

상완골 간부 단순 골절에서 최소 침습적 금속판 골유합술을 이용한 치료

울산대학교 의과대학 울산대학교병원 정형외과학교실

고상훈 · 이선호 · 조범근

The Treatment of Humerus Shaft Simple Fracture by MIPO Technique

Sang-Hun Ko, M.D., Ph.D., Sun-Ho Lee, M.D., Bum-Keun Cho, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Ulsan University Hospital,
University of Ulsan College of Medicine, Ulsan, South Korea*

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the clinical and radiological outcomes of treatment of humerus shaft simple fracture by minimally invasive percutaneous osteosynthesis (MIPO) technique using locking compression plate (LCP).

Materials and Methods: Six patients who were operated for humerus shaft simple fracture from August 2010 to May 2011 were enrolled for this study. We checked the cause of injury and the accompanying injuries and evaluated the operation time, the clinical and radiological period of union, postoperative range of motion of the shoulder and elbow joint, pain, activities in daily living, radiologic alignment, and other complications.

Results: The clinical period of bone union was 7.2 weeks on average, and the radiologic period of bone union was 8 weeks on average. Follow-up period was more than 12 months in all cases. The angulation through postoperative alignment was 2.8 degrees in AP view and 2 degrees in lateral view. The postoperative range of motion was 167 degrees in forward flexion, 50 degrees in external rotation, and thoracic vertebra 12 level in internal rotation. The average value of visual analogue scale (VAS) was 1.2 and that of KSS was 91.3. The American Shoulder and Elbow Surgeons' score (ASES) was 26.5 and the UCLA score was 31.5.

Conclusion: MIPO technique for the humerus shaft simple fracture showed good functional and radiological outcomes and may be considered as one of the treatment options for humerus shaft simple fracture.

Key Words: Humerus shaft simple fracture, Minimally invasive percutaneous osteosynthesis, Locking compression plate

※통신저자: 고 상 훈

울산광역시 동구 전하동 290-3

울산대학교 의과대학 울산대학교병원 정형외과학교실

Tel: 052) 250-7129, Fax: 052) 235-2823, E-mail: shkoshko@yahoo.co.kr, shkoshko@hanmail.net

접수일: 2012년 11월 30일, 1차 심사완료일: 2013년 3월 17일, 2차 심사완료일: 2013년 5월 30일, 3차 심사완료일: 2013년 6월 3일, 게재 확정일: 2013년 6월 4일

서 론

상완골 골절은 전체 골절의 5~8%의 빈도를 보이며 이 중 간부 골절이 약 30~50%로 전체 골절의 약 1~3%를 차지하는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 대부분의 상완골 간부 골절은 적절한 보존적 치료를 통해 치유가 가능하지만,²⁻⁴⁾ 도수정복 상태가 좋지 않을 때, 분절 골절, 병적 골절, 관절 내로 확장된 골절, 개방성 골절, 신경 혈관의 동반손상, 양측 상완 골절, 동측에 동반된 견관절, 주관절, 상완 골절, 만성적인 견주관절의 강직, 다발성 외상 환자 등이 수술적 치료의 적응증으로 여겨졌다.⁵⁾ 하지만 최근에는 수술 방법의 발달과 조기 관절 운동 및 일상 복귀를 위하여 기존의 수술적 치료의 적응이 되지 않더라도 수술적 치료를 선택하는 경향이 높아지고 있다.⁶⁾ 수술적 치료 방법으로 외고정술, 골수강내 고정술 및 금속판 고정술 등을 사용할 수 있지만 각각의 시술의 장단점이 있어 아직 어떠한 방법이 우월한 지에 대한 확실한 평가는 어려운 상태다. 그 중에 금속판을 이용한 내고정은 최근 들어 기계적 고정(mechanical fixation)보다는 생물학적 고정(biologic fixation)이 골절 치료에 중요하다는 개념이 점차 더 받아 들여지고 있고, 생물학적 환경을 보존하며 내고정을 시행함으로써 골절의 유합률을 높일 수 있는 최소 침습적 금속판 골유합술을 여러 종류의 골절에서 많이 사용하고 있다.⁷⁾ 저자는 상완골 간부 골절의 치료에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 골유합술의 결과를 분석하여 이의 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 전향적 방법으로 시행하였으며, 2010년 8월부터 2011년 5월 사이에 본원에서 수술을 시행하고 6개월 이상 추시가 가능했던 총 6례의 상완골 간부 단순 골절을 대상으로 하였고, 평균 연령은 54.8(31~73)세, 남자 2례, 여자 4례, 평균 추시 기간은 13.5개월이었다. 대상 환자의 수상 원인은 교통사고, 넘어짐, 낙상 등이었고 다른 동반 손상은 없었다. 골절 부위는 모두 상완골 간부로 근위 1/3부가 2례, 중간 1/3부가 3례, 원위 1/3부가 1례였고 골절 형태는 횡형이 2례, 사선형 2례, 나선형 2례 관찰되었다. 본 연구 기간 동안 분쇄형은 없었다. 수술 전 요골 신경 마비는 1례에서 관찰되었다.

전례에서 4.5 mm 제한적 접촉 잠김 압박 금속판 (4.5 mm narrow limited contact locking compression

plate, LCLCP, Synthes, Swiss) 및 잠김 나사못(Locking screw)을 사용하였다. 먼저 상완을 90도 외전, 전완을 회외전시켜 상완의 전방을 보이게 한 후 골절 근위부에 5 cm 크기의 종 방향 피부 절개를 하였다. 골절 위치에 관계없이 근위부 절개는 삼각 대흉간 도달법으로 하였고, 골절 부위의 연부조직 및 골막이 박리되지 않도록 조심하며 근위 상완골 간부의 골막 바로 위까지 노출시켰다. 이후 영상증폭장비를 이용하여 단순 견인만을 이용한 간접 정복을 시행하고 어느 정도 만족할 만한 정복이 얻어지면 잠김 압박 금속판을 근위 절개부를 통해 삽입하여 상완골 전방에 놓이도록 하였다. 이 때 주의할 것은 골막이 다치지 않도록 하는 것과 원위 간부의 요골 신경의 포착을 피하기 위해 전완을 굴곡 및 회외전시키는 것이다. 경피적으로 금속판을 삽입하게 되면 요골 신경 손상이 발생할 수 있으므로 요골 신경의 해부학적 위치에 대한 이해가 필수적인데, 근위부에서는 상완골 간부의 내측, 중간 부위에서는 후방, 원위부에서는 외측으로 주행하게 되므로 외측으로 금속판을 삽입할 경우 주의를 기울여야 한다. 금속판이 적절한 위치에 삽입되면 원위부에 나사구멍의 위치에 맞게 절개창을 만들어 전외측 도달법을 통해 상완 이두근을 내측으로 견인한 후 심부의 상완근을 노출하였으며 상완근 상부에 지나가는 근피 신경을 확인한 후 상완근을 정중선을 따라 상완골 전면이 노출될 때까지 박리하였다. 이후 금속판의 원위부를 노출하여 금속판의 적절한 위치를 찾았다. 다시 영상증폭장비를 이용하여 최종적으로 간접 정복을 시행하고 잠김 나사못 고정을 시행하였다. 금속판 길이는 골절 부위를 중심으로 원위부, 근위부 각각 최소한 3~4개의 구멍이 고정에 사용될 수 있는 길이로 정하였으며 주 골편의 양측에서 서로 가장 가까운 두 나사 사이의 거리(작용거리)는 금속판에 가해지는 스트레스가 잘 분산될 수 있도록 간격을 정하였다.

수술 직후 장상지 부목 고정을 시행하여 술 후 2일째까지 유지하였으며 요골 신경 손상에 대한 신체검사를 주기적으로 면밀히 시행하고 수술 2, 3일 후부터 견관절 및 주관절의 조심스러운 관절 운동범위 연습 및 수지 및 수근부 관절 운동범위 연습도 함께 시행하였다. 임상적 결과에 대한 평가는 평균 수술 시간, 평균 출혈량, 골절 부위의 통증이 소실되는 임상적 골 유합 시기, 통증에 대한 visual analog scale (VAS)를 측정하였고, Korean Shoulder Scoring system (KSS), American Shoulder and Elbow Society (ASES), UCLA 점수를 이용하여 술 후 최종 추시상의 견관절 기능을 평가하였다. 방

사선학적 결과에 대한 평가는 방사선학적 골 유합 시기 및 골 정렬을 측정하였다.

결 과

평균 수술시간은 154분(120~170분)이었으며 평균 출혈량은 283 ml(100~500 ml)였다. 전례에서 추시 기간 중 완전한 골유합을 이루었고 골절 부위의 압통이 없어진 평균 임상적 골유합 기간은 7.2주(6~9주)였으며, 평균 방사선학적 골유합 기간은 8주(6~9주)였다. 술 후 골 정렬에서 전후상 평균 2.8도(0~7도), 측면상 2도(0~12도)의 변형을 보였으며, 추가적인 변형은 전례에서 관찰되지 않았다(Fig. 1A-C).

술 후 12개월째 견관절의 운동 범위는 전방거상 평균

167도(150~180도), 신전 평균 50도(35~60도), 외전 평균 165도(140~180도), 내전위에서 회외전은 평균 50도(40~60도), 내전위에서 내회전 수위는 흉추 11번(흉추 10~12번)이었다. 주관절의 운동범위는 전례에서 굴곡 구축없이 평균 138도(132~144도)로 측정되었다. 술 후 12개월째 골절부의 통증을 나타내는 VAS의 평균값은 1.2(0~5)였고 KSS는 평균 91.3(77~97), ASES는 평균 26.5(22~29), UCLA점수는 평균 31.5(26~34)로 측정되었다. 1례에서 술 전(수상 직후) 요골 신경 마비 징후가 있었고 수근 낙하 및 무지 신전 장애는 cock-up 보조기 및 재활치료를 통해 6개월째 호전 양상을 보였으며, 근전도 및 신경전도 검사상 정중 신경 및 척골 신경, 요골 신경의 축색 신경 병증 소견을 보였다. 이 외의 합병증은 없었다.



Fig. 1. (A) Pre-operative radiograph of 31 years old male (Patient A) shows oblique fracture on the distal 1/3 area of the humerus shaft. (B) Immediate post-operative radiograph (Patient A) shows satisfactory result. (C) 12 month after operative radiograph (Patient A) shows radiologic union state.

고 찰

일반적으로 최소 침습적 금속판 골유합술의 적응증은 해부학적 정복이 필요치 않아 간접정복을 해도 되는 골절, 골다공증이 동반된 골간부와 골간단부 골절, 가교 금속판 고정이 적응이 되는 다골편성 골절이며 단순 골간부 골절과 골간단부 골절도 적응이 될 수 있다.⁸⁻¹³⁾ 단순 골절에서는 하나의 골절 선에서 모든 움직임이 일어나 그 골절선에서 불안정성이 크지만, 분쇄 골절에서는 여러 골절 선에서 움직임이 일어나서 각각의 골절선에 일어나는 움직임은 적기 때문에 불안정성에 대하여 훨씬 잘 견딜 수 있다. 따라서 골절선에서의 움직임을 허용하는 즉, 상대 안정성을 이용하는 최소 침습적 금속판 골유합술은 단순 골절보다는 복합 골절에서 더 유용하다고 생각할 수 있다.

Bae 등⁶⁾은 상완골 간부 골절에서 일반 금속판 고정군과 골수내 골수정 고정군과 외고정군 사이에 유합기간에 있어서의 통계적 차이는 없다고 발표하였다. 결국 절대 안정성이든 상대 안정성이든 유합률에는 유의한 차이가 없고 생물학적 환경을 보존하든 보존하지 않든 상완골 간부 골절 부위는 생물학적 환경이 좋기 때문에 유합률에는 유의한 차이가 없었다는 생각이다. 하지만 고식적인 관혈적 정복술로도 결과가 좋은 단순 골절이라 하더라도 최소 침습적 금속판 골유합술의 장점을 고려한다면 단순 골절도 최소 침습적 금속판 골유합술의 적응증에 충분히 포함될 수 있다. 최소 침습적 금속판 골유합술의 장점은 완전한 해부학적 정복이 꼭 필요하지 않고, 전이의 허용 범위가 넓으며, 사용하는 기구의 편리성 등을 들 수 있다. 또한 최소 침습적 금속판 골유합술은 골과 주위 연부조직의 혈액 공급을 보존하므로 관혈적으로 금속판 고정을 시행한 골절군에 비하여 감염 발생률이 낮다.^{12,14-17)} 그리고 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 후 발생한 감염은 보통 금속판 부위에 국한되고, 금속판 부위 이외의 연부조직과 골막은 잘 보존되므로 골절이 치유될 가능성이 보다 높다.⁷⁾ 따라서 단순 골절이라하여 반드시 최소 침습적 금속판 골유합술을 피하고 고식적인 금속판 고정술을 시행해야 할 필요는 없다.

이외에도 골절 주변부의 생물학적 환경이 골절치유에 훨씬 유리하고 이 때문에 해부학적 정복이 완전할 필요가 없으며 금속판 변형을 하지 않아도 된다는 점, 미용상의 장점 등을 들 수 있다. 하지만 상대적으로 긴 수술 시간, 많은 방사선 피폭량, 고식적인 금속판 고정술에 비해 기술적인 어려움, 부정 유합의 발생 가능성 등은

최소 침습적 금속판 골유합술의 단점이자 극복해야 할 부분이라고 생각된다.

최근 침습적 금속판 골유합술에 가장 이상적으로 사용되는 금속판은 잠김 압박 금속판으로 이는 잠김 나사못과 함께 사용된다. Krettek 등⁸⁾은 금속판의 길이는 골절 부위를 중심으로 양쪽에 3~4개의 나사못 고정이 가능하도록 길이를 정해야 하며 길이가 길수록 고정효과가 좋다고 하였으며 골절부위에서 가장 가까운 나사까지의 거리는 짧으면 짧을수록 금속판의 단위길이당 받는 힘의 크기가 많아지게 되고 길면 길수록 단위길이당 받는 힘의 크기가 작아져 부하를 덜 받게 된다고 하였다. 또한 골절의 종류에 따른 금속판 길이는 분쇄 골절은 골절 부위의 2~3배로, 단순 골절은 8~10배로 하는 것이 좋고 나사수는 금속판의 구멍수의 반이하(0.4~0.5) 정도로 하는 것이 좋다고 하였다. 본 연구에서도 이에 따라 사용할 나사못 수와 사용할 금속판 구멍의 수를 고려하여 금속판 길이를 정하였다.

최소 침습적 금속판 골유합술에서의 가장 큰 문제점 중의 하나가 요골 신경손상에 의한 마비인데 요골 신경은 상완골의 근위부에서는 내측에, 중간에서는 후측에, 그리고 원위부에서는 외측에 위치하므로 견인기나 금속판과 나사에 의해 손상을 받을 수 있다.^{12,18)} 따라서 수술 중에 견인은 조심스럽게 하고, 금속판을 상완골 원위부로 삽입할 때 주의하여야 한다. Apivatthakakul 등¹⁸⁾은 사체 실험을 통해 술기 중 전완을 회외시킨 상태로 금속판을 삽입하면 금속판을 휘지 않고도 요골 신경의 주행을 피할 수 있다고 하였다. 저자 역시 요골 신경 손상을 피하기 위해 전완을 회외시킨 상태로 금속판 삽입을 시행하였다. 상완골 중간에서는 전방에서 후방으로 구멍을 뚫을 때나 나사를 삽입할 때 깊숙이 뚫지 않도록 주의해야 한다. 이와 같은 방법으로 가능한 요골 신경의 손상을 최소화 할 수 있기는 하지만 아직 상완골 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 골유합술이 고식적인 관혈적 정복술 및 내고정술보다 요골 신경 손상이 더 적다는 근거는 없기에 이에 대한 연구가 필요할 것이다.

최근 상완골 간부 골절에 대해 최소 침습적 금속판 골유합술을 이용한 치료가 많이 시행되고 있다. 평균 골유합 기간에 대해 Shin 등¹⁹⁾은 평균 17.5주(12~25주), Shetty 등²⁰⁾은 평균 12.9주(10~20주), Concha 등²¹⁾은 평균 12주(8~16주)로 보고하였으며, 골변형의 정도, 견주관절의 운동범위, UCLA 점수는 본 연구와 비슷한 결과를 보였으며 요골 신경의 손상은 보고되지 않았다.

결 론

상완골 간부 골절은 과거 보존적 치료가 주된 치료였지만 최근 빠른 일상으로의 복귀를 위해 수술적 치료가 늘어나는 추세이며 최소 침습적 금속판 골유합술을 상완골 간부 골절에 적용시키는 시도들이 늘어나고 있다. 비록 요골 신경의 손상이 문제가 될 수 있지만 술기상 적절한 주의를 기울인다면 이를 피할 수 있으므로 상완골 간부 단순 골절에도 최소 침습적 금속판 골유합술이 가지는 장점을 충분히 활용할 수 있다. 본 연구에서 최소 침습적 금속판 골유합술을 이용한 상완골 간부 단순 골절의 치료는 유합률에 있어서도 우수하였고 기능적 평가에 있어서도 좋은 예후를 보였다.

REFERENCES

- 1) **Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE.** Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;419:46-50.
- 2) **Fears RL, Gleis GE, Seligson D.** Diagnosis and treatment of complications. *Fractures of the diaphyseal humerus.* In: *Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, ed. Toronto: Saunders; 1998. 567-78.*
- 3) **Gregory PR.** Fractures of the humeral shaft. In: *Bucholz RW, Heckman JD, ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. 973-96.*
- 4) **Schemitsch EH, Bhandari M.** Fractures of the diaphyseal humerus. In: *Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, ed. Toronto: Saunders; 2001. 1481-511.*
- 5) **Michael D, McKee.** Fractures of the humeral shaft. In: *Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown C, ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006. 1117-59.*
- 6) **Bae SW, Kim WJ, Song BY, Choi NH, Lee JH.** Postoperative functional assessments in adult humerus shaft fractures-comparison among plates and screws, intramedullary nail and external fixator. *J Korean Fracture Soc.* 2001;14:228-35.
- 7) **Byun YS.** Minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO. *J Korean Fracture Soc.* 2007;20:99-114.
- 8) **Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tscherner H.** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury.* 1997;28 Suppl:20-30.
- 9) **Mast J, Jacob R, Ganz R.** Planning and reduction technique in fracture surgery. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag; 1989. 48-200.
- 10) **Perren SM.** Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation; choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84: 1093-110.
- 11) **Ruedi TP, Murphy WM.** AO principles of fracture management. 1st ed. New York: Thieme; 2000. 139-305.
- 12) **Tong GO, Bavonr AS.** AO manual of fracture management. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO). 1st ed. New York Thieme; 2007. 66-325.
- 13) **Wagner M.** General principles for the clinical use of the LCP. *Injury.* 2003;34 Suppl:31-42.
- 14) **Collinge C, Sanders R, DiPasquale T.** Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;375: 69-77.
- 15) **Gautier E, Sommer C.** Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury.* 2003;34 Suppl:63-76.
- 16) **Schutz M, Muller M, Krettek C, et al.** Minimally invasive fracture stabilization of distal femoral fractures with the LISS: a prospective multicenter study. Results of a clinical study with special emphasis on difficult cases. *Injury.* 2001;32 Suppl:48-54.
- 17) **Stannard J P, Wilson TC, Volgas DA, Alonso JE.** Fracture stabilization of proximal tibial fractures with the proximal tibial LISS: early experience in Birmingham, Alabama (USA). *Injury.* 2003;34 Suppl: 36-42.
- 18) **Apivatthakakul T, Arpornchayanon O, Bavornratanavech S.** Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of the humeral shaft fracture. Is it possible? A cadaveric study and preliminary report. *Injury.* 2005;36:530-8.
- 19) **Shin SJ, Sohn HS, Do NH.** Minimally invasive plate osteosynthesis of humeral shaft fractures: a technique to aid fracture reduction and minimize complications. *J Orthop Trauma.* 2012;26:585-9.
- 20) **Shetty MS, Kumar MA, Sujay K, Kini AR, Kanthi KG.** Minimally invasive plate osteosynthesis for humerus diaphyseal fractures. *Indian J Orthop.* 2011; 45:520-6.
- 21) **Concha JM, Sandoval A, Streubel PN.** Minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures: are results reproducible? *Int Orthop.* 2010; 34:1297-305.

초 록

목적: 상완골 간부 단순 골절의 수술적 치료에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 골유합술의 임상적 및 방사선학적 결과를 분석하였다.

대상 및 방법: 2010년 8월부터 2011년 5월까지 상완골 간부 단순 골절 골절에 대해 최소 침습적 금속판 골 유합술을 통해 수술을 시행하고 전향적으로 12개월 이상 추시한 6례의 환자를 대상으로 하였으며, 임상적 및 방사선학적 골유합 기간 및 술 후 관절 운동 범위와 기능을 확인하였다.

결과: 임상적 및 방사선학적 평균 골유합 기간은 각각 7.2주, 8주였다. 술 후 골 정렬에서 전후상 평균 2.8도, 측면상 내반 2도의 변형을 보였다. 술 후 12개월째 견관절 운동 범위는 전방거상 167도, 외회전 50도, 내회전 수위는 흉추 11번이었고, 평균 VAS는 1.2점, KSS는 91.3점, ASES는 26.5점, UCLA 점수는 31.5점이었다.

결론: 상완골 간부 단순 골절의 수술적 치료에서 최소 침습적 금속판 골유합술은 방사선학적 및 기능적으로 우수한 결과를 보였으며 상완골 간부 단순 골절에서 고려해 볼 수 있는 유용한 치료 방법 중 하나라고 생각된다.

색인 단어: 상완골 간부 단순 골절, 최소 침습적 금속판 골유합술, 잠김 압박 금속판