

불안정 원위 쇄골 골절의 치료에서 장력대 강선 고정술과 Hook 금속판 고정술의 결과의 비교

박철현 · 손옥진 · 서재성

영남대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 불안정성 쇄골 원위부 골절에 대하여 장력대 강선 고정술과 Hook 금속판을 이용한 수술적 치료를 시행 후 임상적 및 방사선학적 결과를 비교해 보고자 하였다.

대상 및 방법: 2005년 6월부터 2009년 6월까지 쇄골 원위부 골절 중 Neer 분류 제2형 골절에 대하여 장력대 강선 고정술 (I군)과 Hook 금속판을 이용한 수술 (II군)을 시행한 환자 중 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 30예를 대상으로 하였다. 정복 및 골유합의 평가는 수술 직후 및 최종 방사선 소견을 이용하였고, 기능적 평가는 Kona의 평가표와 Constant-Murley의 평가법을 사용하였다.

결 과: 30예 모두에서 골유합을 확인하였으며 Kona의 기능적 평가에서 I, II군에서 각각 16예, 14예에서 양호 이상의 결과를 보였다. 평균 Constant score는 I군에서는 88.3점 (71~100), II군에서는 89.6점 (72~100)을 보였으나 양 군 간에 유의한 차이는 나타나지 않았다. 합병증으로는 II군에서 2예에서 견봉하 충돌을 보였고 견봉 하부 골미란이 1예에서 관찰되었다. 그 이외에 강선의 이동이나 심부 감염 및 견봉-쇄골 관절의 관절염 등의 합병증은 나타나지 않았다.

결 론: 2형 원위 쇄골 골절에서 장력대 강선 고정술과 Hook 금속판 고정술은 만족할 만한 결과를 얻을 수 있어 모두 유용한 방법일 수 있을 것으로 생각되나, Hook 금속판 고정술에서는 가능한 한 빠른 금속판의 제거가 필요할 것으로 생각된다.

색인 단어: 쇄골 원위부, 골절, Neer 제2형, 장력대 강선 고정술, Hook 금속판 고정술

Comparison of Results of Tension Band Wire and Hook Plate in the Treatment of Unstable Fractures of the Distal Clavicle

Chul-Hyun Park, M.D., Oog-Jin Shon, M.D., Jae-Sung Seo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yeungnam University Hospital, Daegu, Korea

Purpose: To compare the clinical and radiological outcomes of two surgical methods with tension band wire and Hook plate for unstable distal clavicle fractures.

Materials and Methods: Thirty patients with type II distal clavicle fractures were evaluated, who were operated with tension band wire (Group I) and Hook plate (Group II) fixation, from June 2005 to June 2009, and could be followed-up for more than 1 year after operation. The reduction and union were evaluated by the immediate post-operative and final radiographs. The functional outcome was evaluated by Kona's system and Constant-Murley scoring system.

Results: All 30 cases showed bony union. By Kona's functional evaluation, there were 16 cases with excellent and good results in Group I and 14 cases in Group II. The average Constant score was 88.3 (71~100) in Group I and 89.6 (72~100) in Group II, but there was no significant difference in both groups. As complications, there were 2 case with subacromial impingement, and 1 case showed subacromial erosion. There was no K-wire migration, deep infection and acromioclavicular joint arthritis.

Conclusion: Tension band and Hook plate fixation technique gave satisfactory clinical and radiological results in patients with type II distal clavicle fractures. These results suggest that tension band wire and Hook plate fixation technique seems to be an effective method for type II distal clavicle fracture. But we think that early removal of plate is necessary due to risks for

통신저자 : 손 옥 진

대구시 남구 대명동 317-1
영남대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 053-620-3640 • Fax : 053-628-4020
E-mail : ossoj@med.yu.ac.kr

Address reprint requests to : Oog-Jin Shon, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yeungnam University Hospital,
317-1, Daemyeong-dong, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea
Tel : 82-53-620-3640 • Fax : 82-53-628-4020
E-mail : ossoj@med.yu.ac.kr

접수: 2010. 8. 11
심사 (수정): 2010. 9. 13
게재확정: 2010. 10. 23

subacromial impingement and erosion in Hook plate fixation.

Key Words: Distal clavicle, Fracture, Neer type II, Tension band fixation, Hook plate fixation

서 론

쇄골 골절은 일반적으로 보존적 치료로도 골유합을 잘 얻을 수 있는 것으로 되어 있으나²¹⁾, 원위 쇄골 골절은 보존적 치료 시 불유합의 빈도가 30% 정도로 높은 것으로 보고되고 있다⁶⁾. 원위 쇄골 골절은 흔히 Neer의 분류법에 의해 분류되는데, 이 중 II형 골절은 오구 쇄골 인대 내측이나 인대 일부가 포함된 골절로, 근위 골편은 삼각근에 의해 상방으로 견인되고 원위 골편은 상완의 무게에 의해 하방으로 견인되기 때문에 보존적 치료로는 불유합의 가능성이 높아 수술적 치료가 필요한 경우가 많다^{16,18)}.

지금까지 원위 쇄골 골절의 치료 방법으로 견봉 쇄골 관절을 통과시키는 경피적 K-강선 고정술¹⁷⁾, 장력대 강선 고정술¹⁹⁾, 오구-쇄골 나사 고정술²²⁾, 여러 형태의 금속판 고정술¹⁾ 등의 다양한 수술적 치료 방법들이 소개되어져 왔으며, 최근에는 Wolter 금속판¹⁴⁾이나 Hook 금속판²⁰⁾을 이용한 고정술이 많이 사용되고 있다. 그러나 아직까지 원위부의 작은 골절편의 고정이 가능하며 수기가 쉽고 관절의 손상을 최소화하면서 견고한 고정력 및 높은 골유합을 얻을 수 있는 수술 방법에 대해서는 논란의 여지가 있다.

이에 저자들은 원위 쇄골 골절에서 수술적 치료의 방법으로 많이 시행되고 있는 견봉-쇄골 관절을 통과하지 않는 변형된 장력대 강선 고정술과 Hook 금속판 고정술을 시행 후 치료 결과를 임상학적 및 방사선학적으로 비교하여 보고자 하였다.

대상 및 방법

2005년 6월부터 2009년 6월까지 II형 원위부 쇄골 골절 환자 중 수술적 치료를 받은 환자 중 최소 1년 이상 추시가 가능하였으며, 다른 장골 골절이 동반되지 않았으며, 수술에서 치료까지 걸린 시간이 2주 이상 지나지 않았던 30명의 환자를 대상으로 하였다. 이 중 장력대 강선 고정술을 시행한 환자군 (I군)이 16명, clavicular hook plate (Synthes, Oberdorf, Switzerland)를 이용한 환자군 (II군)이 14명이었다. 수술 시 고정물 선택 기준은 긴 사면이나 횡골절, 원위부 골절편의 크기가 작은 경우, 그리고 분쇄가 심한 경우에는 Hook 금속판을 사용하고 그 외의 경우에는 무작위로 선택하는 것이었으나, 본 원에서 Hook 금속판을 사용하지 않았던 2008년 이전에 시행한 환자에서는 모두 장력대 강선 고정술을 시행하였다. Neer에 의한 원위 쇄골 골절의 분류에 의한 골절 양상은 I군에서는 IIa형이 9예, IIb형이 7예였으며, II군에서는 각각 9예와 5예였다. I군은 남자가 12예, 여자가 4예였으며 평균 연령은 44.1세 (20~75세), 평균 추시 기간은 34.3개월 (12~60개월)이었다. II군은 남자가 8예, 여자가 6예였으며 평균 연령은 44.5세 (18~75세), 평균 추시 기간은 20.5개월 (12~32개월)이었다.

수술은 전신 마취하에서 환자를 30도 정도의 해변 의자 자세를 취한 후 쇄골의 간부 중간 상단면에서 견봉의 중심부위까지 피부를 절개한 후 가급적 견봉-쇄골 인대의 손상을 피해 골절 부위를 노출시켰다. 이후 장력대 강선 고정술을 시행한 군에서는 골절 부위의 관혈적 정복 후 견봉-

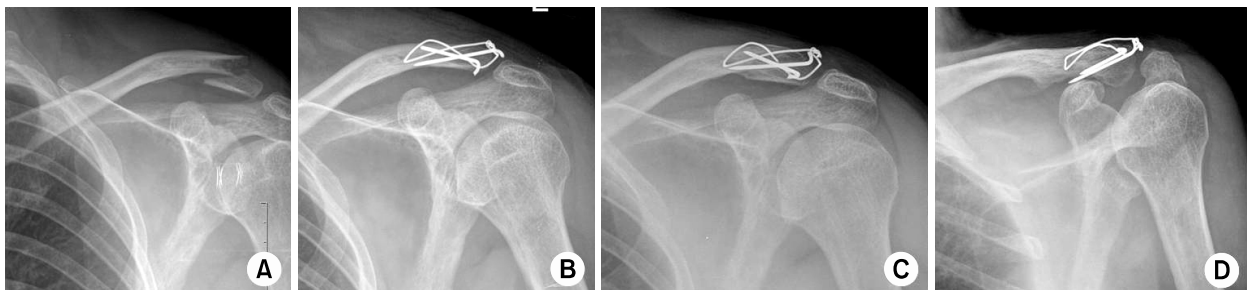


Fig. 1. (A) Radiograph of 56-year-old male shows Neer type II distal clavicle fracture.

(B) Satisfactory reduction and tension band wire fixation without acromioclavicular joint injury were seen in immediate postoperative radiograph.

(C, D) Bony union was seen in postoperative 6 months radiograph and there were no K-wire migration and acromioclavicular joint arthritis.

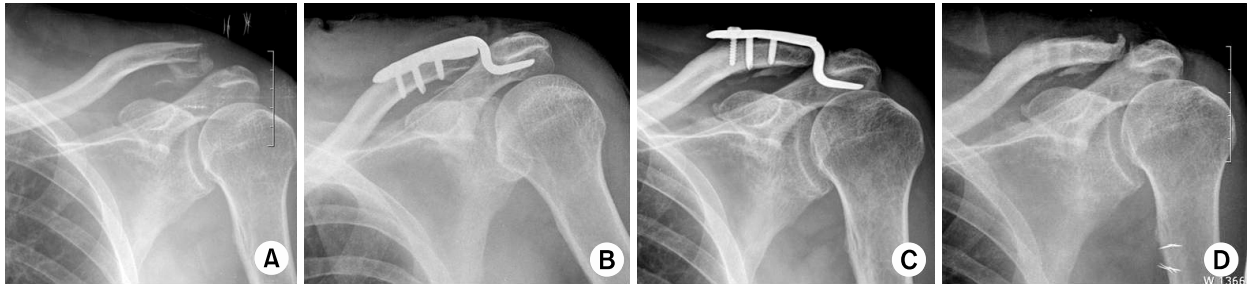


Fig. 2. (A) Radiograph of 57-year-old male shows Neer type II distal clavicle fracture. (B) Satisfactory reduction and Hook plate fixation were seen in immediate postoperative radiograph. (C) Proximal screw loosening & plate migration were seen in postoperative 6 months radiograph and there was subacromial impingement symptom. (D) After the operation of Hook plate removal, radiographs show good bony union and impingement symptom was disappeared.

쇄골 관절을 피하여 2개의 K-강선을 고정하고 8자형 장력대 고정을 하였고, 2개 이상의 장력대 고정을 시행한 환자는 없었다 (Fig. 1). Hook 금속판 고정을 시행한 군에서는 골절 부위의 정복하고 K-강선으로 일시적으로 고정을 시행 후, Hook 금속판의 원위부 갈고리를 견봉하 공간에 위치하도록 밀어넣은 후 근위부를 쇄골에 위치 시켰다. 견봉의 기울기가 클 경우에는 금속판을 구부려 견봉하 공간 및 쇄골에 잘 맞도록 하였다. 이 후 3.5 mm 피질 나사못을 이용해 골절의 내측부를 먼저 고정한 후 잠금 압박 나사로 고정을 시행하고 마지막으로 K-강선은 제거하였다. 두 군 모두에서 오구-쇄골 인대에 대한 재건술이나 봉합술 등의 치료는 시행하지 않았다.

수술 후 재활은 양 군 모두에서 수동적 견관절 운동을 수술 다음날부터 바로 시작하였다. 장력대 강선 고정술 군에서는 3주간 팔걸이를 이용한 고정을 시행 후 조심스럽게 능동적 견관절 운동을 시행하였고, Hook 금속판 고정술 군에서는 2주간 팔걸이를 이용하여 고정을 시행하였고 수술 다음날부터 수동적 관절운동을 시작하고 통증이 없어진 후부터 능동적 관절 운동을 시작하여 3주안에 전 범위의 견관절 운동 가능하도록 하였다. 양 군 모두에서 제한없는 능동적 관절 운동은 방사선 소견상 골유합 소견이 보이기 시작할 때 시행하였다.

수술 후의 평가를 위해서 쇄골의 전후방 및 두 경사 (cephalic tilt) 방사선 사진을 이용하여 골유합 및 강선의 위치 등을 관찰하였다. 또한 수술 전후에 견측과 환측의 오구 돌기 상단과 쇄골 하단 사이의 수직 거리 (오구 쇄골 간격)를 측정하여 골절의 정복의 유지 정도를 비교하였다. 임상적 결과의 평가는 Kona 등¹²⁾의 평가표와 Constant-Murley⁴⁾의 평가법을 이용하였다. 통계분석은 SPSS v.18.0을 이용하여 비모수 검정법인 Mann-Whitney test로 시행하였으며 p값이 0.05 이하인 경우를 통계적 유의성이 있는

것으로 판정하였다.

결 과

술 후 추시 결과 30예 모두에서 방사선학적 골유합을 확인할 수 있었으며, 평균 골유합 기간은 I군에서 11.2주 (9~15주), II군에서 10.8주 (8~16주)로 양 군 간 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 오구 쇄골 간격은 I, II군에서 각각 견측에 비해 수술 전 평균 125%, 108% 증가되어 있었다. 수술 직후 촬영한 방사선 사진 상에서는 I, II군에서 각각 견측에 비해 평균 18%, 12% 증가되어 있었고, 추시 6개월에는 각각 26%, 15% 증가되어 있었다. Hook 금속판을 사용한 군에서 정복의 소실 정도가 더 적은 양상을 보였으나 양 군간에 통계적으로 의미있는 정복의 소실의 차이는 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

술 후 1년째에 시행한 Kona 등의 평가 기준에 의한 기능적 평가에서 I군에서는 14예 (87.5%)에서 우수한 결과를, 2예에서 양호한 결과를 나타내었으며, 양호한 결과를 보인 2예는 모두 65세 이상의 고령의 환자분이었다. II군에서는 13예 (92.9%)에서 우수한 결과를, 1예에서 양호한 결과를 보였다. 또한 Constant score는 I군에서는 견측이 평균 93.8점 (76~100), 환측이 평균 88.3점 (71~100)이었고, II군에서는 견측이 평균 91.6점 (75~100), 환측이 평균 89.6점 (72~100)이었으며, 양 군 간에 통계적으로 의미있는 차이는 나타나지 않았다.

합병증으로는 장력대 강선 고정술을 시행한 I군에서는 강선의 이동이나 심부 감염 및 관절염은 발생하지 않았으나, hook plate를 사용한 II군에서는 견봉 하 충돌 증상 2예 (14.3%), 견봉 하부 골미란 1예 (7%)가 발생하였다. 견봉 하 충돌은 금속판을 제거한 후 증상은 소실되었으며 골미란은 금속판 제거술 후 경과 관찰 중이다.

고 찰

Neer 제2형 원위부 쇄골 골절은 골절부의 불안정성으로 인해 불유합의 빈도가 높아 최근에는 그 치료에 있어 수술적 치료가 많이 시행되고 있으며, 저자에 따라 여러가지 다양한 수술 방법을 보고하고 있다⁶⁾.

전형적인 장력대 강선 고정 기법은 최소한의 골 박리만으로 골절의 정복 및 고정이 가능하고 수기가 단순하며 삽입물의 부피가 적어 피하 조직이 얇은 원위 쇄골부의 골절에 유용하나 견봉-쇄골 관절염을 유발할 수 있는 단점이 있다. 이에 Kao 등¹⁰⁾은 쇄골 원위부 골절에서 견봉-쇄골 관절을 통과하지 않는 장력대 강선 고정을 행하여 11예에서 동통 없이 정상 관절 운동 범위를 보였음을 보고하였고, Chun 등³⁾도 변형 장력대 고정술을 이용하여 19예의 불안정성 쇄골 원위부 골절에 대하여 수술적 치료 후 모든 예에서 강선의 이동이나 파열 및 불유합의 합병증 없이 골유합을 얻었음을 보고하였다. 본 연구에서도 견봉-쇄골 관절을 통과하지 않는 장력대 강선 고정을 시행하여 합병증 없이 전예에서 골유합을 얻을 수 있었으며, 기능적인 면에서도 우수한 결과를 얻었다. 하지만 이 경우에도 작은 골절편이나 긴 사면 또는 횡 골절의 경우 장력에 의한 골절 정복이 미끄러질 수 있고 강선의 긴장 소실의 가능성을 배제할 수는 없으며, 복잡 골절의 경우 고정이 불안정할 수 있으므로 적절한 적응증을 가지고 시행해야 할 것으로 생각되며 본 연구에서도 골절부의 고정이 불안정할 것 같은 환자에서는 Hook 금속판을 이용한 고정을 시행하였다.

Hook 금속판은 1970년대 Balser²⁾에 의해 처음 고안되어 여러 가지 개선을 거치면서 현재의 형태로 발전하게 되었다. 장력대 강선 고정이 쇄골과 견갑골 사이에서 발생하는 회전력에 대한 저항이 적다는 문제점이 있는데 반해, Hook 금속판 고정은 회전력 뿐만 아니라 수직면에 대해서도 충분한 안정성을 가지므로 조기 관절 운동이 가능하다⁹⁾. 또한 견봉에 갈고리 구멍을 뚫어야 하는 Wolter 금속판과 달리 갈고리 구멍을 뚫을 필요가 없으므로 이로 인한 합병증 발생을 줄일 수 있다. Meda 등¹³⁾은 2형 원위 쇄골 골절에서 Hook 금속판 이용한 고정 후 전 예에서 골유합을 얻었고 우수한 임상적 결과를 얻을 수 있었다고 발표하였고, Flinkkilä 등⁸⁾은 63명의 환자에서 Hook 금속판을 이용한 고정술 후 3.6년 추시 결과, 만족할 만한 골유합과 견관절 기능을 보였으나 3예에서 불유합이 발생하였고 1예에서 재수술을 시행하였다고 하였다. 본 연구에서는 14명의 환자에서 Hook 금속판을 이용한 고정술 후 전예에서 골유합을 얻을 수 있었고 만족할 만한 임상적 결과를 보였다.

Eberle 등⁵⁾은 Hook 금속판 고정술과 오구-쇄골 나사 고정술 후 임상적 결과를 비교하였는데, 두 수술법 모두에서

좋은 견관절 기능을 나타내었지만 Hook 금속판을 이용한 고정술 후 더 빠른 견관절 운동이 가능하였다고 하였다. 또한 Flinkkilä 등⁷⁾은 Hook 금속판 고정술과 K-강선 고정술을 비교했을 때 두 군간의 임상적 결과는 유사하였으나, K-강선 고정술 시행 후 절반 이상의 환자에서 K-강선의 전이가 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서도 K-강선 고정술과 Hook 금속판 고정술을 비교한 결과 임상적 결과에서 두 군간의 차이는 나타나지 않았으나 Hook 금속판 고정술을 시행한 환자군에서 좀더 빠른 견관절 운동이 가능하였다. 그러나 최종 추시상에서 양 군간의 견관절 운동 범위의 차이는 관찰되지 않았다.

Hook 금속판 고정술 후 발생하는 합병증은 대해 여러 저자들에 의해 보고되었는데, Renger 등²⁰⁾은 Hook plate 고정술 후 27.4개월 추시상, 68%의 환자에서 견봉하 충돌 증상이나 견관절 운동의 제한이 나타났고 7%의 환자에서 견봉하 미란이 발생하였고, 골유합 후 금속판 제거 후 견봉하 충돌 증상이나 골미란의 소실이 있었다고 하였으며 Hook 금속판 고정술 후 가능한 한 빠른 금속판의 제거를 강조하였다. Kashii 등¹¹⁾도 Hook 금속판 고정술 후 1예의 견봉하 충돌로 인한 회전근개 파열과 1예의 견봉하 골절을 보고하였다. 본 연구에서는 2예에서 견봉하 충돌로 인한 견관절 운동의 제한이 나타났으나 금속판 제거술 후 증상이 소실되었다. 또한 1예에서 추시 방사선 사진 상 견봉하 골미란이 발생하였으나 그 정도가 경미하여 골유합 후 금속판을 제거하였고 현재 경과 관찰 중에 있다. Hook 금속판의 또 다른 문제점으로 Muramatsu 등¹⁵⁾은 금속판의 모양을 지적하였는데, AO Hook 금속판이 견봉과 쇄골의 해부학적 구조에 맞게 만들어진 금속판임에도 불구하고 77%의 환자에서 금속판의 구부림을 시행했다고 하였다. 본 연구에서도 대부분의 환자에서 금속판과 쇄골 부위의 정확한 형태의 일치를 보이지 않았고 50%의 환자에서 Hook 금속판의 추가적인 구부림이 필요하였다.

본 연구는 몇 가지 한계점을 가지는데, 먼저 양 군의 중례가 적고 추시 기간이 짧으며 후향적 연구라는 점, 그리고 양 군의 수술 후 임상적 평가를 Kona system과 Constant score를 이용하여 비교하였는데 DASH score 등을 이용한 수술 후 기능에 대한 자세한 평가가 이루어지지 못했다는 점 등이 있다. 이에 추 후 더 많은 환자군을 대상으로 장기간의 무작위 전향적 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결 론

Neer 제2형 원위 쇄골 골절에서 변형된 장력대 강선 고정술과 Hook 금속판 고정술은 만족할 만한 임상적 결과 및 방사선학적 결과를 얻을 수 있어 모두 유용한 방법이

될 수 있을 것으로 생각되나, Hook 금속판 고정술에서는 견봉하 충돌 증후군 및 견봉 골 미란의 합병증이 발생할 수 있으므로 가능한 한 빠른 금속판의 제거가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) **Ahn BW, Yoon JH, Kim CK, et al:** Internal fixation of clavicle lateral and fracture with mini T-plate. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 410-414, 2005.
- 2) **Balser D:** Eine neue Moethode zur operativen Behandlung der akromioklavikularen Luxation. *Chir Prax*, **24**: 275-281, 1976.
- 3) **Chun JM, Kim SY, Lee KW, Shin SJ, Kim EG:** Modified tension band fixation for unstable fracture of the distal clavicle. *J Korean Orthop Assoc*, **37**: 416-420, 2002.
- 4) **Constant CR, Murley AH:** A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*, **124**: 160-164, 1987.
- 5) **Eberle C, Fodor P, Metzger U:** Hook plate (so-called Balser plate) or tension banding with the Bosworth screw in complete acromioclavicular dislocation and clavicular fracture. *Z Unfallchir Versicherungsmed*, **85**: 134-139, 1992.
- 6) **Edwards DJ, Kavanagh TG, Flannery MC:** Fractures of the distal clavicle: a case for fixation. *Injury*, **23**: 44-46, 1992.
- 7) **Flinkkilä T, Ristiniemi J, Hyvönen P, Hämäläinen M:** Surgical treatment of unstable fractures of the distal clavicle: a comparative study of Kirschner wire and clavicular hook plate fixation. *Acta Orthop Scand*, **73**: 50-53, 2002.
- 8) **Flinkkilä T, Ristiniemi J, Lakovaara M, Hyvönen P, Leppilahti J:** Hook-plate fixation of unstable lateral clavicle fractures: a report on 63 patients. *Acta Orthop*, **77**: 644-649, 2006.
- 9) **Hackenbruch W, Regazzoni P, Schwyzer K:** Surgical treatment of lateral clavicular fracture with the "clavicular hooked plate". *Z Unfallchir Versicherungsmed*, **87**: 145-152, 1994.
- 10) **Kao FC, Chao EK, Chen CH, Yu SW, Chen CY, Yen CY:** Treatment of distal clavicle fracture using Kirschner wires and tension-band wires. *J Trauma*, **51**: 522-525, 2001.
- 11) **Kashii M, Inui H, Yamamoto K:** Surgical treatment of distal clavicle fractures using the clavicular hook plate. *Clin Orthop Relat Res*, **447**: 158-164, 2006.
- 12) **Kona J, Bosse MJ, Staeheli JW, Rosseau RL:** Type II distal clavicle fractures: a retrospective review of surgical treatment. *J Orthop Trauma*, **4**: 115-120, 1990.
- 13) **Meda PV, Machani B, Sinopidis C, Braithwaite I, Brownson P, Frostick SP:** Clavicular hook plate for lateral end fractures:- a prospective study. *Injury*, **37**: 277-283, 2006.
- 14) **Mizue F, Shirai Y, Ito H:** Surgical treatment of comminuted fractures of the distal clavicle using Wolter clavicular plates. *J Nippon Med Sch*, **67**: 32-34, 2000.
- 15) **Muramatsu K, Shigetomi M, Matsunaga T, Murata Y, Taguchi T:** Use of the AO hook-plate for treatment of unstable fractures of the distal clavicle. *Arch Orthop Trauma Surg*, **127**: 191-194, 2007.
- 16) **Neer CS 2nd:** Fractures of the distal third of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res*, **58**: 43-50, 1968.
- 17) **Neviaser RJ, Neviaser JS, Neviaser TJ, Neviaser JS:** A simple technique for internal fixation of the clavicle. A long term evaluation. *Clin Orthop Relat Res*, **109**: 103-107, 1975.
- 18) **Nordqvist A, Petersson C, Redlund-Johnell I:** The natural course of lateral clavicle fracture. 15 (11-21) year follow-up of 110 cases. *Acta Orthop Scand*, **64**: 87-91, 1993.
- 19) **Park JY, Seo JB, Kim MH, Yu JW:** Tension band fixation for type II fracture of the distal clavicle. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 421-425, 2005.
- 20) **Renger RJ, Roukema GR, Reurings JC, Raams PM, Font J, Verleisdonk EJ:** The clavicle hook plate for Neer type II lateral clavicle fractures. *J Orthop Trauma*, **23**: 570-574, 2009.
- 21) **Rowe CR:** An atlas of anatomy and treatment of mid-clavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **58**: 29-42, 1968.
- 22) **Zenni EJ Jr, Krieg JK, Rosen MJ:** Open reduction and internal fixation of clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **63**: 147-151, 1981.