



수배측 접근법을 이용한 주상골 불유합의 치료

최재훈¹ · 이윤민¹ · 나기태² · 강한빛³ · 이상현¹ · 송석환¹

¹가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 정형외과학교실, ²가톨릭대학교 의과대학 인천성모병원 정형외과학교실,
³가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 정형외과학교실

Dorsal Approach for Management of Scaphoid Nonunion

Jae Hoon Choi¹, Yoon-Min Lee¹, Ki-Tae Na², Han-Vit Kang³, Sang Heon Lee¹, Seok-Whan Song¹

¹Department of Orthopedic Surgery, Yeouido St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

²Department of Orthopedic Surgery, Incheon St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Incheon, Korea

³Department of Orthopedic Surgery, St. Vincent's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Purpose: To evaluate the clinical and radiological outcomes of scaphoid nonunion patients who had treated by open reduction and internal fixation with iliac bone graft through dorsal approach.

Methods: We retrospectively reviewed medical records and radiographs of 53 patients who underwent an iliac crest bone graft and internal fixation through dorsal approach for scaphoid nonunion between 2003 and 2017. Bony union was confirmed in radiographs, and scapholunate, radiolunate, posteroanterior, intrascaphoid, and lateral intrascaphoid angles were measured on preoperative and last follow-up radiographs. Functional results were evaluated by range of motion, visual analogue scale, and modified Mayo wrist score.

Results: There were 51 men and 2 women with average age of 31.2 years (range, 13-61 years). The mean time from initial injury to surgery was 16.8 months (range, 3-50 months) and mean follow-up period after the operation was 26.2 months (range, 12-76 months). Fifty of 53 patients (94.3%) showed radiographic union at an average time of 15.1 weeks (range, 8-50 weeks). The mean scapholunate angle was significantly changed from 69.3° preoperatively to 54.0° at last follow-up. The mean radiolunate angle was significantly changed from 14.3° preoperatively to 7.2° at last follow-up. The mean posteroanterior intrascaphoid angle was significantly changed from 33.2° preoperatively to 30.2° at last follow-up. The mean lateral intrascaphoid angle was significantly changed from 42.9° preoperatively to 28.8° at last follow-up.

Conclusion: Dorsal approach with iliac bone graft and internal fixation was a reliable method for scaphoid nonunion to achieve bony union with satisfactory clinical and radiological outcomes.

Key Words: Scaphoid, Nonunion, Dorsal approach, Iliac bone graft

서론

주상골 골절은 수근골에서 발생하는 골절 중 약 80%-

90% 정도로 가장 높은 발생 빈도를 차지한다¹⁻⁴. 이러한 주상골 골절은 대부분이 적절한 치료로 골유합을 얻을 수 있으나 많은 연구에서 약 10% 정도의 불유합을 보고하고 있

Received November 3, 2018, Revised [1] December 21, 2018, [2] January 2, 2019, Accepted January 3, 2019

Corresponding author: Seok-Whan Song

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea, Yeouido St. Mary's Hospital, 10 63-ro, Youngdeungpo-gu, Seoul 07345, Korea
TEL: +82-2-3779-1192, FAX: +82-2-783-0252, E-mail: sw.song@catholic.ac.kr

Copyright © 2019 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.

다⁵⁻⁷. 주상골 불유합은 비정상적인 손목 운동을 일으키며, 진행하면 수근골의 붕괴 및 퇴행성 관절염을 일으켜 결국 수근관절의 기능을 현저하게 저하시킨다^{8,9}. 주상골 불유합의 변형 교정, 내고정 그리고 골 이식 등은 일반적인 수술 방법이며, 이를 통해 주상골의 골유합뿐만 아니라 주상골 변형의 수복, 수근관절의 해부학적 정렬의 적절한 교정을 목표로 한다¹⁰⁻¹².

Russe¹³는 수장측 접근법이 수배측 접근법보다 주상골의 혈관 손상을 더 적게 일으킨다고 보고하였고, 많은 수술자들이 주상골 불유합 시 흔히 발생하는 곱사등 변형(humpback deformity) 혹은 굴곡 변형의 교정을 위하여 수장측 접근법으로 골이식 및 내고정술을 하고 있다^{11,14-16}. 수장측 접근법의 장점으로 주상골 혈액 공급의 70%-80%가 수배측 혈관분지를 통하여 이루어지므로 혈행을 보존하는 데 안전하고^{17,18}, 원위부 및 요부의 접근이 쉽고, 곱사등 변형이 동반된 경우 이의 교정이 용이하다는 것이다¹⁹. 하지만 근위부 골절 시 골절부의 접근 및 내고정물의 고정이 쉽지 않고, 중요한 해부학적 구조물인 수장측 요수근 인대의 손상이 불가피하다는 단점이 있다²⁰. 반면, 수배측 도달법은 원위부의 시야 확보가 다소 어렵고 혈관 손상의 위험이 있다고는 하지만 주상골의 전반적인 시야 확보가 탁월하고, 근위부의 접근이 용이하며, 내고정물의 위치 선정이 쉽고, 수장측의 중요한 인대의 손상을 피할 수 있다는 장점이 있다²¹.

최근 주상골의 근위부 불유합 시 수배측 접근을 이용하여 수술을 한 보고들이 있지만 주상골 불유합의 위치가 요부나 원위부인 경우에 수배측 접근을 이용하여 수술을 한 결과에 대한 보고는 많지 않다^{10,22-24}. 저자들은 주상골 골절 후 다양한 불유합의 위치와 변형을 수배측 접근법을 이용하여 불유합 부위의 소파술, 변형의 교정 및 내고정, 그리고 자가 장골 이식을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었으며, 그 결과를 골유합 시기, 임상적 및 방사선적으로 분석하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2003년 9월부터 2017년 8월까지 주상골 골절 불유합에 대하여 수배측 접근법을 이용한 관혈적 정복, 자가장골 이식, 금속나사 혹은 K-강선(Kirschner's wire) 내고정 수술 시행 후 최소 12개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 55명의 환자군을 대상으로 가톨릭중앙의료원 임상시험 심사위원회(institutional review board, IRB)의 승인 후에 후

향적 연구를 시행하였다(IRB No. SC18RCSI0110). 불유합은 수상 후 3개월 이상 경과 후에도 단순 방사선 사진상 골흡수 또는 골절 부위의 경화 소견이 동반되면서 골유합이 일어나지 않은 경우로 정의하였다^{16,24,25}. 주상골 불유합 진행성 붕괴(scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC) 2, 3, 4단계로 초기에 부분 관절 유합술, 근위 수근열 절제술, 주상골 절제술 및 4개 골유합술 등 구제술을 받은 9명과 자기공명영상 사진 및 수술소견에서 무혈성 괴사가 관찰되어 혈관경 골이식을 시행한 증례 12명은 포함하지 않았고, 수술 이후 SNAC가 발생한 증례 2명은 각각 근위 수근열 절제술, 그리고 주상골 절제술 및 4개 골유합술을 시행하였으며, 이는 수술 전과 최종 추시의 방사선학적 평가의 비교가 불가능하여 제외하였다.

골유합은 방사선적으로 골절 간격을 골 소주(bone trabecula)가 통과하는 것으로 정의하였으며, 내고정물의 이동, 골절편의 전위, 골절선 주변의 골흡수가 있는 경우 수술 실패로 보았다²⁶. 수술 후 2주, 6주, 9주, 12주, 16주, 6개월, 12개월, 24개월경에 단순 방사선 사진을 촬영하였다. 단순 방사선 사진의 전후면, 측면, 내-외사면 영상에서 유합 여부를 확인하였고, 주상골 변형의 교정 정도를 평가하기 위하여 수술 전과 최종 추시의 단순 방사선 사진에서 주상-월상골각(scapholunate angle), 요-월상골각(radiolunate angle), 후전면 주상골내각(posteroanterior intrascaphoid angle), 측면 주상골내각(lateral intra-scaphoid angle)을 측정하였다. 유합 여부는 두 명의 수부외과 전문의가 확인하였고, 방사선학적 측정은 한 명의 수부외과 전임의와 한 명의 전공의가 각각 측정한 값의 평균값을 평가에 사용하였다. 단순 방사선 사진에서 유합 여부가 불명확한 경우 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT)을 시행하였다.

최종 추시 시 관절운동 범위를 굴곡, 신전, 척측사위와 요측사위로 나누어 측정하였으며, 시각통증 척도(visual analogue scale, VAS) 및 modified Mayo wrist scoring system (MMWS)을 이용하여 치료 결과를 평가하였다²⁷.

1. 수술 방법

모든 환자에서 수배측 접근법을 이용하여 피부 절개를 시행하고, 제 3 신전건 구획과 제 4 신전건 구획 사이로 접근하여 신전건 지대를 절개하여 관절막을 노출시켰다. 후방 수근간인대(dorsal intercarpal ligament)와 후방 요수근인대(dorsal radiocarpal ligament)를 일부 포함

해서 인대의 종방향으로 관절막을 절개하는 인대간 접근법(interligamentous approach)으로 주상골 및 요골을 노출시키고, 주상골 불유합 부위에 대한 충돌 및 압박을 줄이기 위해서, 수장측 인대 손상에 주의하며 요골경상돌기를 4-5 mm 절제하였다(Fig. 1). 주상골 근위 및 원위 골편에 K-강선을 삽입하고 조종 막대(joystick) 조작 술식으로

주상골의 변형을 교정하며 연마기(burr)를 이용하여 건강한 해면골이 노출될 때까지 주상골 불유합부 주위를 완전히 제거하였다. 주상골 원위 관절면을 유도골 관절면을 기준으로 정상 해부학적 구조와 유사한 형태로 복원한 뒤, 유도 핀(guide pin) 혹은 K-강선으로 근위 골절면에서 원위 골절면까지 주상골 종축을 따라 삽입하였다. 골절 부위 정

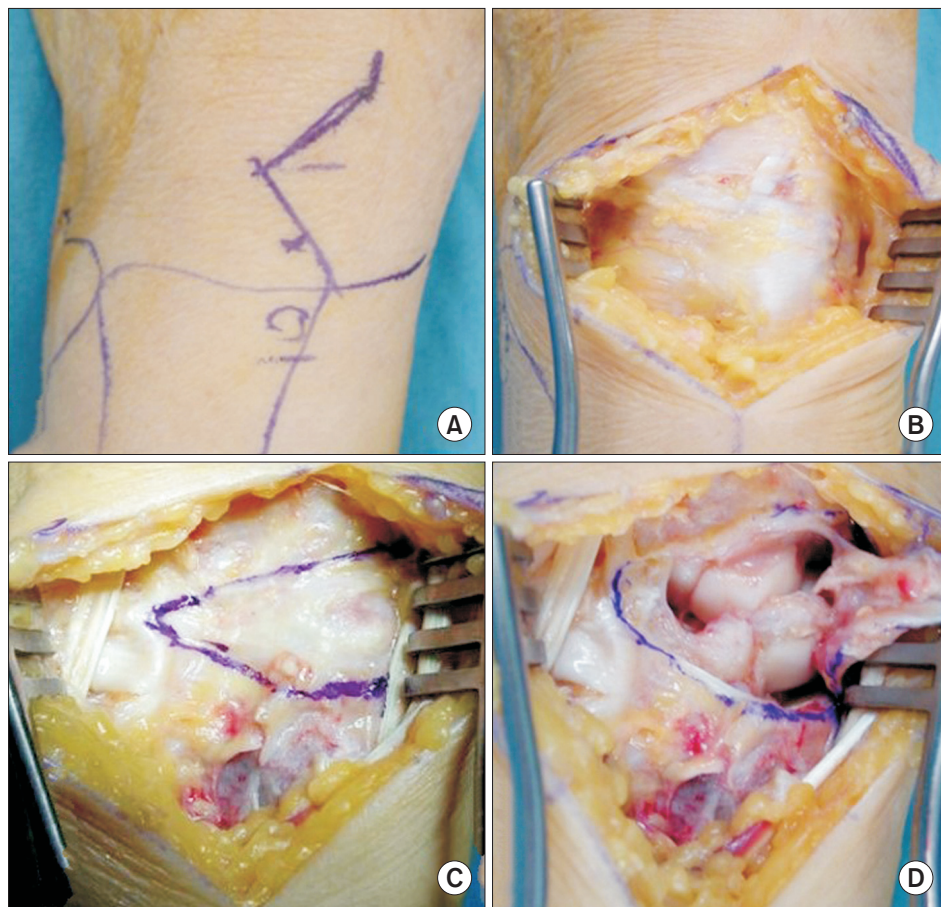


Fig. 1. Surgical approach. (A) Skin incision line of dorsal approach for the exposure of nonunion site of scaphoid. (B) A 3rd and 4th extensor compartment covered by extensor retinaculum was exposed. (C) Interligamentous sparing approach involving the dorsal intercarpal ligament and the dorsal radiocarpal ligament. (D) Interligamentous sparing capsulotomy was used to expose nonunion site.

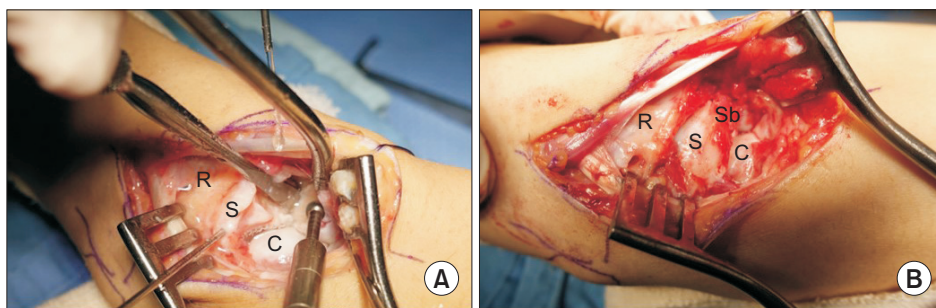


Fig. 2. Surgical procedures. (A) The distal radius and the scaphoid was exposed through an interligamentous sparing approach. The K-wire was inserted into the proximal and distal fragments of scaphoid, and the deformity was corrected by a joystick manipulation. Sclerotic border of the nonunion site was removed by a burr. (B) The cancellous bone was packed tightly at nonunion site, and the cortical bone defect was covered with a cover made of the cortical bone. And then headless compression screw was fixed. S: scaphoid, C: capitate, R: radius, Sb: scaphoid bone graft.

Table 1. Patient demographics

Case	Sex	Age (yr)	Prior surgery	Hand involved	Nonunion site	Interval between injury and operation (mo)	Follow-up (mo)	Union (wk)
1	Male	42	No	Rt	Waist	24	12	23
2	Male	21	No	Rt	Waist	6	12	8
3	Male	44	Yes	Lt	Waist	Unknown	15	11
4	Male	18	No	Rt	Waist	25	15	10
5	Male	24	No	Lt	Distal	39	12	16
6	Male	61	No	Lt	Waist	24	15	11
7	Male	17	No	Rt	Distal	24	21	19
8	Male	26	No	Rt	Waist	12	21	12
9	Male	37	No	Lt	Waist	15	12	8
10	Male	23	No	Rt	Waist	6	12	8
11	Male	38	No	Rt	Distal	Unknown	26	14
12	Male	23	No	Lt	Waist	16	12	16
13	Male	40	No	Lt	Waist	Unknown	31	24
14	Male	26	No	Lt	Distal	24	13	12
15	Male	18	No	Lt	Distal	32	15	13
16	Male	24	Yes	Lt	Proximal	26	22	30
17	Male	21	Yes	Rt	Waist	6	19	8
18	Male	19	No	Rt	Distal	13	22	12
19	Male	44	No	Rt	Proximal	24	25	50
20	Male	33	No	Rt	Waist	3	12	10
21	Male	37	Yes	Rt	Waist	13	18	12
22	Male	30	No	Rt	Waist	18	15	8
23	Male	35	Yes	Rt	Waist	24	12	15
24	Male	29	No	Lt	Waist	5	24	-
25	Male	31	No	Rt	Waist	36	18	10
26	Male	29	No	Lt	Waist	6	18	12
27	Male	19	Yes	Lt	Waist	36	15	9
28	Male	41	No	Rt	Distal	Unknown	25	24
29	Male	49	No	Lt	Waist	6	74	12
30	Female	23	No	Rt	Waist	20	16	9
31	Male	54	No	Rt	Waist	6	25	23
32	Male	49	No	Rt	Waist	9	66	-
33	Male	38	No	Rt	Distal	6	28	12
34	Male	29	No	Rt	Waist	4	12	10
35	Male	36	No	Rt	Distal	50	16	8
36	Female	21	No	Lt	Waist	4	69	8
37	Male	16	No	Rt	Waist	6	56	-
38	Male	36	No	Lt	Distal	16	12	11
39	Male	18	No	Rt	Waist	36	15	12
40	Male	46	No	Rt	Distal	48	46	48
41	Male	37	No	Lt	Waist	34	18	12
42	Male	13	No	Rt	Waist	4	15	11
43	Male	37	No	Rt	Distal	19	40	8
44	Male	21	No	Rt	Waist	4	12	8
45	Male	29	No	Lt	Waist	12	32	46
46	Male	48	No	Lt	Waist	5	76	12
47	Male	32	No	Lt	Waist	15	62	12
48	Male	25	No	Rt	Waist	18	16	8
49	Male	44	No	Rt	Waist	4	13	24
50	Male	36	No	Lt	Waist	5	16	24
51	Male	25	No	Rt	Waist	15	54	12
52	Male	22	No	Rt	Waist	6	60	12
53	Male	22	No	Rt	Waist	13	50	11

Rt: right, Lt: left.

복 여부와 유도핀, K-강선의 길이가 적정한지 방사선 투시 기(fluoroscope)로 확인하고 골결손 부위의 넓이와 깊이를 측정하였다.

골이식은 전례에서 자가 장골의 피질 해면골을 이용하였으며, 해면골을 먼저 단단하게 채워 넣고 피질골 결손부위는 피질 장골로 덮개를 만들어 끼워 넣었다. 골 고정은 3.0 mm 무두압박나사(headless compression screw; DePuy Synthes, Raynham, MA, USA) 혹은 2-3개의 K-강선으로 하였다(Fig. 2). 이후 절개되었던 후방 수근관 절 인대 및 관절막, 신전지대를 봉합하고, 장무지 신전건은 피하로 이전시키고, 피부 봉합 후 장 상지 무지 수상 부목(thumb spica long arm splint)으로 고정하였다.

수술 후 2주에 봉합사 제거하였으며, 6주에 단순 방사선 사진으로 골유합 진행을 확인 후, K-강선으로 고정한 경우에는 K-강선을 제거하고 관절운동을 시작하였다. 수술 후 약 3개월에 보조기 등 고정 기구는 제거하였으며, 6개월간 과격한 노동이나 스포츠 활동은 금지하였다.

2. 통계적 분석

53명의 환자에서 골절의 유합 여부 및 시기를 확인하였다. 수술 전 및 최종 추시 시 손목관절운동 범위와 방사선적 측정값의 변화를 대응표본 T 검정(paired t-test)을 이용하여 분석하였다. 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 정의하였으며, 통계 분석은 IBM SPSS Statistics ver. 21.0 software

(IBM Co., Armonk, NY, USA)를 이용하였다.

결과

총 53명의 환자가 연구에 포함되었으며, 남자가 51명, 여자가 2명이었고, 33명이 우측 수근부에서 발생하였다. 수술 당시 평균 나이는 31.2세(범위, 13-61세)였고, 수상일로부터 수술일까지의 평균 이환기간은 16.8개월(범위, 3-50개월)이었으며, 평균 추시 기간은 26.2개월(범위, 12-76개월)이었다. 과거력상 6명은 동일 부위 주상골 골절 수술력이 있었으나 불유합이 지속되어 내원하였고, 양측 주상골 골절 환자는 없었으며, 동반 질환을 가진 환자는 없었다. 주상골 불유합 부위는 원위부가 12명, 요부가 39명, 근위부가 2명이었다(Table 1).

대상환자 53명 중 50명(94.3%)에서 방사선적 골유합을 확인하였으며, 수술 후 골유합 시기는 평균 15.1주(범위, 8-50주)였다. 3예에서 불유합되었으나 창상감염, 무혈성 괴사 등 다른 합병증은 없었다. 유합이 되지 않은 3예는 다시 수배측 접근법을 이용하여 골이식 수술을 하였으며, 그 중 2예는 재수술 후 12주, 32주 때 유합을 얻었다.

주상-월상골각은 수술 전 평균 $69.3^\circ \pm 6.9^\circ$, 최종 추시 시 평균 $54.0^\circ \pm 5.7^\circ$ ($p < 0.001$)로 측정되었고, 수술 전 요-월상골각은 평균 $14.3^\circ \pm 7.0^\circ$, 최종 추시 시 평균 $7.2^\circ \pm 3.4^\circ$ ($p < 0.001$)로 측정되었다. 후전면 주상골내각은 수술 전 평균 $33.2^\circ \pm 4.7^\circ$, 최종 추시 시 평균 $30.2^\circ \pm$



Fig. 3. Representative case of a scaphoid nonunion in 31-year-old patient. (A) Preoperative radiographs show a nonunion of the waist of the scaphoid and humpback deformity. Scapholunate angle is 56° . (B) Preoperative computed tomography scans show a nonunion of the waist of the scaphoid with humpback deformity and bony cyst. Intrascaphoid angle is 67° . (C) Radiographs at 18 months after surgery show complete bone union and no deformity. Scapholunate angle is 51° .

3.7° ($p < 0.001$)로 측정되었고, 측면 주상골내각은 수술 전 평균 $42.9^\circ \pm 8.0^\circ$, 최종 추시 시 평균 $28.8^\circ \pm 2.7^\circ$ ($p < 0.001$)로 측정되었다(Fig. 3). 방사선적인 지표는 모두 수술 후 통계적으로 유의한 호전을 보였다(Table 2).

수근관절의 굴곡 운동 범위는 수술 전 평균 $45.9^\circ \pm 11.8^\circ$, 최종 추시 시 평균 $65.6^\circ \pm 16.4^\circ$ ($p < 0.001$)로 측정되었다. 신전 운동범위는 수술 전 평균 $47.6^\circ \pm 12.6^\circ$, 최종 추시 시 평균 $67.6^\circ \pm 14.6^\circ$ ($p < 0.001$)로 측정되었다. 요측사위는 수술 전 평균 $11.0^\circ \pm 5.3^\circ$, 최종 추시 시 평균 $11.9^\circ \pm 5.0^\circ$ ($p = 0.192$)로 측정되었다. 척측사위는 수술 전 평균 $33.8^\circ \pm 7.4^\circ$, 최종 추시 시 평균 $36.3^\circ \pm 7.3^\circ$ ($p = 0.026$)로 측정되었다. 수술 전과 최종 추시 시 굴곡, 신전, 척측사위는 통계적으로 유의한 호전을 보였으나 요측사위는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. VAS는 수술 전 5.0 ± 1.5 에서 최종 추시 시 1.2 ± 1.1 ($p < 0.001$)로 통계적으로 유의한 호전을 보였다. 최종 추시 시 측정된 MMWS는 88.0 ± 6.7 점이었(Table 3).

고찰

주상골 골절 후 불유합은 약 10%에서 발생하며, 이를 방지하면 수근골의 붕괴 및 수근관절 전반에 퇴행성 변화를 초래한다^{5,8}. 주상골 불유합을 치료하기 위한 다양한 수술적 방법이 제시되어 있지만 주상골 불유합 부위의 괴사된

조직을 제거하여 혈류가 풍부한 해면골을 노출시키고 충분한 골이식과 변형 교정 후 견고한 고정술을 시행하는 것이 가장 기본적인 치료 원칙으로 알려져 있다^{10-12,28}. 본 연구에서는 주상골 불유합에서 수배측 접근법을 이용하여 주상골의 변형을 교정하고 장골 능선의 피질해면골 이식과 견고한 고정물(K-강선, 무두압박나사)로 고정하여 94.3%의 골유합을 얻었으며, 방사선 사진상 측정된 주상골의 정렬은 수술 전과 비교하여 최종 추시 시 모두 통계적으로 유의하게 향상된 결과를 보였다. 기능적으로도 통증, 요측사위를 제외한 관절운동 범위 또한 수술 전과 비교하여 통계적으로 유의하게 호전되었다.

본 연구에서 골유합은 단순 방사선 사진상 골절 간격을 골 소주가 통과하는 것으로 정의하였는데, 골유합은 골절 부위를 통과하는 골성 구조의 회복이라고 정의할 수 있으며 이를 확인하는 영상의학적 방법으로 단순 방사선 사진과 CT가 대표적으로 사용된다^{26,29}. 단순 방사선 사진은 간편하게 시행이 가능하고 가격이 적절하여 유합을 확인할 때 가장 흔히 사용되며, 많은 연구에서 단순 방사선 사진상 골절 선을 골 소주가 통과하거나 골 경화 소견으로 유합을 확인하였다³⁰. 그러나 주상골의 독특한 모양, 크기와 방향 때문에 골유합을 확인하기는 쉽지 않으며, 주상골의 소주 구조의 삼차원적인 평가를 가능하게 하고 골절 부위를 골교가 통과하는 것으로 유합을 확인할 수 있는 CT를 이용하기도 한다. CT는 단순 방사선 사진보다 다양한 면에서 골

Table 2. Mean values of radiologic measurements at the preoperative and last follow-up conditions

Radiologic measurement	Preoperative	Last follow-up	p-value
Scapholunate angle (°)	69.3±6.9	54.0±5.7	<0.001
PA intrascaphoid angle (°)	33.2±4.7	30.2±3.7	<0.001
Lateral intrascaphoid angle (°)	42.9±8.0	28.8±2.7	<0.001
Radiolunate angle (°)	14.3±7.0	7.2±3.4	<0.001

Values are presented as mean±standard deviation.

PA: posteroanterior.

Table 3. Mean values of the functional measurements at the preoperative and last follow-up conditions

Functional measurement	Preoperative	Last follow-up	p-value
Wrist flexion (°)	45.9±11.8	65.6±16.4	<0.001
Wrist extension (°)	47.6±12.6	67.6±14.6	<0.001
Radial deviation (°)	11.0±5.3	11.9±5.0	0.192
Ulnar deviation (°)	33.8±7.4	36.3±7.3	0.026
VAS	5.0±1.5	1.2±1.1	<0.001
MMWS		88.0±6.7	

Values are presented as mean±standard deviation.

VAS: visual analogue scale, MMWS: modified Mayo wrist scoring system.

교의 통과를 확인하기에 용이하나 가격이 비싸고 내고정물에 의한 영상 왜곡으로 정확한 확인이 어려울 수 있다³⁰. 그러므로 CT를 모든 예에서 다 촬영하는 것은 적절하지 못하며, 단순 방사선 사진에서 유합을 판단하기 어렵거나 골유합이 되었다고 판단되나 통증이 지속될 경우 CT를 통해서 유합을 확인하는 것이 적절할 것으로 생각된다.

Watson 등²²은 주상골 골절 불유합 환자 36명을 대상으로 수배측 접근법으로 주상골을 정복한 뒤 해면골 이식술 및 K-강선을 고정술을 시행하여 89%의 골유합을 얻었고, 수술 후에 무혈성 괴사는 없었다. Kang 등³¹은 주상골 근위 골절 불유합 환자 8명을 대상으로 수배측 접근법으로 나사고정 및 골 이식을 시행하여 모든 예에서 골유합을 얻었고, 방사선적 평가도 호전되었다고 하였다. Lee 등은 주상골 골절 불유합 환자 102명을 대상으로 수배측 접근법으로 내고정 및 골 이식을 시행하여 평균 12.7주경에 96.1%의 골유합을 얻었고, 수술 후 MMWS는 평균 87.5점으로 보고하였다³². Luchetti 등²⁴은 주상골 근위 골절 불유합 환자 20명을 대상으로 수배측 접근법으로 소파술, 나사고정술 및 골이식술을 시행하여 수술 후 평균 11.5주경에 90%의 골유합을 얻었다. 이와 같이 수배측 접근법을 이용한 여러 연구 결과에서 높은 유합률을 얻었으며 관절운동 범위 및 수근골 정렬상태의 호전되었음을 알 수 있다.

1960년 Russe¹³는 수장측 접근법이 주상골의 혈관 공급을 더 적게 방해한다고 보고하였다. 주상골은 요골동맥이나 천부 수장궁(superficial palmar arch) 혈관에서 기시하는 분지가 주상골 결절(tubercle)로 들어가 원위부와 주상골의 20%-30%를 공급하고, 손목 관절의 배측 관절막에 있는 요골동맥의 분지인 요수근 궁(radiocarpal arch) 동맥에서 기원하는 요배부 혈관으로부터 근위부 골편과 주상골의 70%-80%의 혈액을 공급받는다^{17,18}. 수장측 접근 시 이러한 수배측 혈관 분지의 보존이 안전하고 굴곡 변형의 정복 및 골이식이 용이한 이유로 많은 술자들이 수장측 접근을 선호한다. 그렇지만 수배측 접근을 이용한 수술 시에도 배측 외측 능선의 연부조직을 조심스럽게 보존하면 주상골의 혈행 공급에 손상을 주지 않으며, 본 연구에서도 수배측 접근법을 통해서 90%의 유합률을 얻었고 근위부의 무혈성 괴사는 발생하지 않았다. 1932년 Matti가 처음으로 속넣기 골이식(inlay bone graft) 방법을 보고하면서 수배측 접근을 추천하였고¹⁰, Cooney 등^{6,10}은 66명의 주상골 불유합 환자를 대상으로 44명은 수장측 접근법과 22명은 수배측 접근법을 이용하여 속넣기 골이식 및 고정술을 하여 각각 86%와 91%의 골유합을 얻었고, 혈관의 측

면에서는 수장측 접근법과 수배측 접근법의 우열을 가릴 수 없으며 무혈성 괴사의 발병률에도 영향을 주지 않는다고 하였다. 본 연구에서 수장측 접근법의 증례가 없어 수배측 접근법과 비교하여 불유합률의 차이는 증명하지 못하였지만, 수배측 접근을 통하여 주상골의 배부 능선 주변의 연부조직을 조심스럽게 박리하여 수술을 한 결과 무혈성 괴사와 같은 합병증은 없었으므로, 주상골의 수배측 접근법으로 수술 시에 혈관 해부 구조에 대해서 잘 이해하고 수술 시 연부조직을 조심스럽게 다루어 혈관 손상을 주지 않는다면 불유합 및 무혈성 괴사의 발생을 방지할 수 있을 것으로 생각한다. 수배측 접근법은 수장측의 안정성에 크게 기여하는 요주상유두인대 및 요주상월상인대의 손상을 주지 않으며, 주상골의 시야 확보가 탁월하고, 내고정물의 중심부 위치 선정과 요골 경상돌기 절제술이 수장측 접근법보다 용이한 장점이 뛰어나다²².

주상골 골절 불유합의 합병증 중 하나인 SNAC는 수근골의 붕괴 및 퇴행성 관절염을 일으켜 결국 수근관절의 기능을 현저하게 저하시킨다⁸. Vender 등³³은 SNAC는 원위 주상골의 골절편과 요골 사이에서의 관절염으로 시작한다고 하였는데, 초기 관절염이 동반된 주상골 골절의 불유합에 대해서 수술 시 요골 경상돌기 절제술은 선택적 수술로 고려할 수 있다. 요골 경상돌기 절제술은 대개 주상골 불유합의 치료와 함께 시행된다. 이러한 추가 시술의 이유는 불유합이 회복되면서 생기는 가골이 요골 경상돌기와 충돌할 수 있기 때문이다. 이러한 요골-주상골 충돌을 피하기 위하여 예방적으로 요골 경상돌기 절제술을 시행할 수 있다³⁴. 요골 경상돌기를 얼마나 절제할 것인가는 신중하게 결정해야 하는데, 과도한 절제 시 요수근인대 손상의 위험성이 크고 결과적으로 수근관절 불안정성이 발생할 위험이 크기 때문이다^{35,36}. Nakamura 등³⁶은 cadaver 연구를 시행하여 각각 6 mm와 10 mm의 경상돌기 절제술이 요측, 척측, 그리고 수장측 요골 전위를 일으키는 반면 3 mm의 경상돌기 절제술은 그렇지 않아서 경상돌기 절제술은 3-4 mm로 제한해야 한다고 보고하였다. 최근에 Lecoq 등³⁵은 cadaver 연구를 시행하여 6 mm 이상의 경상돌기 절제술은 요주상유두인대 및 요주상월상인대의 손상, 그리고 후방 요수근인대의 손상과 관련이 있어 요골 경상돌기 절제술은 6 mm 이내로 시행해야 수근관절 불안정성을 피할 수 있다고 주장하였다. 저자들은 요수근인대의 손상을 피하고 관절염의 진행을 막기 위해 요골 경상돌기 절제술을 약 4-5 mm로 정도로 시행하였고, SNAC나 수근골 척측 병진(carpal ulnar translation) 등의 합병증은 없었다.

본 연구에서는 장골 능선의 내측에서 피질해면골을 채취해서 자가 이식술을 시행하였다. 내측 피질골만을 채취하기 때문에 수술 후 골반 통증이 적고 채취부 주변으로 골반 골의 골절과 같은 합병증도 없었다. Fisk¹⁴는 처음으로 주상골 정복 이후에 압박력을 견딜 수 있는 썬기 형태의 피질해면골을 사용한 골이식을 제시하였고, Fernandez¹¹는 이를 변형하여 삼각형 혹은 사다리꼴 형태로 다듬은 썬기형 이식과 K-강선 고정술식을 보고하였다. 피질해면골 이식에 대해 Green³⁷은 피질골은 안정성, 해면골은 골형성을 위한 것이라고 하였는데, 피질해면골 이식을 통해서 근위 골편과 원위 골편 사이에 결손부를 채워서 기계적 안정성을 얻고 주상골의 길이도 회복하며 수근골의 정렬도 교정할 수 있을 뿐만 아니라 골유합을 촉진하는 골 형성 능력에도 유리하다고 하였다³⁸. Sayegh와 Strauch¹²의 최근 체계적 문헌 고찰에 따르면 자가 피질해면골 이식이 순수 해면골 이식보다 골 형성능력은 떨어지지만 수근골 정렬의 회복에는 더 우위에 있으므로, 개재의 결손부가 있거나 수근골의 붕괴가 있는 주상골 불유합에는 피질 해면골 이식이 더 적절하다고 하였다.

본 연구의 한계점은 본 연구가 후향적으로 시행된 연구이며, 수장측 접근법을 이용한 비교군이 없고, 수술 전 MMWS가 없다는 점을 들 수 있다.

결론

본 연구에서 수근부 주상골 불유합을 수배측 접근법을 이용하여 피질해면골 이식 및 내고정을 실시하여 평균 15.1주에 94.3%에서 골유합을 얻었으며, 수근부 관절운동 범위 및 해부학적 정렬이 향상되어 방사선적, 임상적으로 만족스러운 결과 얻을 수 있었다. 이상의 결과로 보아 주상골 불유합 시 수배측 접근을 이용한 피질해면골 이식 및 내 고정술은 효과적인 술식으로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Leslie IJ, Dickson RA. The fractured carpal scaphoid. Natural history and factors influencing outcome. J Bone Joint Surg Br. 1981;63:225-30.
2. Kozin SH. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. Hand Clin. 2001;17:515-24.
3. Dunn AW. Fractures and dislocations of the carpus. Surg Clin North Am. 1972;52:1513-38.
4. Hove LM. Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg. 1999;33:423-6.
5. Dias JJ, Brenkel IJ, Finlay DB. Patterns of union in fractures of the waist of the scaphoid. J Bone Joint Surg Br. 1989;71:307-10.
6. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH. Scaphoid fractures. Problems associated with nonunion and avascular necrosis. Orthop Clin North Am. 1984;15:381-91.
7. Buijze GA, Ochtman L, Ring D. Management of scaphoid nonunion. J Hand Surg Am. 2012;37:1095-100; quiz 1101.
8. Mack GR, Bosse MJ, Gelberman RH, Yu E. The natural history of scaphoid non-union. J Bone Joint Surg Am. 1984;66:504-9.
9. Ruby LK, Leslie BM. Wrist arthritis associated with scaphoid nonunion. Hand Clin. 1987;3:529-39.
10. Cooney WP 3rd, Dobyns JH, Linscheid RL. Nonunion of the scaphoid: analysis of the results from bone grafting. J Hand Surg Am. 1980;5:343-54.
11. Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. J Hand Surg Am. 1984;9:733-7.
12. Sayegh ET, Strauch RJ. Graft choice in the management of unstable scaphoid nonunion: a systematic review. J Hand Surg Am. 2014;39:1500-6.e7.
13. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. J Bone Joint Surg Am. 1960;42:759-68.
14. Fisk GR. Carpal instability and the fractured scaphoid. Ann R Coll Surg Engl. 1970;46:63-76.
15. Lee SK, Byun DJ, Roman-Deynes JL, Model Z, Wolfe SW. Hybrid Russe procedure for scaphoid waist fracture nonunion with deformity. J Hand Surg Am. 2015;40:2198-205.
16. Han SH, Lee HJ, Hong IT, Kim U, Lee SJ. Non-structural cancellous bone graft and headless compression screw fixation for treatment of scaphoid waist non-union. Orthop Traumatol Surg Res. 2017;103:89-93.
17. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid

- bone. *J Hand Surg Am.* 1980;5:508-13.
18. Taleisnik J, Kelly PJ. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. *J Bone Joint Surg Am.* 1966;48:1125-37.
19. Kozin SH. Internal fixation of scaphoid fractures. *Hand Clin.* 1997;13:573-86.
20. Polsky MB, Kozin SH, Porter ST, Thoder JJ. Scaphoid fractures: dorsal versus volar approach. *Orthopedics.* 2002;25:817-9.
21. dos Reis FB, Koeberle G, Leite NM, Katchburian MV. Internal fixation of scaphoid injuries using the Herbert screw through a dorsal approach. *J Hand Surg Am.* 1993;18:792-7.
22. Watson HK, Pitts EC, Ashmead D 4th, Makhoul MV, Kauer J. Dorsal approach to scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1993;18:359-65.
23. Gereli A, Nalbantoglu U, Sener IU, Kocaoglu B, Turkmen M. Comparison of headless screws used in the treatment of proximal nonunion of scaphoid bone. *Int Orthop.* 2011;35:1031-5.
24. Luchetti TJ, Rao AJ, Fernandez JJ, Cohen MS, Wysocki RW. Fixation of proximal pole scaphoid nonunion with non-vascularized cancellous autograft. *J Hand Surg Eur Vol.* 2018;43:66-72.
25. Park JH, Kwak DH, Park JW. Treatment of scaphoid nonunion using 2 small diameter (2.2 mm) headless compression screws. *J Korean Soc Surg Hand.* 2017;22:180-8.
26. Dias JJ. Definition of union after acute fracture and surgery for fracture nonunion of the scaphoid. *J Hand Surg Br.* 2001;26:321-5.
27. Slutsky DJ. Outcomes assessment in wrist surgery. *J Wrist Surg.* 2013;2:1-4.
28. Kawamura K, Chung KC. Treatment of scaphoid fractures and nonunions. *J Hand Surg Am.* 2008;33:988-97.
29. Pinder RM, Brkljac M, Rix L, Muir L, Brewster M. Treatment of scaphoid nonunion: a systematic review of the existing evidence. *J Hand Surg Am.* 2015;40:1797-805.e3.
30. Hackney LA, Dodds SD. Assessment of scaphoid fracture healing. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2011;4:16-22.
31. Kang HJ, Lee SH, Song KW, Hahn SB, Kang ES. Retrograde Herbert screw fixation in treatment of nonunion of proximal scaphoid fractures. *J Korean Soc Surg Hand.* 2002;7:8-14.
32. Lee SH, Oh JS, Seo CH, Kim YJ. Scaphoid nonunion: Herbert screw fixation through dorsal approach. *J Korean Soc Surg Hand.* 2013;18:49-58.
33. Vender MI, Watson HK, Wiener BD, Black DM. Degenerative change in symptomatic scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1987;12:514-9.
34. Nagle DJ. Scaphoid nonunion. Treatment with cancellous bone graft and Kirschner-wire fixation. *Hand Clin.* 2001;17:625-9.
35. Lecoq FA, Sébilo A, Bellemère P. The radial approach to the wrist with styloidectomy: a cadaver study. *Hand Surg Rehabil.* 2017;36:255-60.
36. Nakamura T, Cooney WP 3rd, Lui WH, et al. Radial styloidectomy: a biomechanical study on stability of the wrist joint. *J Hand Surg Am.* 2001;26:85-93.
37. Green DP. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1985;10:597-605.
38. Fernandez DL. Anterior bone grafting and conventional lag screw fixation to treat scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am.* 1990;15:140-7.

수배측 접근법을 이용한 주상골 불유합의 치료

최재훈¹ · 이운민¹ · 나기태² · 강한빛³ · 이상현¹ · 송석환¹

¹가톨릭대학교 의과대학 여의도성모병원 정형외과학교실, ²가톨릭대학교 의과대학 인천성모병원 정형외과학교실,

³가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 정형외과학교실

목적: 주상골 골절 불유합 환자에서 수배측 접근법을 이용하여 불유합 부위의 소파술, 변형의 교정, 내고정 및 자가장골 이식을 시행 후 임상적 및 방사선적 결과를 보고하고자 한다.

방법: 2003년 9월부터 2017년 8월까지 수배측 접근법을 이용한 관혈적 정복, 자가장골 이식, 금속나사 혹은 K-강선(Kirschner's wire) 내고정 수술을 시행 받은 주상골 불유합 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 단순 방사선 사진에서 골유합을 확인하였고, 수술 전과 최종 추시 시 주상-월상골각(scapholunate angle), 요-월상골각(radiolunate angle), 후전면 주상골내각(posteroanterior intrascaphoid angle), 측면 주상골내각(lateral intrascaphoid angle)을 측정하였다. 기능적인 결과는 관절운동 범위, 시각통증 척도(visual analogue scale), 그리고 modified Mayo wrist scoring system을 측정하여 평가하였다.

결과: 51명의 남자와 2명의 여자를 대상으로 하였으며, 평균 나이는 31.2세(범위, 13-61세)였다. 수상일로부터 수술일까지의 평균 이환 기간은 16.8개월(범위, 3-50개월), 평균 추시 기간은 26.2개월(범위, 12-76개월)이었다. 53명 중 50명(94.3%)에서 방사선적 골유합을 확인하였으며, 수술 후 골유합 시기는 평균 15.1주(범위, 8-50주)였다. 주상-월상골각은 수술 전 평균 69.3°에서 최종 추시 시 평균 54.0°로 의미 있는 변화를 보였다. 요-월상골각은 수술 전 평균 14.3°에서 최종 추시 시 평균 7.2°로 의미 있는 변화를 보였다. 후전면 주상골내각은 수술 전 평균 33.2°에서 최종 추시 시 평균 30.2°로 의미 있는 변화를 보였다. 측면 주상골내각은 수술 전 평균 42.9°에서 최종 추시 시 평균 28.8°로 의미 있는 변화를 보였다.

결론: 주상골 불유합 시 수배측 접근을 이용한 피질해면골 이식 및 내고정술은 만족스런 임상적 및 방사선적인 결과를 얻을 수 있는 효과적인 술식으로 생각된다.

색인단어: 주상골, 불유합, 수배측 접근법, 장골 이식

접수일 2018년 11월 3일 **수정일** 1차: 2018년 12월 21일, 2차: 2019년 1월 2일 **게재확정일** 2019년 1월 3일

교신저자 송석환

07345, 서울시 영등포구 63로 10, 가톨릭대학교 여의도성모병원 정형외과

TEL 02-3779-1192 FAX 02-783-0252 E-mail sw.song@catholic.ac.kr