불안정성 원위 요골 골절의 치료에 있어 한국형 이중 연골하 지지고정 전방 금속판의 임상적 및 방사선학적 결과

이철형[✉] • 정덕희 • 안충한 • 정의탁

대전선병원 정형외과

Clinical and Radiological Results of Treating Unstable Distal Radial Fractures with a Domestically Developed Volar Locking Plate That Has the Characteristic of Double-Tiered Subchondral Support

Chul-Hyung Lee, M.D., Ph.D.[✉], Deukhee Jung, M.D., Chung-Han An, M.D., and Uihak Jeong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, Daejeon, Korea

Purpose: The aim of this study was to assess the effectiveness of domestically developed volar locking plate which has the concept of double-tiered subchondral support (DSS) in maintaining the reduction after distal radial fracture surgery.

Materials and Methods: From July 2017 to December 2018, 54 patients were assessed. Plain radiographs were obtained immediately after surgery and at the last follow-up, and the radiographic parameters were measured in those images: radial length, radial inclination, volar tilt, ulnar variance, and distal dorsal cortical distance. The patients were subdivided into their age, type of fracture, and the position of the plate to evaluate the influence of each factors on the reduction maintenance.

Results: Distal dorsal cortical distance in radiographs after the surgery was 5.91 mm (standard deviation, ± 1.95 mm) on average. Significant differences in the radial length ($p=0.038$) and ulnar variance ($p=0.001$) were observed between immediately after surgery and at the last follow-up. When the parameters were evaluated by dividing the patients into subgroups according to the three specific factors, the ulnar variance showed a significant increase at the last follow-up when the patients were included 65-years-old or older. AO/OTA type C3 fracture, and Soong classification grade 0 plate position ($p=0.007$, $p=0.012$, $p=0.046$, respectively).

Conclusion: Using the domestically developed DSS-type volar locking plate, significant reduction after distal radial fracture surgery could be maintained successfully. On the other hand, further study will be needed to determine about the reduction loss of the lunate facet identified in special cases that deal with fractures in elderly patients, unstable AO/OTA type C3 distal radial fractures, and Soong classification grade 0 plate position.

Key words: distal radial fracture, double-tiered subchondral support, volar locking plate, maintenance of fracture reduction

서론

원위 요골 골절은 65세 이상의 환자군, 특히 여성에서 가장 흔한 상지 골절로 여러 치료 방법 등이 소개되었지만 현재 전방 잠금 금속판을 이용한 내고정술이 가장 좋은 선택으로 널리 받아들여지고 있다.¹⁻³⁾

더 나은 골절 정복을 위해 다양한 연구가 진행되면서 전방 잠금 금속판의 위치나 잠금 나사(locking screw)의 개수, 위치 및

Received October 24, 2019 Revised November 30, 2019

Accepted March 10, 2020

[✉]Correspondence to: Chul-Hyung Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Daejeon Sun Hospital, 29 Mokjung-ro, Jung-gu, Daejeon 34811, Korea

TEL: +82-42-220-8860 FAX: +82-42-220-8464 E-mail: mediiron@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4059-4969>

방향 등의 요인을 고려한 다양한 금속판들이 개발되어 왔다. 최근에는 원위부 골편의 연결하 지지가 강조되면서 중심부와 배부 연결하 골편을 각각 원위부 잠김 나사와 근위부 잠김 나사가 서로를 가로지르면서 지지하는 이중 연결하 지지고정(double-tiered subchondral support, DSS) 개념이 대두되었다.⁴⁻⁶⁾

이와 함께 다양한 방사선학적 지표를 이용하여 새로운 개념을 도입한 금속판과 관련한 정복 정도 및 유지에 대한 평가와 보완이 지속적으로 이루어지고 있으며 연결하 나사의 위치와 골절 정복 소실의 연관성을 설명하는 데 원위 배측 피질 거리(distal dorsal cortical distance, DDD)가 새로운 지표로 설명되고 있다.⁷⁾

최근 국내에서 이중 연결하 지지고정 개념으로 요골 원위부 잠김 금속판이 개발되었다. 이에 저자들은 해당 금속판의 골절 정복 및 정복 후 유지 효과와 이에 영향을 줄 수 있는 다양한 요인들에 대하여 평가하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2017년 7월부터 2018년 12월까지 요골 원위부 골절 환자 중 국내에서 이중 연결하 지지고정 개념으로 개발된 전방 잠김 금속

판을 이용하여 관혈적 정복 및 고정술을 시행한 후 최소 10개월 이상 추시한 환자 총 54예를 대상으로 후향적 연구를 진행하였다. 수술적 적응증으로는 2009년 AAOS (American Academy of Orthopaedic Surgeons)의 권고안을 따라 요골 단축(radial shortening)이 3 mm를 초과한 경우, 후방경사(dorsal tilt)가 10 mm 초과한 경우, 관절 내 전위가 2 mm를 초과한 경우에 수술적 치료를 시행하였다. 남성이 10명, 여성이 44명이었고 평균 연령은 60.9 ± 12.0 세(23-82세), 평균 추적 기간은 54.2 ± 10.1 주(40.8-90.1주)였다. 요골 원위부 골절의 정도는 AO/OTA 분류에 의해 A군이 11명, B군이 5명, C군이 38명이었다. 본 연구에서는 손목 관절부에 대해 기존에 진단받은 질환이 있거나 치료받은 기왕력이 있는 경우, 수상 시 동반된 상지의 손상이 있거나 다른 장기 손상이 동반된 경우 혹은 양측 요골 원위부 골절 환자의 경우는 연구에서 제외하였다.

2. 수술방법

모든 수술은 1명의 정형외과 의사(C.H.L.)가 집도하였다. 환자를 초음파 유도 액와 상완 신경총차단술하에 양와위로 눕힌 뒤, 팔의 상부에 소독 지혈대를 적용하였고 견관절을 90° 외전시킨 상태에서 상지를 신전시킨 자세로 수술을 진행하였다. 수술 접근법으로 전완부원위 전방 도달법(Henry's approach)을 이용하였

Figure 1. A 75-year-old female presented with left distal radial fracture (AO/OTA classification C3). (A) Preoperative anteroposterior radiograph. (B) Preoperative lateral radiograph. (C, D) Preoperative oblique radiograph. (E) Postoperative anteroposterior radiograph. (F) Postoperative lateral radiograph. (G, H) Postoperative oblique radiograph.

다. 요수근 굴건(flexor carpi radialis)을 축지한 후 그 위로 약 7 cm 가량 피부 절개를 시행한 뒤 요골 동맥의 손상을 주의하면서 요수근 굴근 아래 근막(fascia)을 종으로 절개하였다. 이후 장무지 굴건(flexor pollicis longus)을 척측으로 견인하였고 방형 회내근(pronator quadratus)을 요측에서 종으로 절개하여 골절 부위를 노출해 정복을 시행하였다. 도수 정복 후 K강선을 이용하여 임시 고정을 시행한 상태에서 금속판 고정술을 진행하였으며 모든 예에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 국내에서 개발된 잠김 압박 금속판인 Optirad® (Corentec Co., Cheonan, Korea)를 사용하였다. 금속판을 분수령선(watershed line)에 적절히 위치시키고 금속판 근위부의 피질나사(cortical screw) 구멍을 통해 요골 간부에 압박 고정을 시행하여 버팀지지(buttress)를 얻은 뒤 C-arm으로 측면상을 촬영하여 금속판이 요골의 원위 수장측 경계를 넘지 않음을 확인하였다. 원위부부터 잠김 나사를 순차적으로 삽입하는 과정에서 요골 경상돌기를 정확히 고정하기 위해 변형각을 이용한 5예의 경우를 제외하고 모든 경우에서 고정각으로 잠김 나사를 삽입하였으며 측면상(fluoroscopic 20° anatomic lateral view)을 통해 관절면을 침범하지 않았는지, 연골하 골편을 충분히 지지하고 있는지를 지속적으로 평가하였다 (Fig. 1). 금속판 고정술을 시행한 후 방형 회내근을 봉합했으며 근막과 피부를 봉합한 후에 단상지 부목(short arm splint)을 적용하였다. 수술 직후부터 모든 수지의 능동적 관절 운동을 허용하였고 수술 후 2주간 단상지 부목을 유지하였으며 이후 간헐적 부목(removable splint)으로 교체하여 손목 관절의 능동적 운동을 일부 허용하면서 4주간 유지하였다.

Figure 2. Distal dorsal cortical distance (DDD) is measured from the tip of the most distal screw in the construct to the edge of the dorsal rim of the distal radius. A 70-year-old female patient's postoperative DDD on the lateral view was 5.5 mm.

3. 방사선 및 임상적 평가

수술 직후부터 시작하여 추시 시마다 지속적으로 수술부의 전후방, 측면 및 사위상 단순 방사선 사진을 촬영하였으며 이들 중 수술 직후 및 최종 추시 시 촬영한 사진에서 각각 방사선학적 지표를 측정하여 서로를 비교 분석해 수술 후 골절의 정복이 잘 유지되는지에 대해 평가하였다. 방사선학적 지표 오차를 줄이기 위해 총 2명의 전공의가 1회 측정한 값을 평균 내었고 관찰자 내의 신뢰계수(inter-observer correlation coefficient, ICC)를 검정하였다. 수술 전 ICC (0.804), 수술 후 ICC (0.714) 및 DDD를 제외한 모든 방사선 지표의 관찰자 내의 ICC는 모두 0.94 이상이었다. 방사선학적 지표로는 요골 길이(radial length), 요골경사(radial inclination), 수장측 경사(volar tilt), 척골 변위(ulnar variance),⁸⁾ DDD (Fig. 2)⁷⁾ 및 환자 나이(65세 이상), 골절 분류(AO/OTA 분류 C3), 고정술 후 금속판 위치(Soong classification)⁹⁾ grade 0, 1) (Fig. 3)를 기준으로 세부 그룹으로 나누어 방사선학적 지표를 비교 분석함으로써 각 요인이 골절 정복 유지에 미치는 영향을 평가하였으며, 최종 추시 시 Mayo wrist score¹⁰⁾를 이용하여 세부 그룹 간 임상적 결과를 비교하였다.

4. 통계학적 분석 방법

전체 환자군 및 세부 그룹의 수술 직후 및 최종 추시 시 방사선학적 지표의 수치 비교에는 대응 표본 t검정을 이용하였다. 세부 그룹 간 수술 직후와 최종 추시 시 수치의 변화도 비교에는 독립 표본 t검정을 이용하였고 각 요인과 영상학적 지표의 변화도와의 상호 관계는 Pearson 상관 분석을 이용하여 분석하였다. 분석 시

Figure 3. Postoperative radiographs demonstrating (A) Soong classification grade 0 prominence (dorsal to critical line), (B) Soong classification grade 1 prominence (volar to critical line, proximal to volar rim).

SPSS ver. 12.0 software (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 p-value가 0.05 미만일 경우 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

결 과

전체 환자군의 방사선학적 평가 지표 중 요골 길이($p=0.038$), 척골 변위($p=0.001$)에서 수술 직후와 최종 추시 시 촬영한 단순 방사선 사진 간에 유의한 차이가 확인되었으며 원위 배측 피질 거리는 수술 직후와 최종 추시 시 각각 평균 5.91 mm, 5.41 mm의 값을 보였다(Table 1). 최종 추시 시 시행한 임상적 평가에서 평균 84.0점(standard deviation, ± 10.2 점)을 보였다. 전체 환자군을 요인에 따라 세부 그룹으로 나누어 평가했을 시, 척골 변위는 나이가 65세 이상이거나 골절이 AO/OTA 분류 C3형에 해당하는 경우, 혹은 금속판 위치가 grade 0에 해당하는 경우에서 수술 직후에 비해 최종 추시 시 유의하게 증가하였으며($p=0.007$, $p=0.012$, $p=0.046$), 그렇지 않은 경우에는 통계적 차이가 없었다($p=0.488$, $p=0.241$, $p=0.069$) (Table 2). 임상적 결과는 각 세부 그룹 간에 모두 유의미한 차이를 보이지 않았다(Table 3).

고 찰

원위 요골 골절은 상지 골절 중에서도 흔한 골절이며 전방 잠김 금속판을 이용한 수술적 치료가 우선시되고 현재 골절의 정복과 정복 유지에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.^{3,11)}

이와 관련하여 금속판과 관련된 요인들과의 연관성에 대한 연구가 진행되어 왔고 원위부 잠김 나사의 방향 및 위치가 관절 골편에 가능한 한 가깝게 위치할수록 정복 유지에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 보고가 확인되면서 이중 연결하 지지고정 개념의 금속판이 개발되고 DDD라는 방사선학적 지표가 새로이 대두되었다.⁷⁾ 해당 연구에서 Vosbikian 등⁷⁾은 측면상 요골의 후방 원위부 경계에서 잠김 금속판의 나사 말단부까지의 거리 중 최단 거리를 DDD라고 처음 정의하였으며 정복 유지를 위해서는 수술

Table 1. Comparison of Radiologic Parameters between Immediately after Surgery and at the Last Follow-Up (n=54)

Variable	Postoperative	Last follow-up	p-value
Radial length (mm)	10.97 $\pm$ 1.61	11.42 $\pm$ 1.73	0.038*
Radial inclination (°)	21.30 $\pm$ 4.31	21.82 $\pm$ 4.17	0.157
Volar tilt (°)	12.65 $\pm$ 3.87	12.78 $\pm$ 4.01	0.985
Ulnar variance (mm)	0.62 $\pm$ 1.42	0.86 $\pm$ 1.48	0.001*
DDD (mm)	5.91 $\pm$ 1.95		

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation. *Statistically significant ($p<0.05$). DDD, distal dorsal cortical distance.

Table 2. Radiological Assessment in Each Subgroup

Subgroup	Postoperative				Last follow-up				p-value	
	RL (mm)	RI (°)	VT (°)	UV (mm)	RL (mm)	RI (°)	VT (°)	UV (mm)	RL (mm)	UV (mm)
Age of patient										
<65 years (n=36)	11.12 $\pm$ 1.64	21.38 $\pm$ 4.39	11.82 $\pm$ 3.35	0.73 $\pm$ 1.53	11.73 $\pm$ 1.55	21.91 $\pm$ 4.10	12.10 $\pm$ 3.09	0.79 $\pm$ 1.60	0.028*	0.488
≥ 65 years (n=18)	10.72 $\pm$ 1.56	21.17 $\pm$ 4.27	14.07 $\pm$ 4.36	0.43 $\pm$ 1.22	10.91 $\pm$ 1.93	21.65 $\pm$ 4.38	13.94 $\pm$ 5.10	0.97 $\pm$ 1.26	0.604	0.007*
Presence of comminuted intra-articular fracture										
Non-C3 type (n=33)	10.90 $\pm$ 1.71	21.64 $\pm$ 4.42	12.77 $\pm$ 4.43	0.72 $\pm$ 1.47	11.58 $\pm$ 1.51	22.40 $\pm$ 4.33	13.02 $\pm$ 4.33	0.83 $\pm$ 1.58	0.011*	0.241
C3 type (n=21)	11.06 $\pm$ 1.47	20.76 $\pm$ 4.16	12.47 $\pm$ 2.88	0.47 $\pm$ 1.35	11.17 $\pm$ 2.04	20.90 $\pm$ 3.83	12.41 $\pm$ 3.52	0.90 $\pm$ 1.33	0.788	0.012*
Position of plate										
Grade 0 (n=26)	11.18 $\pm$ 1.55	21.06 $\pm$ 4.56	11.75 $\pm$ 3.56	0.59 $\pm$ 1.43	11.43 $\pm$ 1.70	21.52 $\pm$ 4.21	12.52 $\pm$ 3.92	0.77 $\pm$ 1.52	0.493	0.046*
Grade 1 (n=29)	10.77 $\pm$ 1.66	21.53 $\pm$ 4.13	13.50 $\pm$ 4.02	0.65 $\pm$ 1.43	11.42 $\pm$ 1.78	22.09 $\pm$ 4.19	13.03 $\pm$ 4.15	0.94 $\pm$ 1.46	0.042*	0.069

Values are presented as mean $\pm$ standard deviation. *Statistically significant ($p<0.05$). RL, radial length; RI, radial inclination; VT, volar tilt; UV, ulnar variance.

직후 6 mm 이하의 DDD가 측정되어야 한다고 주장하였다.

본 연구에서 전체 환자군의 수술 직후 DDD는 평균 6 mm 이하(5.91 ± 1.95 mm)로 잠김 나사가 연골하 골편과 충분히 가깝게 위치하였다(Table 2). 수술 직후 다른 방사선학적 지표는 요골 길이(10.97 ± 1.61 mm) 외에는 모두 정상 범위(요골경사, $21.30^\circ \pm 4.31^\circ$; 수장측 경사, $12.65^\circ \pm 3.87^\circ$; 척골변이, 0.62 ± 1.42 mm)에 속하여 해부학적 정복을 얻을 수 있었다. 수술 직후와 최종 추시 시 방사선학적 지표 간 비교 결과 요골 길이에서 유의미한 증가 소견을 확인할 수 있으나 이를 정복 소실로 평가하기는 어려우며 그 외 지표에서도 척골 변위에서의 유의미한 증가소견 외에는 통계적 차이가 없어 정복이 잘 유지됨을 확인할 수 있다(Fig. 4).

척골 원위부의 위치가 변하지 않을 때 전후방 방사선 사진에서 측정할 수 있는 척골 변위의 증가는 요골 월상골와의 허탈(collapse)로 평가할 수 있다. 이는 이중 연골하 지지고정의 개념으로 개발된 금속판이 해부학적인 요인(골편의 모양, 접근법과의 관계) 및 생역학적 요인(인대에 의한 견인) 등으로 요골 월상골와

수장부의 지지가 충분치 않다는 다른 연구의 보고와도 연관이 있을 것으로 생각된다.¹²⁻¹⁴⁾

본 연구에서 세부 그룹으로 진행한 연구에서 나이가 65세 이상이거나 골절이 AO/OTA 분류 C3형에 해당하는 경우 혹은 금속판 위치가 grade 0에 해당하는 경우에서 수술 직후에 비해 최종 추시 시 척골 변이가 유의하게 증가함을 보여 국내에서 개발된 이중 연골하 지지 개념의 금속판에서 요골 월상골와의 지지가 해당 요인들에 의해 영향을 받는다고 평가할 수 있다.

Lee 등⁶⁾은 고령 환자에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 내고정한 군에서 그렇지 않은 군에 비해 최종 추시 시 정복이 더 잘 유지됐다고 하였다. 또한 Kawasaki 등¹⁵⁾은 분쇄가 심한 C3형에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 내고정한 것이 수장측 경사나 척골 변위 등의 정복 소실을 피할 수 있는 유용한 방법이라고 하였다.

전반적으로 이중 연골하 지지고정이 최종 추시 시 정복 유지에 좋은 결과를 보여 주는 것은 맞지만 증가된 척골 변이에 영향을 주는 요인을 알아보기 위한 저자들의 연구에서 나이와 분쇄 정도는 통계적 유의성을 보였다. 물론 저자들이 사용한 Optirad® 금속판과 대부분의 전방 잠김 금속판은 나사못의 삽입 각도를 일정 부분 조절할 수 있어 나이가 많거나 분쇄 정도가 심한 경우 좀 더 가깝게 연골하 골을 지지할 수 있도록 수술 중 고려한다면 정복 유지에 도움이 될 것이다. 또한 본 연구에서 확인할 수 있듯이 금속판의 위치도 영향을 줄 수 있어 grade 1이 되도록 관절면에 가깝게 위치시킨다면 이 또한 정복 유지에 도움이 될 것이다. 그러나 금속판의 디자인 측면에서 고려한다면 월상골와의 연골하 골의 중심부를 지지하는 척측 원위부 잠김 나사못의 삽입 고정각을 좀 더 관절면에 가깝게 위치시킬 수 있도록 하는 고려가 필요해 보인다.

이중 연골하 지지고정 개념의 금속판 고정은 근위부 나사못이 원위부 나사못과 교차하여 수배측 연골하 골을 지지하면서 시상면에서의 수장측 경사의 정복 유지에 획기적인 발전을 가져왔다.

Table 3. Comparison of Clinical Result between Each Subgroup

Subgroup	Clinical result	p-value
Age of patient		0.778
<65 year (n=36)	83.78±9.48	
≥65 year (n=18)	84.50±11.57	
Comminuted intra-articular fracture		0.236
Non-C3 type (n=33)	85.30±10.30	
C3 type (n=21)	81.90±9.93	
Position of plate		0.272
Grade 0 (n=26)	85.58±10.89	
Grade 1 (n=29)	82.50±9.48	

Values are presented as mean±standard deviation.

Figure 4. A 67-year-old male patient's postoperative radiographs and last follow-up radiographs. (A) Postoperative measurement of radial inclination (RI), (B) radial length (RL), (C) ulnar variance (UV), (D) distal dorsal cortical distance (DDD), and (E) volar tilt (VT).

하지만 술 후 양호한 결과를 위해 중요한 척측 변이의 증가 등 관면에서 월상골와의 허탈에 대한 고려가 필요하다.

Patel 등¹⁰은 국외에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 개발된 DVR® (Zimmer Biomet, Warsaw, IN, USA) volar locking plate를 사용하여 원위 요골 골절을 치료한 논문에서 수장측 경사 8.8°, 요골 길이 11.0 mm, 요골경사 21.0°의 결과를 얻었다고 하였다.

Fratini 등¹⁷도 같은 금속판으로 AO type C형 골절을 치료하여 수장측 경사 10.3°, 요골 길이 9.2 mm, 요골경사 23.2°의 결과를 보고하였다. 본 연구에서 사용한 Optirad® 금속판은 90구의 cadevar 원위 요골부의 형태학적 특징을 3차원 컴퓨터 단층촬영을 통해 측정하여 금속판을 개발하였다.¹⁸ 본 연구의 요골경사 및 수장측 경사의 결과치가 더 해부학적 정복에 가까운 것은 위와 같은 개발과정으로 Optirad® 금속판이 좀 더 한국인에게 적절하게 디자인되었다고 평가할 수 있다.

본원 환자의 임상적 결과는 세부 그룹 간 비교에서 모두 유의성을 보이지 않았으며(Table 3), 이는 이전의 연구들에서 요골 원위부 골절에서 요골 길이 및 수장측 경사 등의 적절치 못한 정복이 임상적 결과와 큰 관련성이 없다는 보고가 이루어지고 있는 점에 부합한다.¹⁾ 그러나 Kawasaki 등¹⁵의 주장대로 장기적인 관점에서 보면 수근관절의 외상성 관절염을 야기할 수 있어 정확한 해부학적 정복이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점을 갖고 있다. 연구가 후향적으로 진행되어 영상 검사 시행 시의 환자 자세 및 촬영 방법, 술 후 관리 등 여러 요인에 의해 방사선학적 분석에 오차가 존재할 수 있다. 또한 3차원 컴퓨터 단층촬영 등 해부학적 분석에 필요한 정밀 검사의 진행이 제한되는 한계가 있으므로 향후 전향적인 연구를 통해 세부 요인에 대한 조절 및 단순 방사선 사진 외 추가적인 영상촬영을 통한 정밀 분석이 필요할 것이다.

결론

국내에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 생산된 전방 잠금 금속판을 이용하여 요골 원위부 골절 정복술을 시행하는 경우 충분한 정복을 확보할 수 있고 골절 정복 유지에 대해 전반적으로 긍정적인 결과를 보이거나 환자가 고령인 경우나 관절 내 골절의 분쇄 정도가 심한 경우 혹은 고정술 후 금속판이 분수령선의 근위부에 위치한 경우에는 척골 변위의 증가를 보여 요골 월상골와의 정복유지를 위한 고려가 필요하다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

ORCID

Chul-Hyung Lee, <https://orcid.org/0000-0003-4059-4969>

Deukhee Jung, <https://orcid.org/0000-0003-4514-0755>

Chung-Han An, <https://orcid.org/0000-0002-1954-1478>

Uitak Jeong, <https://orcid.org/0000-0003-0156-5102>

REFERENCES

- Gehrmann SV, Windolf J, Kaufmann RA. Distal radius fracture management in elderly patients: a literature review. *J Hand Surg Am.* 2008;33:421-9.
- Chen Y, Chen X, Li Z, Yan H, Zhou F, Gao W. Safety and efficacy of operative versus nonsurgical management of distal radius fractures in elderly patients: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Am.* 2016;41:404-13.
- Kundu AK, Wale N, Phuljhele S, Ghritlahre D, Gurudatta HS. Intra articular distal radius fractures and volar plate fixation: a prospective study. *Int J Res Orthop.* 2017;3:589-94.
- Ruch DS, Papadonikolakis A. Volar versus dorsal plating in the management of intra-articular distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 2006;31:9-16.
- Neuhaus V, Badri O, Ferree S, Bot AG, Ring DC, Mudgal CS. Radiographic alignment of unstable distal radius fractures fixed with 1 or 2 rows of screws in volar locking plates. *J Hand Surg Am.* 2013;38:297-301.
- Lee SK, Chun YS, Shin HM, Kim SM, Choy WS. Double-tiered subchondral support fixation with optimal distal dorsal cortical distance using a variable-angle volar locking-plate system for distal radius fracture in the elderly. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104:883-91.
- Vosbikian MM, Ketosis C, Huang R, Ilyas AM. Optimal positioning for volar plate fixation of a distal radius fracture: determining the distal dorsal cortical distance. *Orthop Clin North Am.* 2016;47:235-44.
- Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. X-ray film measurements for healed distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1996;21:31-9.
- Soong M, Earp BE, Bishop G, Leung A, Blazar P. Volar locking plate implant prominence and flexor tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:328-35.
- Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL. Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;214:136-47.

11. Teunis T, Jupiter J, Schaser KD, et al. Evaluation of radiographic fracture position 1 year after variable angle locking volar distal radius plating: a prospective multicentre case series. *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42:493-500.
12. Obata H, Baba T, Futamura K, et al. Difficulty in fixation of the volar lunate facet fragment in distal radius fracture. *Case Rep Orthop.* 2017;2017:6269081.
13. Marcano A, Taormina DP, Karia R, Paksima N, Posner M, Egol KA. Displaced intra-articular fractures involving the volar rim of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2015;40:42-8.
14. Beck JD, Harness NG, Spencer HT. Volar plate fixation failure for volar shearing distal radius fractures with small lunate facet fragments. *J Hand Surg Am.* 2014;39:670-8.
15. Kawasaki K, Nemoto T, Inagaki K, Tomita K, Ueno Y. Variable-angle locking plate with or without double-tiered subchondral support procedure in the treatment of intra-articular distal radius fracture. *J Orthop Traumatol.* 2014;15:271-4.
16. Patel S, Menéndez PB, Hossain FS, et al. Does the DVR[®] plate restore bony anatomy following distal radius fractures? *Ann R Coll Surg Engl.* 2014;96:49-54.
17. Frattini M, Soncini G, Corradi M, Panno B, Tocco S, Pogliacomi F. Complex fractures of the distal radius treated with angular stability plates. *Chir Organi Mov.* 2009;93:155-62.
18. Kwak DS, Lee JY, Im JH, Song HJ, Park D. Do volar locking plates fit the volar cortex of the distal radius? *J Hand Surg Eur Vol.* 2017;42:266-70.

불안정성 원위 요골 골절의 치료에 있어 한국형 이중 연골하 지지고정 전방 금속판의 임상적 및 방사선학적 결과

이철형[✉] • 정덕희 • 안충한 • 정의탁

대전선병원 정형외과

목적: 본 연구는 요골 원위부 골절에 대해 국내에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 개발된 전방 잠김 금속판의 수술 후 정복 유지 효과 및 이에 영향을 줄 수 있는 요인들에 대해 평가해 보고자 하였다.

대상 및 방법: 2017년 7월부터 2018년 12월까지 요골 원위부 골절 환자 중 관혈적 정복 및 금속판 고정술을 시행한 54예를 대상으로 하였다. 수술 직후와 최종 추시 시 촬영한 단순방사선 사진을 이용해 요골 길이, 요골경사, 수장측 경사, 척골 변위, 원위 배측 피질 거리(distal dorsal cortical distance)를 측정하여 골절 정복 유지 효과에 대해 평가하였다. 환자 나이, 골절 분류, 금속판 위치를 기준으로 전체 환자군을 세부 그룹으로 나누어 비교함으로써 각 요인이 골절 정복 유지에 미치는 영향을 분석하였다.

결과: 수술 직후 원위 배측 피질 거리는 평균 5.91 mm (표준 편차, ± 1.95 mm)로 측정되었으며 요골 길이($p=0.038$), 척골 변위($p=0.001$)는 수술 직후와 최종 추시 시 촬영한 단순 방사선 사진에서 유의한 차이가 확인되었다. 전체 환자군을 각 요인에 따라 세부 그룹으로 나누어 평가했을 시 척골 변위는 나이가 65세 이상이거나 AO/OTA 분류 C3형에 해당하는 경우 혹은 금속판 위치가 Soong classification grade 0에 해당하는 경우 수술 직후에 비해 최종 추시 시 유의하게 증가하였다($p=0.007$, $p=0.012$, $p=0.046$).

결론: 국내에서 이중 연골하 지지고정 개념으로 생산된 전방 잠김 금속판을 이용하여 요골 원위부 골절 정복술을 시행하는 경우 충분한 정복을 확보할 수 있으며 골절 정복 유지에 대해 전반적으로 긍정적인 결과를 보이나, 환자가 고령인 경우, 관절 내 골절의 분쇄 정도가 심한 경우, 금속판이 분수령선의 근위부에 위치한 경우에 척골 변위의 증가를 보여 요골 월상골와의 정복 유지를 위한 고려가 필요하다.

색인단어: 요골 원위부 골절, 이중 연골하 지지고정, 전방 잠김 금속판, 골절 정복유지

접수일 2019년 10월 24일 수정일 2019년 11월 30일 게재확정일 2020년 3월 10일

[✉]책임저자 이철형

34811, 대전시 중구 목종로 29, 대전선병원 정형외과

TEL 042-220-8860, FAX 042-220-8464, E-mail mediiron@naver.com, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4059-4969>