

# 방형 회내근의 해부학적 고찰 및 원위 요골 골절과의 비교

## Anatomical Study of the Pronator Quadratus Muscle and Comparison to Fracture Sites of the Distal Radius

정구희 • 조철현\* • 김재도

고신대학교 복음병원 정형외과, \*계명대학교 의과대학 정형외과학교실

**목적:** 사체 절개를 통해 방형 회내근의 해부학적 특징을 파악하여 이를 원위 요골 골절의 위치와 비교함으로써 방형 회내근 유지 접근법에 적용하고자 한다.

**대상 및 방법:** 컴퓨터단층촬영이 시행된 원위 요골 골절 32예와 이전 수술로 인한 변형이 없는 14개의 손목 관절을 대상으로 하였다. 방사선 사진 영상 저장 전송 체계를 통해 원위 골편의 크기를 측정하였고, 방형 회내근과 원위 관절면의 거리는 Caliper를 이용하여 측정하였다.

**결과:** 골절은 요골 경상 돌기로부터 평균 21.8 mm (범위, 10-39 mm), 원위 요척 관절에서 평균 14.4 mm (범위, 10-28 mm)로 측정되었으며, 방형 회내근의 원위 경계는 요골 경상 돌기로부터 평균 10.9 mm (범위, 8-13 mm), 원위 요척 관절로부터 평균 10 mm (범위, 8-12 mm)에 위치하였다. 원위 골편과 방형 회내근은 요골 경상 돌기에서 평균 11.8 mm, 원위 요척 관절에서 평균 3.5 mm에서 중복되었다.

**결론:** 원위 요골 골절에서 방형 회내근과 중복되지 않는 원위 골편은 해부학적 금속판의 나사못 고정 가능한 10 mm 이상의 크기이므로 기능적 정복된 경우에서 방형 회내근 유지 접근법을 통한 금속판 고정술이 가능할 것으로 판단된다.

**색인단어:** 방형 회내근, 원위 요골 골절, 방형 회내근 유지 접근법

## 서론

최근 널리 시행되고 있는 원위 요골 골절의 금속판 고정술은 방형 회내근의 절개를 통한 관혈적 정복이 대부분 시행되고 있으며, 이로 인한 불유합 및 합병증은 드문 것으로 알려져 있다.<sup>1)</sup> 이는 배측에 비해 연부조직이 풍부하여 내고정물이 돌출되지 않으며 수장측 피질골의 분쇄가 배측에 비해 심하지 않아 해부학적 정복이 용이하며 신전건의 손상이 없기 때문이다.<sup>2)</sup> 그러나 최근 자동차 사고 및 산업 재해와 같은 고 에너지 손상으로 인하여 원위 요골 골절에서도 해부학적 정복이 불가능한 골간단부 분쇄성 골절이 동반된 골절이 증가되고 있으며, 이러한 골간단부 분쇄성 골절에서는 관혈적 정복술로 인한 합병증의 발생률이 높아 하지에서는 생물학적 고정술이 대중화되어 있으나,<sup>3)</sup> 상지 골절에 대한

보고는 많지 않다.<sup>4-6)</sup>

이에 저자들은 원위 요골에서 골간단부 분쇄성이 동반된 골절처럼 제한적인 경우에서 유용할 것으로 예상되는 방형 회내근 유지 접근법(pronator-sparing approach)을 통한 생물학적 고정술의 임상적 적용을 위하여, 해부학적 연구를 통해 방형 회내근의 해부학적 특징을 파악하고자 하였으며 이를 컴퓨터단층촬영에서 측정된 원위 요골 골절의 위치와 비교하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 원위 요골 골절

2008년 5월부터 2009년 5월까지 원위 요골 골절로 인하여 본원에 내원하여 컴퓨터단층촬영을 시행한 환자 중, 원위 요골의 관상면에서 척측 및 요측 끝이 모두 촬영된 38명에 대해 후향적으로 분석하였다. 단순 요골 경상 돌기 골절 및 비전위성 골절에서는 컴퓨터단층촬영을 시행하지 않아 이는 제외되었으며, 남자가 15예, 여자가 23예였고 평균 나이는 53.6세(범위, 10-78세)였다. 수상의 원인으로 교통 사고가 8예, 낙상이 28예 및 기타 2예였고, 관절 내

접수일 2011년 4월 27일 수정일 2011년 7월 5일 게재확정일 2011년 8월 29일  
교신저자 정구희

부산시 서구 암남동 34번지, 고신대학교 복음병원 정형외과

TEL 051-990-6229, FAX 051-243-0181

E-mail jyujin2001@kosin.ac.kr

골절은 29예, 관절 외 골절은 9예였다.

방사선 계측은 방사선 사진 영상 저장 전송 체계(picture archiving and communication system; Maroview<sup>®</sup> Marotech, Seoul, Korea)를 이용하여 분석하였고, 관상면 영상에서 원위 요골면에서 가장 원위부 골절까지의 거리를 요골 경상 돌기 및 원위 요척 관절 부위에서 측정하였다(Fig. 1). 관절 침범 여부에 따른 골절 위치의 비교를 위하여 통계학적인 방법으로 T-test (SPSS version 18.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였다.

## 2. 방형 회내근

손목 수술 병력 및 현저한 기형이 관찰되지 않는 사체에서 얻은 14개의 수근 관절을 이용하였으며 모두 중립적 위치에서 고정되어 있었다. 방형 회내근의 분리를 위해 수부 및 전완부에서의 피



Figure 1. A computed tomography scan shows the distal fragment size of fracture from distal articular surface (arrow) using the picture archiving communicating system.

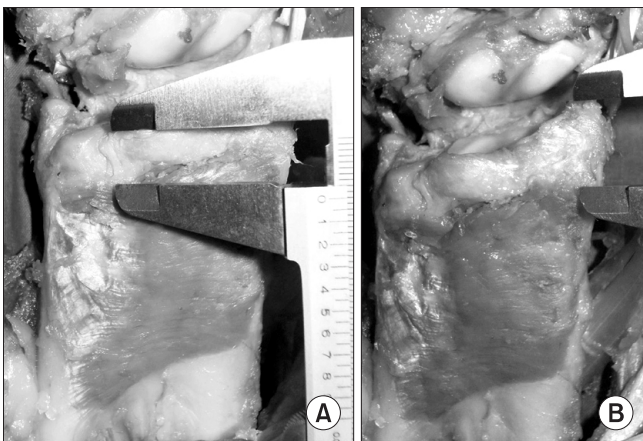


Figure 2. The distal (A) and proximal margin (B) of pronator quadratus muscle is measured using a caliper.

부 및 피하조직을 모두 제거하였으며, 굴곡전 및 주위 근육을 전완부 중간 부위에서 절단하여 원위부를 향해 젖혀서 방형 회내근을 노출시켰다. 세심한 절개를 통해 방형 회내근의 원위부 및 근위부 경계를 분리하였으며, 수근 관절의 수장측 인대를 제거함으로써 원위 요골 관절면을 보이도록 하였다.

Caliper (Mitutoyo, Kawasaki, Japan)를 이용하여 원위 요골 관절면에서 방형 회내근까지의 거리를 측정하였다(Fig. 2). 요측면에서의 거리는 요골 경상 돌기에서 측정하였으며 척측면에서의 거리는 원위 요척 관절 부위에서 각각 측정하였다.

## 결 과

### 1. 원위 요골 골절

컴퓨터단층촬영의 관상면을 통해 측정된 관절 내 골절의 요골 경상 돌기에서 골절까지의 수직 거리는 평균 21.8 mm (범위, 10-39 mm)이며, 원위 요척 관절에서의 수직 거리는 평균 14.4 mm (범위, 10-28 mm)였다. 관절 외 골절에서의 요측 수직 거리는 평균 26.0 mm (범위, 15-30 mm)이고, 척측 수직 거리는 평균 13.6 mm (범위, 8-12 mm)였다. 관절면 침범 유무에 따른 골절의 위치는 요측면에서 통계학적 차이가 있었으나( $p=0.021$ ), 척측면에서는 차이가 없었다( $p=0.516$ ).

### 2. 방형 회내근(Table 1)

방형 회내근의 원위 경계는 원위 요골의 돌출 능선(watershed

Table 1. Summary of PQ Muscles

No	Radial end		Ulnar end	
	Distance	Length	Distance	Length
1	12.0	45.0	11.0	44.0
2	13.0	42.0	12.0	42.0
3	10.0	60.0	11.0	41.0
4	11.0	46.0	10.0	46.0
5	10.0	55.0	11.0	41.0
6	8.0	49.0	7.0	45.0
7	10.0	46.0	7.0	45.0
8	11.8	55.2	11.8	49.3
9	11.9	41.1	12.0	32.8
10	10.4	40.1	9.5	37.0
11	11.0	50.0	11.0	41.0
12	10.3	49.7	9.0	45.0
13	12.0	42.0	8.0	33.0
14	11.0	34.0	9.0	34.0
Av	10.9	46.8	10.0	34.0

PQ, pronator quadratus; Av, average.

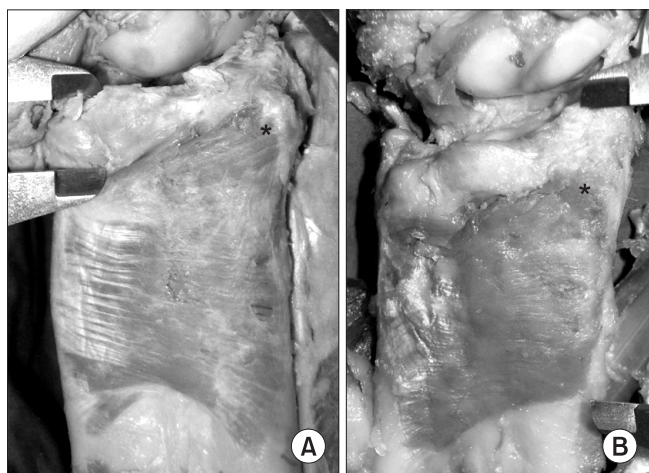


Figure 3. After the dissection, we could identify two types of the distal and radial attachment (asterisk) of pronator quadratus muscle; (A) out of the pronator fossa and (B) in the pronator fossa.

line)에 대부분 위치하였으며 요측에서는 평균 10.9 mm (범위, 8.0–13.0 mm), 척측에서는 평균 10.0 mm (범위, 7.0–12.0 mm)에 부착되었으며 근위 경계면까지의 길이는 평균 41.5 mm (범위, 35.6–47.0 mm)였다. 원위 부착부의 요측면은 2가지의 형태로 부착되었다(Fig. 3). 제1형은 방형 회내근의 원위 요측 부착부가 회내근 외를 넘지 않게 부착되는 형태로서 12개의 수근관절에서 관찰되었으며 상완요 근 기시부와 상당한 거리를 나타내었다. 제2형은 2개의 수근관절에서 관찰되었으며 회내근 외를 넘어서 요골 경상 돌기에 부착됨으로써 상완요 근 기시부와 매우 가깝게 위치하였다.

### 3. 원위 요골 골절과 방형 회내근의 비교

원위 요골 골절의 위치를 방형 회내근과 비교하였을 경우, 전 예에서 방형 회내근 원위 부착부에 비해 근위부에서 발생하였으며, 중복되는 부위는 요골 경상 돌기에서 평균 11.8 mm, 원위 요척 관절에서 평균 3.5 mm로 측정되었다. 그러므로 원위 요골 골절의 원위 골편에서 방형 회내근이 부착되지 않는 부위는 원위 관절면에서 평균 10.5 mm (범위, 7.0–13.0 mm)의 크기가 되며, 해부학적 금속판의 나사못 고정이 가능한 크기였다(Fig. 4).

## 고 찰

골절 주위 연부조직을 보존함으로써 골절 치유를 촉진할 수 있는 생물학적 고정술이 하지 골절에서는 널리 시행되고 있으나 원위 요골에서는 해부학적 복잡성과 수장측 금속판 고정술과 관련된 적은 합병증으로 인하여 생물학적 고정술보다는 방형 회내근 절개를 통한 관혈적 정복술이 대부분 시행되고 있다.<sup>7)</sup> 최근 방형 회내근의 원위 요척 관절에 대한 생역학적 기능의 이해 증대와 함께 원위 요골 골절에서도 방형 회내근의 유지를 통한 생물학적 고정술<sup>5,6)</sup>이 제한적으로 보고되었으나, 방형 회내근과 원위 요골

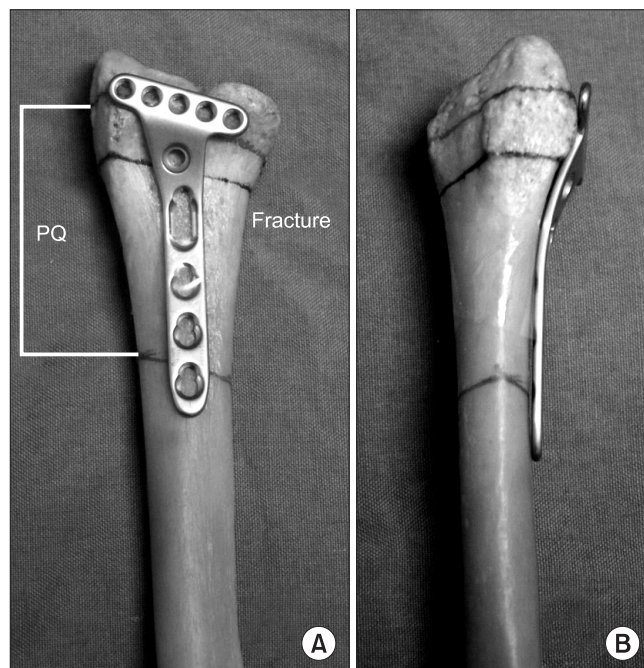


Figure 4. (A, B) The distal fragment of fracture is big enough to fix the distal screw row of precontoured plate (volar juxta-articular plate, LDRS®, Synthes, Oberdorf, Switzerland) without detachment of pronator quadratus muscle; outer lines, margins of pronator quadratus muscle; middle line, fracture site; PQ, pronator quadratus.

골절과의 위치적 관계는 아직 해부학적 연구들<sup>8-16)</sup>을 통해 보고되지 않아 방형 회내근 유지 접근법을 위한 해부학적 정보는 알려지지 않았다. 이에 저자들은 사체 절개를 통해 방형 회내근의 해부학적 특징에 대해 파악하여 이를 컴퓨터단층촬영 이미지를 통해 측정된 원위 요골 골절의 위치와 비교함으로써 방형 회내근 유지 접근법을 통한 수장측 금속판 고정술에 적용하고자 하였다. 방형 회내근은 표층 및 심부층으로 나눌 수가 있으며,<sup>10)</sup> 심부층은 정상 관절에서 회외전 및 손의 운동 동안 지속적으로 활성화되어 원위 요척 관절 이개를 억제하는 역할을 하는 것으로 알려져 있다.<sup>10,17)</sup> 따라서 방형 회내근 절개를 통해 시행된 수장측 금속판 고정술에서는 이식된 골편의 유지와 굴곡 건들과의 충돌의 방지뿐만 아니라 원위 요척 관절에 대한 기능의 유지를 위해 반드시 재부착되어야 하는 것으로 알려져 있다.<sup>18)</sup> 재부착을 위해서는 후방 제1구획의 바닥을 형성하는 상완요 근 기시부를 봉합 지점으로 사용하게 되며,<sup>2,18)</sup> 상완요 근 기시부와 봉합되어야 할 방형 회내근의 원위 요측 부착부는 후방 윤상 인대와 상완요 근 기시부의 바로 척측에 부착하는 것으로 Gerber와 Masquelet<sup>11)</sup>가 보고하였다. 그러나 본 해부학적 절개에서는 2가지 형태의 부착부를 확인할 수 있었으며 전체 14개 관절 중 12개에서 관찰된 pronator fossa를 넘지 않는 형태는 상완요 근 기시부와 상당한 거리로 인하여 실제로 직접 봉합하는 것이 어려울 수 있음을 알 수 있었다. 그러므로 해부학적 원인뿐만 아니라 심한 전위 및 분쇄가 동반된



골절에서 방형 회내근 손상이 동반된 경우, 골절 정복 및 금속판 고정술을 위해 절개된 후 현저한 부종이 있는 경우 등에서 재부착이 잘 되지 않는 경우가 있으므로 방형 회내근의 기능 유지를 위해서는 가능하다면 절개를 시행하지 않는 것이 좋을 것으로 판단된다.

Koh 등<sup>19)</sup>은 원위 요골 골절의 위치는 골간단부의 넓이에 따른 보정을 시행하였을 경우 원위 관절면에서 평균 28.4 mm (standard division, 6.1 mm)에 위치하는 것으로 보고하였으나 본 연구에서는 컴퓨터단층촬영 이미지를 통한 방사선 계측상 요측면에서는 평균 21.8 mm, 척측면에서는 평균 14.4 mm로 측정되었으며, 방형 회내근이 부착되지 않는 원위 골편의 크기는 원위 관절면에서 평균 10.5 mm (범위, 7.0–13.0 mm)가 되어 해부학적 금속판 중 관절 내 골절용 금속판(Volar juxta-articular plate, LDRS®, Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 원위 요골 수장면의 윤곽을 중심으로 가장 자연스럽게 밀착시킬 경우 원위부 나사못들을 고정하기에 충분한 크기였다(Fig. 4). 그러므로 단순히 원위 골편에 대한 나사못 고정만을 위해서는 방형 회내근의 절개는 필요하지 않음을 알 수 있었으며, 도수 정복, 경피적 K-강선 고정술 및 일시적 외고정장치 등을 통해 만족할만한 정복이 이루어진다면 근육 절개 없이 근위 골편에 대한 고정도 가능할 것으로 예상할 수 있었다(Fig. 5). 그러나 전 예에서 골절의 위치가 방형 회내근의 원위 경계면에 비해 근위부에 위치한 결과는 포함된 증례의 수가 많지 않아 제한적일 것으로 생각되며 향후 보다 많은 증례를 통한 추가적인 연구가 필요할 수도 있을 것으로 판단된다.

골절 부위에 대한 노출 없이 시행되는 생물학적 고정술에서 간접 정복술은 아주 중요한 부분이 될 뿐만 아니라 상당한 수준의 수술적 경험이 필요하여 아주 어려운 부분으로 여겨지고 있다.<sup>3)</sup>



Figure 5. After volar plate fixation, the preserved pronator quadratus muscle and distal row of screws are visible in the distal incision.

그러나 대부분의 전위성 원위 요골 골절에서는 도수 정복에 의해 쉽게 정복될 수 있으며,<sup>20)</sup> 만족할만한 정복이 되지 않는 경우 여러 가지 방법들<sup>21)</sup>을 통해 정복이 가능한 것으로 알려져 있다. 그러므로 원위 요골 골절에서는 경피적 방법을 이용한 기능적 정복을 통해 생물학적 고정술이 쉽게 이루어질 수 있을 것으로 생각한다. 그러나 원위 요골 골절에서의 생물학적 고정술은 해부학적 특징상 방형 회내근 경계 주위로 독립된 절개(pronator-sparing approach)<sup>6)</sup>가 이루어지게 되므로 관혈적 정복술에 비해 보다 긴 금속판이 필요하다. 정복 소실 방지를 위해 잠금 금속판이 적합하게 되며, 수장부 신경 및 혈관으로 인하여 추가적인 절개가 어려우므로 해부학적 정합도가 높은 것이 적당할 것으로 판단된다(Fig. 4). 최근 Imatani 등<sup>5)</sup> 및 Sen 등<sup>6)</sup>은 방형 회내근 유지를 통한 생물학적 고정술의 임상적 결과에 대한 보고를 통해 관혈적 정복술에 비해 장점들이 있다 할지라도 비관절면 골절 등에서 제한적으로 사용하는 것이 좋다고 주장하였으나,<sup>5,6)</sup> 저자들의 임상적 경험에서는 관절 침범 유무보다는 경피적인 방법에 의한 기능적 정복 여부가 가장 중요하였으며, 골간단부 분쇄성이 동반된 관절 외 골절에서 아주 유용함을 알 수 있었다.

근본적으로 방형 회내근의 유지를 통한 금속판 고정술이 골절 유합 및 술 후 재활 운동의 촉진에 미치는 영향을 객관적으로 파악할 수는 없을 뿐만 아니라 방형 회내근 절개를 통한 수장측 금속판 고정술에서도 불유합 및 합병증은 비교적 드문 것으로 알려져 있어 원위 요골 골절에서의 생물학적 고정술의 필요성에 대해서는 명확히 알 수가 없는 상태이다. 그러나 최근 자동차 사고 및 산업 재해와 같은 고 에너지 손상으로 인해 복잡 골절이 증가하고 있는 상황에서, 골간단부 분쇄성으로 인하여 해부학적 정복이 불가능하며 관혈적 정복술로 인한 감염 및 불유합과 같은 합병증<sup>22)</sup>의 가능성이 높은 제한적인 경우에 방형 회내근 유지 접근법은 유용할 것으로 판단된다. 그러므로 방형 회내근의 알려진 기능의 유지와 골절로 인한 합병증을 줄이기 위해 방형 회내근 유지 접근법을 통한 금속판 고정술이 필요할 경우, 본 연구의 방형 회내근 및 원위 요골 골절과의 관계에 대한 정보는 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각한다.

## 결론

원위 요골 골절에서 방형 회내근과 중복되지 않는 원위 골편은 해부학적 금속판의 나사못 고정이 가능한 평균 10 mm 이상의 크기이므로 기능적 정복된 경우에서 방형 회내근 유지 접근법을 통한 금속판 고정술이 가능함을 본 연구를 통해 알 수 있었으나 보다 많은 증례를 통한 확인이 필요할 것으로 판단된다. 향후 방형 회내근 유지 접근법을 통한 생물학적 고정술의 유용성 평가를 위해 방형 회내근 유지 여부에 따른 수근관절의 기능적 차이에 대한 임상적 연구가 시행되어야 할 것으로 생각한다.

## 참고문헌

1. Ring D. Nonunion of the distal radius. *Hand Clin.* 2005;21:443-7.
2. 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.
3. Byun YS. Minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO. *J Korean Fract Soc.* 2007;20:99-114.
4. Duncan SF, Weiland AJ. Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the distal radius. *Injury.* 2001;32 Suppl 1:SA14-24.
5. Imatani J, Noda T, Morito Y, Sato T, Hashizume H, Inoue H. Minimally invasive plate osteosynthesis for comminuted fractures of the metaphysis of the radius. *J Hand Surg Br.* 2005;30:220-5.
6. Sen MK, Strauss N, Harvey EJ. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal radius fractures using a pronator sparing approach. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2008;12:2-6.
7. Downing ND, Karantana A. A revolution in the management of fractures of the distal radius? *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90:1271-5.
8. Lee JC, Lim J, Chacha PB. The anatomical basis of the vascularized pronator quadratus pedicled bone graft. *J Hand Surg Br.* 1997;22:644-6.
9. Rath S, Hung LK, Leung PC. Vascular anatomy of the pronator quadratus muscle-bone flap: a justification for its use with a distally based blood supply. *J Hand Surg Am.* 1990;15:630-6.
10. Stuart PR. Pronator quadratus revisited. *J Hand Surg Br.* 1996;21:714-22.
11. Gerber A, Masquelet AC. Anatomy and intracompartmental pressure measurement technique of the pronator quadratus compartment. *J Hand Surg Am.* 2001;26:1129-34.
12. Kupfer D, Lister G. The pronator quadratus muscle flap: coverage of the osteotomized radius following elevation of the radial forearm flap. *Plast Reconstr Surg.* 1992;90:1093-5.
13. Svízenská I, Cizmár I, Visna P. An anatomical study of the anterior interosseous nerve and its innervation of the pronator quadratus muscle. *J Hand Surg Br.* 2005;30:635-7.
14. Lamas C, Llusà M, Méndez A, Proubasta I, Carrera A, Forcada P. Intraosseous vascularity of the distal radius: anatomy and clinical implications in distal radius fractures. *Hand (N Y).* 2009;4:418-23.
15. Ekenstam F. Osseous anatomy and articular relationships about the distal ulna. *Hand Clin.* 1998;14:161-4.
16. Garcia-Elias M. Soft-tissue anatomy and relationships about the distal ulna. *Hand Clin.* 1998;14:165-76.
17. Gordon KD, Dunning CE, Johnson JA, King GJ. Influence of the pronator quadratus and supinator muscle load on DRUJ stability. *J Hand Surg Am.* 2003;28:943-50.
18. 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.* 2001;5:204-11.
19. Koh S, Andersen CR, Buford WL Jr, Patterson RM, Viegas SF. Anatomy of the distal brachioradialis and its potential relationship to distal radius fracture. *J Hand Surg Am.* 2006;31:2-8.
20. Agee JM. Distal radius fractures. Multiplanar ligamentotaxis. *Hand Clin.* 1993;9:577-85.
21. Fernández DL. Fractures of the distal radius: operative treatment. *Instr Course Lect.* 1993;42:73-88.
22. Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T, Tschern H. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury.* 1997;28 Suppl 1:A20-30.

## Anatomical Study of the Pronator Quadratus Muscle and Comparison to Fracture Sites of the Distal Radius

Gu-Hee Jung, M.D., Chyul-Hyun Cho, M.D.\*, and Jae-Do Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Kosin University Gospel Hospital, Busan, \*Keimyung University School of Medicine, Daegu, Korea*

**Purpose:** To collect data regarding the pronator-sparing approach using an anatomical study, which compared the fractures of the distal radius and pronator quadratus (PQ) muscle of an adult cadaveric radius.

**Materials and Methods:** Fourteen adult cadaver wrists that did not have previous fractures or previous surgery and computed tomography data 32 fractures of the distal radius, were obtained. The size of the distal fracture fragment was measured using the picture archiving and communication system. The distance between the distal margin of the PQ muscles and the articular margin was measured using a caliper.

**Results:** The PQ muscles had an average distance of 10.9 mm (range, 8-13 mm) from the radial styloid process and 10 mm (range, 8-12 mm) from the distal radioulnar joint (DRUJ). The fracture sites were located an average of 21.8 mm (range, 10-39 mm) from the radial styloid process and an average of 14.4 mm (range, 10-28 mm) from the DRUJ. Distal radial fractures overlapped an average of 11.8 mm from the radial styloid process and an average of 3.5 mm from the DRUJ.

**Conclusion:** The pronator-sparing approach could be applied to a functionally reduced fracture because the non-overlapping area of the distal fracture fragment was  $\geq 10$  mm and it is possible to repair the anatomic plate without detaching the PQ muscle.

**Key words:** pronator quadratus muscle, distal radius fracture, pronator-sparing approach

**Received** April 27, 2011 **Revised** July 5, 2011 **Accepted** August 29, 2011

**Correspondence to:** Gu-Hee Jung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kosin University Gospel Hospital, 34, Amnam-dong, Seo-gu, Busan 602-030, Korea

**TEL:** +82-51-990-6229 **FAX:** +82-51-243-0181 **E-mail:** jyujin2001@kosin.ac.kr