

# 일차 수술이 실패한 주상골 불유합에 대한 재유합술

## Revision Osteosynthesis after Failed Surgery for Scaphoid Nonunion

정민 · 최윤락 · 고일현  
김영진 · 강호정

연세대학교 의과대학 세브란스병원 정형외과

접수일 2011년 4월 13일  
수정일 2011년 5월 25일  
게재확정일 2011년 6월 1일  
교신저자 강호정  
서울특별시 강남구 언주로 612  
강남세브란스병원 정형외과학교실  
TEL 02-2019-3410 FAX 02-573-5393  
E-mail kangho56@yuhs.ac

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

**목적:** 일차 수술적 치료 후 발생한 주상골 불유합에 대해 Herbert 나사를 이용한 내 고정 및 자가 해면골이식의 재수술 결과를 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 주상골 골절 진단으로 수술적 치료 후 발생한 불유합에 대해 일차 수술로부터 평균 13.6개월 후 재수술한 12예를 대상으로 하였다. 요부 골절이 9예, 근위부 골절이 3예였다. 자가 해면골이식과 함께 Herbert 나사를 이용한 내고정 방법만을 시행한 환자를 대상으로 하였다.

**결과:** 12예 중 11예에서 재수술 후 골유합을 얻었다. 유합된 11예에서 술 후 평균 16.9개월 추시 후 통증이 호전되었으며 운동 범위는 평균 굴곡 51°, 신전 65°, 요측 변위 15°, 척측 변위 21°로 호전되는 양상을 보였다.

**결론:** Herbert 나사를 이용한 내고정술 및 자가 해면골이식술은 일차 수술 후 유합에 실패한 주상골 불유합에 대해 효과적인 재수술 방법 중 하나로 생각된다.

**색인단어:** 주상골, 불유합, 재수술, Herbert 나사, 골이식

## 서론

주상골 골절에 대한 일차 수술의 실패는 골 용량을 감소시키고 골질을 떨어뜨리며 결과적으로 재수술의 성공 가능성을 낮추는 결과를 초래한다. 따라서 신선 골절에 대한 일차 수술에 비해 수술 후 유합에 실패한 불유합에 대한 재수술 방법의 선택은 여러 사항을 고려해야 한다. 주상골 불유합에 대한 수술 방법으로는 환자의 활동 정도, 골절의 위치, 주상골 근위부 골편의 무혈성 괴사 여부, 수근 관절의 퇴행성 변화 정도를 고려하여 내고정술 및 골이식을 시행하는 방법에서부터 주상골 부분 절제술, 근위 수근열 절제술, 중수근 유합술 등의 구제술에 이르기까지 다양한 방법이 보고되었다<sup>1,2</sup>. 활동력 있는 환자에게 있어서 골 용량이 보존되고, 주상골 주변부의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 상태에서는 일차 수술이 실패하였다 하더라도 주상골 유합을 위해 내고정 및 골이식을 재시행할 수 있

다. 불유합된 주상골의 각변형 및 심한 전위에 대한 교정을 위해 정확한 정복이 중요하며 이를 유지하기 위해 K-강선, 자가 압박 나사 등 다양한 내고정물을 사용하게 된다. 또한 불유합이 지속되면 골절부를 중심으로 다발성의 낭포성 변화와 골용해 소견이 나타나게 되고 실패한 일차 수술로 인해 골 용량이 부족한 경우에는 내고정과 더불어 골이식이 반드시 필요하다. 골이식의 방법으로는 내재골이식, 개재형골이식 및 혈관화 골이식 등이 있다. 내재골이식에 비해서 개재형골이식은 보다 숙련된 작업이고 유합률도 높지 않다. 혈관화 골이식 또한 기술적으로 어려우며 유경 혈관을 때때로 찾기가 어렵고 미숙한 경우 성공률이 높지 않다는 단점이 있다. 이에 비해 가장 간단한 술식으로서 해면골이식 및 내고정술이 일반적으로 이용되고 있으며<sup>3-5</sup>, Reigstad 등<sup>6</sup>이 보고한 바에 따르면 18예의 수술 후 불유합 환자에 대해 해면골이식술 및 내고정술을 시행한 결과 16예에서 유합을 얻었다. 그러나 아직 일차 수술을 시행

**Table 1.** Preoperative and postoperative patient characteristics

Case No.	Sex/age	Hand	Cause of injury	Fracture location	Arthritic change & sclerotic change of proximal pole	1st surgical tools	Nonunion duration from 1st surgery (mon)	2nd surgical tools	Follow-up duration from revision (mon)	ROM (DF/PF)	ROM (RD/UD)	Union
1	F/27	Non-dominant	Slip down	Waist	No	Acutrak screw	18	Herbert screw & bone graft	13	80/75	15/15	0
2	M/38	Non-dominant	Slip down	Waist	No	Kirschner wires	17	Herbert screw & bone graft	12	70/50	15/15	0
3	M/24	Dominant	Traffic accident	Proximal	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires	7	Herbert screw, Kirschner wires & bone graft	25	75/50	15/15	0
4	M/22	Non-dominant	Slip down	Waist	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires	25	Herbert screw & bone graft	12	50/25	10/15	0
5	M/40	Non-dominant	Slip down	Proximal	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires & bone graft	18	Herbert screw & bone graft	43	60/45	10/15	0
6	F/22	Non-dominant	Slip down	Waist	No	Acutrak screw	12	Herbert screw & bone graft	12	60/45	10/15	0
7	M/23	Dominant	Slip down	Waist	No	Kirschner wires	7	Herbert screw, Leibinger screw & bone graft	13	55/35	20/30	0
8	M/27	Dominant	Slip down	Waist	No	Acutrak screw	12	Herbert screw & bone graft	12	80/80	20/30	0
9	M/22	Dominant	Direct trauma	Waist	No	Acutrak screw	12	Herbert screw & bone graft	14	70/60	20/30	0
10	M/24	Dominant	Slip down	Waist	No	Screw (unknown)	23	Kirschner wires → Herbert screw, mini screw & bone graft	21	80/80	20/30	0
11	M/21	Dominant	Slip down	Waist	No	Acutrak screw	7	Herbert screw & bone graft	12	70/60	20/30	0
12	M/46	Non-dominant	Direct trauma	Proximal	Yes (SNAC stage I)	Acutrak screw & bone graft	6	Herbert screw, mini screw & bone graft	14	10/30	5/15	X

ROM: range of motion, DF: dorsiflexion, PF: plantarflexion, RD: radial deviation, UD: ulnar deviation, SNAC: scaphoid nonunion advanced collapse

한 이후 병발한 불유합에 대한 재수술 결과에 대해서 보고된 바가 많지 않다. 이에 저자들은 일차 수술적 치료 후 발생한 주상골 불유합의 재수술 결과에 대해 알아 보고하고자 한다.

### 대상 및 방법

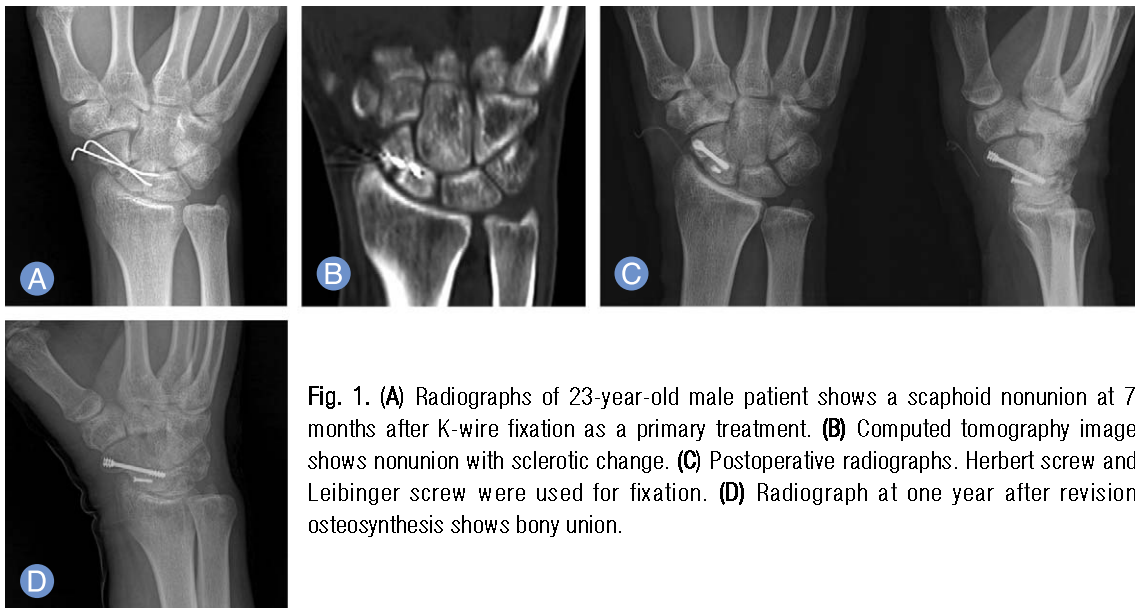
2000년 5월부터 2010년 3월까지 주상골 골절에 대하여 일차 수술로 내고정술 혹은 내고정 및 골이식술을 시행한 이후 내원하여 주상골 불유합으로 진단, 재수술을 받은 환자 중에서 Herbert 나사를 이용한 내고정술 및 자가 장골 해면골이식을 시행하였던 12예를 대상으로 하였다(Table 1). 이차 수술 방법으로 주상골 부분 절제술, 근위 수근열 절제술이나 제한적 수근골 유합술 등의 구제술을 시행한 환자는 제외하였다. 환자의 평균 연령은 28세(범위: 21-46세)였으며, 남자가 10명, 여자가 2명으로 대부분 20-30대의 젊은 남성이었다. 우세 손이 6예, 비우세 손이 6예였다. 일차 수술 후 평균 13.6개월(범위: 6-25개월)의 이환 기간 후에 불유합으로 재수술을 실시하였다. 재수술 전 모든 예에서 수근 관절 통증과 운동 제

한을 호소하였으며 방사선학적으로 불유합 소견이 관찰되었다. 수상 원인으로서는 손을 짚고 넘어진 경우가 9예, 교통사고가 1예, 외력에 의한 직접 손상이 2예였다. 주상골 요부 골절이 9예, 근위부 골절이 3예였다. Herbert 분류 상으로 원위부 사선 골절 B1이 2예, B2의 요부 골절이 7예, B3의 근위부 골절이 3예였다. 일차 수술은 12예 모두에서 외상 후 2주 이내의 신선 골절 상태에서 시행되었다. 일차 수술 방법으로는 내고정만을 하였던 경우가 10예(Acutrak 나사 5예, K-강선 4예, 미상의 나사 1예), 그 중 경피적으로 고정한 경우는 3예 있었다. 내고정 및 골이식을 함께 시행한 경우가 2예(Acutrak 나사 1예, K-강선 1예) 있었다. 수술 접근법은 전방 접근법 11예, 후방 접근법 1예였다.

재수술 전 시행한 방사선 사진 소견에서 주상골 근위 골절편의 경화성 소견 및 요-주상 관절에 초기 퇴행성 변화(scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC stage I)를 보이는 경우가 4예에서 발견되었다. 요골 경상돌기 절제술은 1예에서 실시하였다. 나머지 3예에서는 수술 전 방사선사진상에 요골 경상돌기의 관절염 변화가 심하지 않았고 수술 소견에서

**Table 2.** Method of assessment in clinical result (by Maudsley and Chen<sup>9)</sup>)

Assessment Result	Clinical			Economic	Radiological	
	Pain	Tenderness	Stiffness		Union	Appearance
Excellent (G1)	(-)	(-)	(-)	No limitation	(+)	Normal
Good (G2)	Mild	(+)	Mild	Slight limitation	(+)	Fair
Fair (G3)	Discomfort	(+)	Restriction in full motion	Avoidance of prolonged use	(-)	Good clear outline
Poor (G4)		(+) Interfering normal work		Lighter type work	(-)	Poor outline



**Fig. 1.** (A) Radiographs of 23-year-old male patient shows a scaphoid nonunion at 7 months after K-wire fixation as a primary treatment. (B) Computed tomography image shows nonunion with sclerotic change. (C) Postoperative radiographs. Herbert screw and Leibinger screw were used for fixation. (D) Radiograph at one year after revision osteosynthesis shows bony union.

나사 삽입과 골이식 후 손목 관절 운동 시에 주상골과 요골 경상돌기 간의 충돌이 심하지 않아 요골 경상돌기 절제술을 시행하지 않았다. 방사선 소견상 모든 예에서 부분적인 골절선의 경화 소견을 관찰할 수 있었다. 근위 골편의 괴사를 보이는 예는 없었다. 재수술 방법으로 12예 모두에서 Herbert 나사를 이용한 내고정술을 사용하였고 이전 내고정물 제거 부위 및 골 결손 부위에 자가 장골 해면골이식을 함께 시행하였다. 이전에 삽입한 나사의 가성 움직임으로 인해 마모된 부분이 내부에 골 결손으로 인한 공동을 만들었고 불유합 부분이 직선형을 띠지 않았기 때문에 결손의 크기를 산술적으로 정확히 측정할 수는 없었으나 술 전 전산화단층촬영 소견 및 수술 소견을 종합하여 해면골이식을 시행하였던 골 결손 부위의 크기는 주상골의 1/5에서 1/3 크기로 측정되었다. 내부의 구조가 나사에 의해 마모된 부분이나 불유합으로 인해 골이 소실된 부분이 비전형적인 입체 구조여서 피질해면골(corticocancellous bone)을 이식하기 보다는 해면골을 내부의 공동 안에 밀착 이식하고, 필요한 경우 피질골을 지지대(buttress) 용도로써 뒷개를 씌우는 형태로 사용하였다. 기존에 삽입된 내고정물 제거 이후에 골소실 및 전위, 변형에 대하여 2개의 K-강선을 이용하여 일시적으로 주상골의 외형 및 정렬을 맞추고, Herbert 나사 삽입과 자가 해면골을 이식하여 정확한 정복과 교정 및 강한 내고정을 얻을 수 있었다(Fig. 1). 4예에서는 보

조적 수단으로 K-강선, 초소형 나사, Leibinger 나사를 사용하였다. Herbert 나사 이외에 사용한 나사들은 지지대 역할을 하는 피질골 뒷개의 고정을 위한 보조적인 용도로 사용하였다. 나사를 이용한 일차 수술 및 K-강선을 이용한 재수술 이후에도 불유합이 지속되어 3차 수술로 Herbert 나사를 이용한 내고정술과 자가 해면골이식술을 시행한 이후 유합된 경우가 1예 있었다(Fig. 2). 수술 접근법은 이전에 행해진 접근을 따라 11예에서 전방 접근법을, 1예에서는 후방 접근법을 사용하였다. 수술 후 고정 방법으로 방사선적 추시 관찰에 따라 평균 8주간 장 및 단상지 석고 붕대 고정술을 실시하였다.

추시 관찰은 술 후 2개월마다 시행하였으며, 치료 결과에 대한 임상적인 평가는 Maudsley와 Chen<sup>8</sup>의 평가 기준을 이용하여 동통, 압통, 경직도를 평가하였고, 경제적 위해 정도와 방사선적 유합 정도를 우수, 양호, 보통, 불량<sup>9</sup>의 4등급으로 분류하였다(Table 2). 방사선적 결과를 평가하기 위하여 술 전과 술 후 및 추시 관찰 때마다 수근관절 전후면 및 측면 방사선과 수근 관절 척측, 요측 굴곡 및 30° 외회전 방사선 사진을 촬영하였으며, 모든 환자에서 술 전과 술 후 컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT)을 시행하였다. 골절선을 가로지르는 골소주가 있고 골절 간격이 사라질 때를 골유합의 기준으로 삼았다<sup>9</sup>. 일차 수술 후와 재수술 후에 촬영된 CT 사진을 이용하여 전후 및 측면 주상골 내각(anteroposterior and



**Fig. 2.** (A) Computed tomography scans of 24-year-old male patient who had a scaphoid nonunion after 15 months from primary fixation. (B) Removal of screw and fixation using Kirschner wires were performed as second operation. Radiographs taken after removing K-wires shows failed union at 8 months after second operation. (C) Radiographs after the third operation. Scaphoid nonunion was treated with Herbert screw and mini screw fixation combined with autogenous cancellous bone grafting. (D) Follow-up radiographs at 14 months after the third operation shows successful union.

lateral intrascaphoid angle)을 측정하였고, 측면 방사선 사진을 이용하여 주상-월상각(scapholunate angle)을 측정, Wilcoxon signed-rank test를 통해서 재수술에 따른 변화 정도를 비교하였다. 각 각도는 신뢰도를 높이기 위해 3명의 관찰자가 2회씩 측정한 후 그 평균값을 채택하였다.

## 결과

재수술 시행 후 최종 추시 관찰까지의 평균 기간은 16.9개월(범위: 12-43개월)이었다. 12예 중 11예에서 재수술 후 평균 4개월에 골유합을 얻었다. 주상골 골절에 대한 일차 수술이 실패한 원인은, 근위와 원위 골편 간의 정렬이 이루어지지 않고 전위가 계속되는 경우가 3예, 내고정물이 중앙으로 삽입되지 않은 경우가 2예 등 술기적인 측면이 중요한 것으로 사료되었다. 주상-월상각(scapholunate angle)은 실패한 일차 수술 후에 평균 50.1°(범위: 38.5°-76.5°)로 측정되었으나 재수술 후에는 47.1°(범위: 36.5°-63.6°)로 감소하였다. Wilcoxon signed-rank test 결과, 통계학적으로 유의미한 결과를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 배측 개재 분절 불안정(dorsal intercalated segmental instability)을 보이는 60° 이상의 주상-월상각은 수술 전 1예에서 76°로 측정되었으나 술 후 63°로 감소하였다. 수술 전후에 10° 이상 감소하였으나 술 후에도 60° 이상으로 측정되는 소견을 보였다. 그러나 추시 관찰상에서 통증은 없었고 운동 범위도 호전된 양호한 임상적 결과를 보였다. CT 사진에서 측정된 측면 주상골 내각(lateral intrascaphoid angle)은 실패한 일차 수술 후에 평균 29.3°(범위: 21.3°-36.7°)로 측정되었으나 재수술 후 24.9°(범위: 21.2°-28.6°)로 감소하였다. CT 사진에서 측정된 전후 주상골 내각(anteroposterior intrascaphoid angle)은 실패한 일차 수술 후에 평균 29.8°(범위: 23.3°-41.9°)로 측정되었으나 재수술 후 25.7°(범위: 20.7°-32.1°)로 감소하였다. 측면 주상골 내각(lateral intrascaphoid angle) 및 전후 주상골 내각(anteroposterior intrascaphoid angle)의 변화 모두 Wilcoxon signed-rank test 결과 2차 수술 전후 통계학적으로 의미 있는 감소 소견을 보였다( $p < 0.05$ ). 관찰자 내 신뢰도(intraobserver reliability)는 Spearman 상관 계수 측정 결과 3명의 평가자가 측정한 수술 전후 세개 각도 18개 항목에서  $p$ -value  $< 0.05$ , 상관 계수 0.637-0.963의 신뢰도를 보였다. 관찰자간 신뢰도(interobserver reliability)는 급내 상관 계수(intraclass correlation coefficient) 측정 결과 수술 전후 3개의 각도 6개 항목에서  $p$ -value  $< 0.01$ , 상관 계수 0.955-0.976으로 높은 신뢰도를 보였다<sup>10,11</sup>.

최종 추시의 결과 측정을 위해 사용한 Maudsley와 Chen<sup>8</sup>의 평가법에 따르면 7예에서 통증 및 압통을 호소하지 않아 우수(grade 1) 소견을 보였다. 4예에서는 술 전보다는 증상이 호전 되었으나 운동이나 휴식 시에 통증 및 압통을 호소하는 양호(grade 2)소견을 보였다. 1예에서는 압통이 심하고 일상 생활에 장애가 있을 정도의 통증을 보이는 불량(grade 4)소견을 나타내었다. 경직도 측면에서는 3예에서 우수(grade 1) 소견을 보였으며, 6예에서 양호(grade 2) 소견을 보였다. 2예에서 보통(grade 3)소견을 나타냈으며, 1예에서 불량(grade 1)소견을 보였다. 재수술 후 완관절 운동 범위는 굴곡이 술 전 평균 31°(범위: 10°-55°)에서 평균 51°(범위: 10°-80°), 신전이 술 전 평균 35°(범위: 20°-55°)에서 평균 65°(범위: 30°-80°), 요측 변위가 술 전 평균 7°(범위: 5°-10°)에서 평균 15°(범위: 5°-20°), 척측 변위가 술 전 평균 11°(범위: 10°-20°)에서 21°(범위: 15°-30°)로 나타났다. 경제적 측면은 7명에서 우수(grade 1) 소견을, 4명에서는 양호(grade 2) 소견을, 그리고 1명에서는 불량(grade 4) 소견을 보였다.

## 고찰

주상골 골절은 적절히 치료되었다 하더라도 약 5-10%에서 불유합이 발생할 수 있다. 주상골은 다섯개의 관절면을 가지고 있으며 대부분 연골로 덮여 있다. 수근골 근위열과 원위열의 기계적 축을 담당하는 역할을 하며 주상골의 원위부 관절면의 중심은 근위부 관절면보다 수장측에 위치하여 수근관절에 종축 방향으로 힘이 가해질 때 굽힘 모멘트의 기능을 수행하게 된다. 혈액 공급은 외측 수장부, 배측, 원위부 세개의 동맥군을 통해서 이루어지는데 원위부에서 근위부로 혈액이 공급되는 구조를 가지고 있어 근위부는 원위부에 비하여 제한된 혈액 공급을 받고 있다. 따라서 근위 극 주위에서 골절이 발생할 시에는 근위 골절편의 무혈성 괴사가 일어날 가능성이 높고 따라서 불유합률도 더 높게 나타난다<sup>9,12,13</sup>. 근위부 골절인 경우 불유합 발생률이 30-40%로 높은 경향을 보인다.

주상골의 불유합에 대한 수술적 치료 실패에 대해 보고된 자료를 살펴보면, Nakamura 등<sup>14</sup>은 5년 이상 경과한 불유합, 근위부 불유합, 주상골 근위부 골편의 무혈성 괴사, 주상골 변형이 교정되지 않은 경우에는 결과가 좋지 않은 것으로 보고하였다. 또한 Inoue 등<sup>15</sup>은 각형성으로 인한 골절편의 불안정성, 근위부 불유합, 근위부 골편의 무혈성 괴사, 불유합의 이환 기간이 주상골 불유합 치료에 있어 영향을 미치는 인자로 보고하였다. 본 연구에서 대상으로 한 일차 수술 후에 발생한 주상골 불유합 사례에서 술기적 측면은 수술 실패에 가장 큰

원인으로 작용하였다. 술 후 방사선 사진 상에서 근위와 원위 골편간의 정렬이 이루어지지 않고 전위가 계속된 경우가 3예 있었고, CT상에서 내고정물이 중앙으로 삽입되지 않은 경우를 2예에서 볼 수 있었다. 방사선 검사상 골편이 전위된 경우나 각형성으로 인한 불안정성이 있는 경우, 골이식 후 골절 부위의 안정성을 유지하기 위해서 내고정술이 필요하며 정확한 내고정물의 위치는 술기적 측면에서 매우 중요하다.

내고정을 위한 고정물로는 흔히 K-강선, Acutrak 나사, AO 나사, Herbert 나사 등이 사용된다. 본 연구에서는 1차 수술 12예 중, 6예에서 Acutrak 나사, 5예에서 K-강선, 1예에서 미상의 나사를 내고정물로 사용하였다. Schuind 등<sup>16</sup>은 183예의 주상골 불유합을 후향적으로 연구한 논문에서 고정 방법은 예후에 큰 영향을 주지 않는다고 하였으나, 전위가 심하거나 굽은등 변형(humpback deformity)에서처럼 변형이 심한 경우 Acutrak 나사와 Herbert 나사 등 압박형 나사의 경우 근위부와 원위부에 서로 압박력을 전달할 수 있는 특성을 가지고 있어 불유합된 주상골의 유합률을 높이는 데에 적절한 내고정물이라 할 수 있다<sup>17</sup>. 그러나 압박형 나사를 사용한다 하더라도 Acutrak 나사를 사용하였으나 일차 수술이 실패한 경우처럼 정확한 정복 및 위치 삽입이 동반되지 않는다면 골편 간의 압박력이 적용되지 않아 내고정력을 잃게 된다. Ritter와 Giachino<sup>18</sup>는 34명의 환자를 대상으로 한 연구에서 내고정물로 K-강선, Herbert 나사 및, AO 유관 나사(cannulated screw)를 사용한 세 군을 비교한 결과, K-강선을 사용한 군에서 골 유합까지 소요되는 시간이 더 긴 것으로 보고하였다. Merrell 등<sup>19</sup>은 1,827예의 주상골 불유합을 대상으로 한 연구에서 K-강선으로 고정한 경우(77%의 유합률)보다 나사로 고정한 경우(94%의 골유합률)에서 더 높은 유합률을 보인다고 보고하였다.

일차 수술 후 유합이 실패한 경우 심한 전위로 인한 골 소실 및 낭포성 변화 등으로 유합에 필요한 골 부족이 나타날 수 있으므로 적절한 골이식이 골유합에 있어 필수적 요소라 할 수 있다. 골이식술은 Adams와 Leonard<sup>20</sup>가 처음 시행하였고 내재형 해면골이식, 췌기형 개재 골이식(interpositional wedge bone graft), 격자형 골이식(maltese cross bone graft), 혈관화 골이식(vascularized bone graft) 등이 사용되고 있다. 내재골이식술은 Russe<sup>1</sup>가 고안하였으며 표준적인 치료로 받아들여지고 있으나 각변형이 심한 경우 유합률이 떨어지고 내고정을 시행하지 않기 때문에 이로 인한 단점이 있다. Kang 등<sup>21</sup>은 14명의 환자를 대상으로 주상골 불유합에 대하여 Herbert 나사로 내고정하였는데, 모든 사례에서 유합을 얻어 유합률에서는 차이를 보이지 않았으나 해면골을 이식한 9예에

서는 평균 18.5주 후에 유합되었고, 격자형골(bone block)을 이식한 5예에서는 평균 21.1주 후에 유합이 되었다고 보고하였다. 주상골 불유합에 대해 골이식을 2차까지 시행한 경우에는 1차 골이식에 비해 유합률이 60%로 떨어지는 것으로 보고된 바 있다. 임상적으로도 2차 골이식을 시행한 환자의 67%에서는 유합 후에도 증상이 계속되는 것으로 보고된 바 있다<sup>22</sup>. Kang 등<sup>23</sup>은 주상골 골절 및 불유합에 대해 한 차례 수술 시행 후 실패한 환자를 대상으로 주상골 주위의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 5예에서 해면골이식술 및 Herbert 나사 내고정술을 시행한 결과 5예 모두에서 유합을 얻어냈다. Reigstad 등<sup>6</sup>은 18예의 수술후 불유합 환자에 대해 해면골이식술 및 내고정술을 시행한 결과 16예에서 유합을 얻어 89%의 유합률을 보고하였다.

본 연구 대상 중 1예에서는 타 병원에서 골절 후에 Acutrak 나사 및 K-강선으로 이미 두 차례 수술을 시행받았고, 다시 Herbert 나사를 이용한 3차 수술을 본원에서 시행하여 통합 두 차례의 골이식을 시행받았음에도 지속되는 통증과 불유합 및 외상 후 나타난 관절염 변화로 인해 네 구석 수근골 유합술(four corner fusion)을 시행할 수 밖에 없었다. 3차 수술 후 CT 소견상 나사는 고정력을 잃고 나사 주위에는 골소실 소견을 보였다. 또한 환자는 주상골 근위부 부위에 통증 및 압통을 지속적으로 호소하였고, 운동 범위도 굴곡 10°, 신전 30°, 요측 변위 5°, 척측 변위 15°로 매우 제한적 소견을 보였다. 이에 따라 네 구석 수근골 유합술(four corner fusion)을 시행하였다. 기존의 반복적인 2차 수술로 인하여 골소실을 보이고 주위의 외상성 관절염 변화가 진행된 것이 수술 실패의 원인으로 사료된다. Smith와 Cooney<sup>24</sup>는 25예의 수술 후 불유합 환자에 대해, 19예에서 재수술하여, 15예에서 유합을 얻어낸 바 있는 연구에서, 주상골 불유합이 지속되어 중수근관절의 퇴행성 변화가 이미 진행된 경우에는, 유합이 된다 하더라도 증상의 호전을 보이기 힘들기 때문에, 유합을 얻기 위한 반복적 수술 보다는 구제술을 시행하는 것이 적합하다고 하였다.

교정되지 않은 주상골의 내재적 변형 및 주위 수근골 간의 각변형 또한 주상골 불유합의 원인 중 하나로 알려져 있는데, 본 연구에서는 주상-월상각(scapholunate angle), 전후 및 측면 주상골 내각(anteroposterior and lateral intrascaphoid angle)의 측정값이 재수술 전후 통계학적으로 의미 있는 감소 변화를 보였다( $p < 0.05$ ). 대부분의 환자에서 재수술 전에도 측정각이 정상 범위 내에 존재하였기 때문에 재수술 후의 각도 감소가 골유합에 결정적인 영향을 주었다고는 할 수 없었다. 그러나 재수술 전 측정 각들이 정상 범위 상한선에 위치한 사례들이 많았던 점으로 볼 때, 불유합으로 인하여 변형된 해부

학적 형태가 정복 과정을 통해서 교정된 것으로 생각된다. 각 변형이 심한 골절 및 불유합에서 교정이 시행되지 않은 경우 불안정한 고정으로 인하여 고정력의 감소와 이로 인한 불유합이 지속되게 되므로 정확한 정복을 통한 내고정은 술기적으로 필수적 요소이다.

본 연구에서는 12예의 환자를 대상으로 하여 11예에서 자가 해면골이식을 동반한 Herbert 나사 내고정술을 통해 불유합된 주상골의 골유합을 얻을 수 있었다. 주상골 골절 후 한 차례 이상의 수술을 받았으나 불유합이 지속되어 재수술을 시행하는 경우에 있어서도 근위부의 괴사 및 주상골 주위의 퇴행성 변화가 심각하게 진행되지 않은 경우에 있어서는 절제술 또는 유합술과 같은 구제술이나 혈관화 골이식술(vascularized bone graft)이 아닌 자가 해면골이식 및 Herbert 나사를 이용한 내고정술을 통해 방사선학적 유합과 함께 임상적으로 통증 회복 및 운동 범위 향상 등의 결과를 가져 올 수 있었다.

## 결론

일차 수술에 실패한 주상골 불유합이라 하더라도 주상골 주위의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 경우에 있어서는 Herbert 나사를 이용한 내고정술 및 자가 해면골이식술은 유용한 치료 방법 중의 하나로 생각된다.

## 참고문헌

1. Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am.* 1960;42:759-68.
2. Matti H. Technik und resiltte, meiner pseudoarthrosenoperation. *Z Chir.* 1975;63:1442-53.
3. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, Wood MB. Scaphoid nonunion: role of anterior interpositional bone grafts. *J Hand Surg Am.* 1988;13:635-50.
4. Dias JJ, Taylor M, Thompson J, Brenkel IJ, Gregg PJ. Radiographic signs of union of scaphoid fractures. An analysis of inter-observer agreement and reproducibility. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:299-301.
5. Fernandez DL, Egli S. Non-union of the scaphoid. Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am.* 1995;77:883-93.
6. Reigstad O, Thorkildsen R, Grimsgaard C, Reigstad A, Røkkum M. Is revision bone grafting worthwhile after

- failed surgery for scaphoid nonunion? Minimum 8 year follow-up of 18 patients. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34:772-7.
7. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:114-23.
8. Maudsley RH, Chen SC. Screw fixation in the management of the fractured carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg Br.* 1972;54:432-41.
9. Bunker TD, McNamee PB, Scott TD. The Herbert screw for scaphoid fractures. A multicentre study. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:631-4.
10. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* 1979;86:420-8.
11. Ring D, Patterson JD, Levitz S, Wang C, Jupiter JB. Both scanning plane and observer affect measurements of scaphoid deformity. *J Hand Surg Am.* 2005;30:696-701.
12. Botte MJ, Mortensen WW, Gelberman RH, Rhoades CE, Gellman H. Internal vascularity of the scaphoid in cadavers after insertion of the Herbert screw. *J Hand Surg Am.* 1988;13:216-20.
13. Green DP. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am.* 1985;10:597-605.
14. 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.
15. Inoue G, Shionoya K, Kuwahata Y. Herbert screw fixation for scaphoid nonunions. An analysis of factors influencing outcome. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;(343):99-106.
16. Schuind F, Haentjens P, Van Innis F, Vander Maren C, Garcia-Elias M, Sennwald G. Prognostic factors in the treatment of carpal scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am.* 1999;24:761-76.
17. Fowler JR, Ilyas AM. Headless compression screw fixation of scaphoid fractures. *Hand Clin.* 2010;26:351-61.
18. Ritter K, Giachino AA. The treatment of pseudoarthrosis of the scaphoid by bone grafting and three methods of internal fixation. *Can J Surg.* 2000;43:118-24.
19. Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF 3rd. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg Am.* 2002;27:685-91.
20. Adams JD, Leonard RD. Fracture of the carpal scaphoid. A new method of treatment with report of one case. *New*

- England J Med. 1928;198:401-4.
21. Kang ES, Kang HJ, Lee JM, Shin SJ, Hahn SB. Comparison between Kirschner's wire and Herbert's screw fixation in scaphoid nonunion. J Korean Soc Surg Hand. 1999; 4:151-8.
  22. Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The natural history of scaphoid non-union. A review of fifty-five cases. J Bone Joint Surg Am. 1985;67:428-32.
  23. Kang HJ, Jung SH, Park SH, Lee SK, Hahn SB. Revisional surgery for scaphoid nonunion. J Korean Soc Surg Hand. 2008;13:8-14.
  24. Smith BS, Cooney WP. Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid. Treatment options and results. Clin Orthop Relat Res. 1996;(327):98-109.

## Revision Osteosynthesis after Failed Surgery for Scaphoid Nonunion

Min Jung, MD, Yun-Rak Choi, MD, Il-Hyun Koh, MD,  
Young-Jin Kim, MD, Ho-Jung Kang, MD

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

**Purpose:** The purpose of this study was to evaluate the outcomes of revision osteosynthesis using Herbert screw fixation combined with autogenous cancellous bone grafting for scaphoid nonunions after failed primary surgery.

**Materials and Methods:** Twelve patients who underwent revision osteosynthesis for a scaphoid nonunion after a mean of 13.6 months following primary surgical failure were studied. There were 9 waist fractures and 3 proximal fractures. The revision osteosynthesis was performed using autogenous iliac cancellous bone grafting combined with Herbert screw fixation.

**Results:** Union was achieved in 11 of 12 cases. The results of eleven united cases were clinically satisfactory at the mean follow up of 16.9 months after revision. The motion range of wrist joint improved: average flexion was 51°, average extension was 65°, average radial deviation 15°, and average ulnar deviation was 21°.

**Conclusion:** Herbert screw fixation and autogenous iliac cancellous bone grafting was proved to be a useful method as a revisional operation for a scaphoid nonunion after failed primary surgery.

**Keywords:** Scaphoid, Nonunion, Revisional surgery, Herbert screw, Bone grafting

**Received:** April 13, 2011 **Revised:** May 25, 2011

**Accepted:** June 1, 2011

**Correspondence to:** Ho-Jung Kang, MD

Department of Orthopaedic Surgery, Gangnam Severance Hospital,

Yongdong P.O. Box 1217, Seoul 135-720, Korea

TEL: +82-2-2019-3410 FAX: +82-2-573-5393 E-mail: kangho56@yuhs.ac