

골다공증을 동반한 불안정 원위 요골 골절의 치료 -금속판 내고정술과 외고정술의 비교-

오진록 · 조태연 · 권성민

연세대학교 원주의과대학 원주기독병원 정형외과학교실

목 적: 골다공증을 동반한 불안정 요골 원위부 골절의 치료로서 요측 굴곡 금속판을 이용한 내고정술과 경피적 핀고정술 및 외고정술의 기능적, 방사선적 결과를 비교 분석하였다.

대상 및 방법: 2006년 3월부터 2008년 3월까지 본원에서 불안정 원위요골 골절로 치료받은 60세 이상 골다공증을 동반한 환자 36명을 대상으로 내고정술 (1군) 혹은 외고정술 (2군)을 시행한 군으로 나누어 후향적 분석을 하였으며 임상적 결과 및 방사선적 결과를 분석하였다.

결 과: 운동범위, DASH 점수, BMD 점수는 두 군에서 통계학적으로 유의한 차이는 보이지 않았으나, 악력 및 PRWE 점수는 2군에서 높았다 ($p < 0.05$). 방사선학적 평가에서는 요측 기울기, 수장굴곡은 1군에서 높은 결과를 보였다 ($p < 0.05$).

결 론: 골다공증을 동반한 60세 이상의 불안정 원위 요골 골절의 치료에서 요측 굴곡 금속판을 이용한 내고정술은 관절면에 대한 정확한 해부학적 정복과 안정적인 고정을 가능하게 해주어, 수술 후 완관절의 운동을 조기에 허용하며, 핀 주변 감염, 관절 강직 등의 술후 합병증이 낮아 골다공증을 동반한 불안정성 원위 요골 골절에 유리한 치료법이 될 수 있다.

색인 단어: 원위요골, 불안정골절, 골다공증, 내고정술, 외고정술

Treatment for Unstable Distal Radius Fracture with Osteoporosis -Internal Fixation versus External Fixation-

Jin Rok Oh, M.D., Tae Yean Cho, M.D., Sung Min Kwan, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Wonju College of Medicine, Yonsei University, Wonju, Korea

Purpose: To compare the functional and radiological outcomes of volar plating to that of external fixation for treating unstable osteoporotic distal radius fracture.

Materials and Methods: From March 2006 to March 2008, 36 patients with osteoporosis over 60-year old were selected for this study. They were divided into two groups; group I (open reduction and internal fixation with volar fixed angle plate) and group II (closed reduction and external fixation). Clinical outcomes and radiologic outcomes were evaluated.

Results: There was no statistical difference between group I and group II in range of motion and DASH score, BMD score. However, the grip strength and PRWE score were found to be higher in group II ($p < 0.05$). In radiologic evaluation, group I showed higher radial inclination, volar tilting angle ($p < 0.05$).

Conclusion: Internal fixation using Volar-fixed Angle Plate seems to give more stable fixation for distal articular fragments compared to external fixation. it could allow early postoperative exercise and could result in low incidence of postoperative complication such as pin track infections and joint stiffness. Therefore, the internal fixation could be more desirable treatment method to manage unstable distal radius fracture.

Key Words: Distal radius, Unstable fracture, Osteoporosis, Internal fixation, External fixation

통신저자 : 오 진 록

강원도 원주시 일산동

연세대학교 원주의과대학 정형외과학교실

Tel : 033-741-1355 • Fax : 033-746-7326

E-mail : jroh@yonsei.ac.kr

접수: 2009. 9. 30

게재확정: 2009. 11. 23

Address reprint requests to : Jin Rok Oh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Wonju College of Medicine,

Yonsei University, Ilsan-dong, Wonju 220-701, Korea

Tel : 82-33-741-1355 • Fax : 82-33-746-7326

E-mail : jroh@yonsei.ac.kr

서 론

최근 우리나라가 고령사회로 진행되면서 골절환자 중 고령환자의 비중이 높아지고 있다. 그 중에서도 요골 원위부 골절은 상지에서 발생하는 가장 흔한 골절 중 하나이며 이 역시 골다공증이 심한 노인층에서 잘 발생하며 불안정성 분쇄 골절의 빈도가 증가하는 추세이다²⁾. 골다공증이 원위 요골 골절의 발생에 어떠한 원인을 제공하는지에 대하여 논란이 있으나 적은 에너지 손상에도 심각한 손상을 야기하여 골절의 치료와 함께 골다공증 치료 또한 동반되어야 한다는 주장이 설득력을 얻고 있다^{5,12)}.

요골 원위부의 치료방법에 대한 적절한 치료에 대해서는 많은 저자들이 다양한 방법을 주장하고 있으나 아직 논란의 대상이 되고 있다^{8,14)}. 1952년 DePALMA³⁾가 골절부 신연을 통한 인대 정복에 의한 간접적인 정복술을 보고한 후 여러 저자들에 의해 외고정 장치의 사용이 우수한 치료 결과를 나타냈다는 주장들이 발표되었으며^{6,7,18)} 본원에서도 몇 년 전까지 불안정 요골 원위부 분쇄골절에서 대부분의 경우 이 치료방법을 시행하여 좋은 결과를 나타내었다. 하지만 30년 전부터 시작된 금속판을 이용한 내고정술 치료가 금속판과 나사의 재질과 강도, 모양과 특성이 꾸준히 발달되어 치료결과의 향상을 보여왔으며⁹⁾ 본원에서도 2006년도부터 요측 금속판 중 하나인 Acu-loc[®] 요측 굴곡 잠금 금속판 (Acumed, Hillsboro, OR)을 이용한 치료를 시행하였다. 이러한 최근 개발된 요측 굴곡 잠금 금속판을 이용한 내고정술의 임상적 결과에 대한 연구는 부족한 상태이다.

이에 저자는 60세 이상의 골다공증을 동반한 불안정 원위요골 골절환자를 대상으로 요측 굴곡 잠금 금속판을 이용한 내고정술을 시행한 환자와 경피적 고정술 및 외고정술을 시행한 환자에 대하여 후향적으로 기능적 및 방사선학적 결과를 비교 분석하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

2006년 3월부터 2008년 3월까지 본원 정형외과에서 치료하였던 194명의 요골 원위부 골절환자 중 60세 이상 DEXA를 이용한 골밀도 T 값 -2.5점 이하인 골다공증을 동반한 36명을 대상으로 하였다. 내과적인 문제가 동반되어 전신 상태가 나쁜 경우, 다발성 손상인 경우, 개방성 창상이 동반된 경우, 관절면 분쇄 및 골결손이 심하여 내고정이 불가능한 경우에는 경피적 핀 고정 및 외고정 장치술을 시행하였다. 요측 굴곡 금속판을 이용한 내고정술을 시

행한 1군은 모두 20예로 남녀 각 10예 (50%)였고, 평균 나이는 67세 (60~90세)였고, 평균 골밀도는 -3.1점이었다, AO 골절 분류에서⁴⁾ C2군이 15예 (75%), C3군이 5예 (25%)였고, 40%인 8예에서 척골 골절을 동반하였으며 평균 추시 기간은 12개월 (6~32개월)이었다. 경피적 핀고정술 및 외고정술을 시행한 2군은 남자 2예 (12.5%), 여자 14예 (87.5%)로 평균 나이는 70.3세 (60~81세), 평균 골밀도 -3.2점이었으며, AO 골절 분류에서 C2군 12예 (75%), C3군 4예 (25%)였고, 62.5%인 10예에서 척골 골절을 동반하였으며 평균 추시기간은 16.8개월 (10~34개월)이었다. 두 군간의 인구 통계학적 자료에는 유의한 차이는 없었다 (Table 1).

2. 골다공증의 치료, 수술 방법 및 술 후 능동적 관절운동

동반된 골다공증에 대해서는 비약물적 치료로 교육을 통해 유제품 칼슘과 비타민의 섭취를 권장하고 카페인 섭취를 제한하며 금연, 금주 교육을 시행하였으며 약물요법으로 주 1회 경구 섭취하는 비스포스포네이트제제를 투약하였다.

수술은 모두 본원 단일 정형외과 전문의에 의해 시행되었으며 내고정술을 시행한 1군에 사용된 요측 굴곡 금속판은 아큐메드사의 Acu-loc[®] (Acumed, Hillsboro, OR)으로 굴곡 부위가 요골 원위부의 해부학적 각도와 유사하고, 요골의 경상 돌기를 고정할 수 있는 두개의 나사를 포함 요골 원위부 연결하 끝에 최대 8개까지 2.3 mm 잠금 나사 못 고정이 가능하여 좀더 안정된 고정을 가능하게 하였다 (Fig. 1).

수술은 전신 마취하에 전완부 원위 전방 도달법에 의하여 시행되었으며 요수근 굴곡건을 축지하여 이의 요측면을 따라 피부절개를 시행한 후 요골 동맥에 주의하며 장 무지 굴건을 척측으로 견인하고 방형 회내근을 요골 부착부위에서 절개하여 골절부위를 노출하여 방사선 영상중폭장치 (Fluoroscopy)하에 정복을 시행한 후 금속판을 고정하였

Table 1. Patient demographics of group 1 (OR & IF) and Group 2 (CR and pinning and external fixation)

	Group 1	Group 2	p-value
N (M : F)	20 (10 : 10)	16 (2 : 14)	0.017
Mean age	67 years (60~90)	70.3 years (60~81)	0.116
Mean follow up	12 months (6~32)	16.8 months (10~34)	0.140
Mean BMD	-3.1	-3.2	0.086
AO classification	C2 : 15 (75%) C3 : 5 (25%)	C2 : 12 (75%) C3 : 4 (25%)	1.000
Ulnar fracture	8 (40%)	10 (62.5%)	0.180

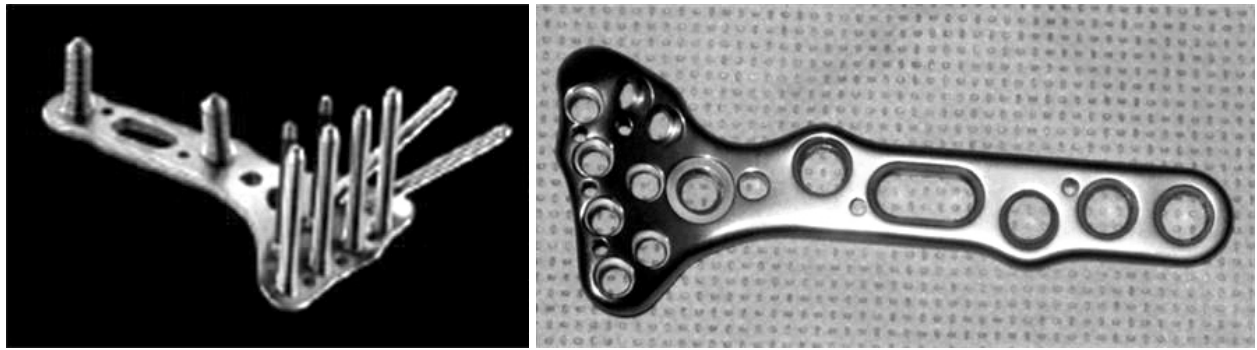


Fig. 1. Acu-loc® volar fixed angle plate.

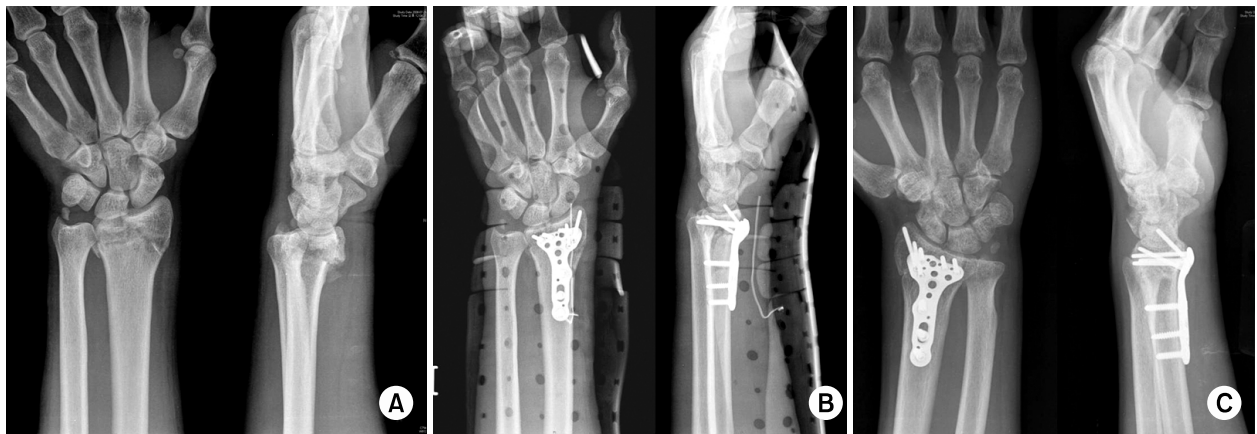


Fig. 2. 67-year-old woman with unstable distal radius fracture was treated by OR & IF with Acu-loc® volar fixed angle plate (BMD: -3.5).

(A) Preoperative radiographs show AO classification C2.

(B) Immediate postoperative radiographs show reduction and fixation.

(C) Radiographs at 13 months postoperatively show no significant change.

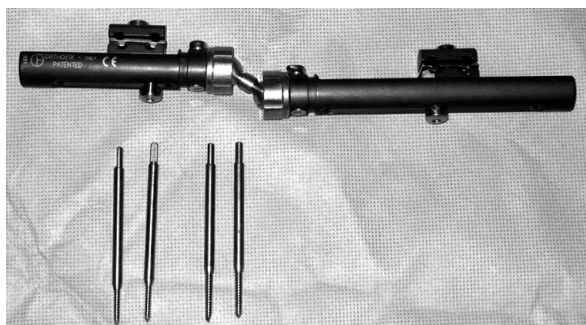


Fig. 3. Penning Orthofix® external fixator.

다 (Fig. 2). 술 후 2일간 부목고정을 시행하고 2일 후부터 수근 관절 및 중수 및 수지 관절의 능동적 관절 운동을 시행하였다. 골유합을 얻은 이후에는 금속 내 고정물의 제거는 시행하지 않았다.

경피적 핀고정술 및 외고정술을 시행한 2군은 수상 후 응급실에 내원 시 1회 수술 시 방사선 영상 증폭 장치하에 인대정복술 및 도수 정복술을 시행하여 관절면의 정복과 원위 요골의 요골 길이, 요골 경사 및 수장측 경사를 회복시킨 후 경피적 K-강선 정복 고정술 시행 후 Penning Orthofix® (Orthofix, S. r. l, Verona, Italy) 외고정 장치 (Fig. 3)를 이용하여 요골 원위부 1/3지점 및 제2 중수골 기저부와 체부에 수직으로 각각 2개의 Schanz 나사를 방사선 영상 증폭 장치하에 고정시켰으며 골결손이 심한 경우 calcium phosphate 제제인 MIIG® 115 (Wright Medical Technology, Arlington, TN)를 경피적으로 골결손 부위에 주입하였다. 2군에서 척골 골절을 동반한 경우는 10예 (62.5%)였는데, 이 중 4예 (25%)에서 원위 요척 관절의 불안정성이 관찰되었다. 이 경우에 요척골에 대하여 K-강선을 이용하여 고정하였는데 1예에서 술 후 8주째 고정해놓

은 K-강선의 파손이 관찰되었다. 외고정 장치를 제거한 뒤 회내, 회외 등의 움직임 장애는 관찰되지 않아 수술적 제거는 시행하지 않았다 (Fig. 4). 수술 후 2일 후부터 중수관절 및 수지의 능동적 관절 운동을 시행하였다 (Fig. 5). 수술 후 6주까지 외고정장치를 유지하였으며, 추시 방사선 사진에서 골유합의 진행이 관찰되면 K-강선 및 외고정 장치를 제거하였고, 골유합의 근거가 관찰되지 않는 경우에는 2주후 방사선 촬영을 재시행 하여 골유합 유무를 확인 하여 K-강선 및 외고정 장치를 제거하였다.

3. 치료결과와 평가

임상적 평가를 위해 최종추시 시 수근관절의 운동범위, 악력, DASH (Disability of Arm, Shoulder, Hand score)점수¹⁰⁾, PRWE (Patient Rated Wrist Evaluation score)점수¹¹⁾를 측정하였으며, 방사선적 평가는 최종 추시 시 단순 방사선 촬영을 시행하여 요측 기울기와 수장 굴곡, 요골 단축을 측정하였다.

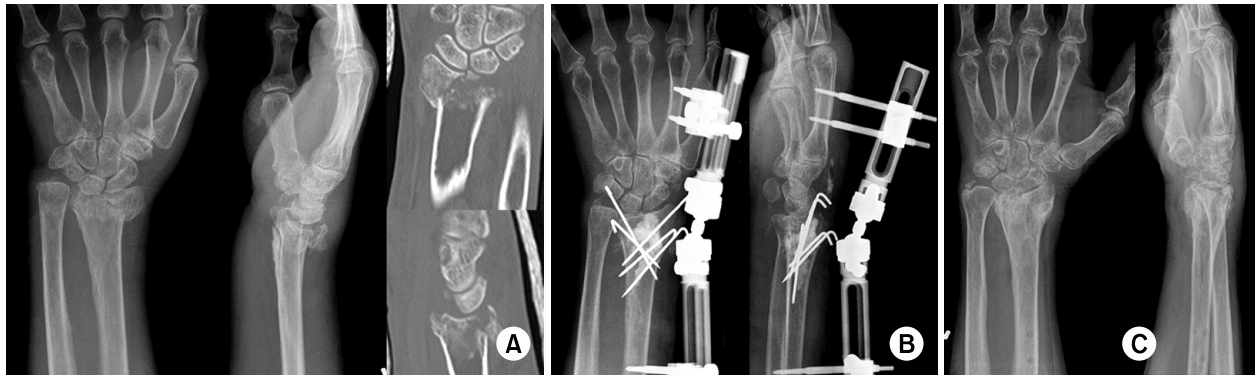


Fig. 4. 65-years-old woman with unstable distal radius fracture was treated by CR pinning & EF with Penning Orthofix[®] external fixation and MIIG[®] injection (BMD: -5.2).

(A) Preoperative radiographs and CT shows AO classification C3. In CT, there was severe comminution and joint depression, the fracture lines in tidal mark of distal radius. Therefore, it was not available internal fixation.

(B) Immediate postoperative radiographs shows closed reduction and percutaneous pinning with K-wires with external fixator and MIIG[®] injection.

(C) Postoperative radiographs at 6 months shows bony union and restoring joint congruity.

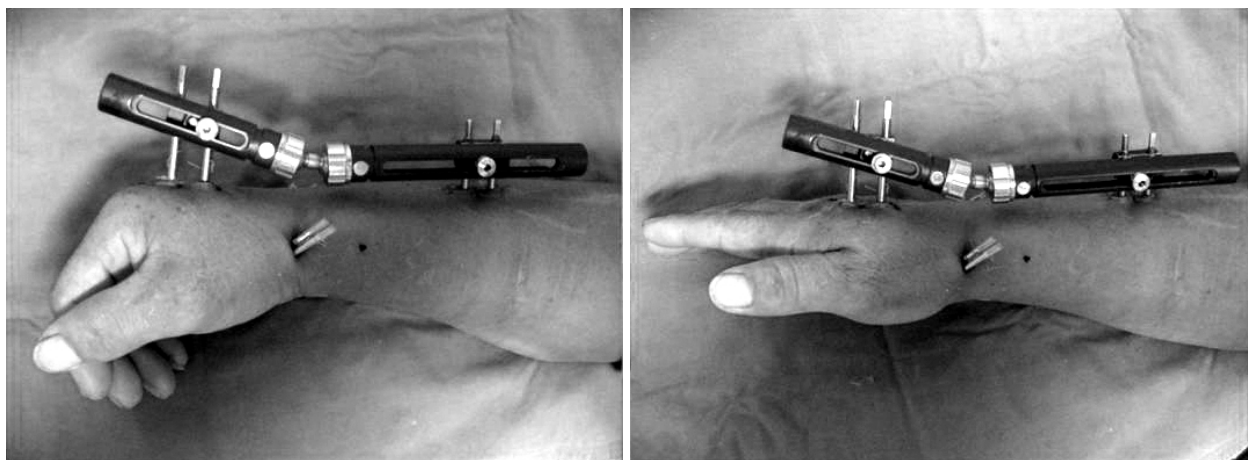


Fig. 5. Postop active ROM exercise after CR pinning & EF with Penning Orthofix[®] external fixation (BMD: -2.7).

Table 2. Clinical results of group 1 and group 2

	Range of motion (degree)				Radial deviation	Ulnar deviation	Grip strength	DASH	PRWE
	Flexion	Extension	Pronation	supination					
Group 1	58.8	59	74.5	79.5	22	35.8	10.6	14.5	10.1
Group 2	57.2	58	78.7	76.4	20.4	32.2	12.2	15.9	15.8
p-value	0.76	0.79	0.13	0.19	0.41	0.15	0.04	0.63	0.01

Table 3. Radiological result and complication of group 1 and group 2

	Group 1	Group 2	p-value
Radial inclination (degree)	22.76	19.5	0.003
Volar tilting angle (degree)	10.6	8.9	0.003
Radial shortening (mm)	-0.04	1.5	0.046
Bony union	20 (100%)	14 (87.5%)	
Mal-union	0 (0%)	2 (12.5%)	
Non-union	0 (0%)	0 (0%)	

4. 통계분석

SPSS 12.0을 이용하여 환자군 간의 인구통계학적 자료, 방사선학적 결과, 임상적 기능점수 등을 student t-test, ANOVA, pearson chi-square를 사용하여 분석하였다.

결 과

1. 임상적 결과

임상적 결과에 있어 1군과 2군의 수근관절의 운동범위는 통계학적으로 유의한 차이가 없었고, 악력은 1군에서 10.6 kg, 2군에서 12.2 kg로 2군에서 통계학적으로 유의하게 높게 측정되었으며 ($p=0.04$), 견측과 비교한 결과에서도 1군에서 70.1%, 2군에서 78.9%로 2군에서 높게 측정되었다. DASH 점수 1군과 2군에서 각각 14.5, 15.9로 두 군에서 차이를 보이지 않았으나 ($p=0.63$) PRWE의 점수는 각각 10.1과 15.8로 1군보다 2군에서 유의하게 높았다 ($p=0.01$) (Table 2).

2. 방사선학적 결과

방사선학적 결과에서 요측 기울기는 1군에서 22.76° 이고, 2군에서 19.5° 였고 ($p=0.003$), 수장 굴곡은 1군에서 10.6° , 2군에서 8.9° 로 1군에서 통계학적으로 유의하게 높은 결과를 나타냈으며 ($p=0.003$), 요골단축 역시 1군에서 -0.04 mm, 2군에서 1.5 mm로 측정되어 통계학적으로 유의한 차

이를 보였다 ($p=0.046$) (Table 3). 2군에서 수술 직후 시행한 방사선 소견에서 요측 기울기는 평균 22.2° ($p=0.008$), 수장굴곡 9.8° ($p=0.01$), 요골단축 -0.2 mm ($p=0.03$)로 측정되었는데, 외고정 장치 제거 후 최종 추시의 결과와 비교시 각 측정수치에 대해 최종 추시에서 더 낮은 결과를 보였다.

3. 합병증

수술 후 합병증으로 요측굴곡 금속판을 시행한 군에서는 1예에서 수술 후 2주에 정복소실이 발생하여 동종골 이식과 같은 종류의 요측 굴곡 금속판을 이용하여 내고정술을 시행한 후 임상적, 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 얻었으며, 경피적 핀고정술 및 외고정술 시행한 군에서 부정유합이 2예에서 발생하였으나, 모두에서 경한 운동장애 외에는 증상을 보이지 않았고, 물리치료 등의 보존적 치료로 치료하여 양호한 경과를 보였다 (Table 3). 또한 2군 환자 중 핀 통로 감염이 3예 (18.7%)에서 관찰되었으나 감염이 깊지 않아 정맥항생제 및 단순치치 등으로 치료하여 심부조직 감염, 골수염을 피할 수 있었다.

고 찰

국내 통계청에서 발표한 자료에 의하면 2008년 노인인구는 500만명이 넘어 전체인구의 10.3%를 차지하며, 유엔과 OECD의 인구전망에서 2050년에 우리나라 노인인구 비율이 세계최고 수준이 될 것이며, 노령화 지수 역시 2020년에는 126으로 선진국 (118)보다 높아지고 2050년에는 2.5배에 달하게 된다고 예측하였다¹⁷⁾. 경제가 발달하여 삶의 질을 중요시하고 사회활동에 적극적인 고령인구 또한 증가하면서 치료 중이나 회복 후의 수부나 수근관절 기능의 회복이 더욱 중요해졌으며 미용적 측면 역시 간과할 수 없게 되었다.

요골 원위부 골절의 치료의 목적은 골절 부위의 정확한 해부학적인 정복으로 손상 전의 기능을 회복하는 것이며 그 방법으로는 도수 정복 후 석고 고정술 등 보존적 치료,

관혈적 정복 및 금속판 내고정술, 도수정복 및 경피적 K-강선 내고정술, 도수정복 후 외고정술 등 다양하다. 본원에서는 Zagorki 등²⁰⁾이 주장하였던 K-강선을 이용하여 관절면에 대한 정복을 시행 후 외고정장치를 사용하여 요골 길이 및 요측 경사에 대한 해부학적 정복을 얻어 만족한 만한 결과를 나타냈으며 술 후 능동적 관절 운동 또한 가능하였다. 내과적인 문제가 동반되어 전신 상태가 나쁜 경우, 다발성 손상인 경우, 개방성 창상이 동반된 경우, 관절면 분쇄 및 골결손이 심하여 내고정이 불가능한 경우에는 경피적 핀 고정 및 외고정 장치술을 시행하여 치료하였다. 하지만 골유합 전까지 외고정 장치를 유지해야 하므로 사회 활동의 제약 및 미용의 이유로 환자들의 만족도가 떨어지는 것이 사실이다.

이러한 외고정 장치술의 제한점으로 인해 금속판을 이용한 내고정술이 발달되어 사용되어 왔다. 1973년 Mathys가 고안한 'T' plate를 시작으로 10여년 전부터 잠김 나사못이나 고정각의 개념이 도입되면서 중립화 개념의 금속판이 등장하였다¹³⁾. 하지만 지금까지 나온 금속판은 관절면을 포함하는 골절로 분쇄가 있으면서 골다공증을 동반한 경우 골편을 나사로 고정하거나 지지하기가 어려우며 수술 후에 전위의 발생이 빈번하다는 단점이 있었다.

Wright 등¹⁹⁾에 의해서 발표된 불안정 원위 요골 골절에서 시행한 수장 잠김 금속판과 외고정 장치를 이용한 치료 결과에 대한 비교 연구에서는 두 군에서 운동 범위, 기능적 결과에서 유의한 차이는 보이지 않았으나 수장측 경사 및 요골길이, 관절면 층형성에서는 내고정술을 시행한 군에서 통계학적으로 유의하게 좋은 결과를 보였다.

국내에서는 Cho 등¹⁾에 의해서 발표된 불안정 원위 요골 관절면 골절에서 시행한 T 잠김 금속판과 외고정 장치를 이용한 치료를 비교한 연구에서 두 군 모두에서 양호한 결과를 보였으나, T형 잠김 금속판을 이용한 경우에 술 후 조기 관절운동이 가능하여 일상생활로의 복귀가 빨랐으며, 정확한 해부학적 정복으로 인해 수장측 경사, 관절 내 층형성에 있어서 통계학적으로 의미있는 좋은 결과를 보였다 고 하였다.

본 연구에서는 수장 잠김 금속판을 이용한 내고정술에 경우, 외고정술과 비교하여, 운동범위, DASH 점수는 차이가 없었으나, 관혈적 정복술을 통해 정확한 관절면 및 골편의 정복을 통해 요측 경사 및 수장측 경사, 요골 단축 등의 방사선적 결과에서 통계학적으로 유의한 좋은 결과를 보였다. 또한 외고정술의 경우, 수술 직후와 최종 추사에서 방사선학적 결과를 비교해 보면 각 측정수치에서 감소된 결과를 볼 수 있는데 이는 골유합 과정에서 관절면을 포함한 골의 재형성 등에 의해 나타난 결과라고 생각된다.

내고정술의 경우 수술이 좀더 침습적이며, 연부조직의

손상이나 골절면의 노출이 많으며, 장치 제거술의 필요성, 긴 수술 시간, 개방성 골절 환자에서의 제한 등의 단점이 있으나, 수술 후 조기 관절 운동의 가능으로 일상생활의 제약이 적으며 미용상 외고정장치를 유지하지 않아도 된다는 장점이 있어 환자들의 일상생활에서의 만족도가 높고, PRWE에서도 더 좋은 결과를 보였다.

본 연구에서는 비교적 적은 연구 대상과 짧은 추시기간, 비 맹검법에 의한 환자선택, 후향적 연구 디자인 등에 제한 점이 있다. 내고정군에서 외고정군과 비교하여 짧은 추시기간을 보였지만 통계학적으로 차이를 보이지는 않았으며, 1군에 경우 술 후 6주부터 일상생활에 제약없이 물리 치료 및 운동치료가 가능하여 술후 3개월, 6개월, 12개월 그 후 1년마다 추시하여 결과를 평가할 수 있었다. 환자 선택에 있어 관절면 및 원위 골편의 분쇄가 나사못 고정을 할 수 없을 정도로 심한 경우, 전신 상태가 나빠 전신 마취를 오래 유지하기 어려운 경우, 개방성 골절 및 타 장기 및 부위에 다발성 손상이 동반된 경우에는 외고정술을 시행하였다. 이러한 환자 선택들이 저자들의 결과에 영향을 주었으리라 생각되며, 저자들의 결과를 일반적인 결과라 보기에는 어려움이 있지만, 다른 저자들에 연구들^{1,15,16,19)}을 통해서 금속판 내고정술은 고전적 외고정술과 비교하여 더 만족스런 결과를 보인다고 생각된다. 다 기관, 큰 모집단, 충분한 추시기간, 환자선택에 있어 이 중 맹검법 및 전향적 연구를 통한 분석연구가 저자들의 결과를 뒷받침해 줄 것 이라 생각된다.

결 론

골다공증을 동반한 60세 이상의 불안정 원위 요골 골절의 치료에서 요측 굴곡 금속판을 이용한 관혈적 정복술과 외고정술은 DASH, PRWE 등의 기능적 평가 기준에 따라 소폭의 우열을 보였으나, 금속판 내고정술이 외고정술에 비해 관절면에 대한 정확한 해부학적 정복 및 안정적인 고정을 가능하게 해주어 수장측 경사, 요측경사, 요골단축 등의 방사선학적 결과에서 유의하게 좋은 결과를 보여, 조기 관절운동이나 일상생활 측면을 고려할 때 우선적으로 선택될 수 있는 치료 방법으로 판단된다. 하지만 나사못 고정이 불가능한 정도의 골편의 분쇄가 심하거나, 개방성 골절 등의 경우에 경피적 핀 고정 및 외고정술이 더 효율적인 치료법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Cho CH, Jung SW, Sohn SW, Kang CH, Bae KC, Lee KJ: Comparison of outcomes for unstable distal radius in-

- traarticular fractures: T-locking compression plate versus external fixator. *J Korean Fracture Soc*, **21**: 51-56, 2008.
- 2) **Cho DY, Kim SJ, Im SJ, Kim YW, Kim BC**: Treatment of the distal radius intraarticular fractures with percutaneous pinning and external fixator. *J Korean Orthop Assoc*, **36**: 519-523, 2001.
 - 3) **DePALMA AF**: Comminuted fractures of the distal end of the radius treated by ulnar pinning. *J Bone Joint Surg Am*, **24**: 651-662, 1952.
 - 4) Fracture and dislocation compendium. Orthopaedic trauma association committee for coding and classification. *J Orthop Trauma*, **10**(Suppl 1): v-ix, 1-154, 1996.
 - 5) **Haidukewych GJ**: Innovations in locking plate technology. *J Am Acad Orthop Surg*, **12**: 205-212, 2004.
 - 6) **Horesh Z, Volpin G, Hoerer D, Stein H**: The surgical treatment of severe comminuted intraarticular fractures of the distal radius with the small AO external fixation device. A prospective three-and-one-half-year follow-up study. *Clin Orthop Relat Res*, **263**: 147-153, 1991.
 - 7) **Jakob RP**: The small external fixator. *Z Unfallchir Versicherungsmed Berufskr*, **78**: 53-55, 1985.
 - 8) **Kapoor H, Agarwal A, Dhaon BK**: Displaced intra-articular fractures of distal radius: a comparative evaluation of results following closed reduction, external fixation and open reduction with internal fixation. *Injury*, **31**: 75-79, 2000.
 - 9) **Lee KH**: Volar plating of distal radius fractures. *J Korean Fracture Soc*, **21**: 325-333, 2008.
 - 10) **Lim JY, Song JH, Lee JY, Lee HY, Kang JW**: Evaluation of the reliability, construct validity, and responsiveness of the korean version of the DASH. *J Korean Soc Hand Surg*, **10**: 192-198, 2005.
 - 11) **MacDermid JC**: The Patient-Rated Wrist Evaluation (PRWE)[®] User Manual. 2007.
 - 12) **McKay SD, MacDermid JC, Roth JH, Richards RS**: Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. *J Hand Surg Am*, **26**: 916-922, 2001.
 - 13) **Muller SD MJ, Roth JH, Richards RS**: Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF Group. 3rd ed. New York, Springer: 1-3, 1991.
 - 14) **Park JY, Jung HG, Yoo MJ, Kim JW**: Comparison of results according to the type and procedure in unstable fracture of the distal radius. *J Korean Fracture Soc*, **11**: 435-441, 1998.
 - 15) **Rizzo M, Katt BA, Carothers JT**: Comparison of locked volar plating versus pinning and external fixation in the treatment of unstable intraarticular distal radius fractures. *Hand (N Y)*, **3**: 111-117, 2008.
 - 16) **Schmelzer-Schmied N, Wieloch P, Martini AK, Daecke W**: Comparison of external fixation, locking and non-locking palmar plating for unstable distal radius fractures in the elderly. *Int Orthop*, **33**: 773-778, 2009.
 - 17) **Song SW**: Osteoporotic distal radius fracture-conservative treatment. *J Korean Fracture Soc*, **21**: 81-86, 2008.
 - 18) **Vaughan PA, Lui SM, Harrington IJ, Maistrelli GL**: Treatment of unstable fractures of the distal radius by external fixation. *J Bone Joint Surg Br*, **67**: 385-389, 1985.
 - 19) **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*, **30**: 289-299, 2005.
 - 20) **Zagorski JB**: Comminuted fractures of the distal radius. *Instr Course Lect*, **39**: 255-258, 1990.