

회전근개 파열의 병태생리

가톨릭대학교 의과대학 성바오로병원 정형외과학교실

송 현 석

서 론

회전근개의 병태생리는 회전근개의 내재적인 요인과 외재적인 요인으로 구분할 수 있다. 내재적인 요인에는 건 자체의 병인, enthesopathy, 연령에 따른 조직의 퇴행성 변화, 혈류 감소가 있다. 외재적인 요인에는 견봉하 충돌, 회전근개의 과도한 장력, 외상, 반복적인 미세 외상, internal impingement가 있다¹⁵⁾.

Intrinsic Pathology

회전근개 파열의 내재적 요인으로는 회전근개내 혈액 순환의 감소나 연령이 증가하면서 생기는 대사 과정의 변화 등이 있다. Ozaki 등²²⁾은 200예의 사체를 조사하여서 부분 파열이 있는 경우에도 견봉의 변화가 없었으며, 견과열은 회전근개 자체의 퇴행성 변화에 의한 것이라고 주장하였다. Ogata 등²¹⁾도 회전근개 파열의 원인이 건 자체의 변성이 더 주요할 것이라고 하였다.

회전근개의 미세혈류의 변화와 건의 퇴행성 변화 사이의 관계에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다. Codman은 극상건에 있어서 상완골에 부착하는 부위에서 1 cm정도 내측에서 건의 양측으로부터 오는 혈관이 만나는 부위가 있으며, 이 부위가 상대적으로 혈류가 감소하는 critical zone 이라고 하였다. 이 부분에서 회전근개의 내재적인 변화를 유발하고 파열을 일으킬 수 있다고 하였다. 이후에 Rothman 등²³⁾이 사체에서 동맥내로 latex를 주입하여 회전근개내의 혈류 감소를 증명하였다. 그러나 이러한 미세혈관 촬영법이 사체에서 시행되었고 조직학적으로 생체 조

직내의 혈류를 증명한 것이 아니기 때문에 임상적으로 연관성을 규명하는데 한계가 있다고 반론을 제기하는 의견¹⁵⁾도 있다.

회전근개의 관절내 부분 파열이 점액낭내 부분 파열보다 2~3배 가량 많이 발생한다^{12,27)}. 이런 이유로 관절에 가까운 부분이 혈류가 감소하기 때문에 변성이 잘 발생하고 파열이 많다고 하는 의견¹⁷⁾과 관절내 부분에 전단력이 많이 발생하기 때문¹⁵⁾에 빈도가 높다는 의견이 있다.

Impingement Syndrome

Neer¹⁹⁾는 충돌 증후군에 대하여 제 1단계는 견봉하 부종 및 출혈, 제 2단계는 섬유화 및 건염, 제 3단계는 회전근개의 파열로 구분하였다. 그러나 이 구분으로는 부분 파열을 제 2단계와 3단계 어디에 포함시켜야 하는가에 대한 이견이 발생하게 되었다. 따라서 modified Neer staging에서는 제 1단계에 급성 부종 및 출혈에다가 만성 섬유화 및 건염을 포함하였으며, 제 2단계는 회전근개의 부분 파열, 제 3단계는 회전근개의 전층 파열로 구분하였다¹¹⁾. 제 1단계는 대부분 보존적으로 치료가 가능하며, 제 2단계는 증상이 심하고 보존적인 치료에 실패한 경우에는 수술적 치료를 선택할 수 있으며, 제 3단계는 수술적 치료가 요한다.

Acromial Morphology

견봉의 모양에 따라서 회전근개의 병변이 발생할 수 있다는 개념에서, 견봉을 구분하려는 노력들이 있다. Bigliani³⁾는 제 1형을 flat, 제 2형을 curved, 제 3형을 hooked로 구분하였으며, 회전근개 파열 환자의 70%에서 제 3형이 관찰되었다고 하였다. 그러나 Jacobson 등¹⁶⁾에 의하면 intraobserver reliability는 우수하나 interobserver reliability는 불량하기 때문에, 여러 저자들간의 연구를 비교하기 힘들다고 하였다. Acromial angle은 견봉의 전방 1/3의 밑면에 그은 선과 견봉의 후방 2/3의 밑면을 그은 선이 이루는 각으로 정의하며, Bigliani의 분류로 보면 제 1형이 0~12도, 제 2형이 13~27도, 제 3형이 27도 이상에 해당된다²⁶⁾. Acromial slope(tilt)는 견

* Address correspondence and reprint requests to
Hyun Seok Song, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, St. Paul's Hospital,
The Catholic University of Korea
620-56 Jeonnonng-dong, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea
Tel: 82-2-958-2159, Fax: 82-2-965-1456
E-mail: hssongmd@yahoo.com

* 본 종설의 요지는 2005년 대한관절경학회 춘계학술대회에서 발표되었음.

봉이 수평에 가까울수록 견봉하 공간이 줄어들어서 회전근개의 병변을 일으킬 수 있으므로, outlet view에서 견봉의 후방과 오구 돌기의 하연을 이은 선과 견봉의 전후방 하연을 이은 선이 이루는 각도로 정의하였다¹⁾. Lateral acromial angle은 전후방 사진에서 견봉의 하연과 관절와의 상연과 하연을 이은 선이 이루는 각도로 정의하였으며, 각도가 감소할수록 회전근개의 파열이 동반되는 경우가 증가하였다고 한다²⁾.

Bigliani³⁾는 모양을 구분하면서 견봉의 모양이 선천적으로 정해져 있다고 하였으나 Edelson 등⁷⁾과 Nicholson 등²⁰⁾은 퇴행성 변화에 의해서 hooked acromion으로 변형된다는 의견을 제시하였다. Worland 등²⁸⁾은 단순 방사선 검사와 초음파 검사를 실시하여서 연령에 따른 형태의 빈도를 조사하였는데 70세 이상의 93%에서 Bigliani 분류에 의한 II형과 III형이 관찰되었다고 하였다. 그러나 이 문제에 있어서는 아직 의견 일치를 이루지 못하였다.

회전근개의 병변이 있는 환자의 방사선 검사에서는 견봉의 경화 또는 골극 형성 소견, 견봉-상완 골두 간격의 감소, 상완골 대결절의 경화 소견을 관찰할 수 있다. 견봉의 이상 소견은 견봉하 골극 형성이나, Bigliani 제 3형 견봉, acromial keel spur 등을 관찰할 수 있다. Acromial keel spur는 견봉의 하면에 마치 배의 용골처럼 생긴 골극으로서 견봉의 외측연과 견봉-쇄골 관절 사이에 위치하며, 비교적 젊은 여성에서 주로 발견된다. 이는 회전근개의 상연에 심각한 손상을 주며, 관절경 수술 시야에서 이를 견봉-쇄골 관절과 혼동할 수 있다는 의미가 있다²⁵⁾. 견봉-상완 골두 간격은 전후면 방사선 검사에서 측정하며 Ellman 등⁸⁾은 7 mm이하인 경우에 대파열이 있고 수술 후에도 결과가 나쁘다는 것을 의미한다고 하였다.

Asymptomatic Tear

Sher 등²⁴⁾의 연구에 의하면, 96명의 증상이 없는 피험자를 대상으로 MRI 검사를 시행하였는데, 전체적으로는 34%의 회전근개 파열이 있었다. 60세 이상 연령의 54%에서 회전근개 파열이 있었는데, 28%에서 전층 파열과 26%에서 부분 파열이 발견되었다. 40세에서 60세의 연령에서는 4%에서 전층 파열이, 24%에서 부분 파열이 발견되었다. 19세에서 39세의 연령에서는 4%의 부분 파열만이 발견되었다. 이러한 회전근개 파열의 빈도는 연령의 증가에 비례하였다.

Milgrom 등¹⁸⁾은 증상이 없는 피험자를 대상으로 초음파를 시행하여서 회전근개의 연속성을 조사하였는데, 50세 이후부터 부분 또는 전층 파열의 빈도가 급격히 증가하였다고 하였다. 60대에서는 50% 이상에서, 그리고 80대 이상에서는 80%에서 회전근개의 파열이 확인되었다.

회전근개의 전층 파열이 있음에도 불구하고 능동적인 외전이 가능한 환자가 있는데 이를 소위 "functional rotator cuff tears"라고 한다. 이에 대한 설명으로 Burkhart 등⁴⁾은 "suspension bridge" 개념을 제시하였다(Fig. 1). 회전근개의 완전 파열이 극상건의 무혈대(avasascular zone)에서 발생하여도 현수교처럼 load를 분산시켜서 상완 골두를 누르는 효과를 지속할 수 있다면 정상 kinematics를 유지할 수 있다고 하였다. 또한 회전근개의 수술 시에 근육 구축으로 인하여 완전한 봉합을 얻지 못한 경우에도 우수한 결과를 얻을 수 있었던 이유를 이 개념으로 설명하였다. 해부학적으로는 rotator cable로 이 개념을 설명할 수 있다⁵⁾(Fig. 2). 골부착부에 인접한

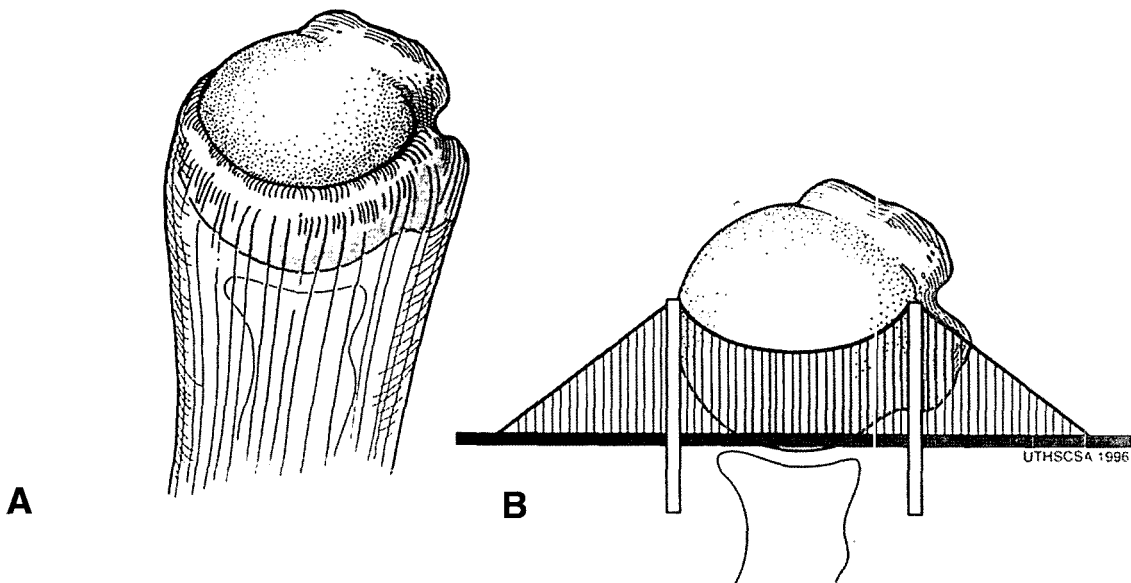


Fig. 1. Suspension bridge model. (From Burkhart SS: Clin Orthop 284:144, 1992)

rotator crescent는 얇은 조직이며, 이보다 2.59배 두꺼운 환형의 구조물이 내측에 연결되어 있는데 극상건의 부착부부터 극하건의 부착부까지 연결되어 있다. 이를 rotator cable이라고 한다. 따라서 정상에서는 rotator cable에 의해서 rotator crescent는 stress-shield 상태이며, 고령에서 crescent에만 국한된 퇴행성 파열이 발생하였을 때 굳이 봉합 수술이 필요없다고 하였다.

Pain of Rotator Cuff Tear

회전근개 파열의 증상은 동통이 가장 심하며, 대부분 건관절의 전방에 느껴지며 팔의 사용에 의하여 악화된다. 대개 야간에 악화되어서 수면을 방해하게 된다. 동통은 전층 파열에 비하여 부분 파열의 경우에 더 심하며, bursal-side의 병변이 있는 경우에 더 동통을 느끼게 된다. 회전근개 파열의 다른 증상으로 근력 약화와 상방 사용시 피로감, 또는 능동적인 외전이 안되는 경우가 있다.

Iannotti¹⁵⁾는 동통의 원인이 건봉하 점액낭의 염증, 기계적인 요인, 활액막염, glenohumeral kinematics의 변화에 의한 것이라고 하였다. Fukuda 등¹⁶⁾은 점액낭염의 정도가 증상과 연관성이 있다고 하였으며, Gotoh 등¹⁷⁾은 점액낭 내의 substance P의 증가가 회전근개 파열 환자의 동통과 연관이 있다고 하였다.

Burkhart 등¹⁸⁾은 회전근개 파열 부위가 건봉하 충돌하는 subacromial edge instability와 회전근개 파열의 외측면이 상완골두와 충돌하는 articular edge instability로 동통을 설명하였다. 그러나 비정상적인 glenohumeral kinematics로 인해라도 동통이 발생할 수 있

는데, Yamaguchi 등²⁰⁾은 이런 kinematics의 단독 이상만으로는 증상을 만드는 요인이 아니라고 하였다.

Natural History

회전근개의 섬유는 장력을 받기 때문에 파열이 되는 경우에는 수축이 발생한다. Iannotti¹⁵⁾는 어떤 환자에서도 결손 부위가 메워지는 소견은 없었다고 하며, 회전근개의 파열된 부분에 작용하여 재생에 도움이 되는 물질들이 활액에 의해서 씻겨지기 때문에 재생이 방해된다고 하였다. Fukuda 등¹⁶⁾은 나이, 섬유의 수축과 팔의 무재에 의해서 파열 부위가 벌어지는 것, 건 내의 shear stress, 건봉하 충돌 등이 파열된 건의 봉합 후 치유를 저하시키는 요인에 해당하며, 사체 조사에서 자체 치유되는 소견은 관찰할 수 없었다고 하였다. 그러나 Hamada 등¹⁴⁾은 회전근개의 파열 부위에서 정상적인 건에서 보다 많은 $\alpha 1$ type-I procollagen mRNA가 발견되었고, 파열이 발생한지 4개월이 내의 조직에서 그 이후의 조직보다 많이 관찰되었는데, 이것이 자체 재생의 증거일 수 있다고 하였다. 그러나 아직은 회전근개의 자체 재생에는 이견이 많다.

Yamanaka 등²¹⁾은 수술을 시행하지 않은 회전근개의 관절내 부분 파열 환자를 2년 이상 추시한 뒤 관절 조영술을 시행하였는데, 10%에서는 파열의 크기가 감소하였으며, 10%는 파열 소견이 없어졌으며, 80%에서는 파열의 부위가 증가하고 전층 파열로 진행하였다. Yamaguchi 등²⁰⁾은 한쪽 어깨에만 증상이 있고 반대쪽은 증상이 없는 환자를 대상으로 초음파 검사를 시행하였으며, 부분 파열이 있으나 무증상이었던 환자의 2.8년 추사에서 그 중 51%에서 증상이 발생하였다고 한다. 또한 파열의 크기가 감소

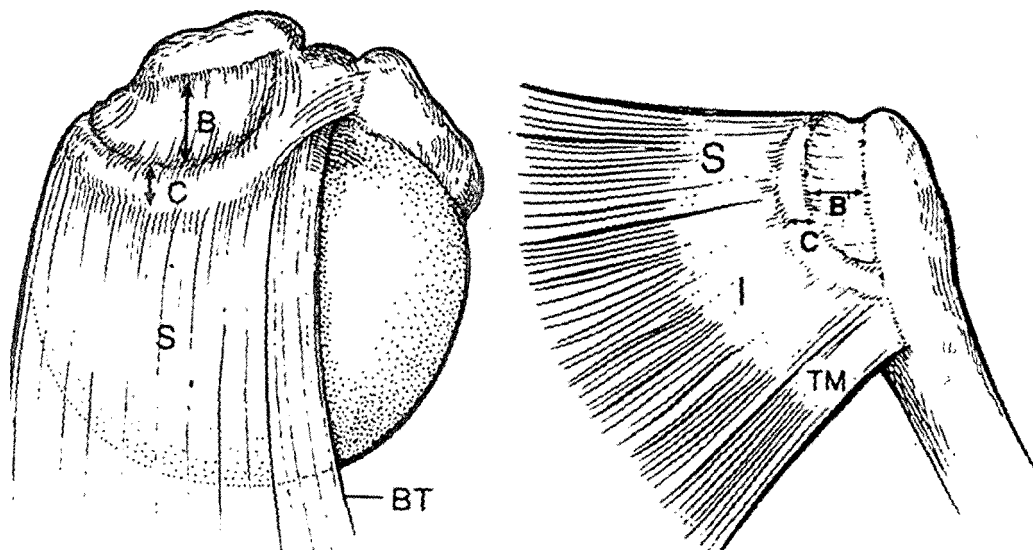


Fig. 2. Superior and posterior projections of the rotator cable and crescent. (From Burkhart SS: Arthroscopy 9(6):614, 1993)

하였던 경우는 없었다고 하였다.

결 론

회전근개 파열은 여러 가지 복합적인 원인에 의해서 발생하며, 그 원인 및 기전을 잘 이해함으로써 회전근개 파열의 진단 및 치료에 도움이 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- 1) **Aoki M, Okamura K, Fukushima S, Takahashi T and Ogino T:** Transfer of latissimus dorsi for irreparable rotator-cuff tears. *J Bone Joint Surg Br*, 78:761-766,1996.
- 2) **Banas MP, Miller RJ and Totterman S:** Relationship between the lateral acromion angle and rotator cuff disease. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:454-461,1995.
- 3) **Bigliani LU, D' Alessandro DF, Duralde XA and McIlveen SJ:** Anterior acromioplasty for subacromial impingement in patients younger than 40 years of age. *Clin Orthop*, 246:111-116,1989.
- 4) **Burkhart SS:** Fluoroscopic comparison of kinematic patterns in massive rotator cuff tears. A suspension bridge model. *Clin Orthop*, 284:144-152,1992.
- 5) **Burkhart SS:** Arthroscopic debridement and decompression for selected rotator cuff tears. Clinical results, pathomechanics, and patient selection based on biomechanical parameters. *Orthop Clin North Am*, 24:111-123,1993.
- 6) **Burkhart SS:** Reconciling the paradox of rotator cuff repair versus debridement: A unified biomechanical rationale for the treatment of rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 10:4-19,1994.
- 7) **Edelson JG and Taitz C:** Anatomy of the coraco-acromial arch. Relation to degeneration of the acromion. *J Bone Joint Surg Br*, 74:589-594,1992.
- 8) **Ellman H, Hanker G and Bayer M:** Repair of the rotator cuff. End-result study of factors influencing reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 68:1136-1144,1986.
- 9) **Fukuda H, Hamada K, Nakajima T and Tomonaga A:** Pathology and pathogenesis of the intratendinous tearing of the rotator cuff viewed from en bloc histologic sections. *Clin Orthop*, 304:60-67,1994.
- 10) **Fukuda H:** Partial-thickness rotator cuff tears: A modern view on codman's classic. *J Shoulder Elbow Surg*, 9:163-168,2000.
- 11) **Fukuda H:** The management of partial-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br*, 85:3-11,2003.
- 12) **Gartsman GM and Milne JC:** Articular surface partial-thickness rotator cuff tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:409-415,1995.
- 13) **Gotoh M, Hamada K, Yamakawa H, Inoue A and Fukuda H:** Increased substance p in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res*, 16:618-621,1998.
- 14) **Hamada K, Tomonaga A, Gotoh M, Yamakawa H and Fukuda H:** Intrinsic healing capacity and tearing process of torn supraspinatus tendons: In situ hybridization study of alpha 1 (i) procollagen mrna. *J Orthop Res*, 15:24-32,1997.
- 15) **Iannotti JP, Williams, G.R.:** Disorders of the shoulder : Diagnosis and management. Philadelphia, *LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS*: 1999.
- 16) **Jacobson SR, Speer KP, Moor JT, et al.:** Reliability of radiographic assessment of acromial morphology. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:449-453,1995.
- 17) **Lohr JF and Uthoff HK:** The microvascular pattern of the supraspinatus tendon. *Clin Orthop*, 254:35-38,1990.
- 18) **Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S and van Holsbeeck M:** Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br*, 77:296-298,1995.
- 19) **Neer CS, 2nd:** Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*, 54:41-50,1972.
- 20) **Nicholson GP, Goodman DA, Flatow EL and Bigliani LU:** The acromion: Morphologic condition and age-related changes. A study of 420 scapulas. *J Shoulder Elbow Surg*, 5:1-11,1996.
- 21) **Ogata S and Uthoff HK:** Acromial enthesopathy and rotator cuff tear. A radiologic and histologic postmortem investigation of the coracoacromial arch. *Clin Orthop*, 254:39-48,1990.
- 22) **Ozaki J, Fujimoto S, Nakagawa Y, Masuhara K and Tamai S:** Tears of the rotator cuff of the shoulder associated with pathological changes in the acromion. A study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am*, 70:1224-1230,1988.
- 23) **Rothman RH and Parke WW:** The vascular anatomy of the rotator cuff. *Clin Orthop*, 41:176-186,1965.
- 24) **Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ and Zlatkin MB:** Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am*, 77:10-15,1995.
- 25) **Snyder SJ:** Shoulder arthroscopy. *LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS*: 2003.
- 26) **Toivonen DA, Tuite MJ and Orwin JF:** Acromial structure and tears of the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:376-383,1995.
- 27) **Weber SC:** Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the management of significant partial-thickness tears of the rotator cuff. *Orthop Clin North Am*, 28:79-82,1997.

- 28) **Worland RL, Lee D, Orozco CG, SozaRex F and Keenan J:** Correlation of age, acromial morphology, and rotator cuff tear pathology diagnosed by ultrasound in asymptomatic patients. *J South Orthop Assoc*, 12:23-26,2003.
- 29) **Yamaguchi K, Sher JS, Andersen WK, et al.:** Glenohumeral motion in patients with rotator cuff tears: A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*, 9:6-11,2000.
- 30) **Yamaguchi K, Tetro AM, Blam O, Evanoff BA, Teefey SA and 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.
- 31) **Yamanaka K and Matsumoto T:** The joint side tear of the rotator cuff. A followup study by arthrography. *Clin Orthop*, 304:68-73,1994.