Case Report

pISSN 2586-3290 · eISSN 2586-3533
Arch Hand Microsurg 2020;25(1):39-45
<https://doi.org/10.12790/ahm.19.0056>

Received: September 10, 2019

Revised: November 10, 2019

Accepted: December 26, 2019

Corresponding author:

Sang-Uk Lee

Department of Orthopedic Surgery,
Incheon St. Mary's Hospital, College of
Medicine, The Catholic University of
Korea, 56 Dongsu-ro, Bupyeong-gu,
Incheon 21431, Korea

Tel: 82-32-280-5669

Fax: 82-504-144-7969

E-mail: su.lee@catholic.ac.kr

ORCID:

<https://orcid.org/0000-0001-7177-2516>

원위 상완골 불유합에서 자가골지주 이식수술: 술기 보고

이용석, 김동민, 강민성, 박종화, 이상욱

가톨릭대학교 인천성모병원

Autogenous Inlay Bone Graft for Distal Humerus Nonunion with Metaphyseal Bone Defect: A Technical Note

Yong-Suk Lee, Dongmin Kim, Min-Sung Kang, Jong-Hwa Park,
Sang-Uk Lee

Department of Orthopedic Surgery, Incheon St. Mary's Hospital, College of Medicine, The Catholic University of Korea, Incheon, Korea

Distal humeral nonunion is one of the most concerned complications in elbow trauma. When bone loss at the fracture site is carried out due to nonunion, metaphyseal bone defect occurs. Therefore positioning of anatomical locking plate becomes difficult owing to abnormal bone contour, and fixation of small nonunion fragment is challenging. We introduce a good method of anatomical locking plate fixation with autogenous inlay strut bone graft for internal fixation. This technique is to insert autogenous inlay bone into the proximal medullary canal and hole of distal bone fragment which will lead to achieve correction of the anatomical alignment, length and rotation deformity. The inlay grafting is reduced to the shaft with two crossed K-wires temporarily. Definitive fixation is performed with locking plates, and autogenous bone graft is added at the defect site.

Key Words: Distal humerus, Nonunion, Inlay, Bone graft

서론

원위 상완골 골절에서 불유합은 치료가 어려운 합병증으로 적절한 치료를 위해서는 연령, 불유합의 위치, 불유합의 특징, 환자의 활동성, 골밀도 등의 다양한 사항이 고려되어야 한다. 치료하지 않은 불유합의 경우에 불유합 부위의 움직임으로 통증이 발생하고 이로 인해 이차적 주관절 강직, 관절 주위 섬유화, 이소골의 형성, 척골신경자극 증상 등의 문제를 야기하기도 한다[1,2].

상완골 원위부 골절의 불유합 발생률은 통상적으로 상완부 원위부 전체 골절의 약 2%-10%로 보고되고 있다[3,4]. 상완골 원위부 불유합을 수술하는 경우에 좋지 못한 골질, 정복하기 어려운 작은 골편들, 이전의 수술 기왕력으로 인한 손상된 연조직 등에 의해 어려움이 많다[1,5]. 최근 문헌을 살펴보면, 적절한 해부학적 정복 및 견고한 내고정이 가능해지면서 합병증을 최소화하는 경향으로 수술적 술기가 점차적으로 발전하고 있다.

저자들은 골간단부 골결손을 동반한 원위 상완골 불유합 환자에서 자가골지주 이식을 동반한 해부학적 잠김 금속판 고정법을 이용한 수술적 기법에 대해 기술하고자 한다.

© 2020 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

증례1

만성 신부전으로 인한 말기 신부전이 있었고 수상당한 좌측 주관절에 동정맥 단락을 가지고 있던 67세 여자 환자가 5개월 전 3 m 높이에서 떨어진 후 발생한 좌측 주관절 동통을 주소로 내원하였다. 상기 환자는 타병원에서 좌측 원위부 상완골 골절로 진단 받고 보존적 치료를 시행한 후 내원하였다(Fig. 1). 신체검사상 외상은 없었으며 그 외 동반된 다른 골절은 없었고 동통으로 인한 관절운동장애가 확인되었다. 컴퓨터단층촬영영상에서 골질이 매우 좋지 못한 과간부 불유합 소견이 관찰되었으며 초기 골절 형태는 AO 골절분류로 type C2였다(Fig. 2).

전신마취 하에 환자의 상지에 지혈대를 감고 가슴에 팔을 엮고 자세에서 주관절의 후면에 외측으로 약 10 cm 길이의 종적 절개선을 가하여 연부조직을 절개하여 후방 캄벨 접근법을 시행하였다. 내상과의 후고랑에서 척골신경을 식별한 후 연부조직을 박리하여 척골신경을 노출하였다. 혈관 고리로 표시한 뒤 Osbourne

Fig. 1. Plain radiographs of a 67-year-old female patient show distal humerus nonunion with metaphyseal bone defect.

Fig. 2. Preoperative computed tomography findings.

ligament를 유리하였다. 삼두박근을 V 모양의 절개선을 이용하여 원위부를 피판으로 박리한 뒤 불유합 부위를 노출하였다(Fig. 3). 불유합 부위 주변의 가골 및 섬유조직을 제거한 뒤 burr를 이용하여 피질박리를 하고 근위 골편의 골수강내 공간과 원위 골편에 burr를 이용하여 구멍을 만들었다. 다음으로 골지주를 채취하였고 골지주 채취는 표준적인 방법을 따랐다. 우측 전상장골극에서 2 cm 상방에서 절골기를 이용하여 피질골 및 해면골을 같이 포함하는 약 3 cm 길이의 골지주를 2개 채취하였다(Fig. 4). 수술 전 CT를 시행하여 상완골 골절부 근위부의 단면 길이를 확인하여 그 길이의 절반만큼의 두께로 2개의 골지주를 만들었다. 골지주를 앞서 근위부 골편과 원위부 골편에 만들어 놓은 구멍에 삽입한 뒤 두 골편의 정복을 시행하였다(Fig. 5). 다음으로 도수견인을 통해 정렬을 유지한 후 K-강선 2개를 이용하여 일시적 고정을 하였다(Fig. 6). 정복 상태를 유지한 뒤 두개의 금속판을 외측과 내측에 위치시키고 드릴로 구멍을 뚫고 깊이를 확인한 후 나사 고정을 하고 자가 해면골 및 피질골을 골결손부에 이식한 뒤 내측의 K-강선은 제거하였으며, 외측의 K-강선은 끝을 구부려서 남겨두었다(Fig. 7). 이후 방사선 투시기로 정복 상태를 확인하였고 관절운동이 가능함과 관절운동 시 골절부위가 안정적인지를 확인하였다. 금속판과 금속나

Fig. 3. Intraoperative findings of a 67-year-old female patient show distal humerus nonunion with metaphyseal bone defect.

사로부터 척골신경을 보호하기 위해 척골신경 전방전위술을 시행하였다. 환자는 수술 후 장상지 부목고정을 4주간 시행하였고 이후 보조기 없이 굴곡, 신전, 회외전, 회내전 능동적 관절운동을 시작하였다. 방사선촬영은 수술 후 2주, 4주, 6주, 3개월, 6개월, 12개월에 촬영되어 골유합 정도를 판단하였다. 간헐적인 단순방사선사진에서 고정이 잘 유지됨을 확인하였으며(Fig. 8) 수술 후 6개월째 동통은 모두 호전되었고 합병증은 없었으며 관절운동 범위는 정상 범위로 회복되었다(Fig. 9).

증례2

기저질환으로 고혈압이 있던 86세 여자 환자가 3개월 전 넘어진 후 발생한 좌측 주관절 동통 및 관절운동 제한으로 내원하였다. 타 병원에서 좌측 원위 상완골 골절(AO 골절분류, type A2)로 진단 받은 후(Fig. 10) 관혈적 정복 및 금속판과 금속나사를 이용한 내 고정술을 시행 받았고 이후 불유합 소견이 있어 본원에 내원하였다(Fig. 11). 신체검사상 외상은 없었으며 그 외 동반된 다른 골절

Fig. 4. Intraoperative findings of strut bone graft from anterosuperior iliac spine.

Fig. 6. Temporary fixation by crossing K-wires (x2).

Fig. 5. Autogenous pillar insertion into proximal medullary canal and hole of distal bone fragment.

Fig. 7. Intraoperative findings after dual plate fixation.

Fig. 8. Postoperative simple radiographs.

Fig. 9. Postoperative simple radiographs 6 months post-surgery.

Fig. 10. Simple radiographs of a 86-year-old female patient show distal humerus transcondyle fracture.

Fig. 11. Simple radiographs of a 86-year-old female patient show distal humerus transcondyle nonunion after previous operation.

Fig. 12. Computed tomography coronal view and 3D view shows distal humerus transcondyle nonunion with fixation failure.

Fig. 13. Postoperative simple radiographs.

은 없었고 동통으로 인한 관절운동장애가 확인되었다(관절운동 범위: 40° - 80°). 컴퓨터단층촬영상 이전 고정물의 고정 실패 및 횡과 불유합 소견이 확인되었다(Fig. 12).

증례1과 동일한 수술방법으로 관혈적 정복 및 금속판을 이용한 내고정술, 자가골지주 이식 및 골결손부 자가골 이식수술을 시행하였다. 증례1과 같은 접근법을 시행하고 기존에 고정되어 있던 금속판 및 금속나사를 모두 제거하고 나서 같은 방법으로 수술을 시행하였다(Fig. 13). 환자는 수술 후 장상지 부목고정을 4주간 시행하였고 이후 보조기 없이 굴곡, 신전, 회외전, 회내전 능동적 관절운동을 시작하였다. 이후 간헐적인 단순방사선사진에서 고정이 잘 유지됨을 확인하였으며 수술 후 3개월째 동통은 모두 호전되었고 합병증은 없었으며 관절운동 범위는 10° - 110° 로 회복되었다.

이 증례보고는 가톨릭대학교 인천성모병원 연구윤리위원회의 승인을 받았고(IRB No. OC19RESI0138), 심의 결과 동의서는 면

제받았다.

고찰

원위 상완골 불유합 발생이 생기는 원인으로는 불완전한 고정, 골다공증, 개방성 골절, 분쇄 골절, 고에너지 손상 그리고 감염 등을 들 수 있다[5-7]. 이렇게 다양한 요인에 의해 발생하는 불유합 환자에서 대부분 2차 수술이 필요하다. 이러한 환자들에서 수술할 때 높은 골유합 성공률 및 향상된 기능적 결과를 위해서는 수술 전 계획(주관절 관절운동 범위, 신경혈관 상태, 이전 수술부위 흉터, 감염 여부 확인 등)을 명확히 확인하고 수술 시 정확한 기구를 선택하여 적절한 접근방식을 통해 견고한 내고정을 시행하고 수술 후 신속한 관절운동 등을 시행하는 것이 필요하다[8].

원위부 상완골 불유합 환자의 수술적 치료방법으로는 골이식을 동반한 관혈적 정복 및 내고정, 주관절 전치환술, 동종골 치환술, 관절 유합술 그리고 절제관절 치환술 등이 있다[5]. 일반적으로 골 이식술을 동반한 관혈적 정복 및 내고정은 높은 기능적 요구가 있는 젊은 환자들에게 적용되는 반면, 주관절 전치환술은 골질이 부족하고 기능적 요구가 낮은 노인 환자들에게 권장된다[1]. 상완골 원위부 1/3 지점에서의 부분 골손실이 있는 불유합은 치료하기 어려울 뿐만 아니라 젊고 활동적인 환자에서도 수술이 어렵다. 주관절 전치환술은 이러한 불유합의 치료에 효과적임이 입증되었지만, 젊은 활동성의 환자나 감염이 있는 환자에게는 적응증이 되지 않는다[9,10]. 주관절 전치환술을 시행할 때 감염, 삼두근 결핍, 척골 신경병증과 같은 합병증의 위험이 증가하며, 환자가 감염이 있는 경우에는 더욱 증가한다. 절제적 관절치환술, 관절유합술, 동종골 이식술은 기능상 좋지 않은 결과를 초래하는 것으로 나타났으며, 구제술로만 고려되어야 한다[2,5].

위와 같은 원위부 상완골 불유합 환자는 비혈관성 골이식술을 동반한 관혈적 정복 및 내고정술로 치료할 수 있다. Helfet 등[8]은 원위부 상완골의 결합이 지연되거나 불유합된 52명의 환자의 결과에 대해 발표하였고, 52명의 환자 중 51명이 방사선상 유합이 확인되었다. Ring 등[4] 또한 비혈관성 골이식술로 원위부 상완골의 불안정한 불유합의 치료법으로 설명했으며, 그들의 시리즈에서 15명의 환자 중 12명이 유합되었다.

이와 같이 견고한 내고정 및 단순 비혈관성 골이식술로 성공적인 치료 결과를 얻을 수 있는 것으로 보고되지만 골결손이 심한 경우에는 근위 골편과 원위 골편의 골유평이 맞지 않아 해부학적 잠김 금속판의 적용이 어렵고, 상완골의 높이, 회전 변형의 회복이 쉽지 않아 수술적 술기적으로 고난이도적인 측면이 있다.

본원에서 시행한 방법은 이런 술기적인 어려움을 극복하고자 골 이식으로 먼저 지주골을 근위 골편 골수강과 원위 골편 구멍에 이식하여 해부학적 정복을 만든 뒤, 잠김 금속판을 적용하고, 비혈관성 피질골과 해면골을 골결손부에 이식하는 방법이다. 이 골이식

에서 골지주를 이용한 방법은 골간단부의 골결손이 있어도 원위 골편을 골지주를 기둥으로 하여 쉽게 해부학적 정복을 먼저 시행함으로써 원위 골편의 구조적인 안정성을 제공하는 재료가 된다. 이후 금속판을 고정하고 나면, 골결손부에 골이식만 하므로 쉽게 수술을 시행할 수 있다.

이때 원위부의 골편이 작고 뼈가 거의 남아 있지 않을 경우에는 술기적으로 어려운 측면이 있다. 먼저 근위부의 구멍에 골지주를 삽입을 한 후 원위부 골편은 골지주에 올려놓는 형태로 두고 본 클램프로 골지주와 원위부 골편을 같이 고정한 상태에서 K-강선 2개를 이용하여 일시적 고정을 해서 형태를 유지함으로써 골지주 이식을 성공적으로 진행할 수 있다. 이때는 골지주의 역할이 상완골 길이를 회복시켜주고 골이식 효과의 역할을 하게 된다.

위에서 살펴본 바와 같이 이 술식은 골결손이 심한 골간단부 불유합에서 좋은 적응증이 되는 반면, 원위 상완골 골편의 크기가 너무 작아서 뼈가 거의 남아 있지 않은 경우에는 술기적 어려움으로 상대적 금기증에 해당이 된다.

상완골의 원위부 불유합을 성공적으로 치료하려면 연부조직의 병적 특징, 즉 관절 구축, 연부조직 섬유화 등에 세심한 주의가 필요하다[5,10]. 주관절 구축은 이러한 불유합에서 흔하며, 대개 외상 후 또는 수술 후 관절낭 섬유화의 결과물이다. 오래 지속된 불안정한 원위부 상완골 불유합을 가진 환자에서, 주관절 움직임의 대부분은 불유합 부위를 통해 일어난다. 수술 후 관절운동 범위와 최종 기능 결과 개선을 위해서는 주관절 구축유리술이 필수적이다. 척골신경합병증은 보통 원위부 상완골 외상과 그 후유증과 연관되어 발생한다. 그래서 현재 척골신경의 신경유리술 및 척골신경 전방전이술은 원위부 상완골 불유합을 치료할 때 일반적인 절차로 생각된다[4].

불유합에서 내고정은 상완골 원위부 내측 및 외측 금속판 고정을 시행하는 것이 추천된다[3,7]. 앞에서 언급한 바와 같이, 피질골 이식은 직접적으로 바로 고정에 도움을 주게 된다. 이 방법으로 수술한 이후에 초기에 능동적 및 수동적인 관절운동을 시작할 수 있다. 불유합에서 관절 구축의 재발을 피하기 위해서는 주관절의 수술 후 초기 재활이 필수적이다. 다른 문헌에서 견고한 고정과 초기 재활프로토콜은 수술 후 평균 94° 관절운동 범위를 달성하는 데 도움이 되었다[4].

결론적으로, 본 수술기법의 결과를 토대로 볼 때 기존 술식과 비교하여 자가골지주 이식술은 비교적 간편한 방법으로 정렬, 해부학적 길이, 골결손 및 윤곽선을 복원하여 골간단부 골결손을 동반한 원위부 상완골 불유합을 치료하는데 유용할 수 있다.

Conflicts of Interest

The authors have nothing to disclose.

References

1. Donders JC, Lorich DG, Helfet DL, Kloen P. Surgical technique: treatment of distal humerus nonunions. *HSS J.* 2017;13:282-91.
2. Kim HS, Jang KJ, Choi YR, Koh IH, Kang HJ. Treatment of non-union distal humerus fractures after operation. *J Korean Fract Soc.* 2012;25:310-6.
3. Ali A, Douglas H, Stanley D. Revision surgery for nonunion after early failure of fixation of fractures of the distal humerus. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:1107-10.
4. Beredjiklian PK, Hotchkiss RN, Athanasian EA, Ramsey ML, Katz MA. Recalcitrant nonunion of the distal humerus: treatment with free vascularized bone grafting. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(435):134-9.
5. Allende C, Allende BT. Post-traumatic distal humerus nonunion: open reduction and internal fixation: long-term results. *Int Orthop.* 2009;33:1289-94.
6. Gallay SH, McKee MD. Operative treatment of nonunions about the elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(370):87-101.
7. Pugh DM, McKee MD. Advances in the management of humeral nonunion. *J Am Acad Orthop Surg.* 2003;11:48-59.
8. Helfet DL, Kloen P, Anand N, Rosen HS. ORIF of delayed unions and nonunions of distal humeral fractures: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;Mar;86-A Suppl 1:18-29.
9. LaPorte DM, Murphy MS, Moore JR. Distal humerus nonunion after failed internal fixation: reconstruction with total elbow arthroplasty. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2008;37:531-4.
10. Ring D, Gulotta L, Jupiter JB. Unstable nonunions of the distal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:1040-6.

원위 상완골 불유합에서 자가골지주 이식수술: 술기 보고

이용석, 김동민, 강민성, 박종화, 이상욱

가톨릭대학교 인천성모병원

원위 상완골 불유합은 팔꿈치 손상에서 가장 우려되는 합병증 중 하나이다. 불유합으로 인해 골절부의 골흡수가 진행되면, 골간단부의 골결손이 발생한다. 이로 인해 생긴 비정상적인 골윤곽 때문에 금속판의 위치를 잡기가 어렵고, 해부학적 정복이 쉽지 않다. 본 저자들은 자가골지주 이식 및 금속판을 이용한 내고정술을 소개하려고 한다. 이 기법은 자가골지주를 근위골 골수강과 원위 골편 구멍에 이식하여, 골절부의 정렬, 길이, 회전 변형을 정복 후 K-강선으로 일시적 고정하고 정복된 골절부에 잠김 금속판 고정 후 자가골을 골결손부에 이식하는 방법이다.

색인단어: 원위 상완골, 불유합, 내재 지주 골이식

접수일 2019년 9월 10일 **수정일** 2019년 12월 25일 **게재확정일** 2019년 12월 26일

교신저자 이상욱

21431, 인천광역시 부평구 동수로 56, 가톨릭대학교 인천성모병원

TEL 032-280-5669 **FAX** 02-504-144-7969 **E-mail** su.lee@catholic.ac.kr

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7177-2516>