대한골절학회지 제 21 권, 제 1 호, 2008년 1월
Journal of the Korean Fracture Society
Vol. 21, No. 1, January, 2008

불안정성 원위 요골 관절내 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 치료와 외고정 장치를 이용한 치료와의 결과 비교

조철현 · 정수원 · 손승원 · 강철형 · 배기철 · 이경재

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 골불안정성 원위 요골 관절내 골절에서 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군과 외고정 장치를 이용한 군의 결과를 비교하고자 하였다.
대상 및 방법: T형 금속판 내고정술을 시행한 22예의 평균 추시 기간은 24개월이었고, 외고정술을 시행한 20예의 평균 추시 기간은 28개월이었다. 치료 결과의 판정을 위해 Mayo Wrist Scoring System을 이용한 임상적 평가 및 방사선학적 평가를 시행하였다.
결 과: 임상적 결과는 T형 금속판을 이용한 군에서 평균 84.6점, 외고정 장치를 이용한 군에서 평균 80.5점이었다. 방사선학적으로는 최종 추시 시의 T형 금속판을 이용한 군에서 요골 길이가 10.5 mm, 요측 경사가 21.7도, 수장측 경사가 9.8도, 관절내 층 형성이 0.25 mm였으며, 외고정 장치를 이용한 군에서 요골 길이가 10.1 mm, 요측 경사가 20.3도, 수장측 경사가 6.3도, 관절내 층 형성이 0.73 mm였다.
결 론: 두 군 모두 임상적으로 만족할 만한 좋은 결과를 보였다. 그러나 T형 금속판을 이용한 군에서 술 후 조기 관절 운동으로 일상생활로의 복귀가 빨랐으며, 정확한 해부학적 정복으로 인해 수장측 경사, 관절내 층 형성에 있어서 통계학적으로 의미 있는 좋은 결과를 나타냈다.

색인 단어: 원위 요골, 불안정성 관절내 골절, T형 잠김 압박 금속판, 외고정 장치

Comparison of Outcomes for Unstable Distal Radius Intraarticular Fractures - T-locking Compression Plate versus External Fixator -

Chul-Hyun Cho, M.D., Su-Won Jung, M.D., Sung-Won Sohn, M.D., Chul Hyung Kang, M.D., Ki-Cheor Bae, M.D., Kyung-Jae Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Keimyung University, Daegu, Korea

Purpose: To compare the outcomes between T-locking compression plate (T-LCP) and external fixator (EF) for unstable distal radius intraarticular fractures.
Materials and Methods: We retrospectively analysed the results in 22 cases with T-LCP, 20 cases with EF. We evaluated the clinical results according to the Mayo Wrist Scoring System, radiographic results.
Results: The mean score was 84.6 in the T-LCP group and 80.5 in the EF group respectively. Final radiographic measurements for the T-LCP group averaged 10.5 mm radial length, 21.7° radial inclination, 9.8° volar tilt and 0.25 mm intraarticular step-off. The EF group averaged 10.1 mm radial length, 20.3° radial inclination, 6.3° volar tilt and 0.73 mm intraarticular step-off.
Conclusion: Both groups showed satisfactory final clinical outcomes. But T-LCP group allowed return to daily living, resulting in early postsurgical wrist motion. By the anatomical reduction, final volar tilt, intraarticular step-off were statistically better in the T-LCP group.

Key Words: Distal radius, Unstable intraarticular fracture, T-locking compression plate, External fixator

통신저자 : 강 철 형
대구시 중구 동산동 194
계명대학교 의과대학 동산의료원 정형외과
Tel : 053-250-7729 · Fax : 053-250-7205
E-mail : os@dsmc.or.kr

Address reprint requests to : Chul Hyung Kang, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Dongsan Medical Center, Keimyung University College of Medicine, 194, Dongsan-dong, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea
Tel : 82-53-250-7729 · Fax : 82-53-200-7205
E-mail : os@dsmc.or.kr

서 론

원위 요골 골절은 성인에서 발생하는 가장 흔한 골절 중 하나로 과거에는 도수 정복 및 석고 부목 고정 등의 고식적 치료 방법으로 비교적 치료 결과가 양호한 것으로 인식되었다. 그러나 최근에는 산업 재해 및 교통 사고의 증가로 인해 골절의 양상이 복잡해지고 관절내 골절 혹은 분쇄를 동반한 불안정성 골절이 증가하고 있는 추세이며, 이런 골절은 해부학적 정복이 어렵고 정복 후에도 선열을 유지하기 어렵기 때문에 고식적 방법으로 치료가 만족스럽지 못한 경우가 흔하다[1,12,14].

불안정성 원위 요골 관절내 골절에서 치료의 목표는 관절면의 해부학적 정복과 요측 경사 (radial inclination), 요골 길이 (radial length) 및 수장측 경사 (volar tilt)의 회복이며 또한 조기 관절 운동으로 만족스런 기능의 회복을 조기에 얻는 것이다. 이를 위해 관혈적 정복 및 금속 내고정술, 도수 정복 및 외고정 장치 등 여러 가지 치료 방법들이 사용되고 있다[2,7,8,16].

이에 저자들은 불안정성 원위 요골 관절내 골절에서 관혈적 정복 및 T형 잠김 압박 금속판 (T-locking compression plate, T-LCP)을 이용하여 치료한 군과 경피적 K-강선 고정술 및 외고정 장치 (external fixator, EF)를 이용하여 치료한 군의 임상적 및 방사선학적 결과를 비교, 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2003년 3월부터 2006년 3월까지 불안정성 원위 요골 관절내 골절로 수술적 요법을 시행받은 환자 중에서 최소 12개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 42예 중 관혈적 정복 및 T형 잠김 압박 금속판 내고정술을 시행한 22예와, 도수 정복 및 경피적 K-강선 고정 및 외고정술을 시행한 20예를 대상으로 후향적인 비교, 분석을 시행하였다. 이와 같은 수술 방법의 적응증은 원위 요골의 관절내 골절을 보이면서 불안정성이 있는 경우로 하였다. 불안정성은 20도 이상의 후방 굴곡, 심한 후방 골피질의 분쇄, 10 mm 이상의 요골 단축이 있는 경우로 정의하였으며, 치료 방법의 선택 시 골절의 형태에 따른 특별한 기준을 두지는 않았다.

T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군의 평균 연령은 54.3 (19～71)세로 남자 10예, 여자 12예였고, 손상 원인으로는 실족 사고 12예, 낙상 사고 6예, 교통 사고 4예였으며, AO 골절 분류상 C2군이 14예, C3군이 5예, B2, B3, C1군이 각각 1예였다.

외고정 장치를 이용한 군의 평균 연령은 50.1 (17～76)세로 남자 10예, 여자 10예였고, 손상 원인으로는 낙상 사고 8예, 실족 사고 6예, 교통 사고 6예였으며, AO 골절 분류상 C2군의 8예, C3군이 7예, B1, B3군이 각각 2예, B2군이 1예였다 (Table 1).

2. 수술 방법 및 재활

T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군의 수술 방법은 전신 마취하에 전완부 원위 전방 도달법을 이용하였다. 요 수근 굴건 (flexor carpi radialis)을 촉지하고 이의 요측면을 따라 피부 절개를 시행한 후 요골 동맥의 손상에 주의하며 절개를 진행하였다. 장 무지 굴건 (flexor pollicis longus)을 척측으로 견인하고 방형 회내근 (pronator quadratus)을 요골 부착부에서 박리하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행한 후 T형 잠김 압박 금속판을 고정하였다. 술 후 2주 동안 단상지 석고 부목을 착용한 후 능동적 관절 운동을 시행하였다.

외고정 장치를 이용한 군의 수술 방법은 C-arm 투시하에 인대 정복 (ligamentotaxis)을 이용하여 관절면의 정복과 원위 요골의 요골 길이, 요측 경사 및 수장측 경사 등에 유의하여 도수 정복을 시행하고 경피적으로 K-강선을 삽입하였다. 정복이 만족스럽지 못한 경우에는 먼저 원위 요골의 요배부 및 배부에서 골절선을 통해 1.8 mm 직경의 K-강선을 삽입하거나, 전위된 원위 골편에 직접 K-강선을 삽입한 후 지렛대의 원리를 이용하여 정복을 유지한 상태에서 K-강선을 고정한 다음, 제2중수골의 간부에 2개,

Table 1. Clinical details of 42 patients with unstable distal radius intra-articular fracture

Patient data	T-locking compression plate (n=22)	Percutaneous K-wire fixation with external fixator (n=20)
Age (years) (range)	54.3 (19～71)	50.1 (17～76)
Male : female	10 : 12	10 : 10
Cause		
Slip down	12	6
Fall down	6	8
Traffic accident	4	6
Fracture type (AO)		
B1	0	2
B2	1	1
B3	1	2
C1	1	0
C2	14	8
C3	5	7

요골 간부에 2개의 Schanz 나사못을 삽입하여 외고정 장치를 완성하였다. 술 후 약 6주에 K-강선 및 외고정 장치를 제거한 후 수근 관절의 능동적 운동을 시작하였다.

3. 치료 결과의 평가

치료 결과의 판정은 동통, 직업으로의 복귀 정도, 관절 운동 범위, 근력을 측정하여 종합적인 평가 방법인 Mayo wrist scoring system[5]을 이용하여 임상적 평가를 시행하였다. 그리고 술 전, 술 후, 최종 추시 시의 수근 관절의 전후 및 측면 방사선 사진을 촬영하여 요골 길이, 요측 경사, 수장측 경사, 요골 원위 관절면의 층 형성 (intraarticular step-off)을 측정하여 방사선학적 평가를 시행하였으며, Knirk와 Jupiter[10]의 기준을 이용하여 관절염의 유무를 평가하였다. 통계학적인 분석은 Chi-Square test와 Independent samples test를 이용하였다.

결 과

두 군 간의 연령, 성별 손상 원인, 골절 분류에 대한 평균 차이 검정에서 통계학적 유의성은 없었다 ($p>0.05$).

Mayo wrist score에 의한 임상적 결과는 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 평균 84.6점으로 우수 8예, 양호 9예, 보통 5예였고, 외고정 장치를 이용한 군에서 평균 80.5점으로 우수 8예, 양호 6예, 보통 4예, 불량 2예였다. 두 군 모두 만족할 만한 임상적 결과를 얻었으며 두 군 간의 통계학적 유의성은 없었다 ($p>0.05$) (Table 2). 술 후 합병증으로 T형 잠김 압박 금속판을 시행한 군에서 일시적 정중신경 손상 및 원위 요척관절 불안정성이 각각 1예씩 있었으며, 외고정 장치를 이용한 군에서는 핀 주위 감염, 복합 부위 동통 증후군 (complex regional pain syndrome), 원위 요척관절 불안정성이 각각 2예씩 있었다.

두 군 모두 각 방사선학적 평가 지표에 대한 술 후 및 최종 추시 시의 결과의 변화에 대한 통계학적 차이는 없었다. 최종 추시 시의 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 요골 길이가 10.5 mm, 요측 경사가 21.7도, 수장측 경사가 9.8도, 관절내 층 형성이 0.25 mm였으며 (Fig. 1), 외고정 장치를 이용한 군에서 요골 길이가 10.1 mm, 요골 경사가 20.3도, 수장측 경사 6.3도, 관절내 층 형성 0.73 mm였다 (Fig. 2, Table 3). 최종 추시 시의 수장측 경사 및 관절내 층 형성에 있어서 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군이 통계학적으로 의미 있는 더 좋은 결과를 보였다 ($p<0.05$). 관절염의 발생은 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 Grade I이 4예, Grade II가 1예 있었

Table 2. Results according to Mayo wrist score system

	T-LCP (n=22)	External fixator (n=20)
Excellent	8	8
Good	9	6
Fair	5	4
Poor	0	2

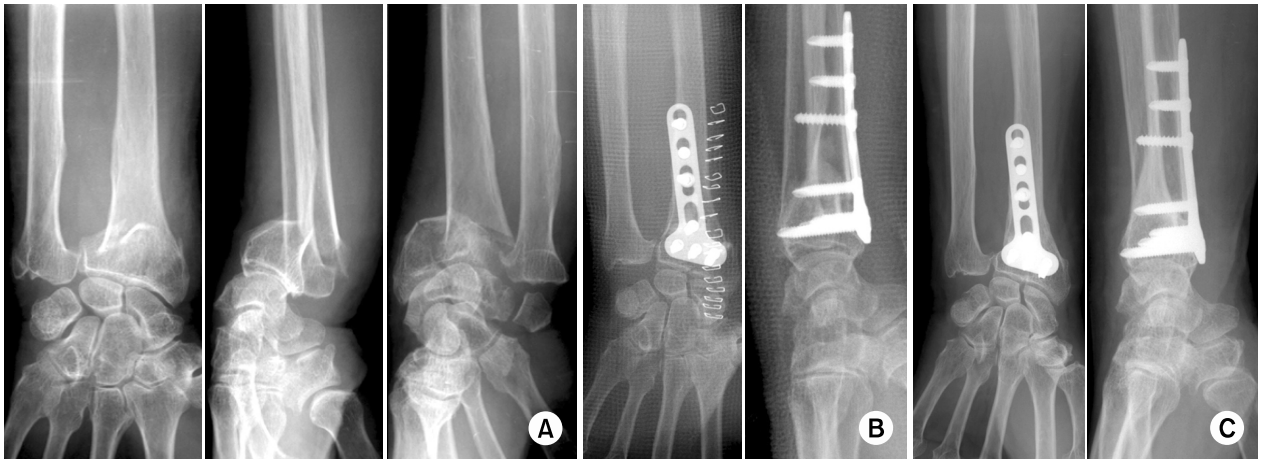

Fig. 1. 71-year-old woman with unstable distal radius intraarticular fracture was treated by open reduction and internal fixation with T-LCP.
(A) Preoperative radiographs show AO classification C1 fracture.
(B) Immediate postoperative radiographs show successful reduction and fixation.
(C) Radiographs at 26 months postoperatively show no significant loss of reduction.

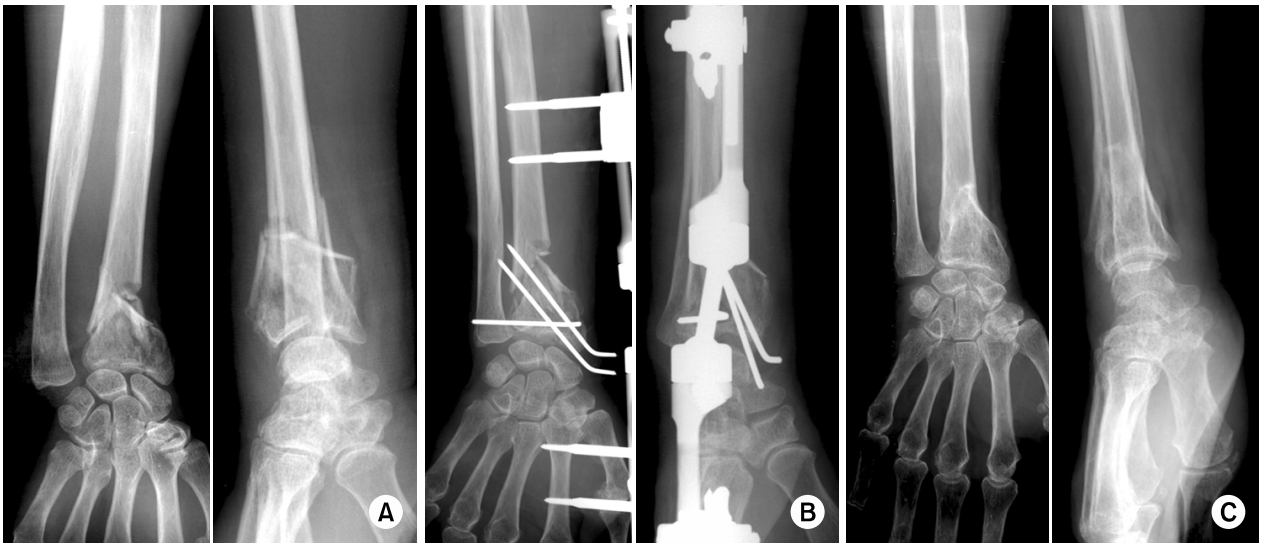

Fig. 2. 70-year-old women with unstable distal radius intraarticular fracture was treated by closed reduction and percutaneous K-wire fixation with external fixator.
(A) Preoperative radiographs show AO classification C2 fracture.
(B) Immediate postoperative radiographs show satisfactory reduction and fixation.
(C) Radiographs at 16 months postoperatively show no significant loss of reduction.

Table 3. Results according to the radiographic evaluation

Radiographic index	T-LCP (mean±S.D.*)	EF (mean±S.D.)
Radial length (mm)		
Preoperative	4.4±3.8	4.5±5.8
Postoperative	10.7±1.8	10.6±2.2
Last follow up	10.5±1.7	10.1±2.9
Radial inclination (°)		
Preoperative	12.4±6.3	13.1±7.7
Postoperative	21.8±2.3	21.9±3.4
Last follow up	21.7±2.3	20.3±2.6
Volar tilt (°)		
Preoperative	−3.6±24.5	−5.9±17.4
Postoperative	9.9±2.6	6.6±5.3
Last follow up	9.8±2.6	6.4±3.8
Intra-articular step off (mm)		
Preperative	2.14±1.4	2.45±1.2
Postoperative	0.25±0.5	0.63±0.6
Last follow up	0.25±0.5	0.73±0.5

*S.D.: Standard deviation.

으며, 외고정 장치를 이용한 군에서 Grade I이 5예, Grade II가 3예 있었다 (Table 4). 관절염 발생에 있어 두 군 간의 통계학적 차이는 없었다 ($p>0.05$).

Table 4. Arthritic grading system of Knirk and Jupiter and results of this study

Grade	Finding	T-LCP (n=22)	External fixator (n=20)
0	None	17	12
I	Slight joint-space narrowing	4	5
II	Marked Joint space narrowing Osteophyte formation	1	3
III	Bone-on-bone Osteophyte formation Cyst formation	0	0

고 찰

최근에는 고령화, 산업 재해 및 교통 사고의 증가로 원위 요골 골절의 양상이 복잡해지고, 관절내 골절 혹은 분쇄를 동반한 불안정성 골절이 증가하고 있는 추세이며, 이런 골절은 해부학적 정복이 어렵고 정복 후에도 선열을 유지하기 어렵기 때문에 고식적 방법으로만으로는 좋은 결과를 얻기에 문제가 있어 적극적으로 치료를 요하는 추세이다[1,2,14,15].

불안정성 원위 요골 골절에서의 수술적 방법으로는 관혈적 정복 및 금속판 내고정술, 도수 정복 및 외고정 장치, 도수 정복 및 경피적 K-강선 내고정술, Rush nail을

이용한 내고정술, Tension band wiring 등이 있으며[2,7,8], Cooney[4]는 원위 요골의 불안정성 골절 치료에서 원위 요골 관절면 선열의 정복, 요골 길이의 회복, 그리고 원위 요골 수장부 피질골의 해부학적 정복을 치료의 목표로 하였다.

외고정 장치의 적응증에 대하여 Horesh 등[7]은 젊고 활동적 연령의 원위 요골 관절내 골절, 개방성 골절, 다발성 외상 환자와 보존적 치료로 실패한 환자 등을 들었고, Cooney[4]는 양측 Colles 골절과 Frykman 분류 5, 6, 7, 8형 골절 중에서 배측 굴곡이 25도 이상, 요골 단축이 10 mm 이상이면서 관절내 골편이 있는 경우와 도수 정복 및 석고 붕대 고정 후 배측 굴곡이 10도 이상이거나 요골 단축이 5 mm 이상인 경우를 들었다. Horesh 등[7]은 정복의 소실이 임상적 결과를 불량하게 하는 가장 중요한 요인이라고 하였으며 이러한 재전위를 방지하는 데는 외고정 기구가 유용하다고 하였다. Zagorski[17]는 관절내 골절과 골간단부 분쇄 골절이 동반된 불안정성 관절내 골절에서 외고정 기구 단독 사용 시 요골 길이 및 요측 경사는 해부학적 정복을 얻을 수 있으나 관절면에 대하여 해부학적 정복을 얻을 수 없어 부가적인 K-강선 고정 혹은 나사못의 사용을 권장하였다. 저자들의 경우에도 외고정 장치를 사용한 전 예에서 경피적 K-강선 고정을 시행하였다. 외고정술은 골절 부위에 가해지는 부하를 줄일 수 있고, 골절 정복에 있어 기계적 안정성을 제공하여 골단축을 최소화할 수 있는 장점이 있지만 핀 주위의 합병증, 관절 강직, 부정유합, 복합 부위 동통 증후군 등의 합병증이 생길 수 있다는 단점이 있다[9,13]. 본 연구에서는 외고정 장치를 이용한 군에서의 Mayo wrist score가 평균 80.5점으로 비교적 만족할 만한 결과를 얻었으나, 합병증으로 핀 주위 감염, 복합 부위 동통 증후군 및 원위 요척관절 불안정성 각각 2예씩 있었으며, 임상적 결과로 나타난 불량 2예는 모두 복합 부위 동통 증후군이 동반되었던 경우였다.

관혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정술은 외고정 장치에 비해 보다 정확한 해부학적 정복을 얻을 수 있고 견고한 고정으로 통해 조기 관절 운동이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 분쇄가 심한 골절에 대해 전통적인 수장측 금속판 (conventional volar plate)으로 고정 시 후방 피질골 분쇄로 견고한 내고정이 어려운 경우가 많으며, 정복의 소실도 보고되어 있다[3,9,16]. 최근에는 생체적 유연 고정을 통한 골유합의 개념인 잠김 압박 금속판이 도입되어 내고정이면서도 외고정하는 것과 같은 효과를 골간단부 골절에 이용하게 되었다. 그 중 한 형태인 T형 잠금 압박 금속판을 이용하여 후방 피질골 분쇄가 심한 골절 형태에서도 수장측에서 고정하여 안정성을 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 수장측에 고정함으로써 신전건의 손상이 없고 내고정물이 돌출되거나 만져지는 등의 문제점이 발생하지 않는 장점이 있다. 그러나, 금속판과 피질골이 서로 밀착되기 전에 나삿니가 금속판과 맞물리기 때문에 정복 능력이 결여되며 나사못을 금속판에서 제거하기 어려운 점, 양측 골편 사이에 부하 분담이 일어나지 않음으로써 지연유합이나 불유합을 초래할 수 있다는 단점이 있다[8]. 본 연구에서 T형 잠금 압박 금속판을 이용한 군에서의 Mayo wrist score는 평균 84.6점이었으며, 우수 8예, 양호 9예, 보통 5예로 비교적 만족할 만한 결과를 나타내었다. 또한 초기 견고한 내고정으로 술 후 조기 관절 운동을 시행할 수 있었기 때문에 빠른 일상 생활 및 직업으로의 복귀가 가능하였다.

방사선학적 결과의 판정은 골절편의 만족스러운 정복 여부를 측정하기 위해 Lidstrom[11]과 Frykman[6]이 측정한 요골 길이, 요측 경사, 수장측 경사가 중요한 인자로 사용되었으며 Knirk와 Jupiter[10]는 균일한 관절면의 회복이 임상적 및 방사선학적 결과를 결정하는 가장 중요한 요소라 하였다. 저자들의 경우 술 전, 술 후 및 최종 추시 시의 요골 길이, 요측 경사, 수장측 경사 및 관절내 층 형성을 모두 측정하였고 최종 추시 시의 관절염 유무를 측정하였다. 두 군 모두 각 방사선학적 평가 지표에 대한 술 후 및 최종 추시 시의 결과의 변화에 대한 통계학적 차이는 없었다. 이는 두 군 모두 정복을 유지하는 데 충분한 기계적 안정성을 제공하였다고 할 수 있겠다. 최종 추시 시 수장측 경사각이 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 9.8도, 외고정 장치를 이용한 군에서는 6.3도로 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 통계학적으로 유의하게 더 좋은 결과를 보였으며, 이는 수장측에 고정한 금속판이 연골하부 골을 지지함으로써 정복을 유지하여서 골간단부의 함몰을 방지하고 뒤따르는 수장측 경사의 감소를 방지하는 것으로 여겨진다. 관절내 층 형성 또한 정확한 해부학적 정복으로 인해, T형 잠김 압박 금속판을 이용한 군에서 0.25 mm로 외고정 장치를 이용한 군에서의 0.73 mm보다 통계학적으로 유의하게 더 좋은 결과를 보였다. 그러나 관절염의 발생에 있어서 두 군 간의 통계학적인 차이가 없다는 결과에 대해서는 장기적인 추시 관찰이 필요할 것으로 생각한다.

두 군 모두에서 단기 추시 결과 만족할 만한 결과를 얻었으나 보다 정확한 결과의 비교, 분석을 위해서는 많은 수의, 비슷한 골절 양상을 가진 군을 대상으로 전향적인 연구가 필요하며, 관절염 발생에 대한 장기 추시 관찰이 필요할 것으로 생각한다.

결 론

불안정성 원위 요골 관절내 골절에서 관혈적 정복 및 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 치료와 경피적 K-강선 고정술 및 외고정 장치를 이용한 치료 모두 임상적으로 만족할 만한 결과를 보였다. 그러나 T형 잠김 압박 금속판을 이용한 치료에서 술 후 조기 관절 운동으로 일상 생활에 복귀가 빨랐으며, 정확한 해부학적 정복으로 인해 방사선학적으로 수장측 경사, 관절내 층 형성에 있어서 통계학적으로 의미 있는 좋은 결과를 나타내었다.

참 고 문 헌

1) **Arora R, Lutz M, Fritz D, Zimmermann R, Oberladstatter J, Gabl M:** Palmar locking plate for treatment of unstable dorsal dislocated distal radius fractures. Acta Orthop Trauma Surg, **125:** 399-404, 2005.
2) **Cheon SJ, Ku JG, Lee DH, Kim HT, Suh JT:** Treatment of distal radius fractures using the percutaneous K-wire reduction-fixation and external fixator. J Korean Fracture Soc, **19:** 228-235, 2006.
3) **Constantine KJ, Clawson MC, Stern PJ:** Volar neutralization plate fixation of dorsally displaced distal radius fractures. Orthopedics, **25:** 125-128, 2002.
4) **Cooney WP:** External fixation of distal radial fractures. Clin Orthop Relat Res, **180:** 44-49, 1983.
5) **Cooney WP, Bussey R, Dobyns JH, Linscheid RL:** Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist. Clin Orthop Relat Res, **214:** 136-147, 1987.
6) **Frykman G:** Fractures of the distal radius including sequalae shoulder-hand-finger syndrome. Disturbance in the distal radioulnar joint and impairment of nerve function: a clinical and experimental study. Acta Ortho Scand, **108:** 1-155, 1975.
7) **Horesh Z, Volpin G, Hoerer D, Stein H:** The surgical treatment of severe comminuted intra-articular fractures of the distal radius with small AO external fixation device. A prospective three-and-one-half-year follow-up study. Clin Orthop Relat Res, **263:** 147-153, 1991.
8) **Huh CY, Yoon JR, Ha HS:** Treatment of fractures of the distal radius with external fixator. J Korean Fracture Soc, **12:** 995-1002, 1999.
9) **Kamano M, Honda Y, Kazuki K, Yasuda M:** Palmar plating for dorsally displaced fractures of the distal radius. Clin Orthop Relat Res, **397:** 403-408, 2002.
10) **Knirk JL, Jupiter JB:** Intra-articular fractures of the distal end of the radius in young abults. J Bone Joint Surg Am, **68:** 647-659, 1986.
11) **Lidstrom A:** Fractures of distal end of the radius. A clinical and statistical study of end results. Acta Orthop Scand Suppl, **41:** 1-118, 1959.
12) **Orbay JL:** The treatment of unstable distal radius fractures with volar fixation. Hand Surg, **5:** 103-112, 2000.
13) **Papadonikolakis A, Shen J, Garrett JP, Davis SM, Ruch DS:** The effect of increasing distraction on distal motion after external fixation on the wrist. J Hand Surg Am, **30:** 773-779, 2005.
14) **Scheck M:** Long term follow-up of treatment of comminuted fractures of the distal end of the radius by transfixation with kirschner wires and cast. J Bone Joint Surg Am, **44:** 337-351, 1962.
15) **Sim JC, Chung NS, Hong KD, Ha SS, Kang JH:** Treatment of fractures of the distal radius using locking compression plate. J Korean Fracture Soc, **18:** 100-104, 2005.
16) **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.
17) **Zagorski JB:** Comminuted fractures of the distal radius. Instr Course Lect, **39:** 255-258, 1990.