

회전근 개 질환의 병태생리와 자연경과, 비수술적 치료

가톨릭의과대학 서울성모병원

김 양 수

서 론

회전근 개 질환은 연령 증가에 따라 발생 빈도가 증가하여 중년기 이후 만성 건관절 동통의 가장 흔히 발생하는 건관절 질환으로 알려져 있다.

회전근 개 질환(rotator cuff disease)은 견봉하 충돌증후군(subacromial impingement syndrome), 회전근개 부분 파열, 회전근개 전층 파열, 광범위 회전근개 파열, 그리고 회전근개 파열 관절병증(cuff tear arthropathy) 등이 포함된다. 이들 회전근개 병변은 서로 별개의 질환이 아니고, 단지 점액낭(bursa)의 자극만 있는 충돌 증후군에서부터 회전근개 건의 병변, 나아가 건관절의 관절병으로 진행되는 연장선상에 있는 일련의 과정으로 이해된다. 하지만 회전근개 질환에 대해 많은 연구 성과와 발전에도 불구하고 그 발병 기전과 병태생리에 대한 연구는 미미하였으며 최근 들어 생역학과 분자생물학 등의 기초 연구가 활발해지면서 회전근개 질환의 발병 원인과 병리에 대한 연구에 많은 진전이 있었다. 회전근개 파열은 급성 외상으로 발생하는 경우도 있으나 대부분의 환자는 특별한 외상력 없이 건관절 통증이 발생하면서 진단을 받게 되는 경향이 있어서 예로부터 급성 외상 이외의 다른 발병 원인을 찾으려는 시도가 있어왔다. 본 장에서는 회전근개 질환의 발생에 대한 병태생리와 그 자연경과, 보존적 치료에 대하여 간단히 설명하기로 한다.

회전근개 질환의 병태생리

1. 해부학적 요인

: Impingement through the “supraspinatus outlet” (Extrinsic mechanism)

Neer는 회전근개가 supraspinatus outlet 을 통과할 때 발생할 수 있는 충돌이 건파열의 한 원인이 될 수 있다고 생각하였다. 그 후 Bigliani는 견봉의 형태와 회전근개의 발생이 연관성이 있음을 주창하면서 견봉의 형태를 세가지 형태학적으로 분류하여(Bigliani classification) type III 견봉(hooked type)에서 회전근개 파열이 빈발하였으며 이는 이러한 형태의 견봉이 견봉하 공간을 더욱 좁게 만들어 회전근개와 견봉과의 충돌을 야기하기 때문인 것으로 생각하였다. 그러나 Lee 등은 견봉하 면의 접촉 기하학에 대한 생역학 연구; 정상 회전근개 군(n=20)과 회전근개 파열 군(n=20)의 비교 연구를 한 결과, 회전근개의 파열 여부와 관계없이 견봉하 면의 접촉 양상은 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다¹⁷. 결론적으로 견봉 형태 이외 다른 요소가 회전근개 파열에 중요한 역할을 할 것이라고 주장하였다. 회전근개 손상은 단지 견봉하 아래에서의 충돌(충돌 증후군)에 의한 외부 압박에 의하여 발생하는 것이 아니라 회전근개 자체의 내부 변성(intrinsic degeneration)이나 염증 반응의 영향 등 여러 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 알려지고 있다.

2. 혈행성 요인

일찍이 Codman은 72 사체에서 microinjection을 이용한 연구에서 “임계대(critical zone)”의 개념을 도입하였다. 즉, 회전근 개 유착부위에서 1 cm 근위 부위에 허혈점이 존재하여 이곳에서 건의 파열이 쉽게 일어난다는 주장이다. 하지만 이는 작은 혈관의 혈행이 사체에서는 정확히 반영되기가 힘들다는 이유로 실제 혈관 분포를 나타낸다고 볼 수 없다는 주장이 끊임없이 제기되었다. Rathbun 등은 팔의 외전시에는 충분한 양의 혈류를 보이지만 팔의 내전시 혈관 분포가 ‘wrung out’ 되는 현상을 관찰하고 팔의 위치에 따라 일시적인 허혈 현상이 나타나는 것이라고 보고하였다. 또한 해부학적 위치에 따른 혈관 분포 차이가 있는 것으로 알려져 있다. 즉, 회전근 개의 점액낭 면은 풍부한 혈관 분포를 보이지만 관절 면은 이러한 혈관 분포가 미미한 양상을 보인다.

3. 회전근 개 건의 퇴화 및 자연사(apoptosis)

연령에 따른 퇴행성 변화가 회전근 개 파열의 원인이 된다는 주장이다. Nixon과 DiStefano 등은 연령에 따른 회전근 개의 퇴행성 변화를 조직학적으로 관찰하였다²²⁾. 퇴행화된 회전근 개 건은 정상 교원 섬유의 평행성 소실과 섬유세포들의 형태학적 왜곡 등을 특징으로 한다고 하였다. Brewer 등도 회전근 개의 골 부착부위에서의 변화를 기술하면서 섬유 연골와 혈관 분포 감소, 세포 수의 감소와 동반된 건의 단편화를 언급하였다. Kumagai 등은 회전근 개 유착부를 연구한 결과, 퇴행성 변화를 보인 회전근 개 건에서 정상적으로 존재해야 할 제2형 교원섬유 대신 제3형 교원섬유가 대부분을 차지한다고 보고하였다. 이는 회전근 개 건의 골 부착부위에서 생역학적으로 많은 변화를 초래함을 시사한다고 하겠다. 40세 이전에는 잘 발생하지 않으며 50-60대 이상에서 유병율이 급증하는 회전근 개 질환의 연령 분포 또한 이러한 건의 퇴행성 변화와 연관이 있음을 시사한다.

최근 회전근 개 건의 퇴행성 변화와 apoptosis에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 산화 스트레스(Oxydative stress)가 apoptosis와 연관하여 많은 보고가 있으며 reactive oxygen species (ROS)의 축적이 직접적으로 apoptosis를 일으키는 세포의 수를 늘리는 것으로 알려져있다. Yuan 등은 회전근 개 건의 파열 단(34%)에서 apoptotic 세포가 대조군(13%)에 비하여 증가되었다고 보고하였다.

4. 생역학적 요인

1) 견갑골의 이상 기능

젊은 운동 선수의 경우, 반복되는 투구동작으로 인하여 견갑골의 안정성에 관여하는 근육들이 피곤함을 느끼게 된다. 이로 인하여 견갑골 지연 징후가 발생하고 회전근 개는 견봉끝과 더욱 가까운 위치에 있게 되어 견봉과의 충돌이 쉽게 일어나게 된다.

2) 과사용과 미세손상(overuse and microtrauma)

Soslowsky는 rat model을 통하여 extrinsic 요소인 회전근 개에 대한 압박력만으로는 건 파열에까지 이르기 부족하다고 주장하였다. 하지만 이러한 외부 압박이 존재하는 조건에서의 회전근 개의 과도한 사용은 쉽게 건의 퇴행성 변화를 초래하여 건염이나 건 파열을 일으킨다고 주장하였다. 반복적인 스트레스는 회전근 개 건 실질 내에 작은 손상을 초래하고 이러한 손상이 미처 치유되기 전에 추가적인 손상을 더하게 된다. 이러한 과정이 과사용으로 반복되면 마침내 건 파열까지 진행되는 것이다.

지금까지 알려진 바로는 회전근 개 손상은 단지 견봉하 아래에서의 충돌(충돌 증후군)에 의한 외부 압박에 의해서만 발병하는 것이 아니라 퇴행성 변화와 관련되어 회전근 개 자체의 내부 변성(intrinsic degeneration)이나 과사용 등 여러 요인이 복합적으로 작용하는 것으로 알려지고 있다.

회전근 개 질환에서 동통의 원인

회전근 개 파열에서 어떤 경우는 증상이 있으며, 다른 경우에는 증상이 발생하지 않는가에 대해서는 아직 정확하게 알려진 바 없다. 많은 연구들과 임상 경과 관찰들은 일부 회전근 개 파열 환자들이 특별한 증상이나 기능 장애를 나타내지 않는다는 사실과 견 파열의 결손이 남아 있음에도 불구하고 만족할 만한 치료성과(통증감소)를 가져온다는 사실을 보고하고 있다. 이러한 사실들은 견 결손 자체보다 더욱 중요한 요인이 증상 발현에 기여함을 추측케 한다. Itoi 등은 후향적으로 회전근 개 파열이나 견염이 있는 149 환자(160개 견관절)를 대상으로 동통의 위치와 회전근 개 파열의 위치를 비교 분석하였다. 결과는 회전근 개 파열 여부나 위치와 상관없이 견관절 전방 또는 외측방이 가장 흔한 동통 부위였다. 결론적으로 동통 부위는 회전근 개 파열 위치를 알아내는데 유용한 방법은 아니었다.

정상적인 어깨는 상지의 능동적 거상 시 상완골 두의 기하학적 중심이 관절와의 중앙과 일치하는 반면, 회전근 개 파열 환자들이 상지를 능동적으로 거상시킬 때 상완골 두의 비정상적인 상부 전이 일어난다는 사실은 비정상적인 상완 관절의 역학이 회전근 개 질환의 증상과 통증을 유발하는 중요한 역할을 함을 시사한다. 하지만 Yamaguchi 등은 다른 의견은 주장하였다. 증상이 없는 회전근 개 파열 환자도 팔의 거상 시 비정상적인 상완골 두의 상부 전이 소견을 관찰하고 회전근 개 파열로 인하여 비정상적인 관절와 상완 운동을 보이는 환자에서도 동통이 없고 우수한 기능을 유지할 수 있음을 주장하였다³⁹. Burkhart는 회전근 개의 광범위 파열이 있는 환자에서 만약 전방과 후방 회전근 개 모두 충분한 장력을 받는다면 정상 횡단면 force couple를 유지하여 정상적인 견관절 움직임을 보일 수 있다고 주장하였다. 따라서 파열의 크기보다는 파열의 위치가 정상적인 기능을 유지하는데 더욱 중요한 역할을 함을 알 수 있다.

최근 Sakai 등은 회전근 개 질환 환자의 견봉 하 점액낭 조직에서 IL-1 beta, TNF (tumor necrosis factor) alpha, TGF (transforming growth factor) beta 등의 염증 반응 매개물질이 발현됨을 밝혔다. Yanagisawa 등은 강력한 혈관 형성 인자인 VEGF (vascular endothelial growth factor)의 분비가 회전근 개 질환 환자의 견봉하 점액낭에서 현저히 증가되어있음을 증명하였다. 저자는 정상인과 회전근 개 질환의 견봉 하 점액낭에서 염증 반응에 관여하는 여러 가지 cytokines의 발현 양상을 비교한 결과, 회전근 개 환자의 견봉 하 점액낭에서 정상인에 비해 유의한 수준으로 많은 양의 염증 cytokines이 발현됨을 보고하였다. 또한 SDF-1(stromal cell derived factor-1)이라는 매우 강력한 chemotactic factor가 회전근 개 환자의 견봉 하 점액낭에서 보다 많이 발현되는 사실과 스테로이드나 COX-2 억제제로 그 발현 양상이 조절됨을 밝혀냄으로써 회전근 개 환자에서 견봉 하 점액낭의 염증이 증상 발현과 깊은 연관성이 있음을 보고한 바 있다. 또한 여러 저자들에 의해서 견봉 하 점액낭에 많은 양의 free nerve fibers와 substance P와 같은 통증 정보(nociceptive)를 담당하는 수용체(receptor)가 존재함이 밝혀졌다. 이러한 신경 조직과 신경 전달 물질, cytokines등이 견봉하 점액낭 조직 안에 존재한다는 사실은 회전근 개 질환의 증상이 견봉 하 점액낭과 밀접한 관련이 있음을 강력히 시사한다.

회전근 개 파열의 자연경과

회전근 개 건의 파열은 관절 면 쪽과 점액낭쪽, 건 내부 등에서 발생할 수 있다. 하지만 주로 파열은 관절

면에서 흔히 발생한다. 그 이유는 건의 관절면이 항상 장력이 받으며, 섬유소 배열의 차이 및 손상 시 복원력이 미비하기 때문이다(Fig. 1A). Codman은 rim rent 개념을 기술하면서 회전근 개 파열은 관절 면에서 시작하여 점액낭 면까지 진행하여 결국 전층 파열이 발생한다고 보고하였다. 회전근 개 부분 파열은 주로 극상근 전방, 즉 이두근 장건 근처에서 시작하여 진행하는데 이는 회전근 개에서 장력을 가장 많이 받는 부위가 이곳이기 때문이다(Fig. 1B). 일단 회전근 개 부분 파열이 발생하면 근육의 수축력은 파열된 건 끝자락에 집중되면서 지퍼가 열리듯이 파열의 진행을 촉진하게 된다(notch phenomenon). 파열된 회전근 개 건은 시간이 경과함에 따라 내측으로 단축이 일어나고 주위 조직과 유착되어 관절의 구축을 초래하고, 회전근 자체는 지방 변성이 진행된다.

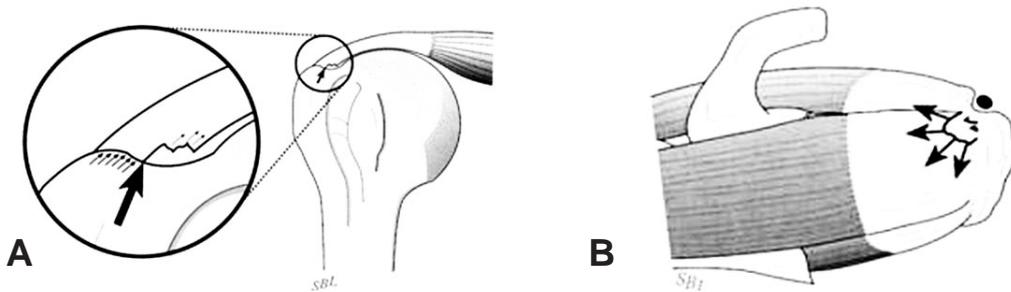


Fig. 1. (A) 회전근 개 파열은 관절 면에서 흔히 발생한다. (B) 극상근 전방이 장력을 가장 많이 받는다.

파열된 회전근 개는 자연 치유가 되지 않는 것으로 알려져 있다. 그 이유는 아직 파열되지 않은 인접 회전근 개 건까지 장력이 전달되어 점차로 건 결손 부위를 벌어지게 하며, 파열 부위로 혈액 공급이 원활히 이루어 지지 못하면서 야기되는 부분적 허혈 현상이 발생하여 건의 자연 치유를 지연시킨다. 또한 회전근 건의 파열부위는 항상 관절액에 노출이 되어있어서 이 관절액에 포함된 효소에 의하여 건의 치유에 필요한 섬유 clot의 형성을 근본적으로 차단하기 때문에 회전근 개 파열 후 장시간이 경과한 후에도 건의 치유는 기대하기 어렵다. 회전근 개 건의 파열이 진행하면 근력이 약화되고 건관절 생역학에 변화가 발생하게 되며 점차적으로 상완골 두가 광범위 파열된 회전근 개 사이로 단추 구멍(button hole)과 같이 위치하여 위로 전위되어 결국 상완관절과 오구건봉궁(coracoacromial arch)까지 관절병을 일으키는 회전근 개 파열 관절병증(cuff tear arthropathy)을 초래하게 된다.

Yamaguchi 등은 회전근 개 파열이 있으나 무증상이었던 환자 45명 중 23명(51%)에서 평균 2.8년 후에 증상이 나타났고, 39%환자에서 파열이 진행하였으며 파열의 크기가 감소한 경우는 없었다고 하였다. 이 연구는 무증상의 회전근 개 파열도 증상이 있는 환자로 진행 가능성이 높으며, 파열의 크기도 증가할 수 있다는 것을 시사한다. 또한 Yamanaka 등은 회전근 개의 관절내 부분 파열 환자를 관절 조영술로 추시한 결과 80%의 환자에서 평균 2년 후 파열의 부위가 커지고 전층 파열로 진행하였다고 하였다. 따라서 회전근 개 건에 일단 파열이 발생하면 점차적으로 파열이 진행하고 근 위축이 오는 것으로 알려져 있다.

보존적 치료

많은 연구들과 임상 경과 관찰들에 의해 일부 회전근 개 파열 환자들이 심한 증상이나 기능 장애를 나타내지 않는다는 사실과 파열의 결손이 남아 있음에도 불구하고 통증없이 일상 생활이 가능하다는 사실을 알려져 있다. 또한 봉합술 후 재 파열이 되더라도 양호한 건관절의 기능을 보이는 경우가 많기 때문에 적절한 치료의 방

법과 시기에 있어서 아직까지도 논란이 많은 실정이다. 회전근 개 파열의 치료 방침을 결정하는 데 있어서 고려해야 할 요인들로는 나이, 활동도, 전신 건강 상태, 질병 유무 및 기능 회복에 대한 환자의 기대 정도 등의 환자 요인과 외상력, 파열의 크기, 증상의 기간, 기능 장애의 정도 및 근 위축 정도 등의 임상적 요인이 있다. 일반적으로 덜 활동적인 60세 이상의 환자가 외상력 없이 회전근 개 부분 파열 또는 소 파열일 경우 퇴행성 변화에 의한 마모성 파열로서 견관절의 기능에 큰 지장이 없으며 통증을 주소로 내원하게 되는데 이러한 환자의 경우 보존적 치료를 먼저 시행한다. 또한 80세 이상의 고령이거나 근 위축 정도가 심한 경우, 통증이 전혀 없거나 경미한 경우, 심한 당뇨와 함께 견관절 유착이 동반된 경우, 환자와의 원활한 communication이 불가능하여 술 후 재활에 지장이 예상되는 경우 등은 수술 후 환자 만족도가 현저히 떨어지며 수술 후 관절 강직으로 인해 술 전 없던 새로운 증상이 야기될 수도 있으므로 일차적으로 비수술적 방법을 추천하는 것이 바람직할 것이다.

보존적 치료 방법들은 치료 목표에 따라서 크게 통증의 완화와 견관절 기능의 회복으로 나눌 수 있다. 먼저 통증의 완화를 위하여 진통 소염제 등의 약물요법, 생활양식의 변경, 물리치료 등을 적용할 수 있다. 일정 기간의 치료에도 증상 호전이 없거나 증상이 매우 심한 경우에는 견봉하 공간이나 관절내에 스테로이드 제제를 주입하기도 한다. 기능 강화를 위하여는 관절 신연 운동으로 회전근 개 파열과 동반되어 구축된 관절낭을 이완시키거나 근육 강화 운동과 같은 물리치료 등으로 구성된다. 이러한 비수술적 치료에도 불구하고 4~6개월 이상 증상이 호전없이 계속된다면 수술적 치료를 고려해 봐야 한다. Arroll 등은 회전근 개 건염 환자에서 스테로이드 주사요법의 효용성을 연구한 결과, 견봉 하 스테로이드 주사요법이 상당한 증세 호전 결과를 보이면서 우수한 치료 효과가 있음을 밝힌 바 있다. 또한 Itoi 등은 회전근 개 전층 파열 환자 54명을 평균 3.4년 추시한 결과, 82% 환자가 치료에 만족하였으며 특히 5년 이상 추시가 가능했던 환자들 중에서 견관절 운동 범위가 보존되어 있고 근육강도가 양호할 경우 만족도가 높은 것으로 보고하였다. 봉합이 불가능한 광범위 회전근 개 파열(Irreparable massive cuff tear)의 경우 Gerber는 환자의 활동성이 적고 기능성 회복이 크게 요구되지 않을 경우 보존적인 치료를 실시할 것을 주장하였으며, Burkhart는 만약 전방과 후방 회전근 개 모두 충분한 장력을 받는다면 정상 횡단면 force couple를 유지하여 반월형 현수고 형태의 회전근 개 테두리를 만들어 준다면 정상적인 견관절 움직임을 보일 수 있다고 주장하였다. 따라서 파열의 크기보다는 파열의 위치가 정상적인 기능을 유지하는데 더욱 중요한 역할을 함을 알 수 있다.

REFERENCES

1. An KN, Brown AO, Korinek S, Tanaka S, Morrey BF: Three-dimensional kinematics of glenohumeral elevation. *J Orthop Res*, 9:143-149, 1991.
2. Arroll B, Goodyear-Smith F: Corticosteroid injections for painful shoulder: a meta-analysis. *Br J Gen Pract*, 55(512):224-228, 2005.
3. Bigliani LU, Morrison DS, April EW: The morphology of the acromion and rotator cuff impingement. *Orthop Trans*, 10:288, 1986.
4. Blaine TA, Kim YS, Iliya V, et al: The molecular pathophysiology of subacromial bursitis in rotator cuff disease. *J shoulder elbow surg*, s14(1):84-89, 2005.
5. Burkhart SS: Arthroscopic debridement and decompression for selected rotator cuff tears. *Orthop Clin North Am*, 24:111-123, 1993.
6. Codman EA, Akerson TB: The pathology associated with rupture of the supraspinatus tendon. *Ann Surg*, 93:348-359, 1931.
7. Fukuda H, Hamada K, Nakajima T, 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.

8. Gerber C, Fuchs B and Hodler J: The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*, 82: 505-15, 2000.
9. Gotoh, M., Hamada K, Yamakawa H, Inoue A, Fukuda H: Increased substance P in subacromial bursa and shoulder pain in rotator cuff diseases. *J Orthop Res*, 16(5): p.618-21], 1998.
10. Itoi E, Minagawa H, Yamamoto N, Seki N, Abe H.: Are pain location and physical examinations useful in locating a tear site of the rotator cuff?. *Am J SportsMed*, 34(2):1-9.), 2005.
11. Itoi E, Tabata S: Conservative treatment of rotator cuff tears. *Clinic Orthop*, 275:165-173, 1990.
12. Kim YS, Bigliani LU, Blaine TA, et al.: Stromal cell derived factor 1 (SDF-1, CXCL12) is increased in subacromial bursitis and down regulated by steroid and nonsteroidal anti-inflammatory agents. *J Orthop Res*, 24:1756-1764, 2006.
13. Kim YS, Kim JH, Jung HW, Bigliani LU, Blaine TA: Gene Expression Profile Analysis by cDNA Array in the Subacromial Bursa of Patients with Rotator Cuff Disease. *J Korean Ortho Asso*, 43:171-180, 2008.
14. Kumagai J, Sarkar K, 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.
15. Lee SB, Itoi E, O' Driscoll SW, An KN: Contact geometry at the undersurface of the acromion with and without a rotator cuff tear. *Arthroscopy*, 17(4):365-372), 2001.
16. Levy HJ, Gardner RD, LemakLJ : Arthroscopic subacromial decompression in the treatment of full thickness rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 7:8-13, 1991.
17. Matsen FAIII, Lippitt SB: *Shoulder surgery: principles and procedures*. Philadelphia: WB Saunders, 2004.
18. Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, Van-Holsbeeck M: Rotator cuff changes in asymptomatic adults. The effects of age, hand dominance and gender. *J Bone Joint Surg Br*, 77B:296-298, 1995.
19. Neer CS : Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome. A preliminary report. *J Bone Joint Surgery [Am]*54:41-50, 1972.
20. Rathbun JB, Macnab I: The microvascular pattern of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg [Br]*52:540-553, 1970.
21. Sakai H, Fujita K, Sakai Y, Mizuno K: Immunolocalization of cytokines and growth factors in subacromial bursa of rotator cuff tear patients. *Kobe J Med Sci* 47:25-34, 2001.
22. Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB: Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg [Am]*77:10-15, 1995.
23. Soslowky LJ, Thomopoulos S, Esmail A, et al.: Rotator cuff tendinosis in an animal model: Role of extrinsic and overuse factors. *Am Biomed Eng*; 30:1057-1063, 2002.
24. Tamai M, Okajima S, Fushiki S, Hirasawa Y: Quantitative analysis of neural distribution in human coracoacromial ligament. *Clin Orthop*, 373: 125-134, 2000.
25. 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(1):6-11, 2000.
26. 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.
27. Yanagisawa K, Hamada K, Gotoh M, et al.: Vascular endothelial growth factor (VEGF) expression in the subacromial bursa is increased in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res* 19:448-55, 2001.
28. Yuan J, Murrell GA, Trickett A, Wang MX. Involvement of cytochrome c release and caspase-3 activation in the oxidative stress-induced apoptosis in human tendon fibroblasts. *Biochim Biophys Acta.*;1641(1):35-41. 2003.