

## 원위 주상골 불유합의 수술적 치료

이상윤 · 신주철 · 오원택 · 최윤락 · 고일현 · 강호정

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

## Operative Treatment for Nonunion of the Distal Scaphoid

Sang-yun Lee, Jucheol Shin, Won-taek Oh, Yun-Rak Choi, Il-Hyun Koh, Ho-Jung Kang

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

**Purpose:** The purpose of this study was to analyze the clinical and radiological outcomes of distal scaphoid nonunion patients who underwent operative treatment.

**Methods:** From July 2006 to May 2014, there were a total of 9 distal scaphoid nonunion patients, with a mean age of 32 years. The mean time from symptom onset to operation was 15 months. Operative treatment was performed through a volar approach, osteosynthesis with an auto-iliac bone graft was performed. Union was determined through radiographs and computed tomography, while the scapholunate angle (SLA) and lateral intrascaphoid angle (LISA) were measured. Clinical outcomes were evaluated by assessing range of motion (ROM) of the wrist, the visual analogue scale (VAS), Mayo wrist score, and disabilities of arm, shoulder and hand (DASH) score.

**Results:** The incidence of distal scaphoid nonunion was 11.8% (9/76), with all patients demonstrating union after the operation. Mean union time was 5 months and mean follow-up period was 23 months. Both SLA and LISA decreased, returning to normal range. The ROM of the wrist joint increased but not statistically significant. The postoperative VAS pain score improved, while grip strength advanced. In addition, both postoperative Mayo wrist and DASH scores document better results than those of pre-operation. Overall, there were two postoperative complication cases of joint motion limitation and pin site irritation.

**Conclusion:** Osteosynthesis with auto-iliac bone graft for nonunion of the distal scaphoid showed good clinical and radiological outcomes. Thus, it is considered a recommendable operation in the treatment of distal scaphoid nonunion.

**Key Words:** Scaphoid nonunion, Distal pole, Osteosynthesis

### 서론

주상골 골절은 전체 수근골 골절 중 약 70%를 차지하며 보존적 치료를 시행하였을 경우 약 5% (범위, 0%-12%)에서 불유합이 발생하고, 치료받지 않은 경우 치료한 경

우 보다 2배 이상에서 불유합이 발생한다<sup>1,2</sup>. 주상골의 혈액 공급은 두 개의 독립된 혈관 체계에 의해 받게 되는데, 두 혈관 체계끼리 상호 연결이 없어 주상골 근위부의 혈액 공급은 전적으로 골간 혈액 공급에 의존하므로 골절선이 근위부에 가까울수록 지연유합, 불유합, 무혈성 괴사가 잘

Received December 15, 2017, Revised January 25, 2018, Accepted January 31, 2018

Corresponding author: Ho-Jung Kang

Department of Orthopaedic Surgery, Gangnam Severance Hospital, 211 Eonju-ro, Gangnam-gu, Seoul 06273, Korea  
TEL: +82-2-2019-3412, FAX: +82-2-573-5393, E-mail: KANGHO56@yuhs.ac

Copyright © 2018 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve. All Rights reserved.  
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

일어나게 된다. 주상골 불유합은 수근 관절의 기능 이상, 정렬 이상 및 불안정성, 주상골 주위 관절의 관절염을 초래하며 주상골 불유합 진행성 붕괴(scaphoid nonunion advanced collapse)로 진행하게 된다<sup>3</sup>.

원위 주상골 골절은 골절 위치에 따라 원위 1/3-1/4에 해당하는 부위이며 골절선은 대능형골(trapezium)과 소능형골(trapezoid), 유두골(capitate)의 관절면과 접하거나 주상골 원위 결절부를 침범한다. 기존의 연구에 따르면 주상골의 원위 1/3 골절은 8%-20%의 빈도를 보이고 대부분의 경우 골유합이 되는 것으로 알려져 있다<sup>4,5</sup>. 드물게 불유합이 발생하는데 이는 수상 후 부적절한 고정 및 치료 지연 등에 의해 발생하는 경우가 대부분이다<sup>6</sup>. 기존 이론들과는 달리 Gelberman과 Menon<sup>7</sup>에 따르면 주상골 원위부에 분기점(watershed zone)이 존재하며, 골절이 분기점에 존재할 경우 불유합이 잘 일어난다고 하였다(Fig. 1). 또한 Moritomo 등<sup>8</sup>은 운동 역학적으로 골편 간의 움직임이 근위부에 비해 원위부에서 많기 때문에 상대적으로 불안정하다고 하였다. 이러한 해부학적, 운동역학적 특징으로 원위부 주상골 골절 시 드물지만 불유합이 발생하며, 후방 개재 분절 불안정성(dorsal intercalated segment instability) 또한 발생할 수 있다<sup>9</sup>.

본 연구는 원위 주상골 불유합의 발생률 및 변형 정도, 수술 후 임상적, 방사선학적 결과에 대해 후향적으로 분석하여 원위 주상골 불유합의 수술적 치료의 효과를 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

2006년 7월부터 2014년 5월까지 강남세브란스병원에

서 주상골 불유합으로 진단을 받고 치료받은 환자 총 76예 중, 단순방사선 검사 및 3차원 컴퓨터 단층촬영 영상 검사(three dimensional computed tomography, 3D CT)를 이용하여 골절선이 Mayo 분류(Table 1)<sup>10</sup>상 distal third 원위부에 존재하는, 대능형골과 소능형골, 유두골의 관절면을 침범하거나 주상골 원위 결절부를 침범하는 주상골 골절 후 불유합을 포함한 9명의 환자를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 첫 수상 후 3개월 이상 경과하였고 방사선학적으로 경화, 낭포성 변화(cystic change) 또는 2 mm 이상의 간격이 존재하는 경우를 불유합으로 정의하였다<sup>11</sup>. 이 중 남성이 7명, 여성이 2명이었다. 이전에 주상골 골절로 수술적 치료를 받았거나 동측 손목 수술을 받은 환자는 제외하였다. 해당 환자군의 전자의무기록을 통해 성별, 수상 당시 나이, 수상기전, 진단 당시 초기 치료 방법, 수술 방법을 분석하였다. 수상 당시 나이는 32.4세(범위, 18-66세)였다. 수상 기전으로는 넘어져 손을 짚으며 수상을 한 경우가 4예, 편치 머신으로 인한 수상이 2예, 원동기 교통사고로 인한 직접 충돌 1예, 원인이 불확실하거나 수상을 기억하지 못하는 경우가 2예였다. 수상 당시 초기 치료로 무지 석고 고정을 시행한 환자가 4예, 초기 수상 이후 치료를 받지 않고 간과된 환자가 5예였다. 과거력상 9예에서 수상일로부터 수술일까지의 이환 기간은 평균 15.2개월(범위, 3-48개월)이었다(Table 2).

수상 후 골절선의 양상은 7예의 경우, Herbert 분류 B1에 해당하는 원위부 사선(oblique) 양상이었으며, 2예의 경우에는 횡골절(transverse type) 양상이었고 9예 모두 Prosser 분류 IIC에 해당하였다(Table 1)<sup>2,12</sup>. 원위부 골절의 관절면이 경화된 경우가 2예가 있었고, 평균 원위부 전후면 길이는 7.8 mm로 측정되었다. 수술 전 3D CT를

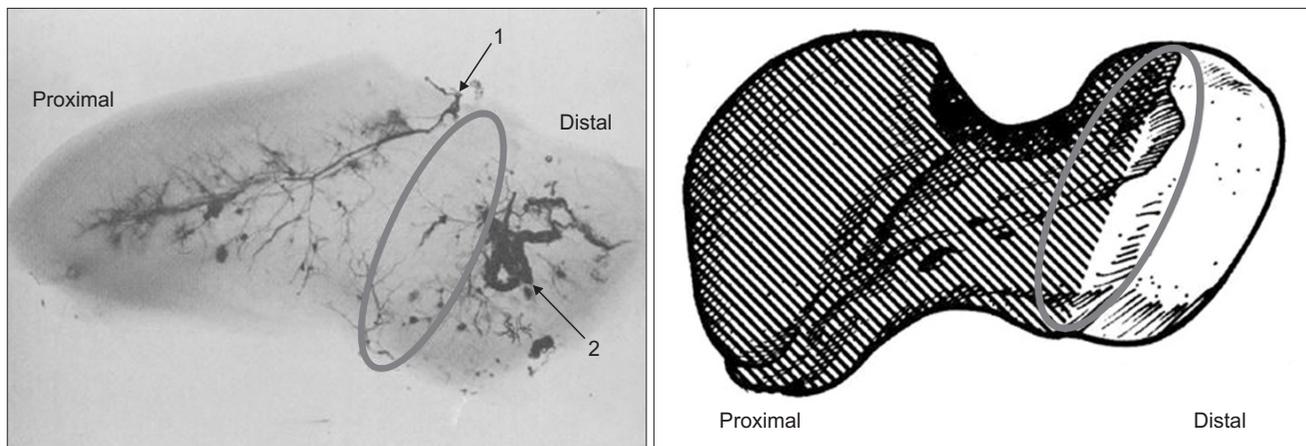
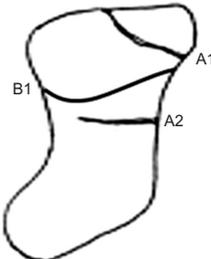
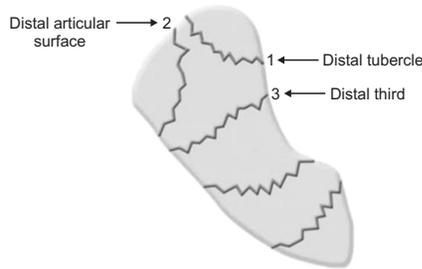
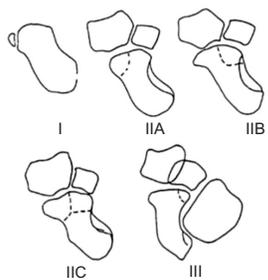


Fig. 1. Watershed zone: distal third. Data from the article of Gelberman et al.<sup>7</sup> (J Hand Surg Am. 1980;5:508-13).

**Table 1.** Classifications of distal scaphoid fractures of three different groups

Herbert <sup>2</sup>	Mayo clinic <sup>10</sup>	Prosser (distal pole) <sup>12</sup>
Type A (stable) - A1: tubercle - A2: incomplete Type B (unstable) - B1: distal oblique	Distal - Distal articular surface - Distal tubercle - Distal third	Type I - Fractures of tuberosity Type II - Distal intra-articular Type III - Ostéochondral fracture
		

통해 주상골 부분만 따로 3차원적 재구성을 하였으며, 원위부 모양은 직사각형(rectangle) 또는 삼각형(triangle) 모양으로 관찰되었다.

모든 증례에서 수장측 도달법을 이용하여 불유합 부위를 확인 후 정상 주상골 길이를 수복한 상태로 원위, 근위 골편 사이에 임시 K-강선 고정을 하였고, 이후 골 결손부를 측정하여 크기와 모양에 따른 3차원적 자가장골 피질-해면골 덩어리 혹은 해면골편 이식술을 시행하였다(Fig. 2). 피질-해면골 이식이 8예, 해면골 단독이식이 1예에서 시행되었다. K-강선과 무두나사(Headless compression screw; Synthes, Waldenburg, Switzerland), 소형나사(mini screw, LCP Compact Hand or Modular Hand System; Synthes)로 고정한 환자가 4예, 무두나사와 소형나사를 이용한 환자가 2예였다. 그 외에도 K-강선과 소형나사를 이용한 환자가 1예, 다발성 K-강선만을 이용한 환자가 1예, 무두나사 3개를 이용하여 고정한 환자 1예가 있었으며 굴곡 변형이 심한 경우 임시 K-강선 고정을 시행하였다(Fig. 3). 소형나사는 자가 장골 중 피질골을 고정하는데 이용되었다(Fig. 4).

수술 전후 CT 분석은 모든 예에서 시행하였다. 영상학적으로 골간 간격이 사라지면서 골절선을 가로지르는 골소주가 있고 손목 전후, 측방, 사면 단순 방사선 검사뿐만 아니라 척측편위(ulnar deviation view) 및 당구위치(billiard view) 방사선 검사상으로도 골편간 전이가 없을 때를 골유합 기준으로 삼았다. 단순 방사선상 수술 전, 후의 주상월상각(scapholunate angle)과 CT상 시상면에서의 수술 전, 후의 주상골내각(lateral intrascaphoid angle)에 대

해 측정하여 비교하였다.

임상적 결과에 대한 분석은 수술 후 최소 1년 이상의 추시 기간을 두고 수술 전과 후의 visual analogue scale (VAS) 통증 점수를 측정하여 동통에 대해 평가하였으며, 관절 운동 범위를 신전과 굴곡, 요측 변위와 척측 변위로 나누어 수술 전과 후에 측정하였고 수술 후 환측의 운동 범위를 건측의 운동 범위와 비교하여 평가하였다. 수술 전 후 Mayo wrist score (MWS)를 측정하였고 파악력은 수술 후 측정한 파악력을 건측과 비교하였다. 수술 후 disabilities of arm, shoulder and hand (DASH) score 평가법을 설문조사를 통해 측정하였다.

통계적 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였다. 각 항목은 모두 연속형 자료로서 Shapiro-Wilk 정규성 검정상 정규성을 띄어 paired t-test를 사용하였고, 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

본 연구는 강남세브란스병원 연구윤리위원회의 승인을 받고 진행되었다(IRB No. 3-2017-0086).

## 결과

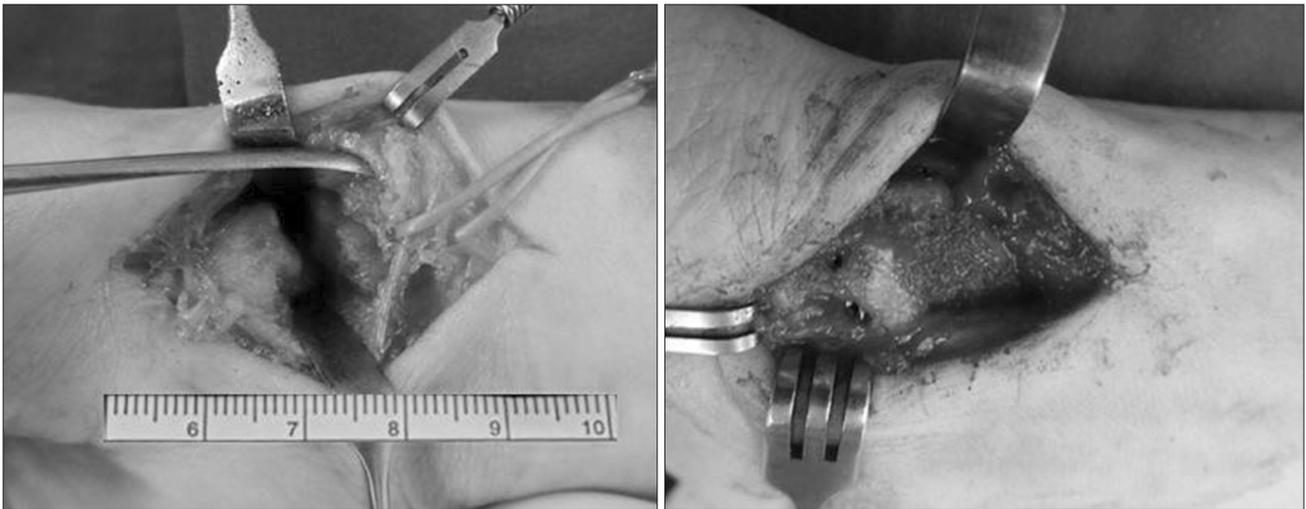
주상골 불유합으로 진단 받은 76예 중 원위 주상골 불유합으로 수술적 치료를 시행 받은 9예의 평균 추시 기간은 22.6개월(범위, 12-36개월)이었다. 모든 증례에서 골유합 소견을 보였으며 유합까지의 평균 기간은 4.9개월(범위, 3-8개월)이었다.

VAS 통증 점수는 수술 전 평균 6.8에서 수술 후 평균

Table 2. Summary of cases

Case no.	Sex	Age (yr)	Mechanism of injury	Period from symptom onset to date of operation (mo)	Material of fixation	Follow-up duration (mo)	Time to bone union (mo)	Flexion range of motion		Extension range of motion		Etc.
								Pre	Post	Pre	Post	
1	M	25	Punch machine	14	1 Herbert screw +1 K-wire +1 mini screw	15	5	50	65	35	45	K-wire and mini screw removal at 1 year and 2 months after surgery
2	F	31	Unknown	6	1 Leibinger screw +2 K-wires	27	4	50	30	35	30	Hardware irritation→All hardware removal at 9 months after surgery
3	M	29	Punch machine	8	3 CCS screws +2 temporary K-wires	12	4	60	55	50	55	No hardware removal
4	M	18	Slip down	36	1 Herbert screw +1 K-wire +1 mini screw	36	6	55	65	50	50	K-wire and mini screw removal at 2 years and 11 months after surgery
5	M	27	Motorcycle traffic accident	3	1 Herbert screw +1 K-wire +1 mini screw	16	6	35	30	20	20	K-wire and mini screw removal at 1 year and 3 months after surgery
6	M	45	Slip down	5	2 HCS+1 mini screw	28	4	35	50	30	35	All hardware removal at 1 year and 11 months after surgery
7	M	35	Slip down	48	2 HCS+1 mini screw	12	3	45	55	30	40	No hardware removal
8	F	66	Unknown	5	3 K-wires	26	8	40	45	45	40	Hardware irritation→All hardware removal at 1 year and 2 months after surgery
9	M	19	Slip down	12	2 HCS+1 K-wire +1 mini screw	31	4	70	65	50	45	All hardware removal at 1 year and 1 month after surgery

K-wire: Kirschner's wire, CCS: cannulated cancellous screw, HCS: Headless compression screw.



**Fig. 2.** Intraoperative bone defect measuring and osteosynthesis with auto-iliac corticocancellous block bone graft.



**Fig. 3.** A 29-year-old man who was induced osteosynthesis. (A, B) A preoperative plain radiographs showed distal scaphoid nonunion (arrows). (C-E) Preoperative computed tomography scan showed sclerosis at nonunion site and dorsal intercalated segment instability (DISI) deformity (arrowheads). (F, G) Immediate postoperative images (volar approach, 3 Headless screws, 2 temporary K-wires with auto iliac corticocancellous bone graft). (H, I) Radiograph at 1 year after the operation showed bone union. Some DISI deformity remains, but overall alignment is maintained.



**Fig. 4.** A 26-year-old man who was induced osteosynthesis. (A, B) A preoperative plain radiographs showed distal scaphoid nonunion (arrow). (C, D) Preoperative computed tomography scan showed sclerosis at the nonunion site, scaphoid nonunion advanced collapse and dorsal intercalated segment instability (DISI) deformity (arrowheads). (E, F) Immediate postoperative images (volar approach, Headless screw, K-wire and mini-screw fixation with auto iliac corticocancellous bone graft and radial styloidectomy). (G, H) Radiograph at 1 year after the operation showed bone union. Some DISI deformity remains, but overall alignment is maintained.

2.4로 통계적으로 유의한 감소를 보였다. 완관절의 운동범위는 수술 전과 비교하였을 때 신전각은 평균 38.3°에서 40.0°로, 굴곡각은 48.9°에서 51.1°로, 요측굴곡은 15.2°에서 16.5°로, 척측굴곡은 19.8°에서 22.5°로 측정되었으나 통계학적으로 유의하지 않았다. MWS는 수술 전 평균 46.0점에서 수술 후 평균 85.3점으로 유의하게 향상되었으며, 파악력은 수술 전 건측에 비해 평균 67.0%에서 수술 후 평균 80.5%로 호전되었다. DASH score는 술 전 23.3에서 수술 후 6.7로 감소하였다. 방사선학적 변화는 주상월상각이 수술 전 평균 71.7°에서 수술 후 평균 53.5°로 감소하였으며, 주상골내각은 수술 전 평균 66.8°에서 수술 후 평균 29.7°로 감소하였다(Table 3).

합병증으로는 수술 후 손목 신전, 굴곡각도 30° 미만의

관절운동제한이 2예 있었고, 그 중 1예는 수술 전부터 운동범위제한이 존재하였던 경우였다. 임시 K-강선 고정으로 인한 불편감, 통증 및 운동범위제한은 핀 제거 후 모두 사라졌으나, K-강선만을 이용하여 내고정 시행한 환자에서 K-강선 삽입부위 돌출 및 동통 지속되어 수술 후 1년 2개월째 제거한 경우가 1예 있었다. 또한 K-강선과 소형나사를 이용하여 고정한 환자 1예에서 수술 후 9개월에 K-강선 삽입 부위 자극 및 운동 제한 증상으로 고정장치 제거술을 시행하였다(Table 4).

## 고찰

주상골 골절은 수근골 골절 중 가장 흔한 형태의 골절이

**Table 3.** Clinical and radiologic outcomes at last follow-up

Variable	Preoperation	Postoperation	p-value*
Range of motion (°)			
Flexion	48.9 <sup>‡</sup>	51.1	>0.05
Extension	38.3 <sup>‡</sup>	40.0	>0.05
Radial deviation	15.2	16.5	>0.05
Ulnar deviation	19.8	22.5	>0.05
Grip strength (%) <sup>†</sup>	67.0	80.5	<0.01
VAS pain	6.8	2.4	<0.01
MWS	46.0 <sup>‡</sup>	85.3	<0.01
DASH score	23.3 <sup>‡</sup>	6.7	<0.01
SLA (°)	71.7	53.5	<0.01
LISA (°)	66.8	29.7	<0.01

Values are presented as mean only.

VAS: visual analogue scale, MWS: Mayo wrist score, DASH: disabilities of arm, shoulder and hand, SLA: scapholunate angle, LISA: lateral intrascaphoid angle.

\*p-values are assessed by two-sample t-test, Welch two-sample test or Wilcoxon rank sum test in continuous values, and by Fisher test in categorical values. <sup>†</sup>Percentage compared to contra-lateral side. <sup>‡</sup>p<0.05.

**Table 4.** Postoperative complication

Variable	Cases
Limited range of motion	2
Pin site irritation	2
Delayed AVN	0
Asymptomatic nonunion	0
Advanced arthritis	0

AVN: avascular necrosis.

며 해부학적으로 요부(waist)에서 많이 발생하고 약 5%~10%에서 불유합이 발생한다고 알려져 있다<sup>13</sup>. 주상골의 특징적인 혈행 분포와 수근 불안정성 등으로 불유합이 발생하고 주상골 불유합을 치료하지 않고 방치할 경우에는 수근 관절 주변의 퇴행성 변화를 야기하여 관절의 기능이 저하되고 골사등 변형을 초래하기 때문에 적극적인 수술적 치료가 필요하다<sup>14,15</sup>. Oron 등<sup>9</sup>은 원위 주상골 불유합이 주상골 불유합의 4.1%에서 발생함을 발표한 바 있다. 이전 연구들에서 원위 주상골 골절은 발생 빈도가 낮고 치료 경과가 양호한 것으로 알려져 왔으며, 드물게 불유합이 발생하는데 Wong과 von Schroeder<sup>6</sup>은 수상 후 부적절한 고정 및 치료 지연 등에 의해 발생하는 경우가 대부분이라 하였다. 본 연구의 대상자들 또한 과거력상 수상 후 적절한 진단과 치료가 이루어지지 않은 것으로 생각되며, 수상 직후 병원 내원한 환자는 원동기 교통사고 환자 단 1예였으나 이 환자도 처음 원위 요골 골절 진단 후 4주간의 설 탕집계부목 고정 이외 특별한 처치 없이 추시 이탈되었다.

Gelberman과 Menon<sup>7</sup>이 진행한 연구에서는 원위 주상골 골절 후 불유합은 근위부와 원위부 혈관 체계 사이의 분기점에서 발생한다고 보고하였으며 이 분기점은 주로 원위 1/3 지점에 위치한다고 하였다. 또한 Moritomo 등<sup>8</sup>의 주상골 불유합의 운동역학적 연구에서는 골편 간의 움직임이 주상골의 근위부 골절에 비해 원위부 골절 시에 많았으며 상대적으로 불안정하였다고 보고한 바 있다. 이러한 해부학적, 운동역학적 특징으로 주상골 원위부 골절 시 원위부 골량이 부족하고 움직임이 많이 일어나서 점차 결손부가 더욱 커지며 불유합이 발생하는 경우가 종종 있다. 본 연구에서는 첫 수상 후 3개월 이상 경과하였고, 골절선이 Mayo 분류 상 distal third 원위부에 존재하는 대능형골과 소능형골, 유두골의 관절면을 침범하거나 주상골 원위 결절부를 침범하는 골절선이 존재하는 경우를 원위 주상골 불유합으로 정의하였다<sup>16</sup>. 이러한 기준에 따라 분석하였을 때, 본원에서 2006년 7월부터 2014년 5월까지 76예의 주상골 불유합 중 원위 주상골 불유합은 9예(11.8%)로 기존 연구보다 높은 발생률을 보였다.

원위 주상골 불유합의 형태는 Oron 등<sup>9</sup>이 모든 증례에서 Prosser 분류 IIC에 해당하였고 후방 개재 분절 불안정성이 모든 증례에서 발생하였음을 발표하였다. 본원에서의 원위 주상골 불유합의 모든 증례 또한 Prosser 분류 IIC에 해당하였고, 9예 중 7예는 원위부 사선 양상, 2예는 횡골절 양상이었다. 원위부 골편의 모양은 직사각형 또는 삼각형 모양이었다. 9예 중 8예에서 후방 개재 분절 불안정성 및 골사등 변형 관찰되어 이전 연구들과는 다르게 원위부

주상골 불유합 시 불안정성 및 변형의 발생이 높은 빈도에서 관찰되었다.

본 연구의 저자들은 원위 주상골 불유합에서 골유합술 등의 적극적인 수술적 치료로 주상골의 안정성 회복을 얻고자 하였다. 원위 골편의 골량이 작고 얇은 특성이 있어 수술 시 기술적으로 정확한 3차원적 골이식을 필요로 하였고, 골편간 움직임이 많은 운동역학적 특징 때문에 안정적인 고정에 어려움이 있어 고정을 위해 두 개 또는 다발성 나사를 이용한 고정술이 필요한 경우가 있었다. 수술적 치료에는 골이식술, 요골 경상돌기 절제술, 원위 골편 절제술 등 여러 가지 수술 방법들이 소개되었으나, 골이식 및 내고정술이 가장 효과적인 것으로 알려져 있다<sup>17,18</sup>. 본 연구에서는 모든 증례에서 자가 장골 이식술을 시행하였으며, 피질-해면골 이식이 8예, 해면골 이식이 1예에서 시행되었다.

최근 3D 프린터가 소개되며 의료 분야에도 응용하려는 노력이 있었다. 본원에서도 주상골 불유합 수술 전 골 결손부 재건 계획을 위하여 3D CT와 연동하여 3차원적 결손구조 이식골 형태를 제작하였던 경험이 있는데 골편 크기가 상대적으로 작고 컴퓨터 단층촬영 재건영상 원본이 크게 정밀하지 않아 실제 임상적 적용에는 제한이 있었다(Fig. 5). 본 연구에서는 수술 전 3D CT를 통해 개략적인 재건 계획은 세우되 실제 골이식 모양 재건은 수술장 소견에 따라 결정하였다(Fig. 2). 앞으로 이에 대한 기술 개발이 이루어 진다면 환자의 건측 주상골 혹은 한국인 성별, 연령별 평균 주상골 크기에 맞추어 미리 3D 모형을 제작하여 필요한 자가장골능 골 이식편 형태를 사전에 미리 제작하여 골 이식 시간을 단축시킬 수 있을 것이고 더욱 효율적인 3차원적 골이식이 이루어질 수 있을 것이다.

본 연구의 모든 증례에서 골 유합 소견을 보였으며 수술 후 VAS 점수는 수술 전 평균 6.8에서 수술 후 평균 2.4로 통계적으로 유의미하게 감소하였다. 주상골 불유합의 수술

전 운동 범위는 골절선이 원위부에 위치할수록 골절부 움직임이 훨씬 크고 다양한 각도의 관절 가동범위가 이루어지면서 골절부 변형에 적응한 상태로 가관절(pseudoarthrosis)을 이루어, 의외로 크게 감소하지 않는 경우도 있다. 하지만 본 연구 대상자들은 대부분 수술 전 관절 가동범위가 감소하였는데 이는 수상 후 부적절한 관리, 통증 혹은 가관절 부위의 비정상적인 움직임 등으로 인해 손목을 활동적으로 쓰지 않아 감소하였을 가능성이 있다. 수술 후 운동 범위의 경우 연구자마다 다양한 결과를 보고하고 있는데 Jiranek 등<sup>19</sup>은 주상골 불유합 골유합술 후 손목 굴곡 신전각이 건측 대비 84%로 감소되었음을 보고하였고, Rajagopalan 등<sup>20</sup>의 연구에서는 골유합술 후 요-척추 편위 각도는 건측 대비 40% 감소, 수장-수배측 굴곡은 건측 대비 평균 20° 가량 감소하였다고 하였으며, 이의 원인으로 요골 경상돌기를 포함한 요측 퇴행성 변화, 수술 후 발생한 통증, 유착, 강직 등을 제시하였다. 본 연구에서는 통계학적으로 유의하지는 않으나 수술 후 모든 관절 가동범위가 평균적으로 증가하였는데, 이는 술 전의 통증 및 불안정성이 술 후에 소실된 경우로 해석하여야 하겠다. 한편, 다른 연구들과 비교하였을 때 본 연구 대상자의 수술 후 운동 범위는 상대적으로 낮은 경향을 보였고 9명 중 3명은 수술 후 오히려 운동 범위가 감소하였는데 이는 Rajagopalan 등<sup>20</sup>이 제시한 원인 이외에도, 가관절 부위의 비정상적인 움직임이 정상적으로 돌아오고 불안정성이 소실되면서 오히려 운동범위는 감소하는 경우로 판단하였다.

일반적으로 주상월상각이 70° 이상인 경우 후방 개재 분절 불안정성이 있다고 정의하며 본 연구에서는 수술 전 주상월상각이 평균 71.7°에서 수술 후 평균 53.5°로 감소하였다. 또한 정상적으로 주상골내각은 35° 미만으로 45° 이상인 경우 곱사등 변형이 있다고 판단하며 본 연구에서 수술 전 주상골내각이 수술 전 평균 66.8°에서 수술 후 평균

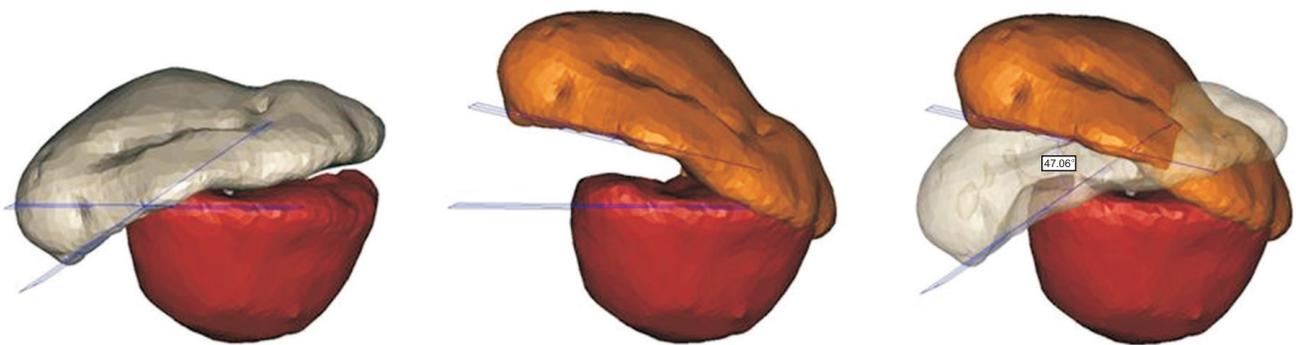


Fig. 5. 3D printer program image: preliminary reconstruction of scaphoid nonunion.

29.7°로 감소하여 방사선학적 결과가 만족스러움을 확인하였다<sup>21</sup>.

본 연구의 한계점은 후향적 연구(retrospective study)이며 전체 9예로 전제 환자 수가 적어 통계학적인 의미가 크지 않다는 점이다. 또한 다른 치료 방법 간의 환자 군과 직접적 비교를 하지 않고 원위 주상골 불유합의 수술적 치료의 수술 전과 후의 결과를 비교하였으므로 이 연구를 통하여 어느 치료가 우수하다고는 할 수 없다. 그러나 이전 연구에서 원위 주상골 불유합에 대한 연구가 이루어진 적이 드물고, 비교적 낮은 빈도로 발생하며 치료 경과가 양호하였다고 알려졌던 기존 연구결과와는 다르게 본 연구에서는 높은 발생 빈도를 보인 것이 특징적이다. 또한 골량이 작아 고정하기 힘든 원위부과 골사등 변형을 특징으로 하는 원위 주상골 불유합의 치료로, 수술장 소견 상 관찰되는 골 결손 정도 및 형태에 따른 3차원적 자가장골이식 및 관혈적 고정술이 고려할 만한 치료 방법인 것을 확인한 것에 의의가 있다.

## 결론

원위부 주상골 불유합의 발생빈도는 기존의 연구결과보다 높은 빈도를 보였다. 주상골 원위부 불유합의 치료 시 자가장골이식술과 동반하여 시행한 견고한 관혈적 고정술은 좋은 임상적, 방사선학적 결과를 보였으며, 안전하고 효과적인 수술 방법으로 생각된다.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

## REFERENCES

- Hove LM. Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1999;33:423-6.
- Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:114-23.
- Leventhal EL, Wolfe SW, Moore DC, Akelman E, Weiss AP, Crisco JJ. Interfragmentary motion in patients with scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1108-15.
- Grewal R, Suh N, MacDermid JC. The missed scaphoid fracture-outcomes of delayed cast treatment. *J Wrist Surg.* 2015;4:278-83.
- Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid non-union. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:504-9.
- Wong K, von Schroeder HP. Delays and poor management of scaphoid fractures: factors contributing to nonunion. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1471-4.
- Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg Am.* 1980;5:508-13.
- Moritomo H, Murase T, Oka K, Tanaka H, Yoshikawa H, Sugamoto K. Relationship between the fracture location and the kinematic pattern in scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 2008;33:1459-68.
- Oron A, Gupta A, Thirkannad S. Nonunion of the scaphoid distal pole. *Hand Surg.* 2013;18:35-9.
- Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid RL. Fractures of the scaphoid: a rational approach to management. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;(149):90-7.
- Jones DB Jr, Bürger H, Bishop AT, Shin AY. Treatment of scaphoid waist nonunions with an avascular proximal pole and carpal collapse. A comparison of two vascularized bone grafts. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:2616-25.
- Prosser AJ, Brenkel IJ, Irvine GB. Articular fractures of the distal scaphoid. *J Hand Surg Br.* 1988;13:87-91.
- Kang HJ, Park H, Hahn SB. The treatment of nonunion of the scaphoid with a horse-shoe bone graft and fixation with two screws. *J Korean Orthop Assoc.* 2009;44:651-60.
- Maudsley RH, Chen SC. Screw fixation in the management of the fractured carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:432-41.
- Gelberman RH, Wolock BS, Siegel DB. Fractures and non-unions of the carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:1560-5.
- Tuncay I, Doğan A, Alpaslan S. Comparison between fixation with Herbert screws and Kirschner wires in the treatment of scaphoid pseudoarthrosis. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2002;36:17-21.
- Schneider LH, Aulicino P. Nonunion of the carpal scaphoid: the Russe procedure. *J Trauma.* 1982;22:315-9.
- Stark HH, Rickard TA, Zemel NP, Ashworth CR. Treatment of ununited fractures of the scaphoid by iliac bone grafts and Kirschner-wire fixation. *J Bone Joint Surg Am.*

- 1988;70:982-91.
19. Jiranek WA, Ruby LK, Millender LB, Bankoff MS, Newberg AH. Long-term results after Russe bone-grafting: the effect of malunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74:1217-28.
20. Rajagopalan BM, Squire DS, Samuels LO. Results of Herbert-screw fixation with bone-grafting for the treatment of nonunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Am.* 1999;81:48-52.
21. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP 3rd, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg Am.* 1989;14:679-87.

## 원위 주상골 불유합의 수술적 치료

이상윤 · 신주철 · 오원택 · 최윤락 · 고일현 · 강호정

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

**목적:** 원위 주상골 불유합의 발생률 및 수술 전후 임상적, 방사선학적 결과를 후향적 분석하여 수술적 치료의 효과를 알아보고자 하였다.

**방법:** 2006년 7월부터 2014년 5월까지 원위 주상골 불유합으로 골이식술 및 내고정술 시행 받은 9예를 대상으로 하였다. 평균 연령은 32세, 수술일까지의 이환 기간은 평균 15개월이었다. 전례에서 수장측 도달법을 통해 자가 장골 이식 및 내고정 시행하였다. 영상학적으로 골유합, 주상월상각 및 주상골내각의 수술 전후 변화를, 임상적으로 완관절 운동범위, 시각통증등급, 악력, Mayo wrist score, disabilities of arm, shoulder and hand (DASH) score를 분석하였다.

**결과:** 원위 주상골 불유합의 빈도는 11.8%였다. 모든 증례에서 골유합 얻었으며 평균 추시 기간은 23개월, 유합 시기는 5개월이었다. 주상월상각, 주상골내각은 술후 감소하여 정상 범위 회복하였다. 운동범위는 증가하였으나 통계학적으로 유의하지 않았으며, 시각통증등급, 악력, Mayo wrist score, DASH score는 유의미하게 호전되었다. 합병증으로 관절운동제한 및 핀고정 부위 자극 각각 2예씩 있었다.

**결론:** 원위부 불유합의 발생빈도는 기존의 연구결과보다 높은 빈도를 보였다. 주상골 원위부 불유합의 치료에 자가 장골이식술과 동반하여 시행한 관혈적 고정술로 좋은 임상적, 방사선학적 결과를 얻었으며, 안전하고 효과적인 수술 방법으로 생각된다.

**색인단어:** 주상골 불유합, 원위부, 주상골 유합술

접수일 2017년 12월 15일 수정일 2018년 1월 25일

게재확정일 2018년 1월 31일

교신저자 강호정

06273, 서울시 강남구 언주로 211, 강남세브란스병원 정형외과

TEL 02-2019-3412 FAX 02-573-5393 E-mail KANGHO56@yuhs.ac