

회전근개 손상의 최신 치료

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실

하 권 익

— Abstract —

Current Trend of Management of the Rotator Cuff Injury

Kwon-Ick Ha, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Samsung Seoul Hospital,
Sung Kyun Kwan University, Seoul, Korea*

Rotator cuff disease is the most common cause of shoulder pain. Recent understanding of structure and mechanics enables scientific approach to the treatment of the cuff tear. It is an integral component in the normal movement and function of the shoulder. This article addresses current knowledge of the structure and biomechanics of the rotator cuff, and reviews various kind of operative treatment.

서 론

회전근개의 생리

회전근개 손상은 성인에서 견관절 동통의 가장 많은 원인이다. 최근 회전근개의 생리학적 특성, 생역학적 기능에 대해 많은 연구를 통해 수술적, 비수술적 치료에 대한 보다 과학적인 접근이 이루어지고 있다. 회전근개의 손상을 올바르게 치료하기 위해서는 먼저 회전근개의 조직학적 특성, 견관절 또는 견갑관절의 구조 및 생역학적 특성, 손상의 기전등을 잘 이해하여야 한다.

회전근개는 일반 건의 형태와는 다른 구조를 가지고 있는데, 회전근개를 이루는 여러 회전근의 교원섬유가 합쳐져 서로 교차하여 상완골에 부착 부위에서는 하나의 구조물로 융합한다. 극상건은 오구상완인대(coracohumeral ligament)와 주위 다른 회전근개로 부터 나온 섬유에 의해 보강된다. 회전근개는 조직학적으로 5층의 구조를 가지고 있다. 교원섬유의 대부분은 제 1형이며 소

※통신저자 : 하 권 익

서울특별시 강남구 일원동 50
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실

량의 제 3형, 제 12형이 같이 존재한다. 이 제 3형 교원섬유는 회전근개의 퇴행성성변화, 노화 및 회전근개 파열 시에 증가한다^{11,17,20}. 회전근개의 glycosaminoglycan(GAG)은 일반적인 건조직보다 많은데 Berensen¹¹등의 연구에 의하면 정상 성인의 회전근개의 GAG함량은 이두박건의 약 2.5배이다. 또한 이 GAG의 50%는 hyaluronic acid로 이루어져 있다. 정상적인 극상건은 건 섬유연골의 GAG성분과 거의 유사하여 이 부위가 지속적인 압박력과 전달력이 작용으로 인한 변화가 일어난 것이라고 한다⁶. 회전근개의 혈관 분포는 골막, 근건 경계 부위, 점액낭 부위(bursal surface)에 주로 존재하며 극상건의 부착부에는 혈관 분포가 감소되어 있고(critical zone) 관절낭 부위(articular surface)가 점액낭 부위보다 혈관 분포가 저하되어 있다. 회전근개의 손상의 기전은 외적인 요인(extrinsic mechanism)과 내적인 요인(intrinsic mechanism)이 주장되고 있는데 외적인 요인으로는 외력에 의한 손상, 반복적인 작은 손상, 일차 견봉하 충돌증후군(primary impingement syndrome), 이차 견봉하 충돌증후군(secondary impingement syndrome), 내충돌증후군(internal impingement) 등이 있고 내적인 요인으로는 혈관 분포의 감소와 나이와 관련된 변성이 있다^{13,16}.

강한 외력에 의한 회전근개의 파열은 비교적 흔하지 않는 기전으로 주로 40세 이전에서 발생하는 회전근개 파열의 원인이며 반복적인 작은 손상은 40세 이후 나이와 관련되어 변성이 있는 회전근개에서 파열이 발생하는 원인으로 설명되고 있다. 특히 관절면의 회전근개의 부분 파열은 야구 선수 등 회전근개의 반복적인 편심성수축(repetitive eccentric contraction)이 일어나는 운동선수에서 주로 발생한다(Fig. 1).

회전근개의 구조

회전근개는 상완골 결절에 부착 부위 가까이에서 하나의 연속적인 구조물로 융합하여 상완골두를 덮고 있는데 Clark와 Harryman⁵에 의하면 5층으로 구성되어 있다고 한다. 점액낭 부위에서부터 제1층은 오구상완인대의 표층섬유이고 제 2

층은 회전근개의 중심섬유이고 제3층은 역시 두꺼운 건섬유이나 제2층보다는 작은 크기의 섬유로 구성되어 있고 제4층은 오구상완인대의 내층 섬유로 제 2층과 제 3층의 건섬유의 주행방향과 직각으로 주행하며 육안적으로 회전근개의 관절면에 팽대 되어 보이는 횡대(transverse band, pericapsular band, rotator cable)이다. 이 횡대는 회전근개의 힘을 분산시키는 작용을 하여 증상이 없는 회전근개 파열을 설명하는 구조물이며, 제5층은 관절낭이다.

회전근개 파열을 중요한 역할을 하는 구조물인 오구견봉아치는 오구돌기, 오구견봉인대와 견봉의 전열이 이루는 회전근개를 덮고 있는 지붕과 같은 구조로 견봉하 충돌 증후군의 중요한 해부학 구조이다. 견봉의 전연은 Bigliani등²에 의하면 굴곡 정도에 따라 평편형(flat type, type I), 굴곡형(curved type, type II)와 갈고리형(hooked type, type III)로 분류할 수 있는데 제 2, 3형에서 회전근개 파열의 빈도가 높다고 한다. 또한 Snyder등¹⁰은 견봉의 전 1/3부위와 중간 1/3부위의 경계에서 측정된 견봉의 두께에 따라 8mm보다 작은 A형, 8-12mm인 B형과 12mm보다 두꺼운 C형으로 분류하였고, 제 III형의 여자



Fig. 1. Intraarticular view of the rotator cuff tear.

환자의 34%는 A형으로 이때 견봉하 감압술이 얇은 견봉의 전연에 골절이 발생할 수 있어서 주의를 요한다고 하였다. 오구견봉인대는 외측대와 내측대로 구성되어 있는데 외측대가 견봉하 충돌과 관련이 있다.

회전근개의 생역학

극상건의 전방부는 후방부보다 두껍고 최대응력(ultimate load)이 크고, 탄성계수(modulus of elasticity)가 커서 극상건의 주기능을 담당한다¹⁰⁾. 또한 회전근개의 점액낭면은 관절낭면보다 탄성계수가 낮고 최대응력은 커서 동일한 부하에서 관절낭쪽의 회전근개가 점액낭쪽보다 더 쉽게 손상을 받는다¹²⁾. 실제 회전근개의 부분 파열은 관절낭면에서 더 많이 발생한다. 회전근개 파열의 역학적 모형은 여러 가지가 주장되고 있는데 Burkhart⁴⁾의 기능적 회전근개 파열(functional rotator cuff tear)모형은 주목할 만 하다. 기능적 회전근개 파열이란 첫째 회전근개에 작용하는 힘의 합(force couples)이 시상면과 횡단면에서 정상이어야 하며, 둘째, 안정된 지주역학 형식(stable-fulcrum kinematic pattern)이 있어야 하며, 셋째, 현수교(suspension bridge)의 역학구조가 유지되어야 하고, 넷째, 파열이 최소 표면적(minimal surface area)에서 일어나야 하고, 다섯째, 파열된 회전근개의 가장자리 안정성(edge stability)이 있어야 한다.

시상면의 힘의 합은 삼각근의 힘과 회전근개의 하방부의 힘이 상호역 작용하여 벡터합이 영이 되어야 한다는 것이고 이보다 더 중요한 횡단면의 힘의 합은 회전근개의 전방부, 즉 견갑하근의 힘과 회전근개의 후방부인 극하근과 소원근의 힘의 합이 같아야 한다는 것이다. 외상완관절의 지주대가 안정되기 위해서는 회전근개의 파열이 전방부나 후방부에 치우쳐져 있어서는 안되고 파열이 극상근과 극하근의 일부에 국한되어야 한다. 회전근개 파열의 현수교 모델은 파열된 회전근개의 전후방 부착부가 현수교의 지주로 작용하고 파열된 극상건이 케이블로 작용하여 극상건의 힘이 지주로 전달되어 비록 극상건이 파열되어도 여전히 상완 골두의 압박진(compressor)으로 작용한다.

관절경시에 볼 수 있는 회전근개의 두꺼운 케이블은 보다 외측에 있는 크레센터를 응력으로부터 보호하는 역할을 하며(stress-shielding effect) 케이블이 우세한 견관절에서는 크레센터에서의 파열이 있어도 현수교 모델에 의해 극상건의 작용이 유지된다고 한다. 일반적으로 젊은 사람의 회전근개는 케이블이 뚜렷하지 않고 크레센터가 보다 두꺼운 크레센터 우세(crescent dominant) 회전근개를 가지고 있지만 나이가 들수록 비교적 혈관분포가 적은 크레센터는 얇아지고 케이블이 작용하는 응력을 담당하게 되어 비대해져 케이블 우세(cable dominant) 회전근개로 변화하게 된다고 한다. 최소 표면적이란 두개의 기둥사이의 최소면적으로 이 최소 표면적에서는 모든 방향으로 작용하는 힘이 일정하며 회전근개의 크레센터 부분이 최소면적에 해당되며 이 부분에 국한된 파열은 기능적 회전근개 파열이라 할 수 있다. 마지막으로 파열의 가장자리 안정성은 파열된 부분의 불안정한 파열판(unstable flap)이 견봉 아래(subacromial edge instability) 또는 상완골두와 회전근개 케이블 사이(articular edge instability)에서 충돌 현상이 일어나는 것을 의미한다.

이러한 기능적 회전근개 파열은 회전근개의 기능이 유지되어 있다고 볼 수 있고 따라서 모든 회전근개 파열은 봉합할 필요는 없으며 또한 매우 심한 회전근개의 파열에서 완전 봉합이 불가능할 경우 기능적 회전근개 파열이 되도록 부분 봉합을 실시하는 것도 좋은 결과를 나타낼 수 있다고 한다.

회전근개 파열의 치료

회전근개의 부분 파열은 주로 관절면에서 발생하며 치료에 있어서 논란이 있는데 관절경적 변연절제술과 견봉성형술의 결과가 항상 성공적인 것만은 아니다. Ellman⁷⁾은 25%에서 재수술이 필요하였다고 하였고, Esch⁸⁾은 76%에서만 만족할 만한 결과를 보였다고 보고하였으며, Oglivie-Harris¹⁴⁾는 50%의 호전을 보고하였다. 일부에서는 회전근개의 부분 파열도 개방 봉합술을 주장하고 있으며 부분 파열의 정도를 분류하여 변연절제술과 봉합술의 적응을 제시하였다. Ellman⁷⁾은

부분 파열의 깊이를 제1형은 0-3mm, 제 2형은 3-6mm 및 제 3형은 6mm 이상으로 분류하였고 Snyder 등¹⁹⁾은 부분 파열의 크기와 관절면, 점액낭면에 따라 분류하였다. Weber²⁰⁾의 보고에 의하면 회전근개 두께의 50% 이상 파열 시에는 변연절제술보다는 봉합술을 실시하는 것이 장기적인 결과가 우수하다고 하였다.

부분 파열의 봉합방법은 개방봉합술과 순수 관절경적 봉합술이 있는데, 개방봉합술을 실시할 때도 먼저 관절경 검사를 실시하여 회전근개의 외관, 관절연골 등의 손상 유무를 확인하여야 하며, 관절면에서 부분 회전근개 파열 시에는 척추침과 표식사(making suture)를 이용하여 파열 부위를 표시한 후 가능한 한 삼각근의 부착 부위를 박리하지 않고 최소한의 절개(mini-open)를 통해 봉합을 실시하여 한다. 피부 절개는 표식사로 표시한 부위에서 견봉의 외면으로 부터 종절개하고 삼각근을 피부 절개와 평행하게 절개한 후 부분 파열된 회전근개 부위의 변성된 부분은 절개하고 상완결절에 다시 봉합한다. 관절경을 이용한 부분 파열의 봉합은 수술 수기가 어려운 점이 있으나 피부 절개, 삼각근 손상을 배제할 수 있다는 점에서 장점이 있다. 먼저 변성된 파열 끝 부분을 shaver 등으로 정리한 후 두개 또는 세개의 척추침을 견봉의 외면에서 삽입하여 부분 파열된 파열 판을 통과시키고 0번 PDS 봉합사를 통과시킨다. 봉합사 retriever로 PDS의 한쪽 끝을 다른 척추침으로 빼낸 후 견봉하로 관절경을 삽입한 후 봉합을 실시한다.

회전근개의 전층 파열의 치료는 전통적인 삼각근의 기시부를 박리하고 회전근개를 봉합하는 전통적인 방법에서 관절경의 이용으로 관절경적 견봉하 감압술과 최소 절개를 통한 봉합술 그리고 순수 관절경적 봉합술로 발전하였다^{3,15,19)}. 전통적인 개방봉합술은 삼각근의 기시부를 견봉으로부터 박리하기 때문에 수술은 용이하나 수술 후 환자의 재활에 문제가 많은 단점이 있다. 관절경을 이용한 최소절개 봉합술은 삼각근 기시부를 보존하기 때문 수술 후 동통이 적고 재활이 빠른 장점이 있으나 대부분, 극상건에 국한된 크기가 중간정도 이하의 파열에서만 가능하고 크기가 큰 파열에서는 적용하기가 어려운 단점이 있다. 이학적 검사

에서 극하건의 심한 위축이 있고 견관절 외회전력이 심하게 감소해 있거나 lift-off 검사⁹⁾에서 양성인 경우는 극하건의 심한 파열 견갑하근의 파열을 의미하므로 최소절개를 통한 봉합술로는 봉합이 어렵다. 순수 관절경적 회전근개 봉합술의 적용은 최소절개 봉합술과 비슷하나 수술 수기가 어렵고 봉합축(suture hook)이나 펀치등의 별도의 기구가 필요하다. 환자는 비치의자에 왕좌위로 높거나 외측위로해서 후방삽입구 전상방삽입구, 외측삽입구를 이용하며 수술 단계는 견관절 관절경 시술, 점액낭 제거, 관절경적 봉합의 가능 여부 판단, 파열의 양상 파악, 오구견봉인대 제거, 견봉성형술, 대결절의 봉합부위 준비, anchor 삽입, 회전근개 봉합 및 결찰의 순서로 이루어진다. 파열의 크기가 매우 큰 회전근개의 파열의 견봉하 감압술과 변연절제술은 대체로 단기 결과는 양호하나 장기적으로 결과가 악화된다고 한다.

요 약

회전근개는 견관절의 생역학적 기능에서 매우 중요한 구조물로 파열의 크기, 위치, 양상, 환자의 나이, 활동 정도에 따라 적절한 치료가 요구되며 가능한 한 삼각근의 기능을 저하시키지 않는 방법으로 봉합술을 실시하는 것이 바람직하다.

REFERENCES

- 1) Berenson MC, Blevins FT and Plaas AHK : Proteoglycans of human rotator cuff tendons. *J Orthop Res*, 14:518-525, 1996.
- 2) Bigliani LU, Ticker JB and Flatow EL : The relation ship of acromial architecture to rotator cuff disease. *Clin Sports Med*, 10:823-838, 1991.
- 3) Burkhart SS : Arthroscopic debridement and decompression for selected rotator cuff tears. *Orthop Clin North Am* 24:111-123, 1993.
- 4) 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.
- 5) Clark JM and Harryman DT II : Tendons, ligaments, and capsule of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg*, 74-A:713-725, 1992.

- 6) **Duncan R and Misler S** : Voltage-activated and stretch-activated Ba²⁺ conducting channels in an osteoblast-like cell line (UMR 106). *FEBS Lett*, 251:17-21, 1989.
- 7) **Ellman H** : Diagnosis and treatment of incomplete rotator cuff tears. *Clin Orthop*, 254:64-74, 1990.
- 8) **Esch JC, Ozerkis LR and Helgager JA** : Arthroscopic subacromial decompression: Results according to the degree of rotator cuff tear. *Arthroscopy*, 4:241-290, 1988.
- 9) **Gerber C and Krushnell RJ** : Isolated rupture of the tendon of the subscapularis muscle: Clinical features in 16 cases. *J Bone Joint Surg*, 73-B:389-394, 1991.
- 10) **Itoi E, Berglund LJ and Grabowski JJ** : Tensile properties of the supraspinatus tendon. *J Orthop Res*, 13:578-584, 1995.
- 11) **Kumagai J, Sarkar K and Uthoff HK** : The collagen types in the attachment zone of rotator cuff tendons in the elderly: An immunohistochemical study. *J Rheumatol*, 21:2096-2100, 1994.
- 12) **Nakajima T, Rokuuma N and Hamada K** : Histologic and biomechanical characteristics of the supraspinatus tendon: Reference to rotator cuff tearing. *J Shoulder Elbow Surg*, 3:79-87, 1994.
- 13) **Noyes FR** : Functional properties of knee ligaments and alterations induced by immobilization: A correlative biomechanical and histological study in primates. *Clin Orthop*, 123:210-242, 1977.
- 14) **Oglivie-Harris DJ** : Arthroscopic surgery of the shoulder: A general appraisal. *J Bone Joint Surg*, 68-A:201-207, 1986.
- 15) **Paulos LE and Kody MH** : Arthroscopically enhanced "miniapproach" to rotator cuff repair. *Am J Sports Med*, 22:19-25, 1994.
- 16) **Rathbun JB and McNab I** : The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg*, 52-B:540-553, 1970.
- 17) **Riley GP, Harrall RL and Constant CR** : Tendon degeneration and chronic shoulder pain: Changes in the collagen composition of the human rotator cuff tendons in rotator cuff tendinitis. *Ann Rheum Dis*, 53:359-366, 1994.
- 18) **Snyder SJ, Pachelli AF and Pizzo WD** : Partial-thickness rotator cuff tears: Results of arthroscopic treatment. *Arthroscopy*, 7:1-7, 1991.
- 19) **Snyder SJ** : Arthroscopic evaluation and treatment of the rotator cuff. In: Snyder SJ ed. *Shoulder Arthroscopy*: 1st ed. New York, McGraw-Hill: 133-178, 1994.
- 20) **Tomonaga A, Hamada K and Gotoh M** : Localization of mRNA of procollagen {alpha}1 type III in torn supraspinatus tendons by in situ hybridization. *J Shoulder Elbow Surg*, 4:S69, 1995.
- 21) **Weber SC** : Arthroscopic debridement and acromioplasty versus mini-open repair in the management of significant partial-thickness tears of the rotator cuff. *Orthop Clin N Am*, 28:79-82, 1997.