

Arthroscopically assisted Cancellous Bone Grafting and Percutaneous K-Wires Fixation for the Treatment of Scaphoid Nonunions

Young-Keun Lee¹,
Sang-Hyun Woo²,
Pak Cheong Ho³, Ji-Gang Park⁴,
Joo-Yong Kim⁵

¹Department of Orthopaedic Surgery, Dason Orthopaedic Clinic, Jeonju, Korea

²Chen and Woo's Institute for Hand Surgery and Reconstructive Microsurgery, W Hospital, Daegu, Korea

³Department of Orthopaedic and Traumatology, Prince of Wales Hospital, Chinese University, Hong Kong

⁴Department of Orthopaedic Surgery, Chungbuk National University Hospital, Chungbuk National University College of Medicine, Chungju, Korea

⁵Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

Received: January 2, 2014

Revised: [1] February 21, 2014

[2] February 28, 2014

Accepted: February 28, 2014

Correspondence to: Joo-Yong Kim
Department of Orthopaedic Surgery, Inje University Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 75 Bokji-ro, Busanjin-gu, Busan 614-735, Korea

TEL: +82-51-890-6129

FAX: +82-51-892-6619

E-mail: trueykleee@naver.com

Purpose: The purpose of this study was to analyze the clinical results of patients with scaphoid nonunions treated with arthroscopically assisted bone grafting and percutaneous K-wires fixation.

Methods: We retrospectively reviewed 20 patients with a scaphoid nonunions which was treated with arthroscopically assisted bone grafting and percutaneous K-wires fixation from November 2008 to July 2012. Time from injury to treatment was 74 months (range, 3–480 months) in average. Functional outcome was evaluated using the modified Mayo wrist score and visual analogue scale (VAS) for pain, which were measured before operation and at the last follow up.

Results: All nonunions were healed successfully. The average radiologic union time was 9.7 weeks (range, 7–14 weeks). The average VAS score improved from 6.3 (range, 4–8) preoperatively to 1.6 (range, 0–3) at the last follow up. The average modified Mayo wrist score increased from 62.5 preoperatively to 85.7 at the last follow-up.

Conclusion: Arthroscopically assisted bone grafting and percutaneous K-wires fixation is an effective treatment method for a scaphoid nonunion. It may provide more biological environment than open surgery as a minimally invasive procedure.

Keywords: Scaphoid nonunion, Arthroscopy, Bone graft, K-wire

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 noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

주상골 불유합의 수술적 치료 방법으로는 피질해면골 혹은 해면골 이식술, 혈관화 골이식술 등 지금까지 다양한 관혈적 방법들이 사용되어 왔다. 많은 문헌들이 좋은 결과들을 보고 하였지만, 관혈적 이식술에 대해서는 25%에서 45%까지 실패율이 보고되고 있다¹⁻³. 이러한 관혈적 이식술은 중요한 인대와 관절막 등에 대한 절개가 이루어질 수밖에 없어 결국 관절의 강직으로 이어질 수 있고, 수근골의 혈관 분포에도 영향을 줄 수 있는 잠재적인 문제점들이 존재하고 있다^{4,5}. 이러한 요인들 때문에 새로운 치료 방법으로 수술하고자 하는 도전들이 시도 되어 왔다. 특히 관절경을 이용한 골이식과 경피적 고정술은 주상골의 혈액 공급과 주위의 인대결합에 최소한의 외상을 주 게 됨으로써⁶⁻⁸, 불유합의 치료에 보다 더 생물학적인 환경을 제공할 수 있다는 장점을 가진 치료방법이다⁹⁻¹². 이에 저자들은 주상골 불유합 환자에게 관절경적 골이식술 및 경피적 K-강선 고정을 시행하고 임상적 결과를 분석하였다.

대상 및 방법

2008년 11월부터 2012년 7월까지 주상골 불유합으로 관절 경적 골이식술 및 경피적 K-강선 고정술을 시행받고 1년 이상 추시가 가능했던 20명의 환자를 대상으로 하였다. 환자의 성별은 남자가 19예, 여자가 1예였으며 평균 연령은 34세(범위, 15-61세)였다. 손상 부위는 우측이 12예, 좌측이 8예였으며, 골절 부위는 요부 골절이 17예, 근위부 골절이 3예였다. 손상 후 불유합 수술까지의 기간은 평균 74개월(범위, 3-480개

월)이었다. 2년 이내가 13예(65%)로 가장 많았으며 10년 이상 인 경우는 4예, 손상 시기를 알지 못하는 경우도 3예였다. 이전에 손목 수술을 시행 받은 환자는 없었다. 수상 기전으로는 스포츠 손상이 10예(50%)로 가장 많았으며, 낙상 5예(25%), 교통사고 2예(10%), 원인 미상이 3예(15%)였다. 수술 시간은 평균 195분(범위, 120-286분)이었다. 평균 추시 기간은 17.8개월(범위, 12-49개월)이었다.

방사선 사진과 관절경 소견을 바탕으로 주상골 불유합을 Slade와 Geissler 분류에 따라 분류하였다(Table 1)¹³. Slade와 Geissler 분류상 grade 1이 1예, grade 2는 7예, grade 3는 1예, grade 4는 7예, grade 6가 4예였다. 관절경을 시행하면서 동시에 관찰된 수근 골간 인대 손상은 Geissler system으로 분류하였고¹⁴, 삼각 섬유연골 복합체 손상은 Palmer system에 따라 분류하였다¹⁵. 주상-월상골 간 불안정성은 14예(70%)에서 확인할 수 있었다. 이 중 grade II가 11예, grade III가 3예였다. 월상-삼각골간 인대 손상은 grade II 손상으로 1예에서 관찰되었다. 삼각 섬유연골 복합체 손상은 2예에서 확인할 수 있었으며 모두 type I-A였다. 주상골 불유합 진행성 붕괴(scaphoid nonunion advanced collapse, SNAC)는 7예에서 확인되었고, 모두 grade I이었다. 소파술 시 원위 및 근위 골편의 점상 출혈(punctate bleeding)소견을 확인하였다. 이 중 3예에서 근위 골편의 출혈 소견을 확인할 수 없었다. Green¹⁶의 기준에 따라 이들 3예를 무혈성 괴사로 분류하였다(Table 2).

골유합에 대한 평가는 임상적으로는 해부학적 취약함(anatomical snuff box)이나 주상골 조면에 압통이 없고, 방사선학적으로 골절선을 가로지르는 골소주에 의해 골절선이 없어졌을 때를 골유합으로 평가하였다. 임상적 평가는 modi-

Table 1. Treatment classification system for scaphoid nonunion¹³

I	Scaphoid fractures with delayed presentation for treatment: 4 weeks-12 weeks
II	Fibrous union: minimal fracture line at nonunion interface, no cyst or sclerosis
III	Minimal sclerosis: bone resorption at nonunion interface less than 1 mm
IV	Cystic formation and sclerosis: bone resorption at nonunion interface greater than 1 mm but less than 5 mm, cyst, no deformity of lateral radiographs
V	Deformity and/or pseudoarthrosis: bone resorption at nonunion interface greater than 5 mm, cyst, fragment motion, deformity on lateral radiographs
VI	Wrist arthrosis: scaphoid nonunion with radiocarpal and/or midcarpal arthrosis
Special circumstances	
PP	Proximal pole nonunion. The proximal pole of the scaphoid has a tenuous blood supply and a mechanical disadvantage, which places it at greater risk of delayed or failed union. Because of these difficulties, this injury requires aggressive treatment to ensure successful healing.
AVN	Scaphoid nonunion with necrosis is suggested by magnetic resonance imaging demonstrating a decrease or absence of vascularity of one or both poles. Bone biopsy can confirm necrosis. Intraoperative inspection of the scaphoid for punctate bleeding is considered definitive.
LI	Ligament injury is suggested by static and dynamic imaging of the carpal bones. Arthroscopy is the most sensitive tool for detecting carpal ligament injury.

Table 2. Demography of the patients

Patient No.	Age (yr)	Sex	Intervals between injury and surgery (mo)	Causes of Injury	Location of Fracture	Slade and Geissler classification	Associated lesions	Punctate bleeding
1	25	M	6	Fall down	Waist	Grade 2	None	D,P +
2	33	M	8	Sport	Waist	Grade 2	None	D,P +
3	17	M	4	Sport	Prox. pole	Grade 4	Grade II S-L	D+,P -
4	49	M	360	Fall down	Waist	Grade 4	SNAC stage I	D,P +
5	18	M	12	Sport	Waist	Grade 4	Grade II S-L	D+,P -
6	15	M	18	Sport	Waist	Grade 2	Grade II S-L	D,P +
7	15	M	12	Sport	Waist	Grade 2	Grade II S-L	D,P +
8	23	M	4	Sport	Waist	Grade 2	None	D,P +
9	40	M	Unknown	Unknown	Waist	Grade 4	Grade II S-L, L-T, SNAC stage I	D,P +
10	43	M	192	Traffic	Waist	Grade 4	SNAC stage I	D+,P -
11	35	M	24	Traffic	Waist	Grade 4	Grade II S-L, 1-A TFC	D,P +
12	21	M	6	Sport	Waist	Grade 3	Grade II S-L	D,P +
13	28	M	12	Sport	Prox. pole	Grade 4	Grade II S-L	D,P +
14	52	M	120	Sport	Waist	Grade 6	Grade II S-L, SNAC stage I	D,P +
15	46	M	Unknown	Unknown	Waist	Grade 6	SNAC stage I	D,P +
16	51	F	Unknown	Unknown	Waist	Grade 6	Grade II S-L, SNAC stage I	D,P +
17	61	M	480	Fall down	Prox. pole	Grade 6	Grade II S-L, SNAC stage I	D,P +
18	21	M	11	Sport	Waist	Grade 2	Grade II S-L	D,P +
19	53	M	3	Fall down	Waist	Grade 1	Grade II S-L	D,P +
20	46	M	4	Fall down	Waist	Grade 2	Grade III S-L, 1-A TFC	D,P +

D,P +, there was punctate bleeding in the proximal and distal fragment; Prox.pole, proximal pole; S-L, Scapholunate ligament; D+,P-, there was no punctate bleeding in the proximal fragment; L-T, lunotriquetral ligament; SNAC, scaphoid nonunion advanced collapse; TFC, triangular fibrocartilage.

Table 3. Demography of the patients

Patient No.	Time to union (wk)	Last follow-up (mo)	VAS (pre/last f-u)	Grip strength (% of normal side) (pre/last f-u)	Range of motion (% of normal side) (pre/last f-u)	Mayo wrist score (pre/last f-u)
1	9	15	7.5/1	93/100	87/100	70/100
2	7	14	7.5/1	76/100	87/100	55/100
3	11	12	7.3/1	81/85	98/100	65/80
4	8	12	5/2	66/85	73/73	55/75
5	8	24	5/1	90/90	93/100	65/90
6	10	13	7/2.8	86/100	85/93	60/90
7	9	37	5/2	71/92	70/100	65/90
8	9	15	7.5/2.5	89/100	85/100	65/100
9	9	13	7.5/2.5	30/60	76/80	50/70
10	10	15	5/2.8	89/85	68/89	40/70
11	11	12	7.4/2	100/100	90/86	80/85
12	9	12	5/3	90/90	89/100	70/90
13	9	20	8/2.8	88/87	78/71	45/70
14	13	18	8/2.5	100/82	87/68	55/65
15	13	49	7.3/2.5	100/100	97/94	65/90
16	9	22	7/0	71/100	73/92	55/90
17	9	14	4/0	100/100	78/92	80/90
18	14	14	5/0	80/83	94/97	70/80
19	8	13	5/1	100/100	100/100	75/95
20	10	24	5/0	52/100	79/100	65/100

VAS, visual analogue scale; Pre/last f/u, preoperative/last follow-up.

fied Mayo wrist score를 적용하여 수술 전과 최종 추시 때의 점수로 평가하였으며, 통증의 정도는 수술 전과 최종 추시 때의 visual analogue scale (VAS)을 이용하여 평가하였다 (Table 3). 통계학적 분석은 paired t-test를 이용하였다.

1. 수술 방법

수술은 전신 마취하에서 시행하였다. 관절경 기구는 2.7 mm 관절경(Linvatec, CONMED Linvatec, Utica, NY, USA), 2.0 mm, 2.9 mm shaver, 3.0 mm burr, radiofrequency probe를 준비하였으며, 경피적으로 해면골 이식을 하기 위해 각각 직경이 3.8 mm, 3.0 mm인 2개의 삽입관(cannular)과 직경이 3.2 mm, 2.7 mm인 2개의 투관침(trocar)을 준비하였다. 생리식염수 세척 장치는 3 L 생리식염수를 매달아 중력에 의해 흐르도록 하였다. 삽입구의 위치는 요수근 관절은 3-4와 4-5, 중수근 관절은 중수근 요측(midcarpal radial)과 중수근척측(midcarpal ulna) 그리고, 중수근 요측 입구와 주상-대다각-소다각 입구(scaphotrapezotrapezoidal) 중간부위에 부가 삽입구(accessory portal)를 하나 더 만들었다. 요수근 관절에 대한 관절경 검사를 먼저 시행하여 관절 연골의 상태, 동반 손상의 유무를 확인하고 활액막 절제술을 시행하였다. 그 후 중수근 관절로 관절경을 옮겨 관절 상태 및 주상골 불유합 부위를 확인하였다(Fig. 1).

주상골의 원위 골편과 근위 골편의 불유합 부위에서 건강한 해면골 조직이 노출될 때까지 중수근 요측 및 부가적 입구를

통해 burr와 shaver를 반복 사용하여 불유합 부위에 대한 변연절제술을 시행하였다. 이때 지혈대를 사용하지 않았기 때문에 변연절제술 중에 출혈을 확인할 수 있었다. 하지만 충분한 골조직 제거 후에도 근위 골편에서 출혈 소견이 없을 때에는 생리식염수의 유입을 막고 다시 확인하였으며, 출혈 소견이 없는 경우 무혈성 괴사로 진단하였다. 골이식 준비를 마친 후 영상 증폭기를 보며 주상골을 정복한 후 1.2 mm K-강선을 이용하여 주상골의 원위부 전방 결절에서 역행적으로 임시적 핀 고정을 하였다(Fig. 2). 골사등 변형과 후방 개재 분절 불안



Fig. 2. Provisional K-wire fixation.

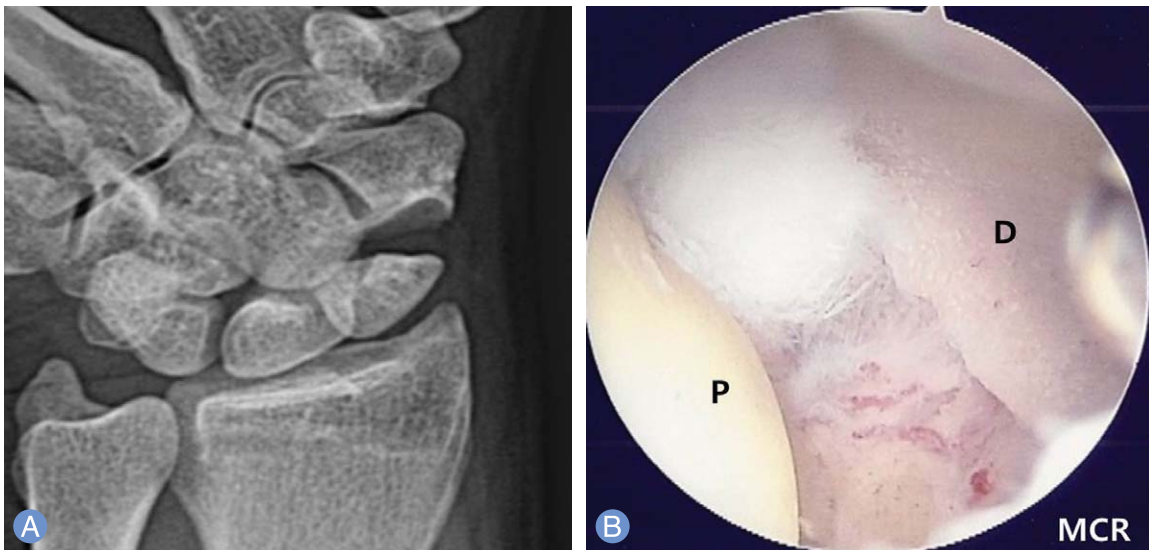


Fig. 1. A 46-year-old male patient with nonunion of the left scaphoid fracture. Preoperative left wrist plain scaphoid (A) view show nonunion at the waist of the scaphoid. (B) Same patient's left wrist, midcarpal arthroscopy image of scaphoid nonunion site shows large gap and sclerotic margins of both fragments. P, proximal fragment; D, distal fragment; MCR, midcarpal radial.



Fig. 3. (A) Left wrist, midcarpal arthroscopy image which is finished bone graft to the nonunion site percutaneously using cannula and trocar. (B, C) Same patient's left wrist, midcarpal arthroscopy images of percutaneous autogenous iliac cancellous bone grafting at the nonunion site using cannula and trocar. MCR, midcarpal radial.

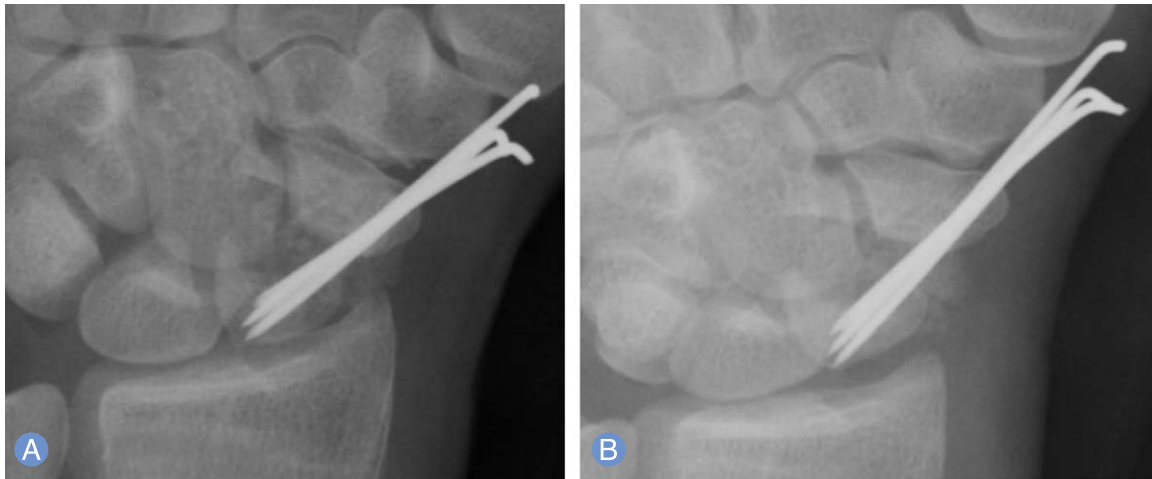


Fig. 4. Immediate postoperative plain left wrist anteroposterior (A) and scaphoid (B) radiographs show internal fixation with K-wires and grafted bone at the nonunion site.

정(dorsal intercalated segmental instability, DISI)이 있는 경우 변형의 교정을 위해 먼저 수근관절을 중립 위 위치에서 굴곡시켜 후방 굴곡된 월상골을 중립으로 위치한 후 요-월상관절을 K-강선으로 고정하였다. 그 후 수근관절을 부드럽게 척사위, 과 회외전, 그리고 신전시켜 주상골 원위 골편을 근위 골편에 정복한 후 K-강선을 고정하였다. 그리고 골이식 전에 관절경을 이용하여 K-강선의 위치를 확인하였다.

골이식을 위해 장골 능에서 해면골을 채취하였다. 그리고 가위를 이용해 채취한 골을 작은 조각으로 미리 잘라 준비하였다. 골이식은 중수근 척측 삽입구를 통해 관절경으로 불유합 부위를 지속적으로 보여주도록 한 상태에서, 중수근 요측 삽입구를 통해 3.8 mm 삽입관을 불유합 부위에 위치시키고 해면골을 삽입관 입구에 넣어주면 이것을 3.2 mm 투관침을 이용해 밀어 넣는 방식으로 골이식을 시행하였다(Fig. 3). 이

때 지혈대는 사용하지 않으면서, 깨끗한 시야 확보를 위해 생리식염수를 지속적으로 유입시켰다. 관절내로 들어온 생리식염수가 골이식용 삽입관 쪽으로 역류해 골이식이 방해되지 않도록 부가 삽입구에 다른 삽입관을 삽입해 그 곳으로 생리식염수가 흘러나오도록 하였다. 충분한 양의 골이식 후에는 수근관절 내 상태를 다시 한번 확인하여 이식 부위가 아닌 곳에 위치한 골편을 제거하였으며, 이식 골은 fibrin glue (그린플라스트 키트, Green cross, Yongin, Korea)를 이용하여 고정하였다.

견인 장치를 모두 제거하고 수술대 위에서 영상 증폭기를 보며 2개의 1.2 mm K-강선을 이용하여 추가적인 주상골 고정을 시행하였다(Fig. 4). 인대 손상이 동반된 불안정한 불유합인 경우 주상-월상골 사이에 추가적으로 2개의 K-강선고정을 시행하였으며 이는 8주간 유지시켰다. K-강선의 처리는

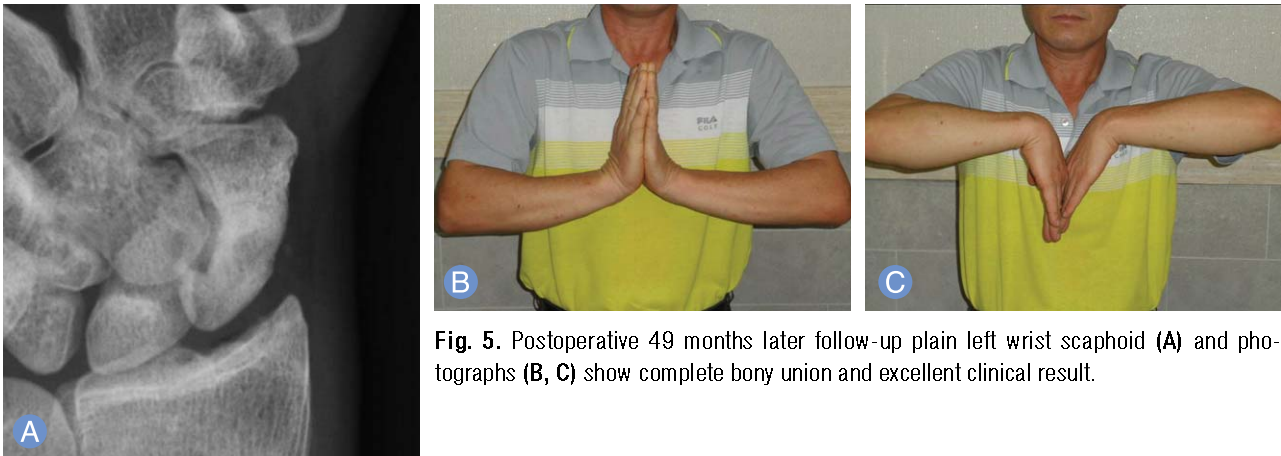


Fig. 5. Postoperative 49 months later follow-up plain left wrist scaphoid (A) and photographs (B, C) show complete bony union and excellent clinical result.

피부 밖으로 꺼내 놓았다. K-강선에 대한 치료는 처음 2주간은 매일 소독하였고, 그 후 핀 제거 때까지 2-3일에 한 번씩 외래 진료하면서 소독하였다.

수술 후 안정된 골유합의 경우 단 상지 무지 수상 석고틀, 불안정한 골유합의 경우 2주간 장 상지 무지 수상 석고고정을 시행한 후 단 상지석고로 교체하여 총 8주까지 시행하였다. 방사선 사진은 수술 후 골유합이 얻어질 때까지 매주 측정하였으며, K-강선은 골유합이 이루어진 것으로 판단되었을 때 제거하였다(Fig. 5). K-강선 제거 후부터 관절 운동을 허용하였으며 지속적인 재활 치료를 시행하였다. 무리한 활동은 수술 전의 관절 운동 범위가 회복되기 전까지는 제한하였다.

결과

20명 모두에서 골유합을 얻을 수 있었고, 골유합까지 소요된 평균 시간은 9.7주(범위, 7-14주)였다. 근위 골편에서 점상출혈 소견이 없어 무혈성 괴사로 진단하였던 3예의 평균 골유합 시간은 9.6주로 큰 차이를 보이지 않았다. 수근 골간 인대 손상에 대해서는 변연절제술과 열성 수축을 시행 후 K-강선을 8주간 고정하였다. 이 중 주상-월상골간 grade III 인대 손상이 동반된 1예에서 골 유합 후 후방 개재 분절 불안정(DISI) 소견을 보여 주상-월상 골간 인대재건술을 추가적으로 시행하였다. Type 1-A의 삼각 섬유연골 복합체 손상을 보인 2명의 환자는 변연절제술을 동시에 시행하였다.

수근관절의 운동 범위(굴곡, 신전, 요사위, 척사위)는 수술 전 평균 169° (건 측의 88%)에서 최종 추시 시 평균 184° (건 측의 92%)로 향상되었다($p=0.01$). 악력은 수술 전 평균 33 kg (건측의 82%)에서 최종 추시 시 평균 38.7 kg (건측의 92%)로 향상되었다($p=0.013$). VAS는 수술 전 평균 6.3점(범위, 4-8 점)에서 최종 추시 시 평균 1.62점(범위, 0-3점)으로 향상되었

다($p<0.001$). 임상적 결과는 modified Mayo wrist score로 측정하였는데, 수술 전 평균 62.5점에서 최종 추시 시 평균 85.7점으로 향상되었다($p<0.001$). 이 점수에 따라 최종 추시 시 우수 12예, 양호 3예, 보통 5예의 결과를 보였다. 보통의 결과를 보인 5예 중 4예는 SNAC stage I의 퇴행성 변화가 동반된 경우였으며, 1예는 전에 과거력상 두부 손상으로 인지능력이 약간 감소된 환자였다. 특이한 합병증은 발생하지 않았다(Table 3).

고찰

주상골 불유합 치료의 실패율은 25%에서 45%까지 보고되고 있으며, 경험이 풍부한 외과의사에게도 여전히 어려운 과제로 인식이 되고 있다^{2,3,17}. 주상골 불유합의 치료 방법은 다양하게 알려져 있으나, 괴사된 조직을 충분히 제거하여 건강하고, 혈행이 좋은 해면골을 노출시킨 후 골절을 정복하고, 충분한 골 이식을 해주는 것은 동일하게 적용되는 중요한 원칙이다⁴. 개방적 골이식술은 골절 면을 직접 보면서 해면골을 노출시키고 정복하기 때문에 정확한 정복이 가능하고, 동반된 기형의 교정도 가능하다는 장점이 있다. 하지만, 이러한 수술방법은 때로는 불필요한 박리로 이어져 골절 부위의 혈류공급을 더 악화시키는 요인이 될 수도 있다^{4,5,11}. 이러한 이유로 인해 최근에는 주상골 불유합의 치료에 최소 침습적인 방법들이 시도되고 있다^{6-13,16}. 관절경적 골이식술의 장점은 첫째 개방적 관절절개를 하지 않기 때문에 수근관절 인대 손상을 최소화하고 불안정한 주상골의 혈류공급을 최대한으로 보존한다는 점이다⁶⁻¹³. 이는 개방적 골이식술에 비해 높은 골유합율과 더 짧은 기간에 골유합을 얻을 수 있는 근거가 된다고 생각한다. 또한 인대 손상이 최소화 됐기 때문에 초기에 적극적인 재활치료가 가능해 손목의 강직을 최대한 예방할 수 있어 임상 결과의 호

전으로 이어질 것이라고 생각한다.

저자들은 전 예에서 평균 9.7주 만에 골유합을 얻을 수 있었다. Slade 등¹⁸은 grade 2나 3의 주상골 불유합 환자 15명에서 골 이식 없이 관절경으로 치료하여 15명 모두 평균 14주에 골 유합을 얻었다고 보고하였다. 저자들의 예에서는 Slade와 Geissler's의 주상골불유합 분류¹³상 grade 4 이상이 11예나 되었지만 골유합 기간이 더 짧았던 이유는 불유합 부위 변연 절제술을 충분히 시행하고 건강한 해면골을 노출시킨 상태에서 경피적으로 해면골 이식을 시행했기 때문이라고 생각한다. 또한 14예에서 수근골 인대손상이 동반되고, 7예에서 주상골 불유합 진행성 봉괴(SNAC) stage I의 퇴행성 관절변화가 동반되었지만 최종 추사에서 3예를 제외한 모든 예에서 관절 운동 범위가 호전되는 소견을 보였다. 그 이유는 최소 침습적인 방법으로 관절막 및 수근골 인대의 추가적인 손상을 피했기 때문이라고 생각된다.

저자는 관절경 소견상 근위 골편에서 점상 출혈 소견을 관찰할 수 없었던 3예를 무혈성 괴사로 진단하였다. 근위 골편의 무혈성 괴사를 동반한 주상골 불유합의 치료는 매우 어려운 과제이다. Green¹⁶은 근위 골편에서 점상 출혈이 없는 경우 비 혈관화 골 이식은 반드시 실패한다고 하였다. 이런 이유로 다양한 유경 혈관화 골 이식술이 소개되었다¹⁹⁻²¹. 이 중 가장 보편화되어 있는 방법이 원위 요골 부위에서 1,2 구획 간 상지대 동맥을 혈관경으로 하는 이식골을 이용하는 것이다. 특히 주상골 근위부 골절 및 무혈성 괴사가 동반된 경우 기존의 골 이식술보다 높은 골 유합율을 보여 이런 경우 적극 추천 될 만한 방법이다²². 하지만 혈관 부착 골이식술은 상대적으로 절개가 크고, 기술적으로 혈관경의 혈관이 매우 가늘어 손상을 주지 않도록 해야 하는 등 기술적으로 어렵다. 또한 만약 골 유합에 실패했을 경우를 대비해 이 방법은 저자의 경우 무혈성 괴사를 동반한 주상골 불유합 골절 치료의 최종적인 방법이라고 생각한다. 다행스럽게 저자는 3예 모두에서 골 유합을 얻을 수 있었다. Kim 등²³과 Robbins 등²⁴은 장골에서 채취하여 고식적인 방법으로 골이식을 시행하여 무혈성 괴사가 동반된 환자에서 좋은 결과를 보고하였다. 저자의 예에서 골 유합을 얻을 수 있었던 이유는 주상골의 혈류공급의 손상이 최소화되었고 해면골 이식을 했기 때문이라고 생각한다. 따라서 무혈성 괴사 그 자체만으로 관절경적 골이식술의 적응증이 되지 못한다고 하기에는 어렵다고 생각한다. 다만 이 부분에서는 보다 더 많은 증거가 필요하다고 생각한다.

둘째는 관절 내 동반된 병변 및 연골 상태에 대한 정확한 평가와 치료가 동시에 가능하다는 점이다^{9,10,18}. 저자들은 주상-월상골간 인대 손상 14예(70%), 월상-삼각골간 인대 손상 1

예, 삼각 섬유연골 복합체 손상(1-A) 2예를 확인할 수 있었다. 인대 손상이 동반되었던 경우에는 변연절제술 및 열성수축(hermal shrinkage) 후에 K-강선 고정을 8주 정도 시행하였다. 이 중 1예에서 골 유합 후 통증 및 기능적 문제는 없었지만 후방 개재 분절 불안정(DISI) 소견을 보여 주상-월상골간 진행성 봉괴를 예방하기 위해 주상-월상 골간 인대재건술을 추가적으로 시행하였다. 삼각 섬유연골 복합체 손상에 대해서는 변연절제술을 시행하였다.

주상골 불유합 치료 시 내고정 방법 역시 관심의 대상이다. 불유합 부위에 압박력과 안정성을 제공하는 Herbert screw가 처음 도입된 이후²⁵ 성공적인 결과들이 보고되면서 압박력을 가진 다양한 headless screw들이 개발돼 사용되고 있다^{11,13,18,26}. 하지만 이런 압박력이 불유합 부위의 회복을 증가시킨다는 증거는 아직 명확히 알려지지 않았다²⁷. 또한 나사못 고정 시에는 주상골의 중심축을 따라 고정해야 하고, 확공 시 정렬이 소실될 수 있으며, 골이식 부위에 봉괴가 유발될 수 있고, 체내에 영구적으로 존재한다는 점 그리고, 나사못 고정 후에도 불안정이 있을 때에는 추가적인 고정이 필요하다는 등의 문제점이 있을 수 있다^{18,28,29}. 그래서 나사못 고정은 K-강선 고정에 비해 보다 더 위험한 방법이라고 생각한다. 반면 K-강선 고정은 나사못에 비해 골절 부위에 압박력은 제공하지 못하지만 구부러짐에 충분히 저항할 수 있는 안정성을 제공하며, 특히 삽입이 용이하고, 나사못에 비해 최소한의 박리로 시술이 가능하다는 여러 가지 장점들을 가지고 있다. Chen 등³⁰은 39명의 주상골 불유합 환자에게 피질해면 골이식술 시행 후 다발성 K-강선으로 고정하여 전 예에서 골유합을 얻을 수 있었다고 보고하였고, Takami 등³¹도 43명의 환자에게 K-강선으로 고정하여 98%에서 골유합을 얻었다고 보고하였다. 저자는 1.2 mm K-강선을 이용하여 모든 예에서 골유합을 얻을 수 있었고 골유합 기간 역시 단축되었다. 또한 골유합을 얻지 못했을 때 추가적인 수술을 대비한다는 면에서도 K-강선이 보다 좋은 방법이라고 생각한다.

관절경적 골이식술의 제한 점으로는 먼저 관절경에 대한 경험 부족 및 관절경상 해부학적 지식이 부족한 경우를 들 수 있다. 저자가 처음 수술을 시도 했을 때 불유합 부위를 찾지 못해 결국 개방적 골이식술로 전환하여 수술을 시행한 경우가 있었다. 따라서 본 수술 시행 전에 충분히 수근관절에서 관절경 수술 경험을 쌓는 것이 중요할 것으로 판단된다. 둘째로 무혈성 괴사가 동반되어 있으면서 심한 수근관절의 관절 손상이 있어 골이식보다는 구제술이 더 효과적일 것으로 판단될 경우다. 또한 무혈성 괴사가 동반되어 있으면서 골절 부위가 중수근 관절에서 보았을 때 주상-월상골간 관절 면보다 근위부에

있는 아주 작은 근위 골절편이 있는 경우 저자의 경우 관절경적 접근이 어려워 관절경적 골이식술은 어렵다고 생각합니다. 셋째로 수근관절에 심한 관절 구축이 있는 경우 관절경적 접근 및 시술에 많은 어려움이 있어 관절경적 골이식술을 적용하기에 제한적일 것으로 생각합니다. 저자는 이상에서 언급한 제한점에 해당하지 않는 환자라면 주상골 지연성 유합 및 불유합에 대해 관절경적 골 이식술을 먼저 시행하고자 한다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째 근위 골편의 점상 출혈에 대한 여부, 동반된 인대 손상 등을 포함한 관절경상 소견들에 대한 평가가 수술을 주도한 제1저자에 의해서만 이루어 졌다는 점이다. 둘째 아직은 증례의 수가 적다는 점이며, 셋째는 저자가 기술한 수술 방법으로 기술된 문헌이 적어 비교가 힘들다는 점을 들 수 있다.

결론

주상골 불유합 치료에 대한 관절경적 골 이식술 및 경피적 K-강선 고정술은 최소 침습적인 방법으로 수근관절 및 주상골에 대한 전반적인 상태를 알 수 있으며, 보다 생물학적인 상태에서 불유합을 치료할 수 있는 기회를 제공해 주는 장점을 가진 좋은 치료 방법이라고 생각한다.

REFERENCES

1. Christodoulou LS, Kitsis CK, Chamberlain ST. Internal fixation of scaphoid non-union: a comparative study of three methods. *Injury*. 2001;32:625-30.
2. 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.
3. Barton NJ. Experience with scaphoid grafting. *J Hand Surg Br*. 1997;22:153-60.
4. Munk B, Larsen CF. Bone grafting the scaphoid nonunion: a systematic review of 147 publications including 5,246 cases of scaphoid nonunion. *Acta Orthop Scand*. 2004;75:618-29.
5. Chang MA, Bishop AT, Moran SL, Shin AY. The outcomes and complications of 1,2-intercompartmental suprapretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am*. 2006;31:387-96.
6. Whipple TL. The role of arthroscopy in the treatment of intra-articular wrist fractures. *Hand Clin*. 1995;11:13-8.
7. Taras JS, Sweet S, Shum W, Weiss LE, Bartolozzi A. Percutaneous and arthroscopic screw fixation of scaphoid fractures in the athlete. *Hand Clin*. 1999;15:467-73.
8. Shih JT, Lee HM, Hou YT, Tan CM. Results of arthroscopic reduction and percutaneous fixation for acute displaced scaphoid fractures. *Arthroscopy*. 2005;21:620-6.
9. Wong WY, Ho PC. Minimal invasive management of scaphoid fractures: from fresh to nonunion. *Hand Clin*. 2011;27:291-307.
10. Lee YK, Woo SH, Ho PC. Arthroscopic bone grafting and percutaneous k-wires fixation for the treatment of scaphoid nonunion: surgical technique. *J Korean Soc Surg Hand*. 2010;15:93-7.
11. Capo JT, Orillaza NS Jr, Slade JF 3rd. Percutaneous management of scaphoid nonunions. *Tech Hand Up Extrem Surg*. 2009;13:23-9.
12. Chu PJ, Shih JT. Arthroscopically assisted use of injectable bone graft substitutes for management of scaphoid nonunions. *Arthroscopy*. 2011;27:31-7.
13. Slade JF III, Merrell GA, Geissler WB. Fixation of acute and selected nonunion scaphoid fractures. In: Geissler W, editor. *Wrist arthroscopy*. New York, NY: Springer; 2005. 112-24.
14. Geissler WB, Freeland AE, Savoie FH, McIntyre LW, Whipple TL. Intracarpal soft-tissue lesions associated with an intra-articular fracture of the distal end of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 1996;78:357-65.
15. Palmer AK. Triangular fibrocartilage complex lesions: a classification. *J Hand Surg Am*. 1989;14:594-606.
16. Green DP. The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*. 1985;10:597-605.
17. Slade JF 3rd, Dodds SD. Minimally invasive management of scaphoid nonunions. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;445:108-19.
18. Slade JF 3rd, Geissler WB, Gutow AP, Merrell GA. Percutaneous internal fixation of selected scaphoid nonunions with an arthroscopically assisted dorsal approach. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85 Suppl 4:20-32.
19. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am*. 1991;16:474-8.
20. Mathoulin C, Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid

- nonunion. *J Hand Surg Br.* 1998;23:318-23.
21. Harpf C, Gabl M, Reinhart C, et al. Small free vascularized iliac crest bone grafts in reconstruction of the scaphoid bone: a retrospective study in 60 cases. *Plast Reconstr Surg.* 2001;108:664-74.
22. Lim TK, Kim HK, Koh KH, Lee HI, Woo SJ, Park MJ. Treatment of avascular proximal pole scaphoid nonunions with vascularized distal radius bone grafting. *J Hand Surg Am.* 2013;38:1906-12.e1.
23. Kim JS, Yoon JO, Kim E, Lee CC, Kim JM. Pure cancellous chip bone graft and K-wire fixation for undisplaced scaphoid nonunion. *J Korean Soc Surg Hand.* 2008;13:177-81.
24. Robbins RR, Ridge O, Carter PR. Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunions of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg Am.* 1995;20:818-31.
25. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66:114-23.
26. Wozasek GE, Moser KD. Percutaneous screw fixation for fractures of the scaphoid. *J Bone Joint Surg Br.* 1991;73:138-42.
27. Trail IA, Stanley JK. Scaphoid nonunions: predictive factors In: Slutsky DJ, editor. *Principles and practice of wrist surgery.* Philadelphia, PA: Saunders Elsevier; 2010. 233-8.
28. Gutow AP. Percutaneous fixation of scaphoid fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2007;15:474-85.
29. 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.
30. Chen CY, Chao EK, Lee SS, Ueng SW. Osteosynthesis of carpal scaphoid nonunion with interpositional bone graft and Kirschner wires: a 3- to 6-year follow-up. *J Trauma.* 1999;47:558-63.
31. Takami H, Takahashi S, Ando M. Scaphoid nonunion treated by open reduction, anterior inlay bone grafting, and Kirschner-wire fixation. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120:134-8.

관절경적 해면골 이식술 및 경피적 K-강선 고정을 이용한 주상골 불유합의 치료

이영근¹ · 우상현² · H● PC³ · 박지강⁴ · 김주용⁵

¹다손정형외과의원, ²대구 W병원, ³홍콩중문의과대학병원, ⁴충북대학병원 정형외과학교실, ⁵인제대학교 부산백병원 정형외과학교실

목적: 주상골 불유합의 치료를 위하여 관절경적 골이식술 및 경피적 K-강선 고정을 시행한 환자를 대상으로 치료 결과를 분석하였다.

방법: 주상골 불유합으로 관절경적 골이식술 및 경피적 K-강선 고정술을 시행받은 환자 20명을 대상으로 하였다. 손상 후 불유합 수술까지의 기간은 평균 74개월(범위, 3-480개월)이었고, 기능적 결과는 수술 전과 최종 추시 시에 측정된 modified Mayo wrist score와 visual analogue scale (VAS)를 이용하여 평가하였다.

결과: 20명 모두에서 골유합을 얻을 수 있었고, 골유합까지 소요된 평균 시간은 9.7주(범위, 7-14주)였다. VAS score는 수술 전 평균 6.3점(범위, 4-8점)에서 최종 추시 시 평균 1.62점(범위, 0-3점)으로 향상되었으며, modified Mayo wrist score는 수술 전 평균 62.5점에서 최종 추시 시 평균 85.7점으로 향상되었다.

결론: 주상골 불유합 치료에 대한 관절경적 골이식술 및 경피적 K-강선 고정술은 최소 침습적인 방법으로 보다 생물학적인 상태에서 불유합을 치료할 수 있는 기회를 제공해 주는 장점을 가진 좋은 치료 방법이라고 생각된다.

색인단어: 주상골 불유합, 관절경, 골 이식술, K-강선

접수일 2014년 1월 2일 수정일 1차: 2014년 2월 21일, 2차: 2014년 2월 28일

게재확정일 2014년 2월 28일

교신저자 김주용

부산시 부산진구 복지로 75

인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실

TEL 051-890-6129, FAX 051-892-6619

E-mail trueykleee@naver.com