

## 원위 요골 골절에서 고정각과 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 수술의 비교

차승도 · 박재형 · 김형수 · 정수태 · 유정현 · 김주학 · 박정환

관동대학교 의과대학 명지병원 정형외과학교실

**목 적:** 원위 요골 골절 환자에서 고정각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군과 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군의 결과를 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 술 후 최소한 6개월 이상의 추시 관찰이 가능하였던 41예를 대상으로 하였으며, 치료 결과의 판정을 위해 관절 운동 범위, visual analogue scale score 및 Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire score를 이용한 임상적 평가 및 방사선학적 평가를 시행하였다.

**결 과:** 임상적 결과 및 방사선학적인 결과 모두에서 고정각 잠김 금속판을 이용한 군과 가변각 잠김 금속판을 이용한 군에서 통계학적으로 차이를 보이지 않았다.

**결 론:** 원위 요골 골절에서 잠김 금속판의 종류에 따른 수술적 결과의 유의한 차이는 없었으나, 골편의 모양에 따른 적절한 금속판 선택을 하여 수술을 시행해 나사못과 금속판에 의한 합병증을 최소화하도록 노력하는 것이 중요하다고 생각한다.

**색인 단어:** 원위 요골, 고정각 잠김 금속판, 가변각 잠김 금속판

### Comparative Analysis of the Results of Fixed-angle versus Variable-angle Volar Locking Plate for Distal Radius Fracture Fixation

Seung-Do Cha, M.D., Jai-Hyung Park, M.D., Hyung-Soo Kim, M.D., Soo-Tae Chung, M.D.,  
Jeong-Hyun Yoo, M.D., Joo-Hak Kim, M.D., Jung-Hwan Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Myong-Ji Hospital, Kwandong University College of Medicine, Goyang, Korea

**Purpose:** To compare the outcomes of distal radius fractures in a fixed-angle volar locking plate group and variable-angle volar locking plate group.

**Materials and Methods:** Forty-one patients observed at least 6 months after surgery were included in this retrospective study. We used the range of motion, visual analogue scale score, Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire score, and radiologic findings to measure the clinical results.

**Results:** No differences in clinical results or radiologic results were noted between the fixed-angle volar locking plate group and variable-angle volar locking plate group.

**Conclusion:** We believe that it is important to minimize complications by using appropriate screws and plates according to the fracture type, though no differences in the surgical outcome were noted between the fixed-angle volar locking plate group and variable-angle volar locking plate group with distal radius fracture.

**Key Words:** Distal radius, Fixed-angle volar locking plate, Variable-angle volar locking plate

통신저자 : 김 주 학

고양시 덕양구 화수로14번길 55, 관동대학교 의과대학 명지병원 정형외과  
Tel : 031-810-6531 • Fax : 031-810-6537  
E-mail : hand0123@kd.ac.kr

Address reprint requests to : Joo-Hak Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Myung-Ji Hospital, Kwandong University College of Medicine, 55, Hwasu-ro 14beon-gil, Deogyang-gu, Goyang 412-270, Korea  
Tel : 82-31-810-6531 • Fax : 82-31-810-6537  
E-mail : hand0123@kd.ac.kr

본 논문은 요지는 2011년도 대한골절학회 춘계학술대회에서 구연되었으며 2011년 대한정형외과학회 춘계학술대회에서 포스터로 전시됨.

접수: 2011. 10. 3  
심사 (수정): 2011. 11. 2  
게재확정: 2012. 3. 11

## 서 론

원위 요골 골절은 성인에서 발생하는 가장 흔한 골절 중의 하나로 최근에는 고에너지 손상 및 환자의 고령화, 또한 산업 재해 및 교통사고의 증가로 인해 골절의 양상이 복잡해지고 관절 내 골절 혹은 분쇄를 동반한 불안정성 골절이 증가하고 있는 추세이다<sup>11)</sup>. 이런 불안정 골절의 경우는 해부학적 정복이 되더라도 고정 기간 동안 이차적 전위에 의한 골절 정복의 소실이 발생할 수 있기 때문에 수술적 치료가 선호되고 있다<sup>9,16,19)</sup>.

수술적 치료 중에서도 금속판을 이용한 관혈적 정복 및 내고정술은 직접 골절 부위를 보며 정복을 하기 때문에 보다 정확한 해부학적 관절면의 정복을 가능케 하며 많은 문헌에서 수장측 잠금 금속판을 이용한 내고정 후 좋은 결과를 보고하면서<sup>2,7)</sup> 최근 널리 사용되고 있으나<sup>13,14)</sup> 수장측 잠금 금속판의 종류에 따른 비교 연구는 드물었다. 이에 저자들은 원위 요골 골절에서 고정각 수장측 잠금 금속판을 이용하여 고정한 군과 가변각 수장측 잠금 금속판을 이용하여 고정한 군의 임상적, 방사선학적 차이에 대해서 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2010년 1월부터 2010년 12월까지 불안정성 원위 요골 골절에 대해 전방 도달법을 이용한 수장측 잠금 금속판 내고정술을 시행 받은 환자 중에서 최소 6개월 이상 추시가 가능하였던 41예에 대하여 후향적 연구를 시행하였으며, 수술의 적응증은 불안정성 원위 요골 골절이 있는 경우로 하였으며, 이는 원위 요골 골간단부의 분쇄골절이 있는 경우, 심한 후방 분쇄골절이 있는 경우, 방사선학적으로 20도 이상의 후방 굴곡, 5 mm 이상의 요골 단축, 관절 내 2

mm 이상의 층 형성이 있는 것으로 정의하였다. 평균 추시 기간은 8.4개월 (6~12개월)이었으며 남자가 16명, 여자가 25명이었고 평균 연령은 57.0세 (19~78세)였다. 고정각 수장측 잠금 금속판을 이용한 군은 20예였으며, 가변각 수장측 잠금 금속판을 이용한 군은 21예였다. AO 골절 분류상 고정각 수장측 잠금 금속판을 이용한 군에서는 A형이 7명, C형이 13명이었으며 가변각 수장측 잠금 금속판을 이용한 군에서는 AO 골절 분류상 A형이 5명, B형이 2명, C형이 13명이었다 (Table 1).

### 2. 수술 방법 및 재할

수술 방법은 전신 마취하에 전완부 원위 전방 도달법을 이용하였다. 요 수근 굴건 (flexor carpi radialis)을 축지하고 이의 척측면을 따라 피부 절개를 시행한 후 요골 동맥의 손상에 주의하며 접근하였다. 장 무지 굴건 (flexor pollicis longus)을 척측으로 견인하고 방형 회내근 (pronator quadrates)을 요골 부착부에서 박리하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행한 후 골절 양상에 관계 없이 무작위로 고정각 수장측 잠금 금속판 (Aculoc, Acumed, Beaverton, OR, USA) 또는 가변각 수장측 잠금 금속판 (variable angle LCP, Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 고정하였으며 후자의 경우 원위부의 특정한 골편을 고정하고, 관절면을 침범되지 않도록 주의하면서 각 나사의 삽입 각도를 달리 하였다. 수술 부위의 노출 시 방형 회내근은 최대한 보존하도록 노력하였으며 원위 척골 골절이 동반된 시에는 특히 기저부에 골절이 있어 삼각 섬유연골복합체의 불안정성을 야기할 것으로 의심되는 경우 긴장성 밴드를 이용하여 고정하였으며, 척골 원위부 골절이 있는 경우 금속판과 나사못을 이용한 관혈적 정복술을 시행하였다.

술 후 1주 동안 장상지 석고 부목을 착용한 후 단상지 석고 부목으로 전환한 후 주관절의 운동을 시행하였으며 술 후 2주 후부터 단상지 석고 부목을 밤에는 착용하나, 낮에는 제거하여 수근관절의 점진적 수동적 운동을 허용하였으며, 술 후 4주째 석고 부목을 완전히 제거하고 수근관절의 수동 및 능동적 관절 운동을 허용하였다.

### 3. 치료 결과의 평가

치료 결과의 판정은 임상적 평가와 방사선학적 평가로 나누어 임상적 평가는 최종 추시 시의 수근 관절 운동 범위, 시각적 통증 지표 (visual analogue scale score, VAS), Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire score (DASH) 점수를 사용하였다. 방사선학적인 평가를 위해서는 술 전, 술 후, 최종 추시 시의 수근 관절의

Table 1. Summary of cases

Patient data	FA-LCP (n=20)	VA-LCP (n=21)
Mean F/U	8.46	8.12
Mean age	61.5	57.6
Male:Female	8:12	8:13
Fracture type (AO)		
A	7	5
B	0	2
C	13	14

FA-LCP: Fixed-angle locking plate group, VA-LCP: Variable-angle locking plate group, F/U: follow-up.

후전 및 측면 방사선 사진을 촬영하여 요측 경사각 (radial inclination), 전방 경사각 (volar inclination), 요측 높이 (radial height)를 측정하였다. 시각적 통증 지표는 통증이 전혀 없을 때를 0점, 극심한 통증을 5점으로 계산하였고, DASH score는 환자 스스로 30개의 문항을 가지고 0점에서 100점까지 주게 되는데 점수가 낮을수록 기능적으로 문제가 없는 것을 의미한다. 또한 양 군에서 생기는 합병증을 비교하였다.

#### 4. 통계 방법

통계학적 검증은 그룹 간 비교를 위해서 SPSS 통계 프로그램 (SPSS version 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Mann-Whitney test를 사용하였으며, 유의 수준은  $p < 0.05$ 인 경우 유의한 것으로 판단하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 결과

임상적 평가를 위해서 최종 추시 시의 손목의 운동 범위와 시각적 통증 지표 (VAS), DASH 점수를 측정하였다. A형 골절의 경우에는 고정각 수장측 잠김 금속판을 이용한 경우 운동 범위는 굴곡-신연  $65.5^\circ$ , 회내-회외  $168.0^\circ$ 였으며 시각적 통증 지표는 0.28, DASH 점수는 3.38이었다. A형 골절에서 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 경우 운동 범위는 굴곡-신연  $67.5^\circ$ , 회내-회외  $152.5^\circ$ 였으며 시각적 통

증 지표는 0.11, DASH 점수는 2.50이었다 (Table 2A). A형 골절의 경우는 손목 관절의 운동 범위, 시각적 통증 지표 그리고 DASH 점수 모두 통계학적으로 큰 차이가 없었다. AO 분류상 C형에서는 고정각 수장측 잠김 금속판을 이용한 경우 운동 범위는 굴곡-신연  $51.25^\circ$ , 회내-회외  $125.5^\circ$ 였으며 시각적 통증 지표는 0.57, DASH 점수는 7.3이었다. C형 골절에서 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 경우 운동 범위는 굴곡-신연  $63.5^\circ$ , 회내-회외  $135.52^\circ$ 였으며 시각적 통증 지표는 0.63, DASH 점수는 6.65였다 (Table 2B). 3개의 임상적 측정 지표 모두에서 A형 골절이 C형 골절에 비해 우수한 결과를 보였으나 A형 골절 및 C형 골절 모두에서 금속판의 종류에 따른 유의한 결과의 차이는 보이지 않았다. 합병증으로는 정복 소실, 동통, 수근관 증후군이 있었다 (Table 3). 정복 소실이 있었던 1예는 A3형 골절로서 초기 수상 당시 동반 손상으로 원위 척골 골절이 수반되었으며 가변각 잠김 금속판을 이용하여 고정 후 수술 29일 후에 정복 소실 및 고정 실패하여 금속판의 길이가 큰 잠김 금속판으로 재고정 후 6개월이 지난 현재는 골유합을 얻게 되었다 (Fig. 1). 수술 후 일상 생활의 제한을 야기할 정도의 동통은 고정각 수장측 잠김 금속판의 경우 2예, 가변각 수장측 잠김 금속판의 경우 3예가 있었으며 수근관 증후군은 고정각 잠김 금속판의 경우 1예가 발생하였다.

### 2. 방사선 결과

최종 추시 시의 AO분류상 A형에서는 고정각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군에서는 요측 경사각 (radial inclination)은 평균  $24.8^\circ$ , 전방 경사각 (volar inclination)은 평균  $5.2^\circ$ , 요측 높이 (radial height)는 12.9 mm였다. 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군에서는 요측 경사각 (radial inclination)은 평균  $21.6^\circ$ , 전방 경사각 (volar inclination)은 평균  $5.6^\circ$ , 요측 높이 (radial height)는 10.8 mm로 (Table 4A) 양 군에서 3개의 지표 모두 통계학적으로 차이를 보이지 않았다.

AO분류상 C형에서는 고정각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군에서는 요측 경사각 (radial inclination)은 평균  $22.9^\circ$ , 전방 경사각 (volar inclination)은 평균  $5.6^\circ$ , 요측 높이 (radial height)는 11.8 mm였다. 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 군에서는 요측 경사각 (radial inclination)은 평균  $23.2^\circ$ , 전방 경사각 (volar inclination)은 평균  $6.6^\circ$ , 요측 높이 (radial height)는 12.3 mm로 (Table 4B) 양 군에서 3개의 지표 모두 통계학적으로 차이를 보이지 않았다.

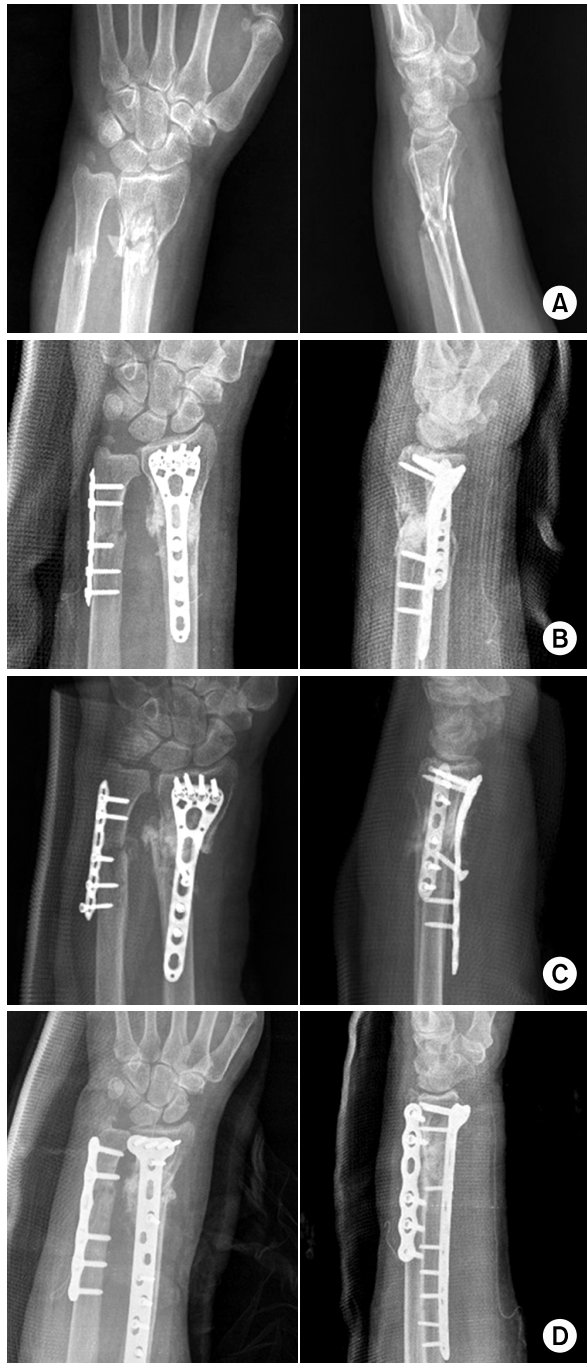
**Table 2. (A) Functional outcomes of AO type A distal radius fracture**

Patient data	FA-LCP	VA-LCP	p-value
Pain score	0.28	0.11	0.59
DASH score	3.38	2.50	0.32
ROM (flex-ext)	65.50	67.50	0.54
ROM (sup-pro)	168.0	152.50	0.12

**(B) Functional outcomes of AO type C distal radius fracture**

Patient data	FA-LCP	VA-LCP	p-value
Pain score	0.57	0.63	0.42
DASH score	7.30	6.65	0.79
ROM (flex-ext)	51.25	63.50	0.29
ROM (sup-pro)	125.50	135.52	0.36

FA-LCP: Fixed-angle locking plate group, VA-LCP: Variable-angle locking plate group, DASH: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire, ROM: Range of motion, flex-ext: Flexion-extension, sup-pro: Supination-pronation.



**Fig. 1.** Anteroposterior and lateral radiographs of the left wrist. (A) Anteroposterior and lateral radiograph showing type of extra-articular fracture of the distal radius and ulna, AO type A3. (B) Anteroposterior and lateral radiograph showing reduction and stabilization with variable-angle locking compression plate for the radius and locking compression plate for the ulna. (C) At post-operative 29 days, reduction loss and metal failure occurred. (D) Revision with fixed-angle locking compression plate with a long shaft for a radius.

**Table 3.** Complications

	FA-LCP	VA-LCP
Reduction loss	0	1
Pain	2	3
Carpal tunnel syndrome	1	0

FA-LCP: Fixed-angle locking plate group, VA-LCP: Variable-angle locking plate group.

**Table 4. (A)** Radiologic outcomes of AO type A distal radius fracture

Patient data	FA-LCP	VA-LCP	p-value
Radial inclination	24.8	21.6	0.66
Dorsal inclination	5.2	5.6	0.10
Radial height	12.9	10.8	0.23

**(B)** Radiologic outcomes of AO type C distal radius fracture

Patient data	FA-LCP	VA-LCP	p-value
Radial inclination	22.9	23.2	0.44
Dorsal inclination	5.6	6.6	0.79
Radial height	11.8	12.3	0.52

FA-LCP: Fixed-angle locking plate group, VA-LCP: Variable-angle locking plate group.

## 고 찰

최근 원위 요골 골절의 치료에 있어 관절면의 해부학적 정복의 중요성이 강조되고 있다<sup>1,6)</sup>. Ark와 Jupiter<sup>1)</sup>는 요수 근 관절면의 2 mm 이상의 불일치는 퇴행성 관절염이 생길 가능성을 높이며 손목 관절 운동 장애를 일으킨다고 하였다. 이에 금속판을 이용한 관절적 정복 및 내고정술에 대한 많은 연구가 있었다. 관절적 정복 및 내고정술은 술자가 직접 골절면을 보며 골절의 해부학적 정복을 하고 이를 금속판으로 견고하게 고정하여 간접적으로 관절면의 해부학적 정복을 최대한 얻을 수 있다.

Martineau 등과<sup>10)</sup> Musgrave와 Idler<sup>12)</sup>는 211명의 원위 요골 골절 환자를 AO 분류법으로 A형, B형, C형으로 나누고 경피적 삽입술을 시행한 군, 외고정 기기를 이용한 외고정술을 시행한 군, 그리고 금속판을 이용한 내고정술을 시행한 군을 방사선학적으로 비교하였다. 그는 모든 골절에서 관절적 정복 및 내고정술을 시행한 경우 좋은 결과를 보였다고 하며 특히 불안정성 골절의 경우 다른 방법보다 우수한 결과를 보였다고 하였다. 후방 금속판을 이용하여 내고정을 시행하는 경우에는 신전건의 파열이나 자극에 의해 나중에 금속판을 제거하는 비율이 여전히 높음에 대해

보고되고 있으며<sup>4,8)</sup> 수장측 금속판의 경우 굴곡근이 전방 요골면에서 떨어져 있고 방형 회내근이 중간에 끼여 있기 때문에 금속판을 삽입하기에 충분한 공간이 있고, 원위 요골 전방면이 오목한 형태여서 굴곡근에 대한 금속판의 자극이 덜하게 되며 원위 요골의 전방면의 분쇄 정도가 적어 정복을 얻고 유지하는 데 유리하다<sup>5,10,17)</sup>.

최근 개발된 가변각 수장측 잠김 금속판은 잠김 나사못의 삽입각의 유연성 (flexibility)으로 인한 좀 더 안정적인 골편고정 및 골절 양상에 따른 고정각의 선택이 가능함을 장점으로 하여 기존의 고정각 수장측 잠김 금속판에 비해 우수함을 강조하고 있으나 현재까지 수장측 잠김 금속판의 좋은 결과에 대한 단순 보고가 있어왔을 뿐<sup>3,15,18)</sup> 수장측 잠김 금속판 종류 간의 장기적인 예후 및 생역학적 연구는 미흡하였다. 이에 저자들은 원위 요골 골절을 고정각 수장측 잠김 금속판과 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 그룹 간의 임상적, 방사선학적 결과를 비교하였고, 결과적으로 두 그룹 간에 큰 차이가 없음을 알게 되었다. 합병증으로는 가변각 수장측 잠김 금속판을 이용한 그룹에서 정복 소실 및 고정 실패의 1예가 있었다. 이는 단순히 가변각 잠김 금속판이 열등하여 합병증이 발생한 것이라기 보다는 초기에 충분한 고정력을 얻기 위한 간부의 길이가 긴 금속판의 사용, 골절 부위 근위부 및 원위부로 충분한 수의 나사못 고정 및 직경 3.5 mm의 나사못을 이용한 내고정이 더 유리하였을 것으로 생각한다. 이러한 실패의 증례가 존재하긴 하였으나, 초기 손상의 정도가 심했고 원위 척골 골절이 동반 손상된 사례임을 고려하였을 때 두 군 간의 유의한 차이는 없는 것으로 생각한다. 따라서, 원위 요골 골절 시 단순히 어느 금속판이 가장 우수한 것인지 판단할 것이 아니라 각각의 골절 형태 및 수장측 골절과 관절면과의 거리, 원위부 나사못의 삽입으로 인한 관절 침범 가능성 등을 고려하여 각 상황에 가장 적절한 금속판을 선택하는 것이 필요할 것으로 생각한다. 또한, 동반 손상이 있거나 손상 정도가 심한 경우 금속판의 종류를 선택할 때는 해부학적 정복 및 내고정에 어느 금속판이 더 유리할 것인지를 고려하는 것이 추후 합병증을 예방하기 위해 중요할 것으로 생각한다.

본 연구에서 두 군 모두 단기 추시 결과 예후에 유의한 차이는 관찰되지 않았으며 만족할 만한 결과를 얻었으나 본 연구의 제한점으로는 각 환자군의 수가 적다는 점, 나이에 따른 구분 없이 금속판 종류에 따른 연구라는 점, 후향적 연구여서 미리 연구에 대한 계획을 수립하지 않았다는 점 등이 있으며 앞으로 보다 정확한 결과의 비교, 분석을 위해서는 많은 수의, 비슷한 골절 양상을 가진 비슷한 연령대를 대상으로 전향적인 연구가 필요할 것으로 생각한다.

## 결론

원위 요골 골절의 치료에서 해부학적 정복 및 견고한 내고정의 중요성이 대두되고 있으며 수장측 잠김 금속판이 여러 이점으로 인해 널리 쓰이고 있다. 불안정성 골절일수록 추후 합병증의 빈도가 증가하므로 초기 수술 시 골절의 양상과 골편의 분쇄 정도 나사못 삽입에 따른 관절침범 가능성 등을 고려하여 고정각 또는 가변각 수장측 잠김 금속판 중에 어떤 금속판이 고정에 유리할 것인가를 생각하여 사용하는 것이 추후 합병증의 최소화를 기대할 수 있을 것으로 생각한다.

## 참고문헌

- 1) Ark J, Jupiter JB: The rationale for precise management of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*, **24**: 205-210, 1993.
- 2) Cho CH, Jung SW, Sohn SW, Kang CH, Bae KC, Lee KJ: Comparison of outcomes for unstable distal radius intraarticular fractures: t-locking compression plate versus external fixator. *J Korean Fract Soc*, **21**: 51-56, 2008.
- 3) Choi CH, Jung JH, Lee KH, Sung IH, Son KH: Volar locking T-plate fixation of dorsally displaced unstable distal radius fracture. *J Korean Soc Surg Hand*, **10**: 123-128, 2005.
- 4) Herron M, Faraj A, Craigen MA: Dorsal plating for displaced intra-articular fractures of the distal radius. *Injury*, **34**: 497-502, 2003.
- 5) Harrison MR, Hamilton S, Johnstone AJ: Pseudo-rupture of Extensor Pollicis Longus following Kirschner wire fixation of distal radius fractures. *Acta Orthop Belg*, **70**: 492-494, 2004.
- 6) Hastings H 2nd, Leibovic SJ: Indications and techniques of open reduction. Internal fixation of distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*, **24**: 309-326, 1993.
- 7) Kim JK, Park HS, Jeong BJ: Comparative analysis of the results of dorsally unstable distal radius fractures between kapandji technique and volar locking plate fixation. *J Korean Soc Surg Hand*, **13**: 217-222, 2008.
- 8) Lowry KJ, Gainor BJ, Hoskins JS: Extensor tendon rupture secondary to the AO/ASIF titanium distal radius plate without associated plate failure: a case report. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, **29**: 789-791, 2000.
- 9) MacDermid JC, Roth JH, Richards RS: Pain and disability reported in the year following a distal radius frac-

- ture: a cohort study. *BMC Musculoskelet Disord*, **4**: 24, 2003.
- 10) **Martineau PA, Berry GK, Harvey EJ**: Plating for distal radius fractures. *Orthop Clin North Am*, **38**: 193-201, 2007.
  - 11) **Moon ES, Kim MS, Kong IK**: The amount and related factors of reduction loss in distal radius fracture after treatment by Kapandji technique. *J Korean Fract Soc*, **20**: 252-259, 2007.
  - 12) **Musgrave DS, Idler RS**: Volar fixation of dorsally displaced distal radius fractures using the 2.4-mm locking compression plates. *J Hand Surg Am*, **30**: 743-749, 2005.
  - 13) **Orbay JL, Fernandez DL**: Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Am*, **27**: 205-215, 2002.
  - 14) **Orbay JL, Fernandez DL**: Volar fixed-angle plate fixation for unstable distal radius fractures in the elderly patient. *J Hand Surg Am*, **29**: 96-102, 2004.
  - 15) **Orbay J**: Volar plate fixation of distal radius fractures. *Hand Clin*, **21**: 347-354, 2005.
  - 16) **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*, **30**: 773-779, 2005.
  - 17) **Rein S, Schikore H, Schneiders W, Amlang M, Zwipp H**: Results of dorsal or volar plate fixation of AO type C3 distal radius fractures: a retrospective study. *J Hand Surg Am*, **32**: 954-961, 2007.
  - 18) **Schupp A, Tuttlies C, Möhlig T, Siebert HR**: Distal radius fractures. 2.4 mm locking compression plates. Are they worth the effort? *Chirurg*, **74**: 1009-1017, 2003.
  - 19) **Zhang SX, Gu FR, Peng YL, et al**: External fixation and bone grafting for collapsed and comminuted distal radius fracture. *Chin J Traumatol*, **8**: 156-159, 2005.