

## 회전근 개 부분 파열의 임상 양상 및 관절경 소견

권오수 · 김양수\* · 이규영

가톨릭대학교 의과대학 의정부성모병원 정형외과, 강남성모병원\* 정형외과

### Clinical Features and Arthroscopic Findings of Partial Thickness Rotator Cuff Tears

Oh Soo Kwon, M.D., Yang Soo Kim, M.D.\*, and Kyoo Young Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Uijeongbu St. Mary's Hospital, Kangnam St. Mary's Hospital\*,  
College of Medicine, The Catholic University of Korea, Uijeongbu, Korea

**Purpose:** To compare the clinical features of partial thickness rotator cuff tears according to location of the tear and to classify the partial thickness rotator cuff tears based on arthroscopic findings.

**Materials and Methods:** This study evaluated 138 patients who were arthroscopically proven to be partial thickness rotator cuff tears. Three groups were identified; 56 in the articular side tear, 58 in the bursal side tear, 24 in the both sides tear. The comparison included preoperative clinical features such as pain, range of motion and impingement sign. The partial thickness rotator cuff tears were classified according to the arthroscopic findings.

**Results:** There was no significant difference in the clinical features between articular, bursal and both sides tears. Partial thickness rotator cuff tear can be divided into 5 groups. Type I (n=41): fraying or fibrillation on surface of the cuff. Type II (n=35): fiber disruptions with or without displacement. Type III (n=38): flap tear or fragmentation. Type IV (n=16): both articular and bursal side tears without communications. Type V (n=8): impending a full thickness tear.

**Conclusion:** It is difficult to differentiate the clinical features based on the physical examinations according to the locations of tears. Newly designed classification may help in determining the appropriate arthroscopic treatment of a partial thickness rotator cuff tear.

**Key Words:** Rotator cuff, Partial thickness tear, Arthroscopy

## 서 론

회전근 개 부분 파열은 흔히 견관절 동통 및 장애를 유발하는 질환이다. 지금까지 대부분의 기초 또는 임상 연구는 회전근 개 질환 중 견봉하 충돌 증후군 또는 회전근 개 전층 파열이라는 질병 상태에 대해서 주로 다루어져 왔는데 최근에 기초 연구를 통한 회전근 개 질환의 발병 기전이 이해되고 영상 진단 기법 및 관절경 수술 수기의 발전에 힘입어 회전근 개 부분 파열에 대한 인지와 진단 및 치료 과정에 많은 변화가 오고 있다<sup>15)</sup>. 그러나 여전히

진단과 치료를 위한 임상 양상, 분류, 수술 방법 등에 있어 더욱 명확한 정의를 필요로 하고 있다. 이 논문에서는 회전근 개 부분 파열의 파열 위치에 따른 수술 전 임상 양상을 비교하고 관절경 소견에 따라 회전근 개 부분 파열을 분류하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2002년 5월부터 2005년 10월까지 관절경 검사상 회

통신저자 : 권 오 수  
경기도 의정부시 금오동 65-1  
가톨릭대학교 의정부성모병원 정형외과  
TEL: 031-820-3878 · FAX: 031-847-3671  
E-mail: oskn@catholic.ac.kr

Address reprint requests to  
Oh Soo Kwon, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Uijeongbu St. Mary's Hospital,  
65-1, Geumo-dong, Uijeongbu 480-130, Korea  
Tel: +82.31-820-3878, Fax: +82.31-847-3671  
E-mail: oskn@catholic.ac.kr

전근 개 부분 파열로 진단된 138예를 대상을 하였으며 남자 68명, 여자 69명이었으며 양측이 이환된 경우가 1명이었다. 평균 나이는 54.1세(41-72)였다. 환자의 선정 기준은 관절경하에서 확진된 관절측 또는 점액낭측 회전근 개 부분 파열이었으며 체상 투구 동작을 하는 운동선수, 회전근 개 전측 파열, 견관절 불안정성, 견봉쇄골 관절의 병변, 과거 견관절 수술력 및 류마티오이드 질환이 있는 경우는 제외하였다.

## 2. 방법

### 1) 임상 평가 방법

수술 전 이학적 검사상 동통, 관절운동 범위, 충돌 징후, 극상견 검사, 외회전 약화 소견등을 조사하여 회전근 개 파열의 위치에 따라 관절측, 점액낭측 및 양측 파열로 나누어 비교하였다. 이학적 검사 중 동통은 VAS (Visual analogue scale)을 이용하여 측정하였고 관절운동 범위는 전방 굴곡과 외회전을 측정하였다.

### 2) 관절경 검사 방법

전신 마취 후 측와위에서 견관절을 전방굴곡 20도, 외전 30-40도, 회전은 중립위로 고정하고 약 10 lb 전후의 피부 견인을 시행하였다.

통상적인 후방 삽입구를 이용하여 관절측을 검사하여 병변의 유무를 확인하면서 점액낭측 병변과의 위치관계를 용이하게 파악할 수 있도록 표시 봉합사(marker suture)를 삽입하였다.

점액낭측의 관찰 시에는 상지를 외회전 또는 내회전을 시키면서 견봉하 공간에서 최전방과 최후방까지 면밀하게 관찰하였다. 관절측, 점액낭측 또는 양측의 회전근 개 파열의 위치, 크기, 형태 등을 조사하여 이를 바탕으로 분류하였다.

### 3) 수술 방법

다음의 수술 방법은 회전근 개 부분 파열 중 관절측과 점액낭측을 모두 침범하고 양측 모두 증판 형성 및 분획화된 경우에 대한 술기이다. 지혈 효과를 얻기 위해 환자의 수축기 혈압을 약 100-110 mmHg로 유지하였으며 에피네프린을 혼합한 생리 식염수(1 cc/3,000 ml)를 사용하였다. 과도한 관절부종을 예방하여 관절와상완 관절과 견봉하 공간사이에 삽입구 교환이 용이하도록 관절경 펌프의 압력은 50 mmHg, 유입속도는 0.5 l/min에서 시작하였고 깨끗한 수술 시야를 얻기 위해 유출구를 적절히

조절하였다. 관절측 회전근 개 파열 위치, 크기, 두께 및 동반 병변의 유무를 확인한 후 파열의 중심부를 통과하도록 18G 척추바늘을 경피적으로 삽입하고 단섬유(mono-filament) 봉합사(nylon No.1-0)를 통과시켜 전방 삽입구로 빼내어 표시 봉합사로 이용하였다. 이어 견봉하 공간으로 관절경을 삽입하여 표시 봉합사에 손상을 주지 않도록 주의하면서 견봉하 감압술을 시행하였다. 시야가 확보되면 점액낭측 회전근 개 파열의 여부를 확인하는데 이때 상지를 외회전 또는 내회전 시키면서 정확한 파열의 위치를 확인하고 크기를 측정하였다. 이 과정이 끝나면 관절경을 관절측으로 재삽입하여 후방 삽입구로 관찰하면서 봉합나사못삽입을 위하여 척추바늘을 이용하여 삽입위치를 확인 후 두 가닥의 봉합사가 연결되어 있는 봉합나사못(Cork screw<sup>®</sup>, Arthrex, USA)을 회전근 개를 관통하여 삽입하였다. 봉합나사못에 부착되어 있는 봉합사(ethibond No. 2)를 관절내로 밀어 넣어 같은 색깔의 봉합사끼리 두 개의 전방 삽입구로 각각 빼내었다. 다시 한번 관절측 파열의 크기를 확인하고 가장 전방의 파열부위에서부터 후방까지 일정한 간격으로 파열 가장자리에서 약 5 mm 내측을 통과하도록 척추바늘을 경피적(percutaneous)으로 삽입하여 단섬유 봉합사(nylon No. 1-0)를 통과시켜 전방 삽입구로 빼낸다. 이때에 표시 봉합사와의 위치관계를 정확히 파악하여 차후의 점액낭측 파열의 봉합을 위해 점액낭측 파열의 중심부를 통과하지 않도록 하였다. 단섬유(monofilament) 봉합사(nylon No.1-0)에 미리 나와 있는 봉합나사못에 부착된 봉합사를 걸어 셔틀(shuttle)을 형성하여 피부 밖으로 빼내었다. 이 과정은 봉합사끼리의 꼬임을 방지하기 위하여 전방에서부터 차례로 하나씩 시행하였다. 피부 밖으로 나온 봉합사를 당겨 관절 내에서 파열된 가장자리 부분의 건이 해부학적 족적(foot print)에 정복이 되는 것을 확인하였다. 관절경을 다시 견봉하 공간으로 삽입하고 봉합사의 위치를 확인한 후 봉합사가 꼬이지 않도록 전방 삽입구와 외측 삽입구를 통해 각각의 봉합사를 빼내어 매듭 형성을 시행하였다. 이어 관절경을 후방 삽입구를 통해 다시 관절 내로 삽입하여 파열되었던 부분이 해부학적 족적에 완전히 봉합되어 있는 것을 확인하였다. 점액낭측의 봉합에 대해서는 이미 봉합된 조직에 손상을 주지 않으면서 통상적인 방법으로 봉합나사못을 이용한 단순 봉합술을 시행하였다.

Table 1. Preoperative Clinical Features according to the Location of the Tears

	Articular (n=56)	Bursal (n=58)	Both sides (n=24)	p-value
Pain (VAS)	6.7±2.6	6.0±2.5	8.4±2.1	0.12
ROM, active				
FF	126±27°	142±35°	140±32°	0.25
ERs	42±15°	47±17°	45±14°	0.15
Impingement sign	39	41	20	0.35
Supraspinatus test	38	33	22	0.12
ER weakness	35	30	21	0.13
Trauma history	19	26	12	0.31
Symptom duration (weeks)	15±2.7	14±2.5	16±3.2	0.28

FF, forward flexion; ERs, external rotation at side.

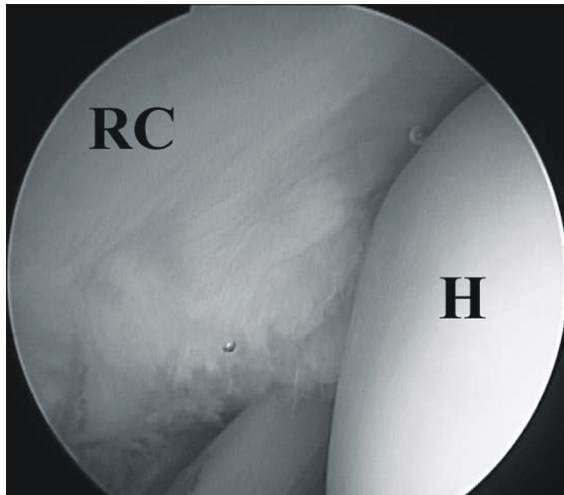


Fig. 1. Posterior arthroscopic view indicated fraying and fibrillations on the articular surface of the cuff. RC, rotator cuff; H, humeral head.

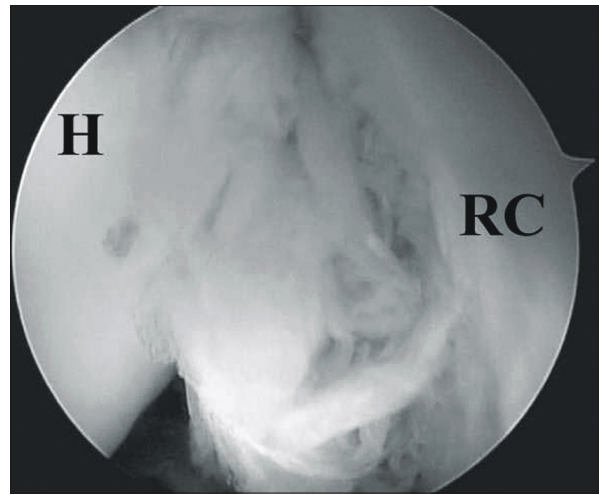


Fig. 2. Arthroscopic view of an articular surface of the cuff presented fiber disruption with displacement. H, humeral head; RC, rotator cuff.

#### 4) 통계 분석 방법

관절측, 점액낭측 및 양측 부분 파열에 대한 동통, 관절운동 범위, 충돌징후, 극상건 검사, 외회전 약화소견 등의 임상 양상과 외상력, 이환 기간에 대해 one way ANOVA test와 Chi-square test를 이용하여 통계학적으로 검증하였다.

### 결 과

부분 파열의 부위에 따른 분포는 관절측 56예, 점액낭측 58예, 양측이 24예였으며 각 군간에 나이, 성별, 외상력 및 이환 기간 등에 따른 통계학적인 차이는 없었다. 이학적 검사에서 관절운동 범위, 충돌 징후, 극상건 검사, 외회전 약화의 양성 빈도도 각 군 간에 통계학적 차이가

관찰되지 않았다(Table 1). 회전근 개 부분 파열은 관절경 소견상 5개의 형태로 분류될 수 있었다. 제 1형은 닳아 헤어진 소견이 있는 경우이며(Fig. 1), 제 2형은 섬유질의 단열이 있으며(fiber disruption) 전위를 동반할 수도 있다(Fig. 2). 제 3형은 층판을 형성하거나 분획화되어 파열부위가 불안정한 경우이다(Fig. 3, 4). 제 4형은 관절측과 점액낭측에 모두 파열이 존재하지만 양측간에 교통은 없는 경우이며(Fig. 5A, B), 제 5형은 제 4형이 더 진행하여 전층 파열로의 진행이 임박한 경우이다(Fig. 6A, B). 제 1형에서 3형까지는 관절측 또는 점액낭측을 명시할 수 있다. 제 1형은 관절측이 20예, 점액낭측이 21예, 제 2형은 관절측이 14예, 점액낭측이 21예, 제 3형은 관절측이 22예, 점액낭측이 16예, 제 4형은 16예, 제 5형은

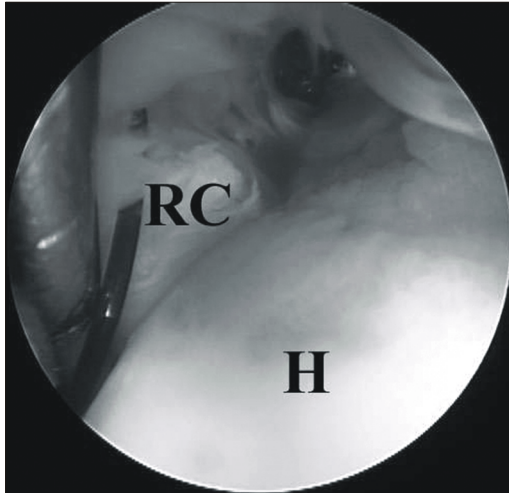


Fig. 3. Arthroscopic image showing flap formation and fragmentation on articular side. RC, rotator cuff; H, humeral head.

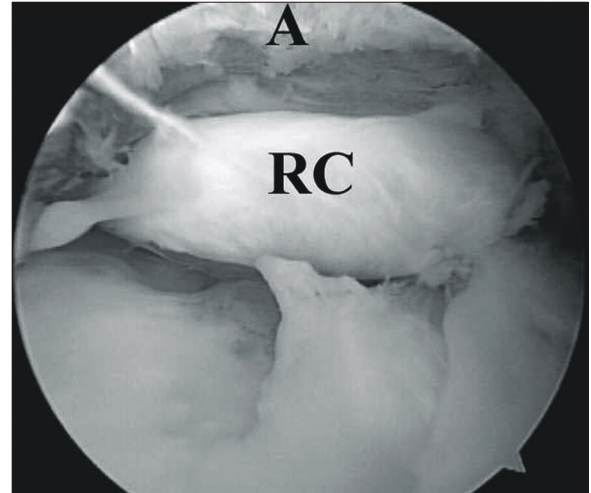


Fig. 4. Arthroscopic image showing fragmentation on the bursal side of the rotator cuff. A, acromion; RC, rotator cuff.

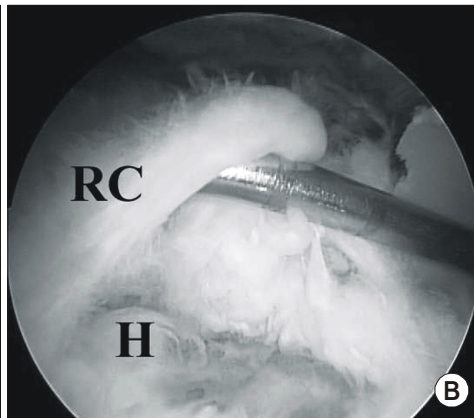
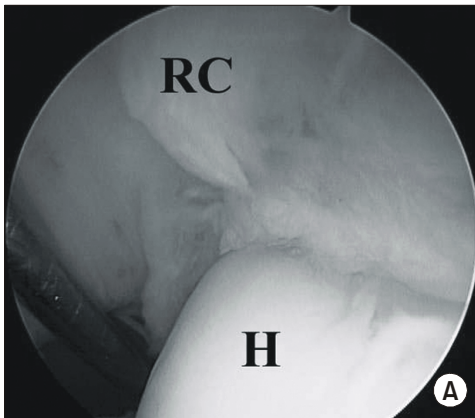


Fig. 5. Arthroscopic views revealed (A) displaced fiber disruption on the articular side of the cuff and (B) a large flap formation on bursal side of the cuff. RC, rotator cuff; H, humeral head.

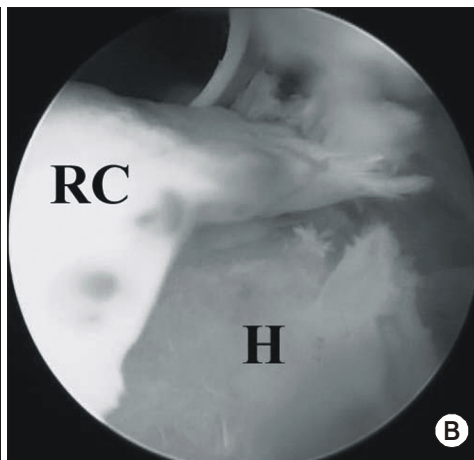
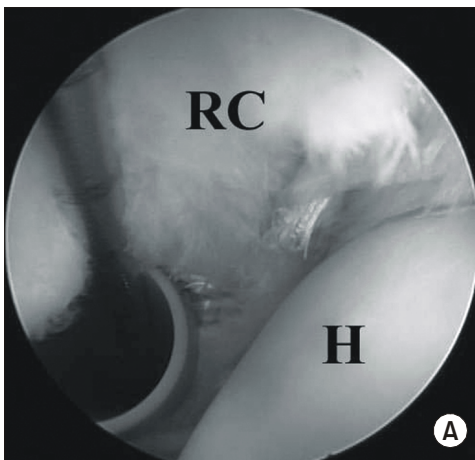


Fig. 6. Arthroscopic finding demonstrated almost completely ruptured tendon fibers like full thickness tear with some fibers remaining in the middle layers of the cuff. (A) articular side and (B) bursal side. RC, rotator cuff; H, humeral head.

8예였다. 치료 방법은 제 1형의 경우 대패기(shaver) 또는 고주파 기구(Radiofrequency device)를 이용하여 변연 절제술(debridement)을 시행할 수 있으며 제 2형은 전위여부에 따라 전위가 있는 경우는 봉합을, 전위가 없는 경우에는 변연 절제술을 시행할 수 있다. 제 3형의 관절측인 경우 불안정한 파열 변연부의 일부를 절제하고 봉합 나사못을 이용한 경건적(transtendon technique) 수기를 이용한 봉합을 할 수 있고 점액낭측인 경우 통상적인 봉합 나사못을 이용한 단순 봉합을 시행할 수 있다. 제 4형의 경우 관절측과 점액낭측에 존재하는 제 1형에서 제 3형까지의 파열의 형태에 대해 각각 변연 절제술 또는 봉합술을 시행할 수 있다. 제 5형의 경우는 전층 파열로 전환 후 봉합술을 시행할 수 있다.

## 고 찰

조직학적 구조 및 생역학적인 측면에 있어 관절측과 점액낭측이 서로 상이한 양상을 보이기 때문에 원인이나 발생 기전도 차이를 보일 수 있으며 따라서 회전근 개 부분 파열의 위치에 따라 임상 양상에 있어서도 다른 양상을 보일 수 있을 것으로 예상되어 다양한 회전근 개 관련 이학적 검사 중 극상건 약화검사, 외회전 약화 소견 및 충돌 징후 등의 검사 방법을 이용하여 관절측과 점액낭측 회전근 개 부분 파열의 임상 양상을 분석하였다<sup>2,5,7,12,14-18,20,21</sup>. 본 논문에서 부분 파열의 위치에 따른 회전근 개 관련 이학적 검사상 현저한 차이를 보이지는 않았는데 이는 대상 환자의 증세 이환 기간이 평균 5개월로서 시간 경과에 따라 동통과 함께 이차적인 관절운동 제한이 수반되어 전형적인 이학적 검사의 발현이 힘들었을 것으로 보인다. 본 논문의 대상 환자 군에서 회전근 개 파열에 어느 정도의 관절 강직이 동반되었으나 이는 전신 마취 후 수동조작 등의 시술을 하지 않더라도 관절운동 범위 확인 과정에서 대개의 경우 완전 관절운동 범위를 회복할 수 있어 진정한 의미의 관절 강직보다는 동통에 의한 이차적인 결과로 보는 것이 타당할 것으로 사료된다.

현재 통상적으로 사용되는 회전근 개 부분 파열의 분류에는 Ellman의 파열의 위치, 두께 및 면적에 따른 분류, Snyder의 파열의 위치와 정도에 따른 분류가 있다<sup>4,22</sup>. 회전근 개 파열은 여러 가지 원인이 복합되어 발생하여 매우 다양한 형태로 나타나므로 실제로 어떠한 분류라 하더라도 회전근 개 부분 파열의 모든 양상을 반영하기는

힘들며 임상적으로는 관절경 수술 시야상에서 파열의 위치와 정도를 파악하여 치료 방법의 결정이나 추시 결과의 분석이 용이한 분류가 요구된다<sup>15</sup>.

회전근 개 중 극상건과 극하건의 조직학적 배열은 5개의 층으로 구성되며 서로 다른 구조적 배열로 되어 있으며 관절측은 건, 인대, 관절낭의 복합체로 구성되어 있어 유연성이 적어 쉽게 파열될 수 있는 반면 점액낭측은 긴장력(tensile load)에 저항하는 건 다발로 구성되어 있어 상대적으로 관절측 부분 파열의 빈도가 더 높다<sup>5,21</sup>. 사체를 이용한 생역학적 실험에서 상지의 외전 시에 극상건에 걸리는 압박력 또는 신연력은 대부분 관절측으로 전달되어 관절측 회전근 개의 파열이 먼저 시작되며 층간의 서로 다른 변형률(strain)에 의해 염전력이 작용하여 건 내 파열(intratendinous tear)을 유발하고 결국에는 전층 파열을 초래한다<sup>7,9,19,20,25</sup>. 반면 점액낭측 파열은 통상 견봉하 충돌 증후군에 의해 주로 발생하지만 충돌증후군에 의해 관절측 또는 건내 파열도 발생할 수도 있다<sup>13,19</sup>. 따라서 생역학적인 성질과 함께 연령에 따른 퇴행성 변화 등의 내적 요인과 충돌 증후군, 외상등의 외적인 요인이 복합적으로 작용하여 발생하는 회전근 개 파열은 관절측 및 점액낭측에 파열이 공존할 수 있다<sup>5</sup>. 최근의 생역학적 연구에서 극상건의 변형률은 해부학적 위치에 따라 차이가 있으며 양측의 건 표면의 골 부착부가 구조적으로 가장 약할 수 있다는 점을 제시하여 이와 같은 양측 파열의 존재를 간접적으로 시사하고 있다<sup>7</sup>. 본 논문에서 제시된 분류에 관절측과 점액낭측 각각에 파열이 존재하나 양측 사이에 교통이 없는 파열의 형태가 이러한 생역학적인 연구 결과를 뒷받침하는 임상적인 근거가 될 수 있을 것으로 사료된다. 본 논문의 분류에서 건내 파열에 대해 언급되지 않았는데 병리조직학적으로 이러한 병변을 동반할 수 있으나 임상적으로 관절경 시야상에서 정확히 진단하기는 어려움이 있으며 부분 파열의 다양한 형태에 따른 치료 방법의 결정이 중요할 것으로 사료된다.

회전근 개 부분 파열에 대한 치료는 보존적 요법이 최초에 시도될 수 있으나 회전근 개 부분 파열에서 치유를 위한 생물학적인 환경의 변화는 일어나지만 적절한 치유로 진행되지 않아 시간경과에 따라 자연 치유가 일어나기 힘들며 파열의 크기가 점차 커져 결국 전층 파열로 진행하므로 수술적 방법이 제시된다<sup>3,6,23,26</sup>. 회전근 개 부분 파열의 치료는 변연절제술(debridement) 또는 견봉 성

형술(acromionplasty)을 포함한 견봉하 감압술(subacromial decompression)에서부터 봉합술까지 다양한 방법이 보고되었는데 이 중 부분 파열의 봉합술은 전층 파열로의 전환 후 봉합하는 방법과 경건적 수기(trans-tendon technique)를 이용한 봉합술이 대표적인 방법이다<sup>10,11,12,22,24</sup>. 부분 파열을 전층 파열로 전환 후 봉합하는 방법은 잔존하는 정상 회전근 개 섬유에 손상을 줄 수 있으며 원래의 해부학적 족적(footprint)으로의 재건이 어렵다는 단점이 있다<sup>10,12</sup>. 또한 극상건 내의 변형률(strain)에 대한 생역학적 실험에 의하면 부분 파열의 두께에 비해 잔존하는 정상 건의 변형률(strain)은 상대적으로 크게 증가하지 않으므로 전층 파열로 전환 후 봉합은 바람직하지 않다는 근거를 제시하고 있다<sup>1</sup>. 관절측 부분 파열의 봉합은 문헌상에서 다양한 수술 방법을 찾을 수 있는데 Snyder가 기술한 회전근 개 부분 파열의 봉합 수기는 관절측 회전근 개의 족적(foot print)에서 견열된 극상건(PASTA: partial articular supraspinatus tendon avulsion)에 회전근 개를 관통하여 삽입된 봉합사사곳의 봉합사를 통과시켜 점액낭측에서 매듭을 형성하는 방법으로 점액낭측의 정상 회전근 개 섬유는 손상을 주지 않으면서 봉합이 가능하다<sup>22</sup>. 이를 바탕으로 한 다양한 수기가 제시되었다<sup>10-12,24</sup>. 본 논문에서 제시된 분류상 제 3형의 파열이 관절측에 존재하는 경우 이와 같은 경건적 수기(transtendon technique)를 이용한 봉합술의 적용이 될 수 있다. 이 같은 수기를 이용하여 봉합할 때에는 가능한 한 낮은 유입액 압력을 유지하여 조직으로의 부종을 예방하여 원활한 관절측과 점액낭측간에 삽입구 교환이 이루어지고 피부표면의 해부학적 이정표(anatomic landmark) 파악이 용이하게 하며 관절측에서 봉합의 시행 전에 견봉하 감압술과 함께 견봉하 공간에 대한 철저한 관절경 검사를 시행하여 정확한 해부학적 족적(foot print) 재건을 위한 관절측 파열과 위치 관계의 파악, 차후의 매듭 형성(knot tying)시의 시야 확보 및 수술 전에 인지되지 않은 점액낭측 회전근 개 병변의 탐색이 가능하도록 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

## 결 론

회전근 개 부분 파열의 진단에서 수술 전 이학적 검사를 통한 임상 양상에 따라 파열 위치를 예측하기는 어려울 것으로 사료되며 관절경하 소견을 통한 새로운 분류가

회전근개 부분 파열의 치료 방침을 결정하는 데에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. **Bey MJ, Ramsey ML, Soslowsky LJ:** Intratendinous strain fields of the supraspinatus tendon: effect of a surgically created articular-surface rotator cuff tear. *J Shoulder Elbow Surg*, 11: 562-569, 2002.
2. **Burkhart SS, Esch JC, Jolson RS:** The rotator crescent and rotator cable: an anatomic description of the shoulder's "suspension bridge". *Arthroscopy*, 9: 611-616, 1993.
3. **Carpenter JE, Thomopoulos S, Flanagan CL, DeBano CM, Soslowsky LJ:** Rotator cuff defect healing: a biomechanical and histologic analysis in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg*, 7: 599-605, 1998.
4. **Ellman H:** Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop Relat Res*, 254: 64-74, 1990.
5. **Fukuda H:** The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br*, 85: 3-11, 2003.
6. **Fukuda H, Hamada K, Yamanaka K:** Pathology and pathogenesis of bursal-side rotator cuff tears viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop Relat Res*, 254: 75-80, 1990.
7. **Huang CY, Wang VM, Pawluk RJ, et al:** Inhomogeneous mechanical behavior of the human supraspinatus tendon under uniaxial loading. *J Orthop Res*, 23: 924-930, 2005.
8. **Jobe CM:** Rotator cuff disorder: anatomy, function, pathogenesis and natural history. In: *Orthopaedic knowledge update*. *Shoulder & Elbow*, AAOS: 143-154, 2002.
9. **Lee SB, Nakajima T, Luo ZP, Zobitz ME, Chang YW, An KN:** The bursal and articular sides of the supraspinatus tendon have a different compressive stiffness. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 15: 241-247, 2000.
10. **Lehman RC, Perry CR:** Arthroscopic surgery for partial rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 19: E81-E84, 2003.
11. **Lichtenberg S, Siebold R, Habermeyer P:** Arthroscopic supraspinatus tendon repair using suture anchors and a modified Mason-Allen technique: an intra-articular approach. *Arthroscopy*, 20: 1007-1011, 2004.
12. **Lo IK, Burkhart SS:** Transtendon arthroscopic repair of



- partial-thickness, articular surface tears of the rotator cuff. *Arthroscopy*, 20: 214-220, 2004.
13. Luo ZP, Hsu HC, Grabowski JJ, Morrey BF, An KN: Mechanical environment associated with rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 7: 616-620, 1998.
  14. MacDonald PB, Clark P, Sutherland K: An analysis of the diagnostic accuracy of the Hawkins and Neer subacromial impingement signs. *J Shoulder Elbow Surg*, 9: 299-301, 2000.
  15. Matava MJ, Purcell DB, Rudzki JR: Partial-thickness rotator cuff tears. *Am J Sports Med*, 33: 1405-1417, 2005.
  16. Murrell GA, Walton JR: Diagnosis of rotator cuff tears. *Lancet*, 357: 769-770, 2001.
  17. Nakajima T, Rokuuma N, Hamada K, Toomatsu T, Fukuda H: Histologic and biomechanical characteristics of the supraspinatus tendon: reference to rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg*, 3: 79-87, 1994.
  18. Park HB, Yokota A, Gill HS, El Rassi G, McFarland EG: Diagnostic accuracy of clinical tests for the different degrees of subacromial impingement syndrome. *J Bone Joint Surg Am*, 87: 1446-1455, 2005.
  19. Reilly P, Amis AA, Wallace AL, Emery RJ: Mechanical factors in the initiation and propagation of tears of the rotator cuff. Quantification of strains of the supraspinatus tendon in vitro. *J Bone Joint Surg Br*, 85: 594-599, 2003.
  20. Reilly P, Amis AA, Wallace AL, Emery RJ: Supraspinatus tears: propagation and strain alteration. *J Shoulder Elbow Surg*, 12: 134-138, 2003.
  21. Rhee YG: Strength weakness, anatomy and biomechanics. In: *The shoulder: diagnosis and treatment*. Yeong Chang Medical Books: 157-162, 2003.
  22. Snyder SJ: Arthroscopic repair of articular supraspinatus tendon avulsions: PASTA lesion of the rotator cuff. In: *Shoulder arthroscopy*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins: 219-229, 2003.
  23. Uthoff HK, Sano H: Pathology of failure of the rotator cuff tendon. *Orthop Clin North Am*, 28: 31-41, 1997.
  24. Waibl B, Buess E: Partial-thickness articular surface supraspinatus tears: a new transtendon suture technique. *Arthroscopy*, 21: 376-381, 2005.
  25. Wakabayashi I, Itoi E, Sano H, et al: Mechanical environment of the supraspinatus tendon: a two-dimensional finite element model analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 12: 612-617, 2003.
  26. Yamaguchi K, Tetro AM, Blam O, Evanoff BA, Teefey SA, Middleton WD: Natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically. *J Shoulder Elbow Surg*, 10: 199-203, 2001.

= 국문초록 =

목 적:

대상 및 방법: 138

결 과: , , 가  
2 5 3 (flap) 1 (fraying) 4  
5 (fragmentation)

결 론: 가  
가

색인 단어: , ,