

2012년 8월

석사학위 논문

상완골 골절에 대한 최소
침습적 금속판 고정술

조선대학교 대학원

의학과

서광효

상완골 골절에 대한 최소

침습적 금속판 고정술

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Humerus
Fractures

2012년 8월 24일

조선대학교 대학원

의학과

서광효

상완골 골절에 대한 최소
침습적 금속판 고정술

지도교수 하 상 호

이 논문을 의학 석사학위신청 논문으로 제출함

2012년 4월

조선대학교 대학원

의학과

서광호

서광효의 석사학위 논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 이 상 흥 (인)

위 원 조선대학교 교수 문 영 래 (인)

위 원 조선대학교 교수 하 상 호 (인)

2012년 05월

조선대학교 대학원

목 차

ABSTACT	iii
I . 서론	1
II . 대상 및 방법	2
III . 결과	7
IV . 고찰	9
V . 결론	14
참고문헌	15

표목차

Table 1. Data of 19 patients who was treated humerus fractures by
MIPO techniques in this study ----- 18

도목차

Fig. 1. (A,B,C) A 35 years old female with proximal humerus metaphyseal comminuted fracture was treated with minimally invasive technique using Philos plate. After making the submuscular tunnel using long Kelly clamps, a locking compression plate was inserted to the proximal humerus fracture site through the deltoid splitting incision.----- 19

Fig. 2. (A, B) A 56 years old female sustained a wedge spiral fracture of the right humerus diaphysis due to pedestrian traffic accident. And she was treated with minimally invasive technique using 4.5mm low contact dynamic compression plate.----- 20

(C) After 1 year after surgery, postoperative radiographs demonstrated a complete osseous union with good alignment.

Fig. 3. (A, B) Preoperative AP and lateral radiographs of a 64 years-old female showed A0/OTA B2 distal third humerus fracture.

(C, D) Postoperative radiographs at 6 months showed union of the fracture with good alignment.----- 21

ABSTRACT

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Humerus Fractures

Seo Kwang Hyo

Advisor : Prof. Ha Sang Ho, Ph.D.

Department of Medicine,

Graduate School of Chosun University

Purpose: The purpose of this study is to evaluate the clinical and radiological outcomes of proximal, middle and distal third humeral fractures treated with the minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO).

Materials and Methods: A retrospective study of 19 patients with the proximal, middle or distal third humeral fractures underwent MIPO from April 2010 to April 2011. There were 3 men and 16 women with an average age of 56.6 years. The radiological outcomes of bony union and anatomical reduction were evaluated. The clinical outcomes were assessed by measuring the Korea shoulder society (KSS) score, Mayo elbow performance (MEP) score and the postoperative complications.

Results: Fracture union was obtained in 18 patients at an average of 16.2 weeks, including 2 cases of delayed union. The radiologic results were

showed 1.8 degree of valgus angulation and 1.6 degree of posterior angulation. The average KSS score of all cases were 91 and the average MEP score was 82.5. There were 4 complications; 1 case of nonunion, 1 case of radial nerve palsy, 1 case of partial shoulder ankylosis and 1 case of elbow stiffness.

Conclusion: MIPO technique for proximal, middle and distal third humeral fractures is one of the good treatment methods which is provided satisfactory clinical and radiological outcomes considering high union rate and minor complications.

Key words: Humeral fractures, minimally invasive plate osteosynthesis

1. 서론

상완골 골절은 전체 골절의 약 5%를 차지하는 골절로, 이 중 근위부 골절이 약 30-40%의 비율을 보이며, 간부 골절이 약 30-50%를 차지한다.¹⁾ 과거에 상완골 근위부 및 간부 골절은 보존적 치료로도 좋은 결과를 보고하였으나,^{2,3)} 장기간의 석고 고정에 따른 관절 강직과 부정 유합 등의 합병증이 많다. 심한 전위나 분쇄가 동반된 골절, 다발성 골절 등에서 조기 재활로 견관절과 주관절 운동 범위 회복을 요하는 경우는 수술적 치료의 적응이 된다. 관혈적 정복술을 통한 금속판 내고정술은 골절 정복을 위한 광범위한 절개와 연부 조직의 박리로 인하여 골절부 혈류 공급을 파괴하여 출혈, 심부 감염, 불유합, 지연 유합 등의 합병증이 보고되고 있다.⁴⁾ 또한 비관혈적 도수 정복을 이용한 골수강내 고정술 역시 회전근개 절개를 통한 골수강내 금속정 삽입에 따른 견관절 통증 및 견관절 운동 장애와 같은 합병증을 유발할 수 있다.^{5,6)}

이러한 문제점들을 극복하기 위해 최소 침습적 금속판 고정술이 상완골 골절에 대한 치료법으로 시도되고 있으며 임상적으로 성공적인 결과를 보고하고 있다.⁷⁻¹⁰⁾ 이에 본 연구는 근위 상완골, 상완골 간부 및 원위 1/3 상완골 골절에 대하여 최소 침습적 금속판 고정술을 소개하고, 이에 대한 임상 결과 및 방사선학적 결과를 분석하여 상완골 골절에서의 최소 침습적 금속판 고정술의 유용성을 알아보고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

2010년 4월부터 2011년 4월까지 상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절로 내원한 환자 중 최소 침습적 금속판 고정술을 시행한 19명의 환자를 대상으로 하였다. 근위 상완골 골절은 4명으로 A0/OTA 분류상 4명 중 A형 2명, B형 1명, C형 1명 이었다. 상완골 간부 및 원위 1/3 골절은 총 15명으로 A0/OTA 분류상 A형 5명, B형 10명 이었다. 평균 연령은 56.6세(21-90세)였으며 남자가 3명, 여자가 16명이었다. 수상에서 수술까지의 기간은 평균 7.2일(2-25일)이었으며, 수상 원인으로서는 교통 사고가 9명, 추락이 7명, 낙상이 2명이었으며 기타 원인으로 1명이 있었다. 동반 손상으로 늑골 골절 1예, 동측 견갑골 체부 골절 2예, 동측 쇄골 간부 골절 1예, 동측 원위 요골 골절이 1예 있었으며 수상 직후 요골 신경 마비를 보였던 환자가 1예 있었다. 평균 추시 기간은 16.1 개월(12-24개월)이었다 (Table 1).

2. 수술 방법

1) 상완골 근위부 골절

전신 마취 하에서 환자를 방사선 투과성 수술대에 양와위 자세로 취한 후 수술 도중 동측 상지를 자유롭게 움직여 정복을 쉽게 할 수 있게 하였다. 상완골 근위부 골절부의 근위 절개는 견봉 전외측 모서리에서 시작하여 하방으로 약 5 cm 가량의 종 절개를 통해 삼각근 분리 도달법(deltoid splitting approach)으로 접근하였다. 액와 신경 손상에 주의하여 삼각근을 분리한 후 연부 조직 박리를 통해 대결절과 상완골 두의 위치를 확인하였다. 상완골 대결절을 포함한 3분

골절의 경우에는 금속판 삽입 전 대결절 골절면에 흡수성 봉합사를 통과시켜 대결절을 어느 정도 정복하여 임시 고정을 시행하였다. 내고정은 Philos 금속판(Synthes®, Oberdorf, Switzerland)을 이용하였으며, 잠김 압박 금속판으로 근위부에 제 5열까지 있어 상완골 두를 향해 고정할 수 있도록 되어 있다. 금속판 삽입은 근위 절개부를 통해 원위부로 삽입하였으며, 이때 반드시 삼각근 내측에서 횡방향으로 진행하는 액와 신경을 축지하여 금속판 삽입시 액와 신경을 보호하였다. 방사선 영상 증폭 장치 하에서 금속판 근위부가 대결절 5 mm 하방 및 상완 이두근 구(bicipital groove) 1cm 외측에 위치하도록 한 후 금속판과 상완골 근위부의 임시 고정을 위해 K-강선을 삽입하여 금속판을 임시로 고정하였다. 금속판을 상완골 근위부를 중심으로 임시로 위치시킨 후 금속판 원위부 노출을 위해 금속판 원위부 나사 구멍을 중심으로 약 3cm 정도의 별개의 원위 절개창을 만들고 전외측 도달법을 통해 삼각근과 상완 이두근 사이를 박리하여 금속판 원위부가 상완골 외측 중심부에 오도록 위치시켰다(Fig. 1). 이후 골절 정복을 시행하였고, 골절의 정복이나 유지가 힘든 경우 방사선 영상 증폭 장치를 이용하여 상지를 견인 및 외전 혹은 내전하여 전후면 사진 상에서 만족할 만한 골절의 정복이 이루어진 위치에서 정복 겸좌(reduction forcep)를 이용하여 금속판과 골절부를 임시로 고정하는 방법을 사용하였다. 상완골과 금속판의 접촉이 적절하지 않을 때는 골절의 원위부에 피질골 나사를 사용하여 접촉을 적절히 이룰 수 있게 하였고, 접촉이 적절하다면 피질골 나사 대신 잠김 나사를 이용하였다. 이후 근위 절개창을 통해 4-6개의 잠김 나사를 삽입하였다. 특히 Philos 금속판은 근위부 3열에 2개의 나사못을 삽입할 수 있는데 이 부분은 액와 신경이 지나가는 부위이므로 액와 신경 손상 예방 및 시야 확보를 위해 견관절 외전 자세에서 나사못 고정을 하였다. 원위 절개창을 통해 최소 2개 이상의 잠김

나사를 추가로 고정하였다(Fig. 1). 술후 팔걸이(arm sling)를 착용하여 4주간 고정하였고, 술후 3일째부터 추운동을 비롯한 수동적 견관절 전방 거상 운동을 시행하며 점차적으로 외회전 및 내회전 운동을 시행하였다.

2) 상완골 간부 및 원위 1/3 골절

전신 마취 하에서 환자를 앙와위 자세로 취하고 술자는 환자 상지의 근위부에 위치하여 영상 증폭 장치를 환자 상지와 평행한 방향으로 출입하도록 하였다. 고정을 위한 금속판은 4.5 mm 저접촉 압박 금속판 또는 4.5/5.0 mm 잠김 압박 금속판을 이용하였으며, 금속판 길이는 관혈적 정복술시 사용하는 금속판보다 긴 금속판을 선택하였다. 근위부와 원위부 절개창 위치는 골절부 중간에 금속판을 위치시킨 상태에서 영상 증폭 장치 하에서 금속판 근위 및 원위 각각 3개의 나사 구멍의 위치를 확인하여 각각 약 3~5 cm의 절개를 시행하였다. 근위 절개창은 삼각 대흉간 도달법(delto-pectoral approach)을 통해 상완골 간부가 노출될 때까지 연부조직 박리를 시행하였다. 원위 절개창은 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. 수술 전반에 걸쳐 주관절을 약간 굴곡하고 전완부를 회내 위치시켜 요골 신경이 상완골에서 멀어지게 자세를 유지하였다. 근위 및 원위 절개창을 통하여 금속판을 상완골 근위부에서 원위부 방향으로 삽입하여 상완골 전방에 위치시켰다. 골절 정복은 방사선 영상 증폭 장치 하에서 상완골 전후면상을 확인하면서 상완골 근위부 골절시와 마찬가지로 상완골 및 금속판의 굴곡률과 정복 정도에 따라 피질골 나사 또는 잠김 나사 고정을 통해 금속판을 이용한 정복 및 고정을 시행하였다. 먼저 영상 증폭 장치의 전후면상에서 골절부

근위 상완골 간부와 금속판의 선열을 정확히 맞춘 후 방사선 영상 증폭 장치를 골절 원위부로 옮겨 원위 상완골 간부를 견인 및 외전을 통해 해부학적 위치로 정복하고 전후면상의 내외반 선열을 맞추었다. 이후 정복 검사를 이용하여 금속판과 함께 상완골 간부 또는 원위부 골절에 대해 정복을 시행한 이후 방사선 영상 증폭 장치 하에서 정복 및 금속판 위치가 적절함을 확인한 이후 골절의 근위부 및 원위부에 피질골 나사를 이용하여 금속판과 상완골을 밀착 시킨 이후 고정을 하였다. 이후 방사선 영상 증폭 장치를 통해 금속판을 기준으로 정복된 상완골의 외측상을 확인한 후 골절의 근위부와 원위부에 각각 최소 2개씩의 잠김 나사로 견고히 고정하였다(Fig. 2, 3). 술후 팔걸이를 착용하여 고정하였고, 술후 3일부터 추운동을 비롯한 수동적 전방 거상운동을 시행하며 수술 6주 이후 외회전 및 내회전 운동을 시행하였다.

3. 평가 방법

방사선학적 평가로 골유합 및 해부학적 정복에 대한 평가를 시행하였고, 한국 견관절 점수(Korea Shoulder society score)와 메이요 주관절 기능 점수(Mayo elbow performance score) 및 합병증을 조사하여 임상적 결과를 평가하였다. 상완골 간부 및 원위 1/3 골절에 대해서는 주관절 운동 범위를 함께 측정하였다.

상완골 근위부 골절은 해부학적 정복에 대한 평가를 위해 골유합 시의 전후면 사진에서 경간각(neck shaft angle)을 측정하여 Paavolainen 등¹¹⁾의 방법에 의해 상완골 경간각의 회복(130 ± 10 도)시는 우수, 100-120도는 보통, 100도 미만 시는 불량으로 평가하였다. 상완골 간부 및 원위 1/3 골절은 골유합시의 전후면 및 외측 방사선 사진 상의 내외반 및 전후굴 각도를 측정하였다. 방사선학적 결과는 매 1개월마다 정기적으로 촬영한 단순 방사선 검사를 통해 4면의 피질골 중에

3면에서 가골 형성이 관찰되며 골절부 압통이 없는 시기를 골유합으로 정의하여 골유합 기간을 분석하였다. 수술 시간은 피부 절개를 시작으로 하여 피부 봉합까지의 시간으로 측정하였다.

III. 결과

1. 임상적 결과

최종 추시상 근위 상완골 골절 환자 4명의 한국 견관절 점수는 평균 88.0점이었으며, 메이요 주관절 기능 점수는 평균 87.5점을 보였다. 골유합 판정시 평균 견관절 운동 범위는 전방 거상이 135.2도(80-175), 외전이 163.5도(70-170), 외회전이 35.6도(10-70), 90도 외전 자세에서 내회전은 50.3도(20-70)로 측정되었으며 주관절 운동 범위는 신전 5.0도(0-10), 굴곡 130.0도(125-135)였다.

상완골 간부와 원위 1/3 골절 환자 15명의 한국 견관절 점수는 평균 91.8점이었으며 메이요 주관절 기능 점수는 평균 81.3점을 보였다. 또한 골유합 판정시 평균 견관절 운동 범위는 전방 거상 166.3도(120-180), 외전 170.4도(140-180), 외회전이 40.5도(10-70), 90도 외전 자세에서 내회전이 65도(50-80)였으며 주관절 운동 범위는 상완골 간부와 원위 1/3 골절 환자 15명은 신전 8.0도(5-20), 굴곡 121.0도(80-135)를 보였다.

이에 모든 환자에서 한국 견관절 점수는 평균 91점, 메이요 주관절 기능 점수는 평균 82.6점 이었다.

2. 방사선학적 결과

총 19예의 환자 중 18예 환자에서 골유합을 얻었으며, 그 중 2예에서는 지연 유합을 보였다. 1예에서 불유합을 보였으며, 골유합을 얻은 18예 환자의 평균 골유합 시기는 16.4주(12-25)였다. Paavolainen 등¹¹⁾의 방법에 의한 근위 상완골의 경간각 회복 정도는 우수가 4예였다. 상완골 간부의 전후면 및 외측

방사선 사진 상의 내외반 및 전후굴 각도는 각각 평균 외반 2.1도(내반 3.5도-외반 9도)와 후방 각형성 1.6도(전방 각형성 4도-후방 각형성 10도) 였다(Table 1).

3. 수술 시간

근위 상완골에 대한 최소 침습적 금속판 고정술의 평균 수술 시간은 82.5분(55-120)이었으며, 간부 및 원위 1/3 골절의 평균 수술 시간은 평균 72.2분(50-95)이었다(Table 1).

4. 합병증

간부 골절로 수술적 처치 시행하였던 1예에서 불유합을 보였으며 환자는 자가골 이식술을 시행하여 골유합을 얻었다. 상완골 간부 골절 환자 1예에서 수술 직후 요골 신경 마비가 발생하였으나 경과 관찰만으로 수술 후 4개월에 완전 회복되었으며, 수술 전 동반된 요골 신경 마비 1예도 수술 중 신경 탐색술 없이 술후 3개월에 회복되었다. 또한 근위 상완골 골절 환자에서 술후 견관절 운동 제한이 발생하였으며 환자는 수술 이후 견관절 운동 범위는 전방 거상이 80도, 외전이 75도, 외회전이 15도, 90도 외전 자세에서 내회전은 30도로 측정되어 운동 제한이 발생하였다. 또한 원위 상완골 골절 환자에서 술후 주관절 운동 제한이 발생하였으며 신전 20도, 굴곡 90도를 보였다. 두 환자 모두 적극적인 능동적 운동 및 재활 치료 중이다.

IV. 고찰

상완골 골절시 부위나 골절 양상 등에 따라 외고정술, 나사못 고정술, 골수강내 고정술 및 금속판 고정술 등을 이용하여 수술적 처치를 시행할 수 있으며, 이 중 관혈적 정복 및 금속판 내고정을 통한 압박 금속판 고정술은 상완골 골절시 표준적인 치료로 좋은 결과들을 보고하고 있다.^{12,13)} 그러나 관혈적 정복술은 골절부의 완전 개방 및 정복을 위한 광범위한 절개창과 연부 조직 박리로 골외막으로의 혈류 공급에 영향을 미칠 수 있으며 또한 압박 금속판 고정술은 피질골과 금속판 사이의 마찰력으로 골외막으로의 혈류 공급이 차단되는 단점이 있어,¹⁴⁾ 이에 따른 골절의 지연 및 불유합(2-14%), 감염(2-5%), 의인성 요골 신경의 마비, 재골절 등의 합병증이 발생할 수 있다.¹⁵⁾ 또한 풍부한 수술적 경험이 요구되며 골막, 근육, 신경에 대한 충분한 주의가 요구되는 수술 방법이다. 다른 수술 방법인 골수강내 고정술은 비관혈적 정복을 원칙으로 하므로 생역학적으로 우수하고 이론적으로 골 유합율이 높은 장점이 있어¹⁶⁾ 금속판 고정술시 발생할 수 있는 문제점을 피할 수 있지만, 전향적 골수정 삽입은 회전근개 손상으로 인한 수술 후 통증 뿐만 아니라 견관절 기능 장애를 유발할 수 있으며,⁵⁾ 역행성 골수정은 술기의 어려움과 함께 삽입시 의인성 골절의 발생 등과 같은 문제점을 초래할 수 있다.⁶⁾ 이러한 관점에서 최근 하지 장관골 골절에서 많이 이용하고 있는 최소 침습적 금속판 고정술은 상완골 골절의 치료시 고식적인 치료법으로 인해 발생할 수 있는 문제점들을 동시에 해결할 수 있는 방법으로 생각되고 있다. 최소 침습적 금속판 고정술은 골절부를 개방하지 않아 혈류 공급을 보존할 수 있으며 가교 금속판 고정술로 골절부 연부 조직의 생존력을 증가시킬 수 있는 생물학적 고정술의 개념이라 할 수 있으며, 최근 이에 대한

연구를 통해 여러 문헌에서 좋은 결과들이 보고되고 있다.⁷⁻¹⁰⁾

최소 침습적 금속판 고정술은 골막과 골절부의 연부조직을 보호하여 골절의 유합율을 높이는 것이 가장 큰 장점으로 알려져 있다.¹⁰⁾ 특히 상완골 골절시 고식적 금속판 고정술시에는 분쇄 골절 및 골절편의 간격이 큰 경우 골이식의 필요성이 높으며, 특히 자가골 이식시에는 공여부 통증 및 수술 시간의 지연 등으로 인한 합병증의 가능성이 높아지나,¹⁾ 최소 침습적 금속판 고정술을 이용한 Lee 등¹⁷⁾의 보고에서와 같이 본 연구에서도 모든 예에서 골이식을 시행하지 않아도 높은 골유합율을 얻을 수 있어 골이식의 필요성을 줄일 수 있는 좋은 방법으로 생각된다. 또한 Lee 등¹⁷⁾이 언급한 것 처럼 원위부 상완골 골절시에는 3개 이상의 충분한 나사못 고정이 중요하며 골절부의 큰 간격을 줄이는 것이 성공적인 골유합을 위한 필요 조건이라고 하였다.

Jiang 등¹⁸⁾은 분쇄가 있는 복잡 골절에서 최소 침습적 수술 술기로 높은 비율의 골유합을 얻었다고 하였으며, 본 연구에서도 분쇄가 심하였던 1예를 제외하고는 골유합을 모두 얻었다. 본 연구에 포함하지는 않았으나 정복 및 고정이 쉽지 않았던 분쇄 골절 1예에서 관혈적 정복으로 전환하였던 것을 고려해보면, 수술적 술기가 상당히 요구되며 최소 침습적 수술 술기로 실패하였을 경우 관혈적 정복술로의 전환을 고려해야 한다.

장관골 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술시 어려운 부분은 골절 정복을 유지한 상태로 금속판을 고정하는 것이다. 본 연구에서는 2~3 개의 정복 경좌를 이용하여 경피적 방법으로 정복하였으나 신경 및 혈관 손상에 대한 위험성이 있으며, 금속판과 상완골의 굴곡률이 적합하지 않고 정복이 만족스럽지 않을 때에는 금속판 및 피질골 나사를 이용하여 골절을 정복하는 방법을 사용하였으나 불충분한 경우가 있었다. 골절 정복을 유지하면서 금속판을 고정하는 방법으로 K-

강선을 이용한 금속판의 일시적 고정이나 외고정 장치 이용이 여러 문헌에서 소개되고 있다.^{8, 19)} 그러나 K-강선으로 임시 고정 후 정복을 유지하면서 상완골 간부의 전후면 및 외측 선열을 영상 증폭 장치를 통해 확인하는 것은 기술적으로 어려운 면이 있으며 K-강선의 임시 고정시에 신경 손상의 위험성이 있다. 또한 외고정 장치이용은 추가적인 절개와 함께 외고정 기구가 필요하다는 단점이 있어 최소 침습적 금속판 고정술시에 정복 및 고정에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 장관골 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술시 고려되어야 부분은 정확한 선열을 얻는 것이다. Shin 등²⁰⁾의 견관절은 운동 범위가 넓기 때문에 상완골 간부의 회전 변형은 대퇴골이나 경골에서와 같은 심각한 기능 장애를 유발하지 않지만 AO/OTA 분류상 A3형 골절이나 분쇄가 심한 C형 이상의 골절에서는 수술 도중 해부학적 정복에 대한 기준점 선정이 어려운 경우가 많으므로 회전 변형에 주의해야 한다고 하였다. 또한 수술 도중 회전 선열을 확인할 수 있는 방법으로 골절 고정 이후 환측 견관절의 외회전 및 내회전 운동 범위와 견축을 비교하는 방법을 고려해야 한다고 하였다.

상완골 주위에는 해부학적으로 위험한 구조물들이 근접해 위치하므로 골절부위를 직접 보지 않는 최소 침습적 접근시 항상 주의를 요한다. Rouleau 등²¹⁾은 상완골 근위부 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술시 Philos 금속판 근위부에서부터 3번째 열의 나사못까지는 안전한 구역이라 하였으나, 액와 신경 주행 경로의 개인 차이를 고려하면 가장 근위부의 나사못 고정에서부터 시작해서 3번째 열의 나사못 고정시에는 견관절 외전을 통해 확실한 시야 확보 및 절개창 견인에 따른 액와 신경의 긴장을 줄여야 한다고 보고하였다. 따라서 상완골 근위부 골절은 액와 신경의 손상을 피하기 위해 삼각근 분리 접근시 견봉

외측연에서 하방으로의 지나친 박리를 피해야 하며 또한 금속판 삽입시 삼각근을 횡으로 가로 지르는 액와 신경을 축지하여 신경의 내측으로 금속판이 지나갈 수 있도록 보호해야 한다. 뿐만 아니라 상완골 간부 및 원위부 최소 침습적 접근시에는 요골 신경 및 근피 신경을 주의해야 한다. Apivatthakakul 등²²⁾은 사체 실험을 통해 상완골 간부 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술시 요골 신경과 금속판 간의 거리는 평균 3.2mm(2.0-4.9)였으며 이는 상완근 외측 견인을 통한 상완근의 완충 역할로 신경 손상 위험성을 최소화할 수 있다고 하였다. 또한 나사못 고정시에는 반드시 금속판 아래에 상완골이 노출되고 연부 조직이 내외측으로 견인된 이후 나사못 고정을 시행하여 신경이 감입될 수 있는 가능성을 최소화 하여야 한다. 금속판 나사못 위치에 따른 요골 신경 손상의 위험 구역을 조사한 사체 연구에 의하면 상완골 외상과로부터 근위부 12.7-15.8cm 사이인 요골 신경이 상완골 간부의 후방으로 주행하는 곳을 주의하여야 한다고 하였으며⁷⁾ 따라서 상완골 간부 골절 및 원위 1/3 골절에서 근위부의 나사 고정 시 주의해야 할 것으로 사료된다.

Kobayashi 등¹⁹⁾은 상완골 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 고정술은 견관절과 주관절 운동 범위 회복에 좋은 결과를 보였다고 하였으나 본 연구에서는 견관절의 운동 제한 및 주관절의 운동 제한이 각각 1예 발생하였으며 통증으로 인해 능동적 운동을 시행하지 않았던 환자들에서 발생하였다. 따라서 수술 이후 견관절 및 주관절의 운동 및 재활에 대한 적극적인 치료가 필요할 것으로 생각된다. 또한 최소 침습적 금속판 고정술은 방사선 피폭의 가능성이 높아 이는 향후 술기에 대한 연구 등을 통해 개선 되어야 할 문제점으로 생각한다.

본 연구는 우선 4명의 근위부 및 2명의 원위 상완골 골절 환자까지 연구 대상에 포함시켜 근위부, 간부, 원위부에 대한 수술적 술기 및 기구 사용과 방법이

상이하여 이에 대한 제한점이 있으며, 또한 후향적 연구로 대상 수가 19명으로 적었다는 것도 제한점으로 생각한다.

V. 결론

상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술은 골절부 연부 조직 박리를 최소화하여 합병증이 적으면서도 양호한 수술 이후 관절 운동을 보여 만족스러운 임상적 및 방사선학적 결과를 보였으며, 상완골 주변 신경 조직에 대한 해부학적 지식과 적절한 적응증을 선택할 경우 상완골 골절 치료시 유용한 치료 방법이라고 생각한다.

참고 문헌

1. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Nonunions of the humerus. Clin Orthop Relat Res. 2004;419:46-50.
2. Mills HJ HG. Fractures of the proximal humerus in adults. J Trauma. 1985;25:801-5.
3. Sarmiento A, Kinman PB, Galvin EG, Schmitt RH, Phillips JG. Functional bracing of fractures of the shaft of the humerus. J Bone Joint Surg Am. 1977;59:596-601.
4. Bell MJ, Beauchamp CG, Kellam JK, McMurtry RY. The results of plating humeral shaft fractures in patients with multiple injuries. The Sunnybrook experience. J Bone Joint Surg Br. 1985;67:293-6.
5. Flinkkila T, Hyvonen P, Lakovaara M, Linden T, Ristiniemi J, Hamalainen M. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures. A retrospective study of 126 cases. Acta Orthop Scand. 1999;70:133-6.
6. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. Clin Orthop Relat Res. 1998;350:26-39.
7. Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitoonvechkit S. Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIP0) of humeral shaft fractures: a cadaveric study. Injury. 2010;41:169-72.
8. Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIP0) of middle and distal third humeral shaft fractures. J Orthop Trauma. 2007;21:628-33.

9. Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury*. 2004;35:587-95.
10. Ji F, Tong D, Tang H, et al. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) technique applied in the treatment of humeral shaft distal fractures through a lateral approach. *Int Orthop*. 2009;33:543-7.
11. Paavolainen P, Bjorkenheim JM, Slatis P, Paukku P. Operative treatment of severe proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1983;54:374-9.
12. Shin SI, Song KW, Lee JY. Treatment of two- and three-part fracture of proximal humerus using LCP. *J Korean Shoulder Elbow Soc*. 2007;10:204-11.
13. Vander Griend R, Tomasin J, Ward EF. Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Results using A0 plating techniques. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:430-3.
14. Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H. Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury*. 1997;28 Suppl 1:A7-12.
15. 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*. 2006;88:2343-7.
16. Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ. Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*. 2000;14:162-6.
17. Lee HJ, Oh CW, Kim DH, Park KH. Minimally invasive anterior plating of humeral shaft fractures. *J Korean Fracture Soc*. 2011;24:341-6.

18. Jiang R, Luo CF, Zeng BF, Mei GH. Minimally invasive plating for complex humeral shaft fractures. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:531-5.
19. Kobayashi M, Watanabe Y, Matsushita T. Early full range of shoulder and elbow motion is possible after minimally invasive plate osteosynthesis for humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24:212-6.
20. Shin SJ, Do NH, Song MH, Sohn HS. Minimally invasive plate osteosynthesis of proximal, middle and distal humerus fractures. *J Korean Orthop Assoc.* 2010;45:448-55.
21. Rouleau DM, Laflamme GY, Berry GK, Harvey EJ, Delisle J, Girard J. Proximal humerus fractures treated by percutaneous locking plate internal fixation. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2009;95:56-62.
22. 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.

Table 1. Data of 19 patients who was treated humerus fractures by MIPO techniques in this study

Case	Sex/ Age	Mechanism of injury	Fracture site	AO/OTA classifi- cation	Plate	Operative interval (days)	Operative time (minutes)	Follow up duration (months)	Union (weeks)	Anterior angulation	Valgus angulation	KSS score	MEP score	Complication	Associated injury
1	56/M	MVA*	Midshaft	B2	LCDCP [‡]	3	60	20	16	3	-3.5	84	80		Ipsilateral scapular fracture
2	21/F	MVA*	Midshaft	B2	LCDCP [‡]	4	65	13	X	-10	4.5	93	75	Nonunion	Rib fracture
3	81/F	MVA*	Midshaft	A3	LCP [†]	7	70	14	13	4	9	89	80		
4	79/F	Slip down	Proximal	A2	Philos	7	80	13	14	3	3	80	85	Partial shoulder ankylosis	Ipsilateral scapular fracture
5	87/F	Fall from a height	Midshaft	B2	LCP [†]	5	95	13	18	0.5	-1	97	85		
6	38/F	Fall from a height	Midshaft	A1	LCDCP [‡]	2	75	12	18	-2	-2.5	92	85		
7	58/F	MVA*	Midshaft	B1	LCDCP [‡]	3	60	22	16	-10	5	88	90		
8	25/F	Fall from a height	Proximal	B2	LCDCP [‡]	20	120	12	25	-5	-3.5	92	90	Delayed union	
9	60/F	MVA*	Midshaft	B1	LCDCP [‡]	10	75	19	17	-5	8	90	80		
10	56/F	MVA*	Midshaft	B2	LCDCP [‡]	6	95	15	21	3	1	89	80		Radial nerve palsy
11	90/M	Belt injury	Distal	B2	LCDCP [‡]	5	50	13	24	3	5	92	85	Delayed union	Ipsilateral clavicle fracture
12	52/F	MVA*	Midshaft	B3	LCDCP [‡]	5	70	24	15	-2	4	93	90		
13	69/F	Fall from a height	Midshaft	A3	LCDCP [‡]	3	65	16	14	1	2	89	80	Postoperative Radial nerve palsy	
14	80/F	Slip down	Midshaft	B1	Philos	7	80	15	16	-2	1	93	80		
15	38/M	Fall from a height	Midshaft	A2	LCDCP [‡]	5	75	13	13	-4	5	95	85		Ipsilateral distal radius fracture
16	35/F	Fall from a height	Proximal	C3	Philos	3	55	18	16	2	-3	91	90		
17	64/F	MVA*	Distal	B2	LCDCP [‡]	25	50	13	14	-5	-3	83	65	Elbow stiffness	
18	55/F	MVA*	Midshaft	A3	LCDCP [‡]	13	75	20	13	-2	5	96	80		
19	32/F	Fall from a height	Proximal	A3	LCDCP [‡]	3	75	21	12	-3	4	89	85		

*MVA: Motor vehicle accident; †LCP: 4.5/5.0mm locking compression plate; ‡LCDCP: 4.5mm low contact dynamic compression plate

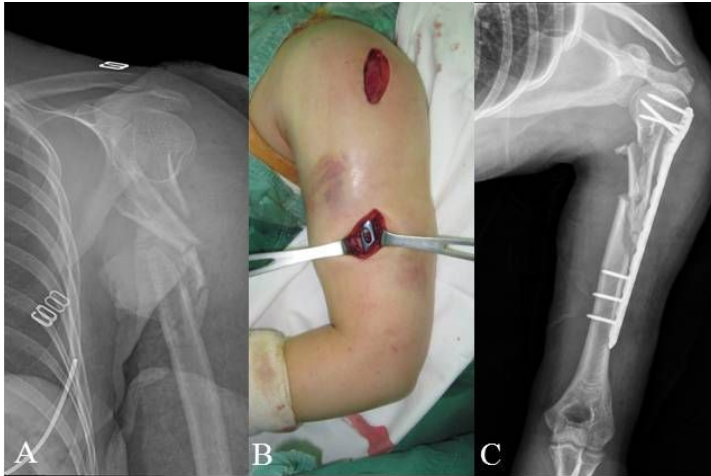


Fig. 1. (A,B,C) A 35 years old female with proximal humerus metaphyseal comminuted fracture was treated with minimally invasive technique using Philos plate. After making the submuscular tunnel using long kelly clamps, a locking compression plate was inserted to the proximal humerus fracture site through the deltoid splitting incision.



Fig. 2. (A, B) A 56 years old female sustained a wedge spiral fracture of the right humerus diaphysis due to pedestrian traffic accident. And she was treated with minimally invasive technique using 4.5mm low contact dynamic compression plate.

(C) After 1 year after surgery, postoperative radiographs demonstrated a complete osseous union with good alignment.

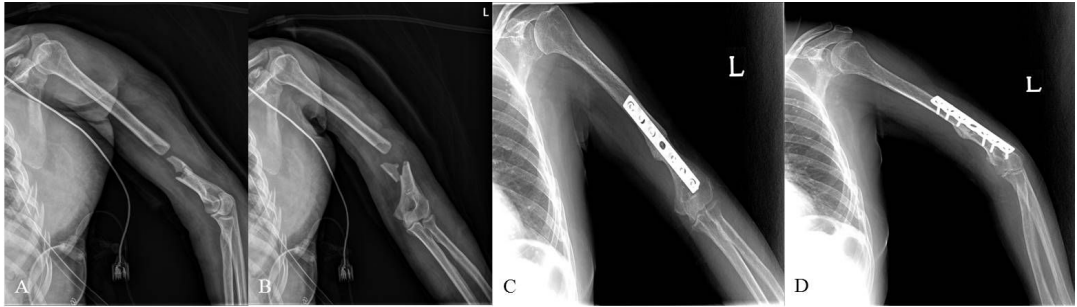


Fig. 3. (A, B) Preoperative AP and lateral radiographs of a 64 years-old female showed AO/OTA B2 distal third humerus fracture. (C, D) Postoperative radiographs at 6 months showed union of the fracture with good alignment.