



자발적 장무지 신전건 파열이 일어난 원위 요골 골절의 방사선적 분석

이준구 · 홍인태 · 권영우 · 장규철 · 한수홍[✉]

CHA 의과대학과 의학전문대학원 분당차병원 정형외과학교실

Radiologic Analysis of Distal Radius Fracture Accompanying Spontaneous Extensor Pollicis Longus Rupture

Jun-Ku Lee, M.D., In-Tae Hong, M.D., Young-Woo Kwon, M.D.,
Gyu-Chol Jang, M.D., Soo-Hong Han, M.D., Ph.D.[✉]

Department of Orthopaedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, School of Medicine, CHA University, Seongnam, Korea

Received October 9, 2016
Revised (1st) December 2, 2016
(2nd) January 15, 2017
Accepted February 18, 2017

✉Correspondence to:

Soo-Hong Han, M.D., Ph.D.
Department of Orthopaedic Surgery,
CHA Bundang Medical Center, CHA
University, 59 Yatap-ro, Bundang-gu,
Seongnam 13496, Korea
Tel: +82-31-780-5289
Fax: +82-31-708-3578
E-mail: hsoohong@hanmail.net

Jun-Ku Lee's current affiliation:
Department of Orthopedic Surgery,
Seoul Paik Hospital, Inje University
College of Medicine, Seoul, Korea

Financial support: None.

Conflict of interests: None.

Purpose: The spontaneous extensor pollicis longus (EPL) tendon rupture is a well-documented complication of non-displaced or minimally displaced distal radius fracture. Authors analyzed the radiographs of patients treated for closed EPL rupture after distal radius fracture.

Materials and Methods: Twenty-eight patients (21 females, 7 males; average age of 58 years) with tendon transfer for spontaneous rupture of EPL after distal radius fracture were included. Wrist radiographs were taken at the first visit with EPL rupture. On the lateral view, posterior cortical displacement, distance from highest point in Lister's tubercle to fracture line, and height of the Lister's tubercle were measured. The distance from the lunate facet to the fracture line was measured on anteroposterior view. Radiologic change at the time of EPL rupture around the Lister's tubercle was evaluated by comparing it with the contra lateral wrist radiograph. Radial beak fracture pattern was also identified.

Results: The interval between the injury and the spontaneous EPL rupture varied from 2 to 20 weeks, with an average of 6.7 weeks. There were 25 cases of non-displacement, 3 cases of mean 2.0 mm cortical displacement. The average distance from the lunate facet to the fracture line was 9.1 mm (3-12.1 mm), from the highest point in Lister's tubercle to the fracture line was 3.0 mm toward proximal radius (1.7-4.9 mm). The average height of the Lister's tubercle was 3.4 mm in the injured wrist and 3.1 mm in the opposite wrist. Radial beak fracture pattern was shown at 11 cases.

Conclusion: All cases presented no or minimal displaced fracture, and the fracture line was in the vicinity of the Lister's tubercle. Those kinds of fractures can highlight the possibility of spontaneous EPL rupture, despite its rarity.

Key Words: Distal radius fracture, Extensor pollicis longus, Rupture, Lister's tubercle, Radiologic analysis

서론

장무지 신전건의 자발성 파열은 1876년 Duplay¹⁾에 의하여

처음 보고되었다. 장무지 신전건의 급성 외상성 파열이 아닌
진구성 파열의 경우 류마티스 관절염 환자에서 자주 발생하
며²⁾ 류마티스 질환력이 없더라도 전신적인 혹은 국소적인 스

테로이드 사용이나 반복적인 사용에 의한 건초염 환자에 있어 보고되기도 한다.^{3,4)}

1930년 초 중례 연구를 통해 원위 요골 골절과 장무지 신전건 자발 파열과의 연관성이 보고되었다.⁵⁾ 이후 현재까지 수많은 연구를 통해 자발성 장무지 신전건 파열은 원위 요골 골절 이후 드물지만 잘 알려진 합병증이며, 원위 요골 골절의 빈도가 높기 때문에 그 중요성이 강조되어 왔다.⁶⁾ 발생 빈도는 0.2%에서 5.0%까지 다양하게 보고되고 있으며,⁷⁻¹⁰⁾ 발생 원인에 대해서는 기계적인 마찰,¹¹⁾ 혈관장애,¹²⁻¹⁴⁾ 정복과정에서 손상,⁷⁾ 국소 유착⁵⁾ 등의 여러 기전들이 보고되고 있으나 아직까지도 의견의 일치를 보지 못하고 있다. 주로 전위가 거의 없는 요골 원위부 골절의 비교적 잘 알려진 합병증이며,^{8,12,13,15-17)} 신전지대의 손상이 동반되지 않은 경우 더욱 호발하는 것으로 보고된 바 있다. 골절에서 건 단열까지의 기간도 초기 수상 이후 6주에서 8주 사이에 많이 발생한다는 보고도 있지만 수상 직후부터 10년까지도 속발될 수 있다는 보고도 있다.^{12,13,16,18,19)}

이러한 손상의 치료에 건이전술이나 건이식술^{18,20,21)} 등의 많은 문헌 보고가 있어 왔으나 원인과 관련된 골절에 대해 구체적인 방사선적 분석을 동반한 연구 보고는 매우 드물다. 이에 저자들은 요골 원위부 골절 후 발생한 장무지 신전건의 자발성 파열로 분당차병원에서 건 이전술을 시행받은 환자를 대상으로 골절 양상에 대한 방사선적 분석을 시행하였다.

대상 및 방법

2006년 4월부터 2015년 9월까지 본원에서 장무지 신전건의 자연 파열로 시지 고유 신전건(extensor indicis proprius tendon)을 이용한 건 이전술을 받은 환자 중 48명 중, 류마티스 관절염이 원인이었던 4명, 원위 요골 골절 진단 후 수술적 치료 이후에 발생한 6명, 외상 없이 반복적인 무지 사용 이후 발생했던 2명, 건염으로 스테로이드 주사 사용 이후 발생한 2명, 방사선 사진상 골경화 포함한 골절의 흔적을 알 수 없었던 5명, 연부조직 종양 1예를 제외한 28명의 환자를 대상으로 하였다. 방사선 사진의 분석은 장무지 신전건 파열 후 무지 지간 관절의 신전 장애를 주소로 처음 내원 시 시행한 손목 관절 사진을 사용하여 시행하였다. 원위 요골 골절의 진단은 본원 근골격계 영상의학과 전문의 2인의 판독 결과에 근거하였다. 수술 전 신전건 파열 진단 및 건 이전술 시 연결할 파열된 신전건의 원위 말단의 위치를 확인하기 위해 검사를 거부한 4명을 제외하고 초음파를 시행하였다.

연령은 16세에서 80세까지 다양한 분포를 보였고 평균 나

이는 58세였다. 성별은 여자 21명(75.0%), 남자 7명(25.0%)이었고, 병변 부위로는 우측 13예(46.4%), 좌측 15예(53.6%)였다. 류마티스 과거력을 가진 환자는 없었고, 술 전 시행한 혈액 검사상 2명의 환자만이 류마티스 인자 양성을 보였다. 수상 기전을 명확하게 확인할 수 있었던 경우가 23예(82.1%)로서 미끄러짐이 21예, 낙상이 2예인 대부분 저 에너지 손상의 수상력을 가지고 있었다(Table 1). 원위 요골 골절에 대해 도수 정복 또는 수술적 치료를 시행한 예는 없었고, 외상력이 명확한 23명의 환자에 있어 의료 기관을 방문하여 골절 진단 및 부목 고정을 시행한 경우가 12예 있었다. 외상력을 기억 못하는 5예, 외상력은 있었으나 병원을 방문하지 않았던 6예, 병원을 방문하였으나 초기 방사선 사진상 골절이 간과됐던 5예 모두 장무지 신전건 파열 시 본원에 내원하여 시행한 방사선 사진상 골경화 및 가골 등을 통해 골절을 진단할 수 있었다(Fig. 1). 또한 장무지 신전건 파열 전 무지 사용 시 통증, 불편감 내지 근력약화의 전구 증상을 호소한 경우가 6예 있었다.

원위 요골 골절의 방사선적 분석은 세 명의 정형외과 의사(2명의 전문의, 1명의 상급 전공의)에 의해 실시되었고, 각각의 정형외과 의사에 의해 2회 이상 측정값을 수합하여 평균값으로 결과를 도출하였다. 골절의 전위는 측면 방사선 사진상 골절선을 기준으로 근위 배측 피질골과 원위 배측 피질골의 거리를 통해 측정하였다. 초기 전후면 방사선 사진에서 골절의 위치를 파악하기 위해 월상외에 평행한 직선에서부터 골절 선까지의 거리를 측정하였으며(Fig. 2), 리스트어 결절

Table 1. Descriptive Values of Patients (n=28)

Characteristic	Value
Mean age (yr)	57.6 (16-80)
Gender	
Male	21 (75.0)
Female	7 (25.0)
Injured wrist	
Right	13 (46.4)
Left	15 (53.6)
Interval from trauma (wk)	6.7 (2-20)
Injury mechanism	
Falls from standing height	21 (75.0)
Falls from a greater height	2 (7.1)
Obscure	5 (17.9)

Values are presented as median (range) or number (%).

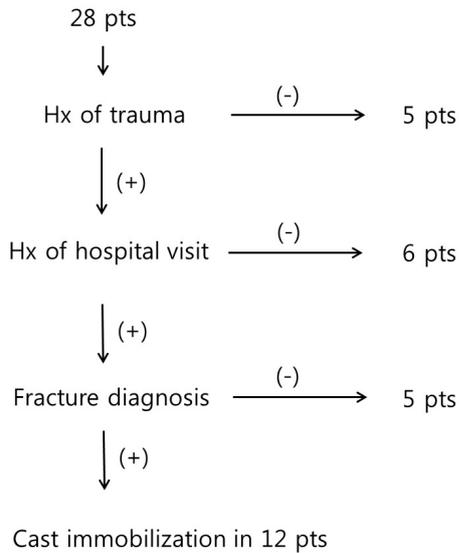


Fig. 1. Flow sheet depicts history (Hx) of study patients (pts).



Fig. 2. Distance to Fracture line is measured from lunate facet to fracture line.

(Lister's tubercle)의 높이를 정측면 방사선 사진에서 요골의 배측면 피질의 평행한 직선으로부터 리스터 결절의 정점까지 수직으로 이르는 거리로 측정하였다(Fig. 3). 그리고 측면 사진에서 리스터 결절의 정점에서 골절 선까지의 길이를 측정하였다(Fig. 4). 건측의 손목 방사선 사진을 보유한 환자들에 대해 리스터 결절의 높이를 측정하고 양측을 비교 분석하기 위해 paired t-test로 분석하였다. $p < 0.05$ 를 통계적으로 의미가 있는 것으로 정의하였으며, 통계 분석은 IBM SPSS ver. 23 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였다.

또한 원위 요골 골절 시 골절 선이 횡으로 진행하다 요골측



Fig. 3. Height of the Lister's tubercle is measured from the dorsal aspect of the radial metaphysis to the highest point in the Lister's tubercle.



Fig. 4. Distance from Lister's tubercle to the fracture line is measured from the highest point in Lister's tubercle to the fracture line.

면에서 근위부로 방향을 바꾸어 진행하는 양상을 보이는 요골 부리(radial beak) 골절 형태²²⁾의 빈도를 조사하였다(Fig. 5).

결 과

외상력이 명확한 23예에서 수상 후부터 장무지 신전건의 파열까지의 기간은 평균 6.7주(2-20주)였다. 초음파를 시행한 전체 24예에서 신전건의 완전 파열을 확인하였으며 파열된 신전건의 원위 파열 말단은 대능형골(trapezium)부터 첫



Fig. 5. Radial beak fracture pattern shows that the fracture line deviates from transverse to proximal at the radial side.

번째 중수골 간부까지 다양하게 단축(retraction)되어 있으며, 근위 파열 말단은 리스터 결절로부터 13 mm에서 35 mm 까지 단축되어 있었다.

골절의 양상은 전체 예에서 관절면을 포함하지 않은 골간 단부의 횡선 골절 양상이었다. 골절의 전위 정도는 총 28예 중 25예에서 1 mm 미만의 비전위성 골절로 골절선의 경화 양상만을 보였으며 전위를 보인 3예에서도 모두 3 mm 이하로 평균 2.0 mm의 전위가 측정되었다. 월상와에서 골절 선까지의 길이는 평균 9.1 mm였고, 정측면 방사선 사진에서 측정 한 리스터 결절의 높이는 평균 3.4 mm였으며 건측의 3.1 mm와 차이를 보였으나 통계적 유의성이 없었다($p=0.199$).

리스트어 결절의 정점에서 골절 선까지의 거리를 측정 한 길이는 평균 3 mm 근위부였다. 상완요골근의 부착부(insertion)가 원위 요골에서 요골측에 분포하기 때문에 발생하는 요골 부리 골절 형태는 11예에서 확인되었으며 모든 골절에서 골유합 소견을 보였다(Table 2).

고 찰

원위 요골 골절 후 발생한 장무지 신전건의 파열의 원인은 아직 분명하게 밝혀져 있지 않지만 대부분 진구성으로 발생한다. 폐쇄성 파열의 발생 기전에 대하여 크게 두 가지 견해가 있는데 골파편과 가골형성에 의한 기계적인 마찰과¹¹⁾ 다른 한 가지는 혈관장애의 원인으로¹²⁻¹⁴⁾ 발생하는 것이다. 또한 한 가지 명확한 원인으로 발생하기 보다는 임상적 상황에 따라

Table 2. Fractures Included in Analysis

Evaluation factor	Length (mm)	Remark	p-value
Distance from lunate facet to fracture line	9.1		
The height of the Lister's tubercle	3.4	Normal (mm): 3.1 (11 cases)	0.199
Distance from Lister's tubercle to Fracture line	3.0	Range (mm): 1.7-4.9	
Radial beak fracture		11 cases	

여러 원인들이 복합적으로 작용하여 발생한다는 견해도 있는 만큼 현재까지 논란이 되고 있다.

손목에서 장무지 신전건은 리스터 결절 전후 주행 경로 동안 6 cm 가량의 건막으로 둘러싸여 있다. Engkvist와 Lundborg¹²⁾는 절단 사지의 실험 연구를 통해 건막이 둘러싼 6 cm 구간 동안 건 주위 중간조직(mesotenon)이 없었음을 확인하였다. 리스터 결절 주변 5 mm 길이에서 장무지 신전건 자체의 내재적 혈관 분포가 없는 구간이 존재하며, 장무지 신전건 파열이 이 구간에서 발생하였음을 보고하였다. Hirasawa 등¹⁶⁾ 또한 사체 연구를 통해 장무지 신전건막 6 cm 구간을 근위부부터 5 mm씩 12개의 구역(zone 12)으로 나누어 혈액 공급을 조사하였고, 신전지대의 끝보다 약간 근위부인 리스터 결절 주변 '제8 구역(zone 8)'에서 주위 중간조직을 갖고 있지 않으며, 건과 건막의 장막층(visceral layer)에 혈관 분포가 매우 드물다고 보고하였다.

저자들의 연구 대상에서도 단순 방사선 사진상 골절 선은 월상와에서 평균 9.1 mm, 리스터 결절의 정점으로부터 약 3.4 mm 근위부로 앞서 실험 연구를 통해 밝혀진 허혈성 변화에 취약한 부분과 일치하고 있다. 이 구역 내에 비전위성 요골 원위부 골절이 발생할 경우 리스터 결절 주변으로 혈중, 골막의 비후, 가골형성 등이 발생하면서 세 번째 구획의 공간이 좁아져 장무지 신전건을 압박하게 된다. 결과적으로 허혈성 변화에 취약한 해부학적 특징을 가진 장무지 신전건의 Hirasawa의 제8 구역(zone 8)은 퇴행성 괴사 및 이에 따른 진구성 파열로 이행하게 될 가능성이 높아진다. 또한 비전위성 요골 골절 시 리스터 결절에 접하고 있는 신전지대가 손상 없이 유지되어 세 번째 구획의 장무지 신전건의 허혈성 변화를 유발하는 촉매 역할을 하게 된다. Iwamoto 등²³⁾의 연구 결과에 따르면 신전지대 세 번째 구획 인장강도의 파괴점(failure force)은 178.5 ± 39.2 N이었으며 길이는 8.5 ± 2.1 mm였다. 이는 비전위성 요골 골절뿐 아니라 4 mm 미만의 전위(displacement)

를 보이는 요골 골절에서는 세 번째 구획 주위의 신전지대가 유지되어 장무지 신전건의 허혈성 변화에 의한 자발성 파열의 가능성이 있음을 시사한다.

본 연구에서는 외상력이 명확한 23예 중 21예에서 단순 미끄러짐으로 인한 저 에너지 손상이었으며, 총 28예 중 25예의 비전위를 제외한 3예에서 평균 2.0 mm의 전위성 골절이 확인되었다. 경도의 전위성 골절에서는 신전지대가 온전한 상태로 유지될 수 있어 장무지 신전건의 허혈성 손상을 유발했을 것으로 생각된다.

전체 28명의 환자 중 12명(42.9%)의 환자만 초기 수상이 후 정확한 골절 진단 및 부목고정을 받았다. 외상력 이후에도 증상이 경하여 병원을 방문하지 않았거나 병원을 방문하였음에도 초기 방사선 사진상 골절 진단 없이 단순 타박 진단하에 경과 관찰하였던 환자들의 특성 역시 비전위 및 저 에너지 손상으로 장무지 신전건 파열을 유발시킬 수 있음을 보여준다. 또한 초기 골절이 진단되지 않았더라도 방사선 분석을 통해 역으로 골절 과거력을 확인할 수 있는 경우가 드물지 않음을 알 수 있었다.

Diep과 Adams²⁴⁾는 장무지 신전건 파열 전구 증상으로 무지 지관절 신전 장애 혹은 불편감, 장무지 주행 경로 부분에 압통 내지는 불편을 기술하였다. 두 저자는 비전위 골절이 있었던 7명의 환자에서 5명의 환자가 이러한 전구 증상을 경험하였고, 2명의 환자에게 있어 예방적 신전건 3구역 감압술을 통해 장무지 신전건 파열을 막을 수 있었다고 주장하기도 하였다. 기타 다른 연구에서 전구 증상은 14%에서 30%까지 보고되고 있다.^{16,21,25)} 본 연구의 28명 중 6명의 환자(21.4%)에서 장무지 신전건 파열 전, 무지 사용 시 근력 저하 내지는 불편감을 경험하였다. 외래 진료 당시 문진 기록 내지는 연구 시점의 질문에 의거했기 때문에 환자에게 실제 증상이 있었음에도 불구하고 기억하지 못하는 경우도 생각해 볼 수 있어 실제 전구 증상은 더 많은 환자들에서 있었을 수 있다. 이러한 환자들에게 있어 역동성 초음파 검사를 통한 건 자극 내지는 건의 너덜거림(fraying) 확인을 권하기도 하지만 예방적 감압술의 필요성에 대해 아직 임상적 지침이 부족하며, 효용성에 관해선 좀더 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.^{10,24,26)}

또 다른 특징으로 Koh 등²²⁾에 의하여 처음 언급된 요골 부리 골절 형태가 거의 40%에 달하는 11예에서 관찰되었다. 요골 부리 골절 형태는 상완요골근의 부착부가 눈물 방울(tear drop) 혹은 심장 형태로 원위 요골에서 요골측에 분포하기 때문에 나타나는 골절 형태로 생각되고 있다. 뿐만 아니라 첫 번째 구획의 신전지대 아래 쪽에 위치하며 두터운 섬유성 조

직으로 부착부를 형성하고 신전지대와 일부 중첩되는 밀접한 위치에 존재하게 된다. 때문에 요골 부리 골절 형태를 형성하며 신전지대를 요골쪽으로 당겨 손목 3번째 구획의 공간을 좁혀 장무지 신전건의 허혈성 변화에 영향을 줄 가능성이 있으나 아직까지 많은 연구가 필요한 상태이다.

연구대상인 환자들은 대부분 비전위 골절로 초기 수상 당시 컴퓨터 단층촬영(computed tomography) 검사의 적응증이 되지 않는다. 장무지 신전건 파열 전 전구 증상이 있었어도 골절에 의한 통증과 혼동되어 초음파 검사를 시행했던 환자 역시 없었다. 수상 당시 단순 방사선 사진 또한 확보할 수 없었던 예가 대부분이며, 결국 본 연구는 신전건 파열로 내원 당시의 단순 방사선 분석이라는 한계를 가진다. 또 다른 한계점으로 장무지 파열 전 수상 당시 골절 진단을 받지 않았던 환자들의 경우 외상력이나 파열 전 무지 움직임에 의한 통증 여부 등을 환자의 기억에 의존할 수밖에 없는 회상 비뚤림(recall bias)을 들 수 있다. 마지막으로 연구기간 동안 모든 비전위 원위 요골 골절 환자의 영상의학 분석을 할 수 없어 대조군이 없다는 점이다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 골절에 대한 정복이나 수술적 치료를 하지 않은 적지 않은 환자들을 대상으로 골절 이후 발생한 장무지 신전건 파열을 영상의학적으로 분석했다는 데 의의가 있을 수 있겠다.

결론

본 연구의 대상의 원위 요골 골절 양상은 손목의 측면 방사선 사진상 비전위 혹은 최소한의 전위 골절이었음을 다시 한 번 확인하였고, 골절 선이 리스터 결절 정점에서 근위부로 평균 3 mm에 위치하였다. 이와 같은 양상의 원위 요골 골절에 대한 보존적 치료 시 빈도가 높지 않더라도 장무지 신전건의 자발성 파열 가능성에 대한 인지 및 사전 설명이 필요할 것으로 생각된다.

요약

목적: 원위 요골 골절 후 발생한 장무지 신전건의 자발성 파열로 분당차병원에서 치료받은 환자들의 방사선적 분석을 시행하였다.

대상 및 방법: 원위 요골 골절 발생 이후 자발성 무지 신전건 파열이 발생하여 수술적 치료가 시행된 28예를 대상으로 하였으며, 요골 골절에 대해 정복 내지는 내고정술을 시행한 경

우는 제외하였다. 건파열 후 첫 번째 내원 시 시행한 방사선 사진을 분석하였으며 손목 관절 전후면 방사선 사진을 통하여 월상와에서 골절 선까지의 거리를 측정하였다. 측면 사진을 통하여 리스트어 결절(Lister's tubercle)의 높이와 골절 선까지의 길이를 측정하였고, 편측의 손목 관절 방사선 사진으로 그 높이를 비교하였다.

결과: 25예에서 비전위성 골절 양상을 보였으며, 전위 골절 3예에서는 평균 2.0 mm의 전위를 보여주었다. 월상와에서 골절 선까지 거리는 평균 9.1 mm였으며, 리스트어 결절의 정점으로 부터 근위부의 골절선까지는 평균 3.0 mm였다. 리스트어 결절의 높이는 3.4 mm였으며 건측은 3.1 mm였다.

결론: 2 mm 이하의 전위, 리스트어 결절 3 mm 이내의 원위 요골 골절 시 빈도는 낮지만 장무지 신전건 파열 가능성에 대한 인지 및 사전 설명이 필요하다.

색인 단어: 원위 요골 골절, 장무지 신전건, 파열, 리스트어 결절, 방사선 분석

References

1. Duplay S: Rupture sous-cutanée du tendon du long extenseur du pouce de le main droite, au niveau de la tabatière anatomique. Flexion permanente du pouce. Rétablissement de la faculté d'extension par une opération (suture de l'extrémité de tendon rompu avec le primer radial externe). *Bulletins et Mémoires de la Société Chirurgie de Paris*, 2: 788, 1876.
2. Leslie BM, Carlson G, Ruby LK: Results of extensor carpi ulnaris tenodesis in the rheumatoid wrist undergoing a distal ulnar excision. *J Hand Surg Am*, 15: 547-551, 1990.
3. Huang HW, Strauch RJ: Extensor pollicis longus tenosynovitis: a case report and review of the literature. *J Hand Surg Am*, 25: 577-579, 2000.
4. Hunt JR: Paralysis of the unguis phalanx of the thumb from spontaneous rupture of the extensor pollicis longus: the so-called drummer's palsy. *JAMA*, 64: 1138-1140, 1915.
5. McMaster PE: Late ruptures of extensor and flexor pollicis longus tendons following Colles' fracture. *J Bone Joint Surg*, 14: 93, 1932.
6. White BD, Nydick JA, Karsky D, Williams BD, Hess AV, Stone JD: Incidence and clinical outcomes of tendon rupture following distal radius fracture. *J Hand Surg Am*, 37: 2035-2040, 2012.
7. Smith FM: Late rupture of extensor pollicis longus tendon following Colles's fracture. *J Bone Joint Surg Am*, 28: 49-59, 1946.
8. Skoff HD: Postfracture extensor pollicis longus tenosynovitis and tendon rupture: a scientific study and personal series. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 32: 245-247, 2003.
9. McKay SD, MacDermid JC, Roth JH, Richards RS: Assessment of complications of distal radius fractures and development of a complication checklist. *J Hand Surg Am*, 26: 916-922, 2001.
10. Wolfe SW: Distal radius fractures. In: Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC, Kozin SH, Cohen MS, ed. *Green's operative hand surgery*. Philadelphia, PA Elsevier: 576, 2017.
11. Denman EE: Rupture of the extensor pollicis longus: a crush injury. *Hand*, 11: 295-298, 1979.
12. Engkvist O, Lundborg G: Rupture of the extensor pollicis longus tendon after fracture of the lower end of the radius: a clinical and microangiographic study. *Hand*, 11: 76-86, 1979.
13. Helal B, Chen SC, Iwegbu G: Rupture of the extensor pollicis longus tendon in undisplaced Colles' type of fracture. *Hand*, 14: 41-47, 1982.
14. Tubiana R: *The hand*. Philadelphia, WB Saunders: 1981.
15. Bonatz E, Kramer TD, Masear VR: Rupture of the extensor pollicis longus tendon. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 25: 118-122, 1996.
16. Hirasawa Y, Katsumi Y, Akiyoshi T, Tamai K, Tokioka T: Clinical and microangiographic studies on rupture of the E.P.L. tendon after distal radial fractures. *J Hand Surg Br*, 15: 51-57, 1990.
17. Cho NY, Seo CY, Kim MS, Kim HS, Lee KB: Extensor pollicis longus rupture after distal radius fracture. *J Korean Fract Soc*, 25: 52-57, 2012.
18. Hove LM: Delayed rupture of the thumb extensor tendon. A 5-year study of 18 consecutive cases. *Acta Orthop Scand*, 65: 199-203, 1994.
19. Roth KM, Blazar PE, Earp BE, Han R, Leung A: Incidence of extensor pollicis longus tendon rupture after nondisplaced distal radius fractures. *J Hand Surg Am*, 37: 942-947, 2012.
20. Belsole RJ, Hess AV: Concomitant skeletal and soft tissue injuries. *Orthop Clin North Am*, 24: 327-331, 1993.
21. Trevor D: Rupture of the extensor pollicis longus tendon after Colles fracture. *J Bone Joint Surg Br*, 32: 370-375, 1950.
22. 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*, 31: 2-8, 2006.
23. Iwamoto A, Morris RP, Andersen C, Patterson RM, Viegas SF: An anatomic and biomechanical study of the wrist extensor retinaculum septa and tendon compartments. *J Hand Surg Am*, 31: 896-903, 2006.
24. Diep GK, Adams JE: The prodrome of extensor pollicis longus tendonitis and rupture: rupture may be preventable. *Orthopedics*, 39: 318-322, 2016.
25. Noordanus RP, Pot JH, Jacobs PB, Stevens K: Delayed rupture of the extensor pollicis longus tendon: a retrospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 113: 164-166, 1994.
26. Navaratnam AV, Ball S, Eckersley R: Prophylactic decompression of extensor pollicis longus to prevent rupture. *BMJ Case Rep*, 2013: bcr2013010196, 2013.