

일차 수술이 실패한 주상골  
불유합에 대한 재유합술

연세대학교 대학원

의 학 과

정 민

일차 수술이 실패한 주상골  
불유합에 대한 재유합술

지도교수 강 호 정

이 논문을 석사 학위 논문으로 제출함

2011년 06월

연세대학교 대학원

의 학 과

정 민

# 정민의 석사 학위 논문을 인준함

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

심사위원 \_\_\_\_\_ 인

연세대학교 대학원

2011년 06월

## 감사의 글

항상 의사로서의 진료와 학자로서의 연구하는 모습을 모범적으로 보여주시며, 이 논문이 완성하기까지 애정과 지도로 이끌어주신 강호정 교수님께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다. 또한 바쁘신 가운데, 본 연구에 각별한 신경을 써주신 양익환 교수님, 정인경 교수님께도 깊은 감사를 전합니다. 지난 4년간의 정형외과 전공의 수련 기간 동안 많은 가르침을 전해주시며 지도해주신 모든 정형외과학 교실 교수님들께도 감사의 말씀을 드리고 싶습니다. 늘 한결같이 저를 지지해 주시고 도움을 주시며 사랑해 주시는 아버지(정호웅), 어머니(정영보)께 감사드리며, 또한 형 정준, 정원과 논문 완성의 기쁨을 함께 하고 싶습니다.

저자 씀

## <차례>

국문요약 .....	1
I. 서론 .....	2
II. 재료 및 방법 .....	4
III. 결과 .....	13
IV. 고찰 .....	16
V. 결론 .....	21
참고문헌 .....	22
Abstract .....	25
게재리스트 .....	27

## 그림 차례

그림 1. 23-year-old male patient with scaphoid nonunion for 7 months from primary surgery. ……7

그림 2. 24-year-old male patient with scaphoid nonunion for 15 months from primary surgery. ……9

## 표 차례

표 1. preoperative and postoperative patients characteristics .....	11
표 2. method of assessment in clinical result (by Maudsley and Chen) .....	12
표 3. preoperative and postoperative angulation measurements (scapholunate angle, anteroposterior and lateral intrascaphoid angle) .....	15

## <국문요약>

### 일차 수술이 실패한 주상골 불유합에 대한 재유합술

수술적 치료후 발생한 주상골 불유합에 대해 Herbert나사를 이용한 내고정 및 자가 해면골 이식의 재수술 결과를 알아보고자 하였다.

주상골 신전 골절로 진단, 수술적 치료후 발생한 불유합에 대해 1차 수술로부터 평균 13.6개월 후 재수술한 12례를 대상으로 하였다. 요부 골절이 9례, 근위부 골절이 3례였다. 자가 해면골 이식과 함께 Herbert나사를 이용한 내고정 방법만을 시행한 환자를 대상으로 하였다.

12례 중 11례에서 재수술 이후 골유합을 얻었다. 술기적 측면이 1차 수술 실패의 중요한 원인으로 사료되었다. 술후 평균 16.9개월 추시 후 유합된 11례에서 통증이 호전된 상태를 보였으며, 평균 운동 범위는 굴곡 51도, 신전 65도, 요측변위 15도, 척측변위 21도로 호전 양상을 보였다.

Herbert나사를 이용한 내고정술 및 자가 해면골 이식술은 수술적 치료후 발생한 주상골 불유합에 대해 효과적인 재수술 방법 중 하나로 사료된다.

---

핵심되는 말 : 주상골, 불유합, 재수술, Herbert 나사, 골이식



# 일차 수술이 실패한 주상골 불유합에 대한 재유합술

<지도교수 강호정>

연세대학교 대학원 의학과

정 민

## I. 서론

주상골 골절에 대한 수술 실패는 골용량을 감소시키고 골질을 떨어뜨리며 결과적으로 재수술의 성공 가능성을 낮추는 결과를 초래한다. 따라서 신선 골절에 대한 1차 수술에 비해 실패한 수술 후의 불유합에 대한 재수술 방법의 선택은 더 어렵고 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, 네 구석 수근골 유합술 등의 구제술에 이르기까지 다양한 방법이 보고되었다<sup>1,2</sup>. 활동력 있는 환자에게 있어서 골용량이 보존되고, 주상골 주변부의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 상태에서는 1차 수술이 실패하였다 하더라도 주상골 유합을 위해 내고정 및 골이식을 재시행할 수 있다. 불유합된 주상골의 각변형 및 심한 전위에 대한 정확한 정복이 중요하며 이를 유지하기 위해 K-강선, Acutrak나사(Acumed, Beaverton, OR, USA), AO나사, Herbert나사

등 다양한 내고정물을 사용하게 된다. 또한 불유합이 지속되면 골절부를 중심으로 다발성의 낭포성 변화와 골용해 소견이 나타나게 되고 실패한 1차 수술로 인해 골용량이 부족한 경우에는 내고정과 더불어 골이식이 반드시 필요하다. 골이식의 방법으로는 내재 골 이식, 개재형 골 이식 및 혈관화 골이식 등이 있다. 내재골 이식에 비해서 개재형 골 이식은 보다 숙련된 작업이고, 유합율도 높지 않다. 혈관화 골 이식 또한 술기상 어려우며, 이식할 혈관을 찾기가 어렵고 미숙한 경우 성공률이 높지 않다는 단점이 있다. 이에 따라 가장 간단한 술식으로서 해면골이식 및 내고정술이 일반적으로 이용되고 있으며<sup>3-5</sup>, Reigstad 등<sup>6</sup>이 2010년 보고한 바에 따르면 18례의 수술 후 불유합 환자에 대해 해면골 이식술 및 내고정술을 시행한 결과 16례에서 유합을 얻었다. 그러나 아직 1차 수술을 시행한 이후 병발한 불유합에 대한 재수술 결과에 대해서 보고된 바가 많지 않다. 이에 저자들은 수술적 치료 후 발생한 주상골 불유합의 재수술 결과에 대해 알아 보고하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

2000 년 5 월부터 2010 년 3 월까지 주상골 골절에 대하여 1 차 수술로 내고정술 혹은 내고정 및 골이식술을 시행한 이후 내원하여 주상골 불유합으로 진단, 재수술을 받은 환자 중에서 Herbert 나사를 이용한 내고정술 및 자가 장골 해면골 이식을 시행하였던 12 레를 대상으로 하였다(표 1). 2 차 수술 방법으로 주상골 부분 절제술, 근위 수근열 절제술이나 제한적 수근골 유합술 등의 구제술을 시행한 환자는 제외하였다. 환자의 평균 연령은 28 세(21~46 세)였으며, 남자가 10 명, 여자가 2 명으로 대부분 20~30 대의 젊은 남성이었다. 우세 손이 6 레, 비우세 손이 6 레였다. 일차 수술 후 평균 13.6 개월(6~25 개월)의 이환 기간 후에 불유합으로 재수술을 실시하였다. 재수술 전 모든 예에서 수근 관절 통증과 부분적 운동장애를 호소하였으며, 방사선학적으로 불유합 소견이 관찰되었다. 수상 원인으로서는 손을 짚고 넘어진 경우가 9 레, 교통사고가 1 레, 외력에 의한 직접 손상이 2 레였다. 주상골 요부 골절이 9 레, 근위부 골절이 3 레였다. Herbert 분류<sup>7</sup> 상으로 원위부 사선 골절 B1 이 2 레, B2 의 요부 골절이 7 레, B3 의 근위부 골절이 3 레였다. 1 차 수술은 12 레 모두에서 외상 후 2 주 이내의 신선 골절 상태에서 시행되었다. 1 차 수술 방법으로는 내고정만을 하였던 경우가 10 레(Acutrak 나사 5 레, K-강선 4 레, 미상의 나사 1 레), 그 중 경피적으로 고정한 경우는 3 레 있었다. 내고정 및 골이식을 함께 시행한 경우가 2 레(Acutrak 나사 1 레, K-강선 1 레) 있었다. 수술 접근법은 전방 접근법 11 레, 후방 접근법 1 레였다.

재수술 전 시행한 방사선 사진 소견상 주상골 근위 골절편의 경화성 소견 및 요-주상 관절에 초기 퇴행성 변화(scaphoid nonunion advanced collapse; SNAC stage I)를 보이는 경우가 4 레에서 발견되었다. 요골 경상돌기 절제술은 1 레에서 실시하였다. 나머지

3 레에서는 수술 전 방사선 사진 상에 요골 경상돌기의 관절염 변화가 심하지 않았고, 수술장 소견 상에서 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 피사를 보이는 예는 없었다. 재수술 방법으로 12 레 모두에서 Herbert 나사를 이용한 내고정술을 사용하였고, 이전 내고정물 제거 부위 및 골결손 부위에 자가 장골 해면골 이식을 함께 시행하였다. 이전에 삽입한 나사의 가성 움직임으로 인해 마모된 부분이 내부에 골결손으로 인한 공동을 만들고, 근위 골편과 원위 골편 사이 불유합 부분에 있어서도 직선형을 띠지 않았기 때문에 결손의 크기를 산술적으로 정확히 측정할 수는 없었으나 술전 전산화 단층 촬영 소견 및 수술장 소견을 종합하여 해면골 이식을 시행하였던 골결손 부위의 크기는 주상골의 1/3 에서 1/5 크기였다. 내부의 구조가 나사에 의해 마모된 부분이나 불유합으로 인해 골손실된 부분이 비전형적인 입체 구조여서 피질해면골(corticocancellous bone)을 이식하기 보다는 해면골을 내부의 공동 안에 밀착 이식하고, 필요한 경우 피질골을 지지대(buttrass) 용도로써 덮개를 씌우는 형태로 사용하였다. 기존에 삽입된 내고정물 제거 이후에, 골소실 및 전위, 변형에 대하여 2 개의 K-강선을 이용하여 일시적으로 주상골의 외형 및 정렬을 맞추고, Herbert 나사 삽입과 자가 해면골을 이식하여 정확한 정복과 교정 및 강한 내고정을 얻을 수 있었다(그림. 1).

4 레에서는 보조적 수단으로 K-강선, 초소형 나사, Leibinger 나사를 사용하였다. Herbert 나사 이외에 사용한 나사들은 지지대 역할을 하는 피질골 덮개의 고정을 위한 보조적인 용도로 사용하였다. 나사를 이용한 1 차 수술 및 K-강선을 이용한 재수술 이후에도 불유합이 지속되어 3 차 수술로 Herbert 나사를 이용한 내고정술과

자가 해면골 이식술을 시행한 이후 유합된 경우가 1례 있었다(그림. 2). 수술 접근법은 이전에 행해진 접근을 따라, 11례에서 전방 접근법을, 1례에서는 후방 접근법을 사용하였다. 당뇨 등 환자의 과거력 및 전신상태 여부를 확인하였으나 전신질환의 원인은 없었다. 수술 후에는 방사선적 추시 관찰 결과에 따라 평균 8주간 장 및 단상지 석고 붕대 고정술을 실시하였다.

추시 관찰은 술후 2개월마다 시행하였으며, 치료 결과에 대한 임상적인 평가는 Maudsley 와 Chen 의 평가 기준을 이용하여 동통, 압통, 경직도를 평가하였고, 경제적 위해 정도와 방사선적 유합 정도를 우수, 양호, 보통, 불량 의 4 등급으로 분류하였다<sup>8</sup>(표 2). 방사선적 결과를 평가하기 위하여 술 전과 술 후 및 추시 관찰 때마다 수근관절 전후면 및 측면 방사선 사진과 수근 관절 척측, 요측 굴곡 및 30도 외회전 방사선 사진을 촬영하였으며, 모든 환자에서 술전과 술후 컴퓨터 단층촬영(computed tomography)을 시행하였다. 골절선을 가로지르는 골소주가 있고, 골절 간격이 사라질 때를 골유합의 기준으로 삼았다<sup>1,9</sup>. 1차 수술 후와 재수술 후에 촬영된 컴퓨터 단층 촬영 사진을 이용하여 전후 및 측면 주상골 내각(anteroposterior and lateral intrascaphoid angle)을 측정하였고, 측면 방사선 사진을 이용하여 주상-월상각(scapholunate angle)을 측정, Wilcoxon signed-rank test 를 통해서 재수술에 따른 변화 정도를 비교하였다. 각 각도는 관찰자내(intraobserver reliability), 관찰자간(interobserver reliability) 신뢰도를 높이기 위해 3명의 관찰자가 2회씩 측정한 후 그 평균값을 이용하였다.



그림 1-A. 23-year-old male patient with scaphoid nonunion for 7 months. Preoperative radiograph before revision showed scaphoid nonunion. Failed primary surgery was performed with 2 Kirschner wires.



B. Computed tomography image showed nonunion and sclerotic change of fracture line.



C. Postoperative radiographs. Herbert screw and Leibinger screw were used for fixation.



D. Radiograph after 1 year from revision surgery showed good bony union.

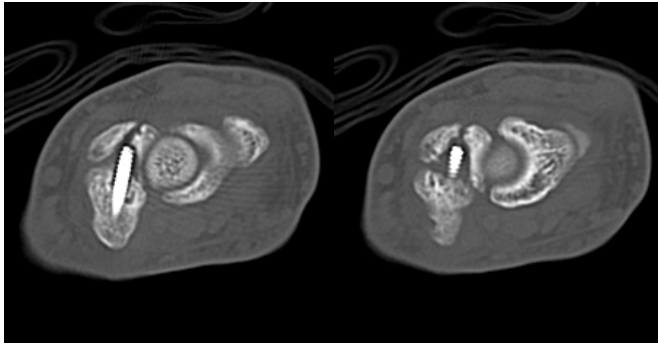
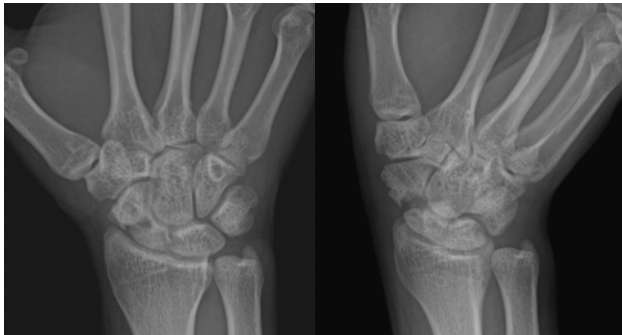
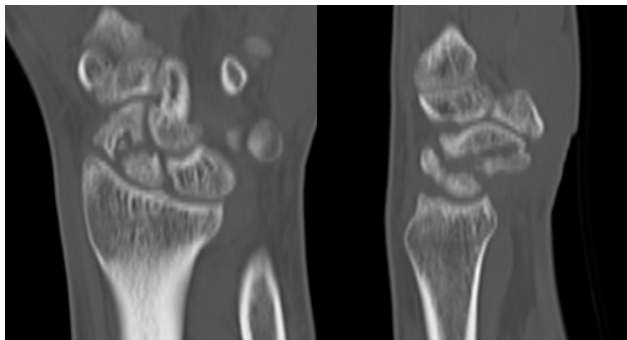


그림 2-A. 24-year-old male patient with scaphoid nonunion for 15 months from primary surgery. Computed tomography images during a follow up visit after primary operation using screw fixation showed scaphoid nonunion.

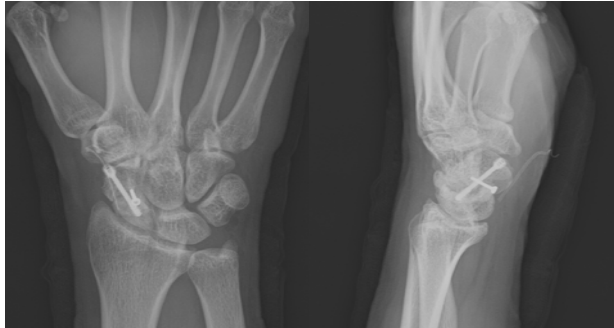


B. The 2nd operation was done with removal of screw and fixation using Kirschner wires. These radiographs were taken after removing K-wires. Scaphoid had not united after 8 months from the 2nd operation.

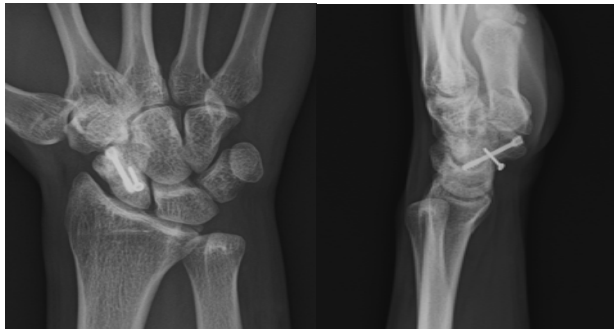




C. Computed tomography images after 8 months from the 2nd operation. There are discontinuity of cortical bone and multiple sclerosis around fracture line.



D. Plain radiographs after the 3rd operation. Scaphoid nonunion was treated using Herbert screw and mini screw fixation combined with autogenous cancellous bone grafting.



E. Follow-up plain radiographs after 14 months from the 3rd operation. The fracture line was not seen and nonunion had united. Cavity defect was filled with grafted bone.

☒ 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	2nd surgical tools	Follow up duration after revision surgery	ROM (DF/PF)	ROM (RD/UD)	Union
1	F/27	Non-dominant	Slip down	waist	No	Acutrak screw	18 mos	Herbert screw & bone graft	13 mos	80/75	15/15	O
2	M/38	Non-dominant	Slip down	waist	No	Kirschner wires	17 mos	Herbert screw & bone graft	12 mos	70/50	15/15	O
3	M/24	Dominant	Traffic accident	proximal	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires	7 mos	Herbert screw, Kirschner wires & bone graft	25 mos	75/50	15/15	O
4	M/22	Non-dominant	Slip down	waist	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires	25 mos	Herbert screw & bone graft	12 mos	50/25	10/15	O
5	M/40	Non-dominant	Slip down	proximal	Yes (SNAC stage I)	Kirschner wires & bone graft	18 mos	Herbert screw & bone graft	43 mos	60/45	10/15	O
6	F/22	Non-dominant	Slip down	waist	No	Acutrak screw	12 mos	Herbert screw & bone graft	12 mos	60/45	10/15	O
7	M/23	Dominant	Slip down	waist	No	Kirschner wires	7 mos	Herbert screw, Leibinger screw & bone graft	13 mos	55/35	20/30	O
8	M/27	Dominant	Slip down	waist	No	Acutrak screw	12mos	Herbert screw & bone graft	12 mos	80/80	20/30	O
9	M/22	Dominant	Direct trauma	waist	No	Acutrak screw	12 mos	Herbert screw & bone graft	14 mos	70/60	20/30	O
10	M/24	Dominant	Slip down	waist	No	Screw (unknown)	23 mos	Kirschner wires → Herbert screw, mini screw & bone graft	21 mos	80/80	20/30	O
11	M/21	Dominant	Slip down	waist	No	Acutrak screw	7 mos	Herbert screw & bone graft	12 mos	70/60	20/30	O
12	M/46	Non-dominant	Direct trauma	proximal	Yes (SNAC stage I)	Acutrak screw & bone graft	6 mos	Herbert screw, mini screw & bone graft	14 mos	30/10	5/15	X

⌘ 2. method of assessment in clinical result (by Maudsley and Chen)

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

### III. 결과

재수술 시행 후 최종 추시 관찰까지의 평균 기간은 16.9개월(12~43개월)이었다. 12례 중 11례에서 재수술 후 평균 4개월 만에 골유합을 얻었다. 주상골 골절에 대한 1차 수술이 실패한 데에는, 근위와 원위 골편간의 정렬이 이루어지지 않고 전위가 계속되는 경우가 3례, 내고정물이 중앙으로 삽입되지 않은 경우가 2례 등 술기적인 측면이 중요한 원인으로 사료되었다. 주상-월상각(scapholunate angle)은 실패한 1차 수술 후에 평균 50.1도(38.5도~76.5도)로 측정되었으나 재수술 후에는 47.1도(36.5도~63.6도)로 감소하였다. Wilcoxon signed-rank test 결과, 통계학적으로 유의미한 결과를 나타내었다( $p < 0.05$ ). DISI(dorsal intercalated segmental instability)형의 수근관절 불안정성을 보이는 60도 이상의 주상-월상각은 수술전 1례에서 76.5도로 측정되었으나 수술 후 63.6도로 감소하여, 수술 전후에 10도 이상 감소하였으나 수술후에도 60도 이상으로 측정되는 소견을 보였다. 그러나 추시 관찰 상에서 통증은 없었고 운동 범위도 호전된 양호한 임상적 결과를 보였다. 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography) 사진에서 측정한 측면 주상골 내각(lateral intrascaphoid angle)은 실패한 1차 수술 후에 평균 29.3도(21.3도~36.7도)로 측정되었으나 재수술 후 24.9도(21.2도~28.6도)로 감소하였다. 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography) 사진에서 측정한 전후 주상골 내각(anteroposterior intrascaphoid angle)은 실패한 1차 수술 후에 평균 29.8도(23.3도~41.9도)로 측정되었으나 재수술 후 25.7도(20.7도~32.1도)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( $p < 0.05$ )(표 3). 관찰자내 신뢰도(intraobserver reliability)는 급내상관계수 (intraclass correlation coefficient) 측정 결과 3명의 평가자가 측정한 수술 전후 세 개 각도 18개 항목에서  $p$ -value  $< 0.01$ , 상관계수 0.799~0.974의 신뢰도를 보였다. 관찰자간 신뢰도(interobserver reliability)는 급내상관계수 (intraclass correlation coefficient) 측정 결과 수술 전후 3개의 각도 6개 항목에서  $p$ -value  $< 0.01$ , 상관계수 0.875~0.930의 신뢰도를 보였다<sup>10,11</sup>.

결과 측정을 위해 사용한 Maudsley 와 Chen 의 평가법에 따르면, 임상적인 측면에서 최종 추시 시점에 7레에서 통증 및 압통을 호소하지 않아 우수(grade 1)소견을 보였다. 4레에서는 술 전보다는 증상이 호전 되었으나 운동이나 휴식 시에 통증 및 압통을 호소하는 양호(grade 2)소견을 보였다. 1레에서는 압통이 심하고, 일상 생활에 장애가 있을 정도의 통증을 보이는 불량(grade 4)소견을 나타내었다. 경직도 측면에서는 3레에서 우수(grade 1)소견을 보였으며, 6레에서 양호(grade 2)소견을 보였다. 2레에서 보통(grade 3)소견을 나타냈으며, 1레에서 불량(grade 1)소견을 보였다. 재수술 후 완관절 운동 범위는 굴곡이 술전 평균 31도(10도-55도)에서 평균 51도(10도-80도), 신전이 술전 평균 35도(20도-55도)에서 평균 65도(30도-80도), 요측 변위가 술전 평균 7도(5도-10도)에서 평균 15도(5도-20도), 척측 변위가 술전 평균 11도(10도-20도)에서 21도(15-30도)로 나타났다. 경제적 측면은 7레에서 우수(grade 1)소견을, 4레에서는 양호(grade 2)소견을, 그리고 1레에서는 불량(grade 4)소견을 보였다.

표 3. preoperative and postoperative angulation measurements (scapholunate angle, anteroposterior and lateral intrascaphoid angle)

case No.	scapholunate angle		anteroposterior intrascaphoid angle		lateral intrascaphoid angle	
	preoperative	postoperative	preoperative	postoperative	preoperative	postoperative
1	76.5	63.6	26.4	20.7	30.7	22.3
2	49.6	48.5	23.7	25.1	21.3	22.5
3	46.5	41.1	31.2	24.4	34.9	27.9
4	40.2	39.7	24.6	22.5	31.0	26.0
5	55.8	56.5	26.4	21.5	36.7	28.6
6	53.9	48.3	23.3	23.5	28.1	23.0
7	51.2	44.5	30.2	26.7	27.6	24.8
8	46.5	43.7	41.9	32.1	31.6	26.8
9	49.9	48.5	32.1	24.7	23.0	26.2
10	38.5	36.5	33.8	28.3	23.4	21.2
11	51.3	47.5	31.5	29.6	26.8	21.3
12	40.7	46.3	33.1	28.8	36.3	27.9
mean (standard deviation)	50.1 (9.97)	47.1 (7.31)	29.8 (5.34)	25.7 (3.49)	29.3 (5.17)	24.9 (2.71)

#### IV. 고찰

주상골 골절은 적절히 치료되었다 하더라도 약 5~10% 정도의 불유합률을 보인다. 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 세 개의 동맥군을 통해서 이루어지는데, 원위부에서 근위부로 혈액이 공급되는 구조를 가지고 있어, 근위부는 원위부에 비하여 제한된 혈액 공급을 받고 있다. 따라서 근위극 주위에서 골절이 발생할 시에는 근위 골절편의 무혈성 괴사가 일어날 가능성이 높고 따라서 불유합율도 더 높게 나타난다<sup>9,12,13</sup>. 근위부 골절인 경우 불유합율이 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 이환기간이 주상골 불유합 치료에 있어 영향을 미치는 인자로 보고하였다. 본 연구에서 대상으로 한 1 차 수술 후에 발생한 주상골 불유합 사례에서 술기적 측면은 수술 실패에 가장 큰 원인으로 작용하였다. 술후 방사선 사진 상에서 근위와 원위 골편간의 정렬이 이루어지지 않고 전위가 계속된 경우가 3례 있었고, 컴퓨터 단층 촬영 사진 상에서 내고정물이 중앙으로 삽입되지 않은 사례를 2례에서 볼 수 있었다. 방사선 검사상 골편이 전위된 경우나 각형성으로 인한 불안정성이 있는 경우, 골 이식 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 1 차 수술 12례 중, 6례에서 Acutrak 나사, 5례에서 K-강선, 1례에서 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 골절부 근위부와 원위부에 서로 압박력을 전달할 수 있는 특성을 가지고 있어, 불유합된 주상골의 유합율을 높이는 데에 적절한 내고정물이라 할 수 있다<sup>17</sup>. 그러나 압박형 나사를 사용한다 하더라도, Acutrak 나사를 사용하였으나 1차 수술이 실패한 경우처럼 정확한 정복 및 위치 삽입이 동반되지 않는다면 골편 간의 압박력이 적용되지 않아 내고정력을 잃게 된다. Ritter 등<sup>18</sup>은 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 골유합까지 소요되는 기간이 더 긴 것으로 보고하였다. Merrell 등<sup>19</sup>은 1827례의 주상골 불유합을 대상으로 한 연구에서 K-강선으로 고정한 경우(77%의 골유합율)보다 나사로 고정한 경우(94%의 골유합율)에서 더 높은 골유합율을 보인다고 보고하였다.

또한 불유합된 경우, 심한 전위로 인한 골손실 및 낭포성 변화 등으로 유합에 필요한 골부족이 나타날 수 있는데 이에 따라 적절한 골이식이 골유합에 있어 필수적 요소라 할 수 있다. 골이식술은 Adams 등<sup>20</sup>이 처음 시행하였고 내재형 해면골 이식, 췌기형 골이식(interpositional wedge bone graft), 몰타식 격자형



골이식(Maltese cross bone graft), 혈관화 골이식(vascularized bone graft) 등이 사용되고 있다. 내재골 이식술은 Russe<sup>2</sup>가 고안하였으며, 표준적인 치료로 받아들여지고 있으나, 각변형이 심한 경우 유합율이 떨어지고 내고정을 시행하지 않기 때문에 이로 인한 단점이 있다. 강 등<sup>21</sup>은 14 명의 환자를 대상으로 주상골 불유합에 대하여 Herbert 나사로 내고정하였는데, 모든 사례에서 골유합을 얻어 골유합율에서는 차이를 보이지 않았으나 해면골을 이식한 9례에서는 평균 18.5 주 후에 골유합 되었고, 격자형골(bone block)을 이식한 5례에서는 평균 21.1 주 후에 골유합이 되었다고 보고하였다. 주상골 불유합에 대해 골이식을 2 차까지 시행한 경우에는 1 차 골이식에 비해 유합율이 60%로 떨어지는 것으로 보고된 바 있다. 임상적으로도 2 차 골이식을 시행한 환자의 67%에서는 골유합 후에도 증상이 계속되는 것으로 보고된 바 있다<sup>22</sup>. 강 등<sup>23</sup>은 주상골 골절 및 불유합에 대해 한 차례 수술 시행 후 실패한 환자를 대상으로 주상골 주위의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 5례에서 해면골 이식술 및 Herbert 나사 내고정술을 시행한 결과 5례 모두에서 유합을 얻어냈다. Reigstad 등<sup>6</sup>은 18례의 수술후 발생한 불유합 환자에 대해 해면골 이식술 및 내고정술을 시행한 결과 16례에서 유합을 얻어, 89%의 유합율을 보고하였다.

본 연구에서 1례에서는 타병원에서 골절 후에 Acutrak 나사 및 K-강선으로 이미 2 차례 수술을 시행받았고, 다시 Herbert 나사를 이용한 3 차 수술을 본원에서 시행하여, 통합 2 차례의 골이식을 시행받았음에도 지속되는 통증과 불유합 및 외상 후 나타난 관절염 변화로 인해 네 구석 수근골 유합술(four corner fusion)을 시행할 수밖에 없었다. 3 차 수술 후 컴퓨터 단층 촬영 소견상 나사는 고정력을 잃고, 나사 주위에는 골소실 소견을 보였다. 또한 환자는 주상골 근위부 부위에 통증 및 압통을 지속적으로 호소하였고, 운동 범위도

굴곡 10 도, 신전 30 도, 요측 변위 5 도, 척측 변위 15 도로 매우 제한적 소견을 보였다. 이에 따라 네 구석 수근골 유합술(four corner fusion)을 시행하였다. 기존의 반복적인 2 차례 수술로 인하여 골소실을 보이고 주위의 외상성 관절염 변화가 진행된 것이 수술 실패의 원인으로 사료된다. Smith 등<sup>24</sup>은 25례의 수술후 불유합 환자에 대해, 19례에서 재수술하여, 15례에서 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 측정각들이 정상 범위 상한선에 위치한 사례들이 많았던 점으로 볼 때, 불유합으로 인하여 변형된 해부학적 형태가 정복 과정을 통해서 교정된 것으로 사료된다. 각변형이 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 12례의 환자를 대상으로 하여, 11례에서 자가 해면골 이식을 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 유리혈관화 골이식술(free vascularized bone graft)이 아닌 자가 해면골 이식 및 Herbert 나사를 이용한 내고정술을 통해 방사선학적 유합과 함께 임상적으로 통증 회복 및 운동 범위 향상 등의 결과를 가져 올 수 있었다.

## V. 결론

재수술 시 정확한 정복과 안정적인 내고정이 필수적이며, 필요한 경우 골이식을 동시에 실시해야 한다. 1 차 수술 실패 후 지속된 불유합이라 하더라도, 주상골 주위의 퇴행성 변화가 진행되지 않은 경우에 있어서는, Herbert 나사를 이용한 내고정술 및 자가 해면골 이식술은 유용한 치료방법 중의 하나로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) Matti H. Technik and resiltte, meiner pseudoarthosen-operation. Z Chir. 1975;63:1442-53.
- 2) Russe O. Fracture of the carpal navicular. Diagnosis, nonoperative and operative treatment. J Bone and Joint Surg. 1960;42-A: 759-68.
- 3) Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, Wood MB. Scaphoid nonunion: role of anterior interpositional bone grafts. J Hand Surg. 1988;13(5): 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 and Joint Surg Br. 1988;70(2): 299-301.
- 5) Fernandez DL, Egli S. Nonunion of the scaphoid. Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone grafting. J Bone and Joint Surg. 1989;71-A: 1560-5.
- 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. 2009;34E: 6: 772-7.
- 7) Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. J Bone and Joint Surg Br. 1984;66B: 114-23.
- 8) Maudsley RH, Chen SC. Screw fixation in the management of the fractured carpal scaphoid. J Bone and Joint Surg Br. 1972;54(3): 432-41.

- 9) Bunker TD, McNamee PB, Scott TD. The Herbert screw for scaphoid fractures. A multicentre study. *J Bone and Joint Surg Br.* 1987;69(4): 631-4.
- 10) Shrout S, Fleis 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 Jul;30(4):696-701.
- 12) Botte MJ, Mortensen WW, Gelberman RH, Rhoades CE. Internal Vascularity of the Scaphoid in Cadavers after Insertion of the Herbert Screw. *J Hand Surg.* 1988;13-A: 216-20.
- 13) Green DP. The Effect of Avascular Necrosis on Russe Bone Grafting for Scaphoid Nonunion. *J Hand Surg.* 1985;10-A: 597-605.
- 14) Nakamura R, Hori M, Horii E, Miura T. Scaphoid nonunion: factors affecting the functional outcome of open reduction and wedge grafting with Herbert screw fixation. *J Hand Surg.* 1999;24-A: 761-76.
- 15) Inoue G, Shionoya K, Kuwahata Y. Herbert screw fixation for scaphoid nonunions. *Clin Orthop.* 1997;343: 99-106.
- 16) Schuind F, Haentjens P, Innis V, Maren CV, Garcia-Elias M, Sennwald G. Prognostic factors in the treatment of carpal scaphoid nonunions. *J Hand Surg.* 1999;24-A: 761-76.

- 17) Fowler JR, Ilyas AM. Headless compression screw fixation of scaphoid fractures. *Hand Clin.* 2010;26(3): 351-61.
- 18) Ritter K, Giacchino AA: The treatment of pseudoarthrosis of the scaphoid by bone grafting and three methods of internal fixation. *Can J Surg.* 2000;43(2): 118-24.
- 19) Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF 3<sup>rd</sup>. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg.* 2002;4(2): 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 of Korean Hand Surg.* 1999;4(2): 151-8.
- 22) Ruby LK, Stinson J, Belsky MR. The Natural History of Scaphoid Nonunion. A Review of Fifty-five Cases. *J Bone and Joint Surg.* 1985;67-A: 428-32.
- 23) Kang HJ, Jung SH, Park SH, Lee SK and Hahn SB. Revisional surgery for scaphoid nonunion. *J of Korean Hand Surg.* 2008;13(1): 8-14.
- 24) Smith BS, Cooney WP. Revision of failed bone grafting for nonunion of the scaphoid. Treatment options and results. *Clin Orthop.* 1996;327: 98-109.

## Abstract

### Revision osteosynthesis after failed surgery for scaphoid nonunion

Min Jung

*Department of Medicine  
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Ho-Jung Kang)

The purpose of this study is to evaluate the outcome of revision using Herbert screw fixation combined with autogenous cancellous bone grafting for scaphoid nonunions after failed primary surgery.

Twelve patients who underwent revisional surgery for scaphoid nonunion after 13.6 months on average from primary surgical failure, were studied. Waist fractures were 9 cases and Proximal ones were 3 cases. The revisional surgical treatment was using autogenous iliac cancellous bone grafting combined with Herbert screw fixation.

Union was achieved in 11 cases of 12 cases. The cause of failed primary surgery was assumed to be the technical factor of inaccurate reduction. The results of eleven united cases were clinically satisfactory at the follow up in outpatient clinic after 16.9 months on average from revision. The range of motion of wrist joint showed improved: average flexion was



51°, average extension was 65°, average radial deviation was 15°, and average ulnar deviation was 21°.

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

-----  
Key Words : scaphoid, nonunion, revisional surgery, Herbert screw, bone graft

## 게재리스트

Min Jung, Yun Rak Choi, Il Hyun Koh, Young Jin Kim, Ho Jung Kang.  
Revision osteosynthesis after failed surgery for scaphoid nonunion.  
Journal of the Korean Hand Surgery. 2011;16(2).