

근위 상완골 골절 치료의 최신 지견 (The Current Concepts in the Treatment of Proximal Humerus Fracture)

오 주 한 · 김 연 호

서울대학교 의과대학 정형외과학교실, 분당서울대학교병원 관절센터

서 론

근위 상완골의 골절은 전체 골절의 약 5%를 차지하며 대부분 나이가 많으면서 골다공증이 있는 환자가 넘어지면서 발생하는 경우가 많다⁶⁾. 노령화 사회에 접어들면서 그 발생이 점점 늘어나고 있으며 Palvanen 등³⁴⁾은 1970년에서 2002년 사이 환자 수가 3배 이상 증가하였다고 보고하였다. 다행히 대부분의 골절은 전위가 심하지 않아 보존적 방법으로 큰 문제 없이 치료되지만, 골절을 당한 환자 중 약 20%는 수술을 필요로 하게 되며³²⁾, 골절의 특징에 따라 치료가 매우 어렵고 합병증도 많이 발생하기 때문에 근위 상완골 골절은 아직 해결되지 않은 골절 중 하나로 일컬어지고 있다. 환자 및 골절의 평가에서부터 최종 치료 결과의 평가까지 다양한 의견과 견해가 있으며, 아직 일반적으로 적용할 만한 치료 지침이나 시스템화된 접근법을 제시하기 어려운 상태이다. 방사선학적인 골절 분류, 수술 여부의 결정, 수술적 접근 방법, 골절의 고정 방법, 인공관절 치환술의 결정, 수술 후 재활 등 모든 과정에서 적절한 결정을 내리기가 쉽지 않은 것이다. 그래서 본 저자들은 근위 상완골 골절에 대한 최신 문헌 고찰을 통하여 언급된 여러 문제를 해결하기 위한 효과적이고 적절한 접근 방법을 모색하고자 한다.

본 론

1. 해부학

상완골 근위부는 상완골 두와 대 결절, 소 결절, 이두건

구, 해부학적 경부 및 외과적 경부 등으로 이루어져 있다. 상완골 두는 상완골 간부에 대하여 위로는 약 130도의 경사각 (inclination)을 가지고, 후방으로는 평균 약 30도 (10~55도)의 경사각 (retroversion)을 이루며 뒤를 향하고 있으나 후방 경사각은 개인간의 차이가 크다²²⁾. 상완골의 해부학적 경부는 상완골 두와 대소 결절 사이에 위치한다. 이 부위의 골절은 드물지만 골절이 발생하여 상완골 두에 공급되는 혈류가 차단되면 무혈성 괴사가 생길 위험성이 높다²⁹⁾. 소 결절에는 건갑하근이 부착하기 때문에 골절되면 골편은 내측으로 전위되며 상완골 두는 외회전된다. 대 결절에는 극상근, 극하근, 소원형근이 부착되어 이 부위가 골절되면 골편은 상방 및 후방으로 전위되며 상완골 두는 내측으로 전위된다. 상완골의 외과적 경부는 대소 결절보다 원위부이며, 대흉근 (pectoralis major), 광배근 (latissimus dorsi), 대 원형근 (teres major) 등이 붙는 곳보다는 근위부에 해당한다. 이 부위는 힘의 이행 부위에 해당하기 때문에 골절이 잘 발생한다. 하지만 상완골 두의 혈류가 보다 근위부에서 들어가기 때문에 골 두의 혈류 장애는 잘 발생하지 않는다²⁹⁾. 외과적 경부에서 골절이 발생하면 대흉근의 힘에 의해 간부는 전내측으로 전이되는 경우가 많다.

상완골 두의 혈류 공급은 주로 전 상완 회선 동맥 (anterior humeral circumflex artery)의 상행 분지 (ascending branch)에서 분지된 전외동맥 (anterolateral branch, artery of Laing)을 통하여 공급된다¹⁷⁾. 이 혈관은 이두건 구의 근위부나 대소 결절 부위를 통하여 상완골 속으로 들어가서 상완골 두를 향하여 주행한다 (Fig. 1). 또한, 후 상완 회선 동맥 (posterior humeral circumflex artery)에서 분지한 후내 동맥 (posteromedial artery) 및 회전근 개를 통한 혈

통신저자 : 김 연 호
경기도 성남시 분당구 구미로 166
분당서울대학교병원 관절센터
Tel : 031-787-7197 · Fax : 031-787-4056
E-mail : younhk@hotmail.com

Address reprint requests to : Yeun Ho Kim, M.D.
Department of Orthopaedic Surgery and Joint Reconstruction Center,
Seoul National University Bundang Hospital, 166, Gumi-ro, Bundang-gu,
Seongnam 463-707, Korea
Tel : 82-31-787-7197 · Fax : 82-31-787-4056
E-mail : younhk@hotmail.com

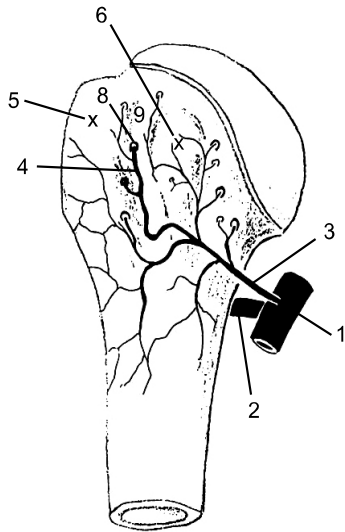


Fig. 1. Blood supply of the humeral head. 1: axillary artery, 2: posterior circumflex artery, 3: anterior circumflex artery, 4: anterolateral branch of the anterior circumflex artery, 5: greater tuberosity, 6: lesser tuberosity, 7: insertion of the subscapularis tendon, 8: constant site of entry of the anterolateral branch into bone, and 9: intertubercular groove¹⁷⁾.

관 등을 통해서도 일부 혈류가 공급된다¹⁷⁾.

2. 골절의 분류

Neer의 분류 방법이 가장 널리 쓰이고 있지만 최신의 여러 치료 방법들을 선택하고 치료 결과를 예측하는 면에서 아직 만족할 만한 분류 체계가 마련되지 못하고 있다. Neer는 근위 상완골을 4부분으로 나누어서, 관절편 (articular segment) 혹은 해부학적 경부 (anatomical neck) 부위, 대결절 (greater tuberosity), 소결절 (less tuberosity) 그리고 간부 또는 외과적 경부 (surgical neck) 부위로 구분하고 이러한 부위가 각각 1 cm 이상의 전위가 있거나 45도 이상의 각 형성이 있는 경우만을 전위된 골편 (displaced fragment)으로 생각하고, 이들의 수를 중심으로 분류를 하였다 (Fig. 2)³²⁾. 이러한 분류는 해부학적 관점뿐만 아니라 생역학적 힘에 대한 분석을 포함하고 있으며, 전위된 골편의 형태를 중심으로 분류하였기 때문에 치료에 적용하기 쉽고 상완골 두의 혈류 장애를 어느 정도 추정할 수 있는 장점들이 있다. 하지만 이 방법은 관찰자 간 그리고 관찰자 내에서의 신뢰도가 낮은 것으로 보고되었고⁴⁴⁾, 방사선 영상 촬영 시에 팔의 위치 변화에 따라 골절편의 전위 양상도 다르게 나타난다는 문제점이 있다⁴⁵⁾. 단순 방사선 사진만으로는 골편의 전위 및 각형성에 대한 충분한 정보를

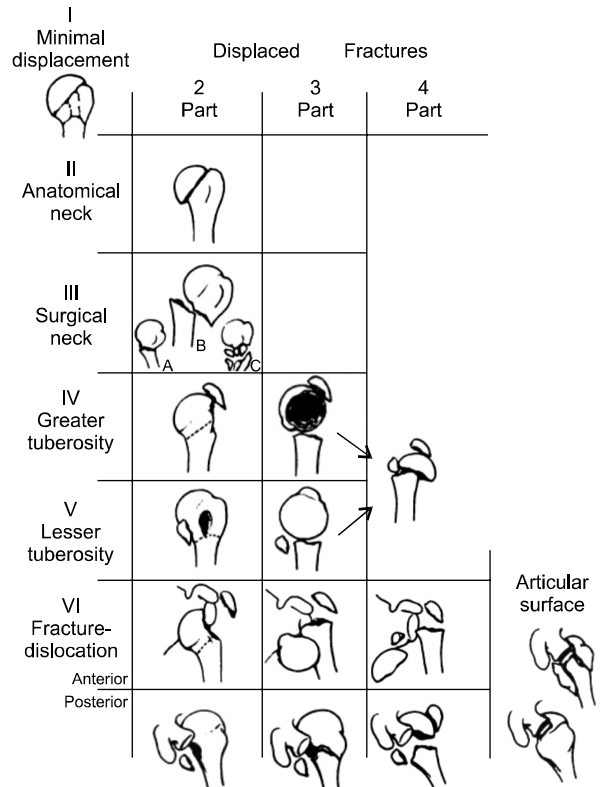


Fig. 2. Neer's classification of proximal humerus fractures³²⁾.

얻기가 쉽지 않으며 최근 3차원 CT (3D-CT) 영상으로 통해 골절의 특징을 파악하고 수술적 치료 계획을 세우는데 많은 도움을 얻을 수 있다. 3차원 CT 영상을 통해 상완골 두의 아탈구 및 각형성 정도, 간부의 전위, 대결절과 소결절 골절편의 전위 정도 및 관절면의 골절편에 대한 정보를 얻을 수 있다³¹⁾.

최근 Neer의 분류 체계를 보완하기 위해 외반 감입골절 (valgus impacted fracture)⁴¹⁾, 내반 골절 (varus fracture)⁴²⁾ 그리고 전, 후방 탈구^{38,40)} 및 관절면을 침범한 전위된 대결절 및 소결절의 골절¹²⁾ 등으로 세분화된 분류가 시도되고 있으나 아직 Neer의 분류처럼 널리 쓰이고 있지는 않다. 하지만, 치료의 결과 및 예후를 판정하는데 유효한 면이 있어 앞으로는 많이 사용될 것으로 생각된다.

3. 치료 방법의 결정

대개 치료 방침을 결정하는데 있어 골절의 특징에만 초점을 맞추는 경향이 있지만, 그것 외에도 환자 및 수술자와 관련된 인자들 (factors)이 결정에 많은 영향을 미침을 이해하는 것이 중요하다.

1) 환자와 관련된 인자들

근위 상완골 골절 환자의 대부분은 노인들로 이들은 치료 결과에 대한 기대 정도가 젊은 환자에 비해 크지 않다. 특히 나이가 아주 많은 경우 (85세 이상), 인지 기능의 장애가 심한 경우, 뇌졸중 등 여러 원인으로 팔을 잘 못쓰는 경우, 그리고 동반된 내과적 문제가 많은 경우에는 비수술적 치료 방법이 먼저 고려된다.

심한 골다공증, 흡연, 약물 및 알코올 중독, 당뇨, 류마티스 관절염, 면역 저하 (스테로이드 남용, 악성 신생물) 등은 나쁜 수술적 결과 및 합병증과 관련된 요인이기도 하다^{7,8)}.

2) 수술자와 관련된 인자들

수술자가 선택하는 치료 방법과 기술적인 숙련도에 따라 치료 결과가 달라진다⁹⁾. 만약 수술자가 복잡하고 어려운 골절에 익숙하지 않다면 이를 전문적으로 다루는 의료기관에 의뢰하는 것을 고려하여야 한다³¹⁾.

3) 골절의 특징과 관련된 인자들

Neer의 분류에 따라 전위되지 않은 1분 골절 (경부, 대결절, 소결절), 감입된 (impacted) 형태의 각형성 (angulation)이 미미한 2분 골절, 내반 혹은 외반 각형성이 30도 미만으로 상완골 두와 간부 사이의 피질골 연속성이 유지되는 2분, 3분 혹은 4분 골절의 경우 비수술적 치료로도 좋은 결과를 얻을 수 있음이 여러 문헌에서 보고되었다^{7,9)}. 하지만 근위 상완골 골절 환자의 약 20% 정도에서는 수술을 필요로 하게 되며, 이는 다시 수술이 반드시 필요한 경우, 골절의 수술적 정복 및 고정이 고려되는 경우, 일차적인 상완골 두 치환술이 고려되는 경우로 나누어 살펴볼 수 있다.

(1) 수술이 반드시 필요한 골절: 개방성 골절, 주요 신경, 혈관 손상이 동반된 경우, 상완골 두 분열 (head splitting) 골절, 병적 골절, 그리고 동측 견갑골 골절이 동반되어 견갑대 (shoulder girdle)의 손상이 심한 경우 수술이 반드시 필요하며 이때 상완골 두를 보존할 수 있는지 여부가 치료 방법의 결정에 영향을 준다³¹⁾.

(2) 골절의 수술적 정복 및 고정이 고려되는 경우: 대결절 (greater tuberosity) 및 소결절 (lesser tuberosity)의 전위가 0.5 cm 이상인 경우, 전위가 심하거나 골 간단부 (metaphysis)의 분쇄가 심해 간부가 상완골 두로부터 완전히 이탈된 불안정한 2분 골절, 외반 혹은 내반 각형성이 30도 이상인 골절 그리고 상완골 두의 탈구가 동반되었으나 골두의 연부 조직 부착이 양호한 3분 및 4분 골절 등의 근위 상완골 골절에서는 수술적 정복 및 고정이 고려되며 이를 통해 좋은 결과를 얻을 수 있다³¹⁾.

(3) 상완골 두 치환술이 고려되는 경우: 상완골 두 분

열 골절 (true Neer 'head-splitting' fracture), 상완골 두에 부착된 연부 조직이 전혀 없어 골 괴사가 일어날 가능성이 높은 경우, 수상 후 4주 이상 경과한 3분 및 4분 골절의 경우에는 상완골 두 치환술이 고려된다²¹⁾.

4. 치료 방법

1) 비수술적 치료

노인에서 발생하는 근위 상완골 골절은 대부분 안정성 있고 전위 정도가 크지 않으며 이러한 경우 비수술적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있다. 비수술적 치료에서 통증의 조절이 중요하며, 골절로 인한 통증은 환자들이 의자에 앉아서 잠을 잘 정도로 가장 고통스러워 하는 부분이다. 소염 진통제, 온찜질 혹은 냉찜질 그리고 팔걸이 등을 이용하여 고통을 줄여주도록 한다¹⁰⁾. 현수 석고 붕대 (hanging casts)는 골절 부위를 당겨 (distraction) 전위 (displacement) 및 불유합을 일으킬 수 있어 최근에는 사용하지 않는 추세이며, 팔걸이나 견관절 고정대 (immobilizer) 또는 Velpeau dressing 등의 간편한 보호 장구를 채워 상지의 무게로 자연스러운 견인이 이루어지도록 하는 것이 보다 안전하다²⁶⁾. 오랜 기간의 팔 고정 (immobilization) 또한 큰 이득이 없고 최근에는 조기에 관절 범위 회복을 위한 스트레칭 운동을 하는 것이 기능 회복에 더 도움이 된다는 결과가 많이 보고되고 있다^{25,27)}.

전위되고 골편이 여러 개인 경우의 보존적 치료에 대해서는 논란이 있으나 환자가 아주 고령인 경우, 인지 기능의 장애가 있는 경우, 전신 기능이 쇠약한 알코올 중후군 환자의 경우 비수술적 치료를 고려할 수 있다¹⁹⁾. 하지만 불유합, 부정유합, 상완골 두의 골괴사 등과 같은 합병증이 발생할 가능성이 높고 이 경우 이차적인 수술이 복잡하고 어렵다는 점을 주의하여야 한다.

2) 비관혈적/최소 침습적 정복 및 경피적 고정 (closed/minimally invasive reduction and percutaneous fixation)

다른 침습적인 방법에 비해 출혈량이 적고 수술 후 통증 및 감염의 위험이 낮으며 미용적인 장점이 있다. 감입되지 않은 (unimpacted) 2분 이상의 골절, 감입된 외반 (impacted valgus) 형태의 골절에서 사용될 수 있고 골 질 (bone quality)이 편을 고정하기에 충분할 정도로 좋고 골 간단부 및 해부학적 경부의 내측면에 분쇄가 심하지 않아야 한다. 결절부 (tuberosity)의 분쇄 및 전위가 심하거나 그리고 탈구가 동반된 경우에는 적합하지 않다.

투시경 (fluoroscopy)하에서 도수 조작 또는 pin을 사용한 joystick 방법으로 골절의 정복을 얻을 수 있으며, 고정

(fixation)에는 끝에 나사홈이 있는 K 강선 (end-threaded Kirshner wires) 혹은 유관 나사 (cannulated screws)를 이용한다²³⁾. 시술 후에는 투시경 하에서 정복 및 고정의 안정성을 꼭 확인하여야 한다. 해부학적으로 완전한 정복을 얻도록 노력해야겠지만 불가능한 경우도 있으므로 정복 시 어느 정도까지의 전위를 허용할 것인가의 문제도 중요하다. Solberg 등⁴⁶⁾은 20도 이상의 내반 (varus) 변형이 허용되어서는 안 된다고 하였고, Resch³⁷⁾은 5 mm 이상의 결절부 (tuberosity)의 전위를 허용해서는 안 된다고 하였다. 골다공증이 심한 경우에는 안정성을 증가시키기 위해 humerus block (Synthes, Bettlach, Switzerland)을 이용할 수 있으며 외고정 장치 (external fixator)는 일부 개방성 골절 및 다발상 외상 환자에서 수술로 인한 혈액 손실 및 연부 조직 손상이 우려되는 경우 시행할 수 있다¹¹⁾.

하지만 이 시술에는 많은 숙련 (learning curve)이 필요하며 고정의 실패 및 부정유합, 불유합, 골 두의 무혈성 괴사 같은 합병증이 상당 부분 발생함을 알고 있어야 한다.

(1) 경피적 핀 고정술: 해부학적인 정복이 이루어지면 핀을 최소한 4개 이상 보통 6개 정도 삽입하는 것이 좋다. 맨 처음 핀은 이두건 장두의 바로 외측, 삼각근의 부착부 근위부에서 45도 상방으로, 30도 정도 후방으로 삽입한다. 두 번째 핀은 가능한 원위부에서 상완골 두 방향으로 삽입한다. 세 번째 핀은 이두건 장두 바로 내측에서 상완골 두의 후방으로 삽입한다. 네 번째 핀은 대 결절에서 간부의 내측을 향해 삽입한다 (Fig. 3).

3) 관혈적 정복 및 내고정 (open reduction and internal fixation)

최근 수술적 접근 방법, 골절을 정복하기 위한 기술

(techniques) 및 삽입물 (implant)의 발달, 골 이식 혹은 골 대체물 (substitutes)의 사용 등으로 이전에 어려웠던 많은 부분의 골절들을 정복하고 내고정할 수 있게 되었다.

(1) Surgical approach: 연장된 전방 삼각 대흉 (anterior deltopectoral) 접근법이 가장 많이 사용되나 대 결절 골절편의 전위가 심하거나 후방 골절 탈구인 경우 접근이 제한된다. 이러한 경우에는 좀 더 외측에 절개를 가하는 삼각근 분리 (deltoid splitting) 접근법이 사용될 수 있으며 이 방법을 사용할 때는 액와 신경의 앞쪽 종말신경을 찾아 확인하고 수술 중에 이를 보호하는 것이 중요하다^{14,39)}.

(2) 골절의 정복: 해부학적인 정복을 얻기 위해서는 골절의 복잡한 형태를 정확히 파악하는 것이 중요하며, 이를 위해 수술 전 3차원 CT 영상을 통해 많은 정보를 얻을 수 있다. 골 두의 탈구가 있다면 이를 먼저 정복하고 소 결절과 대 결절 부위의 회전근 개에 각각 2~3개의 표지용 봉합사 (tagging suture)를 삽입하여 이를 이용하여 상완골 두를 움직이고 bone hook 혹은 elevator 등으로 간부를 움직여 외반 (valgus) 혹은 내반 (varus) 변형을 교정해 골절을 정복한다. 필요한 경우 K-강선을 상완골 두에 삽입하여 joystick으로 사용해 정복한다. 이후 간부의 전위에 대해 교정하며 이때 회전 변형 (rotational deformity)에 대해서도 같이 교정하도록 한다.

(3) 골절의 안정화를 위한 부가적인 방법: 감입된 외반 (impacted valgus) 형태의 3분, 4분 골절은 정복 후에 골간단 (metaphysis)에 상당 부분의 골 결손 (defect)을 관찰할 수 있으며 골절의 치유를 돕고 정복의 소실을 막기 위해 부가적인 자가골 이식 (autograft), 동종골 이식 (allograft) 혹은 골 대체물 (bone substitutes)로 결손을 채우는 것이 중요하다^{18,42,43)}. 또 상완골 두가 내반되고 후내측 피



Fig. 3. Percutaneous pin fixation.
 (A) Preoperative AP view.
 (B) Preoperative axillary view.
 (C) Postoperative AP view.

질골 (posteromedial calcar)의 결손이 있는 경우에도 정복의 안정성을 위해 구조적 골이식 (structural autograft or allograft) 방법을 사용하기도 한다^{13,42}.

저자들이 속한 병원에서는 골수 내 동종 비골을 이식하여 보강하는 방법 (intramedullary fibular strut graft augmentation)을 사용하고 있으며 이 방법은 Gardner 등¹³에 의해서 제안되었다 (Fig. 4). Bae 등²은 인간 사체를 이용한 생역학적 연구에서 골수 내 동종 비골을 이식하고 잠금 금속판을 고정한 경우와 잠금 금속판만을 고정한 경우를 비교했을 때, 동종 비골을 이식을 함께 시행한 군에서 maximum failure load 및 stiffness가 더 우수하다고 하였다. 임상적 결과에서도 최근 Neviaser 등³³이 보고한 연구에 따르면 이들은 38명의 근위 상완골 골절 환자를 대상으로 잠금 금속판 및 동종 비골 이식을 같이 시행하여 고정하였고, 평균 추시 기간 16개월에서 나사의 관절면 관통 (penetration)이나 cutout은 발생한 경우가 없었고, DASH 점수와 Constant 점수에서 모두 우수한 결과를 보였다고 하였다.

(4) 골절의 고정: 과거 cloverleaf, buttress, semitubular plate 등이 많이 사용되었으나 최근에는 골다공증이 심한 뼈에도 견고한 고정이 가능한 잠금 금속판 (locking plates)이 이를 대체하였다. 잠금 금속판은 골절부를 안정화하기 위해 압박 (compression)할 필요가 없고 따라서 골막을 통한 혈류가 보존된다. 그리고, 각형성에 대한 안정성 (angular stability) 및 나사의 고정력이 좋아 골다공증이 심한 뼈에서도 쉽게 나사를 고정할 수 있으며 나사의 pull out이 잘 일어나지 않는 장점이 있다. 최근에는 해부학적으로 해당 부위에 맞게 고안된 잠금 금속판 (site specific locking

plate)이 많이 사용되고 있으며 stiffness와 회전 (torsion)에 대한 피로 저항도 (fatigue resistance)가 향상된 제품들이 많이 출시되고 있다. 이러한 삽입물의 발달로 인해 수술 후 충분한 고정력을 확보할 수 있게 되었고 환자들이 조기에 관절 운동이 가능케 되어 일상 생활로의 회복이 빨라졌다⁴⁸.

수술 시 잠금 금속판을 대 결절의 꼭대기 (apex) 바로 아래에 위치시켜야 차후 충돌 (impingement)에 의한 통증을 막을 수 있다. 통상적으로 상완골 두의 연골 하 피질골 (subcortical bone)과의 거리가 5 내지 10 mm 정도 남을 때까지 나사를 삽입하여야 안정성이 확보되고 나사의 cut through나 cut out을 막을 수 있다. 그렇지만 수술 중 투시경 하 전후면 및 측면 영상을 확인하여 상완골 두의 나사가 절대로 관절면을 뚫고 들어가지 않도록 해야 한다. 최소한 5개 이상의 나사가 divergent하게 삽입되어야 하고, 상완골 두가 내반되어 내측의 지지가 불안정한 골절에서는 고정의 안정성을 얻기 위해서 상완 거 (humeral calcar)를 따라 상완골 두의 아래쪽으로 잠금 나사를 위치시키는 것이 매우 중요하다^{15,42}. 이 나사는 후하방 거 (posteroinferior calcar)의 결손이 있어 불안정한 골절에서 골절 부위를 압박하고 지지하는 중요한 역할을 한다. 또한 부가적인 구조적인 골 이식 (structural bone graft)을 통해 고정의 안정성을 증가시킬 수 있다. 금속판의 고정 후에는 전위된 결절부 (tuberosity)에 대한 부가적인 고정이 필요하며 유관 나사 (cannulated screws)를 사용하거나 골편에 대한 봉합 (transosseous suture or tension band suture)을 시행할 수 있다.



Fig. 4. Internal fixation with fibular allograft.

- (A) Preoperative AP view.
 (B) Preoperative 3D-CT image.
 (C) Postoperative AP view.

4) 도수적/관혈적 정복 및 골수강내 금속정 (intra-medullary nail)을 이용한 고정

정적인 잠금 (statically locked) 골수정은 골절 부위의 연부 조직에 손상을 주지 않고 골절의 정복해 골막을 통한 혈류 공급 (periosteal blood supply)을 보존하는 개념에서 나온 기구이다. 골수정을 선행성 (antegrade) 방향으로 삽입할 때 도입 부위 (entry point)가 내측에 치우치면 회전근 개의 건과 가까워 통증 및 강직 그리고 회전근 개의 기능 이상 문제를 야기할 수 있고, 외측으로 치우치면 결절부의 골절이 발생할 수 있다. 이 때문에 많은 술자들이 특히 환자들이 젊은 경우 이 방법을 사용하는 것에 주저한다. 현재 적합하다고 판단되는 적응증은 노인에서 발생한 전위된 외과적 경부 2분 골절이며, 불안정한 3분 및 4분 골절에서는 회전근 개의 이상 및 고정 실패, 부정유합 등의 문제가 많이 발생해 적용하기 힘들다고 판단된다^{3,36)}.

(1) 골수강 내 금속정 고정술: 방사선 투과성 수술 침대에 환자를 위치하고 수술 부위의 반대측에 투시경을 위치시킨다. 수술 부위를 소독하기 전에 전후방 및 측면 영상을 얻을 수 있음을 확인한다. 견봉의 전외측 모서리에 피부 절개를 가하고 삼각근을 전방 및 중간 1/3 부위의 raphe를 따라 분리한다. 액와 신경의 전방 분지를 보호하기 위해 견봉으로부터 5 cm 하방으로는 삼각근을 분리하지 않도록 봉합사 등으로 표시하여 둔다. 회전근 개를 확인하고 주행 방향에 따라 절개를 가한 뒤 확공 과정 중 추가적인 파열이 발생하지 않도록 봉합사로 보호한다. 이후 나사형 핀을 상완골 두의 후방에 삽입하여 joystick 방법으로 상완골 두를 회전시켜 골절을 정복한다. 정복이 되면 유도핀을 이두근 후방에 위치시켜 영상 유도하에 골수강 내로 삽입한다. 회전근 개를 보호하면서 골수강을 확공한다. 대개 계획한 굵기의 금속정보다 1~1.5 cm 정도 굵게 확공을 한다. 금속정을 삽입할 때는 골절부가 신연되지 않

도록 주의하고 금속정의 끝이 상완골 두의 관절면보다 아래에 위치하도록 한다. 가이드에 따라서 상완골 두로의 나사못을 삽입한다. 이후 회전근 개를 봉합하고, 투시경을 통해 골절의 정복, 상완골의 정렬 및 나사못의 깊이를 최종 점검한다 (Fig. 5).

5) 상완골 두의 치환

1970년대 Neer는 전위된 3분, 4분 골절에서 불유합 및 골두의 무혈성 괴사의 발생률이 높아 이러한 급성 골절에 대해 상완골 두 치환술을 많이 시행하였다³²⁾. 하지만 최근 상완골 두를 보존하기 위한 술기 및 삽입물들이 발전해 이에 대한 좋은 결과들이 보고되면서 상완골 두 치환술의 필요성이 줄어들게 되었다. 급성 손상에서는 반치환술 (hemiarthroplasty)이 전치환술보다 선호되며 삽입물의 적절한 높이, off-set, 후방경사각 (retroversion) 등을 통해 상완골 두 및 간부, 결절부의 해부학적인 관계를 복원하는 것이 중요하다. 대부분의 골절이 골다공증이 심한 환자에서 발생하기 때문에 시멘트를 이용하는 삽입물이 많이 사용된다. 이러한 일차적인 상완골 두 치환술에 대해 다양한 치료 결과들이 보고되었으며 결절부 (tuberosity)의 유합 및 회전근개 건의 기능 유지가 좋은 결과와 상관 관계가 있음이 보고되었다^{1,26)}. 최근 회전근 개 건의 파열이 동반되거나 결절부의 유합 가능성이 낮을 때 역행성 견관절 치환술이 시도되고 있으며 일부 연구에서 주목할 만한 결과를 보고하기도 하였다²⁴⁾. 하지만 역행성 견관절 전치환술의 경우 scapular notching, 조기 해리 (loosening) 및 견봉의 stress 골절 같은 합병증이 발생할 수 있고 이러한 치료가 적절한지에 대해서는 보다 많은 연구가 필요하며, 최근 건강심사평가원에서는 80세 이상의 고령의 복합 골절에 한정하였다.

(1) 상완골 두 치환술: 삼각 흉근 절개를 사용하며, 절개를 확장하여 쇄골 바로 아래까지 연장한다. 쇄흉 근막 (clavipectoral fascia)을 상완 이두 근의 단두 건 외측에서 종으로 절개하고 융합건을 내측으로 짓힌다. 대흉근 부착부의 중지부를 일부 잘라 보다 넓은 시야를 확보하는 것이 편리하며 봉합사로 표시하여 둔다. 상완 이두 장두 건을 찾고, 장두 건을 따라서 앞을 덮고 있는 횡 상완 인대 (transverse humeral ligament)를 자르고 계속 위쪽으로 회전근 간격 (rotator interval)을 지나서 관절와 (glenoid)에 이르기까지 절개를 가하면 관절이 노출된다. 골절되어 분리된 상완골 두의 관절편을 확인하여 제거하고 대 결절 및 소 결절의 골절편은 표지용 봉합사를 각각의 회전근 개 부위에 삽입한다.

대 결절과 소 결절을 옆으로 짓히고 팔을 신전시키면서 외회전하고 위로 밀어서 간부의 골절면을 노출하고, 확공기를 사용하여 간부의 골수강을 적당한 크기까지 확공한

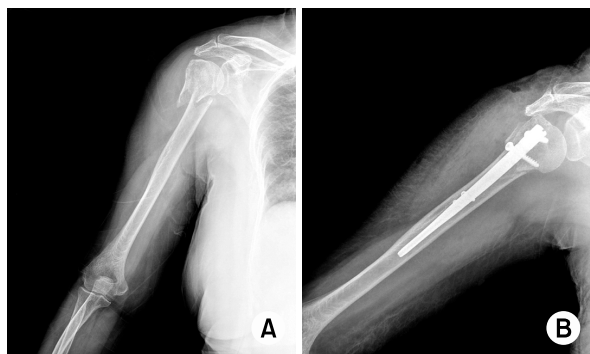


Fig. 5. Internal fixation with intramedullary nail. (A) Preoperative X-ray. (B) Postoperative X-ray.

다. 마지막에 사용한 확공기에 맞는 trial stem을 선택하여 적당한 크기의 trial head와 함께 상완골 골수강에 삽입하고 탈구된 상완골 두를 정복한 다음에 팔을 중립위로 위치한다. 통상 상완골 두는 약 30도 정도의 후방 경사각을 취하지만, 개인적인 차이가 많음을 염두에 두고, 팔을 중립위로 유지한 상태에서 trial head가 관절외를 향하게 하면서 적당한 후방 경사각 (retroversion)을 찾아 표시한다. 팔을 아래로 약간 잡아당겨서 삼각근의 길이를 정상으로 회복한 상태에서 삽입된 trial stem을 위로 밀어서 trial head가 관절외에 상응한 위치에 오게 되면 이때의 stem의 위치를 확인하고 표시한다. 그리고 이 위치에서 대 결절과 소 결절이 stem과 상완골 간부에 잘 부착될 수 있는가와 대 결절이 trial head 아래 5~10 mm에 위치하는지를 점검한다. 이후 다시 탈구시켜 trial stem을 빼낸다. 상완골 간부의 골 절면에 적당한 수의 비흡수성 봉합사를 삽입하여 추후 대 결절 및 소 결절을 고정할 수 있도록 준비해 둔다. 상완골 골수강을 잘 세척하고 골 시멘트를 준비하여 골수강에 넣는다. 준비된 stem을 미리 표시한 후방 경사각과 측정해

둔 길이로 삽입하고 시멘트가 굳을 때까지 자세를 유지한다. 상완골 두에서 채취한 해면골을 stem과 두 결절 사이에 삽입한다. 상완골 간부에 미리 삽입하였던 봉합사를 대 결절 및 소 결절에 통과시키고 결찰한다. 관절의 안정성을 검사하고 지혈한 뒤 세심하게 세척하고 흡입 배액관을 삽입한 후 각 층끼리 봉합한다 (Fig. 6).

5. 근위 상완골 골절의 합병증

1) 골 괴사 (osteonecrosis)

골 괴사는 주로 3분 이상의 다분절 골절 및 탈구가 동반된 골절에서 발생하며 손상 당시 상완골 두를 공급하는 혈관 손상으로 야기된다고 생각된다. 하지만 수술 시 골절 부에 대한 과도한 조작이나 부착된 연부 조직을 지나치게 많이 박리 (stripping)할 경우에도 발생할 수 있다. 골 두 주위로 부착된 연부 조직이 전혀 없는 상태 (denuded)에서도 골 괴사가 반드시 일어나는 것은 아니며¹⁶⁾ 반대로 골 두 주위 혈관의 손상이 심하지 않은 경우에도 골 괴사가

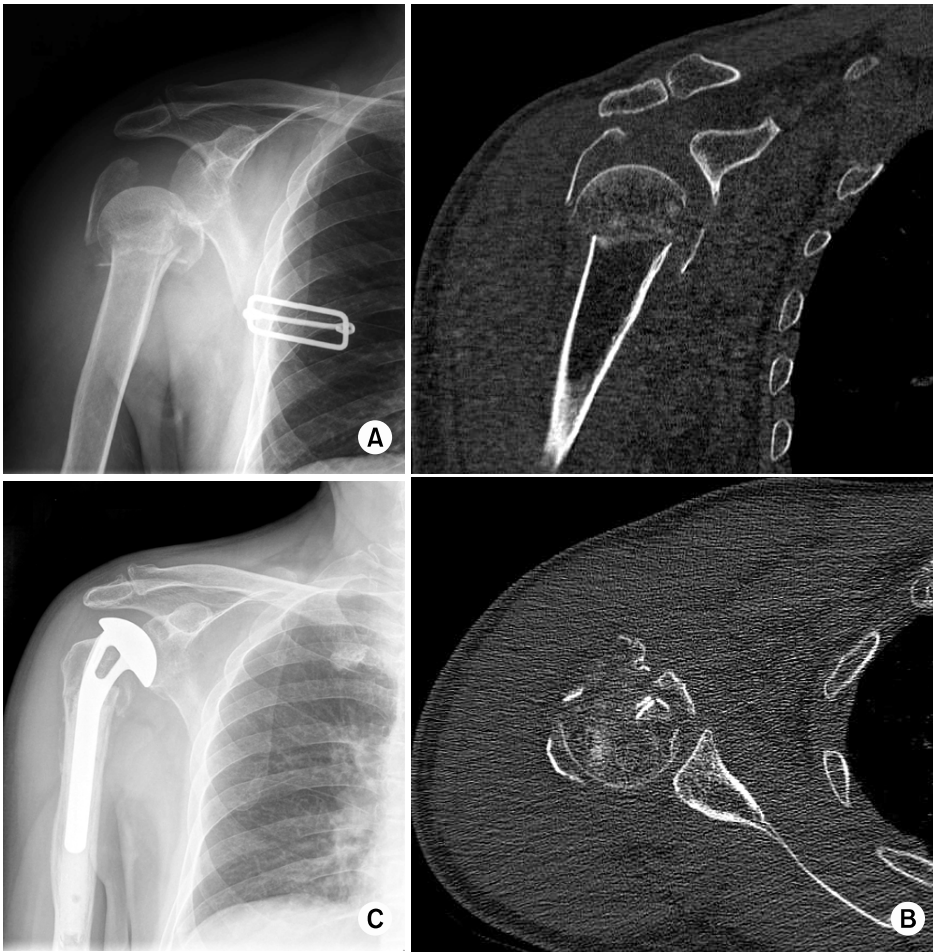


Fig. 6. Hemiarthroplasty in patient with 4-part proximal humeral fracture. (A) Preoperative AP view. (B) Preoperative CT image. (C) Postoperative AP view.

발생하는 환자들이 있다는 점에서 골 괴사의 발생에 대한 병리 생리학적인 기전에 대해서는 아직 완전히 이해되지 못하고 있다고 할 수 있다. 또 결절부에도 골 괴사가 발생할 수 있으며 이 경우에는 동통 및 회전근 개의 이상으로 인한 기능 장애가 발생하게 된다.

상완골 두 골 괴사의 증상은 흔히 골절 부위가 유합되고 기능 회복을 얻은 시기 이후 통증이 다시 심해지고 관절의 경직 및 기능 장애가 발생하게 된다. 단순 방사선 영상에서 골 두에 조각 (patchy) 혹은 분절 (segment) 양상의 골 경화 (sclerosis) 소견 및 골 흡수, 붕괴 (collapse)를 관찰할 수 있으며, 병변의 범위 (extent) 및 괴사 정도를 평가하는데 MRI 검사가 유용하다.

골 괴사의 초기의 경우 상완골 두 중심의 감압술 (core decompression)이 도움이 될 수 있으나³⁰⁾ 병변이 진행되었고 증상이 있는 환자들에서는 상완골 두 치환술이 필요하며 만약 관절와 (glenoid)에도 관절염이 동반되어 있다면 견관절 전 치환술 (total shoulder arthroplasty)을 고려하고 결절부의 부정 유합이나 회전근 개의 파열이 동반되어 있다면 역행성 견관절 치환술 (reverse shoulder arthroplasty)을 고려할 수도 있다.

2) 불유합

불유합과 관련된 위험 인자들을 환자, 골절의 형태 및 치료와 관련된 것으로 나누어 살펴보면 먼저 환자와 관련된 위험 인자에는 골다공증, 견관절의 퇴행성 및 염증성 관절염의 동반 여부, 내과적 동반 질환, 흡연, 알코올 및 약물 중독 등이 있다^{20,47)}. 골절의 형태와 관련해서는 상완골 두와 간부 사이에 분쇄가 심해 피질골 연결이 없는 경우, 완전히 파열된 골막이 골절편 사이에 끼어 callus 형성을 저해하는 경우 불유합이 발생할 수 있다. 잘못된 치료와 관련된 경우로는 비수술적 치료에서 현수 석고 붕대로 인한 골절부의 벌어짐 (distraction), 수술 중 과도한 연부조직의 박리 및 불안정한 골절의 정복 및 고정 등이 있다.

불유합을 진단하는데 있어 CT 영상이 도움이 되며 감염의 가능성이 있다면 관절 천자 (joint aspiration) 및 균 배양을 통하여 이를 반드시 확인하여야 한다. 치료로는 관혈적 정복 및 내고정과 더불어 골이식을 시행하는 방법 또는 상완골 두 치환술을 시행하는 방법이 있으며 이에 대한 결정은 환자의 상황에 맞게 이루어져야 한다. 감염, 관절염, 골괴사가 없고 적절한 골 질 (bone stock)이 있으면서 결절부의 부정 유합이 없는 경우에는 관혈적 정복 및 내고정 그리고 골 이식을 시행하는 것을 우선적으로 고려한다.

3) 부정 유합

상완골 두와 간부 사이 그리고 상완골 두와 결절부 사이

의 부정 유합이 흔하며 노인에게서는 부정 유합의 허용 범위가 넓고 증상으로 나타나지 않는 경우가 많다. 하지만 젊은 환자들에게서 특히 결절부의 부정 유합은 견봉하 충돌 및 회전근 개의 파열을 야기할 수 있으므로 주의를 요한다. 이때에는 세심한 진찰을 통해 통증의 원인이 감염, 수술 후 강직, 견봉 쇄골 관절의 이상, 이두건의 병변 및 복합 부위 동통 증후군과 같은 다른 질환에 의한 것이 아닌지를 감별하도록 해야 한다. 증상이 심한 경우 절골술을 통하여 변형을 교정할 수 있으나 어려운 경우가 많고 일반적으로 상완골 두 치환술을 시행하는 경우가 많다.

4) 외상 후 강직 (stiffness)

관절막의 구축 (contracture)이 주요 원인이지만 부정 유합, 복합 부위 동통 증후군, 흉곽 출구 증후군, 삼입물에 의한 충돌 그리고 회전근 개의 이상과 같은 다른 요인이 있는지 살펴보아야 한다. 스트레칭 운동과 같은 재활치료로 관절 범위의 회복을 얻을 수 있지만 비수술적 방법으로도 충분한 회복이 어려운 경우 마취 하 도수 조작이나 관절경 하 관절낭 유리술이 도움이 될 수 있다. 특발성 유착성 관절낭염에 사용하는 distension arthrography의 경우 외상 후 발생한 강직에 대해서는 효과적이지 않다고 주장하는 사람도 있다³¹⁾.

5) 감염

근위 상완골 주위는 혈류 공급이 좋고 연부 조직이 잘 덮여 있어 감염은 상대적으로 흔하지 않은 편이다. 표재성 감염에 대해서는 항생제로 치료될 수 있으나 심부 감염의 경우 발생한 시기 및 삼입물의 안정성에 따라 치료방침이 달라진다. 감염이 수술 후 초기에 발생하였고 삼입물이 안정하다면 변연 절제술 및 일정 기간의 항생제로 치료할 수 있다. 하지만, 상완골 두 치환술 후 수년이 지난 시점에서의 감염은 대개 혈류를 타고 전파된 세균에 의한 경우가 많고 이 때에는 삼입물을 제거하고 항생제를 혼합한 골 시멘트 spacer를 삽입한 이후 원인균에 따른 정맥 항생제 치료를 한다⁵⁾. 감염이 완전히 조절되었다고 판단된 이후 재치환술을 고려할 수 있다.

6) 상완골 두 치환술과 관련된 합병증

결절부 (tuberosity)의 재전위 (redisplacement) 및 불유합 (nonunion)으로 인한 회전근 개의 기능 이상이 가장 중요한 합병증이다. 수술 후 적절한 재활이 이루어지지 않으면 관절낭염 및 강직이 발생할 수 있다. 이외에도 불안정성, 탈구, 해리, 감염, 삼입물 주위 골절 등의 합병증이 발생할 수 있다³⁵⁾.

요 약

근위 상완골 골절의 대다수는 노인에게서 발생하는 불안정하지 않은 골절로 이는 보존적 방법으로 치료될 수 있다. 하지만 일부의 환자에서는 비수술적 치료만으로는 좋은 결과를 얻기 힘들고 여러 합병증이 발생할 가능성이 높아 이러한 환자들의 관련된 위험 요인을 평가하는 것이 중요하다. 현재의 분류 체계는 이렇게 수술적 치료가 필요한 골절 형태에 대한 분류 및 치료 후 결과를 평가하는데 있어 한계점이 있으며, 더욱 정교하고 신뢰성 있고 치료 결과를 객관적으로 비교할 수 있는 분류 체계가 필요하다.

수술 기법 및 삽입물의 발전으로 이전에 많은 합병증이 발생했던 여러 복잡한 형태의 골절의 치료에서 최근 좋은 결과들이 발표되고 있으며 수술 전 골절의 형태와 양상을 잘 이해하고 환자와 관련된 인자들을 잘 파악하여 철저한 계획을 세운다면 훌륭한 결과를 얻을 수 있다.

참 고 문 헌

- 1) **Abu-Rajab RB, Stansfield BW, Nunn T, Nicol AC, Kelly IG:** Re-attachment of the tuberosities of the humerus following hemiarthroplasty for four-part fracture. *J Bone Joint Surg Br*, **88**: 1539-1544, 2006.
- 2) **Bae JH, Oh JK, Chon CS, Oh CW, Hwang JH, Yoon YC:** The biomechanical performance of locking plate fixation with intramedullary fibular strut graft augmentation in the treatment of unstable fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, **93**: 937-941, 2011.
- 3) **Bernard J, Charalambides C, Aderinto J, Mok D:** Early failure of intramedullary nailing for proximal humeral fractures. *Injury*, **31**: 789-792, 2000.
- 4) **Connor PM, Flatow EL:** Complications of internal fixation of proximal humeral fractures. *Instr Course Lect*, **46**: 25-37, 1997.
- 5) **Coste JS, Reig S, Trojani C, Berg M, Walch G, Boileau P:** The management of infection in arthroplasty of the shoulder. *J Bone Joint Surg Br*, **86**: 65-69, 2004.
- 6) **Court-Brown CM, Caesar B:** Epidemiology of adult fractures: a review. *Injury*, **37**: 691-697, 2006.
- 7) **Court-Brown CM, Cattermole H, McQueen MM:** Impacted valgus fractures (B1.1) of the proximal humerus. The results of non-operative treatment. *J Bone Joint Surg Br*, **84**: 504-508, 2002.
- 8) **Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM:** The translated two-part fracture of the proximal humerus. *Epidemiology and outcome in the older patient. J Bone Joint Surg Br*, **83**: 799-804, 2001.
- 9) **Court-Brown CM, McQueen MM:** The impacted varus (A2.2) proximal humeral fracture: prediction of outcome and results of nonoperative treatment in 99 patients. *Acta Orthop Scand*, **75**: 736-740, 2004.
- 10) **DePalma AF, Cautilli RA:** Fractures of the upper end of the humerus. *Clin Orthop*, **20**: 73-93, 1961.
- 11) **Dhar SA, Butt MF, Mir MR, Ali MF, Kawoosa AA:** Use of the Ilizarov apparatus to improve alignment in proximal humeral fractures treated initially by a unilateral external fixator. *Strategies Trauma Limb Reconstr*, **3**: 119-122, 2008.
- 12) **Edelson G, Kelly I, Vigder F, Reis ND:** A three-dimensional classification for fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, **86**: 413-425, 2004.
- 13) **Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG:** Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *J Orthop Trauma*, **22**: 195-200, 2008.
- 14) **Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, Lorich DG:** The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus. *J Orthop Trauma*, **22**: 132-137, 2008.
- 15) **Gardner MJ, Weil Y, Barker JU, Kelly BT, Helfet DL, Lorich DG:** The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma*, **21**: 185-191, 2007.
- 16) **Gerber C, Lambert SM, Hoogewoud HM:** Absence of avascular necrosis of the humeral head after post-traumatic rupture of the anterior and posterior humeral circumflex arteries. A case report. *J Bone Joint Surg Am*, **78**: 1256-1259, 1996.
- 17) **Gerber C, Schneeberger AG, Vinh TS:** The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am*, **72**: 1486-1494, 1990.
- 18) **Gerber C, Werner CM, Vienne P:** Internal fixation of complex fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*, **86**: 848-855, 2004.
- 19) **Hanson B, Neidenbach P, de Boer P, Stengel D:** Functional outcomes after nonoperative management of fractures of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, **18**: 612-621, 2009.
- 20) **Healy WL, Jupiter JB, Kristiansen TK, White RR:** Nonunion of the proximal humerus. A review of 25 cases. *J Orthop Trauma*, **4**: 424-431, 1990.

- 21) **Hertel R, Hempfing A, Stiehler M, Leunig M:** Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg*, **13:** 427-433, 2004.
- 22) **Iannotti JP, Gabriel JP, Schneck SL, Evans BG, Misra S:** The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *J Bone Joint Surg Am*, **74:** 491-500, 1992.
- 23) **Kamineni S, Ankem H, Sanghavi S:** Anatomical considerations for percutaneous proximal humeral fracture fixation. *Injury*, **35:** 1133-1136, 2004.
- 24) **Klein M, Juschka M, Hinkenjann B, Scherger B, Ostermann PA:** Treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients with the Delta III reverse shoulder prosthesis. *J Orthop Trauma*, **22:** 698-704, 2008.
- 25) **Koval KJ, Gallagher MA, Marsicano JG, Cuomo F, McShinawy A, Zuckerman JD:** Functional outcome after minimally displaced fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am*, **79:** 203-207, 1997.
- 26) **Krause FG, Huebschle L, Hertel R:** Reattachment of the tuberosities with cable wires and bone graft in hemiarthroplasties done for proximal humeral fractures with cable wire and bone graft: 58 patients with a 22-month minimum follow-up. *J Orthop Trauma*, **21:** 682-686, 2007.
- 27) **Kristiansen B, Angermann P, Larsen TK:** Functional results following fractures of the proximal humerus. A controlled clinical study comparing two periods of immobilization. *Arch Orthop Trauma Surg*, **108:** 339-341, 1989.
- 28) **Leyshon RL:** Closed treatment of fractures of the proximal humerus. *Acta Orthop Scand*, **55:** 48-51, 1984.
- 29) **Matsen FA 3rd, Rockwood CA Jr, Wirth MA, Lippitt SB:** Glenohumeral arthritis and its management. In: Rockwood CA Jr, Matsen FA 3rd, Wirth MA, Lippitt SB eds. *The shoulder*. 3rd ed. Philadelphia, WB Saunders: 879-1008, 2004.
- 30) **Mont MA, Maar DC, Urquhart MW, Lennox D, Hungerford DS:** Avascular necrosis of the humeral head treated by core decompression. A retrospective review. *J Bone Joint Surg Br*, **75:** 785-788, 1993.
- 31) **Murray IR, Amin AK, White TO, Robinson CM:** Proximal humeral fractures: current concepts in classification, treatment and outcomes. *J Bone Joint Surg Br*, **93:** 1-11, 2011.
- 32) **Neer CS 2nd:** Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*, **52:** 1077-1089, 1970.
- 33) **Neviaser AS, Hettrich CM, Beamer BS, Dines JS, Lorich DG:** Endosteal strut augment reduces complications associated with proximal humeral locking plates. *Clin Orthop Relat Res*, **469:** 3300-3306, 2011.
- 34) **Palvanen M, Kannus P, Niemi S, Parkkari J:** Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **442:** 87-92, 2006.
- 35) **Plausinis D, Kwon YW, Zuckerman JD:** Complications of humeral head replacement for proximal humeral fractures. *Instr Course Lect*, **54:** 371-380, 2005.
- 36) **Rajasekhar C, Ray PS, Bhamra MS:** Fixation of proximal humeral fractures with the Polarus nail. *J Shoulder Elbow Surg*, **10:** 7-10, 2001.
- 37) **Resch H:** Proximal humeral fractures: current controversies. *J Shoulder Elbow Surg*, **20:** 827-832, 2011.
- 38) **Robinson CM, Akhtar A, Mitchell M, Beavis C:** Complex posterior fracture-dislocation of the shoulder. Epidemiology, injury patterns, and results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*, **89:** 1454-1466, 2007.
- 39) **Robinson CM, Khan LA, Akhtar MA:** Treatment of anterior fracture-dislocations of the proximal humerus by open reduction and internal fixation. *J Bone Joint Surg Br*, **88:** 502-508, 2006.
- 40) **Robinson CM, Khan L, Akhtar A, Whittaker R:** The extended deltoid-splitting approach to the proximal humerus. *J Orthop Trauma*, **21:** 657-662, 2007.
- 41) **Robinson CM, Page RS:** Severely impacted valgus proximal humeral fractures. Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am*, **85:** 1647-1655, 2003.
- 42) **Robinson CM, Wylie JR, Ray AG, et al:** Proximal humeral fractures with a severe varus deformity treated by fixation with a locking plate. *J Bone Joint Surg Br*, **92:** 672-678, 2010.
- 43) **Russo R, Visconti V, Lombardi LV, Ciccarelli M, Giudice G:** The block-bridge system: a new concept and surgical technique to reconstruct articular surfaces and tuberosities in complex proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg*, **17:** 29-36, 2008.
- 44) **Sidor ML, Zuckerman JD, Lyon T, Koval K, Cuomo F, Schoenberg N:** The Neer classification system for proximal humeral fractures. An assessment of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Bone*

- Joint Surg Am, **75**: 1745-1750, 1993.
- 45) **Siebenrock KA, Gerber C**: The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. J Bone Joint Surg Am, **75**: 1751-1755, 1993.
- 46) **Solberg BD, Moon CN, Franco DP, Paiement GD**: Surgical treatment of three and four-part proximal humeral fractures. J Bone Joint Surg Am, **91**: 1689-1697, 2009.
- 47) **Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE**: Nonunions of the humerus. Clin Orthop Relat Res, **419**: 46-50, 2004.
- 48) **Walsh S, Reindl R, Harvey E, Berry G, Beckman L, Steffen T**: Biomechanical comparison of a unique locking plate versus a standard plate for internal fixation of proximal humerus fractures in a cadaveric model. Clin Biomech (Bristol, Avon), **21**: 1027-1031, 2006.