

## 상완골 근위부 골절에서의 Polarus 금속정 내고정술

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

조철현 · 손은석

### Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures with a Polarus Nail

Chul Hyun Cho, M.D., Eun Seok Son, M.D.

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

#### Abstract

**Purpose** : The purpose of our study is to evaluate the results and complications of internal fixation with Polarus nail in proximal humeral fractures. **Materials and Methods** : We evaluated clinical results, radiologic results and complications of 37 cases of the proximal humeral fractures who were treated with Polarus nail. According to Neer classification, there were two-part fracture in 24 and three-part fracture in 13. Bony union and neck-shaft angle was evaluated from the serial simple radiographs and the clinical outcomes were assessed according to UCLA scoring system. **Results** : Bony union have seen shown in 32 cases (86.5%) of total 37 cases and the mean union period was 13.7 (8-12) weeks. The clinical outcomes were 22 excellent, 6 good, 6 fair and 3 poor. Satisfactory outcomes were shown in 28 cases (75.7%). There were no statistically significant differences between several factors including age, sex, fracture classification, presence of segmental fracture, method of reduction and final clinical results ( $p > 0.05$ ). Postoperative complications (35.1%) were 3 nonunions, 3 fixation failures, 2 varus malunions, 1 infection and 4 proximal screw loosening. **Conclusion** : Internal fixation with Polarus nail as a treatment of proximal humeral fractures showed satisfactory clinical outcomes. It can be considered as one of the treatment option in elderly patients or even in the presence of three-part fracture or segmental fracture.

**Key Words** : Intramedullary fixation, Polarus nail, Proximal humeral fracture

---

**교신저자**: 손은석, 700-712 대구광역시 중구 달성로 56, 계명대학교 의과대학 정형외과학교실  
Eun Seok Son, M.D., Department of Orthopedic Surgery, Keimyung University School of Medicine  
56 Dalseong-ro, Jung-gu, Daegu 700-712, Korea  
Tel: +82-53-250-7729 E-mail: esson@dsmc.or.kr

## 서 론

상완골 근위부 골절은 비교적 흔한 골절로 전체 골절의 4~5%를 차지하고, 전체 상완골 골절의 45%를 차지한다[1,2]. 대부분의 상완골 근위부 골절은 골편의 전위가 적거나 없어 보존적 치료로도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있으나, 심한 전위를 보이거나 불안정성을 보이는 경우는 보존적 치료 후에 불유합, 부정유합, 견관절의 기능적 장애가 발생할 수 있으므로 수술적 치료를 필요로 한다. 수술적 방법으로는 다발성 핀 고정술, 장력대 강선 고정술, 금속판 및 나사 고정술, 유연성 또는 교합성 골수강내 금속정 고정술, 외고정술, 상완 골두 치환술 등이 있으며, 이들을 조합하여 사용할 수도 있다[2-7]. 하지만 수술적 치료 후에도 고정 실패, 고정물 파손, 불유합, 부정유합, 상완 골두 무혈성 괴사, 견관절의 기능 감소 등의 합병증이 보고되고 있으며, 이러한 합병증을 예방하고 만족스러운 수술적 치료의 결과를 위해서는 연부조직 손상의 최소화와 함께 견고한 내고정이 이루어져야 한다[8-10]. 이 중 교합성 골수강내 금속정 고정술은 연부조직의 손상을 최소화 할 수 있을 뿐만 아니라 견고한 내고정을 얻을 수 있어 최근에 많이 사용하는 내고정 기구 중 하나이다. 술 후 만족스러운 결과가 보고되어 있지만[11-14], 고정 실패, 나사못의 이완 등 초기 합병증이 비교적 높다는 보고도 있다[9,10]. 이에 저자들은 상완골 근위부 골절에서 Polarus 교합성 골수강내 금속정(Acumed, Beaverton, OR, USA)을 이용한 고정술의 임상적 및 방사선학적 결과 및 합병증에 대하여 알아보자 하였다.

## 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2002년 6월부터 2009년 5월까지 상완골 근위부 골절로 Polarus 교합성 골수강 내 금속정 고정술을 시행하고 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던

37례를 대상으로 하였다. 전위된 2분 또는 3분 골절에 대해 Polarus 금속정 고정술을 시행하였으며, 상완골 대결절만 단독으로 골절된 2분 골절, 대결절과 내측 관절면까지 골절이 이어져 골수정 삽입구 확보가 어려운 3분 골절, 4분 골절, 탈구가 동반된 골절, 고정 실패 또는 불유합 등으로 인한 이차적인 고정술을 시행한 경우는 제외하였다. 평균 나이는 59.4(19-83)세였고, 성별은 남자가 11례, 여자가 26례였으며, 평균 추시 기간은 27.5(12-77)개월이었다. 손상 원인으로는 교통 사고가 17례(46.0%)로 가장 많았으며, 실족 사고가 16례(43.2%), 낙상 사고가 4례(10.8%)였다. Neer의 골절 분류상 2분 골절이 24례, 3분 골절 13례였으며, 이 중 7례(17.5%)에서 상완골 간부의 골절이 동반된 분절 골절의 양상을 보였다. 손상 후 수술까지의 기간은 평균 8.4(3-19)일 이었으며, 도수 정복을 시행한 예가 29례, 개방적 정복을 시행한 예가 8례였다.

### 2. 수술 방법

모든 수술은 전신 마취하에 양와위 자세에서 시행되었고, 도수 정복 후 금속정 내고정술을 원칙으로 하였다. 도수 정복이 불가능한 경우에 한하여 절개 부위를 연장하여 골절부를 노출시킨 후 개방 정복을 시행하였다. 견봉의 전외측 모서리에서 하방으로 약 3-4 cm의 피부절개 후 삼각근의 전외측을 박리하고 상완 골두와 대결절을 확인한 다음 수술용 칼로 섬유 방향과 평행하게 약 1.5 cm의 극상건을 절개하였다. 견인 봉합을 시행하여 삼입구 공간을 확보한 다음 송곳을 이용하여 대결절의 내측 및 상완 이두 건의 후방에 삼입구를 만들고, 영상투시기하에 도수 정복을 시행한 상태에서 골수정을 삽입하였으며 삽입 시 골수정의 근위부를 피질골 내에 위치하게 함으로서 골수정 근위부에 의한 회전근개의 손상을 최소화하였다. 도수 정복으로 만족스럽지 못한 정복 상태를 보인 8례에 대해서는 골절 부위를 노출하여 개방적 정복을 시행하였다. 정복 상태 및 금속정의 길이를 확인한 다음 근위부 고정 나사를 삽입하고 회전 변형이 일어나지 않도록

록 주의하면서 영상투시기를 이용하여 원위 고정 나사를 삽입한 다음 2번 비흡수성 봉합사를 이용하여 절개한 회전근개를 봉합하였다. 술 후 팔걸이를 3-4주간 착용하였으며, 환자의 주관적 동통에 따라 술 후 1주일에서 2주일 사이에 수동 관절 운동, 4주 후부터는 능동 관절 운동을 시행하였다.

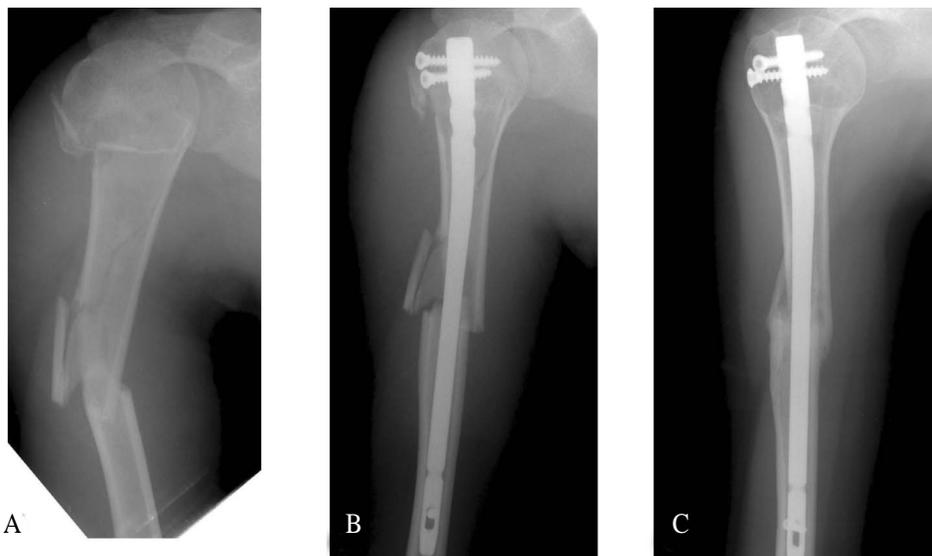
### 3. 연구 방법

임상적 평가는 UCLA (University of California-Los Angeles shoulder scale) 점수를 사용하였고, 31-35점을 우수(excellent), 26-30점을 양호(good), 21-25점을 보통(fair), 20점 이하를 불량(poor)으로 나누었으며, 양호 이상을 만족스러운 결과로 판단하였다. 방사선학적 결과는 추시 단순 방사선 검사를 통해 골유합 유무 및 경간각(neck-shaft angle)을 측정하였다. 골유합은 두 방향 이상의 방사선 사진에서 피질골의 연속성이 증명될 때로 정의하였고, 경간각은 전후면 단순 방사선 사진 상 120도 미만인 경우를 내반 변형으로 분류하였다. 통계 분석은 SPSS 17.0E를 이용하였

으며, 연구 대상자의 일반적인 특성을 파악하기 위해 빈도 분석과 기술 통계량 분석을 시행하였다. 여러 변수와 최종 추시 UCLA 점수와의 연관성을 알아보기 위해 Pearson correlation analysis, Mann-Whitney U test를 사용하였으며, 유의성의 판정은  $p$  값이 0.05 미만인 경우로 하였다.

### 결 과

총 37례 중 32례(86.5%)에서 골유합을 보였으며, 평균 골유합 기간은 13.7(8-20)주였다. 수술 직후 평균 경간각은 133.3(118-152)도였고, 최종 추시 평균 경간각은 130.3(112-154)도였으며, 경간각이 120도 이하인 내반 부정 유합이 2례(5.4%)에서 관찰되었다. UCLA 점수에 의한 임상적 결과는 평균 29.4(12-35)점이었으며, 우수 22례, 양호 6례, 보통 6례, 불량 3례로, 28례(75.7%)에서 만족스러운 결과를 나타내었다(Fig. 1)(Table 1). 나이, 성별, 골절의 분류, 분절 골절 유무, 정복 방법과 최종 추시 UCLA 점수와의 통계학적 연관



**Fig. 1.** 23-year-old woman with right humerus segmental fracture was treated by closed reduction and internal fixation with Polarus nail. A: Preoperative radiograph shows segmental fracture of the surgical neck and shaft of right humerus. B: Postoperative radiograph shows internal fixation using Polarus nail. C: Radiograph at 6 months after the surgery shows complete bony union and final clinical outcome is excellent.

**Table 1.** Clinical outcomes according UCLA scoring system

	No. of case (%)
Excellent	22 (59.5)
Good	6 (16.2)
Fair	6 (16.2)
Poor	3 (8.1)

성은 없었다 (Table 2) ( $p > 0.05$ ). 합병증으로는 근위 고정 나사의 이완이 4례(10.8%)로 가장 높게 나타났고, 고정 실패와 불유합이 각각 3례(8.1%), 내반 부정 유합이 2례(5.4%), 감염이 1례(2.7%) 있었으며, 상완 골두 무혈성 괴사는 발생하지 않았다(Table 3). 불유합을 보인 3례 중 2례는 고령 및 불량한 전신 상태로 추가적인 시술을 원하지 않아 추시 관찰 중이며, 나머지 1례는 기저 질환으로 술 후 14개월째 사망하였다. 고정 실패를 보인 3례 중 1례는 관혈적 정복 및 재고정술을 시행하여 우수한 결과를 얻었고, 또 다른 1례는 고정 소실된 상태로 유합을 얻은 후 견관절 강직이 관찰되어 관절경적 관절낭 유리술 시행하고 금속정 제거술 및 회전근

**Table 3.** Postoperative complications after Polarus nailing

	No. of case (%)
Fixation failure	3 (8.1)
Nonunion	3 (8.1)
Varus malunion	2 (5.4)
Infection	1 (2.7)
Screw loosening	4 (10.8)

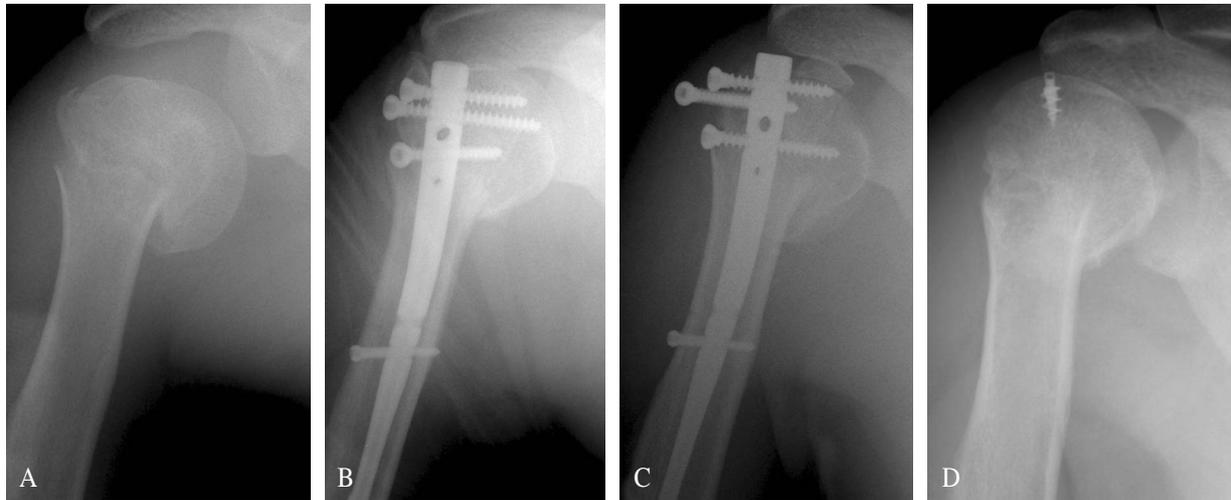
개 봉합술을 시행하였으며(Fig. 2), 나머지 1례는 재수술을 거부하여 불유합 상태로 경과 관찰 중이다. 감염이 발생한 1례는 술 후 3주째 감염 조절이 되지 않아 금속정 제거술을 시행하였으며 불유합 상태로 불량한 결과를 보였다.

## 고 찰

상완골 근위부 골절의 수술적 방법으로 다발성 편 고정술, 장력대 강선 고정술, 금속판 및 나사 고정술, 유연성 골수강내 금속정 고정술, 교합성 골수강내 금속정 고정술, 외고정술, 상완 골두 치환술

**Table 2.** Statistical correlations between variables and final UCLA scores

Variables	No.	Mean final UCLA score	<i>p</i>	
Age	< 60	15	31.3 ± 3.6	0.200
	≥ 60	22	28.1 ± 6.6	
Sex	Male	11	28.6 ± 6.9	0.546
	Female	26	29.8 ± 5.4	
Neer's classification	2-part	24	30.2 ± 5.0	0.304
	3-part	13	28.0 ± 7.0	
Segmental fracture	(-)	30	29.0 ± 6.3	0.938
	(+)	7	31.1 ± 2.4	
Method of reduction	Closed	29	29.9 ± 5.4	0.361
	Open	8	27.9 ± 7.4	



**Fig. 2.** 53-year-old man with left proximal humerus fracture was treated by closed reduction and internal fixation with Polarus nail. A: Preoperative radiograph shows 3-part proximal humerus fracture. B: Postoperative radiograph shows internal fixation using Polarus nail. C: Radiograph at 1 month after the surgery shows fixation failure with migration of greater tuberosity. D: At 4 months after the surgery, patient was treated by arthroscopic capsular release, removal of device and rotator cuff repair. Although radiograph shows complete bony union, final clinical outcome is fair.

등이 있다[3-7]. 이러한 다양한 수술 방법들이 소개 되고 있지만, 가장 최선의 방법으로 정해진 치료는 아직까지 없으며 여전히 논란의 대상이 되고 있다.

금속판 고정술은 상완골 근위부 골절에 있어서 가장 대표적인 방법으로, 최근에는 부피가 작고 낮은 강성과 높은 탄성으로 보다 견고한 생역학적 고정력을 가지는 잠김 금속판의 도입으로 많은 예에서 이용되고 있으며, 우수한 결과들이 보고되어 있다[15,16]. 하지만 고령의 환자에서 골다공증으로 인한 불량한 골조직과 과도한 연부 조직의 박리로 인한 고정 실패, 금속판 파손, 불유합, 상완 골두 무혈성 괴사 등의 합병증도 보고되고 있다[10].

교합성 골수강내 금속정 고정술은 외고정 장치의 비관혈적의 장점을 가지면서, 금속판 고정술의 견고함을 동시에 가지고 있어 최근 수술적 치료를 요하는 상완골 근위부 골절의 치료에 널리 이용되고 있다. Polarus 금속정은 근위부에 4개의 교합고정을 할 수 있어 금속정의 근위부로의 이동을 방지할 수 있고, 고 굴곡력(high bending force)과 염전 강성(torsional stiffness)를 가지며 적은 각전위를 나타내므로 골과 금속정 사이에 안정적이고

견고한 고정력을 가질 수 있다[17]. 이러한 원칙적 측면에서 볼 때 Polarus 금속정 고정술은 골절부의 회전 안정성 및 상완 골두의 상방 전이의 방지 효과를 가지고 있어 견고한 고정이 가능하며, 비관혈적 정복 및 고정이 가능하여 연부 조직의 손상을 최소화 함으로써 상완 골두 무혈성 괴사나, 불유합 등 합병증의 빈도를 감소시킬 수 있는 수술 방법이라고 할 수 있다. 최근 여러 연구에서 상완골 근위부 골절의 Polarus 금속정 고정술 후 77~87%의 만족할 만한 결과를 보고하였다[3,5,7,12,13]. 저자들의 연구에서도 총 37례 중 32례(86.5%)에서 골유합을 보였으며 28례(75.7%)에서 만족할 만한 임상적 결과를 보여 최근에 보고된 여러 연구들과 비슷한 결과를 보였다.

그러나 몇몇 연구들은 고정 실패, 불유합, 부정유합, 나사의 이완 등의 술 후 합병증이 많이 일어날 수 있음을 보고하고 있다[8,9,13]. Bernard 등은[9] 11례 중 5례(45%)에서 고정 실패 및 나사 이완으로 재수술을 시행하였으며 골절의 양상이 고정 실패와 연관이 있음을 보고하였다. Agel 등도 [8] 20례 중에서 11례(55.0%)에서만 합병증 없

이 골유합을 이루었으며, 3레에서 고정 나사의 이완, 2레에서 고정 실패를 경험하였고, 외측 골간단 골절에 분쇄가 있거나 불안정성이 있는 경우에 금속정을 삽입구가 대결절로 치우치게 된 경우에는 결국 고정 실패나 골절편의 전위가 발생한다고 보고하였다. 저자들의 연구에서 나타난 합병증으로는 37례 중 고정 실패 및 불유합이 각각 3례, 내반 부정 유합 2례, 감염 1례, 고정 나사 이완 4례로 비교적 높은 합병증의 발생률(35.1%)을 보였으며 대부분 합병증이 발생한 예에서 만족스럽지 못한 결과를 나타내었다. 저자들이 고정 실패 및 내반 부정 유합의 증례의 경우 만족스럽지 못한 정복 상태 및 금속정의 삽입구가 대결절로 치우쳐서 발생한 것으로 판단하였다. 본 연구 뿐만 아니라 여러 연구에서 보고되었던 가장 흔한 합병증 중의 하나인 근위 교합 나사의 이완은 최근 잠김 나사의 개념을 도입한 교합 나사가 개발되어 사용되어지고 있으므로 발생률이 감소하리라 판단된다.

본 연구에서는 나이, 성별, 골절 분류, 분절 골절 유무, 정복 방법 등의 여러 변수와 최종 추시 UCLA 점수와 통계학적 연관성은 없었다. 60세 이상과 60세 미만 환자의 최종 추시 UCLA 점수가 각각 평균 31.3점, 28.1점으로 60세 이하에서 높았지만, 두 군간의 통계학적으로 의미있는 차이는 없었으며, 이는 고령의 환자에서도 만족할 만한 임상적 결과를 얻을 수 있음을 나타낸다 할 수 있겠다. 그리고 상완골 근위부 골절과 간부 골절이 동시에 발생한 7레에서 양호한 임상적 결과를 나타내어 분절 골절에서도 교합성 골수강내 금속정 고정술로 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. Neer 분류상 삼분 골절 이상에서의 교합성 골수강내 금속정 고정술의 결과에 대해서는 현재까지 논란이 많다. Lin은 [5] 27명의 삼분 골절 환자에서 교합성 금속정 고정술을 시행하여 100%의 골유합과 함께 77.7%의 만족할 만한 임상적 결과를 보고하였고, Adedapo 등도 [3] 23명의 삼분 또는 사분 골절 환자에서 87%의 만족할 만한 결과를 보고하였다. 한편 Bernard 등은 [9] 총 11례 중 합병증이 나타난 5례 모두 삼분 골절에서 발생하였으며, 삼분 골절에서의 Polarus 금속정 내고정술은 매우 높은 재수

술율을 나타내므로 추천할 만 한 방법이 아니라고 보고하였다. 본 연구에서는 이분 골절과 삼분 골절 환자의 최종 추시 UCLA 점수가 각각 평균 30.2점, 28.0점으로 이분 골절에서 높았지만, 두 군간의 통계학적으로 의미있는 차이는 없었다. 그러므로, 상완골 대결절의 골절이 동반된 경우에는 완전한 삽입구의 노출과 함께 삽입구 위치를 좀 더 내측으로 관절면에 정확히 만든다면 삼분 골절의 경우에도 만족할 만한 임상적 결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

## 요약

상완골 근위부 골절에서의 교합성 금속정 내고정술(Polarus®)은 비교적 양호한 임상적 결과를 나타내었으며, 고령, 삼분 골절, 또는 분절 골절이 동반된 경우에서도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 그러나 술 후 합병증의 발생률을 줄이기 위해서는 정확한 삽입구 확보 및 정복이 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. Baron JA, Karagas M, Barrett J, Knif-fin W, Malenka D, Keller RB. Basic epidemiology of Fractures of the upper and lower limb among Americans over 65 years of age. *Epidemiology* 1996;7:612-8.
2. Noh KC, Chung YK, Chung KJ, Hong SK. Two-part and three-part fractures of the proximal humerus treated with the Polarus interlocking nail: a comparison of fracture types. *J Korean Fracture Soc* 2006;19:182-7.
3. Adedapo AO, Ikpeme JO. The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury* 2001;32:115-21.
4. Chung ST, Kim HC, Yoo JH, Cho YJ. Treatment of proximal humeral fractures using modified Steinmann pins and tension band wiring. *J Korean Orthop Assoc*

- 2004;**39**:69-74.
5. Lin J. Effectiveness of locked nailing for displaced three-part proximal humerus fractures. *J Trauma* 2006;**61**:363-74.
  6. Martin C, Guillen M, Lopez G. Treatment of 2- and 3-part fractures of the proximal humerus using external fixation: A retrospective evaluation of 62 patients. *Acta Orthop* 2006;**77**:275-8.
  7. Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E. Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000;**120**:171-5.
  8. Agel J, Jones CB, Sanzone AG, Camuso M, Henley MB. Treatment of proximal humeral fractures with Polarus nail fixation. *J Shoulder Elbow Surg* 2004;**13**:191-5.
  9. Bernard J, Charalambides C, Aderinto J, Mok D. Early failure of intramedullary nailing for proximal humeral fractures. *Injury* 2000;**31**:789-92.
  10. Min WK, Sin SJ, Jeon IH et al. Fixation failure of LCP during the treatment of proximal humerus fractures. *J Korean Fracture Soc* 2006;**19**:188-92.
  11. Choi CH, Kwun KW, Jeung DU, Chang HJ. Treatment of proximal humerus fracture by Polarus nailing. *J Korean Shoulder Elbow Soc* 2006;**9**:169-75.
  12. Kazakos K, Lyras DN, Galanis V, et al. Internal fixation of proximal humerus fractures using the Polarus intramedullary nail. *Arch Orthop Trauma Surg* 2007;**127**:503-8.
  13. Koike Y, Komatsuda T, Sato K. Internal fixation of proximal humeral fractures with a Polarus humeral nail. *J Orthop Traumatol* 2008;**9**:135-9.
  14. Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS. Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;**10**:7-10.
  15. Bjorkenheim JM, Pajarinen J, Savolainen V. Internal fixation of proximal humeral fractures with a locking compression plate: a retrospective evaluation of 72 patients followed for a minimum of 1 year. *Acta Orthop Scand* 2004;**75**:741-5.
  16. Fankhauser F, Boldin C, Schippinger G, Haunschmid C, Szyszkowitz R. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res* 2005;**430**:176-81.
  17. Kitson J, Booth G, Day R. A biomechanical comparison of locking plate and locking nail implants used for fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;**16**:362-6.