

Treatment of Scaphoid Nonunion Using 2 Small Diameter (2.2 mm) Headless Compression Screws

Ji Hun Park, Dong Hee Kwak,
Jong Woong Park

Department of Orthopaedic Surgery, Korea
University College of Medicine, Seoul, Korea

Received: May 25, 2017

Revised: July 12, 2017

Accepted: July 21, 2017

Correspondence to: Jong Woong Park
Department of Orthopaedic Surgery, Korea
University College of Medicine, 73, Incheon-ro,
Sungbuk-gu, Seoul 02841, Korea
TEL: +82-02-920-5320
FAX: +82-02-924-2471
E-mail: ospark@korea.ac.kr

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.

Purpose: To assess union and complication rates associated with the use of 2 small diameter headless compression screws and volar wedge bone grafting for the treatment of scaphoid fracture waist nonunions with collapse.

Methods: A total of 12 patients (11 male and 1 female) at an average age of 32.5 years were treated with open reduction and internal fixation with 2 small diameter headless compression screws for scaphoid nonunions with a mean follow-up of 11 months. Tricortical wedge shaped autograft were harvested from the iliac crest and placed into the nonunion site to restore length and alignment in all patients. Union was determined by radiographs and computed tomography, and scapholunate and radiolunate angles, and height-to-length ratio were calculated on final radiographs and follow-up computed tomography.

Results: All 12 scaphoids united with a mean time for 2.8 months. The mean postoperative scapholunate angle was significantly reduced from 73° preoperatively to 56° postoperatively. The mean radiolunate angle was significantly improved from 21° from neutral preoperatively to 12° postoperatively. The height-to-length ratio was also demonstrated significant improvement from 0.73 preoperatively to 0.60 postoperatively. No hardware problems were identified and no revision procedures have been necessary.

Conclusion: Our results indicate that the use of 2 small diameter headless compression screws with volar structural bone graft stabilizes the fracture for predictable union, while reducing the deformity reliably from a collapsed scaphoid nonunion. The presented technique is safe and effective, and may provide superior biomechanical stability, especially against the torsional force.

Keywords: Nonunion, Scaphoid, Bone graft, Two screws fixation technique

서론

주상골의 붕괴와 골소실이 동반된 주상골 요부 불유합은 그 치료로 다양한 형태의 골이식술과 내고정술 방법이 제시되어 왔다. 이러한 형태의 불유합에서 치료의 목적은 주상골의 골 유합 뿐만 아니라 붕괴된 주상골 변형의 수복과 수근관절의 부정정렬에 대한 적절한 교정을 목표로 하며, 이는 진행되는

외상성 관절염을 최소화하기 위한 주요한 치료 요건으로 알려져 있다¹.

1980년 Fisk²는 주상골의 정복 이후에 압박력을 전달 수 있는 피질해면골 형태의 골이식술을 처음 보고하였으며, 이후 Fernandez³는 이를 변형하여 삼각형 혹은 사다리꼴 형태로 다듬은 췌기형 이식골을 원위골편과 근위골편의 전방(수장측)에 위치하여 K-강선으로 고정하는 술식을 보고한 바 있다.

이후 고정력과 수근골 정렬 회복을 향상시키기 위한 다양한 술기와 내고정물의 사용이 보고되어 왔으며, 특히 무두압박나사의 삽입은 근위부와 원위부에 서로 압박력을 전달할 수 있는 특성을 가지고 있어 불유합된 주상골의 유합률을 높일 수 있는 적절한 내고정물로 평가되었다^{4,5}.

과거 안정적인 압박력과 고정력을 제공하기 위한 압박나사의 개발이 이루어져왔음에도 한편으로 압박나사의 단일 삽입으로는 고정부의 절대 안정성을 제공하지 못할 수 있음이 제기되었다^{6,7}. 손목관절은 굴신, 요척운동 및 화살촉 던지기 동작(dart throwing motion) 등 다방향성 움직임을 보이는 관절로써 Trumble 등⁸은 단일나사 고정이 특히 골편간 회전력에 대한 안정성을 제공하지 못할 수 있음을 보고하였다. 저자들도 주상골 변형교정을 유지하기 위해 췌기골 형태의 골이식을 시행하는 경우, 골편간의 접촉이 이식골을 중심으로 두 면 이상에서 이루어져야 하기 때문에 비틀림이나 회전변형에 더 취약할 수 있으며, 특히 기존 수술에 사용되었던 3 mm 이상 직경의 무두압박나사는 정확한 위치에 삽입되지 않는 경우 췌기형 이식골을 관통하는 과정에서 이식골편을 파괴시켜 나사못을 통하여 얻고자 하는 고정력을 상실할 위험이 있다.

최근 일련의 연구를 통해 두 개 이상의 압박나사 고정에 대한 물리적인 장점이 제시되어 왔으나^{9,10} 아직까지 그 임상결과에 대한 보고는 많지 않다⁷. 이에 저자들은 주상골 요부 불유합에서 두 개의 소직경(2.2 mm) 무두 압박 나사를 이용하여 췌기골 이식 골편을 고정하는 방법의 유용한 술식과 임상적 결과 및 방사선학적 결과를 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2015년 9월부터 2016년 11월까지 골사등 변형이 동반된 불안정성 주상골 요부 불유합에 대하여 췌기골과 두 개의 무두압박나사로 고정술을 시행한, 수술 후 최소 6개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 순차적인 환자군을 대상으로 하였다. 주상골의 중심부 3분의 1부위에 발생한 골절을 요부 골절로 정의하였으며, 수상 후 3개월 이상 경과 후에 단순방사선 사진상 골흡수 또는 경화 소견이 동반되면서 골유합이 일어나지 않는 경우를 불유합으로 정의하였다. 췌기골은 삼면 피질골과 해면골을 포함하여 모든 경우 장골능에서 채취하여 시행하였다. 진행된 요수근 관절염이 관찰되거나 자기공명영상 및 수술 소견에서 골절편의 무혈성 괴사가 관찰된 경우는 배제하였다.

총 13명의 환자가 수술을 시행 받았으며 그 중 1명은 5개월째 추적 소실되어 불충분한 임상기록으로 연구에서 배제되었

다. 최종 12명의 환자가 연구에 포함되었으며, 11명이 남자였고 9예에서 우세수에 발생하였다. 수술 당시 평균나이는 32세(범위, 15-69세)였고, 평균 추시 기간은 11.3개월(범위, 6-17개월)이었으며, 그 중 2명은 각각 4개월 및 6개월 전 동일부위 주상골 골절 수술력이 있었으나 불유합이 지속되어 내원하였다. 환자들은 기타 동반 질환의 이환력은 없었으나 3명에서 흡연력이 있었다. 과거력상 10예에서 수상일로부터 수술일까지의 이환 기간은 평균 12개월(범위, 3-26개월)이었으며, 2예는 수상일을 인지하지 못하였다. 2예에서 방사선상 요주상 관절에 초기 퇴행성 변화(scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC stage I)를 보이는 경우가 발견되었고, 그 중 1예에서는 요골 경상돌기 절제술을 같이 시행하였으나 다른 1예는 수술 전 방사선사진상에 요골 경상돌기의 관절염 변화가 심하지 않았고 손목 관절 운동 시에 주상골과 요골 경상돌기 간의 충돌이 심하지 않아 요골 경상돌기 절제술을 시행하지 않았다.

수술 후 전측과 환측의 관절 운동 범위를 신전과 굴곡, 요측 편위와 척측 편위로 나누어 측정하였으며, 시각통증등급(visual analogue scale) 및 quick disabilities of the arm, shoulder, and hand (DASH) score 평가기록을 수집하였다. 주상골의 붕괴 및 변형 교정 정도를 평가하기 위해 수술 전과 최종 추시 시의 측면 방사선 사진에서 주상월상골 각(scapholunate angle)과 요월상골 각(radiolunate angle)을 측정하였다. 또한, 주상골 장축을 따라 촬영한 전산화단층사진(computed tomography, CT)의 시상면에서 주상골의 높이길이비(height-to-length ratio, H/L ratio)를 측정하여 비교하였으며 0.65 이상인 경우 유의한 주상골 붕괴가 있는 것으로 보았다(Fig. 1)¹¹. 모든 환자에서 수술 후 3주 간격으로 단순방



Fig. 1. Measurement of the height-to-length ratio.

사선사진을 촬영하여 전후면과 척측편위 영상에서 골소주의 연결을 확인하였다. 한 명의 수술자가 모든 수술 및 영상학적 진단과 임상적 추시 평가를 시행하였으며, 방사선학적 측정은 한 명의 수부외과 전임의와 한 명의 전공의가 각각 두 번씩 측정하여 그 평균값을 평가에 사용하였다.

골유합은 해부학적 snuffbox에 압통이 소실되며 전후면과 척측편위 영상에서 혹은 2개 이상의 CT 단면에서 골소주의 연결이 확인되면서 내고정물의 해리, 골절편의 전위가 더 이상 없는 경우로 정의하였다¹². 또한 본 연구의 과정과 별개로 원내 영상의학과 전문의가 촬영된 CT상의 골유합을 평가하여 확정하였다.

1. 수술 방법

요측 수근 굴곡근의 요골측 외연을 따라 굵은 피부 종절개를 시행하였다. 요측 수근 굴곡근 후방 건막을 절개하여 수장측 수근인대 및 관절막을 노출시켰으며 이를 절개하여 불유합 골절면의 경계부위를 노출하였다. 골점자(rongeur) 및 연마기(burr), 소파기(curette) 등을 이용하여 점상출혈을 보이는 건강한 해면골이 노출될 때까지 불유합부 주위의 경화골 및 낭종을 완전히 제거하였으며 추후 췌기형 이식골이 정확히 삽입되도록 이식골 양면과 맞닿는 주상골 근위 및 원위골편의 접촉면을 가능한 편평하게 연마하였다. 손목 관절을 신전한 상태에서 조종막대 조작을 이용하여 주상골의 굽사등변형을 교정한 뒤 전방 골결손부위의 넓이와 깊이를 측정하였다. 두 개의 유도핀(guide wire)을 원위 골절편에서 전방 골결손부위를 통과하여 근위 골절편까지 위치하도록 삽입하였다. 이 중 한 개는 주상골의 원위 및 근위극의 중심을 향하면서 췌기형 이식골의 중앙에 위치하도록 하였으며, 다른 한 개

는 첫 유도핀에서 3 mm 이상의 거리를 두고 추가 삽입하였다. 두 번째 나사는 이식물의 이탈 및 골편의 회전변형을 방지하는 역할로써 위치에 상관없이 공간의 여유가 된다면 어디든 삽입하여도 가능하지만, 저자들은 두번째 나사못 삽입 위치를 주상골 원위 및 근위 골편의 수장측 연결하골에 위치하고 췌기형 이식골의 피질골 직하부의 비교적 골질이 견고한 부위를 지나게 함으로써 고정력 향상 및 회전변형 방지 효과를 극대화 하였다(Fig. 2). 이식을 위한 췌기형 이식골은 장골 능선에서 진동톱(oscillating saw) 및 절골기(osteotome)를 이용하여 측정된 결손부위 크기만큼의 삼면피질골의 형태로 채취하였으며, 이후 제거된 피질골 부를 통하여 해면골을 일부 추가 채취하였다. 췌기골 이식 전 잔여골 결손부가 남지 않도록, 작은 조각으로 다듬은 해면골을 오목한 공간 및 결손 수배부 측에 일부 이식후 근위 골편의 교정상태를 K-강선 등으로 유지한 채 2개의 유도핀을 일시적으로 원위골편까지 후진시킨 후 췌기골을 삽입하였으며 이후 췌기골에 수배측 압박력을 가하면서 중앙부 유도핀을 다시 근위 골편 부에 삽입되도록 재 전진 시켰다. 방사선 증폭장치하에 주상골의 변형회복 및 유도핀 위치를 확인한 이후 2.2 mm 무두 압박 나사(CCS, Medartis, Basel, Switzerland)를 중심극에 위치한 유도핀에서부터 순차적으로 삽입하여 나사산(thread)이 이식골을 완전히 관통하여 근위부 골편에 위치하도록 고정하였다. 첫번째 무두 압박 나사못 고정 후 수장측 유도핀을 췌기골을 관통하여 다시 근위골편에 전진시킨 후 두번째 무두 압박 나사못을 방사선 증폭장치 감시하에 삽입하였다. 이후 원위부 및 근위부 골편의 피질골 경계와 이식골의 경계가 매끄럽게 이어지도록 이식골의 돌출된 부위를 저회전 연마기로 다듬었으며 췌기골과 주상골 사이에 잔여 공간이 있을 경우 해면골을 밀도 있

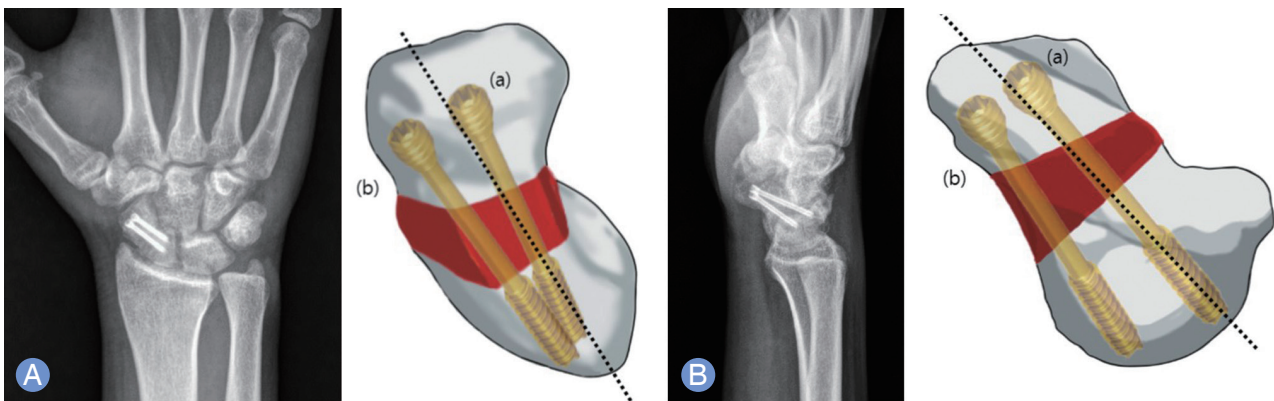


Fig. 2. Plain radiographs and illustrations of two headless screws inserted in the scaphoid after anterior wedge bone graft. **(A)** On palmar view, the first screw (a) was inserted near center of the each pole (dashed line). Then, the second screw (b) was inserted more palmarly abutting the subchondral bone. **(B)** Lateral view of the scaphoid with 2 headless screw fixation.

게 채워 넣었다. 이 후 관절막, 수근인대 및 피부를 봉합 후 무지 수상 석고(thumb spica splint)를 시행하였다. 수술 후 2주에 봉합사 제거 후 단 상지 무지 수상 석고로 교체하여 4주 더 유지하였다. 이후 유합이 확인될 때까지 3주 간격으로 방사선 추시하며 석고 고정을 재시행하였다.

2. 통계학적 분석

일차적인 결과는 12명의 환자에서 골절의 유합과 시기를 확인하는 것이며, 통증을 제외한 기술적 통계수치는 평균±표준편차 값으로 제시하였다. 수술 전 및 수술 후 최종 추시 시점에서 손목관절운동 범위와 방사선학적 측정값의 변화를 Wilcoxon 부호순위검정을 이용하여 분석하였다. 수술 후 값의 변화는 수술부위의 건측에 대한 백분율로 비교하였다. 유의수준 alpha는 0.05로 설정하였다.

결과

12예 모두 방사선적 및 임상적 골유합을 확인할 수 있었으

며 골유합까지의 기간은 평균 2.8개월(범위, 2-4개월)이 소요되었다(Table 1).

높이길이지수는 수술 전 평균 0.73 ± 0.05 로 측정되었고 최종 추시상 평균 0.60 ± 0.04 ($p=0.002$)로 유의한 호전을 보였으며, 12예 중 11예(91.6%)에서 0.65 미만으로 호전되었다. 주상월상골각은 수술 전 평균 $73^\circ \pm 8^\circ$ 에서 수술 후 평균 $56^\circ \pm 7^\circ$ ($p=0.002$)로 측정되었으며 요월상골각은 수술 전 평균 $21^\circ \pm 5^\circ$ 였고 최종 추시 시 측정된 영상에서는 $12^\circ \pm 8^\circ$ ($p=0.002$)로 측정되어, 모두 수술 후 통계학적으로 유의한 호전을 보였다(Fig. 3).

수술 후 최종 추시에서 측정된 손목관절의 굴곡-신전운동범위는 $123^\circ \pm 15^\circ$ 로 건측의 운동범위의 평균 82% (범위, 71%-100%)로 측정되었다. 수술 후 Quick DASH 점수는 평균 9.64 ± 5.8 점이었다(Table 1). 시각통증지수는 수술 전 중간값 4 (범위, 2-7)에서 수술 후 중간값 1 (범위, 0-3)로 호전되었다.

모든 예에서 두 개의 소직경 무두압박나사의 삽입 후 골절면 및 이식골편은 안정적인 고정력을 얻었으며, 나사못 삽입

Table 1. Demographics and selective results of patients

No	Sex	Age (yr)	Prior surgery	Total F/U	Union (mo)	ROM (F-E) %	Postop quick DASH	Postop pain (VAS)
1	Male	44	No	18	3	80.0	6.8	0
2	Male	50	No	15	2	83.3	4.5	0
3	Male	28	Yes	6	4	73.3	20.5	2
4	Male	26	Yes	10	2	96.7	11.4	0
5	Male	15	No	6	3	86.2	13.6	3
6	Male	43	No	12	3	71.0	3.3	0
7	Male	34	No	10	3	82.8	11.4	1
8	Male	18	No	11	3	74.1	4.5	3
9	Male	34	No	15	3	100	3.3	0
10	Male	15	No	9	2	84.8	6.8	1
11	Female	26	No	16	3	73.3	18.2	2
12	Male	69	No	14	3	80.0	11.4	1

F/U, follow up; ROM, range of motion; F-E, flexion-extension; Postop, postoperative; DASH, disabilities of the arm, shoulder, and hand; VAS, visual analogue scale.

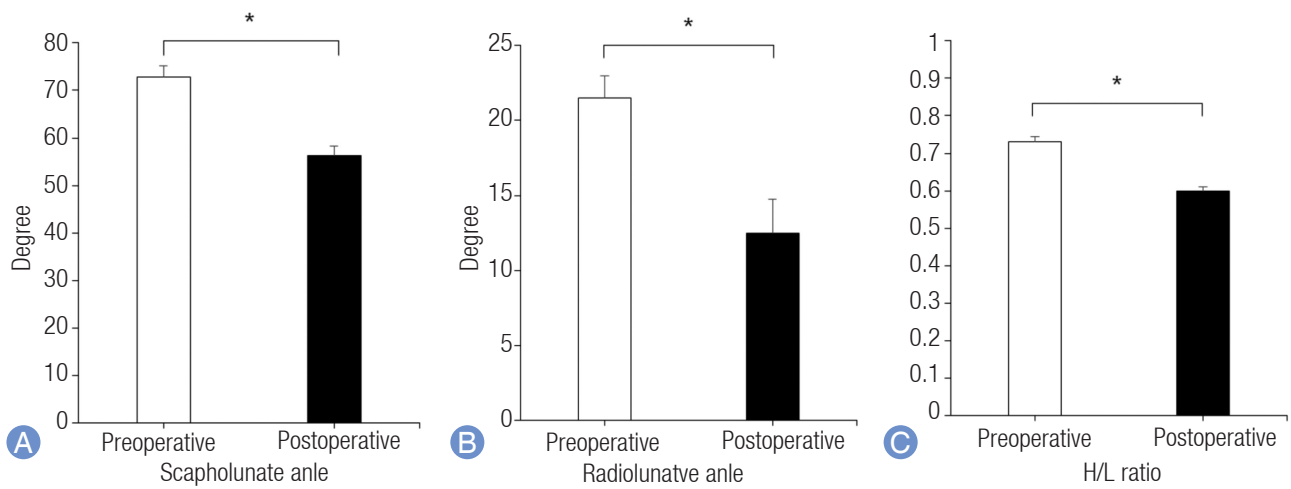


Fig. 3. Comparing preoperative and postoperative changes in scapholunate angle (A), radiolunate angle (B) and height-to-length ratio (H/L ratio) of the scaphoid (C) (* $p < 0.05$).

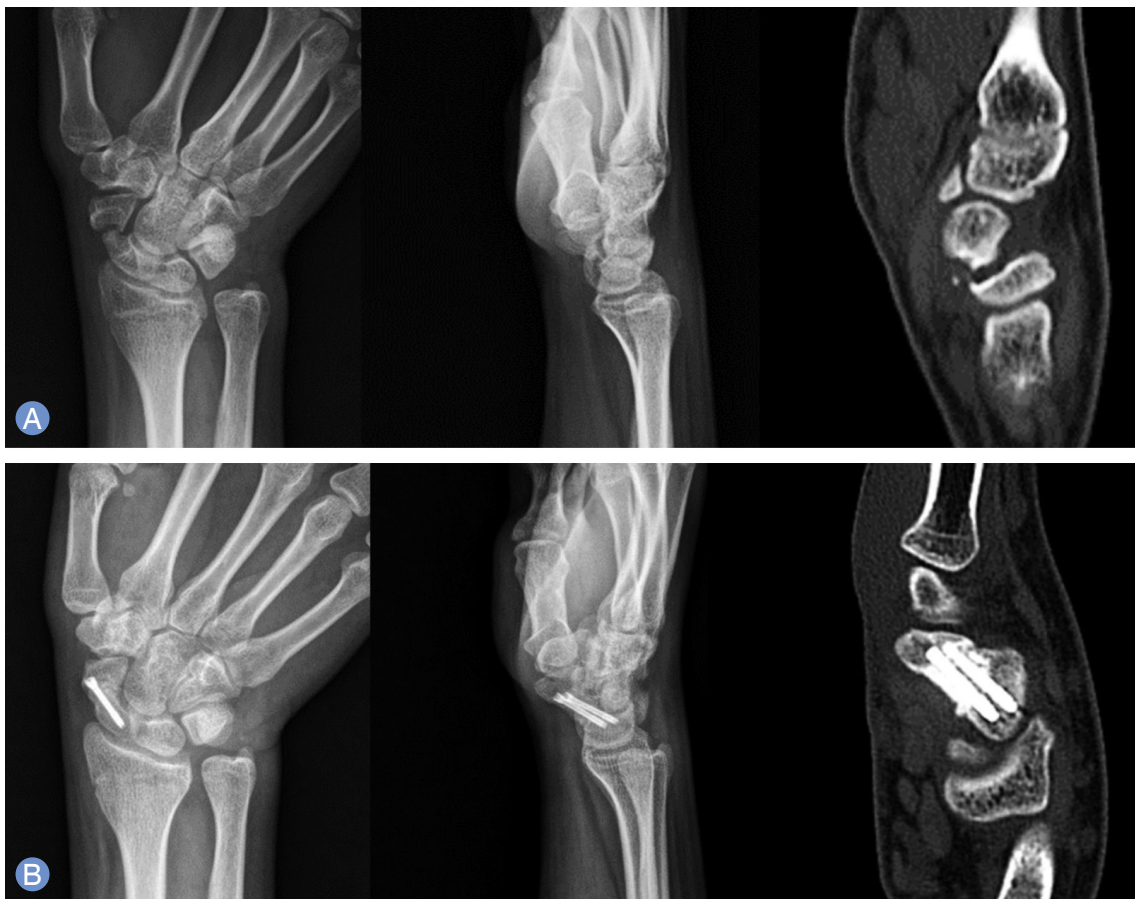


Fig. 4. Representative case of a scaphoid waist nonunion in a 15-year-old patient with humpback deformity. (A) Preoperative radiographs and computed tomography (CT) scan in the long axis of the scaphoid. (B) Postoperative radiographs and CT scan in the long axis of the scaphoid at 2 months follow-up demonstrating union of scaphoid and correction of the deformity.

시 이식골편의 파괴로 인한 고정력 소실은 없었다(Fig. 4). 이식골 채취 부위 합병증이나 창상 감염, 나사의 이동이나 관절면 돌출을 보인 예는 없었다.

고찰

주상골은 원위 및 근위수근열의 연결고리 역할을 하여 수근골로의 압박력에 저항하고 있어, 골절이 발생하였을 때 골절 부로 강한 굴곡력을 전달받는다. 주상골 골절이 유합에 실패하면 증가된 압박력과 반복적인 골편 사이 움직임이 주로 수장측의 골흡수를 유발하며, 골단축과 함께 특징적인 골사등 변형이 발생한다¹³. 치료의 일차적 목표는 골유합이지만 주상골의 장축길이와 굴곡변형을 적절히 교정하는 것이 보다 양호한 기능적 결과와 관절염 발생을 낮추는데 중요한 요건으로 알려져 있다¹⁴. 본 연구에서는 골사등 변형이 동반된 주상골 요부 불유합에서 뼈기골 이식과 두 개의 소직경 무두압박나사를 이용하여 주상골의 변형과 골단축을 교정하였으며, 우수한 골유합율과 수근골 정렬상태의 호전을 확인하였다.

주상골 골절에 사용되는 내고정기구는 과거 주로 굴곡-신전 안정성 측면에서 광범위하게 연구되어 왔으나, 주상골이 다방향성 회전력에 노출되어 있음이 인식됨에 따라 최근에는 골절 고정의 회전 안정성(rotational stability)에 대한 연구들이 진행되고 있다^{9,10}. 내고정기구 중 무두압박나사는 이식골편과 골절면 사이에 압박력을 제공하며 있으며 관절면 내로 삽입되기 때문에 강한 고정력을 제공한다. Kawamura와 Chung¹⁵은 주상골 골절의 치료 시 무두압박나사 고정이 K-강선 고정술보다 양호한 결과를 보임을 보고하였다. 하지만 Trumble 등⁸은 단일 나사로 회전변형에 취약할 수 있음을 주장하였으며, 이를 극복하기 위하여 수술적 고정 시 일시적으로 회전 저항 강선을 삽입하였다. Jurkowitsch 등¹⁰은 인공 주상골 골절 모델에서 두 개의 무두압박나사 혹은 금속판 고정이 단일 무두압박나사 고정에 비하여 회전변형에 현저한 안정성을 보임을 확인한 바 있다. 또한 향상된 안정성으로 고정 후 골편간의 전위없이 골유합이 안정적으로 진행할 수 있을 것이라고 주장하였다. Garcia 등⁷은 두 개의 무두압박나사를 사용하여 고정한 19명의 환자군에서 혈관화 골이식을 시행한 환자들을 포함하여 모두 골유합이 이루어졌으며 유합까지 평균 3.6개월이 소요되었다고 보고하였다. Ghoneim¹⁶은 무두압박나사 대신 지지금속판고정을 시행한 결과를 보고하였으며 피질해면골 이식술과 같이 시행한 14명의 환자에서 93% 골유합과 평균 3.8개월의 유합시기를 보고하였다. 이는 이전 보고들의 평균인 3.4 개월과 비슷한 수준이었다¹⁷. 본 연구에서는 뼈

기골 이식 후 평균 2.8개월에 골유합을 얻어 기존의 결과들과 비교 시 안정적이면서 빠른 골유합을 얻을 수 있다는 주장의 근거가 될 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 본 연구를 포함하여 이전 보고된 다른 연구결과들 또한 각 임상에서 다양한 간격을 두고 추시된 환자들로, 관찰 시기 간격의 차이로 인한 유합의 확인에 지연이 있을 수 있어 직접적인 비교에는 제한이 있다.

주상골 골절의 불유합 수술 시 두개의 무두압박나사를 사용하는 것은 특히 피질해면골 이식을 시행할 때 이식골이 안정적으로 고정되는 측면에도 장점이 있을 것으로 인정된다. Cooney 등⁴은 수장측 피질해면골 이식을 시행한 후 단일 무두나사를 삽입하였을 때 이식골이 전방으로 튀어나올 수 있음을 보고하였으며, Nakamura 등¹³도 이식골의 돌출로 적절한 골편간 안정성이 얻어지지 못할 수 있음을 제시하였고 이를 막기 위해 작은 임팩터를 사용하여 나사삽입 시 이식골이 튀어나오지 않게 눌러주도록 하였다. 저자들도 이식골을 전방에서 압박함으로써 나사삽입 시 발생할 수 있는 이식골의 돌출을 방지하였고, 2개의 고정나사 모두 이식골을 통과도록 하여 추가적인 전위를 방지하고자 하였다. 본 연구에서는 골유합이 확인 될 때까지 추시관찰 기간 동안 이식골의 전위나 돌출은 관찰되지 않았다.

무두압박나사의 단점으로 고정의 기술적인 어려움과 주상골 근위 및 원위 골편의 잔존 골이 부족할 경우 적절한 안정성을 회복할 수 없다는 문제점이 제기된 바 있다^{4,13}. 또한 단일 무두압박나사는 골절편의 중심극에 위치하여야 하며 두 골편 사이에 압박력을 잘 전달할 수 있도록 삽입되어야 하나, 한 번 잘못된 위치로 삽입되면 재고정시에는 적절한 고정력을 얻지 못하는 경우가 많다. 두 개의 무두압박나사를 고정하는 것은 단일나사 삽입보다 기술적으로 더 어려워 보일 수 있으나, 저자들의 경우 직경이 작은 나사로 두 개 삽입 시 오히려 술기적으로 간단함을 경험하였다. Garcia 등⁷도 소직경 무두압박나사를 두 개 삽입 시 오히려 3 mm 단일무두압박나사의 고정보다 술기적으로 편리하다고 보고하였으며, 반드시 골절편의 중심극에 위치해야 하는 부담이 상대적으로 적을 수 있다고 하였다. 저자들은 소직경(2.2 mm) 무두압박나사를 중심극에 위치하도록 먼저 삽입하였으며, 두번째 나사는 주상골 원위 및 근위 골편의 수장측 연골하골에 위치하면서 뼈기형 이식골의 골질이 가장 단단한 피질골 직하부를 지나도록 고정하였다. 이는 주상골의 근위 및 원위골편의 골실질이 불충분해 보이는 경우라도 비교적 안정적으로 나사 고정을 획득할 수 있는 장점이 있으며, 본 연구에서와 같이 수장측으로 접근 시에 나사끼리의 부딪힘이 없도록 조절하기 용이하다.

갑사등 변형 및 골소실이 동반된 주상골 골절 불유합에서 사용되는 골이식술은 여러 가지 형태로 제시되었으나, 어느 방법이 가장 적절한지는 아직 논란의 여지가 있다. 정도가 심하지 않은 골소실이 동반된 경우에는 단순 해면골만을 이식하여도 양호한 골교정과 유합을 얻을 수 있음이 보고되었다. Cohen 등¹⁸은 100%의 유합률을 보고하였으며 기술적으로 더 쉽다는 점을 장점으로 제시하였다. 하지만 해면골만으로 결손부를 채워서 버티기 위해서는 대부분 실제로는 가성구조적인 이식(pseudostructural graft)의 형태로 이루어지고 있음이 지적된 바 있다.

Euler 등¹⁹은 무두압박나사를 삽입하였을 때 수장측에 과도한 압박력을 줄 위험이 크며 특히 피질골을 포함하지 않은 형태의 골이식 후에 삽입하게 되면 나사의 압박으로 이식골의 소실 혹은 붕괴가 발생할 가능성이 높다고 하였다. 또한 압박력을 주지 않고 유지만을 위한 목적이라면 K-강선 고정만으로도 충분한 안정성을 얻을 수 있을 것이라고 골절이라고 주장하였다. 이에 현재 가장 흔히 사용되는 방법은 피질해면골 형태의 골이식술로, 일반적으로 장골능에서 채취하여 수장측에서 췌기의 형태로 삽입하며 내고정하는 방식으로 시행되어 왔다^{3-5,17,19}. 이러한 경우 무두압박나사를 동반하여 고정한 주상골 불유합의 유합률은 71%에서 95%까지로 보고되었으며, 본 연구에서는 전례의 골유합과 함께 주상골 해부학적 정렬의 유의한 호전을 관찰할 수 있었다. 갑사등변형과 골소실 및 골낭종이 관찰되는 주상골 불유합의 치료에서 저자들 또한 췌기형태의 피질해면골 이식을 선호하며 이식골 삽입 전 후 이식골편과 골절면에 잔존 결손이 인지되는 경우 잘게 쪼개 해면골 이식을 첨가한다. 피질해면골의 형태로 골이식이 이루어지는 경우, 골유합이 두 개의 골접촉면에서 발생하여야 하기 때문에 두 개 이상의 고정나사를 삽입하는 것이 골유합 및 이식골 유지에 4점 고정을 제공함으로써 주상골에 가해지는 다방향성 외력에 보다 안정적일 것으로 생각된다.

결론

골소실과 변형이 동반된 주상골 요부 골절 불유합의 치료를 위해 췌기골 이식술과 동반한 두 개의 무두압박나사 삽입은 골절면 및 이식골 고정에 용이하며 다방향성 안정성을 제공함으로써 골유합 및 골변형 정복과 유지에 효과적인 술식으로 생각된다.

CONFLICT OF INTEREST

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

REFERENCES

1. Simonian PT, Trumble TE. Scaphoid nonunion. J Am Acad Orthop Surg. 1994;2:185-91.
2. Fisk GR. An overview of injuries of the wrist. Clin Orthop Relat Res. 1980;(149):137-44.
3. Fernandez DL. A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability. J Hand Surg Am. 1984;9:733-7.
4. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, Wood MB. Scaphoid nonunion: role of anterior interpositional bone grafts. J Hand Surg Am. 1988;13:635-50.
5. Tomaino MM, King J, Pizillo M. Correction of lunate malalignment when bone grafting scaphoid nonunion with humpback deformity: rationale and results of a technique revisited. J Hand Surg Am. 2000;25:322-9.
6. Adams BD, Blair WF, Reagan DS, Grundberg AB. Technical factors related to Herbert screw fixation. J Hand Surg Am. 1988;13:893-9.
7. Garcia RM, Leversedge FJ, Aldridge JM, Richard MJ, Ruch DS. Scaphoid nonunions treated with 2 headless compression screws and bone grafting. J Hand Surg Am. 2014;39:1301-7.
8. Trumble TE, Clarke T, Kreder HJ. Non-union of the scaphoid. Treatment with cannulated screws compared with treatment with Herbert screws. J Bone Joint Surg Am. 1996;78:1829-37.
9. Erhart J, Unger E, Schefzig P, et al. Rotational stability of scaphoid osteosyntheses: an in vitro comparison of small fragment cannulated screws to novel bone screw sets. PLoS One. 2016;11:e0156080.
10. Jurkowitsch J, Dall'Ara E, Quadlbauer S, et al. Rotational stability in screw-fixed scaphoid fractures compared to plate-fixed scaphoid fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2016;136:1623-8.
11. Bain GI, Bennett JD, MacDermid JC, Slethaug GP, Richards RS, Roth JH. Measurement of the scaphoid humpback deformity using longitudinal computed tomography: intra- and interobserver variability using various measurement techniques. J Hand Surg Am. 1998;23:76-81.
12. Park HY, Yoon JO, Jeon IH, Chung HW, Kim JS. A com-

- parison of the rates of union after cancellous iliac crest bone graft and Kirschner-wire fixation in the treatment of stable and unstable scaphoid nonunion. *Bone Joint J.* 2013;95B:809-14.
13. Nakamura R, Horii E, Watanabe K, Tsunoda K, Miura T. Scaphoid non-union: factors affecting the functional outcome of open reduction and wedge grafting with Herbert screw fixation. *J Hand Surg Br.* 1993;18:219-24.
14. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP 3rd, Linscheid RL. Scaphoid malunion. *J Hand Surg Am.* 1989;14:679-87.
15. Kawamura K, Chung KC. Treatment of scaphoid fractures and nonunions. *J Hand Surg Am.* 2008;33:988-97.
16. Ghoneim A. The unstable nonunited scaphoid waist fracture: results of treatment by open reduction, anterior wedge grafting, and internal fixation by volar buttress plate. *J Hand Surg Am.* 2011;36:17-24.
17. Tsuyuguchi Y, Murase T, Hidaka N, Ohno H, Kawai H. Anterior wedge-shaped bone graft for old scaphoid fractures or non-unions: an analysis of relevant carpal alignment. *J Hand Surg Br.* 1995;20:194-200.
18. Cohen MS, Jupiter JB, Fallahi K, Shukla SK. Scaphoid waist nonunion with humpback deformity treated without structural bone graft. *J Hand Surg Am.* 2013;38:701-5.
19. Euler S, Erhart S, Deml C, Kastenberger T, Gabl M, Arora R. The effect of delayed treatment on clinical and radiological effects of anterior wedge grafting for non-union of scaphoid fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2014;134:1023-30.

두 개의 소직경(2.2 mm) 무두압박나사 고정을 이용한 주상골 골절 불유합의 치료

박지현 · 곽동희 · 박종웅

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 골소실과 골사등 변형이 동반된 주상골 골절 불유합에 대한 치료로 수장측 뼈기골 이식과 동반하여 두 개의 소직경 무두압박나사를 이용한 고정술의 술기적 유용성을 알아보고, 골유합과 변형 회복에 미치는 영향을 보고자 하였다.

방법: 주상골 요부 불유합에 대하여 장골능에서 뼈기형태의 피질해면골을 채취하여 수장측 골이식을 시행한 후 두 개의 소직경 무두압박나사를 삽입하여 치료한 12명의 환자(평균나이, 32세; 평균 추시 기간, 11.3개월)을 대상으로 하였다. 수술 전후 추시한 측면 방사선 영상에서 주상월상골각, 요월상골각을 측정하고 전산화단층촬영에서 주상골의 높이길이 지수를 측정하여 비교하였다.

결과: 최종 추시상 전 예에서 골유합을 얻었으며 유합까지의 평균기간은 2.8개월(범위, 2-4개월)이 소요되었다. 수술 당시 및 이후 추시기간 동안 무두 압박나사의 삽입과 관련된 합병증은 관찰되지 않았다. 주상월상골각, 요월상각 및 높이길이 지수 모두 최종 추시에서 해부학적 정렬의 유의한 회복을 보였다.

결론: 주상골 요부 불유합의 치료로 장골능에서 채취한 뼈기골 이식술과 동반하여 두 개의 무두압박나사를 고정하는 방법은 골유합 및 정렬의 회복에 좋은 결과를 보였으며, 안전하고 효과적인 수술 방법으로 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

색인단어: 불유합, 주상골, 골이식, 이중 무두나사 고정

접수일 2017년 5월 25일 수정일 2017년 7월 12일

게재확정일 2017년 7월 21일

교신저자 박종웅

서울시 성북구 인촌로 73

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 02-920-5320 FAX 02-924-2471

E-mail ospark@korea.ac.kr