상완골 원위부 골절의 수술적 치료: 수술적 접근, 내고정물, 고정방법, 재활

이민호 · 이영호[✉]

서울대학교병원 정형외과

Distal Humerus Fracture: How to Choose the Approach, Implant, Fixation and Rehabilitation

Min Ho Lee, M.D., Young Ho Lee, M.D., Ph.D.[✉]

Department of Orthopedic Surgery, Seoul National University Hospital, Seoul, Korea

Received December 2, 2018
 Revised December 21, 2018
 Accepted December 28, 2018

✉Correspondence to:

Young Ho Lee, M.D., Ph.D.
 Department of Orthopedic Surgery,
 Seoul National University Hospital, 101
 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080,
 Korea
 Tel: +82-2-2072-0819
 Fax: +82-2-740-2718
 E-mail: orthoyhl@snu.ac.kr
 Financial support: None.
 Conflict of interests: None.

Distal humerus fractures require stable fixation and early joint motion, similar to other intra-articular fractures, but are difficult to treat adequately because of the anatomical complexity, severe comminution, and accompanying osteoporosis. In most cases, surgical treatment is performed using two supporting plates. Plate fixation can be divided into right angle plate fixation and parallel plate fixation. In addition, depending on the type of fracture, surgical procedures can be performed differently, and autologous bone grafting can be required in the case of severe bone loss. The elbow joint is vulnerable to stiffness, so it is important to start joint movement early after surgery. Postoperative complications, such as nonunion, ulnar nerve compression, and heterotopic ossification, can occur. Therefore, accurate and rigid fixation and meticulous manipulation of soft tissues are required during surgery.

Key Words: Elbow joint, Ulnar nerve, Heterotopic ossification

서론

상완골 원위부 골절은 전체 골절의 0.5%~7.0% 정도에서 발생하고, 주관절에 발생하는 골절의 약 30%를 차지한다고 알려져 있다.^{1,2)} 연령에 따른 발생 분포는 양봉 분포(bimodal distribution) 양상을 띠어서 10대에 고 에너지 손상에 의해 흔히 발생하고, 노인층에서 저 에너지 손상에 의해 골다공증성 골절 양상으로 발생한다.³⁾ 상완골 원위부 골절은 다른 관절 내 골절과 같이 안정적인 골절 고정 및 조기 관절 운동을

기본 치료 원칙으로 하지만 원위 상완골의 해부학적인 복잡성, 심각한 분쇄를 동반하는 골절 양상, 동반된 골다공증 등으로 인해 적절히 치료하는 것이 쉽지 않다.

해부학

상완골 원위부는 척상완 관절(humeroulnar joint) 및 요골소두 관절(humeroradial joint)로 이루어져 있고 각각은 주관절의 굴곡/신전 및 회내/회외 기능을 담당한다. 원위 상완

골은 내측으로 45° 및 외측으로 20° 정도 분기된 내주(medial column) 및 외주(lateral column), 이를 연결하는 활차(trochlea)로 구성된다. 양과(medial & lateral condyle) 근위부의 관절을 이루고 있지 않는 부위를 상과(epicondyle)라고 하며, 외상과에는 전완부의 신전근건이, 내상과에는 굴곡근건이 부착되어 있다. 척상완 관절은 주두구(olecranon fossa)와 활차로 이루어져 있으며, 활차는 내측이 넓은 원추형의 모습으로 이는 관절의 내외측 안정성에 중요한 역할을 한다. 요골소두 관절은 요골두(radial head)와 소두(capitellum)로 이루어져 있다. 소두와 활차는 상완골 종축에 대해 40도 정도 전방 굴곡되어 있으며, 정상적으로 전완부가 상완부에 비해 3°-9° 외회전 및 4°-8° 외반되어 있다.

분 류

골절의 분류는 AO/OTA 분류가 가장 흔하게 이용되고 있다.⁴⁾ 이 분류는 골절을 형태에 따라 세분하며 type A는 관절 외 골간단부 골절, type B는 부분적인 관절 내 골절, type C는 완전한 관절 내 골절로 내주와 외주의 골절이 동반되어 상당 수에서 상완골 원위부의 단축이 이루어지는 경우이다. 각각을 골절의 위치 및 심각도에 따라서 3단계로 구분하여 분류하였다. 13A1은 견열성 골절, 13A2는 단순한 골간단 골절, 13A3는 골간단부 분쇄골절이 동반되었을 경우이다. 관절내 골절선이 시상면 상에서 외주로 이어질 때는 13B1, 내주로 이어질 때는 13B2로 정의하며, 13B3는 관상면 골절을 의미한다. Type C는 간부골편과 관절골편의 연결이 소실된 경우로 13C1은 내주와 외주의 골절이 동반된 경우, 13C2는 골간단부의 분쇄골절, 13C3는 관절면의 분쇄골절이 동반된 경우를 의미한다.

Type A와 C에 대한 수술적 치료 시에 내주와 외주를 모두 고정해야 조기 관절운동이 가능할 만한 고정력을 획득할 수 있는데 이때에는 관절골편과 간부골편 사이 골절선의 위치가 중요하다. 골절선의 높이가 높으면 원위골편이 커지므로 고정이 용이하고, 높이가 낮으면 원위골편에 대한 고정이 어렵다. AO 분류는 이에 대한 고려가 있지 않아 세부적 수술 계획을 세우기 위해서는 Mehne & Matta 분류가 도움이 되기도 한다.⁵⁾ 이는 골절이 관절과 관절막 내외에 있는지에 따라 세분하고, 골절의 형태에 따라 분류하였다. High level fracture는 주두와의 근위부로 골절이 지나가는 것이고, low level fracture는 주두와를 지나가는 것이다. 골절선이 원위부에 위치해 있을 때에는 관절골편의 정복과 고정이 어려워 수술 전 이

에 대한 계획이 필요하다. 또한 주두와를 횡적으로 지나가는 low transcolumal fracture는 관절외 골절이나 관절막내에 위치하고 있고, 간부골편과 원위골편의 연결부가 과상부 능선밖에 없으므로 고정 시 정확한 해부학적 정복이 필요하다.

소두 골절은 상완골 원위부 골절의 6%로 외측 측부 인대 손상이나 요골두부 골절이 동반되는 경우가 많다. 고전적인 Bryan Morrey 분류에서 type 1은 관상면에서의 shear fracture, type 2는 연결하골을 포함하지 않은 관절연골의 골절, type 3는 분쇄 또는 압박골절, type 4는 McKee가 추가한 골절로 type 1과 유사한 골절이나 활차를 포함하는 경우를 의미한다. Dubberley의 분류에서는 type 1은 소두의 단독골절, 활차까지 골절이 되었을 때 type 2, 소두와 활차가 분리된 경우 type 3이며, 후방부 골절의 유무로 subtype A, B로 나뉜다.

영상학적 평가

고 에너지로 인한 수상의 경우 동반 손상의 유무를 면밀히 관찰하여야 하고, 신경혈관 손상에 대한 이학적 검사가 필수적이다. 수상 후 대부분의 환자들이 골절로 인한 종축 길이의 단축과 분쇄로 인해 초기 영상학적 평가 시 단순방사선 사진상 골편이 중첩되어 정확한 골절 유형을 파악하기 힘든 경우가 많다. 정확한 골절 양상을 파악하기 위해서 종축 방향으로의 견인을 동반한 촬영을 시도할 수 있겠으며, 이때에는 신경혈관 손상을 가하지 않기 위해 섬세한 조작이 필수적이다. 전후면 영상 시행 시 분쇄가 심하여 골절양상을 파악하기 어려울 때는 주관절을 40° 정도 굴곡하여 주두첨부를 주두와로부터 유리시키면 좀 더 명확한 영상을 얻을 수 있다. 또한 외측 영상 시에는 견관절을 90° 외전하고 주관절을 90° 굴곡한 상태에서 검침판을 내측 부위에 두고 시행하는 것이 양과와 주두를 가장 명확하게 관찰할 수 있는 방법이다. 대부분의 환자에서는 3차원 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT)을 시행하게 되며, 이는 분쇄, 관절면 침범 여부와 같은 골절 양상의 파악과 수술 계획 수립에 많은 도움을 준다.

치 료

대부분의 상완골 원위부 골절은 수술적 치료를 시행하게 되나 기저 질환으로 인해 수술적 위험도가 높으며, 전위가 적은 경우 제한적으로 보존적 치료를 시행할 수도 있다. 하지만 장기간의 고정이 필요해 주관절의 구축이라는 합병증을 초래하므로 이에 대한 고려가 필요하다.⁶⁾ Nauth 등²⁾은 보존적 치

료를 시행한 군이 수술적 치료를 시행한 군보다 3배 이상 만족도가 떨어진다고 보고하였다. 하지만 Desloges 등⁷⁾은 수술적 위험도가 높은 환자에서 평균 5주간의 관절고정을 통한 보존적 치료를 시행한 결과 68%에서 양호한 주관적 만족도를 보인다고 하였다. 주관절은 관절 고정으로 인한 구축에 취약하므로 기능적 기대수준이 낮고, 수술적 치료를 받기에 적절하지 않은 전신상태의 환자에서는 보존적 치료를 고려해볼 수 있을 것이다. 하지만 이때에는 장기간의 고정으로 인한 관절 구축에 대한 적극적인 재활 치료가 필요하다. 수술적 치료 시에는 대부분 관혈적 정복 및 금속판과 나사를 이용한 내고정술을 시행하나 고령에서 골다공증으로 인해 골질이 불량하고 분쇄골절의 양상이 심한 경우에는 관절 치환술 또한 고려할 수 있으며 최근 10년간 시행 건수가 점차적으로 증가하고 있다.⁸⁾ 하지만 수술 후 체중 부하가 제한되며, 시간이 지날수록 무균성 해리로 인한 재치환술이 필요한 경우가 많아 이에 대한 고려가 선행되어야 한다. Prasad 등⁹⁾은 주관절 관절 치환술 10년 후 89%의 환자에서 해리를 보였고, 이로 인해 재치환술이 필요한 경우가 많다고 보고하였다. 관혈적 정복술을 시행할 때에는 관절면을 일치시키고 안정적인 고정을 하여 수술 후 관절운동이 가능하게 해야 한다. 다양한 수술적 접근법과 고정방법이 발전되어 왔으며, 골절 양상과 수술자의 선호도에 따라 적절한 방법을 선택할 수 있겠다.

Surgical position (수술 시 체위)

수술 시 환자 체위는 복와위(prone), 측와위(lateral decubitus), 양와위(supine)에서의 over the chest 방법이 있다. 복와위 시에는 골절부 전면에 지지대가 놓여 전완부의 중력에 의한 견인으로 정복이 용이한 점이 있으나 장시간의 수술 시간에 따른 마취의 어려움이 따를 수 있다. 양와위는 체위 고정에 어려움이 적고, 상지 관절에 대한 자유로운 조작이 가능하나 도수정복 시 섬세한 조작이 필요하다. 환자 체위는 환자의 전신적인 상태와 수술자의 선호도에 따라 결정하면 될 것이다. 또한 수술 준비과정에서 수술 중 C형 영상증폭기에 의한 골절부 확인이 용이할 수 있게 해야 하고, 장시간의 수술 시간이 소요되므로 체위 고정 시 체중지지 부위에 대한 세심한 고려가 필요하다.

Surgical approach (수술적 접근)

1. Trans-olecranon approach (경주두 접근법)

관절면을 가장 넓게 노출시키는 방법이나 단점은 추가적인 절골을 해야 한다는 것이다.^{10,11)} 주두와에 절골술을 가하는데 sigmoid notch에는 관절연골이 없는 부분이 있어 이 위치에 절골술을 시행한다. 횡적 절골에 비해 V-shape의 썬기형 절골이 주두 골편의 회전 불안정성을 줄여주고 정복과 고정에 더 유리하다.¹²⁾ Kirschner-wire와 tension band wire 또는 금속판을 이용하여 골절편의 재고정을 할 수 있으나 수술 후 불유합, 금속판이나 Kirschner-wire에 의한 자극에 의해 재수술을 요하는 경우가 흔하다. Zhang 등¹³⁾은 주두 절골술을 통해 수술한 환자 33명 중 13명이 절골 관련 합병증을 보였다고 보고하기도 하였다. 최근 Ring pin으로 주두 절골 부위를 고정하는 방법이 소개되었으며 이는 기존 사용되었던 Kirschner-wire의 말단 부위에 의한 자극을 줄여주고, 장력대 강선의 안정적인 고정이 가능하게 하는 방법이다(Fig. 1).¹⁴⁾ 하지만 여전히 금속판을 이용한 고정이 견고한 골유합을 위한 방법으로 많이 선호되고 있다.

2. Triceps sparing approach (삼두근 보존 후방 접근법)

Bryan & Morrey는 Triceps 근육을 주두부 부착부위에서 Anconeus 근육과 함께 절제하고 내측에서 외측으로 견인하여 수술부위를 노출시키는 방법을 제안하였다. 이는 주두에

Fig. 1. Tension band wiring with ring pin. (A) Ring pin is inserted to olecranon using snapper. (B) Fracture site is compressed with 8-figure tension band wire.

절골을 하지 않아도 되고 Triceps 신전기능에 대한 손상을 줄여주나 충분한 관절면의 노출이 이루어지지 않는 단점이 있어 추가적인 노출을 위해서는 주두부 비관절면의 추가적인 절제와 측부인대 절제가 필요한 경우가 많다.¹⁵⁾

3. Triceps splitting approach; McKee (삼두근 분리 후방 접근법)

Triceps를 정중분할하여 접근하는 방법은 Campbell¹⁶⁾에 의해 처음 기술되었으며 수술 후 Triceps의 약화를 가져오는 단점이 있다. Triceps의 근위부에서 주두부의 insertion 부위까지 종적 절개 또는 S-shape curved incision을 가하는 방법으로 Triceps lateral head와 long head 사이를 벌리고 medial head를 분리하여 접근한다. 하지만 관절면 골절부위의 노출이 넓지 않아 주로 간부 골절의 고정에 적용될 수 있다.¹⁷⁾ 주두부 절골을 하지 않아도 되고, 삼두근을 분리하여 접근하므로 요골신경 손상의 가능성도 떨어지는 장점이 있다.

4. Triceps reflecting anconeus pedicle approach (삼두근 반전 후방 접근법)

Triceps sparing approach의 단점의 개선을 위해 시행하는 것으로 Triceps의 완전한 골막하 박리 후 근위부 견인을 통해 더 넓은 수술범위의 노출이 가능하다.^{12,18)} 하지만 여전히 관절면의 골절의 관찰에는 한계가 있다.

5. Paracipital approach (삼두근 주위 접근법)

관절면을 침범하지 않은 C1 type의 경우 굳이 관절부 노출

이 필요하지 않으므로 Triceps의 견인만으로 수술부 고정이 가능하다.¹⁹⁾ 이때에는 내주의 고정을 우선적으로 시행하여 주관절 중축의 길이를 회복한 후 외주의 고정을 시행하는 경우가 많다(Fig. 2).

6. Medial dislocation (내측 탈구법)

외측측부인대 손상이 존재하는 활차 및 소두 골절에서는 대부분 골편의 혈행이 좋지 않으며, 일반적인 수술방법으로는 많은 합병증이 동반될 수 있다. 주관절의 외측 불안정성을 동반한 활차 및 소두의 골절 시에는 이미 손상이 되어 있는 외측으로 접근하고 주관절의 내측 탈구를 통해 원위 관절면을 효과적으로 노출시킬 수 있다. 이는 원위 관절면의 노출을 위해 주두부 절골을 시행하지 않으므로 이로 인한 합병증을 줄일 수 있다는 장점이 있다. 연골하골의 결손이 있는 경우 대규모의 장관골부위 해면골이식을 통해 피질골의 외연의 회복을 해줄 수 있으며 이때 흡수성 pin을 이용한 고정이 도움이 된다. 이와 같은 골이식 후에는 이식골의 안정적 생착을 위해 4주 이상의 고정이 필요한데, 후방접근을 통한 관절막의 절개가 없이 최소한의 연부조직 손상만 가하므로 수술 후 구축이 적다는 장점이 있다.

Ulnar Nerve Management

수술적 접근 방법은 다양할 수 있으나 모든 경우에 척골신경에 대한 박리가 우선적으로 이루어지고, 수술 중에도 신경 손상에 대한 가능성을 염두해 두고 주의를 기울여야 한다. 수술의 종료 시 척골신경의 처리에 대해서는 1. 단순감압(in situ decompression), 2. 전방전위(anterior transposition) 방법

Fig. 2. Double plating of distal humerus fracture. (A, B) Preoperative X-ray. (C, D) Double plating at medial and lateral column. (E, F) Postoperative X-ray.

이 있다. 수술 후 척골신경의 자극에 의한 합병증으로 이상감각, 무감각, 내재근 위약 같은 증상이 나타날 수 있다.²⁰⁻²³ 그러나 척골신경의 전방전위의 필요성에 대해서는 이견이 있으며, Chen 등²¹⁾은 상완골 원위부 골절 수술 시 척골신경의 전방전위를 시행한 군이 단순감압을 한 군보다 척골신경 합병증의 발생빈도가 4배가 높으며, 이는 추가적인 도수 조작과, 전방전위 시의 탈혈관화에 기인한다고 보고 있다. 하지만 수술 전 척골신경 증상이 있었거나 골절에 대한 고정 후 정상적인 관절운동 시 척골신경과 내주 고정 금속판 간의 간섭이 관찰되는 경우 전방전위가 필요하다. 이 때에는 세심한 조작으로 신경 손상을 최소화하고, 신경 주변부 연부조직을 최소로 박리하여 탈혈관화로 인한 허혈성 손상의 가능성을 줄여야 하겠다(Fig. 3).

Implant

주관절은 고정기간이 길게 되면 강직이 유발될 가능성이 높아 수술 후 조기 관절운동이 중요하다. 이를 위해서는 관절운동이 가능할 정도의 정확한 해부학적 정복을 하고, 관절운동에 의해 정복소실이 이루어지지 않게 압박고정을 하는 것이 중요하다. 관절을 침범한 상완골 원위부 골절에서는 이중 금속판을 이용한 고정이 단일 금속판이나 이중 나사를 이용한 고정보다 우수한 고정력을 가지는 것으로 알려져 있다.²⁴⁾ 3.5 mm limited contact dynamic compression plate는 충분한 고정력을 가지나 상완골 원위부에 맞게 bending시키는 데 한계가 있어 외과의 후방부 고정 정도에만 사용할 수 있고, 내과의 내측면에는 3.5 mm 재건 금속판이 사용될 수 있으며, 어느 정도 굴곡이 가능하므로 J자 형태로 되어 있는 외과

외측면에도 적용이 가능하다. 이 후 precontoured anatomical plate가 소개되어 수술시간을 줄여주고, 관절면 골편에 더 많은 나사를 고정할 수 있게 되었다.¹⁹⁾ 또한 잠김 금속판의 개발로 원위 관절면의 견고한 고정이 가능하게 되었으며, 골다공증성 골절에는 비잠김 금속판에 비해 우수한 고정 결과를 나타내었다.^{25,26)}

1. 90-90 Orthogonal Plating

전통적으로 내측 금속판과 외측후방의 금속판이 서로 직각을 이루게 고정을 하고 원위부 골편은 지연나사를 이용하여 고정을 하였다.^{27,28)} 이 경우 외측후방 금속판의 원위부에 고정하는 나사의 길이가 짧아 충분한 고정력을 가지지 못하고 관절골편을 직접 잡아주지 못해 외주의 골편이 원위부거나 골다공증으로 인해 골량이 적은 경우 고정력의 약화를 가져올 수 있다. 이에 Mayo에서는 parallel plating의 개념을 도입하였고, 이후 AO에서는 금속판과 외주를 동시에 고정하여 주는 장점을 차용해 anatomically precontoured locking compression plate를 소개하였다.

2. Parallel Plating: Mayo

O' Driscoll²⁹⁾의 Mayo Clinic에서는 전통적인 AO의 원칙과는 다른 개념을 소개하였는데, 원위 골편 고정 나사를 금속판을 통해 삽입하고, 반대측 지주의 골편에 고정하며, 되도록 많은 수의 나사를, 가능한 최대의 길이로, 되도록 많은 원위 골편에 고정하고, 교차 삽입된 나사를 통해 아치 형태의 구조적 안정을 이루게 할 것과 과상부 골절부가 압박되도록 금속판을 고정하고 충분한 강도의 금속판을 사용하며, 관절 골편과 간부골편을 연결 시에는 반드시 압박고정을 실시하는 것이다. 이러한 개념과 외측의 고정을 위한 lateral plate의 도입은 상완골 원위부 골절을 더 안정적으로 고정하게 해주었다.³⁰⁾ 또한 이중 금속판을 사용할 때에는 금속판의 근위부에 응력집중으로 인한 골절이 생기지 않게 길이를 다르게 적용하는 것이 좋다. 여러 생역학적 연구에서 평행금속판이 직각 금속판보다 역학적으로 우수하다는 결과가 나왔다.^{31,32)} 단점으로는 내외측 금속판에서의 나사못의 교차삽입으로 인한 충돌이 빈번하게 일어난다는 것이다. 이는 locking plate 사용 시에도 발생하며 이미 정해진 나사못의 방향으로 삽입하다 보면 간섭에 의해 충분한 길이만큼 삽입하지 못하게 되는 경우가 생긴다. 또한 외주 금속판을 적용할 때에는 요골신경의

Fig. 3. Ulnar nerve anterior transposition. (A, B) Transposed ulnar nerve is stabilized with new tunnel made of medial intermuscular septum.

주행경로상 좀 더 원위부에서 만나게 되어 수술 시 이에 대한 고려가 필수적이다.³³⁾

Fixation Methods

수술적 고정 시에는 AO type 외에도 골절면의 위치와 골편의 크기도 고려되어야 하며, 이에 따라 고정의 방법과 순서가 달라질 수 있다. 수술 전 골절양상에 대한 정확한 평가를

위해 X-ray 및 3차원 CT를 시행하고, 이에 따라 미리 계획을 세워 두고 수술을 시작하는 것이 바람직할 것이다. 저자는 4가지 골절의 형태에 따라 다른 수술적 접근을 통해 골편을 해부학적으로 고정한다.

Type 1: 전위가 심하고 분쇄골절의 양상이더라도 골편의 크기가 충분히 큰 경우에는 우선 나사못으로 나비형 골편을 고정하여 골절형태를 단순화한 후 이중 금속판으로 고정할 수 있다(Fig. 4).

Fig. 4. Type 1 fracture. (A) Preoperative X-ray showed medial side large fracture fragment. (B, C) Three-dimensional computed tomography. (D) Large fragment was fixed with interfragmentary screw. (E, F) Three years after operation, range of motion is nearly normal.

Fig. 5. Type 2 fracture. (A, B) Preoperative X-ray showed severe metaphyseal comminution. (C, D) Three-dimensional computed tomography. (E) Fracture was fixed by bridging plate. (F, G) Two years after operation, range of motion is nearly normal.

Type 2: 분쇄골절의 골편이 고정을 할 수 없을 정도로 작은 경우에는 골편의 고정 없이 bridging plate로 원위부와 간부골편을 고정할 수 있으며 이때에는 내측부터 먼저 고정하여 상완골 중축길이를 먼저 회복한 후 외측의 고정을 시행할 수 있다(Fig. 5).

Type 3: 분쇄가 심하지만 전위의 정도가 심하지 않은 경우에는 여러 개의 Kirschner-wire로 일시적인 고정을 하여 해부학적 정복을 한 후 금속판을 대고 Kirschner-wire를 screw로 하나씩 대체해 가면서 고정을 할 수 있다(Fig. 6).

Type 4: 분절골절의 양상으로 상완골 길이의 단축이 있지만 골편이 고정이 가능한 경우에는 miniplate를 이용한 골편간의 고정을 통해 골절의 양상을 단순화하여 골간단부의 해부학적 정복을 이루어내고, 이후 중성화 금속판이나 버팀 금속판을 이용하여 최종적인 정복을 이루어낼 수 있다(Fig. 7).

Rehabilitation

수술 후 고정에 대해서는 술자의 선호도에 따라 다양한 방법이 있을 수 있겠으나 저자는 수술 후 30°-40° 주관절 굴곡 및 중립회전 위치에서 부목 고정을 시행한다. 수술부위에 대한 자극을 피하기 위해 전방부에 부목을 위치시키고, 수술 후 부종 감소를 위해 수술부 거상을 교육한다. 수술 직후부터 수부, 완관절, 견관절의 능동적 관절운동을 시작하여야 하며, 주관절의 관절운동은 피부봉합이 안정화되는 7-10일부터 주관절의 능동적 굴곡, 신전운동을 시작한다. 수술 후 2주부터는 수동적 관절운동을 추가하여 관절의 구축을 예방해야 하는데 이러한 적극적인 관절운동을 위해서는 수술 시 골편의 견고한 고정이 필수적이다. 주관절은 단기간의 고정

으로도 구축이 심하게 진행될 수 있으며, 3주 이상의 고정은 수술 예후의 악화를 가져오는 중요한 요인이다. 상완골 원위부 골절 시에는 대부분 관절낭의 손상도 동반되어 있고 섬유성 반흔 형성으로 인한 관절의 구축이 가속화되는 경향이 있으므로 수술 후에는 반드시 관절운동을 조기에 시작하는 것

Fig. 7. Type 4 fracture. (A, B) Preoperative X-ray showed small metaphyseal bony fragment. (C, D) Three-dimensional computed tomography. (E, F) Small bony fragment was fixed with miniplate for simplifying fracture pattern, then reduced other fragment.

Fig. 6. Type 3 fracture. (A) Multiple comminuted articular bony fragment was reduced and fixed with K-wire. (B) Plate and screw was substituted by K-wire. (C-E) Postoperative X-ray showed stable reduction and normal range of motion.

Fig. 8. Rehabilitation after operation. (A) Active elbow flexion. (B) Active assisted elbow flexion. (C) Active elbow extension. (D) Active assisted elbow extension.

이 중요하다(Fig. 8).

Complication

수술후 합병증으로 주관절 강직, 불유합, 무혈성 괴사, 감염, 척골신경 자극, 이소성 골화증, 주두 강력대 강선이완 등이 있다. 불유합은 6%까지 보고되고 있으며, Mehne & Matta type C처럼 관절외 골절이나 관절강내 골절의 경우 골 유합이 늦어질 수 있다. 예방을 위해 정복 소실이 유발되지 않을 정도의 견고한 고정, 적극적인 구축 조직의 유리, 골 결손 부위의 자가 골이식을 시행할 수 있다. 재수술 시에는 대부분의 경우 골이식을 동반한 양주의 고정이 필요하며, 고령이며 정상적인 골유합이 예상되지 않을 때에는 관절 치환술도 고려할 수 있다. 또한 초기에 정확한 해부학적 정복이 이루어지지 않았거나 정복력이 충분하지 않아 정복 소실이 일어난 경우 부정유합이 일어날 수 있다.

척골신경 압박 증상은 0%~16%에서 발생하는데, 이는 초기 골절에 의한 손상 또는 수술 중 인위적 조작으로 발생할 수 있다.^{20,22)} Ring 등¹⁰⁾은 분쇄골절이 심한 상완골 원위부 골절에서 척골신경의 신경유리술 및 전방 전위로 신경압박 증상을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

이소성 골형성은 수술 후 3개월 이내에 4%~49%에서 발생한다. 70%는 주관절의 전방부에 발생하므로 굴곡/신전 운동범위에 영향을 끼칠 수 있다. 위험 인자로는 다발성 외상, 두부 외상, 연부조직의 심각한 손상, 수술의 지연, 고정 금속판의 개수, 골이식의 사용 여부, 수술 후 장기간의 관절고정, 개방성 골절이 있다.

결론

상완골 원위부 골절은 복잡한 골절 양상으로 수술적 치료 시 정확하고 안정적인 골편의 고정이 중요한데, 수술 후 적극적인 관절운동이 필수적이다. 골절 양상에 따라 적절한 수술적 접근법과 내고정물의 선택을 하는 것이 중요하며, 수술 후 척골신경 압박증상, 불유합 같은 합병증을 예방하기 위해 견고한 고정과 섬세한 연부조직의 조작이 요구된다.

요약

상완골 원위부 골절은 다른 관절 내 골절과 같이 안정적인 골절 고정 및 초기 관절운동을 필요로 하지만 원위 상완골의 해부학적 복잡성, 심각한 분쇄를 동반하는 골절 양상, 동반

된 골다공증으로 인해 적절히 치료하는 것이 어렵다. 대부분의 경우 수술적 치료를 시행하게 되며 주로 2개의 지지 금속판을 이용한 내고정을 시행하고 정렬 모양에 따라 각각 금속판 고정 및 평행 금속판 고정으로 나눌 수 있다. 또한 골절 유형에 따라 수술적 고정 방법을 달리 할 수 있고, 골소실이 심한 경우 자가 골이식을 시행할 수도 있다. 주관절은 오랜 기간 고정 시 관절 강직이 호발하므로 수술 후 조기에 관절운동을 시작하는 것이 좋다. 수술 후 불유합, 척골신경 압박증상, 이소성 골화 같은 합병증이 생길 수 있으며 이의 예방을 위해 수술 시에 정확하고 견고한 고정과 섬세한 연부조직의 조작이 필요하다.

색인 단어: 주관절, 척골신경, 이소성 골화

ORCID

이민호, <https://orcid.org/0000-0001-8974-0571>

이영호, <https://orcid.org/0000-0003-2544-6183>

References

- Mighell MA, Stephens B, Stone GP, Cottrell BJ: Distal humerus fractures: open reduction internal fixation. *Hand Clin*, 31: 591-604, 2015.
- Nauth A, McKee MD, Ristevski B, Hall J, Schemitsch EH: Distal humeral fractures in adults. *J Bone Joint Surg Am*, 93: 686-700, 2011.
- Robinson CM, Hill RM, Jacobs N, Dall G, Court-Brown CM: Adult distal humeral metaphyseal fractures: epidemiology and results of treatment. *J Orthop Trauma*, 17: 38-47, 2003.
- Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al: Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*, 21: S1-S133, 2007.
- Jupiter JB, Mehne DK: Fractures of the distal humerus. *Orthopedics*, 15: 825-833, 1992.
- Srinivasan K, Agarwal M, Matthews SJ, Giannoudis PV: Fractures of the distal humerus in the elderly: is internal fixation the treatment of choice? *Clin Orthop Relat Res*, (434): 222-230, 2005.
- Desloges W, Faber KJ, King GJ, Athwal GS: Functional outcomes of distal humeral fractures managed nonoperatively in medically unwell and lower-demand elderly patients. *J Shoulder Elbow Surg*, 24: 1187-1196, 2015.
- Rajae SS, Lin CA, Moon CN: Primary total elbow arthroplasty for distal humeral fractures in elderly patients: a nationwide analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 25: 1854-1860, 2016.
- Prasad N, Ali A, Stanley D: Total elbow arthroplasty for non-rheumatoid patients with a fracture of the distal humerus: a minimum ten-year follow-up. *Bone Joint J*, 98: 381-386, 2016.
- Ring D, Gulotta L, Chin K, Jupiter JB: Olecranon osteotomy for exposure of fractures and nonunions of the distal humerus. *J Orthop Trauma*, 18: 446-449, 2004.
- Coles CP, Barei DP, Nork SE, Taitsman LA, Hanel DP, Bradford Henley M: The olecranon osteotomy: a six-year experience in the treatment of intraarticular fractures of the distal humerus. *J Orthop Trauma*, 20: 163-170, 2006.
- Elmadag M, Erdil M, Bilsel K, Acar MA, Tuncer N, Tuncay I: The olecranon osteotomy provides better outcome than the triceps-lifting approach for the treatment of distal humerus fractures. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 24: 43-50, 2014.
- Zhang C, Zhong B, Luo CF: Comparing approaches to expose type C fractures of the distal humerus for ORIF in elderly patients: six years clinical experience with both the triceps-sparing approach and olecranon osteotomy. *Arch Orthop Trauma Surg*, 134: 803-811, 2014.
- Kim JY, Lee YH, Gong HS, Lee SL, Lee SK, Baek GH: Use of Kirschner wires with eyelets for tension band wiring of olecranon fractures. *J Hand Surg Am*, 38: 1762-1767, 2013.
- Chen G, Liao Q, Luo W, Li K, Zhao Y, Zhong D: Triceps-sparing versus olecranon osteotomy for ORIF: analysis of 67 cases of intercondylar fractures of the distal humerus. *Injury*, 42: 366-370, 2011.
- Campbell WC: Incision for exposure of the elbow joint. *Am J Surg*, 15: 65-67, 1932.
- McKee MD, Wilson TL, Winston L, Schemitsch EH, Richards RR: Functional outcome following surgical treatment of intra-articular distal humeral fractures through a posterior approach. *J Bone Joint Surg Am*, 82: 1701-1707, 2000.
- O'Driscoll SW: The triceps-reflecting anconeus pedicle (TRAP) approach for distal humeral fractures and nonunions. *Orthop Clin North Am*, 31: 91-101, 2000.
- Schildhauer TA, Nork SE, Mills WJ, Henley MB: Extensor mechanism-sparing paratricipital posterior approach to the distal humerus. *J Orthop Trauma*, 17: 374-378, 2003.
- Worden A, Ilyas AM: Ulnar neuropathy following distal humerus fracture fixation. *Orthop Clin North Am*, 43: 509-514, 2012.
- Chen RC, Harris DJ, Leduc S, Borrelli JJ Jr, Tornetta P 3rd, Ricci WM: Is ulnar nerve transposition beneficial during open reduction internal fixation of distal humerus fractures? *J Orthop Trauma*, 24: 391-394, 2010.
- Wiggers JK, Brouwer KM, Helmerhorst GT, Ring D: Predictors of diagnosis of ulnar neuropathy after surgically treated distal humerus fractures. *J Hand Surg Am*, 37: 1168-1172, 2012.
- Vazquez O, Rutgers M, Ring DC, Walsh M, Egol KA: Fate of the ulnar nerve after operative fixation of distal humerus frac-

- tures. *J Orthop Trauma*, 24: 395–399, 2010.
24. Helfet DL, Hotchkiss RN: Internal fixation of the distal humerus: a biomechanical comparison of methods. *J Orthop Trauma*, 4: 260–264, 1990.
25. Schuster I, Korner J, Arzdorf M, Schwieger K, Diederichs G, Linke B: Mechanical comparison in cadaver specimens of three different 90-degree double-plate osteosyntheses for simulated C2-type distal humerus fractures with varying bone densities. *J Orthop Trauma*, 22: 113–120, 2008.
26. Hungerer S, Wipf F, von Oldenburg G, Augat P, Penzkofer R: Complex distal humerus fractures—comparison of polyaxial locking and nonlocking screw configurations: a preliminary biomechanical study. *J Orthop Trauma*, 28: 130–136, 2014.
27. Jupiter JB, Neff U, Holzach P, Allgöwer M: Intercondylar fractures of the humerus. An operative approach. *J Bone Joint Surg Am*, 67: 226–239, 1985.
28. Helfet DL, Schmeling GJ: Bicondylar intraarticular fractures of the distal humerus in adults. *Clin Orthop Relat Res*, (292): 26–36, 1993.
29. O'Driscoll SW: Optimizing stability in distal humeral fracture fixation. *J Shoulder Elbow Surg*, 14: 186S–194S, 2005.
30. Sanchez-Sotelo J, Torchia ME, O'Driscoll SW: Complex distal humeral fractures: internal fixation with a principle-based parallel-plate technique. *J Bone Joint Surg Am*, 89: 961–969, 2007.
31. Stoffel K, Cunneen S, Morgan R, Nicholls R, Stachowiak G: Comparative stability of perpendicular versus parallel double-locking plating systems in osteoporotic comminuted distal humerus fractures. *J Orthop Res*, 26: 778–784, 2008.
32. Zalavras CG, Vercillo MT, Jun BJ, Otarodifard K, Itamura JM, Lee TQ: Biomechanical evaluation of parallel versus orthogonal plate fixation of intra-articular distal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, 20: 12–20, 2011.
33. Zalavras CG, McAllister ET, Singh A, Itamura JM: Operative treatment of intra-articular distal humerus fractures. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 36(12 Suppl 2): 8–12, 2007.