

Radiologic Results in Accordance with the Number of Distal Locking Screws in Volar Plate Fixation for Distal Radius Fractures

Hyun-Chul Choi, Joo-Yup Lee,
Joon-Young Jung, Il-Jung Park,
Yang-Guk Chung

Department of Orthopedic Surgery,
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea

Received: July 19, 2014

Revised: August 28, 2014

Accepted: September 9, 2014

Correspondence to: Joo-Yup Lee
Department of Orthopedic Surgery,
St. Vincent's Hospital, The Catholic University
of Korea, 93 Jungbu-daero, Paldal-gu, Suwon
442-723, Korea

TEL: +82-31-249-8301

FAX: +82-31-254-7186

E-mail: jylos1@gmail.com

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

Purpose: The purpose of this study was to determine whether the number of distal locking screws affected the final radiologic results after volar plate fixation for distal radius fractures.

Methods: We retrospectively identified 176 patients (male, 36; female, 140; average, 60 years) who had distal radius fractures treated with open reduction and volar plate fixation between 2011 and 2012. The number of screws used for distal fixation was determined according to the surgeon's preference and the type of plate used. Radiologic parameters and their displacements were measured postoperatively and at final follow-up. The results of using 4 or 5 distal locking screws were compared with those of using more than 6 distal locking screws.

Results: There was no significant displacement in fracture fragment when using 4 or 5 distal locking screws compared with using more than 6 distal locking screws. Mean displacement in ulnar variance was 0.6 mm in group with less than 5 screws, and the displacement was 0.4 mm in group with more than 6 screws ($p=0.772$). Secondary displacement was not correlated with fracture type or the number of distal locking screws. There was no fixation failure during the study period.

Conclusion: It seems that 4 or 5 distal locking screws are strong enough to prevent a significant loss of fracture reduction. Filling every distal screw hole is not recommended to limit cost and avoid extensor tendon complications.

Keywords: Distal radius fractures, Volar locking plate, Number of screws

서론

원위 요골 골절은 상지에서 발생하는 가장 흔한 골절로서, 기대 수명의 연장과 스포츠 활동의 증가로 그 수가 증가하고 있다^{1,2}. 전통적으로 원위 요골 골절은 비수술적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있다고 인식되어 왔으나, 최근의 연구 결과를 통하여 불안정 골절의 경우는 해부학적 정복이 되더라도 고정

기간 동안 이차적 전위에 의한 골절 정복의 소실이 발생할 수 있기 때문에 수술적 치료가 선호되고 있다^{3,4}.

최근 각광을 받고 있는 수장측 잠김 금속판(volar locking plate)은 나사못과 금속판이 나사산(thread)에 의하여 고정되며, 분쇄된 원위 요골이 치유될 때까지 충분한 고정 강도를 제공한다. 수장부는 분쇄 정도가 심하지 않아 비교적 쉽게 해부학적 정복이 가능하고, 고정 강도가 좋아 조기 관절운동이 가

능하며, 수배부에 비하여 긴 자극이 덜한 장점 때문에 수장측 잠김 금속판 고정술은 그 사용 빈도가 점점 증가하고 있다^{5,6}. 현재 국내에서는 다양한 종류의 수장측 잠김 금속판이 사용되고 있으며, 적게는 4개에서 많게는 9개까지의 원위부 잠김 나사못을 삽입할 수 있다. 이전에 보고된 생체 역학 연구를 통해서 원위부에 많은 나사못을 삽입하면 더욱 강한 고정이 가능하다고 밝혀진 바가 있다^{7,8}. 하지만 나사못의 개수가 실제 임상적 및 방사선학적 결과에 어떠한 영향을 미치는지는 잘 알려져 있지 않다. 나사못의 개수가 늘어나면 이론적으로 고정 강도가 증가할 것으로 예상할 수 있으나, 나사못의 개수에 따라 불필요한 비용이 증가하고 나사못으로 인한 신전전 과열의 확률은 더욱 높아지기 때문에 무작정 나사못이 많은 것이 좋은 것은 아니다. 이에 저자들은 원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정에서 원위부 잠김 나사못의 개수에 따른 방사선학적 결과의 차이를 알아보고자 하였다. 저자들은 원위부 잠김 나사못의 개수가 많을수록 더 나은 방사선학적 결과를 얻을 것으로 가정하였다.

대상 및 방법

2011년 1월부터 2012년 12월까지 원위 요골 골절에 대하여 전방 도달법을 이용한 수장측 잠김 금속판 고정술을 시행하고 최소 3개월 이상 추시가 가능하였던 176명의 환자를 대상으로 후향적 연구를 시행하였다. 수술은 3명의 술자에 의하여 시행되었고, 전례에서 수장측 잠김 금속판 고정술을 시행하였다. 배측 고정술을 시행한 경우나 K-강선 고정술, 외고정술을 시행한 경우는 제외하였다. 수술적 치료가 필요하였던 척골의 간단부 골절은 제외하였으나, 척골 경상돌기 골절은 크기에 상관없이 수술적 치료를 시행하지 않았으므로 대상에 포함하였다. 금속판은 모든 환자에서 LCP volar extra-articular distal radius plate (DePuySynthes, West Chester, PA, USA)와 Acu-Loc plate (Acumed, Hillsboro, OR, USA)를 사용하여 수술을 시행하였으며, 술자의 선호도에 따라 금속판의 종류를 선택하였다(Fig. 1).

수술 방법은 연장 요수근 굴건 도달법을 이용하였고, 요수근 굴건의 건막으로 요골 동맥을 보호하며 접근하였다. 방형



Fig. 1. Volar locking plates used in this study. (A) LCP volar extra-articular distal radius plate (DePuySynthes, West Chester, PA, USA) with single row of 4 or 5 distal locking screws. (B) Acu-Loc plate (Acumed, Hillsboro, OR, USA) with double row of 6 to 9 distal locking screws.

회내근(pronator quadratus)을 노출하고 이를 요측에서 박리하였다. 방형 회내근을 척측으로 견인하여 골절 부위를 노출하였고, 골절의 견인과 함께 정복하여 K-강선을 이용하여 임시로 골절을 고정하였다. 수장부의 중앙에 금속판을 위치시키고 골간부에 위치한 연장된 나사 구멍(elongated hole)에 피질골 나사를 가장 먼저 삽입하였다. 금속판의 위치가 만족스럽게 이루어진 이후 원위부 잠김 나사못을 삽입하였는데 LCP volar extra-articular distal radius plate는 2.4 mm, Acu-Loc plate는 2.3 mm의 원위부 잠김 나사못이 사용되었다. 나사못의 개수는 술자의 선호도와 금속판의 종류에 따라 결정하였다. 고정을 마친 후 방형 회내근을 최대한 상완요건에 봉합하고 수술을 마쳤다. 수술 후 약 2주간 단상지 석고 고정을 시행한 후 보조기로 전환하여 4주간 추가적인 보호를 시행하였다. 수술 후 2주, 6주, 3개월, 6개월, 9개월, 1년에 외래에서 환자를 추시 관찰하여 방사선학적 검사를 시행하였다.

연구 대상은 남자가 36명, 여자가 140명이 포함되었고 평균 연령은 60.3세(범위, 18-89세)이었다. 평균 추시 기간은 7.8개월(범위, 6-12개월)이었다. 연구 대상이 되었던 환자들의 의무 기록을 후향적으로 분석하여 원위 나사못의 개수를 5개 이하와 6개 이상의 두 그룹으로 분류하여 비교하였다. 원위부 잠김 나사못을 5개 이하로 사용한 군이 78예, 6개 이상 사용한 군이 98예이었다. 원위부 잠김 나사못을 5개를 기준으로 두 군으로 분류한 이유는 LCP volar extra-articular distal radius plate에서는 5개 이하가, Acu-Loc plate에서는 6개 이상이 사용되었기 때문이다. 비교 항목은 골절 당시의 AO 분류, 환자의 나이, 수술 직후 및 최종 수시의 요골 길이(radial length), 요골 경사(radial inclination), 수장 경사(volar tilt), 척골 변위(ulnar variance)를 측정하였다. 방사선학적 측정은 MaroView 프로그램(INFINITT Technology, Seoul, Korea)을 이용하여 수근관절 후전면 및 측면 방사선 사진에서 Kreder 등⁹이 제안한 방법으로 측정하였다. 치료에 관여하지 않은 두 명의 관찰자가 방사선학적 측정에 참여하였으며, 각 관찰자 당 2회씩 측정하여 평균값을 분석 대상으로 하였다. 양군의 차이는 독립표본 t 검정을 이용하여 분석하였고, 수술 직후 및 최종 추시 시 방사선학적 결과의 차이는 대응표본 t 검

정을 이용하여 유의수준은 $p \leq 0.05$ 로 통계학적인 분석을 시행하였다. 또한 이차적 골편 전위(secondary displacement)의 정도에 영향을 미치는 인자를 확인하기 위하여 나사못의 개수, AO 골절분류, 환자의 나이 등과 Spearman's correlation analysis를 시행하였다.

결과

환자의 평균 연령은 원위부 잠김 나사를 5개 이하로 사용한 제1군이 59.0 ± 14.7 세로 원위부 잠김 나사를 6개 이상 사용한 제2군의 61.4 ± 9.2 세와 차이가 없었다($p=0.189$). AO 골절 분류상 1군은 A형이 20예(20/78, 26%), B형이 3예(3/78, 4%), C형이 55예(55/78, 70%)이었으며, 2군은 A형이 24예(24/98, 24%), B형이 5예(5/98, 5%), C형이 68예(69/98, 71%)로 양 군 간의 차이가 없었다. 방사선학적 평가를 통하여 전례에서 평균 12.8주에 골유합을 얻을 수 있었음을 확인하였다. 원위부 잠김 나사를 5개 이하로 사용한 1군에서 수술 직후의 평균 요골 길이는 12.3 mm, 요골 경사는 24.8° , 수장 경사는 12.1° , 척골 변위는 0.4 mm로 측정되었으며, 최종 추시 시 측정된 평균 요골 길이는 12.2 mm, 요골 경사는 24.6° , 수장 경사는 12.1° , 척골 변위는 0.9 mm로 측정되어 통계학적으로 의미 있는 고정 소실이 발생하지 않았음을 알 수 있었다($p=0.856$, $p=0.367$, $p=0.994$, $p=0.44$, respectively) (Table 1). 원위부 잠김 나사를 6개 이상 사용한 2군에서 수술 직후의 평균 요골 길이는 11.7 mm, 요골 경사는 22° , 수장 경사는 11.4° , 척골 변위는 0.5 mm이었으며, 최종 추시 시 평균 요골 길이는 11.5 mm, 요골 경사는 21.8° , 수장 경사는 10.9° , 척골 변위는 0.9 mm로 측정되어 역시 골절편의 고정 소실은 발생하지 않은 것을 확인하였다($p=0.103$, $p=0.537$, $p=0.128$, $p=0.67$, respectively) (Table 2).

또한 최종 추시 방사선 사진과 수술 직후 사진의 차이를 의미하는 이차 전위는 원위부 잠김 나사못을 5개 이하로 사용한 1군이 요골 길이 0.03 mm, 요골 경사 0.21° , 수장 경사 0.02° , 척골 변위 0.6 mm로 6개 이상 사용한 2군의 결과인 요골 길이 0.23 mm, 요골 경사 0.17° , 수장 경사 0.06° , 척골

Table 1. Radiologic results of the group I which was used less than 5 distal locking screws for fixation of distal radius fractures

	Postoperative	Final follow-up	p-value
Radial length (mm)	12.3 ± 1.1	12.2 ± 1.0	0.856
Radial inclination ($^\circ$)	24.8 ± 2.7	24.6 ± 2.5	0.367
Volar tilt ($^\circ$)	12.1 ± 0.9	12.1 ± 0.8	0.994
Ulnar variance (mm)	0.4 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.44

Table 2. Radiologic results of the group II which was used more than 6 distal locking screws for fixation of distal radius fractures

	Postoperative	Final follow-up	p-value
Radial length (mm)	11.7 ± 1.2	11.5 ± 1.1	0.103
Radial inclination (°)	22 ± 2.6	21.8 ± 2.4	0.537
Volar tilt (°)	11.4 ± 1.0	10.9 ± 0.9	0.128
Ulnar variance (mm)	0.5 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.67

Table 3. Comparison of the secondary displacement after volar locking plate fixation of the distal radius fractures between groups

	Group I	Group II	p-value
Radial length (mm)	0.03	0.23	0.235
Radial inclination (°)	0.21	0.17	0.92
Volar tilt (°)	0.02	0.06	0.186
Ulnar variance (mm)	0.6	0.4	0.772

변위 0.4 mm와 차이가 없었다($p=0.235$, $p=0.92$, $p=0.186$, $p=0.772$, respectively) (Table 3). 이러한 이차 전위의 정도는 AO 골절 분류나 원위부 나사못의 개수, 환자의 나이와는 상관 관계가 없었다($p=0.228$, $p=0.335$, $p=0.186$, respectively).

고찰

원위 요골 골절의 치료에 있어 수장측 잠김 금속판의 도입은 치료의 획기적인 전환점으로 평가되고 있다. 그 이유는 분쇄가 심한 원위 요골 골절에서도 예전에 K-강선 고정술이나 외고정술에서 얻을 수 없었던 견고한 고정이 가능하게 되었기 때문이다. 2000년대 초 Orbay와 Fernandez¹⁰가 수장측 잠김 금속판을 개발하면서 초창기에는 원위부에 4-5개의 잠김 나사를 삽입할 수 있는 일렬 금속판(single-row plate)을 소개하였다. 그러나 이후 월상과 골편의 고정을 위하여 원위부에 보다 많은 나사못을 삽입할 수 있는 이열 금속판(double-row plate)으로 디자인을 변경하였고, 현재 많은 제품이 이와 유사한 형태의 금속판 디자인을 채택하고 있다. 현재 국내에서 사용 가능한 금속판은 적게는 4개에서 많게는 9개까지의 잠김나사를 삽입할 수 있다.

나사못의 개수가 늘어나면 이론적으로 보다 많은 골편을 고정할 수 있고, 고정 강도도 늘어날 것으로 예상할 수 있다. 그러나 나사못의 개수가 늘어나면 불필요한 비용이 증가하고, 나사못으로 인한 신전건 파열의 확률은 더욱 높아지기 때문에 무작정 나사못이 많은 것이 좋은 것은 아니다. Drobetz 등¹¹은 일렬 금속판과 이열 금속판의 고정력을 비교한 생역학적 연구에서 이열 금속판을 사용한 경우가 일렬 금속판에 비하여 강도가 더 증가하지는 않으며, 오히려 비가변각 잠김나사못으

로 고정한 일렬 금속판을 사용한 경우에서 가장 높은 강도를 보였다고 하였다. Mehling 등⁷은 원위부에 4개, 근위부에 3개, 그리고 7개의 나사못을 모두 삽입한 군을 비교하였는데, 근위부에 3개의 나사못을 삽입한 군을 제외하고는 모두 수술 후의 재발을 견딜 수 있는 정도의 강도를 가진다고 하였다. Moss 등⁸은 동일한 디자인의 금속판으로 원위부에 각각 4개와 7개의 나사를 사용하여 강도의 차이를 비교하였는데, 두 군 간에 강도의 차이는 없었으며 고정의 실패도 발생하지 않았다고 하였다. 따라서 원위부의 나사못은 최소 4개 이상이면 충분하며, 일렬 금속판의 형태도 강도면에서는 충분한 고정력을 제공하는 것으로 판단할 수 있다.

실제 임상에서도 일렬 및 이열 금속판의 방사선학적 결과는 차이가 없는 것으로 밝혀지고 있다. Neuhaus 등¹²은 DVR 금속판을 이용한 연구에서 일렬 및 이열 금속판의 이차적 정복 소실의 정도는 차이가 없으며, 이는 환자의 나이, 환자의 성별, AO 골절 분류, 후방 분쇄의 정도, 척골 골절의 유무, 수상 기전 등과 연관성이 없다고 하였다. 본 연구에서 저자들은 원위 요골 골절의 수장 잠김 금속판 고정 시 원위부 잠김 나사못의 개수에 따른 방사선학적 결과의 차이를 알아보고자 하였으며, 원위부 잠김 나사못을 5개 이하로 사용한 그룹과 6개 이상 사용한 그룹 간의 방사선학적 결과에 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 이는 원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정술에서 원위부 잠김 나사못의 개수가 4-5개 이상이면 골유합까지 원위 요골 골절의 정복을 유지할 수 있음을 의미하는 것이다.

본 연구는 몇 가지 단점을 가지고 있다. 첫째로 본 연구는 두 가지의 다른 종류의 수장측 잠김 금속판을 사용한 연구이기 때문에, 본 연구의 목적이었던 나사못 개수에 따른 비교 연구의 제한점이 있었다. 가능하다면 동일한 금속판을 사용한 환자 내에서 사용한 원위 나사못의 개수에 따른 비교 연구를 했다면 조금 더 확실한 결론을 도출해 낼 수 있을 것으로 판단된다. 둘째로 본 연구는 임상적 결과를 확인하지 않았기 때문에 원위 나사못의 개수와 임상적 결과, 특히 신전건 또는 굴곡건 합병증의 차이를 알 수 없었다. 셋째로 골절 정복의 소실은 금속판의 위치나 원위부 잠김 나사못의 길이, 골다공증의 유무에 따라 달라질 수 있으나 본 연구에서는 이러한 인자를 확

인하지 못하였다.

결론

원위 요골 골절의 수장부 잠김 금속판 고정술에서 원위 잠김 나사못은 5개 이하로도 충분한 고정력을 얻을 수 있으며, 6개 이상의 원위 나사못 삽입은 분쇄가 매우 심한 특별한 경우를 제외하고는 불필요할 것으로 판단된다.

REFERENCES

1. Chung KC, Spilson SV. The frequency and epidemiology of hand and forearm fractures in the United States. *J Hand Surg Am.* 2001;26:908-15.
2. Park C, Ha YC, Jang S, Jang S, Yoon HK, Lee YK. The incidence and residual lifetime risk of osteoporosis-related fractures in Korea. *J Bone Miner Metab.* 2011;29:744-51.
3. MacDermid JC, Roth JH, Richards RS. Pain and disability reported in the year following a distal radius fracture: a cohort study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2003;4:24.
4. Jupiter JB, Lipton H. The operative treatment of intraarticular fractures of the distal radius. *Clin Orthop Relat Res.* 1993;(292):48-61.
5. Osada D, Kamei S, Masuzaki K, Takai M, Kameda M, Tamai K. Prospective study of distal radius fractures treated with a volar locking plate system. *J Hand Surg Am.* 2008;33:691-700.
6. Rozental TD, Blazar PE. Functional outcome and complications after volar plating for dorsally displaced, unstable fractures of the distal radius. *J Hand Surg Am.* 2006;31:359-65.
7. Mehling I, Muller LP, Delinsky K, Mehler D, Burkhart KJ, Rommens PM. Number and locations of screw fixation for volar fixed-angle plating of distal radius fractures: biomechanical study. *J Hand Surg Am.* 2010;35:885-91.
8. Moss DP, Means KR Jr, Parks BG, Forthman CL. A biomechanical comparison of volar locked plating of intra-articular distal radius fractures: use of 4 versus 7 screws for distal fixation. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1907-11.
9. Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, Jupiter J, McGillivray G, Swiontkowski MF. X-ray film measurements for healed distal radius fractures. *J Hand Surg Am.* 1996;21:31-9.
10. Orbay JL, Fernandez DL. Volar fixation for dorsally displaced fractures of the distal radius: a preliminary report. *J Hand Surg Am.* 2002;27:205-15.
11. Drobetz H, Weninger P, Grant C, et al. More is not necessarily better. A biomechanical study on distal screw numbers in volar locking distal radius plates. *Injury.* 2012;44:535-9.
12. Neuhaus V, Badri O, Ferree S, Bot AG, Ring DC, Mudgal CS. Radiographic alignment of unstable distal radius fractures fixed with 1 or 2 rows of screws in volar locking plates. *J Hand Surg Am.* 2013;38:297-301.

원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정에서 원위 나사못의 개수에 따른 방사선학적 결과

최현철 · 이주엽 · 정준영 · 박일중 · 정양국

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정에서 원위 나사못의 개수에 따른 방사선학적 결과의 차이를 알아보고자 하였다.

방법: 2011년부터 2012년까지 수장측 잠김 금속판을 이용하여 원위 요골 골절을 치료하고 3개월 이상 추시가 가능하였던 176명의 환자(남자 36명, 여자 140명, 평균연령 60세)를 대상으로 하였다. 원위부 잠김 나사못의 개수는 술자의 선호도 및 기구의 종류에 따라 결정하였다. 수술 직후 및 최종 추시 시 요골 길이, 요골 경사, 수장 경사, 척골 변위를 측정하였고, 그 결과를 원위 나사못의 개수가 5개 이하인 그룹과 6개 이상인 그룹으로 나누어 비교하였다.

결과: 모든 방사선학적 인자에서 원위 요골의 전위 정도는 그룹 간에 차이가 없었다. 원위 나사못의 개수가 5개 이하인 그룹의 척골 변위는 평균 0.6 mm, 6개 이상인 그룹은 평균 0.4 mm로 양 군 간에 차이를 발견할 수 없었다($p=0.772$). 골절의 전위 정도는 골절의 형태나 원위 나사못의 개수와 상관관계가 없었으며, 골절의 고정 실패가 발생한 경우도 없었다.

결론: 원위 요골 골절의 수장부 잠김 금속판 고정술에서 원위 잠김 나사못은 5개 이하로도 충분한 고정력을 얻을 수 있으며, 6개 이상의 원위 나사못 삽입은 특별한 경우를 제외하고는 불필요할 것으로 판단된다.

색인단어: 원위 요골 골절, 수장측 잠김 금속판, 나사못 개수

접수일 2014년 7월 19일 수정일 2014년 8월 28일

게재확정일 2014년 9월 9일

교신저자 이주엽

경기도 수원시 팔달구 중부대로 93,

성빈센트병원 정형외과

TEL 031-249-8301 FAX 031-254-7186

E-mail jylos1@gmail.com