



# 후방 이중 금속판 고정술을 이용한 상완골 원위 간부 골절의 치료

조철현<sup>✉</sup> · 정광영 · 김범수

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

## Posterior Dual Plating for Distal Shaft Fractures of the Humerus

Chul-Hyun Cho, M.D., Ph.D.<sup>✉</sup>, Kwang-Yeung Jeong, M.D., Beom-Soo Kim, M.D.

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

Received November 22, 2016

Revised January 22, 2017

Accepted June 12, 2017

### ✉Correspondence to:

Chul-Hyun Cho, M.D., Ph.D.  
Department of Orthopedic Surgery,  
Keimyung University School of  
Medicine, 56 Dalseong-ro, Jung-gu,  
Daegu 41931, Korea  
Tel: +82-53-250-7729  
Fax: +82-53-250-7205  
E-mail: oscho5362@dsmc.or.kr

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

**Purpose:** To evaluate the results and efficacy of posterior dual plating for distal shaft fractures of the humerus.

**Materials and Methods:** We retrospectively analyzed 12 patients, who underwent open reduction and internal fixation using posterior dual plating for distal shaft fractures of the humerus, between July 2007 and July 2015, with at least 6 months of follow-up. After locating the radial nerve without dissection via posterior triceps splitting, the fracture was stabilized using a short 3.5 mm locking compression plate. Then additional fixation, using a long 3.5 mm locking compression plate, was performed. The clinical outcomes were assessed in accordance with the Mayo Elbow Performance Index (MEPI) scoring system, and the radiological outcomes were assessed using serial plain radiographs.

**Results:** Eleven patients (91.7%) had bony union, and the mean union period was 13.9 weeks. In one patient, delayed union was treated by autogenous iliac bone graft at 8 months after surgery, which resulted in bony union. The mean MEPI score was 95.8, and the clinical outcomes were excellent in 9 patients and good in 3 patients. Postoperative complications included 1 elbow stiffness by heterotopic ossification and 1 temporary radial nerve palsy. One patient with temporary radial nerve palsy was completely recovered within the first 4 days after surgery.

**Conclusion:** Posterior dual plating for distal shaft fractures of the humerus revealed satisfactory clinical and radiological outcomes. It can be a useful alternative to provide stable fixation without the need for a dissection of the radial nerve.

**Key Words:** Distal humerus, Fracture, Posterior approach, Dual plating

## 서론

상완골 원위 간부 골절은 주관절의 운동과 밀접하게 관련되어 있고, 나선상의 골절 형태가 많아 보존적 치료로는 만족할 만한 정복 상태 유지가 어렵기 때문에 수술적 방법이 선호되어 왔다.<sup>1)</sup> 상완골 원위 간부 골절의 수술적 치료로 후방 도달법에 의한 금속판 고정술이 대부분의 술자들에게 선호되

고 있지만, 상완 삼두근을 분리할 때 요골 신경 손상의 가능성이 있으며 금속판 고정을 위해 요골 신경의 박리와 함께 불가피하게 금속판 위에 요골 신경을 위치시켜야 한다는 단점이 있다.<sup>2,3)</sup> 이에 몇몇 저자들은 상완골 원위 간부 골절에 대한 접근 방법으로 외측 도달법 또는 전외측 도달법을 이용한 금속판 고정술을 보고하기도 하였다.<sup>1-3)</sup>

최근에는 상완골 간부 골절에서도 원위 상완골 관절내 골

결과 같이 이중 금속판 고정술이 생역학적으로 우수하다는 논문들이 보고되고 있다.<sup>4-7)</sup> 저자들은 상완 삼두근 분리를 통해 요골 신경의 박리 없이 위치만 확인한 다음 고정된 금속판이 요골 신경을 가로지르지 않는 장점이 있는 후방 이중 금속판 고정술을 고안하였다. 이에 저자들은 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술을 시행한 후 치료 결과를 평가하고 그 유용성을 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2007년 7월부터 2015년 7월까지 상완골 원위 간부 골절로 후방 도달법을 이용한 이중 금속판 고정술을 시행받은 환자 중 6개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 12예를 대상으로 하여 후향적 분석을 시행하였다. 후방 이중 금속판 고정술의 적응증은 상완골 원위 간부 골절이 있거나 원위 간부 골절이 골간단부로 이어지는 경우를 포함하였다. 원위 간부 골절이 근위부인 중간 간부로 이어지는 경우에는 후방도달법으로 4.5 mm 단일 금속판 고정술을 시행하였기 때문에 본 연구에서 제외되었다. 본 연구는 계명대학교 동산병원의 의학연구윤리심의위원회의 승인을 받아 진행되었다.

평균 나이는 37.8세(20-81세)였으며, 남녀가 각각 6예였다. 손상 원인으로는 교통사고가 5예, 실족 사고가 3예, 팔씨름 2예, 투구 1예, 견인 사고가 1예였다. 평균 추시 기간은 40.3개월(7-89개월)이었다. 골절 양상은 Orthopaedic

Trauma Association 분류법에 따라 분류하였으며, 단순 골절(simple type)이 7예, 쐐기형 골절(wedge type)이 2예, 복합 골절(complex type)이 3예였다. 전 예에서 3.5 mm 잠김 압박 금속판(small LCP or reconstruction LCP; Synthes, Zuchwil, Switzerland) 2개를 이용하여 고정하였다. 수상 당시 개방성 골절이었던 2예(Gustilo-Anderson type II 1예, IIIa 1예)는 모두 수상 당일 외고정 장치를 시행하고 각각 3주와 5주가 지나 연부조직 상태가 호전된 후 이중 금속판 고정술을 시행하였다(Table 1).

### 2. 수술 방법 및 재할

Kwon 등<sup>2)</sup>은 원위 상완골 치료에 관한 보고에서 요골 신경의 주행에 관해 상완골 외상과를 기준으로 평균적으로 10 cm 이내는 상완골의 전방으로 주행하는 상태이며 10 cm보다 근위부는 후방으로 주행하는 상태라고 언급하였다. 이를 기준으로 저자들 또한 수술 전 단순 방사선 사진을 통해 요골 신경의 예상 주행 경로를 파악하여 요골 신경을 가로지르지 않고 원위부에서 3.5 mm 잠김 압박 금속판 2개를 고정할 수 있도록 도안을 하였다(Fig. 1). 전신 마취하에 환자를 복위위로 눕힌 후 상완의 아래 부분에 수술용 포를 여러 겹 받쳐 견관절은 외전, 주관절은 굴곡 상태를 유지하도록 하였다. 상완골의 외상과를 원위부 기준으로 정하여 10-15 cm 가량 후방 정중 부위에 피부 절개를 가한 뒤 상완 삼두근의 중앙부를 박리하여 내, 외측으로 견인하였다. 외상과를 기준으로 10 cm 이상의 근위부 쪽으로 연부조직 박리를 시행할 때는 조심스

Table 1. Demographic and Clinical Data

Case No.	Age (yr)	Sex	Injury mechanism	OTA classification	Union (wk)	Follow-up (mo)	Elbow ROM (°)	MEPI score	Clinical outcome	Complication
1	26	M	TA	12-A3	9	89	5-140	100	Excellent	-
2	21	F	TA	12-A3	48	87	0-140	100	Excellent	Delayed union
3	40	F	TA	12-B1	14	69	10-140	85	Good	-
4	20	M	Arm wrestling	12-C1	7	18	0-140	100	Excellent	-
5	24	M	Traction	12-A1	12	16	0-140	100	Excellent	-
6	25	M	Arm wrestling	12-A1	10	16	0-140	100	Excellent	-
7	26	M	Pitching	12-A1	12	15	0-140	85	Good	Temporary radial nerve palsy
8	81	F	TA	12-A1	16	12	10-130	100	Excellent	-
9	23	F	Slip down	12-C1	16	51	0-130	100	Excellent	-
10	75	F	TA	12-A2	21	84	40-110	80	Good	Elbow stiffness
11	63	F	Slip down	12-B1	16	7	0-140	100	Excellent	-
12	29	M	Slip down	12-A3	20	20	0-140	100	Excellent	-

OTA: Orthopaedic Trauma Association, ROM: range of motion, MEPI: Mayo Elbow Performance Index, M: male, F: female, TA: traffic accident.



Fig. 1. Preoperative drawing on an anteroposterior plain radiograph.

럽게 요골 신경을 박리하지 않고 위치만 확인하여 의인적 손상을 최소화하였다. 골절부를 노출시키고 reduction clamp 및 reduction forcep을 이용하여 정복을 시도한 다음 첫 번째 짧은 3.5 mm 잠김 압박 금속판을 골절 부위의 후방 내측 또는 후방 외측에 고정하였다. 분쇄 골절 등의 정복이 어려운 경우에는 골편간 나사를 이용하여 정복의 안정성을 유지한 상태에서 첫 번째 금속판을 고정하였다. 이때 후방 내측 또는 후방 외측 중 고정이 다소 쉽다고 판단되는 부위에 먼저 금속판을 고정하여 정복 상태를 유지하였고, 두 번째 금속판은 첫 번째 금속판보다 긴 잠김 압박 금속판을 이용하여 골절의 근위부와 원위부에 각각 네 개 이상의 충분한 나사못을 고정하여 안정성을 얻도록 하였다. 금속판 고정 후 영상투시기의 도움을 받아 나사못의 길이 및 골절부의 정복 상태를 확인하였고 흡입 배출관 삽입 후 근막 및 피부 봉합을 시행하였다.

수술 후 장상지 부목 고정(long arm splint)을 1주일간 시행하였고, 1주일 후부터는 부목을 제거한 상태에서 환자의 주관절 통증 정도에 따라 주관절 및 견관절 수동 운동을 시행하였다. 방사선적 평가는 술 후 2일째, 2주째, 6주째, 12주째 시행하였고 이후로는 3개월마다 외래에서 단순 방사선 사

진으로 평가하였다.

### 3. 치료 결과의 평가

술 후 추시 관찰 중 주기적인 단순 방사선 검사를 통하여 골유합을 확인하였으며, 환자의 동통 여부 및 일상 생활에서의 기능 회복 등에 관한 임상적 평가를 시행하였다. 임상적 평가는 Mayo Elbow Performance Index (MEPI) 점수 평가법을 이용하였고, 100-90점을 우수(excellent), 89-75점을 양호(good), 74-60점을 보통(fair), 60점 미만을 불량(poor)으로 나누었으며, 양호 이상을 만족스러운 결과로 판단하였다.

## 결 과

총 12예 중 11예(91.7%)에서 골유합을 보였으며, 지연 유합이 있었던 1예에 대해서는 금속판 고정술 후 약 8개월째 자가 장골 이식술 후 골유합을 얻을 수 있었다. 평균 골유합 기간은 13.9주(7-21주)였고, 최종 추시 시 주관절 굴곡은 평균 135.8도(110-140도)였으며, 굴곡 구축은 평균 5.4도(0-40도)였다. MEPI 점수에 의한 임상적 결과는 평균 95.8점(80-100점)이었으며, 우수가 9예, 양호가 3예였다.

합병증으로는 지연 유합, 일시적 요골 신경 마비, 이소성 골화로 인한 주관절 강직이 각각 1예씩 있었다. 지연 유합이 있었던 1예에 대해서는 통증이나 활동 시 불편감이 없었으나 환자와 보호자가 원하여 술 후 8개월째 골 이식술을 시행하였다. 그러나 수술 소견상 전방 피질골의 골결손 이외에는 유합 소견을 보여 골결손 부위에만 자가 장골 이식술을 시행하여 완전한 골유합을 얻을 수 있었고, 최종 추시 시 우수한 임상적 결과를 보였다. 1예에서 술 후 일시적인 요골 신경 마비가 발생하였으나 술 후 4일째 완전 회복되었다. 주두 주위 이소성 골화에 의한 주관절 강직이 있었던 1예는 수상 당시 개방성 골절로 주관절 주위 연부조직 손상이 심해 5주간 창상 치유 후 금속판 고정을 시행하였으며, 최종 추시 시 주관절 운동 범위가 40-90도였으며, 일상 생활에 제한은 있었으나 통증은 없었다(Table 1).

팔찌를 도중 발생한 좌측 상완부의 동통을 주소로 내원한 25세 남자에게서 진찰 검사상 우측 원위 상완부에 가성 운동이 관찰되었으며, 단순 방사선 검사상 나선상의 상완골 원위 간부 골절의 소견이 관찰되었다(Fig. 2A). 수술은 후방 도달법을 사용하여 요골 신경의 박리 없이 주행 경로만을 확인한 다음 reduction clamp와 골편간 나사를 이용하여 골절을

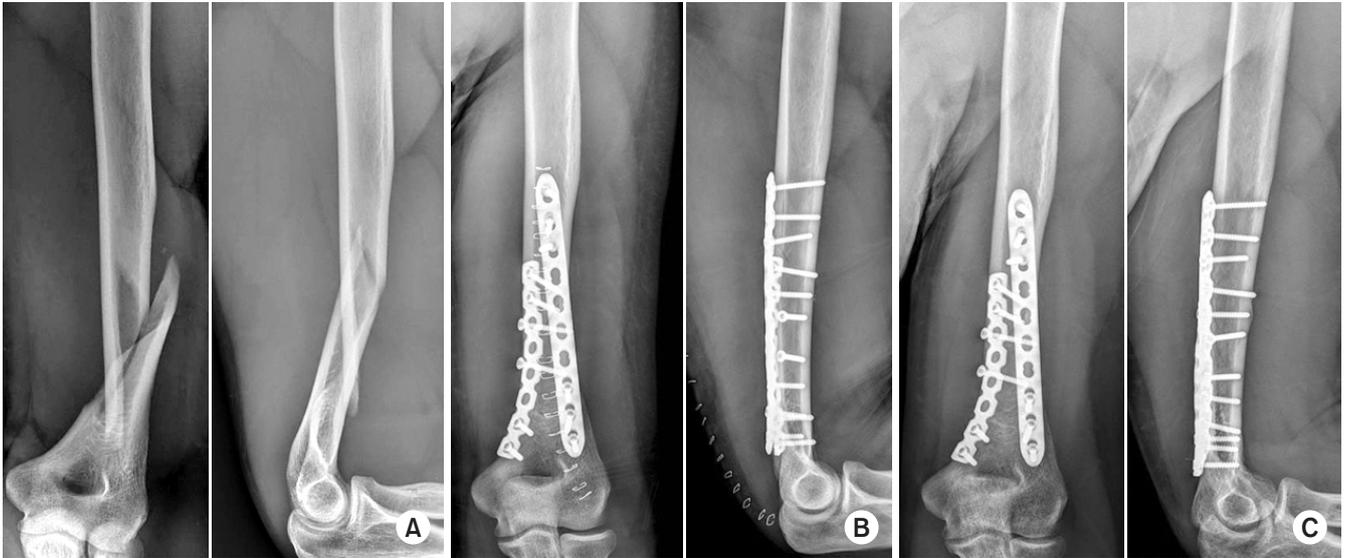


Fig. 2. (A) Radiographs at the time of initial trauma show spiral distal shaft fracture of the left humerus. (B) Postoperative radiographs show anatomical reduction and stable fixation using posterior dual plating. (C) Radiographs at 10 weeks after surgery show bony union.

정복하였다. 먼저 후방 피질골의 내측면에 짧은 3.5 mm 재건 잠김 압박 금속판을 고정하여 정복 상태를 유지한 다음 후방 피질골의 내측면에 요골 신경을 가로지르지 않고 아래에 위치하는 긴 3.5 mm 잠김 압박 금속판을 고정하였다(Fig. 2B). 술 후 10주에 골유합을 얻었으며, 최종 추시 시 MEPI 점수는 100점으로 우수한 결과를 얻었다(Fig. 2C).

## 고 찰

저자들은 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술은 만족할 만한 임상적 및 방사선적 결과를 얻을 수 있었다. 상완골 간부 골절은 보존적 치료로 양호한 임상적 결과를 보인다는 보고들이 많지만,<sup>8,9)</sup> 상완골 원위 간부 골절의 경우에는 주관절의 운동과 밀접하게 관계되어 있고 간부에서 간단부로 이행되는 부위라 보존적 치료 시 골절부의 전체적인 정렬을 유지하기 어려우며 이로 인해 불유합 및 회전 변형과 각변형이 발생할 가능성이 매우 높다.<sup>1,10)</sup> 이와 같은 이유로 많은 논문들에서 상완골 원위 간부 골절은 수술적 치료가 더 좋은 임상적 결과를 얻을 수 있음을 강조하여 왔다. Schatzker<sup>10)</sup>는 상완골 원위부에 대해서 ‘이행부’라는 용어를 사용하였으며 경골 원위부와 마찬가지로 보존적 치료의 결과가 좋지 않아 견고한 내고정이 필요하다고 하였고, Aitken과 Rorabeck<sup>11)</sup>은 상완골 원위 간부 골절에서 견고한 내고정술을 시행한 후 조기에 주관절의 운동이 가능함을 보고하였다. Jawa 등<sup>9)</sup> 또한 이전 논문들과 비슷한 결과를 보고하였는데,

40명을 대상으로 한 연구에서 19명에게 금속판 고정술을 시행하고 21명에게 기능적 보조기를 적용해 보존적 치료를 하였을 경우 양측 모두 임상적으로 좋은 결과를 보였으나 수술적 치료군에서 골절부의 정렬이 좀 더 만족할 만한 결과를 보였고 기능적으로도 빨리 회복이 되었음을 보고하였다.

수술적 치료 시 상완골 원위 간부 골절은 해부학적 특징상 금속정 고정술을 시행할 때 원위 골편에 견고한 고정이 불가능하여 금속판 고정술을 시행하는 것이 일반적인 방법으로 여겨지고 있다. 상완골 원위 간부 골절에서 금속판 고정술을 시행할 때는 후방 도달법이 널리 사용되고 있으며, 변형된 방법으로 전방, 전외방, 또는 후외방 접근법 등 다양한 도달법에 의한 고정술이 소개되어 왔다.<sup>1-3,12)</sup>

최근에는 짧은 길이의 이중 금속판 고정술이 긴 길이의 단일 금속판 고정술보다 생역학적으로 우수하다는 보고가 많은데, Rubel 등<sup>5)</sup>은 MTS Bionix machine을 이용하여 굴곡력과 회전력에 버티는 힘을 측정했을 때 단일 금속판 고정술보다 후방-외측방 금속판 이중 고정술이 기계적으로 더 큰 안정성을 나타냄을 보고했고, Watts 등<sup>7)</sup> 또한 짧은 길이의 3.5 mm 압박 금속판을 이중으로 고정하는 것이 긴 길이의 4.5 mm 압박 금속판보다 안정성에서 더 우수한 결과를 나타냈음을 실험으로 보여주었다.

이중 금속판 고정술은 두 개의 금속판 중 첫 번째 고정되는 금속판이 골절부의 정복을 유지하는 reduction device 역할을 하게 되고, 두 번째 금속판은 첫 번째 금속판보다 긴 금속판을 사용함으로써 기계적 안정성을 얻는 데 도움을 주게

된다. 이전에도 금속판을 정복기구로 이용한 사례는 있었는데, Archdeacon과 Wyrick<sup>13)</sup>은 금속판을 reduction device로 이용하는 술기로 좋은 결과를 얻었음을 보고했다. 저자들도 이러한 기전을 이용하여 이중 금속판 고정술을 시행하였고 술 중 정복유지가 쉽고 견고한 고정이 가능하여 골절부의 정렬과 정복 정도에 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 기존의 긴 길이의 4.5 mm 금속판 단일 고정술은 상완의 근위부까지 연부조직을 더 많이 박리해야 되고, 요골 신경을 반드시 박리해야 되는 과정이 필요했다. 금속판의 길이가 길기 때문에 요골 신경이 금속판 위로 지나가게 되는 경우가 많았으며 이차적인 신경 손상의 가능성도 높았다. 3.5 mm 금속판 2개를 사용하여 고정할 경우 근위부 연부조직 박리가 더 적으며, 골절이 골간단부쪽에 가까운 원위부 쪽에 존재한다면 요골 신경의 주행 방향을 고려할 때 이미 전방으로 지나간 안전 지대이므로 요골 신경의 탐색을 반드시 하지 않고도 짧은 길이의 금속판 두 개로 충분한 고정력을 얻을 수 있는 장점이 있다.

이중 금속판 고정술을 시행할 시 금속판 각각의 위치에 대한 보고도 있었는데, 원위 상완골 관절내 골절에서 권고되는 바와 같이 금속판을 서로 직각으로 고정하는 것이 견고한 고정력을 얻을 수 있다고 밝히고 있다.<sup>4)</sup> 그러나 후방 이중 고정

술에 대한 보고는 거의 없다.

본 연구에서는 3.5 mm 잠김 압박 금속판을 이용한 후방 이중 고정법을 선택하였다. 금속판의 90도 배열이 생역학적으로 우수하지만 상완골의 외측면은 골간단부와 이어지며 곡선의 형태를 가지므로 금속판의 bending이 필요하고 골과 금속판의 접촉이 쉽지 않다는 단점이 있다. 그리고 외측방 금속판 고정을 시행할 시 원위부 나사못은 구상와 부위와 주두와 주위를 침범할 가능성이 있어 양측 피질골 고정의 어려움이 있고 이로 인해 단일 피질골 고정만 가능하여 골질이 좋지 않은 고령의 환자의 경우 나사못의 탈출이 일어날 가능성도 있다. 이러한 이유들로 저자들은 후방-후방 금속판 고정술을 시행하였으며 모든 나사못을 양측 피질골 고정을 하여 고정력을 높였다. 본 연구에서는 나사 탈출 현상이나 정복의 소실 없이 견고한 안정력을 얻을 수 있었고 조기에 견관절 및 주관절의 능동적 운동을 가능케 하여 임상적 평가에서도 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구에서 합병증으로 요골 신경 마비가 1예에서 관찰되었는데, 수술 직후 완관절의 신전과 수지 관절의 신전이 motor grade 2 정도로 측정되었으나 술 후 4일째 완전 회복을 보였다. 의인적 요골 신경 손상의 경우 술 후 4일째 완전 회복되는 경우가 거의 없는 것과 환자 술 후 연부조직의 부종이 심

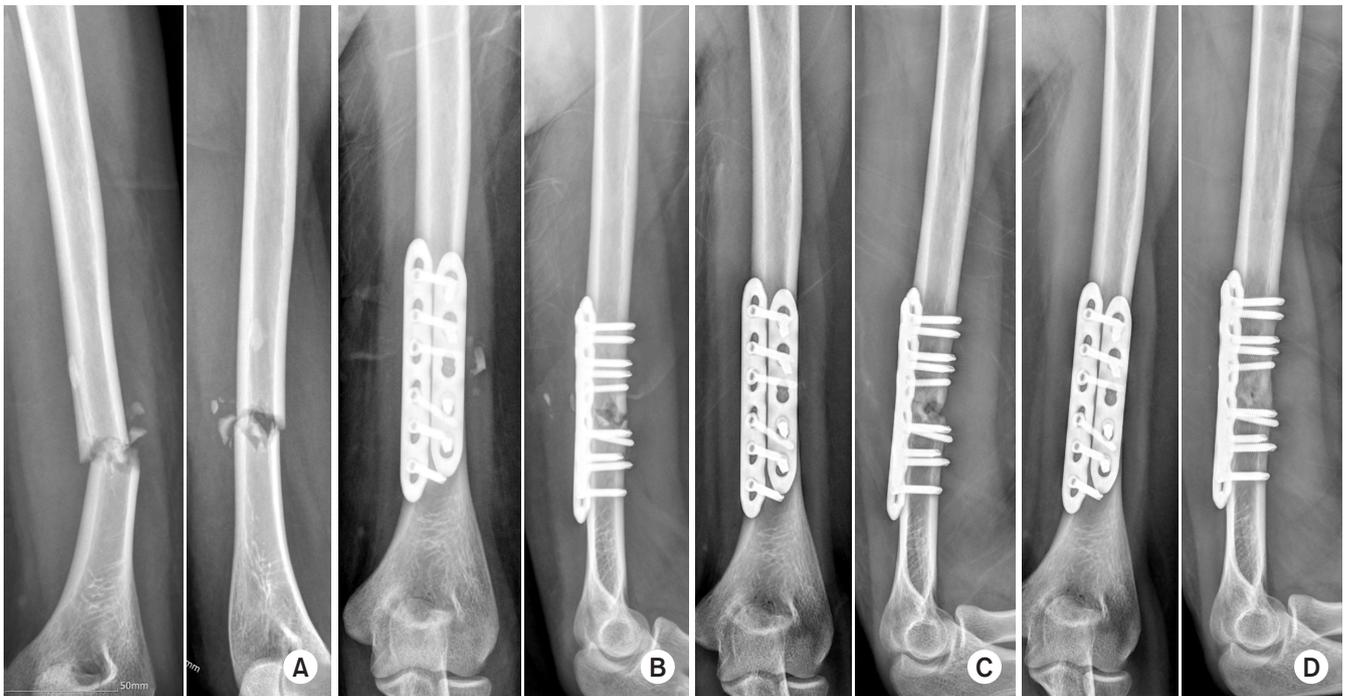


Fig. 3. (A) Radiographs at the time of initial trauma show transverse distal shaft fracture of the left humerus. (B) Postoperative radiographs show posterior dual plating. (C) Radiographs at 8 months after the surgery show delayed union. (D) Radiographs at the final follow-up show bony union.

했던 것으로 고려할 때 연부조직의 부종으로 인해 요골 신경이 일시적으로 압박되었을 가능성이 많은 것으로 생각된다. 또한 1예에서 술 후 주두 주위 이소성 골화에 의한 주관절 강직이 관찰되었는데, 이는 수상 당시 개방성 골절로 인해 주관절 부위 특히 후방 연부조직 손상이 심해서 창상 치유를 위해 금속판 고정술이 5주간 지연되었던 결과로 판단된다.

지연 유합이 있었던 1예의 경우에는 교통사고로 골절 부위에 분쇄가 심해 전방 피질 골소실이 있었고 초기 금속판 고정술 후 시행한 단순 방사선 사진상 전방 골소실 부위가 약 6 mm 가량 측정되었다. 그러나 술 후 8개월째 골이식술을 시행할 때까지 금속 나사 이완 등의 고정 실패 소견은 보이지 않았고 통증이나 활동 시 불편감을 호소하지 않아 주기적인 방사선 촬영을 통해 유합 여부를 확인할 계획이었으나 환자 및 보호자가 원하여 골 이식술을 시행하였다. 수술 소견상 전방 피질골의 골결손 이외에는 유합 소견을 보여 골결손 부위에만 자가 장골 이식술을 시행하여 완전한 골유합을 얻을 수 있었고, 최종 추시상 환자는 기구 제거술을 시행 받고 MEPI 100점으로 우수한 결과를 보였다(Fig. 3).

본 연구의 제한점은 환자 수가 적고, 대조군이 없는 후향적 연구라는 점이다. 또한 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술의 적응증이 매우 제한되어 있다는 것이다. 향후 다기관 연구 등을 통해 표본수를 늘릴 필요가 있으며 이중 금속판 고정술 시 금속판의 방향 및 골절에 따른 금속판의 적합한 길이, 금속판의 종류에 따른 결과의 차이 등은 아직 많은 연구가 필요한 부분이다.

## 결론

상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술은 만족할 만한 임상적 및 방사선적 결과를 보였으며, 요골 신경의 박리 없이 안정된 고정을 할 수 있는 유용한 수술 방법의 하나로 판단된다.

## 요약

**목적:** 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술을 시행한 후 치료 결과를 평가하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2007년 7월부터 2015년 7월까지 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술을 시행하고 최소 6개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 12예를 대상으로 하였다. 후방 도달법을 통해 요골 신경의 박리 없이 위치만 확인한 다

음 짧은 3.5 mm 금속판을 이용하여 골절의 안정화를 이룬 후 추가로 3.5 mm 금속판 고정을 시행하였다. 단순 방사선 검사로 골유합을 확인하였고, MEPI 점수로 임상적 평가를 시행하였다.

**결과:** 11예(91.7%)에서 골유합을 얻었고, 평균 유합 시기는 13.9주였다. 지연 유합의 1예에 대해서는 술 후 8개월째 자가 장골 이식술 후 골유합을 얻었다. 평균 MEPI 점수는 95.8점이었으며, 우수가 9예, 양호가 3예였다. 1예에서 술 후 일시적인 요골 신경 마비가 발생하였으나 술 후 4일째 완전 회복되었고, 이소성 골화에 의한 주관절 강직이 1예 있었다.

**결론:** 상완골 원위 간부 골절에서 후방 이중 금속판 고정술은 만족할 만한 임상적 및 방사선적 결과를 보였으며, 요골 신경의 박리 없이 안정된 고정을 할 수 있는 유용한 수술 방법의 하나로 판단된다.

**색인 단어:** 원위 상완골, 골절, 후방 도달법, 이중 금속판 고정술

## ORCID

조철현, <http://orcid.org/0000-0003-0252-8741>

김범수, <http://orcid.org/0000-0002-8728-512X>

## References

1. Rhee SK, Lee JY, Suh YJ, Lee JH, Ahn NK: Lateral approach for internal fixation of the distal humeral shaft fractures. J Korean Fract Soc, 17: 83-89, 2004.
2. Kwon DG, Moon KH, Na SI, Shin BK, Lee TJ: Combined anterolateral and lateral approaches in treatment of extra-articular fracture of the distal humerus. J Korean Fract Soc, 25: 185-190, 2012.
3. Parmaksızoğlu AS, Özkaya U, Bilgili F, Mutlu H, Çetin Ü: Fixation of extra-articular distal humeral fractures with a lateral approach and a locked plate: an alternative method. Acta Orthop Traumatol Turc, 50: 132-138, 2016.
4. Prasarn ML, Ahn J, Paul O, et al: Dual plating for fractures of the distal third of the humeral shaft. J Orthop Trauma, 25: 57-63, 2011.
5. Rubel IF, Kloen P, Campbell D, et al: Open reduction and internal fixation of humeral nonunions: a biomechanical and clinical study. J Bone Joint Surg Am, 84: 1315-1322, 2002.
6. Tejwani NC, Murthy A, Park J, McLaurin TM, Egol KA, Kummer FJ: Fixation of extra-articular distal humerus fractures using one locking plate versus two reconstruction plates: a laboratory study. J Trauma, 66: 795-799, 2009.

7. Watts A, Weinhold P, Kesler W, Dahners L: A biomechanical comparison of short segment long bone fracture fixation techniques: single large fragment plate versus 2 small fragment plates. *J Orthop Trauma*, 26: 528–532, 2012.
8. Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, et al: *Skeletal trauma*. 3rd ed. Philadelphia, Saunders: 1436–1511, 2003.
9. Jawa A, McCarty P, Doornberg J, Harris M, Ring D: Extra-articular distal-third diaphyseal fractures of the humerus. A comparison of functional bracing and plate fixation. *J Bone Joint Surg Am*, 88: 2343–2347, 2006.
10. Schatzker J: Fractures of the humerus. In: Schatzker J ed. *The rationale of operative fracture care*. New York, Springer Verlag: 61–70, 1987.
11. Aitken GK, Rorabeck CH: Distal humeral fractures in the adult. *Clin Orthop Relat Res*, (207): 191–197, 1986.
12. Scolaro JA, Voleti P, Makani A, Namdari S, Mirza A, Mehta S: Surgical fixation of extra-articular distal humerus fractures with a posterolateral plate through a triceps-reflecting technique. *J Shoulder Elbow Surg*, 23: 251–257, 2014.
13. Archdeacon MT, Wyrick JD: Reduction plating for provisional fracture fixation. *J Orthop Trauma*, 20: 206–211, 2006.