



원위 요골 골절의 수술적 치료 후 방형회내근의 초음파 평가

최동혁 · 정현균 · 이지원 · 김철환 · 최용수[✉]

광주기독병원 정형외과

Ultrasonographic Assessment of the Pronator Quadratus Muscle after Surgical Treatment for Distal Radius Fractures

Dong Hyuk Choi, M.D., Hyun Kyun Chung, M.D., Ji Won Lee, M.D.,
 Cheol Hwan Kim, M.D., Yong Soo Choi, Ph.D.[✉]

Department of Orthopedic Surgery, Kwangju Christian Hospital, Gwangju, Korea

Received March 28, 2016
 Revised (1st) May 4, 2016
 (2nd) June 26, 2016
 Accepted September 29, 2016

✉Correspondence to:

Yong Soo Choi, Ph.D.
 Department of Orthopedic Surgery,
 Kwangju Christian Hospital, 37
 Yangrim-ro, Nam-gu, Gwangju 61661,
 Korea
 Tel: +82-62-650-5064
 Fax: +82-62-650-5066
 E-mail: stemcellchoi@naver.com

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Purpose: This study was to assess the morphological changes of the pronator quadratus (PQ) muscle using an ultrasonography in the volar locking plate fixation group and in the percutaneous K-wire fixation group for distal radius fracture, and to evaluate the impact on clinical outcomes.

Materials and Methods: Fifty-four patients who received surgical treatment for distal radius fracture were enrolled in this study. They were divided into two groups according to treatment modality: Group 1 included 34 patients who underwent internal fixation with volar locking plate and Group 2 included 20 patients with percutaneous K-wire fixation. Thickness of the PQ muscle was measured using an ultrasonography at the final follow-up. We evaluated the outcomes using the Mayo wrist score, wrist range of motion, and grip strength at the final follow-up.

Results: Compared with the uninjured side, thickness of the PQ muscle showed 31.9% of mean atrophy in Group 1 and 11.4% in Group 2. The atrophy of PQ muscle was severe in Group 1 ($p=0.01$). However, there was no significant difference in the mean Mayo wrist score between the two groups (83.1 ± 10.9 in Group 1 and 80.2 ± 8.9 in Group 2, $p=0.28$), except a mild limitation of pronation in Group 1.

Conclusion: The healed PQ muscle from fracture itself after distal radius fracture revealed a morphological atrophy. Moreover, the volar locking plate resulted in greater atrophy of the PQ muscle, but there was no specific impact on clinical outcomes.

Key Words: Distal radius fracture, Pronator quadratus, Ultrasonography

서론

원위 요골 골절의 수술적 치료에는 경피적 K-강선 고정술, 외고정술, 금속판을 이용한 내고정술 및 이를 혼합한 방법 등이 사용된다. 최근에는 다른 수술법과 비교하여 수술 후 손목 관절 기능의 조기회복이 가능한 장점으로 인해 수장측 잡

김 금속판을 이용한 내고정술이 가장 흔하게 사용되고 있다.¹⁻³⁾ 하지만 금속판 삽입을 위한 수장측 접근법을 이용 시에는 방형회내근의 절개가 필요하며 이에 따른 방형회내근의 의인성 손상이 발생하게 되며 이에 대한 봉합이 필요한 것으로 알려져 있으나⁴⁾ 봉합의 필요성에 대해서도 논란이 있는 것이 사실이다.⁵⁻⁷⁾ 또한 불안정성 원위 요골 골절은 수상 시 이

미 골절편 자체로 인한 방형회내근 손상이 수반될 것으로 예상되나 원위 요골 골절의 수술적 치료 후 방형회내근의 형태학적 변화에 대해 연구 발표한 논문은 적다.

저자들은 원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정술과 K-강선 고정술의 수술적 치료 결과에 따른 방형회내근의 형태학적 차이가 발생하고 이러한 차이가 임상적 결과에 영향이 있을 것으로 가정하였다. 임상 영역에서 초음파는 근골격계 질환의 진단 및 초음파 유도하 시술 등에서 여러 유용한 기능을 제공하는 것으로 알려져 있으며,⁸⁾ 마찬가지로 원위 요골 골절의 수술적 치료 후 방형회내근의 형태 변화를 초음파를 이용하여 확인 및 평가가 가능하다.

본 연구의 목적은 원위 요골 골절 후 수장측 잠김 금속판 고정을 시행한 군과 경피적 K-강선 고정을 시행한 군에서 방형회내근의 형태학적 변화를 초음파를 통하여 평가하고, 이러한 형태학적 변화가 임상적 결과에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2009년 1월부터 2012년 1월까지 원위 요골 골절로 수술적 치료를 받은 후 12개월 이상 추시되었고, 12개월 추적 관찰 이후에 방형회내근에 대한 초음파 시행과 임상적 조사를 시행한 54예를 대상으로 하였다. 12개월 이상 추시가 되지 않거나 동측 상지에 골절이 있는 경우, 개방성 골절인 경우는 연구 대상에서 제외하였다.

수장측 잠김 금속판으로 내고정을 시행한 34예를 1군으로 분류하였고, 경피적 K-강선 고정을 시행한 20예를 2군으로 분류하였다. 수술적 치료방법의 선택은 수술자의 선호도에 의해 선택되었으며, 경피적 K-강선 고정군은 원위 요골 골절 자체에 따른 방형회내근 손상 여부를 알 수 있고 수장 당시 골절편으로 인한 방형회내근의 손상을 제외하고는 수술적 치료 중 의인성 손상을 입지 않았기 때문에 수장측 잠김 금속판 내고정을 시행한 군의 좋은 대조군으로 생각되었다.

1군의 평균 연령은 59.9세였으며, 남자 9명, 여자 25명이었다. 추시 기간은 평균 19.1개월(12-33개월)이었으며, 골절의 형태는 AO 분류상 A가 3예(8.8%), B가 10예(29.4%), C가 21예(61.8%)였다. 2군의 평균 연령은 57.1세였으며, 남자 5명, 여자 15명이었다. 추시 기간은 평균 19.2개월(12-36개월)이었으며, 골절의 형태는 AO 분류상 A가 3예(15.0%), B가 6예(30.0%), C가 11예(55.0%)였다. 두 군 간의 인구학적 특성에서는 차이를 보이지 않았다(Table 1).

수술 방법으로 1군은 부위 마취 혹은 전신 마취하에 전완부 원위 수장측 접근법을 이용하였다. 요수근굴건을 촉진하고 이의 요측면을 따라 피부 절개를 시행한 후 요골 동맥의 손상에 주의하며 절개를 진행하였다. 방형회내근을 요골 부작부에서 2-3 mm 남겨두고 종 절개 후 박리하여 골절 부위를 노출하여 정복을 시행한 다음 잠김 금속판을 고정하였다. 수술 중 영상 증폭 장치를 통해 골절의 정복 및 나사못의 위치를 확인하였고 모든 예에서 방형회내근을 흡수성 봉합사를 이용하여 봉합하였다. 재활은 수술 후 1일째부터 중수관절 및 수지의 능동적 관절 운동을 시행하였으며, 술 후 평균 4주 동안 단상지 석고 부목 고정을 시행하였고, 이후부터 수근 관절의 수동 및 능동적 관절 운동을 허용하였으며, 방사선상 골유합 소견이 보일 때까지 손목관절 운동 범위 증가를 위한 운동 치료를 하였다. 2군은 부위 마취나 전신 마취하에 영상증폭장치를 보면서 도수 정복을 시행하여 관절내 골절 간격이 정복되는 것을 확인한 후 1.6 mm의 K-강선을 삽입하였다. 요골의 경상 돌기 약 2 mm 근위부에 강선을 삽입하였고 추가적으로는 원위 요척 관절에 인접한 요골의 배측면에서 요골의 수장부와 근위부를 향해 강선을 삽입하여 두 강선이 골절의 근위부에서 서로 교차하는 방식으로 고정하였다. 2개의 강선으로 고정이 부족하다고 판단된 경우 강선을 추가

Table 1. Demographic Characteristics

Variable	Group 1 (n=34)	Group 2 (n=20)	p-value
Mean age (yr)	59.9 (42-84)	57.1 (27-68)	0.10
Gender			0.90
Female	25 (73.5)	15 (75.0)	
Male	9 (26.5)	5 (25.0)	
Injured side			0.89
Dominant	21 (61.8)	13 (65.0)	
Non-dominant	13 (38.2)	7 (35.0)	
Mean follow-up (mo)	19.1 (12-33)	19.2 (12-36)	0.82
BMI	22.8±2.4	22.8±2.5	0.96
BMD (T-score)	-2.5±0.9	-2.3±0.6	0.42
AO fracture type			0.76
A	3 (8.8)	3 (15.0)	
B	10 (29.4)	6 (30.0)	
C	21 (61.8)	11 (55.0)	

Values are presented as median (range), number (%), or mean±standard deviation. Group 1: patients of distal radius fractures treated with volar locking plate, Group 2: patients of distal radius fractures treated with percutaneous K-wire, BMI: body mass index, BMD: bone mineral density, AO: arbeitsgemeinschaft für osteosynthesen.

적으로 삽입하였다. 재활은 수술 후 단상지 부목 고정을 한 뒤 3-4일 후 부종이 감소하면 단상지 석고 고정을 시행하였다. 수술 후 평균 7주째 외래에서 석고 붕대와 K-강선을 제거하였고, 손목관절의 수동적 및 점진적인 능동적 관절 운동을 시행하였다.

방형회내근의 초음파 검사는 원위 요골 골절의 수술적 치료 후 12개월 이상 경과한 환자에서 시행하였다. 초음파 검사는 1명의 전문의에 의해 초음파(LogiQ P5; GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA)를 이용하여 11 MHz의 고해상 선형 탐침자로 환자를 양와위와 전완부를 회외전시킨 자세에서 두 군 모두 건측과 환측을 측정하였다. 방형회내근은 초음파 횡단 영상에서 요골과 척골 부착부위가 가장 얇고, 중간 부위가 가장 두꺼운 소견과 연결성을 확인할 수 있었으며, 요골 부위의 종단 영상에서는 근위부와 원위부가 가장 얇고, 중간 부위가 가장 두꺼운 소견을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 수장 잠김 금속판 사용 시 방형회내근의 요골 부착부에서 2-3 mm 척측 부위에서 절개를 시행하였고, 횡단 영상으로 이 부위의 전체 영상을 얻을 수 없었으나 봉합 유지 여부를 확인할 수 있었으며 종단 영상으로 이 부위의 전체 영상을 얻을 수 있었다. 따라서 먼저 근위 손목 굴곡 주름의 근위 1.5 cm에서 요측 손목 굴곡선에 직각 방향으로 탐침자를 위치하여 얻은 횡단 영상으로 방형회내근의 봉합 유지 여부를 확인한 후 요골 부착부에서 2-3 mm 척측 부위에서 탐침자를 요측 손목 굴곡선과 같은 방향으로 하고 탐침자 원위부를 근위 손목 굴곡 주름에 오게 하여 종단 영상을 얻었으며, 건측과 경피적 K-강선 고정군의 경우에도 동일 부위에서 종단 영상을 얻었다. 두 군 모두 종단 영상에서 중간부 가장 두꺼운 부위의 방형회내근 두께를 측정하였으며(Fig. 1), 두 군 간의 결과를 비교 분석하였다.

임상적 결과 평가는 본 연구 참여 전공의가 Mayo wrist score⁹⁾와 손목 관절의 굴곡, 신전, 회내, 회외, 요측 변이, 척측 변이를 조사하였다. 악력은 팔꿈치를 90도로 굽히고 전완을 중립 회전한 상태에서 Baseline hand dynamometer (Fabication Enterprises, Elmsford, NY, USA)를 이용해 측정하였고, 그 값은 건측의 값과의 비율로 평가하였으며 두 군 간의 결과를 비교 분석하였다.

인구학적 특성, 방형회내근의 두께와 Mayo wrist score, 손목 관절의 운동 범위 및 악력을 포함한 임상적 결과는 T 검정을 적용하였으며, 나이, 추시 기간의 비교는 Mann-Whitney U-검정을, 성별과 골절 형태의 비교는 chi-square 검정을 사용하였다. 통계적 처리는 SPSS ver. 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였으며, 통계적인 유의 수준은 $p<0.05$ 로 하였다.

본 연구는 본원 임상연구윤리심의위원회(institutional review board)의 승인을 받고 시행되었다(KCH-M-2013-10-014).

결 과

최종 추사에서 측정한 방형회내근의 평균 두께는 1군에서 건측 4.7 ± 0.9 mm, 환측 3.2 ± 0.9 mm로 건측의 68.1%를 보여 수상 시 골절편으로 인한 손상 및 수술 시 의인성 손상에

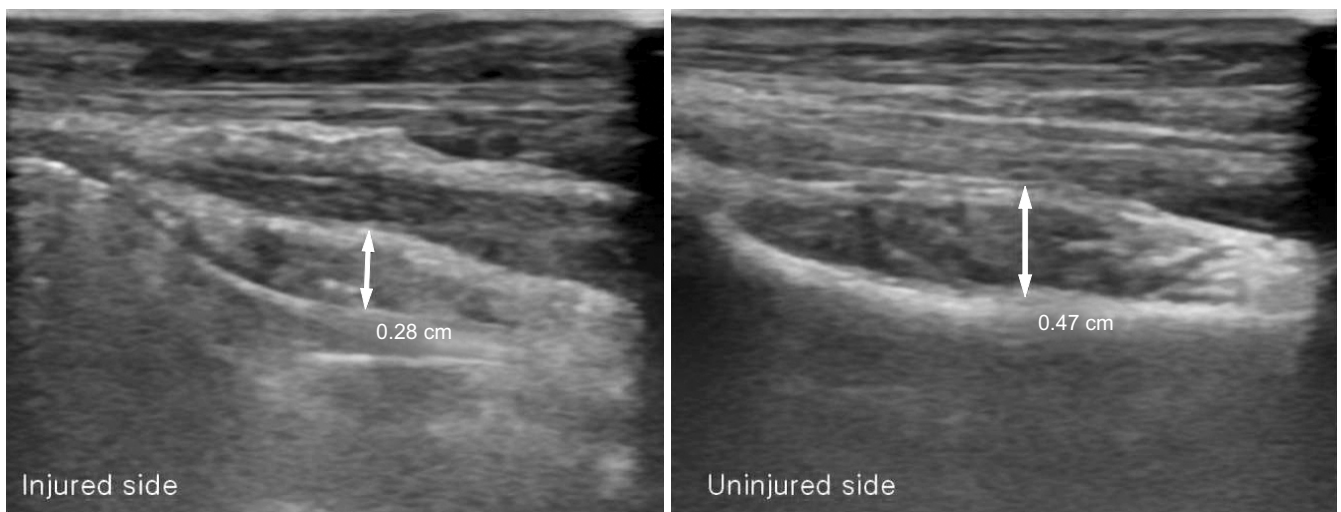


Fig. 1. Ultrasound examination in longitudinal view shows a significant decrease (40%) in the thickness of pronator quadratus muscle (arrows) at postoperative 21 months of volar locking plate.

Table 2. Thickness of the Pronator Quadratus Muscle at the Final Follow-Up

Variable	Group 1	Group 2	p-value
Injured side (mm)	3.2±0.9 (68.1)	3.9±1.1 (88.6)	0.01
Uninjured side (mm)	4.7±0.9	4.4±0.9	0.27
p-value*	<0.001	0.002	

Values are presented as mean±standard deviation (percent of uninjured side). Group 1: patients of distal radius fractures treated with volar locking plate, Group 2: patients of distal radius fractures treated with percutaneous K-wire.

*p-value: comparison with uninjured side in each group.

로 인해 방형회내근은 31.9%의 위축이 관찰되었다. 반면 2군에서 방형회내근의 두께는 건측 4.4±0.9 mm, 환측 3.9±1.1 mm로 건측의 88.6%를 보였고 수상 시 골절편으로 인한 손상으로 인해 방형회내근은 11.4%의 위축을 보였다. 두 군 모두 방형회내근 두께의 유의한 감소를 보였으나 두 군 간 결과값의 차이는 20.5%로 수장 잠김 금속판 고정된 1군에서 방형회내근의 위축이 더욱 심하였다(p=0.01) (Table 2). 초음파상 방형회내근의 연속성은 수장측 잠김 금속판을 사용한 모든 예에서 유지됨을 확인하였으며, 금속판 제거술을 시행하였던 3예에서도 초음파상 확인되었던 방형회내근의 유지와 위축 소견을 육안적으로 확인할 수 있었다.

임상적 결과의 Mayo wrist score는 1군이 평균 83.1±10.9 점으로 양호 31예, 불량은 3예이었으며, 2군에서는 평균 80.2±8.9점으로 양호 19예, 불량이 1예로 두 군 간의 유의한 차이를 보이지 않았다(p=0.28) (Table 3). 손목 관절의 운동 범위는 최종 추시상 굴곡, 신전, 회외, 요측 및 척측 변이에서 양군 모두 우수한 결과를 보였으나 회내는 1군이 2군에 비해 운동 범위가 감소된 결과를 보였다(1군: 83.3%, 2군: 98.1%, p=0.02). 악력은 1군에서 평균 21.6±8.6 kg이었고, 2군에서는 평균 22.1±7.4 kg으로 두 군 간의 차이를 보이지 않았다(p=0.84) (Table 3).

방사선적으로 모든 예에서 골유합을 얻었으며, 감염, 신경혈관 손상, 내고정물 파손, 방사성 교감신경 이영양증 등의 합병증은 발생하지 않았다.

고 찰

방형회내근은 표층 및 심부층으로 나눌 수가 있고, 표층은 전완부의 회내전에 기능하며, 심부층은 원위 요척 관절의 이개를 억제하는 역동적 안정체 역할을 하는 것으로 알려져 있다.^{10,11)} 따라서 저자들은 원위 요골 골절 발생 시 수반되는

Table 3. Clinical Outcomes at the Final Follow-Up

Variable	Group 1	Group 2	p-value
Mayo wrist score	83.1±10.9	80.2±8.9	0.28
Range of motion (°)			
Extension	63.1±9.7 (94.9)	61.9±7.4 (94.6)	0.86
Flexion	68.6±16.3 (93.4)	65.6±8.1 (92.4)	0.50
Supination	86.7±6.0 (98.5)	81.0±7.8 (97.5)	0.93
Pronation	67.3±9.0 (83.3)	79.7±9.2 (98.1)	0.02
Ulnar deviation	26.2±4.2 (93.2)	26.3±2.7 (92.4)	0.24
Radial deviation	18.5±2.0 (94.4)	17.4±2.7 (92.5)	0.61
Grip strength (kg)	21.6±8.6 (91.2)	22.1±7.4 (91.3)	0.84

Values are presented as mean±standard deviation (percent of uninjured side). Group 1: patients of distal radius fractures treated with volar locking plate, Group 2: patients of distal radius fractures treated with percutaneous K-wire.

원위 요척 관절의 충격과 함께 원위 요골의 수장측에 존재하는 방형회내근의 해부학적 위치로 인해 골절 자체로 근손상이 발생할 수 있다고 가정하였고, 수장 잠김 금속판 내고정을 위해 방형회내근을 절개한 후 봉합했을 경우 골절 자체로 인한 근손상에 의인성 손상이 추가되어 근위축의 심화 및 악화된 임상 결과를 보일 것으로 가정하였다.

방형회내근 절개를 통해 시행된 수장 금속판 고정술에서는 골편 유지와 굴곡건과의 충돌 방지뿐만 아니라 원위 요척 관절에 대한 기능 유지를 위해 방형회내근이 봉합되어야 하는 것으로 알려져 있다.⁴⁾ McConkey 등¹²⁾은 건강한 자원 대상자에게 방형회내근의 마취를 하였을 때 회내 근력이 21% 감소함을 보고하였고, Armangil 등¹³⁾은 수장 잠김 금속판 고정술 후 12개월 추적 후 회내 강도가 18.5% 감소하였다고 보고한 반면, Swigart 등¹⁴⁾은 방형회내근 봉합 후 24예 중 1예에서 3개월째 봉합 실패가 확인되었으나 봉합 후에 대체로 내구성이 있다고 보고하였다. 본 연구 결과에서 수장 잠김 금속판 고정술을 시행하기 위해 방형회내근을 절개 후 봉합하고 추적 관찰한 초음파상에서 모든 예에서 방형회내근의 연속성이 확인되었으나 환측 방형회내근이 건측보다 31.9%의 근위축이 관찰되었고, 악력은 평균 21.6 kg으로 건측의 91.2% 회복을 보였다. Mayo wrist score의 손목관절 기능 평가에서 양호한 결과로 일상 생활에는 제한이 없었으나 건측보다는 기능이 감소한 결과를 보였다.

수상 시 원위 요골 골절편 자체로 인한 방형회내근 손상이 임상적 결과에 대해 미치는 영향은 알려져 있지 않다. 경피적 K-강선 고정술은 수상 당시 골절편으로 인한 방형회내근

의 손상을 제외하고는 수술적 치료 중 의인성 손상을 입지 않기 때문에 원위 요골 골절편 자체로 인한 방형회내근 손상의 평가에 적절할 것으로 생각되며, 본 연구에서는 방형회내근의 두께는 1군에서 건측의 68.1%를 보인 반면 2군에서는 건측의 88.6%를 보였고, 두 군 모두 방형회내근 두께의 유의한 감소를 보였으나 두 군 간 결과값의 차이는 20.5%로 수장 잠김 금속판 내고정군에서 방형회내근의 위축이 더욱 심한 양상을 보여 방형회내근의 절개와 봉합에 따른 방형회내근의 위축이 추가되었을 것으로 생각된다. 그러나 악력은 수장 잠김 금속판 고정군이 건측의 91.2%, K-강선 고정군이 건측의 91.3%로 양 군의 차이가 없을 뿐 아니라 손목관절 기능평가인 Mayo wrist score 또한 양 군에서 차이를 보이지 않았으며, 이는 건측에 비해 방형회내근의 위축이 다소 존재하더라도 반흔 조직으로의 치유를 통해 일정부분 그 기능을 회복할 수 있고 이로 인해 통계적으로 유의할 정도의 차이는 보이지 않은 것으로 생각되었다. 추가적으로 방형회내근의 기능을 고려하였을 때 잠김 금속판 고정군이 경피적 K-강선 고정술 군에 비해 건측이 환측에 비해 회내 근력의 감소가 예상되나 본 연구에서는 이를 측정하여 반영하지 못한 제한점이 있다.

요약하면, 비록 원위 요골 골절의 수장측 잠김 금속판 고정술을 시행할 때 절개한 방형회내근을 재봉합하여도 근위축이 발생하게 되고 이것이 임상적으로 큰 영향을 주지 않는다 하더라도 골편의 유지 및 금속판과 굴곡건과의 충돌 방지, 원위 요척 관절에 대한 기능의 유지를 위해 방형회내근을 재봉합해 주는 것이 좋을 것으로 생각되며 가능하다면 방형회내근 보존을 위한 최소 침습 접근법을 선택하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

본 연구는 환자 수가 적으며, 후향적 조사로서 무작위 대조 연구가 시행되지 못하였다는 점, 전완부의 회내 근력을 객관적으로 측정할 수 있는 도구의 미비로 인해 이를 측정하지 못하였다는 제한점이 있다. 또한 수술적 치료 후 12개월이 경과된 이후 초음파 검사를 시행하여 이에 따라 발생할 수 있는 초음파 시점의 차이, 방형회내근의 절개 후 봉합을 하는데 있어 표층과 심층의 구분없이 봉합하였다는 제한점이 있다. 하지만 이런 제한점에도 불구하고 원위 요골 골절에서 방형회내근의 골절 자체에 따른 위축과 함께 수술적 접근법에 따른 추가적인 근손상이 발생할 수 있음을 확인할 수 있었다. 임상적 결과에 있어서는, 비록 Mayo wrist score의 손목관절 기능 평가에서 양호한 결과를 보여 두 군 모두 일상 생활 제한이 없었으나 악력과 기능이 모두 건측보다 감소되었음을 확인할 수 있었다. 이러한 사실과 함께 방형회내근이 회내 운

동뿐만 아니라 원위 요척 관절의 역동적 안정체 역할을 한다는 해부학적 특성을 고려할 때, 본 연구는 원위 요골 골절의 치료에서 방형회내근 위축과 임상적 결과와의 관련성 평가를 위해 추후 연구가 더 필요함을 제공할 수 있을 것으로 생각되며, 원위 요골 골절의 치료에서 방형회내근의 기능을 측정할 수 있는 평가 도구 개발과 대상 환자 수를 늘린 전향적 대조 연구가 필요할 것으로 생각된다.

결론

본 연구를 통해 원위 요골 골절 후 골절 자체에 의해 발생하게 되는 방형회내근의 손상 및 이에 따른 형태학적 위축을 확인할 수 있었다. 또한 수술적 치료 방법에 있어 수장 잠김 금속판 고정을 위한 방형회내근 절개 후 봉합은 경피적 K-강선 고정술에 비해 방형회내근의 형태학적 위축이 더 심하였으나 임상적 결과에 영향을 미치지 않았다.

요약

목적: 원위 요골 골절 후 수장측 잠김 금속판 고정을 시행한 군과 경피적 K-강선 고정을 시행한 군에서 방형회내근의 형태학적 변화를 초음파를 통하여 평가하고, 임상적 결과에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 원위 요골 골절에 대해 수장측 잠김 금속판 고정술로 수술한 군 34예(1군), 경피적 K-강선 고정술로 수술한 군 20예(2군)를 대상으로 하였다. 임상적 결과는 최종 추시 Mayo wrist score, 수근 관절의 운동 범위, 악력을 조사하였으며, 초음파를 이용하여 방형회내근의 두께를 측정하여 두 군을 비교 분석하였다.

결과: 방형회내근의 두께는 건측과 비교해서 1군이 평균 31.9%, 2군이 평균 11.4% 위축을 보였고, 1군이 현저한 위축을 보였다($p=0.01$). 그러나 임상적 결과는 1군에서 회내 운동의 정도 감소를 보였으나 이를 제외한 Mayo wrist score는 1군이 평균 83.1 ± 10.9 점, 2군이 80.2 ± 8.9 점으로 두 군 간의 차이를 보이지 않았다($p=0.28$).

결론: 원위 요골 골절에서, 골절 자체로 인해 방형회내근의 손상 및 이에 따른 형태학적 위축을 확인할 수 있었다. 또한 수장 잠김 금속판 고정을 위한 방형회내근 절개 후 봉합은 근육의 형태학적 위축이 더 심하여 차이가 있었으나 임상적 결과에 영향을 미치지 않았다.

색인 단어: 원위 요골 골절, 방형회내근, 초음파

References

1. Drobetz H, Kutscha-Lissberg E: Osteosynthesis of distal radial fractures with a volar locking screw plate system. *Int Orthop*, 27: 1–6, 2003.
2. Knox J, Ambrose H, McCallister W, Trumble T: Percutaneous pins versus volar plates for unstable distal radius fractures: a biomechanic study using a cadaver model. *J Hand Surg Am*, 32: 813–817, 2007.
3. Lee KH: Volar plating of distal radius fractures. *J Korean Fract Soc*, 21: 325–333, 2008.
4. Orbay JL, Badia A, Indriago IR, et al: The extended flexor carpi radialis approach: a new perspective for the distal radius fracture. *Tech Hand Up Extrem Surg*, 5: 204–211, 2001.
5. Ahsan ZS, Yao J: The importance of pronator quadratus repair in the treatment of distal radius fractures with volar plating. *Hand (N Y)*, 7: 276–280, 2012.
6. Arora R, Lutz M, Hennerbichler A, Krappinger D, Espen D, Gabl M: Complications following internal fixation of unstable distal radius fracture with a palmar locking-plate. *J Orthop Trauma*, 21: 316–322, 2007.
7. Hershman SH, Immerman I, Bechtel C, Lekic N, Paksima N, Egol KA: The effects of pronator quadratus repair on outcomes after volar plating of distal radius fractures. *J Orthop Trauma*, 27: 130–133, 2013.
8. Sofka CM: Ultrasound of the hand and wrist. *Ultrasound Q*, 30: 184–192, 2014.
9. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK, Ilstrup DM, Cooney WP 3rd, Linscheid RL: Scaphoid malunion. *J Hand Surg Am*, 14: 679–687, 1989.
10. Stuart PR: Pronator quadratus revisited. *J Hand Surg Br*, 21: 714–722, 1996.
11. Gordon KD, Dunning CE, Johnson JA, King GJ: Influence of the pronator quadratus and supinator muscle load on DRUJ stability. *J Hand Surg Am*, 28: 943–950, 2003.
12. McConkey MO, Schwab TD, Travlos A, Oxland TR, Goetz T: Quantification of pronator quadratus contribution to isometric pronation torque of the forearm. *J Hand Surg Am*, 34: 1612–1617, 2009.
13. Armangil M, Bezirgan U, Başarır K, Bilen G, Demirtaş M, Bilgin SS: The pronator quadratus muscle after plating of distal radius fractures: is the muscle still working? *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 24: 335–339, 2014.
14. Swigart CR, Badon MA, Bruegel VL, Dodds SD: Assessment of pronator quadratus repair integrity following volar plate fixation for distal radius fractures: a prospective clinical cohort study. *J Hand Surg Am*, 37: 1868–1873, 2012.