

수장측 잠김 금속판을 이용한 불안정성 원위 요골 골절의 치료

Treatment of the Unstable Distal Radius Fractures Using Volar Locking Plate Fixation

문은선 • 신영주 • 김명선 • 김성규

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 불안정성 원위 요골 골절에 대해 수장측 잠김 금속판을 이용하여 관혈적 정복 및 내고정술 후 임상적 및 방사선학적 치료 결과에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2004년 4월부터 2008년 12월까지 수장측 잠김 금속판을 이용하여 불안정성 원위 요골 골절 치료를 받은 73예를 대상으로 하였다. 남자가 32명, 여자가 41명이었고, 평균 연령은 55.5세(17-85세), 평균 추시 기간은 25.5개월(6-64개월)이었다. AO 분류상 A형 골절이 18예(A2.1: 2, A2.2: 4, A3.2: 4, A3.3: 8), B형 골절이 5예(B1.1: 1, B3.2: 2, B3.3: 2), C형 골절이 50예(C1.1: 1, C1.2: 1, C1.3: 1, C2.1: 1, C2.3: 2, C3.1: 15, C3.2: 20, C3.3: 9)였다. 임상적 결과는 Green & O'Brien's scoring system 및 Demerit point system을 이용하였고, 술 후 고정기간을 조사하였다. 방사선학적 결과는 방사선학적 지표들(요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각, 척골 변위)을 측정하고, Sarmiento criteria로 평가하였으며, AO 분류 기준과 골밀도에 따라 원위 요골 골절을 분류하여 각각의 군에 따라 임상적 결과와 수술 전, 수술 직후와 최종 추시상의 여러 방사선학적 지표들의 변화 정도를 통계학적으로 비교 분석하였다.

결과: Green & O'Brien's score에서 우수 46예, 양호 17예, 보통 9예, 불량 1예로 임상적 결과는 양호 이상이 86.3%였으며, Demerit Point system에서는 우수 50예, 양호 16예, 보통 7예로 양호 이상이 90.4%였다. 술 후 평균 2.2주간의 수장부 석고 부목 고정 후 관절 운동을 시작할 수 있었다. 전례에서 골유합을 얻을 수 있었으며, Sarmiento criteria상 우수 36예, 양호 21예, 보통 16예로 방사선학적 결과는 양호 이상이 79.5%였다. 수술 전후 비교에서 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각 및 척골 변위의 변화가 통계적으로 유의있게 향상되었으며($p < 0.05$), 수술 직후 및 최종 추시상 비교에서는 통계학적으로 유의있는 변화는 없었다. 또한 골절 유형 및 골밀도에 따른 임상적 결과 및 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각과 척골 변위의 집단 내 그리고 집단 간의 비교에서 유의한 통계학적 차이는 보이지 않았다.

결론: 원위 요골 골절에서 수장측 잠김 금속판 고정술은 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 보이며, 골절 유형 및 골밀도에 관계없이 술 후 정복 소실이 거의 없는 견고한 고정이 가능한 효과적인 치료 방법이라고 생각한다.

색인단어: 원위 요골 골절, 수장측 잠김 금속판, 수술적 치료

서 론

원위 요골 골절은 정형외과 영역에서 만날 수 있는 골절 중에서 가장 흔한 골절의 하나로, 과거에는 대부분 도수 정복과 석고 고정을 이용한 보존적 치료만으로 비교적 좋은 치료 결과를 보여주

는 것으로 간주되어 왔다. 그러나 최근에는 추락 사고, 교통 사고 및 스포츠 손상 등의 고에너지 손상으로 인하여 골절의 양상이 복잡해지고 관절 내 혹은 후방 분쇄를 동반한 불안정성 골절이 증가하고 있다.^{1,2)} 불안정 원위 요골 골절에서 보존적 치료만을 시행했을 경우 관절염, 정복 소실(reduction loss), 신경 손상, 부정 유합(malunion) 등의 많은 합병증이 발생할 수 있으므로,³⁾ 이러한 합병증을 줄이고 완전한 통증 소실 및 수상 전의 일상 생활로의 빠른 복귀가 가능하도록 수술적 치료가 선호되고 있다.

원위 요골 골절의 수술적 치료 방법으로는 고식적 및 Kapandji

접수일 2010년 7월 15일 게재확정일 2011년 2월 6일

교신저자 신영주

광주시 동구 학동 8, 전남대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 062-220-6336, FAX 062-225-7794

E-mail syjw0905@hotmail.com

술식 K-강선 고정술, 외고정 기기를 이용한 고정술, 관혈적 정복 및 금속판 내고정술 등이 있으며, 각기 서로 다른 장점 및 단점들이 알려져 있다.^{2,3)} 이러한 수술적 치료의 합병증 중 술 후 골절의 정복 소실은 중요한 문제이며, 그 원인으로는 부적절한 치료 방법의 선택, 불충분한 술 후 고정, 골다공증, 수상 당시의 손상 정도 등이 관련이 있다고 한다. 여러 수술적 치료 방법 중 Kapandji 술식은 간단하면서도 최소 침습적인 술식으로 술 후 조기에 수부 및 수근 관절 운동을 가능케 함으로써 조기 기능 회복에 도움이 된다고 알려져 있다. 그러나, K-강선을 제거한 후 원위 요골 골절의 주된 합병증인 정복 소실로 인한 부정 유합이 발생할 수 있으며, 일부 보고에서는 골다공증이 있는 경우나 원위 요골 수장측 피질골에 분쇄 골절이 있을 시에는 정복의 소실이 발생할 수 있어 이 술식의 적용에 제한이 있음을 보고하기도 하였다.^{4,5)}

최근에는 불안정성 골절에 대해 관혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정술이 널리 이용되고 있다. 손상 기전과 골절 형태 등 해부학적 지식의 발전,⁶⁾ 임상 경험의 축적, 다양한 해부학적 구조를 고려한 고정된 경사각을 가진 내고정물의 발달과 더불어 원위 요골 골절에 대한 금속판을 이용한 내고정술의 임상적 결과에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으나 금속판의 형태, 수술 방법 등에 대해서는 이견이 많다.^{6,7)}

그 중 최근 고안된 수장측 잠김 금속판은 고정된 각도의 금속 나사(fixed volar angle screw) 고정으로 각도 안정성(angular stability)을 부여하고, 고식적인 금속판보다 축방향으로 하중을 받을 경우 후방 전위되거나 분쇄된 후방 피질골 불안정성을 견고하게 고정할 수 있다고 알려져 있으며,^{7,8)} 후방 고정술시 흔히 염려하는 장무지 신전건 및 수지 신전건의 손상에 의한 파열이나 건초염 등을 피할 수 있다는 장점이 있다. 이에 저자들은 불안정 원위 요골 골절에서 2.4 mm 수장측 잠김 금속판(2.4 mm LCP Distal Radius Plate system, Synthes, West Chester, Pennsylvania)을 이용한 내고정술의 임상적 및 방사선학적 결과를 분석하고자 하였으며, AO 분류 기준과 골밀도에 따라 원위 요골 골절을 분류하여 각 유형에 따라 수장측 잠김 금속판 내고정술의 결과를 비교해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2004년 4월부터 2008년 12월까지 본원에서 불안정 원위 요골 골절에 대하여 수장측 잠김 금속판 내고정술을 시행하고 6개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 73예를 대상으로 후향적 분석을 시행하였다. 불안정성 골절은 20도 이상의 후방 굴곡, 심한 후방 골피질의 분쇄, 10 mm 이상의 요골 단축, 2 mm 이상의 관절내 층형성(Intraarticular step-foo)이 있는 경우로 정의 하였다. 종양 그리고 고 부갑상선 항진증과 같이 골대사에 영향을 줄 수 있는 경우, 추

Table 1. Dermographic Data of the Patients

Patient data	
Number of patients enrolled	73
Age (years) (range)	55.5 (17-85)
Follow up duration (months)	25.5 (6.1-63.7)
Male : Female	32 (43.8%) : 41 (56.2%)
Injured side - Dominant : Non-dominant	49 (67.1%) : 24 (32.9%)
Cause	
Slip down	36 (49.3%)
Fall down	12 (16.4%)
Traffic accident	23 (31.5%)
Dog bite	2 (2.8%)
Fracture type (AO)	
A (1, 2, 3)	18 (0, 6, 12)
B (1, 2, 3)	5 (1, 0, 4)
C (1, 2, 3)	50 (3, 3, 44)

시 관찰이 어려울 것으로 판단된 Injury severity score⁹⁾ 16점 초과인 다발성 외상환자, 알코올과 약물 중독자는 제외하였다.

평균 추시 기간은 25.5개월(6-64개월)이었으며, 남자가 32명, 여자가 41명이었고, 환자의 평균 연령은 55.5세(17-85세)였다. 우세수가 49예(67.1%), 비우세수가 24예(32.9%)였으며, 손상 원인으로 실족 사고가 36예, 교통 사고 23예, 낙상 사고 12예, 피부 및 연부조직 절손이 적은 제 1형 개방성 교상이 2예였다. 골절의 분류는 단순 방사선 전후면 및 측면 촬영과 전산화 단층촬영 소견에 따라 AO분류¹⁰⁾를 기준으로 하였으며, A형 골절이 18예(A2.1: 2, A2.2: 4, A3.2: 4, A3.3: 8), B형 골절이 5예(B1.1: 1, B3.2: 2, B3.3: 2), C형 골절이 50예(C1.1: 1, C1.2: 1, C1.3: 1, C2.1: 1, C2.3: 2, C3.1: 15, C3.2: 20, C3.3: 9)였다(Table 1). 또한 총 73예 중 51예에서 DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry)를 이용하여 척추와 고관절의 골밀도(bone mineral density, BMD)를 측정하였으며, WHO 기준¹¹⁾을 적용하여 T-score가 -2.5 이하인 군을 골다공증이 존재하는 군으로 정의하였다. BMD가 -2.5 이하인 군은 총 34예로 남자가 7명, 여자가 27명이었고, 환자의 평균 연령은 68.5세(55-85세)였으며, 평균 추시 기간은 27.2개월(6.3-63.1개월)이었다. 또한 BMD -2.5 초과인 군은 총 17예로 남자가 10명, 여자가 7명이었고, 환자의 평균 연령은 57.5세(50-71세)였으며, 평균 추시 기간은 24.5개월(6.1-63.7개월)이었다(Table 2).

2. 수술 방법 및 재할

수술 방법은 전신 마취하에 전완부 원위 전방 도달법을 이용하였다. 요 수근 굴근(flexor carpi radialis)을 축지하고 이의 요측면을 따라 피부 절개를 시행한 후 요골 동맥의 손상에 주의하며 절

Table 2. Dermographic Data according to Bone Mineral Density

Patient data	BMD \leq -2.5	BMD $>$ -2.5
No. patients enrolled	34	17
Age (years) (range)	68.54 (55-85)	57.52 (50-71)
Follow up duration (months)	29.2 (6.3-63.1)	23.5 (6.1- 63.7)
Male : Female	7 (20.58%) : 27 (79.42%)	10 (58.82%) : 7 (41.18%)
Injured side Dominant : Non-dominant	21 (61.76%) : 13 (38.24%)	11 (64.70%) : 6 (35.30%)
No. Fracture type (AO)		
A (1,2,3)	11 (0, 4, 7)	2 (0, 0, 2)
B (1,2,3)	1 (0, 0, 1)	1 (0, 0, 1)
C (1,2,3)	22 (0, 2, 20)	14 (2, 1, 11)

No, number; BMD, bone mineral density.

개를 진행하였다. 방형 회내근(pronator quadratus)을 요골 부착부에서 박리하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행한 후 잠김 금속판을 고정하였다. 수술 중 C-arm fluoroscopy를 통해 관절 간격이 정확히 정복되었는지 확인하였으며, 분쇄 정도가 심하여 금속판만으로 정복 유지가 힘든 골절의 경우에는 추가적인 K-강선을 이용하여 안정된 고정을 얻었다. 골 결손을 보인 경우에 추가적인 자가골 이식 또는 골대체제를 사용하지 않았다. 술 후 다음날부터 부목 고정된 상태에서 수지 운동을 실시하여 중수 수지 관절 등의 강직 및 부종을 예방하였으며, 술 후 평균 2.2주(1-6주) 동안 단상지 석고 부목 고정을 시행하였으며, 알츠하이머 치매로 인해 치료의 순응도가 낮고 재 손상의 위험이 있는 2예에서 6주간 석고 부목 고정을 시행하였다. 이후부터 능동적 수근 관절 운동을 허용하였으며, 관절 운동 범위의 증가에 주안점을 두고 재활을 시행하였다.

3. 치료 결과의 평가

임상적 결과는 Green & O'Brien의 modified clinical scoring system¹²⁾을 이용하여 평가하였다. 이는 동통 여부, 기능적 상태, 운동 범위 그리고 파악력 각각에 대해 최대 25점씩을 부여하여 총 100점으로 하였으며, 총 점수를 우수(excellent, 90-100), 양호(good, 80-89), 보통(fair, 65-79), 불량(poor, <65)의 4단계로 나누어 평가하였다. 또한 임상적 결과 평가 방법으로 Demerit point systwm¹³⁾을 추가적으로 사용하였는데, 이는 최종 추시 시점에서의 잔류 변형, 주관적 평가, 임상적 검사와 방사선적 검사 및 합병증의 유무 등을 종합하여 기능을 평가하는 방법으로 높은 점수는 저조한 성적을 나타내도록 되어 있다. 총 점수를 우수(0-3), 양호(4-9), 보통(10-15), 불량(16-26)의 4등급으로 나누어 평가하였다.

수술 후 방사선학적 치료 결과의 판정은 수술 전과 수술 직후, 최종 추시의 수근 관절의 전후 및 측면 방사선 사진을 촬영하여 요골 길이(radial length), 요골 경사각(radial inclination), 수장측 경사각(volar tilt), 척골 변위(ulnar variance)를 측정하여 그 변화 정도

를 측정하였다. 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각의 측정 결과를 Sarmiento 등¹⁴⁾의 평가 방법을 적용하여 요골 원위부의 변형, 요골 단축(radial shortening), 요골 경사의 소실, 배측 경사(dorsal tilt)의 변화 정도를 측정하여 우수, 양호, 보통 그리고 불량의 4단계로 나누어 평가하였다.

또한 AO 골절 유형에 따라 분류한 A형, B형, C형 세 집단과 골밀도에 따라 분류한 T-score -2.5 이하, T-score -2.5 초과인 두 집단 내에서 임상적 결과 및 수술 직후와 최종 추시상의 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각, 척골 변위를 비교 분석하였으며, 각 집단 간의 결과의 차이를 통계학적으로 비교 분석하였다.

4. 통계학적 분석

AO 골절 유형 및 골밀도에 따라 분류한 각 집단 간(intergroup)의 임상적 결과의 비교는 Chi-square 검정을 사용하였으며, 방사선학적 지표의 각 집단 내(intragroup)에서의 비교 분석은 Wilcoxon 부호 순위 검정을, 각 집단 간의 비교는 Kruskal-Wallis 검정 및 Mann-Whitney 검정을 사용하였다. 통계적 처리는 SPSS version 11.5 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며, 유의수준은 0.05 ($p < 0.05$)로 검정하였다.

결 과

최종 추시상 Green & O'Brien의 modified clinical scoring system에 의한 임상적 결과는 총 73예 중 우수 46예, 양호 17예, 보통 9예, 불량 1예로 양호 이상이 86.3%였으며, Demerit point system에서는 우수 50예, 양호 16예, 보통 7예로 양호 이상이 90.4%였다. 최종 추시상 운동 범위는 굴곡 $71.5 \pm 14.8^\circ$, 신전 $62.8 \pm 13.7^\circ$, 회외 $78.9 \pm 15.1^\circ$, 회내 $79.2 \pm 14.7^\circ$ 였으며, 파악력은 건측의 $94.4 \pm 11.3\%$ 에 해당하였다. 골절 유형 및 골밀도에 따른 임상적 결과의 비교에서 유의한 통계학적 차이는 보이지 않았다($p > 0.05$) (Table 3).

방사선학적 평가 결과 전례에서 골유합을 얻을 수 있었으며,

Table 3. Clinical Results according to Green & O'Brien's Modified Scoring System and Demerit Point System

		AO classification (n=73)					BMD classification (n=51)			
		Group A	Group B	Group C	Total	p-value	BMD < -2.5	BMD > -2.5	Total	p-value
Green & O'Brien's	Excellent	15	4	26	45	0.346	22	13	35	0.758
	Good	2	1	14	17		7	3	10	
	Moderate	1	0	9	10		4	1	5	
	Poor	0	0	1	1		1	0	1	
	Total	18	5	50	73		34	17	51	
Demerit point system	Excellent	13	3	33	49	0.364	25	11	36	0.779
	Good	5	2	10	17		7	5	12	
	Moderate	0	0	7	7		2	1	3	
	Poor	0	0	0	0		0	0	0	
	Total	18	5	50	73		34	17	51	

The data is analyzed by Chi-square statistical method; n, number of cases; BMD, bone mineral density.

Table 4. Radiological Outcomes at Preoperative Date and Immediate Postoperative Follow Up

Radiographic Index	Preoperation	Immediate postoperation	p-value
Radial length (mm)	6.8±4.5	12.1±2.7	0.042
Radial inclination (°)	14.9±8.6	23.2±5.2	0.031
Volar tilt (°)	-1.8±12.6	7.9±2.5	0.015
Ulnar variance (mm)	3.2±10.2	0.3±1.1	0.045

Values are given the raw mean and the standard deviation; The data is independent T-test statistical method.

평균 골유합 기간은 평균 11.2주(10-20주)였다. 요골 길이는 수술 전 평균 6.8±4.5 mm에서 수술 직후 평균 12.1±2.7 mm로 향상되었으며, 요골 경사각은 수술 전 평균 14.9±8.6°에서 수술 직후 평균 23.2±5.2°, 수장측 경사각은 수술 전 평균 -1.8±12.6°에서 수술 직후 평균 7.9±2.5°, 척골 변위는 수술 전 평균 3.2±10.2 mm에서 수술 직후 평균 0.3±1.1 mm로 통계적으로 유의하게 향상되었다($p<0.05$) (Table 4). 수술 직후와 최종 추시상 비교 결과에서 요골 길이, 요골 경사각 및 수장측 경사각은 통계적으로 유의가 있는 정복의 소실을 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 5). 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각의 측정 결과를 적용한 Sarmiento 등의 기준으로 평가한 결과, 우수 36예, 양호 21예, 보통 16예로 양호 이상 이 79.5%였다(Figs. 1-3).

AO 골절 분류상 세 집단 모두에서 수술 직후 회복된 요골 길이(A군: 11.9 mm, B군: 11.1 mm, C군: 12.0 mm), 요골 경사각(A군: 23.6°, B군: 20.2°, C군: 23.3°), 수장측 경사각(A군: 8.9°, B군: 3.2°, C군: 7.0°) 및 척골 변위(A군: 0.2 mm, B군: 0.5 mm, C군: 0.3 mm)가 최종 추시상(요골 길이- A군: 11.8 mm, B군: 11.1 mm, C군: 11.9 mm/요골 경사각- A군: 22.9°, B군: 20.1°, C군: 23.3°/수장측 경사각- A군: 8.5°, B군: 13.1°, C군: 6.7°/척골 변위; A군: 0.4 mm, B군:

Table 5. Radiological Outcomes at Immediate Postoperative and Last Follow Up

Radiographic index	Immediate postoperation	Last F/U	p-value
Radial length (mm)	12.1±2.7	11.9±2.8	0.412
Radial inclination (°)	23.2±5.2	23.0±5.2	0.753
Volar tilt (°)	7.9±2.5	7.6±2.6	0.659
Ulnar variance (mm)	0.3±1.1	0.5±2.4	0.597

Values are given as raw mean and standard deviation; The data is independent T-test statistical method; F/U, follow up.

1.5 mm, C군: 0.5 mm)에서도 유지되었으며, 세 집단 간의 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다(Table 6). 또한 골밀도에 따라 분류한 두 집단 모두 수술 직후 회복된 요골 길이(BMD -2.5 이하: 11.3±2.8 mm, BMD -2.5 초과: 12.6±2.6 mm), 요골 경사각(BMD -2.5 이하: 23.2±4.6°, BMD -2.5 초과: 23.0±5.8°), 수장측 경사각(BMD -2.5 이하: 7.4±7.8°, BMD -2.5 초과: 8.0±7.3°) 및 척골 변위(BMD -2.5 이하: 0.4±1.1 mm, BMD -2.5 초과: 0.3±2.1 mm)가 최종 추시상(요골 길이- BMD -2.5 이하: 11.0±2.9 mm, BMD -2.5 초과: 12.6±2.6 mm/요골 경사각- BMD -2.5 이하: 23.0±4.6°, BMD -2.5 초과: 22.9±5.7°/수장측 경사각- BMD -2.5 이하: 7.2±7.9°, BMD -2.5 초과: 7.8±7.3°/척골 변위- BMD -2.5 이하: 0.6±1.9 mm, BMD -2.5 초과: 0.5±2.6 mm)에서도 유지되었으며, 두 집단간의 비교에서도 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았다($p>0.05$) (Table 7).

술 후 합병증으로는 정중 신경 압박 증상이 1예에서 술 후 관찰되었으나 호전되지 않아 술 후 13주째 금속판 제거술 시 수근관 감압술을 시행하였으며, 1예에서 술 후 12주째 장부지 신전건 파열이 발생하여 시지 고유 신전건을 이용한 건 이전술을 시행하였는데 원인은 2 mm 정도 돌출된 나사못에 의한 기계적 마찰이었



Figure 1. A 77-year old woman with an AO type A3.3 extra-articular distal radius fracture. (A) preoperative anteroposterior and lateral radiographs show displacement of comminuted fracture fragments. The fracture was classified by using computed tomography scans and plain radiography. (B) Postoperative, anteroposterior and lateral radiographs show satisfactory extra-articular alignment after application of volar locking plate. (C) Anteroposterior and lateral radiographs than 12 weeks after surgery show good bony union and alignment.

다(Fig. 4). 또한 1예에서 금속판 자극 증상이 있었으나 일상생활에 불편함을 느끼지 않아 경과 관찰 중이며, 6예에서 금속판 자극 증상 없었으나 환자가 원하여 평균 10.4개월째 금속판 제거술 시행하였다. 그 외 염증, 켈로이드 반응, 신경 혈관 손상, 내고정물 파손(implant failure), 반사성 교감 신경 이영양증, 불유합 및 지연 유합 등의 합병증은 관찰되지 않았다.

고 찰

과거에 원위 요골 골절은 노년층에서 저에너지 손상으로 주로 발생하며, 대부분 도수 정복과 석고 고정을 이용한 보존적 치료만으로 비교적 좋은 치료 결과를 보여주는 것으로 간주되어 왔다. 그러나 최근에는 산업 재해, 교통사고 및 스포츠 손상 등의 고에너지 손상으로 인하여 전체적인 빈도뿐만 아니라 젊은 층에서의 발생 빈도가 많이 증가하고, 원위 요골 골절의 양상이 복잡해지고 관절 내 골절 혹은 분쇄를 동반한 불안정성 골절이 증가하고

있는 추세이다. 이런 골절은 해부학적 정복이 어렵고 정복 후에도 정렬을 유지하기가 어렵기 때문에 보존적 치료만 시행했을 경우 정복 소실, 관절염, 신경 손상, 부정 유합 등의 많은 합병증이 발생할 수 있으므로 적극적인 수술적 치료를 요하는 추세이다.¹⁵⁾ 또한 평균 수명의 증가, 여가 활동 욕구 증가 및 컴퓨터 사용의 일상화 등 문화와 사회 여건의 변화로 원위 요골 골절의 치료 후 정상에 가까운 기능 회복이 강조되고 있다.

원위 요골 골절의 수술적 치료 방법에는 도수 정복 및 경피적 K-강선 고정술, 도수 정복 및 외고정 장치, 관절적 정복 및 금속판 내고정술 등이 있다.^{16,17)} Krukhaug 등¹⁸⁾은 75예의 불안정성 원위 요골 골절의 치료에 외고정 장치를 이용하여 치료한 결과, 최종 추시상 척골 변위는 평균 0.1 mm, 요골 경사각은 평균 23°, 수장측 경사각은 평균 2°의 결과를 얻을 수 있었지만, 3예(4%)에서 해부학적 정복을 이루지 못하였으며, 13예(17.1%)의 합병증(9예 핀 감염, 3예 신경 손상, 1예 정복 소실)이 발생하였다고 보고하였다. 이처럼 원위 요골의 관절 내 분쇄 골절에 사용될 수 있는 외고



Figure 2. A 62-year-old woman with an AO type B3.3 partial intra-articular distal radius fracture. (A) Preoperative anteroposterior and lateral radiographs show extension of comminution to radiocarpal joint. (B) Postoperative anteroposterior and lateral radiographs show satisfactory articular congruity and extra-articular alignment after application of volar locking plate. (C) Anteroposterior and lateral radiographs taken 8 weeks after surgery show good bony union and alignment.

정 장치는 축성 신연력만으로는 정상적인 수근 관절면의 수장측 경사를 회복하기 어렵고, 관절 내 골절편을 충분히 정복할 수 없을 뿐 아니라, 수근 관절 주위 인대가 파열된 경우에는 인대 신연(ligamentotaxis)만으로는 골절편의 정복이 어렵다. 또한 특히 골절이 약한 골다공증과 동반된 원위 요골 골절 시에는 외고정 장치의 나사못이 충분한 고정력을 얻기 힘들다는 단점이 있다.^{4,5)} 또한 도수 정복 후 원위 요골 골절부에 K-강선을 삽입하는 K-강선 고정술은 안정성 골절의 경우 우수한 결과를 보이고 있지만 신경 손상이나 건 손상, 감염이나 정복 소실에 의한 부정 유합을 야기하기도 한다. Azzopardi 등¹⁹⁾은 골다공증을 동반한 원위 요골 골절에서 경피적 핀 삽입술은 충분한 고정을 얻지 못한다고 하였으며, Oshige 등²⁰⁾은 60세 이상 고령의 배측 전위된 불안정 원위 요골 골절에서 금속판을 이용한 내고정술보다 경피적 핀 삽입술에서 최종 추시상 척골 변이에서의 정복 소실이 크다고 하였다. 반면 관절혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정술은 외고정 장치에 비해 정확한 해부학적 정복을 얻을 수 있으며, 견고한 고정을 통해 조기 관절 운동이 가능하다는 장점이 있어 최근 분쇄가 심한 골절의 경우 금속판을 이용한 내고정술을 일차적으로 선호하는 추세이다.⁶⁾

원위 요골 골절의 가장 흔한 형태는 원위 골절편이 배측으로 전위되면서 배측이 분쇄되는 형태로, Herron 등²¹⁾은 수장측의 피질골을 정복하여 골절편이 서로 닿게 한 다음 배측의 분쇄된 골절편에 금속판을 고정하는 후방 접근법이 수장측에 금속판을 고정하는 것보다 견고하며 좋은 결과를 보인다고 보고하였다. 그러나 후방 금속판은 신근 지대의 절개가 필요하고, 신전건의 손상 및 피부 자극, 금속판의 고정을 위해 Lister 절절의 절제가 필요한 점 등의 단점을 지니고 있다.^{8,22,23)} Carter 등²⁴⁾은 위와 같은 문제로 11%에서 금속판 제거술을 시행하였으며, Ring 등²⁵⁾은 배부측 금속판을 이용하여 고정한 23%에서 요 수근 신근(extensor carpi radialis)의 자극이 발생하였다고 보고하였다. 이에 Kambouroglou와 Alexrod²⁶⁾은 얇은 형태의 금속판(low profile plate)을 이용하여 배부측 고정을 시도하였으며, 작은 골절편을 고정하기 위한 소형의 여러 가지 형태의 금속판도 개발되었으나 신전건의 자극과 파열의 합병증을 크게 줄이지는 못하였다.^{22,23)}

반면, 잠김 나사 또는 고정각(fixed angle)의 개념이 도입되면서 수장측에서도 배측에 고정하는 것과 같은 효과를 발휘하는 중립화(neutralization) 개념의 금속판이 등장하게 되고, 2000년 Orbay²⁾에 의해 수장측 고정각 금속판이 처음 소개되었다. 수장측 접근



Figure 3. A 42-year-old woman with an AO type C3.3 intra-articular distal radius fracture. (A) preoperative anteroposterior and lateral radiographs show central impaction of articular surface. (B) Postoperative anteroposterior and lateral radiographs show satisfactory articular congruity and extra-articular alignment after application of volar plate. (C) Anteroposterior and lateral radiographs made 1 year after operation show good bony union and alignment.

법은 신전건의 손상이 드물며, 배측에 비해 방형 회내근 및 풍부한 연부 조직으로 인하여 내고정물이 돌출되거나 만져지는 등의 문제점이 더 적게 발생한다. 또한 수장측 피질골의 분쇄는 배측부에 비하여 심하지 않아 해부학적 정복이 용이하며, 견고한 고정을 할 수 있으므로 조기 관절 운동이 가능하다는 장점도 있다.⁸⁾

본 연구에서는 수장측 잠김 금속판을 이용한 원위 요골 골절 치료의 임상적 및 방사선학적 결과를 알아보고자 하였으며, 술 후 평균 2.2주간의 부목 고정 후 적극적인 재활 치료를 시행할 수 있었다. 임상적 결과에서는 Green & O'Brien score, Demerit point system에서 양호 이상이 각각 86.3%, 90.4%로 비교적 만족할 만한 결과를 나타내었다. 또한 수술 후 요골 길이가 평균 12.1 mm, 요골 경사각은 평균 23.2°, 수장측 경사각은 평균 7.9°로 술 전에 비해 향상되었으며, Sarmiento 등의 해부학적 결과도 양호 이상이 79.5%로 방사선학적 결과 역시 만족할 만한 결과를 나타내었다. 이는 동일하게 원위 요골 골절에서 수장측 잠김 금속판을 이용하여 내고정술 시행한 Kenichi 등²⁷⁾의 24예의 보고에서 Saito's

wrist score system의 임상적 결과가 우수 20예, 양호 4예로 나온 점, Santiago 등²⁸⁾의 불안정성 원위 요골 골절 60예를 수장측 잠김 금속판을 이용하여 치료한 보고에서 DASH score system 및 Gartland and Werely Criteria에서 양호 이상의 결과가 각각 96% 및 93%로 나온 것과 비교해봤을 때에도 유사한 수준이며, 수장측 잠김 금속판 내고정술에서 모두 양호한 결과를 보여주고 있음을 설명하고 있다.

Martineau 등²⁹⁾은 211예의 원위 요골 골절 환자를 AO 분류로 A형, B형, C형으로 나누고 경피적 핀 삽입술을 시행한 군, 외고정장치를 이용한 군, 그리고 금속판을 이용하여 내고정술을 시행한 군을 방사선학적으로 비교하였는데, 골절 유형에 관계없이 모든 골절에서 금속판을 이용한 내고정술이 더 좋은 결과를 보인다고 하였다.

본 연구에서는 골절 유형 및 골밀도에 따라 분류하여 임상적 결과 및 수술 직후와 최종 추시 방사선 사진을 측정하여 각 집단 내에서 술 후 정복 소실 없이 고정이 잘 유지되는지, 각 집단 간의

Table 6. Radiological Results of Radiographic Index according to Fracture Type

AO classification	Radiographic index (mean±SD)							
	Radial length (mm)		Radial inclination (°)		Volar tilt (°)		Ulnar variance (mm)	
	Immediate postoperation	Last F/U	p-value	Immediate postoperation	Last F/U	p-value	Immediate postoperation	Last F/U
Group A	11.9±2.5	11.8±2.5	0.051	23.6±5.2	22.9±5.0	0.109	8.9±7.1	8.5±7.2
Group B	11.1±3.4	11.1±3.4	0.317	20.2±6.1	20.1±5.8	0.998	13.2±3.5	13.1±3.2
Group C	12.0±2.8	11.9±2.9	0.453	23.3±5.1	23.3±5.2	0.295	7.0±7.8	6.7±7.8
p-value	0.659	0.786		0.426	0.418		0.169	0.158

The data value in a group is analyzed by Wilcoxon signed-rank test; The data between the group are analyzed by Kruskal-wallis test and Mann-Whitney U test.; F/U, follow up.

Table 7. Radiological Results of Radiographic Index according to Bone Mineral Density

BMD	Radiographic index (mean±SD)							
	Radial length (mm)		Radial inclination (°)		Volar tilt (°)		Ulnar variance (mm)	
	Immediate postoperation	Last F/U	p-value	Immediate postoperation	Last F/U	p-value	Immediate postoperation	Last F/U
BMD≤-2.5	11.3±2.8	11.0±2.9	0.670	23.2±4.6	23.0±4.6	0.551	7.4±7.8	7.2±7.9
BMD>-2.5	12.6±2.6	12.6±2.6	0.114	23.0±5.8	22.9±5.7	0.371	8.0±7.3	7.8±7.3
p-value	0.063	0.073		0.883	0.834		0.705	0.799

The data value in a group is analyzed by Wilcoxon signed-rank test; The data between the group are analyzed by Kruskal-wallis test and Mann-Whitney test; F/U, follow up; BMD, bone mineral density.



Figure 4. A 50-year old woman with an AO type B2.2 intra-articular distal radius fracture. (A) Preoperative anteroposterior and lateral radiographs show displacement of comminuted fracture fragments and ulnar styloid fracture. (B) After 8 weeks, the fixation with the volar locking compression plate was satisfactory, but extensor pollicis longus tendon was ruptured by metal irritation. This photo shows extensor tendon being ruptured by screw at Lister tubercle. (C) Two months after the operation, the plate and screw were removed with transfer of extensor tendons.

방사선학적 결과가 차이가 있는지 살펴보았다. AO 분류에 따른 세 집단과 골밀도에 따라 분류한 두 집단 모두에서 수술 직후와 최종 추시상 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각, 척골 변위의 유의한 차이없이 고정성이 잘 유지되고 있었으며, 집단 간 비교 분석에서도 요골 길이, 요골 경사각, 수장측 경사각, 척골 변위의 방사선학적 지표의 유의한 차이는 보이지 않았다. 이는 관절 내 침범 또는 골다공증 존재 여부에 관계없이, 정확한 수장측 잠김 압박 금속판 내고정술이 시행된다면 정복 소실 없이 양호한 관절면의 조화(articular congruity) 및 배열(alignment)이 유지될 수 있음을 의미한다. 이는 수장측 잠김 나사 금속판이 원위 배측 골절편의 배측 전위를 중립화 및 원위 수장측 전위 골절편을 지지할 수 있기 때문이다. 또한 연골하 골을 지지함으로써 정복을 유지하고 함몰을 방지하므로 골다공증 환자에서도 유용하다. 그리고 전방 도달법은 분쇄되어 있는 배측의 골절편으로 가는 혈액 순환에 피

해를 주지 않고 보존시키므로 골유합이 빠르게 일어나, 매우 심하게 분쇄되거나 골간단부에 큰 공간이 발생된 경우를 제외하고는 수술시 분쇄된 배측에 골유합을 위한 골이식술이 필요하지 않다는 장점도 있다. 하지만 장무지 굴곡건 및 수지 굴곡건, 요골 동맥의 파열 뿐만 아니라 후방의 장무지 신전건 및 수지 신전건의 파열 등의 합병증에 대해서도 보고되고 있으므로 유의해야 한다.^{7,30)}

본 증례에서도 정중 신경 압박 증상이 1예에서 관찰되어 수근관 감압술을 시행하였으며, 1예에서 나사못 마찰에 의한 장무지 신전건 파열이 발생하여 건 이진술을 시행했지만, 추시 기간 중 불유합 및 지연 유합 등은 관찰되지 않았다.

이처럼 원위 요골 골절에서 수장측 잠김 금속판을 이용한 내고정술은 임상적으로 만족할만한 결과를 보이며, 골절 유형과 골밀도에 따른 비교 분석상 수술 직후 및 최종 방사선 사진을 계측 비

교한 결과에서도 요골 길이, 요골 경사, 수장측 경사, 척골 변위의 의미있는 정복의 소실이 없이 골유합을 얻을 수 있어 조기 관절 운동이 가능하게 하여 일상 생활 및 직업으로의 빠른 복귀를 가능하게 할 수 있는 효과적인 치료 방법 중의 하나라 여겨진다. 추가적으로 본 연구는 최소 추시가 6개월로 추후에 금속판에 의한 합병증이 지연되어 나타날 가능성이 있으며, 술 후 관절염의 유무 및 정확한 임상적 결과의 변화여부에 대해 판정하기 위해서는 많은 수의 증례를 대상으로 장기 추시가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

원위 요골 골절의 치료에 있어서 수장측 잠금 금속판 고정술은 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 양호한 결과를 보였다. 또한 수장 잠금 금속판은 골절 유형과 골밀도에 관계없이 골절을 안정적으로 고정함과 동시에 정복 소실 없이 잘 유지함으로써, 조기 관절 운동을 가능하게 하고 일상 생활 및 직업으로의 빠른 복귀를 가능하게 하는 효과적인 치료 방법 중의 하나로 생각된다.

참고문헌

- Róbertsson GO, Jónsson GT, Sigurjónsson K. Epidemiology of distal radius fractures in Iceland in 1985. *Acta Orthop Scand*. 1990;61:457-9.
- Orbay JL. The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. *Hand Surg*. 2000;5:103-12.
- Knirk JL, Jupiter JB. Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young adults. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:647-59.
- Papadonikolakis A, Shen J, Garrett JP, Davis SM, Ruch DS. The effect of increasing distraction on digital motion after external fixation of the wrist. *J Hand Surg Am*. 2005;30:773-9.
- Zhang SX, Gu FR, Peng YL, et al. External fixation and bone grafting for collapsed and comminuted distal radius fracture. *Chin J Traumatol*. 2005;8:156-9.
- Harness NG, Jupiter JB, Orbay JL, Raskin KB, Fernandez DL. Loss of fixation of the volar lunate facet fragment in fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86-A:1900-8.
- Osada D, Viegas SF, Shah MA, Morris RP, Patterson RM. Comparison of different distal radius dorsal and volar fracture fixation plates: a biomechanical study. *J Hand Surg Am*. 2003;28:94-104.
- Leung F, Zhu L, Ho H, Lu WW, Chow SP. Palmar plate fixation of AO type C2 fracture of distal radius using a locking compression plate--a biomechanical study in a cadaveric model. *J Hand Surg Br*. 2003;28:263-6.
- Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 1974;14:187-96.
- Muller ME, Nazarene S, Koch P, et al. The Comprehensive Classification of Long Bones. New York: Springer-Verlag; 1990. 54-63.
- Koh SK, Cho SH, Hwang YY, et al. Spinal bone mineral density of normal and osteoporotic women in Korea. *J Korean Med Sci*. 1992;7:136-40.
- Green DP, O'Brien ET. Open reduction of carpal dislocations: indications and operative techniques. *J Hand Surg Am*. 1978;3:250-65.
- Bienek T, Kusz D, Cielinski L. Peripheral nerve compression neuropathy after fractures of the distal radius. *J Hand Surg Br*. 2006;31:256-60.
- Sarmiento A, Zagorski JB, Sinclair WF. Functional bracing of Colles' fractures: a prospective study of immobilization in supination vs. pronation. *Clin Orthop Relat Res*. 1980;(146):175-83.
- Arora R, Lutz M, Fritz D, Zimmermann R, Oberladstätter J, Gabl M. Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:399-404.
- Cooney WP. External fixation of distal radial fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1983;(180):44-9.
- Wright TW, Horodyski M, Smith DW. Functional outcome of unstable distal radius fractures: ORIF with a volar fixed-angle tine plate versus external fixation. *J Hand Surg Am*. 2005;30:289-99.
- Krukhaug Y, Ugland S, Lie SA, Hove LM. External fixation of fractures of the distal radius: a randomized comparison of the Hoffman compact II non-bridging fixator and the Dynawrist fixator in 75 patients followed for 1 year. *Acta Orthop*. 2009;80:104-8.
- Azzopardi T, Ehrendorfer S, Coulton T, Abela M. Unstable extra-articular fractures of the distal radius: a prospective, randomised study of immobilisation in a cast versus supplementary percutaneous pinning. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87:837-40.

20. Oshige T, Sakai A, Zenke Y, Moritani S, Nakamura T. A comparative study of clinical and radiological outcomes of dorsally angulated, unstable distal radius fractures in elderly patients: intrafocal pinning versus volar locking plating. *J Hand Surg Am.* 2007;32:1385-92.
21. Herron M, Faraj A, Craigen MA. Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius. *Injury.* 2003; 34:497-502.
22. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2006;31:359-65.
23. Trumble TE, Culp RW, Hanel DP, Geissler WB, Berger RA. Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius. *Instr Course Lect.* 1999;48:465-80.
24. Carter PR, Frederick HA, Laseter GF. Open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures with a low-profile plate: a multicenter study of 73 fractures. *J Hand Surg Am.* 1998;23:300-7.
25. Ring D, Jupiter JB, Brennwald J, Buehler U, Hastings H 2nd. Prospective multicenter trial of a plate for dorsal fixation of distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1997;22:777-84.
26. Kambouroglou GK, Axelrod TS. Complications of the AO/ASIF titanium distal radius plate system (pi plate) in internal fixation of the distal radius: a brief report. *J Hand Surg Am.* 1998;23:737-41.
27. Murakami K, Abe Y, Takahashi K. Surgical treatment of unstable distal radius fractures with volar locking plates. *J Orthop Sci.* 2007;12:134-40.
28. Lozano-Calderón SA, Souer S, Mudgal C, Jupiter JB, Ring D. Wrist mobilization following volar plate fixation of fractures of the distal part of the radius. *J Bone Joint Surg Am.* 2008;90:1297-304.
29. Martineau PA, Berry GK, Harvey EJ. Plating for distal radius fractures. *Orthop Clin North Am.* 2007;38:193-201.
30. Bell JS, Wollstein R, Citron ND. Rupture of flexor pollicis longus tendon: a complication of volar plating of the distal radius. *J Bone Joint Surg Br.* 1998;80:225-6.

Treatment of the Unstable Distal Radius Fractures Using Volar Locking Plate Fixation

Eun-Sun Moon, M.D., Ph.D., Young-Joo Shin, M.D., Myung-Sun Kim, M.D., and Sung-Kyu Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University Medical School, Gwangju, Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate clinical and radiological results after open reduction and internal fixation of unstable distal radius fractures by using volar locking plates.

Materials and Methods: There were 73 consecutive unstable distal radius fractures treated by open reduction internal fixation using a volar locking plate. The mean age of patients was 55.5 years (range: 17-85 years): the study included 41 women and 32 men. The mean duration of follow up was 25.5 months (6.1-63.7 months). There were 18 type A, 5 type B, and 50 type C fractures by AO classification. For clinical evaluation, Green & O'Brien's modified scoring system and Demerit Point system were used. For radiological evaluation, radiographic index (radial length and radial inclination, volar tilt and ulnar variance) and Sarmiento's Criteria for Anatomic results were assessed. And, clinical results, the difference of mentioned radiographic index at preoperation, and immediate postoperative and last follow-up were compared according to AO classification and bone mineral density (BMD).

Results: Clinical results by the Green & O'Brien's scoring system were as follows: 46 excellent, 17 good, 9 fair, 1 poor by demonstrating more than good results in 86.3% of all cases. According to the Demerit point system, there were 50 excellent, 16 good, and 7, which showed more than good results in 90.4% of all cases. Bone union was achieved in all cases. Sarmiento Criteria showed 36 excellent, 21 good, and 16 fair. There were statistically significant improvements between preoperative and postoperative radial length, radial inclination, volar tilt and ulnar variance ($p < 0.05$), whereas there were no statistically significant differences between those at immediate postoperative and last follow-up. There were no statistically significant differences in clinical results, measurements of radial length, radial inclination, volar tilt and ulnar variance between intragroup and intergroup, or in immediate postoperative and last follow-up according to fracture type and BMD.

Conclusion: Volar locking plate fixation for distal radius fracture offers rigid fixation with insignificant reduction loss. It enables early rehabilitation and showed satisfactory clinical and radiological results. It is considered as an effective treatment option, regardless of fracture type and osteoporosis.

Key words: distal radius fracture, volar locking plate, surgical treatment

Received July 15, 2010 **Accepted** February 6, 2011

Correspondence to: Young-Joo Shin, M.D.

Department of Orthopaedics, Chonnam National University Medical School, 8, Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea

TEL: +82-62-220-6336 **FAX:** +82-62-225-7794 **E-mail:** syjw0905@hotmail.com