

상완골 근위부, 간부 및 원위부 골절에 대한 최소 침습적 금속판 술식

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Proximal, Middle and Distal Humerus Fractures

신상진 • 손훈상* • 도남훈 • 강성식 • 백경영*

이화여자대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, *국립중앙의료원 정형외과

목적: 상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절에 대해 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하고 임상 및 방사선학적 결과를 분석하여 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절에 대해 최소 침습적 금속판 술식을 시행한 환자 31명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 46.7세였으며 남자가 12명, 여자가 19명이었다. 방사선학적 평가로 골유합 및 해부학적 정복에 대한 평가를 하였고, 견관절 및 주관절의 운동 범위, UCLA 점수, KSS 점수 및 술 후 합병증을 조사하여 임상적 결과를 평가하였다.

결과: 모든 환자에서 골유합을 얻었으며, 평균 골유합 시기는 18.4주였다. 근위부 골절의 임상적 평가에서 UCLA 점수는 9예에서 우수, 3예에서 양호이었으며, KSS 점수는 평균 92.5점이었다. 또한 상완골 간부 및 원위부 골절의 UCLA 점수는 15예에서 우수, 4예에서 양호이었으며, KSS 점수는 평균 98.6점이었다. 합병증으로는 술 후 요골 신경 마비가 1예, 금속판 원위부 골절이 1예 있었으며, 그 외 1예에서 골절부의 회전 변형이 발생하였다.

결론: 상완골 간부를 비롯한 근위부 및 원위 1/3 골절에 대한 최소 침습적 금속판 술식은 낮은 합병증 발생과 우수한 골유합률을 얻을 수 있는 방법으로서 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 나타내는 술기라고 사료된다.

색인단어: 상완골 골절, 최소 침습적 금속판 술식

서 론

상완골 골절은 전체 골절의 5-8%의 빈도를 보이며, 이 중 근위부 골절이 30-40%, 간부 골절이 30-50%를 차지하는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 상완골 근위부 및 간부 골절은 보존적 치료로도 만족할 만한 임상 결과를 얻을 수 있는 경우가 많으나,^{2,3)} 심한 전위나 분쇄가 동반된 골절, 다발성 골절 및 조기 재활로 견관절과 주관절 운동 범위 회복을 원하는 경우 수술적 치료의 적응증이 된다. 상완골 골절에 대한 수술적 방법으로는 골수강 내 금속정 고정술과 관혈적 정복술 및 금속판 고정술이 많이 시행되고 있다. 이러한

수술 방법은 골절 부위 및 관절의 기계적 안정성 획득과 내골성 골치유 과정을 통해 골유합을 얻는 것으로 비수술적 치료 방법의 단점을 보완할 수 있다. 그러나 관혈적 정복술을 통한 금속판 내 고정술은 골절 정복을 위한 광범위한 절개창과 연부 조직의 박리로 인하여 골절부 혈류 공급을 파괴하여 심부 감염, 불유합, 지연유합 및 재골절 등의 합병증이 발생할 가능성이 있다. 골절부의 연부 조직 박리를 최소화하기 위한 방법으로 도수 정복을 이용한 골수강 내 고정술을 시행하고 있으며 이는 관혈적 정복술의 합병증들을 감소시킬 수 있으나, 회전근 개 절개를 통한 골수강 내 금속정 삽입에 따른 견관절 통증 및 기능 장애를 유발할 수 있다.^{4,5)}

이러한 문제점들을 극복하기 위해 주로 하지 골절에 대한 치료법으로 사용하는 최소 침습적 금속판 술식이 최근 상완골 골절에 대한 치료법으로 시도되고 있으며 임상적으로 성공적인 결과를 보고하고 있다.⁶⁻⁹⁾ 그러나 최소 침습적 접근이 비교적 용이한 해부학적 구조를 가진 하지 골절과 다르게 상완골 골절에 대한 최

접수일 2010년 6월 14일 게재확정일 2010년 9월 28일

교신저자 손훈상

서울시 중구 을지로 243, 국립중앙의료원 정형외과

TEL 02-2260-7192, FAX 02-2278-9570

E-mail shs8383@hanmail.net

대한정형외과학회지 : 제 45권 제 6호 2010 Copyrights © 2010 by The Korean Orthopaedic Association

"This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited."

소 침습적 금속판 술식은 상완골 주위의 요골 신경 및 액와 신경과의 근접성으로 인한 위험성이 잔존하여 널리 사용되지 못하고 있는 실정이다. 본 연구는 근위 상완골, 상완골 간부 및 원위 1/3 상완골 골절에 대하여 각각 다른 해부학적 접근법을 통한 최소 침습적 금속판 술식을 소개하고, 이에 대한 임상 결과 및 합병증에 대한 결과를 분석하여 상완골 골절에서의 최소 침습적 금속판 술식의 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2008년 6월부터 2009년 6월까지 상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절로 내원한 환자 중 최소 침습적 금속판 술식을 시행한 31명의 환자를 대상으로 하였다. 근위 상완골 골절은 12명으로 Neer의 분류에 따른 2분 골절이 7명, 3분 골절이 5명이었으며 2분 골절은 전위된 외과적 경부 골절만을 대상으로 하였고 3분 골절은 대

절결과 외과적 경부 골절로 제한하였다. 상완골 간부 및 원위 1/3 골절은 총 19명으로 AO/OTA 분류상 A형 12명, B형 6명, C형 1명이었다. 평균 연령은 46.7세(19-85세)였으며 남자가 12명, 여자가 19명이었다. 수상에서 수술까지의 기간은 평균 5.3일(1-21일)이었으며, 수상 원인으로서는 스포츠 손상이 10명, 교통 사고가 5명, 낙상 등의 기타 원인으로 16명이 있었다. 상완골 원위 1/3 골절 중 1명은 수술 전 요골 신경 마비를 동반하고 있었으며 그 외 동반 손상으로 늑골 골절 1예, 동측 견갑골 체부 골절 2예, 동측 쇄골 간부 골절 1예, 동측 원위 요골 골절이 1예 있었다. 평균 추시 기간은 13.4 개월(12-24개월)이었다.

2. 수술 방법

1) 상완골 근위부 골절

전신 마취 하에서 환자를 방사선 투과성 수술대에 해변 의자 자세로 취한 후 수술 도중 골절된 팔을 자유롭게 움직일 수 있도록 하였다. 상완골 근위부 골절의 근위 절개창은 견봉 전외측 모서리에서 시작하여 하방으로 약 4 cm 가량의 종 절개를 통해 삼각근 분리 도달법(deltoid splitting approach)으로 접근하였다. 액와 신경이 지나는 부위까지 내려가지 않도록 주의하면서 삼각근을 분리한 후 연부 조직 박리를 통해 대결절과 상완골 두의 위치를 확인하였다. 골절 정복 유지가 힘든 경우 방사선 영상 증폭 장치를 이용하여 상지를 견인 및 외전 혹은 내전하여 전후면 사진상에서 만족할 만한 골절의 정복이 이루어진 위치에서 K-강선을 금속판 고정에 방해가 안 되는 상완골 전방에서 상완골 두까지 삽입하여 임시로 고정을 유지하는 방법을 사용하였다. 상완골 대결절을 포함한 3분 골절의 경우에는 금속판 삽입 전 대결절 골절면에 봉합사를 통과시켜 이를 이용하여 대결절을 정복하고 K-강선 등으로 임시 고정을 시행하였다. 골절부 고정을 위한 금속판은 Philos 금속판(Synthes, Switzerland)을 이용하였으며, 금속판 삽입은 근위 절개창을 통해 원위부로 진행시켰다. 이때 반드시 삼각근 내측에 횡방향으로 진행되는 액와 신경을 축지하고 금속판 삽

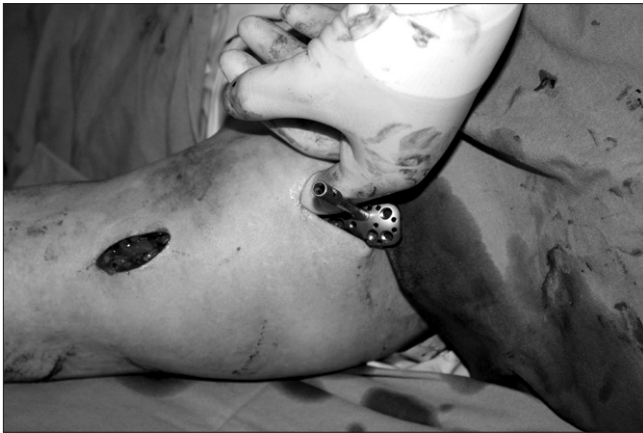


Figure 1. The axillary nerve is palpated and protected by index finger while the plate is inserted to the proximal humerus fracture site through the deltoid splitting incision.

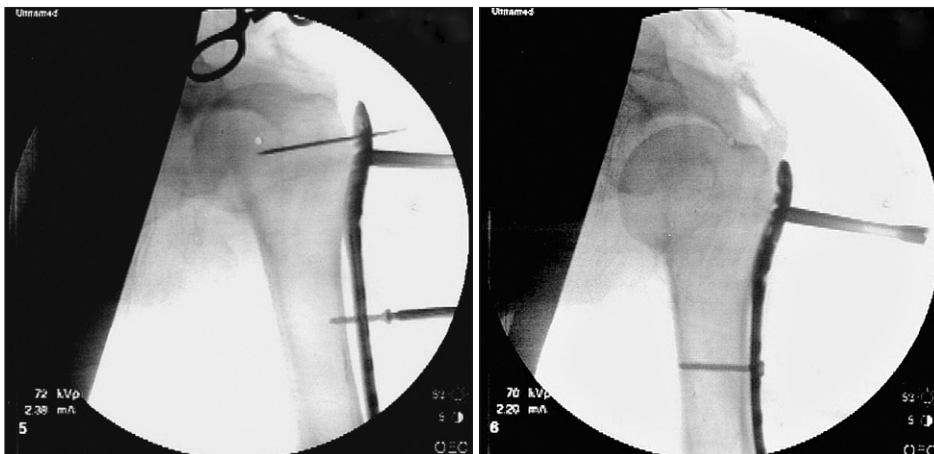


Figure 2. A K-wire is inserted to the proximal humerus through the plate and reduction is achieved by purchasing the cortical screw to the humeral shaft.

입 시 액와 신경을 압박하지 않게 액와 신경을 보호하였다(Fig. 1). 영상 증폭 장치 하에서 금속판 근위부가 대결절 5 mm 하방 및 상완 이두건 구 1 cm 외측에 위치하도록 한 후 금속판과 상완골 근위부의 임시 고정을 위해 K-강선을 금속판을 통해 삽입하였다. 금속판을 상완골 근위부를 중심으로 임시로 위치시킨 후 금속판 원위부 노출을 위해 금속판 원위부 나사 구멍을 중심으로 2 cm 정도의 별개의 원위 절개창을 만들고 전외측 도달법을 통해 삼각근과 상완 이두근 사이를 박리하여 금속판 원위부가 상완골 외측 중심부에 오도록 위치시켰다. 금속판 원위부에 피질골 나사를 먼저 고정하여 금속판의 해부학적 모형에 맞추어 경간각을 회복시키는 방법을 사용하여 쉽게 골절 정복을 얻을 수 있다(Fig. 2). 골절 정복 후 근위 절개창을 통해 4-6개의 잠김 나사못을 삽입하며, 근위부 1열과 2열 각각 2쌍의 나사못을 먼저 고정한 후 필요하면 추가적으로 근위부 3열 1쌍의 나사못을 삽입할 수 있는데 이 부분은



Figure 3. A 4.5 mm narrow LCP plate is placed on the anterior aspect of the arm under the C-arm so as to draw two longitudinal lines of 3 cm on proximal and distal portion, respectively.

액와 신경이 가로지르는 부위이므로 액와 신경 손상 예방 및 시야 확보를 위해 전관절 외전 자세에서 하도록 하였다. 원위 절개창을 통해 2개의 잠김 나사못을 추가로 고정한 후 영상 증폭 장치 하에서 나사못의 관절과 상완 관절내 관통 여부를 확인하였다. 술 후 팔걸이를 착용하여 4주간 고정하였고, 술 후 3일째부터 추운 운동을 비롯한 수동적 전방 거상 운동을 시행하며 점차적으로 외회전 및 내회전 운동을 시행하였다.

2) 상완골 간부 골절

전신 마취 하에서 환자를 양와위 자세로 취하고 술자는 환자 상지의 근위부에 위치하여 영상 증폭 장치를 환자 상지와 평행한 방향으로 출입하도록 하였다. 고정을 위한 금속판은 4.5 mm 잠김 압박 금속판을 이용하며, 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 각각의 절개창으로 정하였다(Fig. 3). 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 원위부에서 근위부 방향으로 삽입하여 상완골 전방에 위치시켰다. 골절 정복은 영상 증폭 장치 하에서 상완골 전후면상을 확인하면서 피질골 나사 고정을 통해 금속판을 이용한 골절부 정복을 시행하였다. 먼저 영상 증폭 장치의 전후면상에서 골절 부위 근위 상완골 간부와 금속판의 선열을 정확히 맞춘 후 가장 근위부 나사 구멍을 통해 4.3

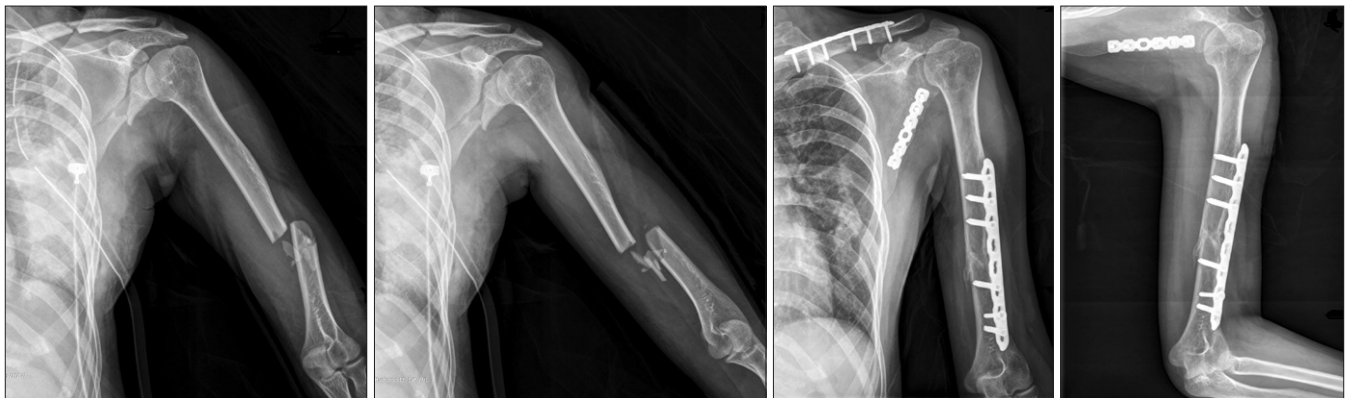


Figure 4. Preoperative AP and lateral radiographs of a 28-year-old male show B2 fracture of humerus shaft, clavicle shaft fracture and scapular body fracture. Postoperative radiographs at 10 months show union of the fracture with good alignment.



Figure 5. (A) A 3.5/4.5 mm metaphyseal LCP plate is molded to adapt it to the anterior surface of lateral column of distal humerus which is concave and inclined anteriorly in shape. (B) A 24 year-old female with distal third humeral fracture was treated with minimally invasive procedure. (C) Postoperative radiographs at 6 months showed a union of the fracture.

mm 잠김 드릴 비트(locking drill bit)를 삽입하여 금속판 위치를 임시 고정하였다. 이웃한 나사 구멍에 피질골 나사를 삽입하여 금속판과 상완골 근위부를 밀착시키고 임시 고정한 잠김 드릴을 제거한 후 잠김 나사를 삽입하였다. 영상 증폭 장치를 골절 원위부로 옮겨 원위 상완골 간부를 전인 및 외전을 통해 해부학적 위치로 정복하고 전후면상의 내외반 선열을 맞추었다. 상완골 근위부와 같은 방법으로 상완골 원위부와 금속판을 잠김 드릴을 이용한 임시 고정과 피질골 나사를 이용한 고정을 시행하였다. 피질골 나사를 통한 골절부 압박 및 금속판과 상완골 간부의 밀착은 해부학적 정복을 용이하게 해준다. 영상 증폭 장치를 통해 금속판을 기준으로 정복된 상완골의 외측상을 확인한 후 근위부와 원위부에 각각 1개씩의 잠김 나사를 추가로 고정하였다(Fig. 4).

3) 상완골 원위부 골절

수술실에서의 환자의 위치와 수술 준비는 상완골 간부 골절과 같은 방법으로 시행하였다. 고정에 사용된 금속판은 3.5/4.5 mm LCP metaphyseal plate이며 수술 전 플라스틱 상완골 모델(saw-bones)을 이용하여 금속판의 3.5 mm 나사 구멍을 원위부로 위치시킨 상태로 상완골 원위부 외측 지주의 전면에 맞게 금속판을 성형하였다. 원위 골편 외측 지주 길이가 5 cm 이하인 경우에는 원위부 혼합 나사 구멍(combined hole)의 피질 나사 구멍을 잠김 나사 구멍의 파손을 예방하면서 미리 자르고 상완골 원위부에 3-4개의 나사못이 삽입 가능하도록 길이에 맞추어 성형하였다(Fig. 5A). 골절 근위 절개창은 상완골 간부 골절과 같은 방법으로 전외측 도달법을 이용하였으며, 원위 절개창은 주관절의 외측 도달법(Kocher's approach)을 통해 접근하였다. 주관절 외측에 약 4 cm 길이의 절개를 가하여 상완골 상외측 과능(supralateral condylar ridge)을 따라 상완요근과 장요측 수근 신근을 박리하였다. 이때 요골 신경은 상완요근과 상완근 사이 간격으로 지나가기 때문

에 상완요근과 장요측 수근 신근의 완충으로 보호될 수 있어 박리를 통한 확인은 필요없었다. 또한 요골 신경 손상을 피하기 위해 원위 절개창을 통해 금속판을 원위부에서 근위부 방향으로 삽입하였다. 영상 증폭 장치의 전후면상을 통해 상완골 내외측 선열을 정복한 후 원위 절개창을 통해 2개의 K 강선을 금속판에 임시 고정한 후 간부 골절과 같은 방법으로 근위부의 나사못 고정을 하였다(Fig. 5B). 원위부에는 3개 이상의 3.5 mm 잠김 나사를 고정하도록 노력하였으며, 근위부는 3개의 4.5 mm 잠김 나사를 삽입하였다. 술 후 팔걸이를 착용하여 고정하였고, 술 후 3일부터 추운동을 비롯한 수동적 전방 거상운동을 시행하며 수술 후 6주 이후 외회전 및 내회전 운동을 시행하였다.

3. 평가 방법

수술 후 임상적 평가는 UCLA 점수와 KSS 점수를 사용하였고, 상완골 간부 및 원위 1/3 골절에 대해서는 주관절 굴신 운동 범위를 함께 측정하였다. UCLA 점수는 우수(34-35), 양호(29-33), 불량(<28)으로 나누어 평가하였다. 상완골 근위부 골절의 해부학적 정복에 대한 평가를 위해 골유합 시의 전후면 사진에서 경간각(neck shaft angle)을 측정하여 Paavolainen 방법¹⁰⁾에 의해 상완골 경간각의 회복($130 \pm 10^\circ$)시는 우수, $100^\circ - 120^\circ$ 시는 보통, 100° 미만시는 불량으로 평가하였다. 상완골 간부 및 원위 1/3 골절은 골유합시의 전후면 및 외측 방사선 사진 상의 내외반 및 전후굴 선열을 측정하였다. 방사선학적 결과는 수술 직후, 2주, 6주, 3개월 그리고 골유합 시점까지 매 3개월마다 정기적으로 촬영한 단순 방사선 검사를 통해 4면의 피질골 중에 3면에서 가골 형성이 관찰되며 골절부 통증이 없는 시기를 골유합으로 정의하여 골유합 기간을 분석하였다. 수술 시간은 피부 절개를 시작으로 하여 피부 봉합까지의 시간으로 측정하였다.

결 과

1. 임상적 결과

최종 추시 상 근위 상완골 골절 환자 12명의 UCLA 점수는 우수가 9명, 양호가 3명이었으며 KSS 점수는 평균 92.5점이었다. 골유합 판정시 평균 견관절 운동 범위는 전방 거상이 153.8° (90-180°), 외회전이 46.6° (20-80°), 90도 외전 자세에서 내회전은 62.3° (30-80°)로 측정되었다. 상완골 간부와 원위 1/3 골절 환자 19명의 UCLA 점수는 15명에서 우수, 4명에서 양호이었으며, KSS 점수는 평균 98.6점이었다. 또한 골유합 판정시 평균 견관절 운동 범위는 전방 거상 178.6° (160-180°), 외전 178.4° (150-180°), 90도 외전자세에서 내회전이 73° (55-80°)였으며 주관절 운동 범위는 모든 환자에서 골유합 전에 대부분 정상 운동 범위를 회복하였다.

2. 방사선학적 결과

모든 환자에서 골유합을 얻었으며, 평균 골유합 시기는 18.4주 (12-25주)였다. 근위 상완골의 Paavolainen 방법에 의한 공간각 회복 정도는 우수가 9예였으며 보통이 3예였고 불량은 없었다. 상완골 간부의 전후면 및 외측 방사선 사진 상의 내외반 및 전후굴 선열은 각각 평균 2.5° (0-11°) 와 2.7° (0-10°) 였다.

3. 수술 시간

근위 상완골에 대한 최소 침습적 금속판 술식의 평균 수술 시간은 74.1분(55-100분)이었으며, 간부 및 원위 1/3 골절의 평균 수술 시간은 평균 65.4분(55-80분)이었다.

4. 합병증

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 술 후 3개월에 회복되었다. 수술 후 금속판 원위부에서 재골절이 발생한 환자가 1명 있었으며 이는 75세 여자 환자로 AO/OTA 분류 A3 형의 상완골 간부 골절이었다. 환자는 수술 후 3일째부터 주관절 및 견관절 운동을 시작하였으며 수술 후 8일째 금속판 원위부 나사 주위에 골절이 발생하여 술 후 9일째 후방 도달법을 통한 관혈적 정복술 및 이중 금속판 고정술을 시행하였다. 이차 수술 후 시행한 이중 에너지 방사선 흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry, DEXA)에서 T-score 는 -4.2점이었으며 술 후 25주째 골유합을 얻을 수 있었다. 상완골 간부 골절 1명에서 수술 직후 정복 실패로 골절부가 외회전 변형으로 정복된 것을 발견하고 수술 당일 재교정 수술을 시행하였다.

5. 최소 침습적 수술의 실패

본 연구에는 제외되었지만 연구 기간 중 최소 침습적 정복술을

계획하고 수술을 시행하였다가 실패하여 관혈적 정복술로 전환한 경우가 2예 있었다. 1예는 상완골 간부 분쇄 골절 환자로 골절편 중 중간 골절편이 관상면으로 재분쇄되고 전위되어 도수 정복으로 골절편의 접근 및 고정이 불가능하여 관혈적 정복술로 전환하였다. 다른 1명은 상완골 원위 1/3 경계부 분쇄 골절로 도수 정복을 시도하였으나 실패하여 관혈적 정복술 시행한 결과 골절편 사이에 요골 신경이 갇히어 수술 후 요골 신경 마비가 발생한 환자였다.

고 찰

본 연구에서 상완골 전 범위에 대한 골절 치료를 최소 침습적 방법으로 접근하고 골절 부위를 정복하는 방법을 소개하였으며 이를 통한 만족할 만한 임상 결과를 얻었다.

상완골 골절의 수술적 고정 방법은 다양하여 외고정술, 나사못 고정술, 골수강내 고정술 및 금속판 고정술 등이 있다. 이 중 관혈적 정복 및 금속판 내고정을 통한 압박 금속판 고정술은 골절부에 기계적 고정을 목적으로 하는 전통적인 고정 방법으로 좋은 결과들이 보고되고 있다.^{11,12)} 그러나 관혈적 정복술은 골절부의 완전 개방 및 정복을 위한 광범위한 절개창과 연부 조직 박리로 골외막으로의 혈류 공급에 영향을 미칠 수 있으며 이에 따른 심부 감염, 불유합, 지연 유합, 재골절 등의 합병증이 발생할 수 있다. 또한 기계적 고정을 얻기 위한 압박 금속판 고정술은 피질 골과 금속판 사이의 마찰력으로 골외막으로의 혈류 공급이 차단되는 단점이 있다.¹³⁾ 현재 많이 사용하는 또 다른 수술 방법인 골수강내 고정술은 골절부를 개방하지 않기 때문에 금속판 고정술의 문제점을 피할 수 있지만 전향적 골수정 삽입은 회전근 개 손상으로 인한 수술 후 견관절 통증 및 기능 장애를 유발할 수 있으며,⁴⁾ 후향적 골수정은 삽입의 술기의 어려움과 삽입구 주위로의 골절 등과 같은 문제점을 초래할 수 있다.⁵⁾ 최소 침습적 금속판 술식은 이러한 문제점들을 해결할 수 있는 방법으로서 골절부를 개방하지 않기 때문에 골유합에 필요한 혈류 공급 및 혈종 등을 보존할 수 있으며 압박 금속판 고정술이 아닌 가교 금속판 고정술로 골절부 연부 조직의 생존력을 증가시킬 수 있는 생물학적 고정술의 개념이라 할 수 있다. 최근 상완골에 대한 최소 침습적 금속판 술식이 소개되었으며 그 후 여러 문헌에서 좋은 결과들이 보고되고 있다.⁶⁻⁹⁾

상완골 주위에는 해부학적으로 위험한 구조물들이 근접해 위치하므로 최소 침습적 접근시 항상 주의를 요한다. 상완골 근위부 골절은 액와 신경의 손상을 피하기 위해 삼각근 분리 도달법 시 견봉 외측연에서 하방으로 지나친 박리를 피해야 하며 금속판 삽입시 삼각근을 횡으로 가로 지르는 액와 신경을 축지하여 신경의 내측으로 금속판이 지나갈 수 있도록 보호해야 한다. Rouleau 등¹⁴⁾은 상완골 근위부 골절에 대한 최소 침습적 금속판 술식 시 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 전인에 따른 액와 신경의 긴장을 줄여야 한다고 보고하였다. 상완골 간부 및 원위부 최소 침습적 접근시에는 요골 신경 및 근피 신경을 주의해야 한다. 요골 신경은 액와부의 삼각 공간을 통과하여 상완골 간부 후방을 내측에서 외측 방향으로 주행하며 상완골 내외과에서부터의 거리는 각각 20.7 ± 1.2 cm와 14.2 ± 0.6 cm이다. Apivatthakakul 등¹⁵⁾은 사체 실험을 통해 상완골 간부 골절에 대한 최소 침습적 금속판 술식시 요골 신경과 금속판 간의 거리는 평균 3.2 mm (2.0-4.9 mm)였으며 이는 상완근 외측 전인을 통한 상완근의 완충 역할로 신경 손상 위험성을 최소화할 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 수술 시 조심스러운 상완근 외측 전인으로 연구 초기 술기 미숙으로 발생하였던 요골 신경 마비 1명을 제외한 모든 환자에서 요골 신경 마비는 발생하지 않았다. 또한 원위 절개창을 통한 수술 시에는 금속판 하면에 상완골 간부가 확실히 노출되고 연부 조직이 내외측으로 확실히 견인된 것을 확인하고 나사못 고정을 시행하여 신경이 금속판과 상완골 사이로 감입될 수 있는 가능성을 최소화하였다. 금속판 나사못 위치에 따른 요골 신경 손상의 위험 구역을 조사한 사체 연구에 의하면 상완골 외상과로부터 근위부 12.7-15.8 cm 사이가 가장 위험하다고 보고하였다.⁶⁾ 이 구역은 요골 신경이 상완골 간부의 후방으로 주행하는 곳이며 따라서 상완골 간부 골절보다는 원위 1/3 골절에서 근위부의 나사 고정 시 주의해야 할 것으로 사료된다.

장골 골절에서 최소 침습적 금속판 술식 시 기술적으로 가장 어려운 부분이 골절 정복을 유지한 상태로 금속판을 고정하는 것이다. 골절 정복을 유지하면서 금속판을 고정하는 방법으로 K-강선을 이용한 금속판의 일시적 고정이나 외고정 장치 이용이 여러 문헌에서 소개되고 있다.^{7,16)} 그러나 K-강선으로 임시 고정 후 정복을 유지하면서 상완골 간부의 전후면 및 외측 선열을 영상 증폭 장치를 통해 확인하는 것은 기술적으로 어렵고 신경 손상의 위험성이 있다. 또한 외고정 장치이용은 추가적인 절개 및 외고정 기구가 필요하다는 단점이 있다. 본 연구에서 사용된 금속판을 이용한 골절 정복 방법은 전후면상의 상완골 내외반 선열은 금속판과 근위 골절부를 통해 정복하고, 외측면상의 전후굴 선열은 금속판과 골절 원위부를 통해 쉽게 정복할 수 있는 방법이다. 이는 수술 시 내외반 및 전후굴을 확인하기 위한 견관절 회전이 나 영상 증폭 장치의 이동이 필요 없다는 장점도 있다. 또한 금속판과 상완골의 임시 고정도 추가적인 K-강선 등을 이용하지 않고 잠김 드릴 비트와 피질 나사못만 사용한 점이 다른 정복술과의 차이점이다. 상완골 원위 1/3 골절은 수술 전 금속판의 정확한 성형이 중요할 것으로 생각되며, Ji 등⁹⁾도 4.5 mm 금속판의 성형을 소개하고 있지만 3.5/4.5 mm LCP metaphyseal plate는 5개의 3.5 mm 나사 구멍이 있어 이를 이용한다면 원위부 골절에서 가능한

많은 나사못을 고정 할 수 있을 것이라 사료된다.

본 연구에서 발생한 합병증 중 1명에서 회전 선열의 부정확한 정복으로 수술 직후 외회전 변형이 발생하였다. 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 한다. 저자들은 수술 도중 회전 선열을 확인할 수 있는 방법으로 골절 고정 이후 환측 견관절의 외회전 및 내회전 운동 범위와 건측을 비교하는 방법을 사용하였다. 다른 1명에서 발생한 금속판 원위부 재골절은 잠김 압박 금속판의 사용으로 인한 근위부와 원위부 잠김 나사못에서의 응력 집중이 원인이라고 사료되며 골다공증이 심한 환자에서는 수술이나 재활 시 이러한 점을 고려해야 한다.

Kobayashi 등¹⁶⁾은 상완골 간부 골절에서 최소 침습적 금속판 술식은 견관절과 주관절 운동 범위 회복에 좋은 결과를 보였으나 견관절은 수술 후 평균 19일, 주관절은 평균 60일이 소요되어 주관절의 기능 회복에 더 많은 시간의 필요하다고 하였다. 본 연구에서도 주관절 기능 평가에서 좋은 결과를 보였으나, 운동 범위 회복은 Kobayashi 등¹⁶⁾의 연구와 달리 견관절 운동 범위 회복 시기와 비슷하였다. 본 연구의 단점으로는 근위 상완골 골절에 대한 수술적 치료의 대상이 외과적 경부 골절의 2분 골절과 대결절과 외과적 경부 골절을 포함한 3분 골절만으로 한정되었다는 점과 상완골 원위 1/3 골절 환자 수가 적었다는 점이 단점이며 추후 다양하고 많은 증례의 추시와 연구가 필요하리라 사료된다. 또한 본 연구에서는 제외되었지만 최소 침습적 금속판 내고정술에 실패하여 수술 도중 관혈적 정복술로 전환한 경우로 판단할 때 관상면으로 분쇄된 골절면에 대한 최소 침습적 금속판 내고정술은 추가적인 기술이 필요할 것으로 사료되며 원위 1/3 골절시 무리한 정복은 요골 신경의 감입 위험성을 고려해야 한다.

결론

상완골 근위부, 간부 및 원위 1/3 골절에 대한 최소 침습적 금속판 술식은 임상적 및 방사선학적으로 만족할 만한 결과를 나타내었으며, 주변 연부 조직 박리를 최소화하고 낮은 합병증 발생률과 조기 관절 운동이 가능하므로 상완골 주변 신경 조직에 대한 해부학적 지식과 적절한 적응증을 선택할 경우 상완골 골절 치료의 효과적인 수술 방법이라고 사료된다.

참고문헌

1. Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE. Nonunions of the humerus. Clin Orthop Relat Res. 2004;419:46-50.

2. Mills HJ, Horne G. 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. Flinkkilä T, Hyvönen P, Lakovaara M, Linden T, Ristiniemi J, Hämäläinen M. Intramedullary nailing of humeral shaft fractures. A retrospective study of 126 cases. *Acta Orthop Scand*. 1999;70:133-6.
5. Rommens PM, Blum J, Runkel M. Retrograde nailing of humeral shaft fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1998;350:26-39.
6. Apivatthakakul T, Patiyasikan S, Luevitoonvechkit S. Danger zone for locking screw placement in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) of humeral shaft fractures: a cadaveric study. *Injury*. 2010;41:169-72.
7. Zhiquan A, Bingfang Z, Yeming W, Chi Z, Peiyan H. Minimally invasive plating osteosynthesis (MIPO) of middle and distal third humeral shaft fractures. *J Orthop Trauma*. 2007;21:628-33.
8. Livani B, Belangero WD. Bridging plate osteosynthesis of humeral shaft fractures. *Injury*. 2004;35:587-95.
9. 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.
10. Paavolainen P, Björkenheim JM, Slätis P, Paukku P. Operative treatment of severe proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand*. 1983;54:374-9.
11. Shin SI, Song KW, Lee JY, et al. Treatment of two- and three-part fracture of proximal humerus using LCP. *J Korean Shoulder Elbow Soc*. 2007;10:204-11.
12. Vander Griend R, Tomasin J, Ward EF. Open reduction and internal fixation of humeral shaft fractures. Results using AO plating techniques. *J Bone Joint Surg Am*. 1986;68:430-3.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Proximal, Middle and Distal Humerus Fractures

Sang-Jin Shin, M.D., Hoon-Sang Sohn, M.D.*, Nam-Hoon Do, M.D.,
Sung-Shik Kang, M.D., and Kyoung-Young Baek, M.D.*

Department of Orthopaedic Surgery, Ewha Womans University College of Medicine,

**Department of Orthopaedic Surgery, National Medical Center, Seoul, Korea*

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: Thirty-one patients with the proximal, middle or distal third humeral fractures underwent MIPO. There were 12 men and 19 women with an average age of 46.7 years. The radiological outcomes of bony union and anatomical reduction were evaluated. The clinical outcomes were assessed by measuring the range of shoulder and elbow motion, UCLA scores, KSS scores and the postoperative complications.

Results: Fracture union was obtained in all patients at an average of 18.4 weeks. According to the UCLA scores, 9 were excellent and 3 were good for the proximal humeral fractures. For the middle and distal third fractures, UCLA scoring system showed excellent results in 15 cases and good results in 4 cases. The average KSS scores of proximal and shaft fracture were 92.5 and 98.6, respectively. Complications developed in 3 patients: one had radial nerve palsy, one had a fracture adjacent to the plate distally, and one had a rotational deformity.

Conclusion: MIPO for proximal, middle and distal third humeral fractures provided satisfactory clinical and radiological outcomes considering high union rate and minor complications.

Key words: humeral fractures, minimally invasive plate osteosynthesis

Received June 14, 2010 **Accepted** September 28, 2010

Correspondence to: Hoon-Sang Sohn, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, National Medical Center, Euljiro, 243, Jung-gu, Seoul 100-799, Korea

TEL: +82-2-2260-7192 **FAX:** +82-2-2278-9570 **E-mail:** shs8383@hanmail.net