



척골 단축술 후 발생한 비후성 지연유합 및 불유합

권영우¹ · 박종웅¹ · 박지현² · 최인철¹ · 남재준¹ · 서동훈³ · 강종우³

¹고려대학교 안암병원 정형외과, ²고려대학교 구로병원 정형외과, ³고려대학교 안산병원 정형외과

Hypertrophic Delayed Union or Nonunion after Ulnar Shortening Osteotomy

Young Woo Kwon¹, Jong Woong Park¹, Ji Hun Park², In Cheul Choi¹, Jae Jun Nam¹, Dong hun Suh³, Jong Woo Kang³

¹Department of Orthopedic Surgery, Korea University Anam Hospital, Seoul, Korea

²Department of Orthopedic Surgery, Korea University Guro Hospital, Seoul, Korea

³Department of Orthopedic Surgery, Korea University Ansan Hospital, Seoul, Korea

Ulnar shortening osteotomy is the most popular surgical technique for ulnar impaction syndrome and has a successful clinical results. However, delayed union and nonunion of the osteotomy site remain the most critical complications and conventionally, plate change and autogenous bone grafting had been performed for the treatment of delayed union and nonunion. The authors present 2 patients who had delayed union and nonunion after ulnar shortening osteotomy using 2.7 mm low profile ulnar shortening osteotomy system and can be treated with only additional mini plating.

Key Words: Ulna, Osteotomy, Nonunion, Delayed union

원위 골간단부 척골 단축 절골술은 척골 충돌 증후군의 수술적 치료의 표준 술기로 그 임상 결과도 매우 만족스럽다¹. 그러나 절골 부위를 고정한 금속판에 의한 자극 증상(plate irritation), 원위 요척 관절의 불일치, 지연유합 및 불유합 등의 합병증도 발생할 수 있어 척골 단축 절골술을 통한 척골 충돌 증후군의 수술적 치료에서 주의를 요한다. 그 중 척골 단축술 후 발생하는 지연유합이나 불유합의 빈도는 보고자에 따라 차이가 있으나 가장 심각한 합병증이며 전통적으로 금속판 교환술(plate change) 및 자가 골 이식술(autogenous bone grafting)을 통해 치료를 하였

다^{2,3}. 본 저자들은 2.7 mm 척골 단축 절골 시스템(DePuy Synthes, West Chester, PA, USA)을 이용한 척골 단축 절골술 후 발생한 비후성 지연유합 및 불유합(hypertrophic delayed or nonunion) 환자에서 부가적 소형 금속판(mini plate) 고정술 만을 통해 단기간에 성공적인 치료가 가능하였던 2예를 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

Received December 17, 2018, Revised January 2, 2019, Accepted January 3, 2019

Corresponding author: Jong Woo Kang

Department of Orthopedic Surgery, Korea University Ansan Hospital, 123 Jeokgeum-ro, Danwon-gu, Ansan 15355, Korea
TEL: +82-31-412-5040, FAX: +82-31-412-5802, E-mail: oskang@korea.ac.kr

Copyright © 2019 by Korean Society for Surgery of the Hand, Korean Society for Microsurgery, and Korean Society for Surgery of the Peripheral Nerve. All Rights reserved.
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.

증례

1. 증례 1

52세 남자 환자로 우측 척측 손목 통증을 주소로 내원하였다. 환자는 비흡연자로 여타 기저 질환은 없었다. 척골 충돌 증후군으로 진단 되어 2.7 mm 척골 단축 절골 시스템을 이용한 척골 단축 절골술을 시행하였다. 절골부의 안정을 위하여 술 후 6주간 장상지 석고 고정(long arm cast immobilization)을 시행한 후 능동적 관절운동을 시행하였다.

술 후 주기적으로 손목의 4면 단순방사선 사진 촬영을 통해 절골부 유합 정도를 관찰하였으며 술 후 1년까지도 절골부의 유합 소견을 볼 수 없었다. 절골부의 불유합으로 판단되었으나 금속판의 파손이나 금속 나사못(screw)의 이완(loosening) 소견이 없어 자가골 이식술만을 시행하기로 계획하고 수술적 치료를 시행하였다. 절골부의 틈에는 보통의 불유합 부위에서 흔히 관찰되는 섬유성 조직 형성 대신 비후성 불유합에서 관찰되는 미성숙골(woven bone)이 가득 형성되어 절골부 틈을 메우고 있었다(Fig. 1). 저자들은 최초 수술 시 사용한 2.7 mm 저상형(low profile) 금속판 자체의 미세 움직임에 의한 절골부의 비후성 불유합으로 판단하고 절골부의 안정성을 증가시키기 위하여 2.0 mm 소형 금속판(DePuy Synthes, West Chester, PA, USA)을 이용한 내고정만을 추가로 시행 후 수술을 종료하였다.

술 후 1개월에 시행한 단순방사선 사진에서 가교가골(bridging callus) 형성이 보였으며 통증이 사라져 절골부가 유합되었음을 알 수 있었다. 술 후 2개월에 골화(ossification)가 더 진행된 것을 볼 수 있었으며 최종 추시 시 금속판 자극 증상 등의 합병증 없이 임상 결과는 양호하였다(Fig. 2).

2. 증례 2

57세 남자 환자로 우측 요측 및 척측 손목 통증을 주소

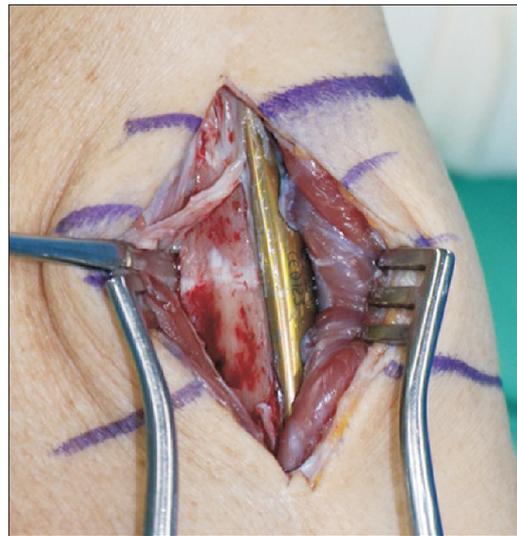


Fig. 1. Nonunion site was fully filled with whitish woven bone in revisional surgery of case 1.

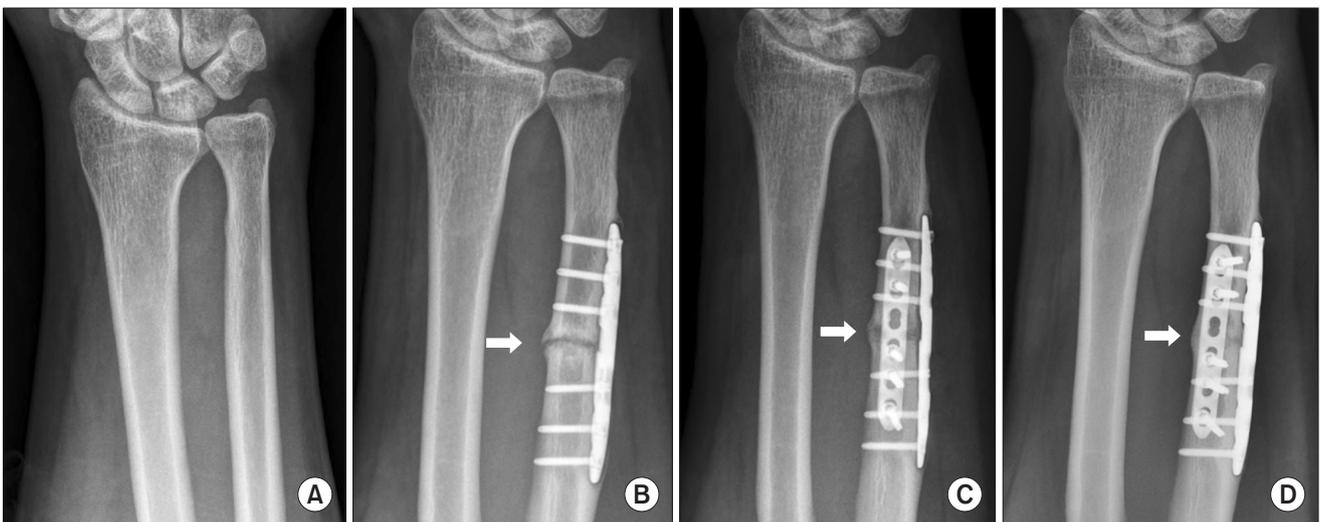


Fig. 2. Simple radiographs of case 1 (white arrows: osteotomy site). (A) Simple radiograph before ulnar shortening osteotomy. (B) Osteotomy was not united till 1 year after ulnar shortening osteotomy. (C) Bridging callus was seen at 1 month after additional mini-plating. (D) Progressive ossification was seen at 2 months after additional mini-plating.

로 내원하였다. 환자는 비흡연자로 여타 기저 질환은 없었다. 내원 시 시행한 단순방사선 사진상 척골 양성 변이(ulnar positive variance), 월상골(lunate) 척측의 골 미란(bony erosion)의 소견, 주상골(scaphoid) 골절 불유합 및 요수근 관절(radiocarpal joint)의 외상후 관절염(posttraumatic arthritis) 소견이 관찰되었다. 척골 충돌 증후군 및 주상골 불유합 진행성 붕괴(scaphoid non-union advanced collapse)로 진단되었으며 주상골 불유합에 대하여 관혈적 정복술, 자가 장골 이식술(autogenous iliac bone grafting) 및 요골 경상돌기 절제술(radial styloidectomy)을 척골 충돌 증후군에 대해서는 척골 단축 절골술을 시행하기로 하였다. 척골 단축 절골술 후 절골 부위는 증례 1과 동일한 저상형 금속판으로 고정하였으며, 주상골 골절 불유합이 동반되었던 경우로 술 후 2주간 장상지 석고 고정 후 6주간 단상지 석고 고정(short arm cast immobilization)을 시행하였다. 술후 8주 주상골의 골유합이 보여 석고 고정을 제거하고 능동적 관절 운동을 시행하였다.

수술 후 7개월까지 주기적으로 시행한 단순 방사선 소견상 절골 부위의 지연유합 소견이 확인되었다. 환자는 직장으로의 빠른 복귀를 원하였으며 절골부 금속판 고정 상태가 양호하여 절골부의 자가 골 이식술을 계획하고 재수술을 시행하였다. 수술 소견에서 증례 1과 동일하게 미성숙골이 절골부 틈에 가득 형성되어 절골부의 틈을 메우고 있는 소견이 보였으며 증례 1과 동일하게 부가적 소형 금속

판 고정술만을 시행하였다. 술 후 1개월째 가교가골의 형성이 관찰되었으며 통증이 사라져 절골부가 유합되었음을 알 수 있었다. 절골술 후 2개월에 골화가 더 진행된 것을 확인할 수 있었으며 최종 추시 시 금속판 자극 증상 등의 합병증 없이 임상 결과는 양호하였다(Fig. 3).

고찰

척골 충돌 증후군은 척골두와 수근골의 충돌에 의해 척수근 관절(ulocarpal joint)의 퇴행성 변화와 통증을 유발되는 질환이다. 원위 골간부 척골 단축 절골술은 이러한 충돌을 피하고자 원위 골간부에서 척골을 절골하여 단축시키는 술식이며 그 임상 결과도 만족스럽다⁴. 그러나 척골 단축술은 금속판에 의한 연부조직 자극 증상, 신경손상, 감염, 원위 요척 관절의 불일치, 지연유합이나 불유합 등의 합병증이 발생할 수 있으며 그 중 지연유합과 불유합이 가장 심각한 합병증이다.

불유합은 보고자에 따라 편차가 있으나 6%-13%빈도로 발생한다^{2,3}. 불유합의 발생 시 지속적인 통증을 유발하며 절골부의 유합없이 직장, 스포츠 및 일상 생활의 복귀가 불가능 함으로 불유합 발생 시 수술적 치료가 반드시 필요하다. 척골 단축 절골술 후 절골부의 치유를 지연시키거나 방해하는 위험 인자로는 흡연, 당뇨, 갑상선 질환, 약물 복용력(항 응고제, steroid 제제 등), 감염, 알코올 남용, 고령, 영양 결핍 등의 환자 자체의 문제도 있으나 수술



Fig. 3. Simple radiographs of case 2 (white arrows: osteotomy site). (A) Simple radiograph before ulnar shortening osteotomy. (B) Osteotomy was not united till 7 months after ulnar shortening osteotomy. (C) Bridging callus was seen at 1 month after additional mini-plating. (D) Progressive ossification was seen at 2 months after additional mini-plating.

적 요인도 있으며 척골 단축술 시 절골부 유합에 영향을 미치는 수술적 요인으로는 내고정물(plate)의 크기 및 경직도(rigidity), 절골부의 부위 및 절골 방향(orientation of osteotomy), 절골용 톱날(saw blade)의 크기 및 절골부의 열 손상(heat injury)의 정도, 수술 시 연부조직 박리(dissection)에 의한 미세 혈액 순환의 단절 등이 대표적이다⁵⁻¹⁰.

척골 단축 절골술 후 내고정물로는 3.5 mm DCP (direct compression plate), 3.5 mm LCP (limited contact plate), 2.7 mm LCP를 주로 사용한다³. 문헌 보고에 의하면 과거 척골 단축 절골술 후 2.7 mm 금속판 보다 3.5 mm 두께의 단단한 금속판으로 고정한 경우 절골부 유합이 더 빨랐다고 하여 금속판의 경직도가 절골부의 유합에 영향을 미친다고 하였으나 최근에는 2.7 mm 금속판과 3.5 mm 금속판을 사용한 경우 절골부 유합에는 차이가 없었거나 오히려 2.7 mm 금속판에서 절골부 유합이 더 빨랐다는 보고도 있어 금속판의 경직도가 절골부 유합에 미치는 영향에 대해서는 아직 논란이 있다^{2,9,10}. 그러나 과거 15년간 약 400예의 척골 단축술을 시행해 본 저자들의 경험으로는 3.5 mm 금속판을 사용한 경우 여타 골유합 방해 요인 없이 절골부의 정복(reduction)만 양호하다면 일차성 유합(primary bone healing)이 이루어지는 경우가 대부분이었으며 불유합이나 지연유합이 발생하는 경우 대부분 위축성으로 발생하였다. 반대로 2.7 mm 금속판을 사용한 경우 여타 골유합 방해 요인 없이 절골부의 정복이 양호하다 하더라도 대부분 가골 형성을 통한 이차성 골유합(secondary bone healing)이 이루어지는 경우가 대부분이었으며 불유합이 발생한 경우 대부분 비후성으로 발생하였다. 또한 2.7 mm 금속판을 사용한 경우가 3.5 mm 금속판을 사용한 경우보다 골유합 시까지 더 많은 시간이 소요되기는 하였으나 최종적인 골유합의 성공률 또는 불유합의 발생률에는 차이가 없었다. 이는 저자들처럼 골유합 전 초기에 능동적 관절운동을 시행한 경우 2.7 mm 금속판 보다 3.5 mm 금속판을 사용하는 것이 더 빠른 골유합에 유리하다는 것을 뜻한다. 특히 본 증례들과 같이 골의 크기가 큰 환자에서는 3.5 mm 금속판을 사용하여 절골부를 고정하는 것이 골치유에 더 유리할 것으로 생각된다.

과거 횡행(transverse) 절골 보다 사형(oblique) 절골이나 계단식(step-cut) 절골이 절골부 단면의 면적이 넓어 절골부 유합에 더 유리하다는 보고가 있었으나 최근에는 절골의 방향이 절골부의 유합에 영향을 미치지 않는다는 보고도 다수 있어 절골 방향이 절골부 유합에 미치는 영

향에 대해서도 논란이 있다^{2,3,9,10}. 또한 선행 논문에서 사형이나 계단식 절골술을 시행하는 경우 모두 절골부에 지체 나사못(lag screw)을 삽입하여 절골부를 압박(compression)하여 절골부의 간극(osteotomy gap)을 최소화 시키고 부가적인 고정으로 고정력을 증대시켰으며 횡행 절골술의 경우 지체 나사못 삽입 없이 금속판을 통한 압박만을 시행하였으므로 횡행 절골술과 사형 또는 계단식 절골술을 단순 비교하여 어느 것이 더 골유합에 우수하다고 논할 수는 없을 것이다^{2,3,9,10}. 저자들의 생각으로는 사형이나 계단식 절골술 시 절골부의 압박을 위해 부가적으로 삽입하는 지체 나사못이 절골부의 간극을 줄이고 절골부의 고정력을 증가시키게 되므로 절골부 유합에 더 도움이 될 것으로 생각되며 저자들의 경험에서도 사형 절골술을 시행 후 지체 나사못을 부가적으로 삽입한 경우 비후성 불유합 또는 지연 유합이 발생하지 않았다.

절골 도중 필연적으로 발생하는 마찰열에 의한 절골부의 열손상 및 수술 시 연부조직 박리에 의한 미세 혈액 순환의 단절도 절골부 유합에 영향을 미치는 대표적 인자이다^{3,5}. 문헌에 의하면 절골용 톱날 선택 시 가급적 얇은 것을 선택하는 것이 좋으며 절골 도중에 생리 식염수 세척(saline irrigation)으로 절골부의 열 손상을 최소화하여야 한다고 권고하고 있다^{3,5}. 또한 절골술을 위한 연부조직 박리 시에도 절골과 금속판 고정에 필요한 만큼 최소한으로 골을 노출시켜야 한다. 저자들의 경우에도 열 손상을 최소화하기 위해 가급적 얇은 0.5 mm 두께의 톱날을 사용하고 절골 도중에는 0°C의 저온 생리 식염수 세척(cold saline irrigation)을 충분히 시행하면서 간헐적(intermittent)으로 절골을 시행하였다. 또한 금속판 고정과 절골을 위한 최소한의 박리를 시행하였으며 특히 골막상 박리(supra-periosteal dissection)를 통해 척골의 골막(periosteum)을 완전히 보전한 상태로 절골부를 노출시키고 절골 후에도 금속판을 골막위에 위치시켜 미세 혈액 순환의 단절을 최소화하였다.

골절 후 발생한 불유합은 불유합 부위의 골 치유력에 따라 크게 위축성 및 비후성 불유합으로 구분할 수 있으며 이러한 구분은 그 치료 방침을 정하는데 매우 중요하다. 일반적으로 흡연과 동반된 내분비질환 등의 환자 자체의 위험 인자들은 위축성 불유합을 발생시킬 수 있으며, 절골부의 기계적 고정력이 약할 경우에는 비후성 불유합이 발생할 수 있다^{9,10}. 위축성 불유합의 치료 방침은 골절부의 치유력을 촉진하는 것이며 자가골 이식(autogenous bone graft)이 대표적인 치료법이다. 반면에 비후성 불유합의 치

료는 위축성 불유합과는 달리 절골부 치유력은 충분하나 절골부의 기계적 고정력이 약해 발생하는 것이므로 골이식 없이 절골부를 추가로 고정하거나 더 고정력이 우수한 내 고정물로 교환하는 것이 합당한 치료법이다.

증례 1의 경우 술 후 1년까지도 골 치유의 소견이 보이지 않아 절골부의 불유합으로 절골부의 골유합을 더 이상 기대할 수 없는 상태였고, 추후 금속판 파손이나 나사못의 이완이 발생할 가능성이 높다고 판단되었으며, 환자가 더 이상의 직장 복귀를 미룰 수 없는 상태였으므로 추가의 수술적 치료 시행에 논란이 없을 것이다. 그러나 증례 2의 경우 술 후 7개월까지 추시 결과 절골부 골유합이 이루어지지 않았던 상태로 불유합으로 판단하기에는 이른 지연유합의 상태였다. 지연유합 시에는 추가의 수술적 치료 없이도 절골부가 유합될 가능성이 여전히 존재하므로 더 추시 관찰하는 것이 원칙이나 본 증례의 경우 재수술 전의 골 치유의 양상을 시간 순서로 볼 때 상당기간 골의 치유가 진행되지 않았으므로 자연 골유합의 가능성이 희박한 상태로 판단되었으며 무엇보다 환자가 빠른 직장복귀를 간절히 원하고 있어 재수술을 시행하였던 경우였다.

본 증례에서는 2예 모두 흡연력, 당뇨, 갑상선 질환, 골다공증 등 골유합을 방해할 특이 환자 요인은 없었다. 또한 여타 정상적으로 골유합이 진행되었던 다수의 환자와 술식에서 차이도 없었다. 본 증례들의 경우 재수술 전 단순 방사선 사진 및 재수술의 육안 소견에서 모두 비후성 불유합 및 지연유합의 소견을 보였다는 점, 비후성 불유합의 경우 추가적인 절골부 고정만으로도 충분히 유합되므로 추가의 소형 금속판 고정술 후 2예 모두 1개월 만에 골유합이 완료되었다는 점, 두 예 모두에서 횡행 절골을 시행하여 금속판을 통한 고정과 절골부 압박 만을 시행하였고 골유합 전 조기에 능동적 관절운동을 시행하였다는 점, 두 예 모두 골의 크기가 큰 남자 환자라는 점에서 2.7 mm 저상형 금속판이 본 증례에서는 절골부의 절대적 안정성(absolute stability)을 제공하기에는 상대적으로 역부족이었으며 이에 따른 절골부의 미세 움직임이 본 불유합 및 지연유합의 원인이라고 판단된다.

본 증례의 경우와는 다르나 만약 척골 단축 절골술을 시행하여야 할 환자가 흡연, 골다공증, 당뇨, 갑상선 질환 등 골 치유력에 결함이 있는 경우 척골 단축 절골술 대신 Wafer 술식 또는 관절경을 이용한 Wafer 술식을 고려하는 것이 절골부 불유합 및 지연유합을 예방하는 데에는 더욱 유리할 것이다⁷. 그러나 Wafer 술식 또는 관절경을 이용한 Wafer 술식은 삼각 섬유 연골의 천공이 없는 경우 시

행할 수 없으며 척골 양성 변위가 긴 경우 충분한 단축을 할 수 없어 항상 가능한 술식은 아니므로 환자 선택에 신중을 기울여야 한다⁷. 이러한 경우 골간단부 척골 단축술(metaphyseal ulnar shortening osteotomy)이 원위 골간부 척골 단축술(distal diaphyseal ulnar shortening osteotomy)의 대안이 될 수 있다⁷.

척골의 크기가 큰 환자에서 2.7 mm 저상형 척골 단축 시스템을 이용한 횡행 척골 단축술을 시행하고 조기에 관절운동을 시행하게 되면 여타 환자와 달리 절골부 고정력이 충분치 않아 절골부의 미세 움직임에 따른 비후성 불유합 또는 지연유합이 발생할 수 있다. 따라서 이러한 경우 척골 단축 절골술을 시행할 때 사형 절골술 후 지체 나사못의 삽입을 통해 절골부 압박력 및 고정력을 강화시키면 비후성 불유합 또는 지연유합을 예방에 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 저상형의 척골 단축 시스템을 이용한 척골 단축술 후 비후성 불유합이 발생하였을 경우 신속한 절골부 유합을 통한 빠른 업무 복귀와 금속 내고정물의 파괴, 나사못 이완 등 잠재된 합병증을 막기 위해 절골 부위의 추가적 소형 금속판 고정술을 적극적으로 시행하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

본 논문은 두 예의 불유합 및 지연유합 환자의 치험례에 대한 증례 보고로 그 불유합 및 지연유합의 발생 원인에 대하여 선행 연구 및 저자들의 임상 경험을 통해 논리적으로 추론하여 기술하였으며 추후 많은 연구 대상을 통한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

REFERENCES

1. Friedman SL, Palmer AK. The ulnar impaction syndrome. *Hand Clin.* 1991;7:295-310.
2. Köppel M, Hargreaves IC, Herbert TJ. Ulnar shortening osteotomy for ulnar carpal instability and ulnar carpal impaction. *J Hand Surg Eur Vol.* 1997;22:451-6.
3. Jungwirth-Weinberger A, Borbas P, Schweizer A, Nagy L. Influence of plate size and design upon healing of ulnar shortening osteotomies. *J Wrist Surg.* 2016;5:284-9.
4. Martin DE, Zlotolow DA, Russo SA, Kozin SH. Comparison of compression screw and perpendicular clamp in ul-

- nar shortening osteotomy. *J Hand Surg Am.* 2014;39:1558-64.
5. Firoozbakhsh K, Moneim MS, Mikola E, Haltom S. Heat generation during ulnar osteotomy with microsagittal saw blades. *Iowa Orthop J.* 2003;23:46-50.
6. Chen F, Osterman AL, Mahony K. Smoking and bony union after ulna-shortening osteotomy. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2001;30:486-9.
7. Barbaric K, Rujevcan G, Labas M, Delimar D, Bicanic G. Ulnar shortening osteotomy after distal radius fracture malunion: review of literature. *Open Orthop J.* 2015;9:98-106.
8. Iwasaki N, Ishikawa J, Kato H, Minami M, Minami A. Factors affecting results of ulnar shortening for ulnar impaction syndrome. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;465:215-9.
9. Darrow JC Jr, Linscheid RL, Dobyms JH, Mann JM 3rd, Wood MB, Beckenbaugh RD. Distal ulnar recession for disorders of the distal radioulnar joint. *J Hand Surg Am.* 1985;10:482-91.
10. Oskam J, Kingma J, Klasen HJ. Ulnar-shortening osteotomy after fracture of the distal radius. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1993;112:198-200.

척골 단축술 후 발생한 비후성 지연유합 및 불유합

권영우¹ · 박종용¹ · 박지현² · 최인철¹ · 남재준¹ · 서동훈³ · 강종우³

¹고려대학교 안암병원 정형외과, ²고려대학교 구로병원 정형외과, ³고려대학교 안산병원 정형외과

원위 골간부 척골 단축 절골술(distal diaphyseal ulnar shortening osteotomy)은 척골 충돌 증후군(ulnar impaction syndrome)의 수술적 치료에서 가장 널리 사용되는 술식으로 그 임상 결과도 만족스럽다. 그러나 절골 부의 지연유합(delayed union) 및 불유합(nonunion)은 가장 심각한 척골 단축 절골술의 합병증이며 전통적으로 금속판 교환술 및 자가골 이식술을 통해 치료하였다. 최근 저자들은 저상형(low-profile)의 2.7 mm 척골 단축 시스템(ulnar shortening system)을 이용한 척골 단축술 후 발생한 지연유합 및 불유합 환자에서 부가적 소형 금속판(mini-plate) 고정술만으로 치료한 치험례를 보고하는 바이다.

색인단어: 척골, 절골술, 불유합, 지연유합

접수일 2018년 12월 17일 수정일 2019년 1월 2일 게재확정일 2019년 1월 3일

교신저자 강종우

15355, 경기도 안산시 단원구 적금로 123, 고려대학교 안산병원 정형외과

TEL 031-412-5040 FAX 031-412-5802 E-mail oskang@korea.ac.kr