

Evaluation of Fragment Reduction Feasibility When Treating Bony Mallet Finger Using Extension Block K-Wire Technique

Ki Ho Lee¹, Seung Hoo Lee²,
Young Ho Lee², Min Bom Kim²,
Jihyeong Kim², Goo Hyun Baek²

¹Armed Forces Yangju Hospital, Yangju, Korea

²Department of Orthopaedic Surgery, Seoul
National University Hospital, Seoul, Korea

Received: October 18, 2016

Revised: [1] November 16, 2016

[2] November 30, 2016

Accepted: December 1, 2016

Correspondence to: Seung Hoo Lee

Department of Orthopaedic Surgery, Seoul
National University Hospital, 101 Daehak-ro,
Jongno-gu, Seoul 03080, Korea

TEL: +82-2-2072-2368

FAX: +82-2-740-2718

E-mail: seroobin@naver.com

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/bync/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Purpose: The purpose was to evaluate fragment reduction feasibility when applying extension block Kirschner-wire technique for bony mallet finger.

Methods: We treated 48 displaced mallet finger fractures by a two extension block Kirschner-wire technique. Among these operation group, we found dorsal rotation of fragment in 18 cases, making it difficult to get anatomical reduction. The patients were divided into two groups. One group of 30 patients did not show dorsal rotation of fragment and anatomical reduction was achieved easily. Another group of 18 patients showed dorsal rotation of fragment and additional methods was applied to achieve anatomical reduction.

Results: Joint surface involvement was significant greater in groups showing dorsal rotation of fragment than group which did not show (57.1% and 49.7%, respectively) ($p=0.01$). The groups whose joint surface involvement more than 50% had higher risk of dorsal rotation of fragment than the group less than 50%, with the odds ratio of 6.11.

Conclusion: We could encounter the cases which showed dorsal rotation of the fracture fragment when treating the bony mallet finger with extension block K-wire technique especially the joint surface involvement was more than 50%. So if we can evaluate the extents of joint surface involvement and prepare additional method preoperatively when dorsal rotation of fragment is expected, it is possible to get more favorable results.

Keywords: Mallet fracture, Mallet finger, Extension block, Reduction feasibility, Fragment reduction

서론

망치 수지 변형은 수지의 원위지에 과굴곡 손상이나 축상 과부하가 걸리는 경우 생긴다. 배측 골절편이 관절 면의 30% 이상을 차지하는 경우 원위지간 관절이 탈구 혹은 아탈구되면서 불안정성이 생긴다. 그렇기 때문에 수술적 치료가 권유된다¹.

다양한 개방적 혹은 비개방적 수술법이 연구되어 왔으며 강선을 이용한 수술법이 많은 저자들에 의해서 발표되었다¹⁻⁸. 그러나 아직도 정확한 해부학적 정복과 안정적인 고정법은 수부외과의 수술적 기법에 있어서 많은 연구가 진행되고 있는 분야이다. 수술 생길 수 있는 합병증으로 관절 변형의 재발, 배측 골절편의 분쇄, 강선 삽입 부위의 감염, 조갑의 변형과 피부의 괴사가 보고되었다^{3,9}.

본 연구진은 Ishiguro의 신전 제한법⁵을 변형하여 2개의 신전 제한 강선을 삽입하는 방법(modified extension block technique)¹⁰ 수술한 예들 중 일부의 환자군에서 수배측 골절편이 배측으로 회전되어(dorsal rotation) 정복이 어려웠던 증례들이 있었기에 이러한 증례들에 대해 면밀히 분석해보고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 수배측 골절편의 배측 회전변형으로 인해 정복이 어려웠던 예들을 분석하여 그 특징을 알아보고 수술 전에 미리 이러한 상황을 예측할 수 있는지 알아보고자 한다.

대상 및 방법

1. 대상

2006년 4월부터 2011년 4월까지 개방성 골절, 원위 수지 관절 배부의 불량한 피부 상태, 고도의 분쇄 골절, 그리고 당뇨 등 위험 고위험군을 제외하고, 외상 후 4주 미만의 골성 추지 환자 중, 관절면 1/3 이상 침범 또는 원위 지골의 전방 아탈구가 있던 연속적인 48명의 환자를 대상으로 이전에 보고 하였던 2개의 K-강선을 이용한 신전 제한법¹⁰을 이용하여 수술을 시행하였다(Fig. 1). 여성이 25명, 남성이 23명이었으며 평균 나이는 33.8세(범위, 14-60세)였다. 평균적으로 관절면을 침범한 비율은 52.7% (범위 22.0%-69.0%)였으며(Figs. 2A, 3A), 17명(35.4%)의 환자는 아탈구가 동반되어 있었다.

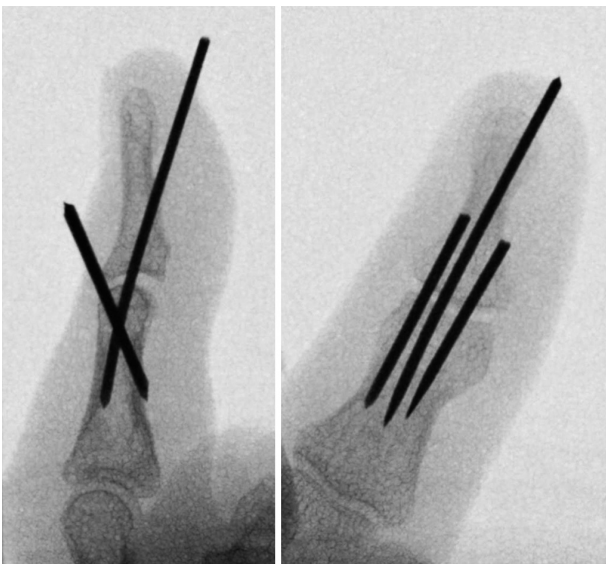


Fig. 1. A 24-year-old woman has a bony mallet finger injury of little finger. Intraoperative C-arm image with two extension block K-wire technique¹⁰.

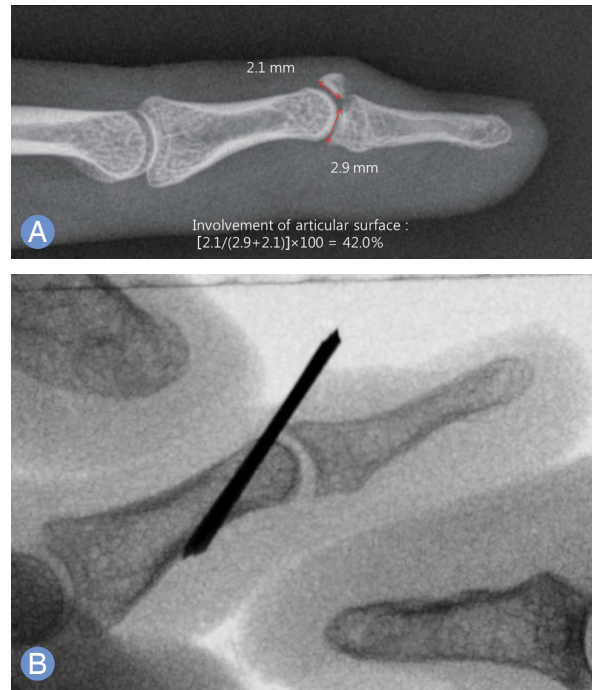


Fig. 2. (A) Bony mallet finger injury showing 42% of joint surface involvement. (B) Anatomical reduction was achieved without dorsal rotation of fragment by two-extension block technique.

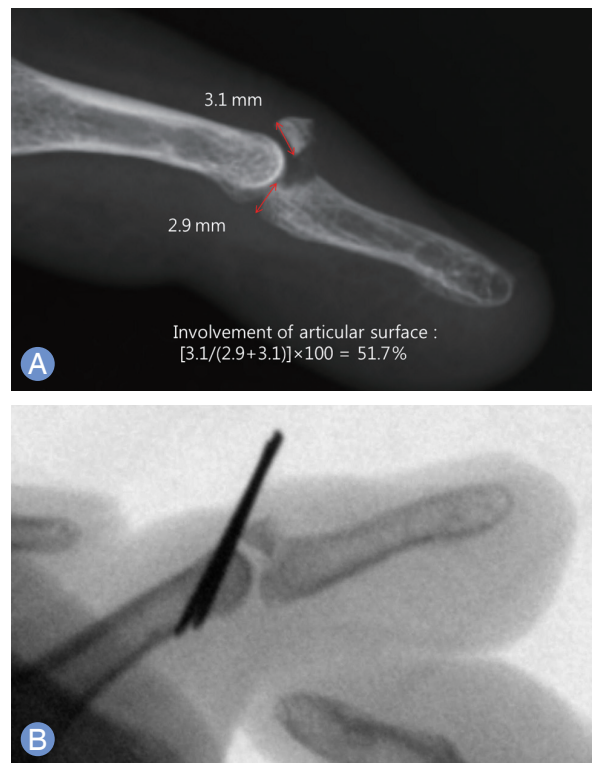


Fig. 3. (A) Bony mallet finger injury showing 51.7% of joint surface involvement. (B) Dorsal rotation of fragment was noted even though two-extension block technique.

우세수의 손상이 38예(79.2%)로 비우세수에 비해 많았다. 호발 수지는 제3수지(58.3%)였으며 제4수지가 29.2%로 두 번째로 많았고, 제5수지는 12.5%로 가장 적었다. 원인은 스포츠 손상(50.0%)이 가장 많았고 업무 중 다친 경우가 39.6%로 두 번째였으며, 싸움하다가 다친 경우는 10.4%였다. 골절의 분류는 아탈구 및 관절 침범의 정도에 따른 분류인 Wehbe와 Shneider 분류법¹¹을 사용하였으며, Type IA가 2예, IB가 28예, IC가 1예, IIB가 14예, IIC가 3예였다. 수상 당시부터 수술 시까지 경과된 시간은 평균 7일(범위, 0-18일)이었으며 평균 추시 기간은 11.5개월(범위, 3-90개월)이었다. 신전제한 편을 삽입 후 골편의 정복 과정에서 3차례 이상 정복을 시도하였으나 골편의 배측 회전 현상으로 인해 해부학적 정복을 얻을 수 없었던 경우를 정복이 어려웠던 경우로 정의하였을 때, 수술을 받은 총 48명의 환자 중 정복이 어려웠던 환자는 18명(37.5%)이었다.

2. 방법

모든 수술은 수지 신경 차단술하에 진행되었으며 C-arm을 사용하여 변형 신전 제한법(modified extension block)¹⁰으로 수술하였다. 첫 번째 단계로 골절이 있는 수지의 원위시간 관절과 근위시간 관절이 최대한 굴곡 된 상태에서 0.9 mm 직경의 K-강선(Kirschner wire)을 골편의 근위부에 삽입하였고 삽입 각도는 30°-45°를 유지하였다. 0.9 mm 직경의 K-강선을 앞서 삽입한 K-강선과 2-3 mm 간격을 두고 평행하게 삽입하여 골편이 이탈하거나 회전되지 않게 하였다. 이후 원위지를 최대한 신전하면서 배측 골절 편과 원위지 골 사이의 골절 부위를 정복하였고 만약 원위지 골의 수장 측 탈구가 관찰되는 경우 수배측으로 원위지를 밀어서 관절 면의 일치를 회복하여 주었다(Fig. 2B). 하지만 일부 예에서는 이와 같이 원위지의 견인과 신전 및 수배측으로 이동 및 압박(traction-extension, translation, compression)을 시행하였음에도 불구하고 수배측 골절편의 배측 회전 변형으로 인해 정복이 용이하지 않았다(Fig. 3B). 이러한 경우 정복을 여러 차례 반복하거나 개방적 술식 등의 추가적인 방법을 사용해야만 했다. 이후 피부 밖으로 노출된 강선을 절단하여 추후에 제거할 수 있을 정도의 길이만을 남겨 두었다. 알루미늄 부목을 사용하여 수술 부위를 고정하였으며 강선 삽입 부위에 대해서 정기적으로 소독을 진행하였다. 강선은 수술 후 6주경 외래에서 단순 방사선 사진에서 가교(bridging trabeculae)의 형성이 보이며 골절 부위의 통증이 없는 시점에 제거하였고, 강선을 제거한 후에 원위시간 관절의 관절 운동을 시작하였다. 야간에만 알루미늄 부목을 착용하도록 환자를 교육하고 점차적으로 알루미늄 부

목을 사용하는 시간을 감소시켰고 방사선학적 비교를 위하여 수술 직후, 수술 후 2주, 수술 후 6주, 수술 후 2개월, 수술 후 6개월마다 단순방사선 사진을 촬영하였다.

능동적 관절 운동 범위를 측각기(goniometer)를 사용하여 외래 방문 시마다 측정하였으며 관찰되는 합병증을 모두 기록으로 남겼다. 수술 후 결과 판정을 위하여 Crawford의 rating system을 사용하였다. 통계분석은 SPSS ver. 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분석하였고, 통계학적 유의성은 $p < 0.05$ 를 기준으로 하였다. 독립표본 T-검정과 교차분석을 이용하였다.

결과

모든 골절은 평균 6.1주(범위, 5-8주)에 신생 골 형성이 관찰되어 강선을 제거하고 관절 운동을 시작하였으며 관절 면의 일치와 만족스러운 관절 면의 재형성이 관찰되었다(해부학적 정복 혹은 관절 면의 step-off가 1 mm 이하). 원위시간 관절의 자발적인 신전 범위의 결손(loss of extension)은 0.90°(신전 결손 17.0°에서 과 신전 11.2°)였다.

1예에서 조갑 변형이 관찰되었고 6개월에 소실되었다. 추시 관찰중에 1예에서 원위시간 관절 간격이 감소되는 관절염 소견에 관찰되었다. 수지 피부의 결손이나 괴사는 없었고 K-강선 삽입 부위의 피부의 흉터는 관찰되지 않았다. K-강선 삽입 부위의 감염은 없었고 모든 예에서 망치 수지 변형의 재발과 수배측의 골극 형성은 발견되지 않았다.

모든 환자는 미용적인 측면과 기능적인 측면에서 만족하였다. Crawford의 평가 기준에 의거하여 아주 만족(excellent)이 77.1%, 만족(good)이 18.8%, 좋음(fair)이 4.1%였다.

정복을 시도하였을 때 배측 회전 변형을 보인 예는 18예였으며, 배측 회전 변형 없이 정복이 용이하였던 30예와 비교 분석하였을 때 다른 변수들에서는 유의한 차이가 없었으나, 관절면 침범 정도는 배측 회전 변형을 보였던 군에서 유의하게 더 컸다(49.7% vs. 57.1%, $p=0.01$) (Table 1). 관절면의 침범 정도와 골편의 배측 회전 현상의 발생 여부에 대해 생존율 곡선을 이용하여 절단값을 구하였을 때 관절면의 침범 정도는 50%였다. 관절면 침범 정도가 50%를 초과한 경우 그렇지 않을 경우에 비해 정복이 잘 되지 않을 위험도는 6.11이었다 (Table 2).

고찰

망치 수지 골절의 수술 과정에 있어 관절면을 맞추어 주는

Table 1. Comparison of characteristics and parameters between the group without dorsal rotation and with dorsal rotation

Characteristic	Without dorsal rotation (n=30)	With dorsal rotation (n=18)	p-value
Age (yr)	33.9±13.6	33.5±10.7	0.909
Sex (male:female)	12:18	11:7	0.156
Involved digit			0.192
3rd	20 (66.7)	8 (44.4)	
4th	8 (26.7)	6 (33.3)	
5th	2 (6.7)	4 (22.2)	
Dominant hand	25 (83.3)	13 (72.2)	0.359
Posttrauma (day)	7.7±5.2	6.1±4.4	0.451
Mean active flexion angle	84±3.8	85.6±2.9	0.53
Mean loss of voluntary extension	0.7±1.6	0.5±1.1	0.134
Involved articular surface (%)	49.7±11.1	57.8±8.9	0.010
Subluxation	9 (30.0)	8 (44.4)	0.311
Crawford			0.281
Excellent	24 (80)	13 (72.2)	
Good	4 (13.3)	5 (27.8)	
Fair	2 (6.7)	0	

Values are presented as mean±standard deviation or number (%).

Table 2. Incidence of dorsal rotation of the fragment according to articular surface involvement

Articular surface involvement	Without dorsal rotation	With dorsal rotation	X ²	p-value	Odd ratio
≤50%	13 (86.7)	2 (13.3)	5.44	0.02	6.11
>50%	17 (51.5)	16 (48.5)			

Values are presented as number (%).

것이 중요한 첫 번째 이유는 관절 면의 일치도(congruency)를 높여 주어 관절 변형 및 백조 목 변형을 최소화할 수 있으며 두 번째는 골절편의 크기와 무관하게 관절면을 일치시켜야 골절부위의 접촉 면적이 넓어지며 빠른 유합이 가능하기 때문이다¹².

신전 제한 수술법의 기본적인 목표는 세 가지로 (1) 골절편의 근위 전위를 막고 신전근 말단 부위의, (2) 원위지골과 골절편을 최대한 접촉시키면서 압박력을 가하며, (3) 관절의 아탈구 혹은 탈구 상태를 정상으로 회복시키는 것이다. 많은 수의 연구자가 Ishiguro의 신전 제한 강선 삽입술을 사용하여 성공적인 결과를 보고하였다. 이 수술법은 원리만 보면 강선이 작은 골절편(fracture fragment)을 관통하는 일이 없어 골절편의 분쇄의 위험성이 없으며 피부절개가 필요 없는 장점이 있어 추후에 금속 삽입물을 쉽게 제거할 수 있다.

하지만 논의된 수술 사례에서도 볼 수 있듯이 골절을 정복할 때에 수배측의 골절편이 밀려나면서 제 위치에 고정되지 않는 경우가 발생하였다. 관절면의 침범 정도가 큰 경우에 이러한 경향을 보였으며, 특히 관절면의 침범 정도가 50% 이

상인 경우에 골절편의 배측 회전 변형이 잘 발생하였다(odds ratio, 6.11). 신전 결손에 영향을 주는 예후인자를 분석한 보고에 따르면 관절면의 침범 정도와 골편의 크기가 작을수록 신전 지연이 발생할 가능성이 높다고 하였다¹³. 주로 과굴곡 손상의 경우 이러한 경향을 보일 가능성이 크며, 이는 손상 시의 힘이 신전건과 골편에 나누어 전달되기 때문이라고 하였다. 하지만 본 연구에서는 골편의 배측 회전 현상에 대한 위험인자로서 관절면의 침범 정도를 분석하였기 때문에 예후인자로서의 관절면의 침범 정도와는 그 의미가 다르다. 이렇게 관절면의 침범 정도가 큰 경우에 원위지의 견인과 신전 및 수배측으로 이동 및 압박을 반복하여 관절면의 정복을 얻을 수 있는 경우도 있었으나 반복적으로 무리한 힘을 가할 경우 작거나 골질이 약한 골절편은 분쇄의 위험이 높아진다. 따라서 수술 전에 관절면의 침범 정도를 평가하여 정복이 잘 되지 않을 가능성이 있음이 인지된다면, 정복이 되지 않았을 경우에 대안에 대해 미리 계획을 세우고 들어갈 필요가 있다. 현재까지 보고된 수술방법은 관혈적 정복술과 비관혈적 정복술로 분류할 수 있으며, 관혈적 정복술의 방법들에는 장력 강선 고정

술, 관혈적 정복 후 골절편의 K-강선 고정술, 압박 나사 고정술, 견인 철사 요법을 이용한 고정술, pull-out 봉합술, 갈고리 금속판을 이용한 고정술이 소개되어 있다. 신전 차단 K-강선 고정술과 변형된 K-강선 고정술을 제외한 비관혈적 수술 방법들로는 경피적 K-강선 고정술, 수지 겹자 이용법, 18-게이지 주사바늘 이용법, 외고정 장치를 이용한 방법 등이 소개되어 있다. 이와 같이 여러 가지 방법들이 제시되고 있지만, 어떤 방법도 확실히 만족할 만한 결과를 보여주고 있지 못한 실정이다. 따라서 한 가지 방법으로만 접근한다면, 일부 증례에서는 좋지 않은 결과를 얻을 수 있기 때문에, 골절의 특성을 잘 파악하여 적절한 방법을 선택하여 치료한다면 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

본 연구의 수술 후 결과는 평균 굴곡 84.2°, 신전 결손 0.7°로 본 연구진에서 이전에 보고하였던 결과와 비슷한 수치이나¹⁰, 그 전의 보고들보다는 상대적으로 좋은 결과를 보이고 있는데, 이는 연구 대상의 연령이 다른 연구들에 비해 젊고, 우세수가 많아 재활치료를 더 적극적으로 임했던 환자들이 많았기 때문인 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점은, 골성 추지의 수술적 치료 중 두 개의 K-강선을 이용해 치료한 환자에 국한된 연구이며, 비교 증례의 수가 적고, 골절편의 배측 회전에 대한 적절한 대처 방법을 제시하지 못했다는 것이다. 이는 본 연구진이 현재 보완 술식을 개발하여 연구를 진행 중인 부분이다.

결론

현재까지 여러 수술 방법들이 소개되어 개발되었으나 현재까지는 어떠한 방법도 만족할 만한 결과를 보여주지 못하는 실정이다. 1988년에 Ishiguro 등⁵에 의해 신전제한 핀 고정수기가 소개된 이후 현재 흔히 사용되고 있으며, 다양한 변형된 방법이 보고되어 있으나 술식의 기본적인 개념은 비슷하다. 이 중 본 연구진은 두 개의 K-강선을 이용한 신전제한 술식을 이용하여 수술을 시행하고 있으며, 증례들 중 골편의 배측 회전 변형으로 인해 정복이 어려웠던 증례들을 분석하여 관절면의 침범이 50% 이상인 경우에 이러한 현상이 잘 발생한다는 것을 알 수 있었다. 수술 전에 이러한 특성을 미리 파악하여 정복이 여의치 않을 경우를 대비하여 기존에 보고된 바 있는 Towel clamp를 경피적 골편의 정복 방법¹⁴, 경피적 소형나사를 이용한 방법¹⁵, 변형된 연합 K-강선 신전 제한법¹⁶, 18게이지 주사바늘과 K-강선을 이용한 방법¹⁷ 등 다양한 술식을 같이 준비하여 수술은 준비한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

1. Stark HH, Gainor BJ, Ashworth CR, Zemel NP, Rickard TA. Operative treatment of intra-articular fractures of the dorsal aspect of the distal phalanx of digits. *J Bone Joint Surg Am.* 1987;69:892-6.
2. Bischoff R, Buechler U, De Roche R, Jupiter J. Clinical results of tension band fixation of avulsion fractures of the hand. *J Hand Surg Am.* 1994;19:1019-26.
3. Damron TA, Engber WD. Surgical treatment of mallet finger fractures by tension band technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(300):133-40.
4. Hamas RS, Horrell ED, Pierret GP. Treatment of mallet finger due to intra-articular fracture of the distal phalanx. *J Hand Surg Am.* 1978;3:361-3.
5. Ishiguro T, Inoue K, Matsubayashi N, Ito Y, Hashizume N. A new method of closed reduction for mallet fractures. *J Jpn Soc Surg Hand.* 1988;5:444-7.
6. Hofmeister EP, Mazurek MT, Shin AY, Bishop AT. Extension block pinning for large mallet fractures. *J Hand Surg Am.* 2003;28:453-9.
7. Shimura H, Wakabayashi Y, Nimura A. A novel closed reduction with extension block and flexion block using Kirschner wires and microcrew fixation for mallet fractures. *J Orthop Sci.* 2014;19:308-12.
8. Zhang W, Zhang X, Zhao G, Gao S, Yu Z. Pressing fixation of mallet finger fractures with the end of a K-wire (a new fixation technique for mallet fractures). *Injury.* 2016;47:377-82.
9. King HJ, Shin SJ, Kang ES. Complications of operative treatment for mallet fractures of the distal phalanx. *J Hand Surg Br.* 2001;26:28-31.
10. Lee YH, Kim JY, Chung MS, Baek GH, Gong HS, Lee SK. Two extension block Kirschner wire technique for mallet finger fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91:1478-81.
11. Wehbe MA, Schneider LH. Mallet fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66:658-69.
12. Konishiike T, Kodota Y, Hashizume H. Fracture pattern of bony mallet fingers. *J Jpn Soc Surg Hand.* 2006;23:496-500.
13. Kim JY, Lee SH. Factors Related to Distal Interphalangeal Joint Extension Loss After Extension Block Pinning of Mallet Finger Fractures. *J Hand Surg Am.* 2016;41:414-9.
14. Han KJ, Moon JH, Chung NS, Kang SY. Treatment of mallet fracture of the fingers by percutaneous reduction and pinning. *J Korean Soc Surg Hand.* 2003;8:153-7.
15. Shin HD, Kim KC, Yang JH, Kim BK. Mallet fracture of per-

- cutaneous small-screw fixation after closed reduction. J Korean Soc Surg Hand. 2008;13:288-93.
16. Park HC, Park HS, Ahn SC, Kim SS, Chang J. Modified extension block technique using conjoined Kirschner wires for bony mallet fingers. J Korean Soc Surg Hand. 2010;15:164-8.
17. Jeon HS, Jeon SJ, Moon CS, Jung SH, Jeon SK. Closed reduction and percutaneous K-wire fixation of bony mallet finger using an 18 gauge needle. J Korean Soc Surg Hand. 2010;15:77-82.

골성 추지의 신전 제한 핀 고정 수기에서의 골절편 정복 가능성에 대한 평가

이기호¹ · 이승후² · 이영호² · 김민범² · 김지형² · 백구현²

¹국군양주병원, ²서울대학교 병원 정형외과학교실

목적: 골성 추지에서 K-강선을 이용한 신전 제한법 술식을 시행할 때 골절편의 정복 가능성에 영향을 주는 인자들을 분석하여, 어떤 경우에 정복이 잘 되지 않는지 알아보고자 한다.

방법: 48명의 골성 망치 수지 골절 환자를 2개의 K-강선을 신전 제한법으로 삽입하는 술식으로 수술을 시행하였으며, 이 중 18예에서 수술 중 골절편의 배측 회전으로 정복이 어려워 추가적인 술식을 시행하였다. 이에 어떠한 경우에 골절편의 배측 회전이 잘 일어나는지 특성을 분석하였다.

결과: 골절편의 배측 회전 현상을 보인 군과 보이지 않은 군 사이에 다른 변수들에서는 유의한 차이가 없었으나, 관절면의 침범 정도는 배측 회전 현상을 보인 군에서 유의하게 더 컸다(49.7% vs. 57.1%, $p=0.01$). 또한 관절면 침범이 50% 이상인 경우 골절편의 배측 회전을 보일 위험도는 6.11이었으며 유의하였다($p=0.02$).

결론: 관절면의 침범이 50% 이상인 경우 신전제한 술식을 적용할 때 골절편의 배측 회전 현상으로 인해 정복에 어려움을 겪을 수 있다. 수술 전에 이러한 특성을 미리 파악하여 정복이 여의치 않을 경우를 대비하여 기존에 보고된 다양한 술식을 같이 준비하여 수술은 준비한다면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

색인단어: 골성 추지, 망치 수지, 정복 가능성, 골편의 정복, 신전 제한

접수일 2016년 10월 18일 **수정일** 1차: 2016년 11월 16일, 2차: 2016년 11월 30일

게재확정일 2016년 12월 1일

교신저자 이승후

서울특별시 종로구 101 대학로

서울대학교 병원 정형외과

TEL 02-2072-2368 FAX 02-740-2718

E-mail seroobin@naver.com