

## T형 금속판을 이용한 상완골 근위부 2분 및 3분 골절의 치료

신동주 · 장세앙 · 변영수 · 황대희 · 이성락 · 김상희

대구파티마병원 정형외과

**목 적:** T형 금속판을 이용하여 치료한 상완골 근위부 2분 및 3분 골절의 치료 결과와 합병증에 대하여 분석하였다.

**대상 및 방법:** 1996년 1월부터 2003년 7월까지 상완골 근위부 2분 및 3분 골절에 대하여 T형 금속판 내고정으로 치료한 환자 33예를 대상으로 하였다. 2분 골절이 21예, 3예의 견관절 탈구를 포함한 3분 골절이 12예였다. 최종 방사선 검사상 정복 정도 및 합병증을 평가하였고 Neer의 기준에 따라 기능적 평가를 하였다.

**결 과:** 골절은 32예 (96.7%)에서 정상적으로 유합되었고 정복의 정도는 29예 (87.9%)에서 우수였으며, 기능적 결과는 23예 (70%)에서 만족 이상이었다. 합병증은 정복 소실이 4예로 가장 많았고, 관절 강직이 3예, 불유합이 1예, 상완골 두 무혈성 괴사가 1예였으며, 감염은 없었다. 골절의 양상, 나이, 성별, 골절의 정복 정도는 기능적 평가 결과와 통계학적으로 유의한 관계가 없었다.

**결 론:** 상완골 근위부 골절의 T형 금속판 고정은 만족스러운 정복과 안정성 고정으로 조기 운동을 허용하여 좋은 결과를 얻을 수 있는 한 치료 방법이며, 안정성 고정이 어려운 골다공증이나 분쇄 골절의 경우에는 부가적인 장력대 강선 결박이 견고한 고정을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

**색인 단어:** 상완골 근위부, 2분 및 3분 골절, T형 금속판 고정

## T-Plate Fixation for Two- and Three-Part Fractures of the Proximal Humerus

Dong-Ju Shin, M.D., Se-Ang Chang, M.D., Young-Soo Byun, M.D., Dae-Hee Hwang, M.D.,  
Sung-Rak Lee, M.D., Sang-Hee Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Daegu Fatima Hospital, Daegu, Korea

**Purpose:** To evaluate the results and complications of treatment using T-plate fixation for two- and three-part fractures of the proximal humerus.

**Materials and Methods:** Between January 1996 and July 2003, thirty-three patients with two-part and three-part fractures of the proximal humerus were treated by T-plate fixation. There were 21 two-part fractures and 12 three-part fractures including three shoulder dislocations. The reduction was qualified and complications were assessed with final radiographs. The functional outcome was evaluated by Neer's rating system.

**Results:** Thirty-two cases (96.7%) were united, twenty-nine cases (87.9%) were reduced as good, and twenty-three cases (70%) had excellent or satisfactory results. There were four cases of loss of reduction, three cases of stiff joint, one case of nonunion, and one case of avascular necrosis of the humeral head, but no infection. No correlation was found between the final result and the type of fracture, age, gender, or quality of reduction.

**Conclusion:** T-plate fixation for proximal humeral fractures is a reliable method to obtain good results through satisfactory reduction, rigid fixation, and early movement. Additional tension band wiring can provide stable fixation for osteoporotic or comminuted fractures difficult to obtain stable fixation.

**Key Words:** Proximal humerus, Two- and three-part fractures, T-plate fixation

### 서 론

상완골 근위부 골절은 전체 골절의 4~5%를 차지하는 비교적 흔한 골절이다<sup>1,13,17</sup>. 대부분 안정성 골절로써 보존적

치료로 좋은 결과를 얻을 수 있지만, 심한 전위나 분쇄가 있는 불안정성 골절의 경우에는 정상적인 기능 회복을 위하여 해부학적 정복과 견고한 고정으로 조기 관절 운동을 허용할 수 있는 수술적 치료가 필요하다<sup>2,3,17,20</sup>. 수술적 치료시 골절의 견고한 고정을 위하여 금속판 고정, 골수강내 금속정 고

**통신저자:** 장 세 앙

대구광역시 동구 신암동 576-31  
대구파티마병원 정형외과  
Tel : 053-940-7320 · Fax : 053-954-7417  
E-mail : fatimaos@unitel.co.kr

**Address reprint requests to :** Se-Ang Chang, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery Daegu Fatima Hospital, 576-31  
Sinam-Dong Dong-Gu, Daegu 701-600, Korea  
Tel : 053-940-7320 · Fax : 053-954-7417  
E-mail : fatimaos@unitel.co.kr

정, 장력대 고정 등 여러 가지 고정 방법들이 사용되고 있으나 그 결과는 다양하며 논란의 대상이 되고 있다<sup>2,4,9,12,15~18,20</sup>. 이에 저자들은 상완골 근위부 2분 및 3분 골절 환자에서

T형 금속판 (Synthes®, Switzerland)을 이용하여 치료하고 방사선학적 및 기능적 결과와 합병증들을 분석하여 T형 금속판의 유용성을 알아보려고 하였다.

**Table 1.** Patients and results in 33 cases of proximal humeral fractures treated by open reduction and T-plate fixation

Case	Gender/Age	Fx. Classification Neer	AO	Additional Fixation	Quality of Reduction	Functional Result	Complications
1.	F/52	2-part	A3	No	Good	Excellent	
2.	M/66	2-part	A3	No	Good	Unsatisfactory	SL <sup>‡</sup> , LR <sup>§</sup>
3.	F/61	2-part	A3	TBW <sup>†</sup>	Fair	Excellent	SL
4.	F/60	2-part	B1	No	Good	Excellent	
5.	M/45	2-part	A3	No	Good	Excellent	
6.	M/39	2-part	A3	No	Good	Unsatisfactory	SL, LR
7.	M/36	2-part	A3	No	Good	Satisfactory	
8.	F/60	2-part	A3	No	Good	Satisfactory	
9.	F/49	2-part	A3	No	Fair	Failure	AVN <sup>  </sup> , Nerve injury
10.	F/24	2-part	A3	No	Good	Excellent	
11.	M/29	2-part	B1	No	Good	Excellent	
12.	F/39	2-part	A3	No	Good	Excellent	
13.	F/62	2-part	A3	No	Good	Excellent	
14.	M/38	2-part	A3	No	Good	Failure	SL, LR, Nonunion
15.	F/69	2-part	A3	TBW	Good	Satisfactory	
16.	M/26	2-part	A2	No	Good	Excellent	
17.	F/44	2-part	B2	No	Good	Excellent	
18.	M/17	2-part	A3	No	Good	Excellent	
19.	M/61	2-part	A3	TBW	Good	Satisfactory	
20.	M/36	2-part	A2	No	Good	Excellent	
21.	M/52	2-part	B1	No	Good	Failure	ST <sup>¶</sup>
22.	F/34	3-part	B2	No	Good	Excellent	
23.	F/46	3-part	B2	No	Good	Failure	SL, LR, ST, IM <sup>**</sup>
24.	F/52	3-part	B2	No	Good	Excellent	
25.	M/26	3-part, DL <sup>*</sup>	B3	No	Good	Failure	ST
26.	F/58	3-part	B2	No	Fair	Unsatisfactory	
27.	M/46	3-part, DL	B3	TBW	Good	Unsatisfactory	Nerve injury
28.	F/40	3-part, DL	B3	No	Good	Satisfactory	
29.	M/43	3-part	B1	No	Good	Satisfactory	
30.	F/64	3-part	B2	TBW	Good	Unsatisfactory	
31.	M/40	3-part	B2	TBW	Good	Excellent	
32.	F/69	3-part	B1	No	Good	Satisfactory	
33.	M/48	3-part	B2	No	Fair	Satisfactory	

\*DL: Dislocation of the humeral head, †TBW: Tension band wiring, ‡SL: Screw loosening, §LR: Loss of reduction,

||AVN: Avascular necrosis of the humeral head, ¶ST: Stiff joint, \*\*IM: Impingement

## 대상 및 방법

1996년 1월부터 2003년 7월까지 Neer 분류<sup>13)</sup>상 상완골 근위부 2분 및 3분 골절에 대하여 관혈적 정복 및 T형 금속판 고정술을 시행한 환자 33명, 33예를 대상으로 하였다. 추시 기간은 최단 12개월에서 최장 9년 2개월까지로 평균 2년 11개월이었다.

환자의 나이는 17세부터 69세까지로 평균 46세였다. 60세 이상의 환자는 9예로 전체의 27.3%였으며, Hologic QDR-4500을 이용한 요추 또는 대퇴골 근위부의 골밀도 검사에서 -2.5 이하의 T-score를 나타낸 골다공증 (osteoporosis)이 2예였으며, -1.0에서 -2.5 이내의 T-score를 나타낸 골결핍증 (osteopenia)이 2예였다. 남자가 16예, 여자가 17예였으며, 우측이 22예, 좌측이 11예였다. 손상 원인으로는 교통사고가 18예 (54.5%)로 가장 많았고, 낙상이 8예 (24.2%), 추락이 5예 (15.2%), 직접 가격에 의한 손상이 2예 (6.1%)였다.

골절 양상은 Neer 분류상 2분 골절이 21예 (63.6%)였으며, 이들은 모두 외과적 경부의 전위성 골절이었다. 3분 골절은 12예 (36.4%)였으며, 외과적 경부 골절에 대결절 골절이 동반된 경우가 11예, 소결절 골절이 동반된 경우가 1예였으며, 3예의 3분 골절에서는 상완골 두의 탈구가 동반되었다. Müller AO 골절 분류상 A2형이 2예, A3형이 15예, B1형이 5예, B2형이 8예, B3형이 3예였다 (Table 1).

총 16예 (48.5%)에서 동반 손상이 있었다. 동측 상지에 3예의 신경 손상 (상완 신경총 손상 2예, 척골신경 손상 1예)과 4예의 골절이 동반되었다. 그 외 두부, 흉부 및 안면부 손상이 7예, 골반 및 척추 손상이 3예, 하지 손상이 7예 있었다. 8예 (24.2%)에서 기저 질환이 있는 환자였으며, 당뇨병이 4예, 고혈압이 3예, 간경변이 2예, 대장암이 1예 있었다.

### 1. 치료 방법

수술은 수상 후 평균 6일에 시행하였다. 환자는 전신마취 하에서 방사선 투과성 수술대에 양와위로 위치시켜 영상 증강기를 이용하여 수술을 시행하였다. 삼각흉 도달법 (deltopectoral approach)으로 골절 부위를 노출시켰으며, 골절의 정복은 연부조직 손상을 최소화하고 골편의 혈액 공급을 최대한 보존하기 위하여 영상 증강기 하에서 간접 정복과 직접 정복 방법을 함께 이용하여 시행하였다. 금속판을 상방 고정함으로 발생할 수 있는 견봉과의 충돌에 유의하며, 나사는 충분한 고정력을 얻기 위하여 관절 내로 관통되지 않고 연결하 골에 잘 고정되도록 영상 증강기를 이용하여 이를 확인하며 고정하였다. T형 금속판 고정만으로 안정적 고정이 의심스러운 6예에서 회전근개와 원위 골편을 연결하는 장력대 강선을 사용하여 부가적으로 고정하였고, 골절의 분쇄와 불

량한 골절로 인하여 골 결손이 심하였던 9예에서는 골 이식을 시행하였다. 타 부위에 동반 수술이 필요했던 6예를 제외한 27예에서 평균 수술 시간은 143분 (75~300분)이 소요되었고 수술시 출혈량은 평균 476 ml (50~1000 ml)였으며 3예에서 농축 적혈구의 수혈이 필요하였다. 술 후 팔걸이를 하였고 3~5일 후 급성 동통이 소실되면 추 운동 및 수동적 운동을 시행하였으며, 이후 점차적으로 견측 팔을 이용한 능동적 보조 운동을 시행하였다.

### 2. 치료 후 평가

방사선 검사를 통하여 골절의 유합과 정복 정도를 판단하였으며, 내고정물의 이완이나 정복 소실, 그리고 상완골 두 무혈성 괴사 등의 합병증을 함께 조사하였다. 단순 방사선 검사상 골절선이 소실되고 골 소주가 연결되는 소견이 보이는 것을 유합으로 정의하였고, 골유합을 얻기 위하여 이차적 수술이 필요하였던 경우를 불유합으로 정의하였다. 골절의 정복은 Paavolainen의 방법<sup>15)</sup>에 따라 골유합시의 방사선 검사상 상완골 경간각을 측정하여 상완골 경간각이 120~140°로 회복된 경우를 우수, 100~120°인 경우를 보통, 100° 이하인 경우를 불량으로 하였다.

기능적 결과의 평가는 통증 35단위, 기능 30단위, 운동 범위 25단위 및 해부학적 상태 10단위로 할당하여 합산한 Neer의 평가 방법<sup>13)</sup>에 따라 89단위 이상은 우수, 80단위 이상은 만족, 70단위 이상은 불만족, 70단위 이하는 실패로 판정하였다. 운동 범위의 검사에서는 0단위로 채점되는 굴곡 80도 미만, 신전 15도 미만, 외전 80도 미만, 외회전 10도 미만, 내회전 30도 미만의 기준에서 한 방향에서라도 이 기준에 해당하는 운동 제한을 보인다면 관절 강직으로 정의하였다.

각 결과들에 따른 분석은 Fisher의 정확 검증 (Exact test)을 사용하여 p value<0.05를 유의 수준으로 하였으며, 평균 신뢰 구간은 95% 신뢰 수준에서 구하였다.

## 결 과

골절은 33예 중 32예 (96.7%)에서 정상적으로 유합되었고 골절 정복의 정확도 평가에서 우수가 29예 (87.9%), 보통이 4예 (12.1%)였으며, 불량은 없었다. 견관절 운동 범위는 평균 굴곡 144.2±13.6°, 신전 28.5±3.6°, 외전 129.6±14.5°, 외회전 43.6±5.1°, 내회전 68.5±6.6°로 회복되었으며, Neer의 평가 방법에 따른 기능적 결과는 우수 15예 (45.5%), 만족 8예 (24.2%), 불만족 5예 (15.2%), 실패 5예 (15.2%)로 만족 이상이 23예 (70%)였다 (Fig. 1).

합병증은 나사못의 이완에 의한 정복 소실이 4예 (12.1%)로 가장 많았으며, 정복 소실 없이 나사못의 이완만 관찰된 경우가 1예 (3%) 있었다. 관절 강직이 3예 (9.1%), 불유합이



**Fig. 1.** A 17-year-old male patient sustained a proximal humeral fracture by a fall.  
 (A) Initial radiographs showing a 2-part displaced fracture of the proximal humerus.  
 (B) Postoperative radiographs showing good reduction and fixation of the fracture with a T-plate.  
 (C) Radiographs 10 months after operation showing solid union without implant loosening and loss of reduction.  
 (D) Radiographs after removal of the T-plate in 10 months after operation.

1예 (3.0%), 상완골 두 무혈성 괴사가 1예 (3%) 있었으며, 감염이 발생한 예는 없었다. 술 후 척골신경과 근피신경의 부분적인 신경 증상을 보인 예가 각각 1예 있었으나 경과 관찰만으로 회복되었다. 기능적 평가상 실패로 분류된 5예는 관절 강직을 보인 3예, 불유합이 발생한 1예, 상완골 두 무혈성 괴사가 발생한 1예였다. 관절 강직을 보인 3예 중, 1예는 견관절 전방 탈구가 동반된 3분 골절로 동측의 견갑골 관절과 골절과 상완 신경총 손상이 동반된 경우였고, 1예는 3분 골절로 대결절의 고정을 위하여 사용한 나사못이 이완되어 견봉과 충돌이 발생한 경우였으며, 나머지 1예는 산업 재해 사고로 방사선 검사상 해부학적인 정복 상태로 유합되었고 근전도 검사상 이상 소견도 없었으나 재할 치료에 비협조적이었던 경우였다. 불유합이 발생한 1예는 수술 후 추시 방사선상 나사못의 이완 및 금속판의 고정 소실이 발생하였고 골유합의 증거가 보이지 않아 T형 금속판을 이용하여 재고정하고 골 이식을 시행하여 유합을 얻었으며, 1년 7개월 후 최종 추시 상 우수한 기능적 결과를 얻었다. 상완골 두 무혈성 괴사 1예는 수술 후 척골신경 증상이 있었으나 자연 회복되었고 정상적인 골유합을 얻어 술 후 13개월 추시에서 우수한 결과를 얻었으나, 술 후 14개월에 환자의 요구로 내 고정물을 제거한 후 수상 3년째 추시 방사선 검사상 상완골 두의 무혈성 괴사가 확인되었고 견관절의 운동 장애 및 동통

으로 인하여 기능적 평가상 실패로 분류되었다.

만족 이상의 기능적 결과를 보인 군과 불만족 이하의 결과를 보인 군 사이의 통계학적 분석에서 Neer의 분류에 따른 2분 골절과 3분 골절의 골절 양상, 60세를 기준으로 한 환자의 나이, 환자의 성별, 방사선학적 골절 정복에서 우수와 보통 사이의 정확도는 통계학적으로 유의한 관계가 없었다.

## 고 찰

상완골 근위부 골절은 대부분 비전위성 안정성 골절로 보존적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있으나 약 15~20%는 전위성 불안정성 골절로 적극적인 수술적 치료가 요한다<sup>2,7,14</sup>. 불안정성 골절의 치료를 위하여 다양한 수술 방법들이 제시되었으나 서로 다른 평가 기준과 결과들로 아직 골절에 따른 명확한 치료 방법이 확립되어 있지 않은 상황이며, 기능 회복을 위하여 수술 후 조기 운동에 대한 중요성은 공통적으로 강조되고 있다<sup>2,3,10,12,16~18,20</sup>.

1970년 AO학과에서는 근위 상완골 골절의 치료에 금속판과 나사못을 이용한 견고한 내고정을 함으로써 수술 후 조기 운동을 가능하게 하여 좋은 기능 회복을 얻을 수 있음을 제안하였으며, 이 후 AO T형 금속판이 전위성 불안정성 2분 골절과 3분 골절 또는 골절 탈구의 치료에 사용되어 왔다<sup>2</sup>.

금속판을 이용한 치료에서 Paavolainen 등<sup>15)</sup>은 상방에 고정된 금속판에 의한 견봉과의 충돌과 상완골 두의 내반 변형이 가장 흔한 기술적 문제라고 지적하였고, Krisiansen과 Christensen<sup>9)</sup>은 만족스러운 정복과 골절의 유합을 얻을 수는 있었으나 골다공증 환자에서 견고한 내고정을 할 수 없어 조기 운동이 어렵고, 상방 고정에 따른 충돌, 나사못의 이완에 따른 고정 소실, 감염 등의 합병증으로 55%에서 결과가 불량하였다고 하였다. 상완골 두의 무혈성 괴사가 불량한 결과를 초래한다는 사실은 여러 연구를 통해 제시되었고<sup>2,17)</sup> Sturzenegger 등<sup>19)</sup>은 골두의 괴사는 골절의 형태에 따라, 또한 금속판 고정을 위한 수술적 연부조직의 손상에 의해서 발생이 증가한다고 하였다. 이 후, Moda<sup>12)</sup>는 금속판을 높이 위치시킴으로 발생하는 견봉과의 충돌, 불안정한 고정, 나사못에 의한 관절내 천공 등의 기술적 문제를 피하고자 노력하였고, Hintermann 등<sup>6)</sup>은 영상 증강기를 이용하여 연부조직 손상을 최소화하며 간접 정복을 얻어 무혈성 괴사의 발생을 낮추어 보다 만족스러운 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 상완골 두 무혈성 괴사가 단 1예 (3%)였고 감염이 없었던 것은 영상 증강기를 이용하여 골절 부위의 연부조직 박리를 최소화하고 골편의 혈액 공급을 최대한 보존하도록 노력하였기 때문으로 판단된다. 견봉과의 충돌이 1예 있었으나 이는 상방 고정된 금속판의 위치에 의해서가 아니라 대결절 고정에 사용된 나사못의 이완에 의한 경우였으며, 영상 증강기를 이용하여 금속판의 위치와 나사못의 길이를 확인해 가며 기술적 문제를 피하고자 하였기 때문에 금속판에 의한 견봉과의 충돌과 나사못의 관절내 천공을 예방할 수 있었다.

Koval 등<sup>8)</sup>은 사체 연구를 통하여 상완골 근위부 골절 치료에 사용되는 10가지 고정물을 비교 분석한 결과 5호의 AO T형 금속판이 가장 강한 고정력을 가진다고 하였고, Liew 등<sup>11)</sup>은 특히 나사못을 상완골 두 중심부 연결하 골에 고정할 때 가장 강한 고정력을 가진다고 한 바 있으나 실제 본 연구에서 나사못의 강한 고정력을 얻기 위해 노력을 기울였음에도 추시 결과 나사못의 이완이 5예 (15.1%)로 다소 많은 수에서 관찰되었다. 나사못의 이완으로 골절의 전위가 4예에서 발생하여 그 중 1예는 불유합으로 재수술을 하였고, 1예는 이완된 나사못으로 인해 견봉과의 충돌이 발생하였으며, 2예는 기능적으로 불만족한 결과를 나타내었다. 정복 소실이 없이 나사못 이완만 있었던 1예는 요추부 골절도 검사 상 T-score가 -2.56이었으나 장력대 강선을 회전근개에 부가적으로 고정한 경우로 기능적 평가에서 우수한 결과를 보였다. Koval 등<sup>8)</sup>의 사체를 이용한 생역학적 연구는 톱을 사용하여 골절을 인위적으로 만든 경우이므로 골절 시 충격에 의해 발생하는 골편내의 골 소주의 파괴 또는 비전위성 분쇄 골절이 무시된다. 그러나 금속판의 고정은 이러한 골과 나사못의 마찰에 의해 이뤄지므로 실제로 간과된 골편내의 파괴된 골

소주와 비전위성 분쇄 골절에 의해 조기 운동을 시킬 만큼의 충분한 고정력을 얻지 못하는 경우가 발생할 수 있다. Hawkins 등<sup>5)</sup>은 퇴행성 질환이 있는 회전근개라도 일반적으로 골조송증이 있는 근위 상완골보다 강하며 고령층의 3분 골절에서 극상건을 장력대 고정술로 고정한 경우에서 좋은 결과를 얻었다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 T형 금속판만으로 안정성 고정을 얻기가 어려웠던 6예에서 회전근개에 장력대 강선을 추가로 고정하여 모두에서 정복 소실 없이 좋은 결과를 보였다. 이러한 사실로 미루어 보면 T형 금속판 고정으로 안정성 고정이 어려운 경우에는 회전근개에 장력대 강선을 부가적으로 고정하여 보다 강한 고정력을 얻을 수 있으리라 생각한다. 또한 T형 금속판만으로 안정성 고정이 어려울 것으로 예상되는 골절에서는 나사못의 이완을 막기 위하여 여러 저자들에 의해 제시된 바와 같이 과 칼날 금속판 (condylar blade plate)<sup>12,18)</sup>이나 최근 개발된 잠금 압박 금속판 (locking compression plate)<sup>21)</sup>의 사용도 고려해 볼 수 있을 것이다.

Esser<sup>4)</sup>, Krisiansen과 Christensen<sup>9)</sup>의 연구에서와 같이 본 연구에서도 골절의 정복 정도, 골절의 양상, 환자의 나이와 성별에 따른 기능적 결과의 차이는 없었다.

## 결 론

상완골 근위부 골절의 T형 금속판 고정은 만족스러운 정복과 안정성 고정으로 조기 운동을 허용하여 좋은 결과를 얻을 수 있는 한 치료 방법이며, 안정성 고정이 어려운 골다공증이나 분쇄 골절의 경우에는 부가적인 장력대 강선 결박이 견고한 고정을 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Bengner U, Johnell O and Redlund-Johnell I: Changes in the incidence of fracture of the upper end of the humerus during a 30-year period. Clin Orthop, **231**: 179-182, 1988.
- 2) Bucholz RW and Heckman JD: Rockwood and Green's Fractures in adults, 5th ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins: 995-1040, 2001.
- 3) Depalma AF: Surgery of the shoulder. 3rd ed. Philadelphia, JB Lippincott Co: 372-406, 1983.
- 4) Esser RD: Treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus with a modified cloverleaf plate. J Orthop Trauma, **8**: 15-22, 1994.
- 5) Hawkins RJ, Bell RH and Gurr K: Three part fractures of the proximal humerus. J Bone Joint Surg, **68-A**: 1410-1414, 1986.

- 6) **Hintermann B, Trouillier HH and Schafer D:** Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg*, **82-B**: 1107-1112, 2000.
- 7) **Jeon SJ, Yoon HK, Jeon HS, Cho KN and Kim HS:** Closed reduction and percutaneous fixation in the treatment of proximal humerus fractures. *J Korean Fracture Soc*, **15**: 173-180, 2002.
- 8) **Koval KJ, Blair B, Takei R, et al:** Surgical neck fractures of the proximal humerus: A laboratory evaluation of ten fixation techniques. *J Trauma*, **40**: 778-783, 1996.
- 9) **Kristiansen B and Christensen SW:** Plate fixation of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, **57**: 320-323, 1986.
- 10) **Lee DC, Jeon HJ and Seo JS:** Treatment and functional results of the three and four part fractures of proximal humerus. *J Korean Fracture Soc*, **13**: 970-977, 2000.
- 11) **Liew ASL, Johnson JA, Patterson SD, et al:** The effect of screw position on fixation in the humeral head. *Orthop Trans*, **22**: 98-99, 1998.
- 12) **Moda SK:** Open reduction and fixation of proximal humeral fractures and fracture-dislocations. *J Bone Joint Surg*, **72-B**: 1050-1062, 1990.
- 13) **Neer CS II:** Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg*, **52-A**: 1077-1089, 1970.
- 14) **Oh JR, Lee DH and Kim IG:** Treatment of the two part or three part fracture of proximal humerus. *J Korean Fracture Soc*, **13**: 960-969, 2000.
- 15) **Paavolainen P, Bjorkenheim J-M, Slati P and Paukku P:** Operative treatment of severe proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*, **54**: 374-379, 1983.
- 16) **Park MC, Murthi AM, Roth NS, et al:** Two-part and three-part fractures of the proximal humerus treated with suture fixation. *J Orthop Trauma*, **17**: 319-325, 2003.
- 17) **Rockwood CA Jr., Matsen FA III, Wirth MA and Lippitt SB:** *The Shoulder*, 3rd ed. Philadelphia, Saunders: 355-412, 2004.
- 18) **Sehr JR and Szabo RM:** Semitubular blade plate for fixation in the proximal proximal humerus. *J Orthop Trauma*, **2**: 327-332, 1988.
- 19) **Sturzenegger M, Fornaro E and Jakob RP:** Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg*, **100**: 249-259, 1982.
- 20) **Terry C, Kay D and Linda J:** *Campbell's operative orthopaedics*, 10th ed. Philadelphia, Mosby: 2989-3002, 2003.
- 21) **Wagner M:** General principles for the clinical use of the LCP. *Injury Int J Care Injured*, **34**: S\_B31-S\_B42, 2003.