

상완골 간부 골절: 금속판 고정술 (Humeral Shaft Fracture: Plating)

김영규 · 안병근

가천의과학대학교 길병원 정형외과학교실

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 있으며 근위부 골절은 30~40%를 차지한다²⁶⁾. 정상적인 상완골 골절의 치유는 8~10주 사이에 이루어지며 만약 골 유합이 3~4개월까지 이루어지지 않은 경우는 지연 유합이라 할 수 있고 골 유합을 6~8개월까지 얻을 수 없다면 불유합이라 할 수 있다²²⁾. 상완골 간부 골절 후 발생하는 불유합의 빈도는 저자에 따라 0~13% 정도로 보고되고 있으며 보존적 치료 후에는 0~8%, 수술적 치료 후에는 0~13%로 다양한 불유합 발생률이 보고되고 있다^{12,24)}.

상완골 간부 골절은 과거에는 대부분 비수술적 방법으로 골 유합을 얻을 수 있다고 보고되고 있으나^{24,26)}, 최근에는 수술적 방법의 발달과 조기 관절 운동 및 직장 복귀를 위하여 수술적 치료를 선택하는 경향이 높다. 상완골 간부 골절의 치료를 위해서는 골절의 형태 뿐만 아니라 환자의 나이와 기능, 골절의 상태 등을 고려하여 수술적 치료를 결정하여야 한다. 수술 방법으로는 금속판 고정술, 교합성 골수정 고정술, 외고정 장치를 이용한 방법 등이 있으며, 어떤 고정 방법을 사용하는 것이 좋은지에 대해서는 논란의 여지가 있다⁹⁾.

특히 여러 학자들의 보고에 의해 금속판 내고정술은 높은 성공률은 보이고 있으나 최근에는 상완골 간부 골절의 수술적 치료로 교합성 골수정 고정술을 선호하는 경향이 많다. 그러나 Ferragos 등⁹⁾은 상완골 간부 골절에서 골수정을 이용한 고정이 골 유합에 있어 더 유리함을 입증할 만한 근거가 없었다고 보고하였다. 따라서 저자는 상완골 간부 골절의 수술적 치료로 금속판 고정술의 유용성에 대

해 문헌 고찰과 함께 논의하고자 한다.

치료 방법의 선택

상완골 간부의 단순 골절은 정복과 팔의 고정에 의한 보존적 치료로 90% 이상의 성공적인 치유를 기대할 수 있다고 알려져 있다^{25,26)}. 그러나 개방성 골절, 분절 골절, 부유주관절 (floating elbow), 양측성 골절, 흉부나 두부 손상을 가진 다발성 외상 환자, 심한 연부 조직 손상, 혈관 또는 상완 신경총 손상을 동반한 골절, 그리고 병적 골절의 경우는 수술적 치료가 요한다^{2,3,11,13,23)}.

수술적 치료 시 가능한 방법으로는 전통적 관혈적 정복 및 금속판 고정술, 최소 침습적 금속판 고정술, 유연성 골수정 고정술 (flexible intramedullary nailing), 대 결절부를 통한 선행성 또는 주두와 직상방을 통한 역행성 교합성 골수정 고정술, 외고정 장치 등이 이용되고 있다^{8,13,15,20)}. 수술 방법의 선택은 환자의 나이, 골절의 형태, 골절의 위치, 동반된 연부 조직 손상 정도, 술자의 선호도 등에 따라 다르다. 그러나 방법 선택 시 우선되어야 할 요소로는 빠른 골유합이 이루어져야 하며, 고정 기간이 최소화되고 조기 관절운동이 가능하여야 한다.

특히 상완골 골절에서 외고정 장치의 사용은 신경 손상의 위험이 있고 관절운동에 제한을 초래할 수 있어 광범위 골 소실이 있는 개방적 골절이나 내고정 장치 사용이 어려운 광범위 분쇄 골절 시 제한적으로 사용된다. 교합성 골수정 고정술은 하지와 같은 압박력을 가하기 힘들고 상지의 회전력과 신연력에 의해 견고한 내고정이 다소 부족하며 골수정을 대 결절부를 통한 선행성 삽입 시 회전근개 손상의 문제점이 있어 선택 시 신중을 기해야 한다. 그러

통신저자 : 김 영 규

인천시 남동구 구월동 1198
가천의과학대학교 길병원 정형외과
Tel : 032-460-3384 · Fax : 032-468-5437
E-mail : kykhyr@gilhospital.com

Address reprint requests to : Young-Kyu Kim, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, Gil Medical Center, Gachon University, 1198, Guwol-dong, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea
Tel : 82-32-460-3384 · Fax : 82-32-468-5437
E-mail : kykhyr@gilhospital.com

나 만일 분쇄가 심하거나, 골조송증이 있는 경우는 금속판 고정이 부적합할 수 있으므로 이 경우에는 교합성 골수정 고정술이 더 효과적일 수 있다^{14,18)}.

금속판 고정술

1. 금속판의 선택

상완골 간부 골절의 치료로 금속판의 사용은 골절의 길이, 회전, 각 변형 등을 정복하기에 용이하고, 정복의 정도가 다른 외과적 방법보다 우월하여 상완골 간부 골절의 치

료로 과거부터 지속적으로 선호되고 있다. 금속판 고정술은 주변 관절, 특히 견관절과 관련된 손상을 피할 수 있고 이환율을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 그러나 금속판 고정은 넓은 개방적 노출이 요구되고 정복 및 고정을 위해 골수정 고정술보다 더 수술 시간이 요구되며, 신경 손상의 가능성이 있고, 고정물 실패의 가능성이 있어 광범위한 분쇄상 골절이나 골다공증이 있는 환자에서는 이상적이지 못하다.

사용되는 금속판으로는 4.5-mm 압박 금속판 (4.5-mm broad or narrow compression plate), 4.5-mm 역동적 압박 금속판 (4.5-mm dynamic compression plate, DCP), 제

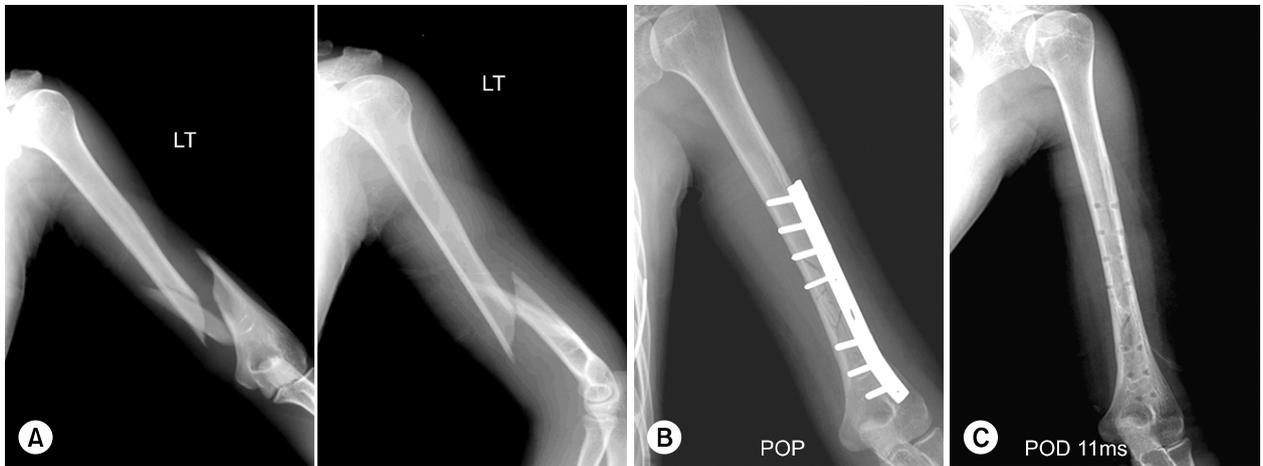


Fig. 1. (A) Radiographs of 25-year-old male show a fracture with a butterfly fragment in the left distal 1/3 humerus. (B) In postoperative radiograph, a good alignment and stability were achieved with 4.5-mm DCP plate and one lag screw. (C) At 11 months after surgery, plate was removed. Radiograph shows good union.

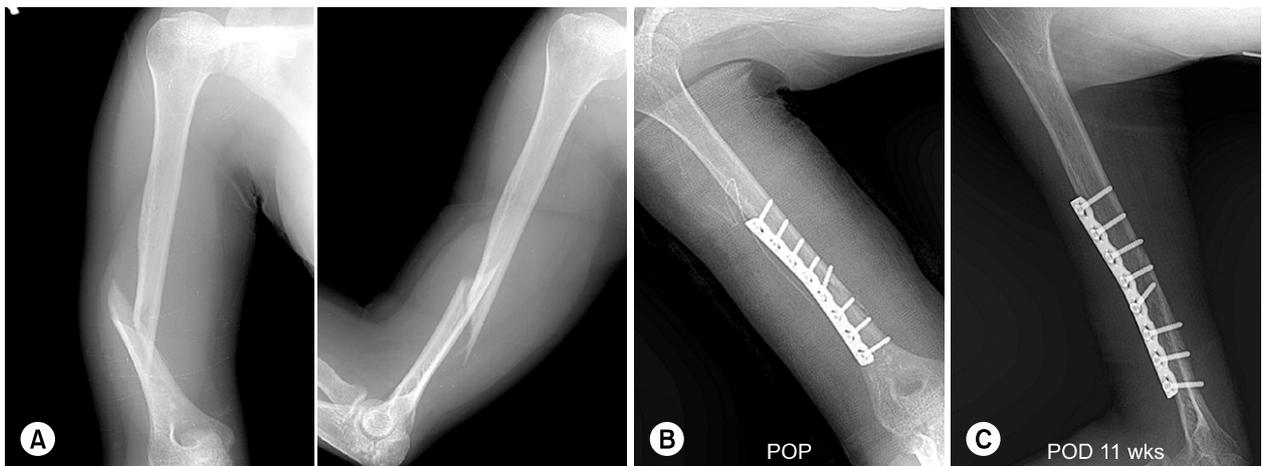


Fig. 2. (A) Radiographs of 39-year-old female show a oblique fracture of the right humeral shaft. (B) Fixation with 3.5-mm LC-DCP plate was done to the fracture site. (C) At 11 weeks after osteosynthesis, bone union was obtained.

한적 접촉 역동적 압박 금속판 (limited contact dynamic compression plate, LCDCP, AO Research Institute, Davos, Switzerland) 등이 있으며, 최근 골조충증으로 인해 견고한 나사못 고정이 어려운 경우는 4.5-mm 잠김 압박 금속판 (4.5-mm narrow locking compression plate, LCP)이 개발되어 사용되고 있다²¹⁾ (Fig. 1). 그러나 한국인에서 체형이 작거나 여성인 경우는 상완골의 직경이 작아 4.5-mm 압박 금속판이 해부학적으로 맞지 않으므로 3.5-mm 압박 금속판이 사용될 수 있다 (Fig. 2). 상완골에는 큰 회전력이 작용하므로 건강한 성인 남성의 경우 역학적으로 넓은 4.5-mm 압박 금속판을 사용하는 것이 바람직하며, 이론적으로 좁은 4.5-mm 압박 금속판을 사용할 경우 회전력에 대해 장축의 스트레스가 금속판에 증가한다. 그러나 상완골 간부 골절의 치료로 전외측에 금속판을 적용시킬 경우 넓은 금속판을 상완 간부 외측이나 작은 상완 외과에 위치시키기에는 기술적으로 어려운 점이 있다.

최근 장관골의 골절에서 사용되고 있는 생물학적 고정법인 최소 침습적 경피적 금속판 고정술은 상완골 중간 간부에서 근위부로 연장된 골절에서 부분적으로 사용되고는 있으나 중간 간부에서 하 1/3 골절 시에는 신경 손상의 위험이 있어 사용하기 어렵다. 경피적 금속판 고정술을 위해 현재에는 금속판을 적절하게 골에 맞추어 (contouring) 사용하고 있으나 정확하게 골의 모양에 맞추기 어려워 일차적인 정복 소실의 가능성이 있어, 얇고 상완골 근위 간부의 해부학적 형상에 잘 맞는 모양으로 고안된 금속판의 개발이 필요하다. 금속판 고정은 주 골절편의 정확한 정복이

요하나 분쇄 골절이 심한 경우는 해부학적 정복이 어려워 교량형 금속판 고정술 (bridge-plating technique)이 사용될 수 있다²⁰⁾.

2. 증례에 따른 수술 방침

상완골 간부 개방성 골절 시 금속판 고정술은 먼저 창상 변연 절제, 금속판을 이용한 골절의 안정화, 그리고 예방적 항생제 사용으로 대별된다¹¹⁾. 창상이 전외측에 있을지라도 변연 절제 후 정상적인 전외측 접근법을 이용할 수 있다. 다발성 외상 환자에서 상완골 간부 골절을 동반한 경우에도 수술적 치료가 바람직하다. 흉부 손상이 있는 경우 상완부에 팔걸이 등을 착용시키기 어려우며, 욕창 등을 방지하기 위해 자세를 바꿀 때에도 상완골이 안정되어야 하므로 수술적 치료는 전신 증상의 호전을 가져올 수 있다²⁾.

관절와 상완 관절의 탈구 또는 주관절 탈구와 동반된 상완골 간부 골절은 손상받은 관절의 조기 재활 치료를 위하여 상완골의 안정화 수술은 필수적이며 이를 위해 금속판 고정술은 가장 적절한 치료 방법이다²⁾. 분절 골절의 경우 골수정 고정술은 상완골 근위부와 원위부에서는 효과적이지 못하므로 간부와 동반된 분절 골절의 경우는 금속판 고정술이 최적의 치료 방법이다. 만일 근위부와 원위부에 분절 골절이 발생하였을 때는 두 곳에 각각 분리된 금속판으로 고정하는 것이 바람직하다. 그러나 분절 골절이 상완 중간 부위에서 발생되었을 때는 골수정 고정술이 먼저 고려되어야 한다¹⁴⁾.

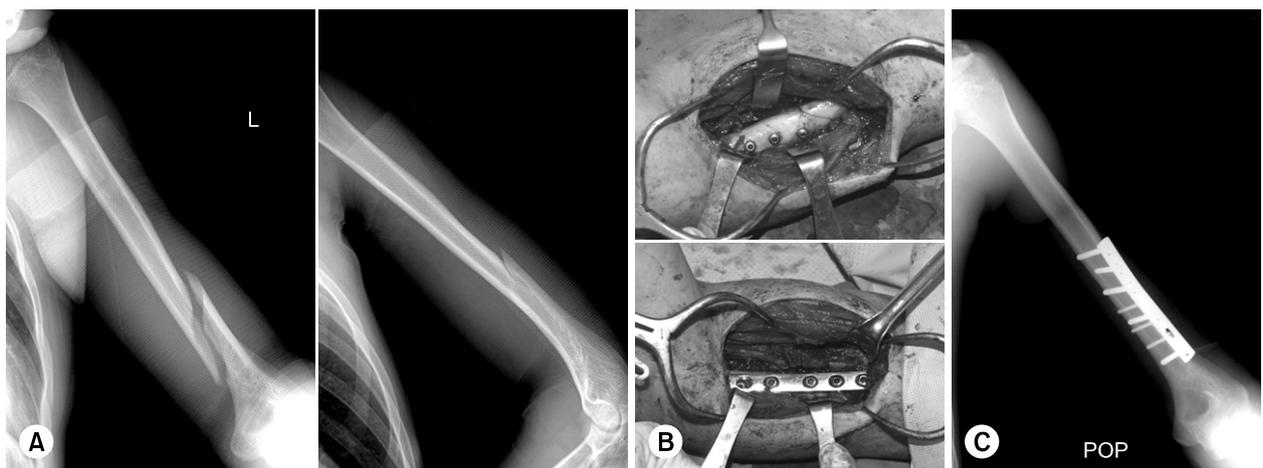


Fig. 3. (A) Radiographs of 17-year-old male show a oblique spiral fracture of the left distal 1/3 humerus with radial nerve palsy after close reduction. (B) After exposing the fracture site through an anterolateral approach, fracture was reduced anatomically with lag-screw fixation, followed by plate fixation. (C) Postoperatively, a good alignment was achieved.



Fig. 4. (A) Radiographs of 21-year-old male show an open comminuted fracture of the left humeral shaft. (B) After debridement, fixation with 4.5-mm DCP plate and one interfragmentary lag screw was done. (C) At 12 months after surgery, plate was removed. Radiograph shows good union.

상완골 간부 골절의 도수 정복 후 발생한 요골 신경 마비는 신경의 탐색을 위해 개방적 치료가 요한다. 상완골이 개방된 후에는 골절 치유가 지연될 수 있으므로 동시에 금속판을 이용한 내고정이 시행되어야 한다. 또한 상완 신경 총 손상이 동반되었을 때도 조기 재활 치료를 위해 상완골의 안정화 치료는 필수적이며 이를 위해 금속판 고정술이 선호된다³⁾.

3. 수술 방법

상완 골절부를 노출시키기 위해 대부분의 외과 의는 전외측 접근법을 선호한다. 이러한 접근법은 요골 신경을 확인하면서 보호할 수 있는 장점이 있다. 그러나 노출 시 상완 이두근 부착부를 골에서부터 분리시켜야 하며, 하 간부 골절 시 골의 형태에 금속판을 정확히 맞추기가 쉽지 않다는 단점이 있다¹⁹⁾. 하 간부 골절을 위해서는 후방 접근법을 이용할 수 있으며 이는 상완 삼두근 장 두와 외측 두 사이로 접근하는 방법이다. 상 1/2 간부 골절을 위해서는 전외측 접근법과 삼각 흉근 간격을 통한 연장이 요한다.

금속판 고정을 위해서는 주된 골절편의 정확한 정복이 이루어져야 하며 큰 분쇄 골편이나 사선 또는 나선형 골절의 정복은 골편간 압박을 위해 지연 나사 (interfragmentary compression lag screw) 고정을 먼저 시행하고 보강적으로 금속판을 고정한다^{18,20)} (Fig. 3, 4).

금속판 고정 시 골절부의 근위부와 원위부에 최소한 각각 3개의 나사못을 사용하나, 각각 4개의 나사못을 삽입하는 것이 더 바람직하다. 골 조송증이 심한 경우 나사못의 견고한 고정이 어려울 수 있는데 Cameron 등⁴⁾은 골 시멘

트 (polymethylmethacrylate)를 이용하여 골과 나사못 사이를 강화하는 방법을 보고하였다. 최근에는 골 조송증이 있는 경우 견고한 나사못 고정을 위해 잠김 압박 금속판 (locking compression plate)과 잠김 나사못 (locking screw)이 사용되고 있다²¹⁾.

결 과

금속판 고정술의 결과는 학자들에 따라 다양한 결과를 보고하고 있으나 합병증과 기능적 문제가 비교적 적은 효과적 방법으로 보고되고 있다. 여러 문헌을 종합하여 살펴보면 불유합은 0~7%, 수술 후 요골 신경 마비는 0~5%에서 발생하였으며 대부분 일시적이었고, 감염률은 0~6%를 보였다^{1,7,8,10,12,26)} (Fig. 5). 반면에 교합성 골수정 고정술은 0~8%의 불유합과 20% 이상의 지연성 유합이 나타났으며 부정 유합, 금속정 실패, 수술 후 신경 마비는 드문 것으로 보고되었으나 선행성 교합성 골수정 고정술은 견관절 운동의 부분 장애가 6~37%에 이르는 것으로 보고되고 있다^{6,9,18,23)}.

최근 금속판 고정술과 교합성 골수정 고정술의 결과를 무작위로 직접 비교한 문헌이 많이 보고되고 있으며 그 결과는 다소 상이하다^{5~7,14,16,18)}. Chapman 등⁶⁾은 무작위 전향적 연구에서 두 군의 최종 임상적 결과는 비슷하였으나 교합성 골수정 고정술로 치료한 경우는 견관절의 이환율이 31%에서 나타난 반면 금속판 고정술은 기능적 결과에서 꾸준히 양호 이상의 결과를 보였다고 보고하였다. McCormack 등¹⁶⁾도 두 군에서 견관절과 주관절의 기능을 평가한 결과 의미있는 차이는 없었으나 금속판 고정술 시 견관절 충돌

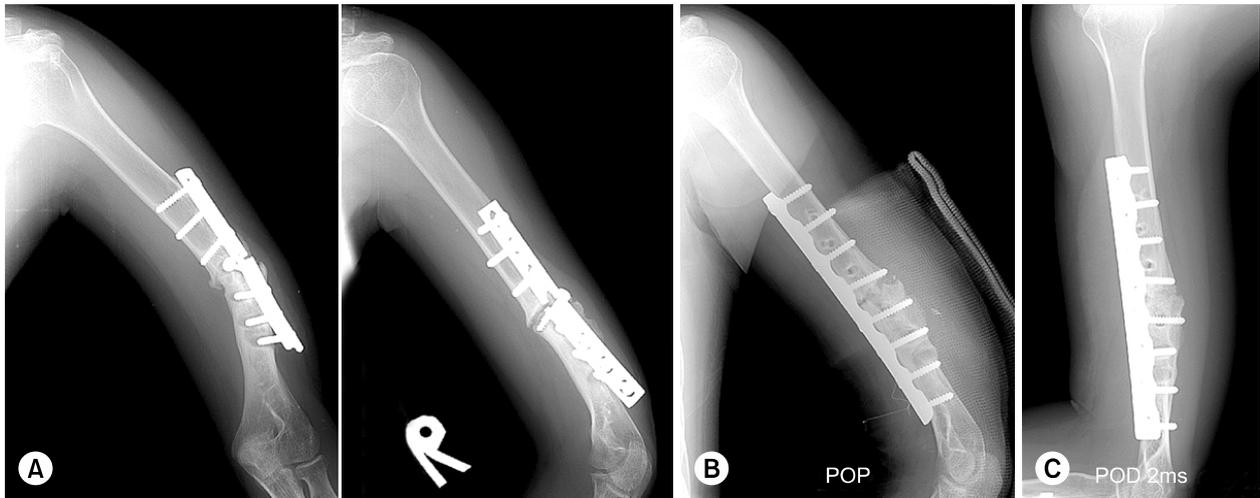


Fig. 5. (A) Radiographs of 62-year-old male show a nonunion with the metal breakage. (B) After resection of margin, 4.5-mm LC-DCP plate was applied. (C) At 2 month after surgery, bone union was achieved.

중후군은 23예 중 1예에서만 보인 반면 골수정 고정술 시에는 21예 중 6예에서 나타났으며, 합병증으로 인한 이차적 수술의 빈도도 각각 4%와 33%였다고 보고하면서 금속판 고정술이 상완골 간부 골절의 치료를 위한 최상의 방법이며 골수정 고정술은 술기상으로 더 어렵고 합병증의 발생률도 높으므로 특별한 상황에서 적용시키는 것이 바람직하다고 언급하였다. McKee 등¹⁷⁾은 골수정 고정술 후 발생한 불유합이 금속판 고정술 후 나타난 불유합보다 치료하기 더 어려운 문제라고 언급하면서 상완골 간부 골절을 위한 고정법의 일차적 선택은 금속판이 좋을 것이라고 주장하였다.

그러나 Changulani 등⁵⁾은 두 군 간에 미국 견주관절학회 점수상 기능적 결과의 의미있는 차이는 없었으며 골유합률도 유사하였으나, 골유합 시간은 골수정 고정술이 의미있게 짧았고 감염과 같은 심한 합병증은 금속판 고정술이 높았으며 골수정에 의한 충돌로 야기된 견관절 운동 제한도 골수정을 제거한 후에는 호전되었다고 보고하면서 골수정 고정술이 금속판 고정술보다 좋은 치료법이라고 주장하였다. 따라서 고정법이 어느 방법이던 고정이 적절하게 이루어졌다면 대부분 예에서 만족스러운 결과를 얻을 수 있으므로 외과가가 자신에게 더 익숙한 방법을 선택하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

요 약

상완골 간부 골절의 수술적 치료로 고정 방법의 선택은 논란의 여지가 있으나 최근 흔히 사용되고 있는 금속판 고

정술과 교합성 골수정 고정술의 임상적 결과는 의미있는 차이는 없다. 금속판 고정술은 많은 외과의들이 오랫동안 사용하고 있는 최상의 치료법임에는 의심할 여지가 없으나 신경 손상이나 감염 같은 합병증의 가능성은 존재한다. 골수정 고정술은 제한된 외과적 노출과 튼튼한 고정으로 인해 매력적인 수술 방법이기도 하나 견관절에서 충돌 증후군이나 강직을 포함한 합병증으로 인해 사용의 제한이 있다. 그리고 두 술식 모두에서 골유합률은 유사하게 보고되고 있으나 분쇄상 골절이나 나비형 골편이 있는 경우에 어느 술식이 바람직한지는 문헌상 아직은 불분명하다.

결론적으로 두 술식의 선택 시 정확한 적응증을 적용하여 술기상 올바른 고정을 시행하는 것이 가장 바람직하며 만일 금속판 고정술을 선택할 경우에는 요골 신경에 손상을 입히지 않도록 주의하면서 골편의 혈류 공급을 최대한 보존하도록 노력하여야 하며, 골수정 고정술을 시행한 경우에는 관절강직을 예방하기 위한 적극적인 재활 치료가 요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) 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*, **67**: 293-296, 1985.
- 2) Bleeker WA, Nijsten MW, ten Duis HJ: Treatment of humeral shaft fractures related to associated injuries. A retrospective study of 237 patients. *Acta Orthop Scand*,

- 62: 148-153, 1991.
- 3) **Brien WW, Gellman H, Becker V, Garland DE, Waters DL, Wiss DA:** Management of fractures of the humerus in patients who have an injury of the ipsilateral brachial plexus. *J Bone Joint Surg Am*, **72:** 1208-1210, 1990.
 - 4) **Cameron HU, Jacob R, Macnab I, Pilliar RM:** Use of polymethylmethacrylate to enhance screw fixation in bone. *J Bone Joint Surg Am*, **57:** 655-656, 1975.
 - 5) **Changulani M, Jain UK, Keswani T:** Comparison of the use of the humerus intramedullary nail and dynamic compression plate for the management of diaphyseal fractures of the humerus. A randomised controlled study. *Int Orthop*, **31:** 391-395, 2007.
 - 6) **Chapman JR, Henley MB, Agel J, Benca PJ:** Randomized prospective study of humeral shaft fracture fixation: intramedullary nails versus plates. *J Orthop Trauma*, **14:** 162-166, 2000.
 - 7) **Chiu FY, Chen CM, Lin CF, Lo WH, Huang YL, Chen TH:** Closed humeral shaft fractures: a prospective evaluation of surgical treatment. *J Trauma*, **43:** 947-951, 1997.
 - 8) **Dabezies EJ, Banta CJ, Murphy CP, d'Ambrosia RD:** Plate fixation of the humeral shaft for acute fractures, with and without radial nerve injuries. *J Orthop Trauma*, **6:** 10-13, 1992.
 - 9) **Ferragos AF, Schemitsch EH, Mckee MD:** Complications of intramedullary nailing for fractures of the humeral shaft: a review. *J Orthop Trauma*, **13:** 258-267, 1999.
 - 10) **Foster RJ, Dixon GL Jr, Bach AW, Appleyard RW, Green TM:** Internal fixation of fractures and non-unions of the humeral shaft. Indications and results in a multi-center study. *J Bone Joint Surg Am*, **67:** 857-864, 1985.
 - 11) **Jensen AT, Rasmussen S:** Being overweight and multiple fractures are indications for operative treatment of humeral shaft fractures. *Injury*, **26:** 263-264, 1995.
 - 12) **Jupiter JB, von Deck M:** Ununited humeral diaphyses. *J Shoulder Elbow Surg*, **7:** 644-653, 1998.
 - 13) **Liebergall M, Jaber S, Laster M, Abu-Snieneh K, Mattan Y, Segal D:** Ender nailing of acute humeral shaft fractures in multiple injuries. *Injury*, **28:** 577-580, 1997.
 - 14) **Lin J:** Treatment of humeral shaft fractures with humeral locked nail and comparison with plate fixation. *J Trauma*, **44:** 859-864, 1998.
 - 15) **Lin J, Inoue N, Valdevit A, Hang YS, Hou SM, Chao EY:** Biomechanical comparison of antegrade and retrograde nailing of humeral shaft fracture. *Clin Orthop Relat Res*, **351:** 203-213, 1998.
 - 16) **McCormack RG, Brien D, Buckley RE, McKee MD, Powell J, Schemitsch EH:** Fixation of fractures of the shaft of the humerus by dynamic compression plate or intramedullary nail. A prospective, randomised trial. *J Bone Joint Surg Br*, **82:** 336-339, 2000.
 - 17) **McKee MD, Miranda MA, Riemer BL, et al:** Management of humeral nonunion after the failure of locking intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, **10:** 492-499, 1996.
 - 18) **Modabber MR, Jupiter JB:** Operative management of diaphyseal fractures of the humerus: plate versus nail. *Clin Orthop Relat Res*, **347:** 93-104, 1998.
 - 19) **Moran MC:** Modified lateral approach to the distal humerus for internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*, **340:** 190-197, 1997.
 - 20) **Müller ME, Perren SM, Allgöwer M:** Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO-ASIF group. 3rd ed. Berlin, Germany, Springer-Verlag: 442-445, 1991.
 - 21) **Ring D, Kloen P, Kadzielski J, Helfet D, Jupiter JB:** Locking compression plates for osteoporotic nonunions of the diaphyseal humerus. *Clin Orthop Relat Res*, **425:** 50-54, 2004.
 - 22) **Rosen H:** The treatment of nonunions and pseudoarthrosis of the humeral shaft. *Orthop Clin North Am*, **21:** 725-742, 1990.
 - 23) **Sarmiento A, Waddell JP, Latta LL:** Diaphyseal humeral fractures: treatment option. *J Bone Joint Surg Am*, **83:** 1566-1579, 2001.
 - 24) **Sarmiento A, Zagorski JB, Zych GA, Latta LL, Capps CA:** Functional bracing for the treatment of fractures of the humeral diaphysis. *J Bone Joint Surg Am*, **82:** 478-486, 2000.
 - 25) **Tytherleigh-Strong G, Walls N, McQueen MM:** The epidemiology of humeral shaft fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **80:** 249-253, 1998.
 - 26) **Volgas DA, Stannard JP, Alonso JE:** Nonunions of the humerus. *Clin Orthop Relat Res*, **419:** 46-50, 2004.