으로 연구한 결과를 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

2006년 10월부터 2008년 9월까지 저자들에 의해 수부 골절 후 발생한 불유합에 대해 자가 장골 이식술을 시행 받은 환자 중 12개월 이상 추시 가능하였던 35명의 환자 37예를 대상으로 하였으며, 재접합술, 골종양에 의한 병적 골절 등은 제외하였다. 총 35명의 환자 중 성별 분포는 남자가 29명, 여자는 6명으로 남자가 월등히 많았고, 수술 당시의 환자의 연령은 평균 38세였다. 처음 수상원인 및 양상, 수상부위, 초기치료방법, 수상 후 골이식까지의 치료 기간, 골이식의 원인, 이식골의 크기, 이식골 고정방법, 골유합 기간, 그리고 관절 운동 각도 등에 대해 후향적으로 분석하였다.

골유합의 정의는 전후면 및 측면 단순 방사선 사진에서 골주가 교차되는 것을 방사선학적인 골유합 (radiologic bone union)으로, 이학적 검사상에서 골절부위를 조작했을 때 통증이 나타나지 않고 가성운동이 보이지 않는 경우를 임상적인 골유합 (clinical bone union)으로 보았다. 또한 불유합은 3개월 이내에 방사선학적인 골유합과 임상적인

골유합 중 어느 것도 얻지 못한 경우를 기준으로 하였다.

관절 운동은 최종 추시에서 중수지관절, 근위지관절, 원위지관절의 운동 각도를 측정하였으며 주관적 만족도의 평가를 위해 술 전 및 술 후 시각통증척도 (VAS, Visual Analogue Scale)를 측정하여 t-test (paired t-test)를 실시하였다.

## 결 과

수상원인으로는 압쇄손상이 12예 (32.4%), 직접타격이 2예 (5.4%)였으며, 개방성 골절이 23예 (62.2%)였다 (Table 1). 부위는 중수골 7예 (19.0%), 근위지골 17예 (45.9%), 중위지골 8예 (21.6%), 원위지골 5예 (13.5%)였으며 (Table 2), 압쇄손상과 개방성 골절의 총 35예 중 12예 (34.3%)에서 건 및 신경, 혈관의 동반 손상이 확인되었다. 초기치료방법은 관혈적 정복술 및 핀 고정술이 26예 (70.3%)로 가장 많았고, 도수 정복술 및 핀 고정술 8예 (21.6%) 그리고, 부목을 이용한 보존적 치료가 3예 (8.1%)였다 (Table 3). 이후 경과 관찰 중 불유합으로 판단되어 자가 장골 이식술을 시행하기까지의 기간은 수상일로부터 평균 20.7주였다. 이식골의 고정은 K-강선 (Fig. 1, 2, 3)이 27예 (73.0%), K-강선과 환상강선을 이용한 경우가 2예 (5.4%), K-강선과 금속판을 이용한 경우가 2예 (5.4%)였으며, 금속판만으로 고정한 경우 (Fig. 4)는 6예 (16.2%)였다 (Table 4). 이식골의 크기는 자가 장골을 채취하고 이식부위에 맞게 다듬은 후 가로, 세로, 높이를 자로 측정하였으며 평균 0.93 cm<sup>3</sup>이었다. 골유합까지의 기간은 평균 11.1주 (41~166일)가

Table 1. Cause of injury

Cause	Cases
Crushing injury	12 (32.4%)
Direct blow	2 (5.4%)
Open fracture	23 (62.2%)
Total	37

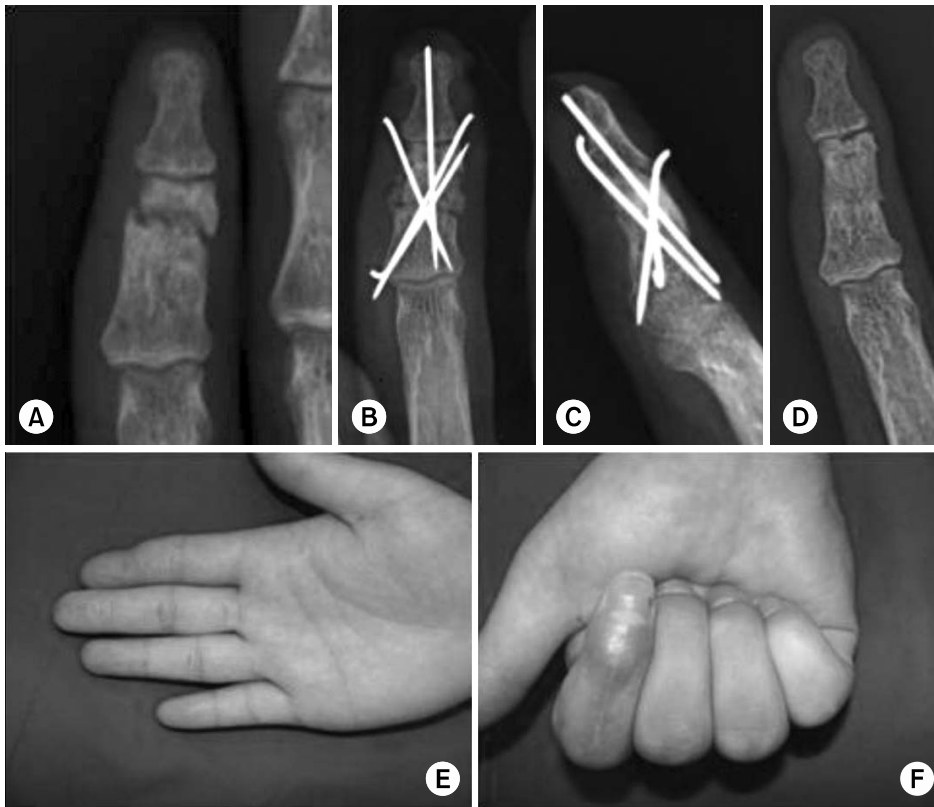
Table 2. Fracture site

Site	Cases
Distal phalanx	5 (13.5%)
Middle phalanx	8 (21.6%)
Proximal phalanx	17 (45.9%)
Metacarpal	7 (19.0%)
Total	37

Table 3. Initial treatment

Treatment	Cases
Splint	3 (8.1%)
CRIF	8 (21.6%)
ORIF	26 (70.3%)
Total	37

CRIF: Closed reduction and internal fixation, ORIF: Open reduction and internal fixation.



**Fig. 1.** A 28-year-old man sustained middle phalanx fracture of right index finger by belt injury.

(A) The anteroposterior view of the preoperative X-ray shows bony gap of the fracture site at 3 months after initial operation.

(B) Immediate postoperative X-ray shows autogenous iliac bone graft and K-wire fixation.

(C) At eight weeks after autogenous iliac bone graft, the X-ray shows the medullary bridge of the fracture site.

(D) The anteroposterior view of the X-ray after K-wire removal shows the filling of the bony gap.

(E) Finger extension and (F) Flexion at final evaluation. He ultimately recovered 70% of his finger motion, had no pain, and used his finger in pinching and gripping activities.



**Fig. 2.** A 22-year-old man sustained distal phalanx open fracture of left index finger. The osteomyelitis was developed after K-wires fixation at local clinic.

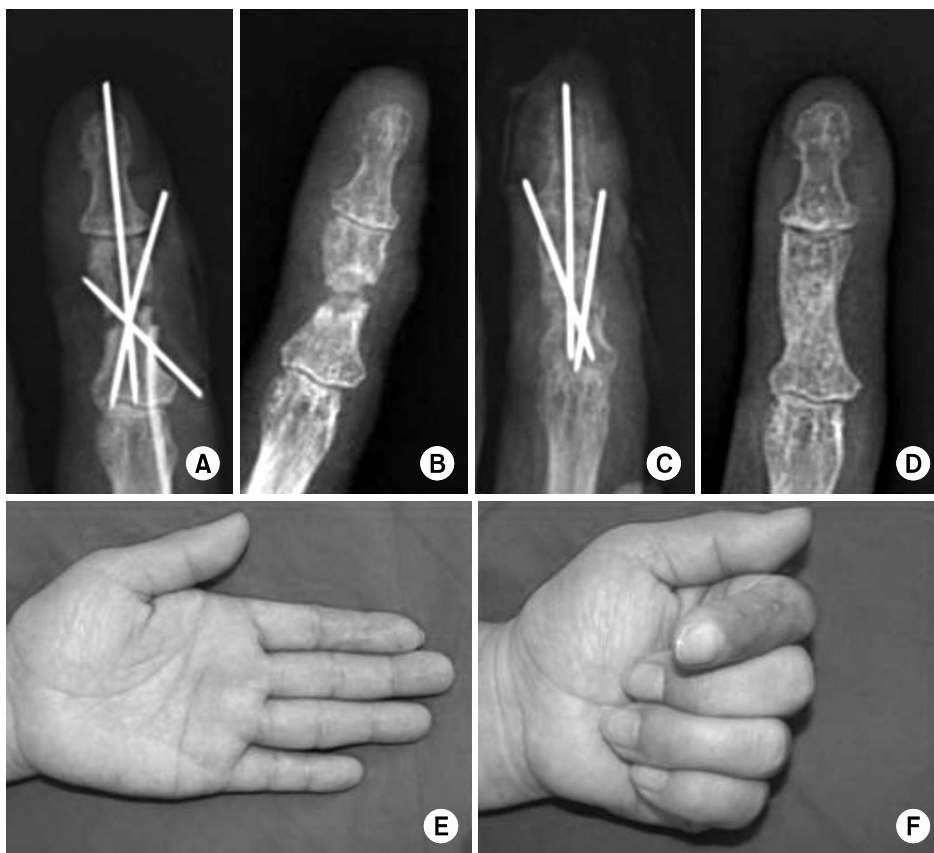
(A) The anteroposterior view of the preoperative X-ray shows osteolytic lesion of distal phalanx.

(B) Antibiotics mixed cement was inserted after debridement and curettage.

(C) At four weeks after antibiotics mixed cement insertion, autogenous iliac bone graft and K-wire fixation was done.

(D) The X-ray after K-wire removal shows the bony union.

(E) Finger extension and (F) Flexion at final evaluation. He ultimately recovered nearly complete of his finger function.



**Fig. 3.** A 52-year-old woman sustained middle phalanx open fracture of left index finger.

(A) The anteroposterior view of the X-ray shows after initial operation.

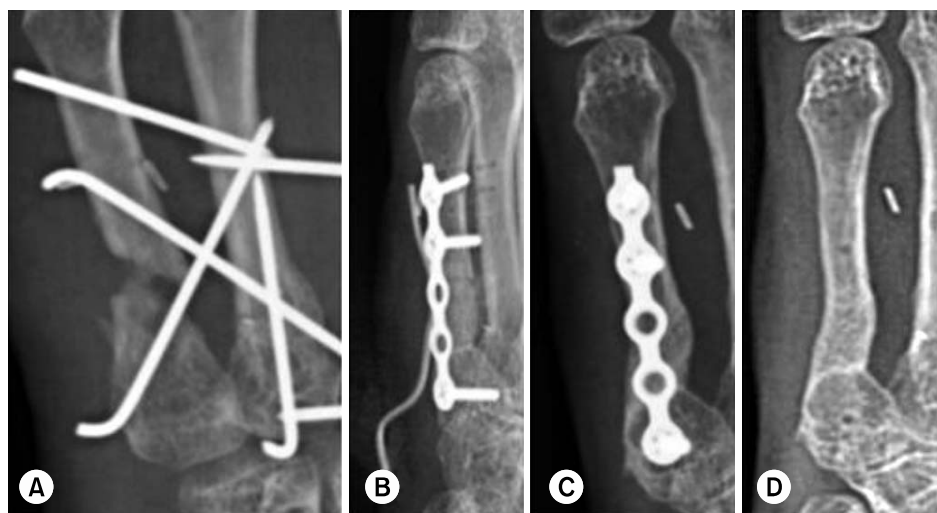
(B) Preoperative X-ray shows bony gap of the fracture site at 3 months after initial operation.

(C) Immediate postoperative X-ray shows autogenous iliac bone graft and K-wire fixation.

(D) The X-ray after K-wire removal shows the bony union.

(E) Finger extension, 0° and

(F) Flexion, 70° at final evaluation.



**Fig. 4.** A 39-year-old woman sustained multiple open fracture and dislocation of left hand by machine injury. Multiple fractures were fixed multiple K-wires at the time of injury.

(A) Preoperative view shows non-union of 5th metacarpal fracture site at 3 months after initial operation.

(B) Immediate postoperative X-ray shows autogenous iliac bone graft and miniplate fixation.

(C) At 10 weeks after autogenous iliac bone graft, the anteroposterior view of the X-ray shows cortical continuity of the fracture site.

(D) The anteroposterior view of the X-ray after miniplate removal shows the filling of the bony gap.

Table 4. Grafted bone fixation method

Method	Cases
K-wire only	27 (73.0%)
K-wire+plate	2 (5.4%)
K-wire+cerclage wiring	2 (5.4%)
Plate only	6 (16.2%)
Total	37

걸렸다. 전례에서 골유합을 얻었으며, 고정 방법에 따른 유합율 및 골유합까지의 기간에서 통계학적 유의성은 찾을 수 없었다. ( $p=0.2$ ,  $>0.5$ ) 최종 추사에서 시행한 관절운동 각도의 평균값은 중수지관절에서  $32.2^\circ$ , 근위지관절  $36.4^\circ$ , 원위지관절  $5.0^\circ$ 이었으며, 시각통증척도는 그 평균과 표준편차가 술 전  $2.95 \pm 1.88$ 에서 술 후  $0.45 \pm 0.83$ 로 유의한 차이를 보였고 ( $p=0.02$ ) 감염 등의 합병증은 없었다.

## 고 찰

수부의 중수골 및 수지 골절의 경우, 특히 비개방성 골절이라면 대부분 3~6주 이내에 골유합을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 고에너지 압쇄손상과 같은 심한 개방성 골절의 경우 광범위한 연부 조직 손상 및 분절 골결손이 동반되어 골유합을 얻는 데 더 많은 시일이 필요할 것이며<sup>2)</sup>, 추가적으로 수술적인 치료가 시행되는 경우가 많다<sup>9)</sup>.

Jupiter 등<sup>6)</sup>은 중수골과 수지골의 지연 유합 및 불유합의 치료 증례 25예 보고에서 처음 수상원인으로 13예가 개방성 골절과 연관이 있다고 발표하였고, 저자들의 증례에서도 개방성 골절이 23예 (62.2%)로 대부분을 차지함을 확인할 수 있었다. 이러한 경우에 고정기간이 늘어나고, 추가적인 시술로 건 및 관절막의 유착에 의한 관절 강직 및 연부 조직 구축 등 기능적으로 좋지 않은 결과를 초래하게 된다. 따라서 불유합 치료에서는 수술 치료의 득과 실, 그리고 궁극적으로 추구하는 수부의 기능 등에 대한 정확한 분석이 반드시 선행되어야 한다.

자가골이식술은 특히 수부의 불유합에서 표준적인 치료로 많이 이용되어 왔으며<sup>7)</sup>, 골격의 회복을 위한 필수적인 요소이다<sup>5)</sup>. 해면골이식은 골유합에 적절한 자극을 제공하며, 피질골이식은 내고정기구와 함께 골격에 가해지는 부하를 견디게 한다<sup>3)</sup>. 저자들은 피질골이식을 통해 골격을 만든 다음 해면골이식을 필요에 따라 추가하여 골유합을 촉진시켰다. 최근에는 초기에 골이식을 시행하여 골유합까지의 시간을 단축시키고, 고정 기간을 줄여 연부 조직 구축을 줄이며, 동시에 건박리술 혹은 관절박리술을 시행하여 더 나은 수부 기능을 얻을 수 있다는 보고들이 많

다<sup>4,8,9,11,12)</sup>.

여기에서 제기할 수 있는 문제는 수부골절에서 초기와 불유합을 판정하는 시기의 문제이다. 불유합 진단을 내리기 위한 기간을 최소한 1년으로 보는 이들도 있고<sup>10)</sup>, Jupiter 등은 4개월까지 골유합의 소견이 보이지 않을 때 이를 불유합으로 보고 여러 가지 치료를 시행했다<sup>6)</sup>. 저자들은 초기에 치료를 시작하고자 하는 의도로, 3개월을 기준으로 방사선학적 및 임상적인 골유합을 통해 불유합을 판단하였다. Saint-Cyr 등<sup>9)</sup>은 7명의 분절골결손 및 연부 조직손상을 동반한 type III 개방성 수부 골절의 환자에게 즉각적으로 골이식술을 시행하고, 최종 추시상 92%의 골유합 소견을 얻었으나, 감염이 발생한 경우는 한 예도 없었다고 보고하였다. 이 보고에서 저자들은 이식 전에 광범위한 변연절제술을 통해 생존이 의심되는 조직을 완전히 제거하는 것이 중요함을 강조하였다. Stahl 등<sup>11)</sup>도 골소실을 동반한 수지의 개방성 골절 환자의 증례 보고에서 초기에 골이식을 이용한 치료를 통해 양호한 결과를 얻었으며, 감염이 발생한 경우는 없었다고 하였다. 또한, 골결손의 크기가 2 cm 이상이면서, 변연절제술이 충분히 이루어져 창상이 깨끗하다고 판단되며, 풍부한 혈행공급이 이루어질 때 초기 골이식술을 시행할 것을 강조하며, 이러한 조건들이 갖추어지지 않았을 때에는 골이식술이 지연되어야 한다고 보았다.

이렇게 초기 골이식술의 장점과 안정성을 강조하는 여러 보고들 가운데<sup>4)</sup>, 변연절제술을 확실하게 시행하였다 하더라도, 생존이 불확실하고 감염을 일으킬 만한 조직을 최대한 제거하는 것에 주관적인 판단이 들어갈 수밖에 없다. 따라서 개방성 창상이 있는 곳에 골이식술을 시행할 때 부담을 가질 수밖에 없으며, 적절한 시기를 결정하는 것도 쉽지 않다. 저자들의 경우도 가장 초기에 골이식술을 시행한 경우가 수상 후 13일째로 감염 등의 합병증은 발생하지 않았지만, 적응증만 된다면 앞으로 좀더 초기에 골이식술을 시행함으로써 환자들의 이환기간을 줄이고, 더 나은 수부기능을 회복할 수 있도록 노력하고자 한다.

Jupiter 등<sup>6)</sup>은 중수골과 수지골의 지연 유합 및 불유합의 치료 증례 25예를 보고하면서, 초기의 적절하지 못한 골절의 고정이 이러한 합병증을 일으킨 가장 큰 요인이었으며, 무엇보다도 재고정 및 골이식 등을 이용한 수술 이후 초기 관절 운동이 중요함을 강조하였다. 또한 근위 지골에 가장 많이 발생하였음을 보고하였는데, 이는 저자들의 보고에서도 확인할 수 있었다. 저자들의 보고는 골이식술에 초점을 두고 있지만, Jupiter 등<sup>6)</sup>은 불유합의 예방 및 치료에서 또 하나의 중요한 점은 견고한 골고정이라고 보고하였으며, 안정적이며 견고한 골고정은 정렬을 유지하고 골유합을 얻으며 즉시 운동을 허용하는데 필수적인 요소이다. 하지만,

비교 분석을 통해서 초기의 골고정의 견고함 또는 방법이 불유합의 발생에 미치는 영향에 대해서는 이전에 보고된 바가 없었으며, 이는 이 보고의 제한점이자 앞으로 저자들에게 남겨진 과제이다. 다만 이식골의 고정 방법은 전례에서 골유합을 얻어 그 차이점을 발견할 수 없었다. 이는 피질골이식뿐만 아니라 충분한 해면골이식을 동반하였고, 처음보다 좀 더 견고하게 고정하려 했기에 가능했다고 볼 수 있다.

저자들의 결과에서 볼 때 최종 추사에서 관절 운동 범위가 많이 감소된 원인으로는 주로 초기 수술 시 K-강선으로 고정을 하였고, 조기에 골유합이 일어나지 않아 관절 운동을 빨리 시작하지 못하였으며, 골이식 이후 추가적으로 관절 고정 기간이 늘어났기 때문으로 볼 수 있다<sup>6)</sup>.

저자들은 이번 분석을 통해서 불유합은 분쇄 골절 혹은 방사선학적으로 골결손을 동반한 개방성 골절과 심한 압제 손상의 경우에 잘 발생하는 것을 알 수 있었으며, 초기 수술 당시 K-강선으로 고정한 경우에도 불유합의 빈도가 높게 나오는 것을 알 수 있었다. 또한 골이식술은 수부 기능 재건에 반드시 필요하고 유용하며, 골결손의 복원에 가장 중요한 요소임을 확인할 수 있었다.

수부에서 발생한 불유합은 수상 당시에 이미 신경 손상, 건 손상 및 연부 조직 손상 등을 동반하는 복합적인 손상인 경우가 대부분이기에<sup>6)</sup> 이전의 수부기능으로 완전히 회복하는 것이 힘든 경우가 많지만, 골이식 등의 치료를 적극적으로 고려하고 그 시기를 잘 결정하여 시행하여 더 나은 수부기능을 환자들에게 제공해 줄 수 있다.

## 결 론

저자들은 수부 골절 후 발생한 불유합에 대하여 자가장골이식을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었을 수 있었기에, 자가장골이식은 골결손의 치유뿐 아니라 조기 골유합을 얻는데 유용한 치료방법이라 생각된다. 3개월까지 기다린 후에도 골유합을 보이지 않는 수부 골절에 대해서 골유합을 기다리며 고정기간을 연장시키는 것보다 조기에 골이식 및 견고한 고정을 시행하여 골유합을 촉진시키고, 조기 관절운동을 가능하게 하는 것이 궁극적으로 더 나은 수부기능을 얻을 수 있는 방법으로 볼 수 있다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Barton NJ**: Fractures of the shafts of the phalanges of the hand. *Hand*, **11**: 119-133, 1979.
- 2) **Duncan RW, Freeland AE, Jabaley ME, Meydrech EF**: Open hand fractures: an analysis of the recovery of active motion and of complications. *J Hand Surg Am*, **18**: 387-394, 1993.
- 3) **Freeland AE, Rehm JP**: Autogenous bone grafting for fractures of the hand. *Tech Hand Up Extrem Surg*, **8**: 78-86, 2004.
- 4) **Gonzalez MH, McKay W, Hall RF Jr**: Low-velocity gunshot wounds of the metacarpal: treatment by early stable fixation and bone grafting. *J Hand Surg Am*, **18**: 267-270, 1993.
- 5) **Gross TP, Cox QG, Jinnah RH**: History and current application of bone transplantation. *Orthopedics*, **16**: 895-900, 1993.
- 6) **Jupiter JB, Koniuch MP, Smith RJ**: The management of delayed union and nonunion of the metacarpals and phalanges. *J Hand Surg Am*, **10**: 457-466, 1985.
- 7) **Rinaldi E**: Autografts in the treatment of osseous defects in the forearm and hand. *J Hand Surg Am*, **12**: 282-286, 1987.
- 8) **Saint-Cyr M, Gupta A**: Primary internal fixation and bone grafting for open fractures of the hand. *Hand Clin*, **22**: 317-327, 2006.
- 9) **Saint-Cyr M, Miranda D, Gonzalez R, Gupta A**: Immediate corticocancellous bone autografting in segmental bone defects of the hand. *J Hand Surg Br*, **31**: 168-177, 2006.
- 10) **Smith FL, Rider DL**: A study of the healing of one hundred consecutive phalangeal fracture. *J Bone Joint Surg Am*, **17**: 91-109, 1935.
- 11) **Stahl S, Lerner A, Kaufman T**: Immediate autografting of bone in open fractures with bone loss of the hand: a preliminary report. Case reports. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*, **33**: 117-122, 1999.
- 12) **Sundine M, Scheker LR**: A comparison of immediate and staged reconstruction of the dorsum of the hand. *J Hand Surg Br*, **21**: 216-221, 1996.