

초음파 영상과 관련된 견관절 해부학 및 생역학

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

김양수 · 이재영

Ultrasound Related Anatomy and Biomechanics of Shoulder Joint

Yang-Soo Kim, M.D., Jae-Young Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, The Catholic University of Korea, College of Medicine, Seoul, Korea

Ultrasonography of shoulder joint recently enlarges its utility since the knowledge of the shoulder disease is increased by numerous researches. Ultrasonography is not only noninvasive, safe, and relatively cheap, but also an unique modality that can monitor tendon movement during shoulder motion. Sonographic examination generally starts from the front side of the shoulder joint and finishes at back side in sitting position. Many structures in shoulder joint such as muscles, ligaments, glenoid labrum, bone, and especially rotator cuff tendon can be examined by ultrasonography. The rotator cuff is a motion unit consisted with subscapularis, supraspinatus, infraspinatus, and teres minor muscles. It functions as fulcrum and compresses the humeral head onto the glenoid, and steers for shoulder joint.

Key Words: Shoulder, Rotator cuff, Ultrasonography

서 론

견관절은 운동 방향 및 해부학적 구조가 다른 관절에 비하여 다양하고 복잡하여 정확한 초음파 검사를 하기 위해서는 견관절 해부학과 그에 연관된 생역학에 대한 올바른 이해가 필수적이라 하겠다. 최근 회전근 개 질환이나 견관절 불안정성 등 견관절 질환에 대한 이해가 높아짐에 따라서 견관절에서 초음파의 유용성 또한 급격히 증가하는 추세이다. 견관절의 초음파 검사는 비 침습적이며 검사 비용이 저렴하다는 장점 이외에 회전근 개의 움직임을 실시간으로 관찰할 수 있다는 큰 장점이 있다^{1,14)}. 이는 다른 검사로는 불가능한 기능으로서 초음파 검사만

의 유일한 영상 진단 방법이다. 이에, 견관절 주위의 해부학과 각 요소들의 생역학 관계에 대하여 초음파 소견과 함께 자세히 살펴보는 것은 그 임상적 의의가 매우 크다.

전방 견관절 해부학과 초음파 영상

일반적으로 환자가 앉은 자세에서 견관절의 전방부터 검사를 시작한다. 그림에서 보듯이 변환기(transducer)를 견관절 전방에서 가로로 놓았을 때 제일 표층에 관찰되는 근육층이 삼각근(deltoid muscle)이다(Fig. 1)^{3,10)}. 삼각근은 쇄골의 외측 1/4 부위와 견봉(acromion), 견갑골 극(scapular spine)에서 기시하여 상완골의 삼각근 결절(deltoid tubercle)에 부착한다. 액와 신경(axillary nerve)의 지배를 받으며 상완의 주 외전근(primary abductor)으로서 작용한다. 상완 이두 근 장

통신저자: 김 양 수

서울특별시 서초구 반포동 505
가톨릭대학교 의과대학 강남성모병원 정형외과
Tel: 02-590-1464, Fax: 02-535-9834
E-mail: kysoos@catholic.ac.kr

두(long head of biceps brachii muscle, Fig. 1, 2)는 견관절 초음파 검사에서 매우 중요한 기준점 역할을 하는 구조물이다^{1,3,6,14}. 횡축상(short-axis view) 결절간 구(intertubercular sulcus)에서 고 에코(hyperechoic)의 등근 건 단면을 관찰할 수가 있으며 변환기를 90도 돌려 종축상(long-axis view)으로도 검사한다³. 상완 이두 근 장 두는 얇은 자세에서 견관절을 약 10° 내회전하면 정면에서 상완 이두 근 구(bicipital groove)와 상완 이두 근 장 두가 쉽게 축지된다. 관절 내, 활막 외 구조물(intraarticular, extrasynovial structure)로서 관절 안으로부터 결절간 구의 가로 상완 인대(transverse humeral ligament) 밑을 통과하여 관절 밖으로 나오게 된다^{6,10,15}. 건 의 기시부는 관절와 상 결절(supraglenoid tubercle)과 상 관절와 순(superior glenoid labrum)에 걸쳐 있으며 요골의 이두 조면(bicipital tuberosity)에 부착한다. 견관절에서의 상완 이두 근 장 두의 역할은 아직 여러 가지 논란이 존재한다. 회전근 개와 함께 상완골 두의 상방 이전을 방지하고 견관절 전방 안정성에 기여한다는 주장이 있지만, 상완 이두 근 장 두에 대한 근 전도 연구 결과 견관절 동작 시 미미한 활동량만이 관찰된다는 주장도 있다^{6,18}.

견갑하근(subscapularis muscle, Fig. 1, 2)은 견갑골의 늑골면(costal surface)에서 기시하여 상완골의 소 결절(lesser tuberosity)에 부착하는데

팔을 외회전과 내회전을 반복하면서 골 부착 부위를 확인하면 보다 쉽게 손상 부위를 관찰할 수 있다^{1,3,4,12}. 상위, 하위 견갑하 신경(upper & lower subscapular nerve)의 이중 신경 지배(dual nerve innervations)를 받으며 회전근 개를 형성하면서 견관절의 내회전과 내전, 관절 강하(joint depression) 기능이 있다¹³.

오구 돌기(coracoid process, Fig. 2)는 견봉 쇄골 관절(acromioclavicular joint)에서 1 inch 하방, 1 inch 내측에 위치하며 오구상완근(coracobrachialis), 상완 이두 근 단 두(short head of biceps brachii), 소흉근(pectoralis minor muscles), 오구 상완 인대(coracohumeral ligament), 오구 쇄골 인대(coracoclavicular ligament) 오구 견봉 인대(coracoacromial ligament)가 부착된다. 관절경 수술시 삽입구 위치를 결정하거나 견관절 주위 주사 요법시 기준점으로서 역할한다^{8,17}.

극상근(supraspinatus muscle, Fig. 2, 3)은 견갑 상 신경(suprascapular nerve)의 지배를 받으며 극상 와(supraspinatus fossa)에서 기시하여 상완골 대결절(greater tuberosity)에 부착하는 근육으로서 초음파 검사 시 변환기를 상완골 장축과 평행한 방향으로 놓고 견봉에서 대결절로 움직이면, 삼각근(deltoid muscle)과 상완골 두 사이에서 극상근 건이 쉽게 관찰된다^{1,3,4,7}. 이 때 환자의 팔을 내회전하면 견봉 아래에 감춰져 있는 건이 바깥으로



Fig. 1. Sonographic image shows short axis view of long head of biceps tendon (arrow), deltoid muscle, and subscapularis muscle. D: deltoid, SUB: subscapularis.

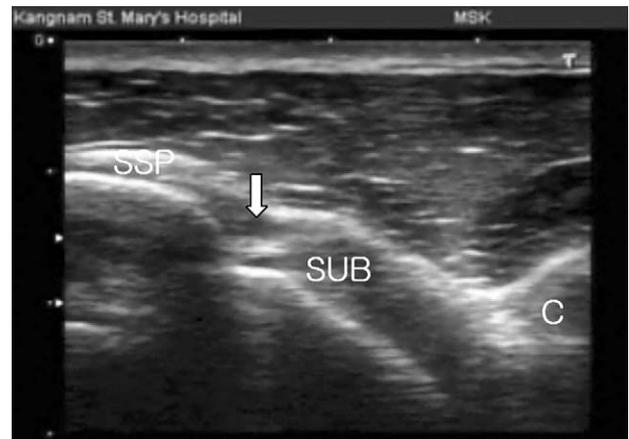


Fig. 2. Sonographic image shows short axis view of supraspinatus and subscapularis. The long head of biceps tendon (arrow) is visible near the medial end of the supraspinatus tendon. SSP: supraspinatus, SUB: subscapularis, C: coracoid process.

나와서 관찰하기가 편해진다. 환자로 하여금 ‘열중쉬어’ 자세나 뒷 호주머니에 손을 얹는 자세를 시키면(modified Crass or middleton position) 무리 없이 견관절의 내회전 자세를 얻을 수 있으며, 동결견 등의 질환으로 이 자세가 불가능한 환자의 경우 손을 옆구리에 얹는 자세만으로도 어느 정도 내회전 영상을 얻을 수 있다^{3,7,12}. 정상적인 극상근 건의 초음파 영상은 등근 고에코 강도의 선으로 나타나는 건막 아래 균등한 에코 강도의 건 신호가 골막에 연속성있게 부착되어있는 소견이어야 한다^{1,7,12}.

회전근 개는 견갑하근, 극상근, 극하근(infraspinatus), 그리고 소원근(teres minor)의 네 개의 근육으로 이루어진 하나의 운동 단위이다. 견관절의 능동 운동시 지렛점(fulcrum)으로 작용하며 상완골 두를 관절와(glenoid) 쪽으로 압박시키고 조종(steering)하는 역동적 안정 요소의 기능을 담당한다. 또한 회전근 개는 관절낭에 부착함으로써 근 수축으로 인하여 관절낭 안의 신장 수용체(stretch receptors)를 통하여 반대편 인대의 수축을 일으키는 소위 ‘인대의 역동화(dynamization)’를 일으켜 보다 안정된 관절 운동을 유지할 수 있게 해준다¹³. 견관절의 거상시 회전근 개는 정상적으로 견봉의 하면과 접촉하게 되는데, 견봉측은 외측부터, 회전근 개는 근위부부터 서로 닿게 된다².

이러한 접촉은 상완을 60°에서 120° 거상할 때 가

장 많이 일어나며 반복적인 접촉과 과도한 부하는 건의 손상의 원인이 되기도 한다^{3,11}. 회전근 개의 골부착 부위는 조직학적으로 5층으로 구별할 수 있지만, 크게 관절측(articular side)과 점액낭측(bursal side)으로 나눌 수 있다. 관절측은 건 내의 교원질의 성분이 이질적이고 배열이 불규칙하여 외력에 손상받기 쉬운 구조를 가지고 있으나 점액낭측은 교원질 배열이 종적으로 규칙적이며 성분이 균일하여 외력에 보다 강한 구조를 갖고 있다^{1,13}. 이러한 회전근 개 건의 조직학적 특징으로 인하여 점액낭측 부분 파열보다는 관절측 부분 파열이 빈도가 높게 나타난다^{7,13}. 회전근 개를 포함한 견관절 주위 근육들은 견관절의 안정성을 도모하는 역동적 안정 요소로서 작용하는데 수축된 근육의 부피 효과(bulk effect)가 안정성에 기여하는 영향은 미미한 실정이다^{9,13}. 그러나 견관절주위 근육의 수축은 상완골 두를 관절와 관절면으로 압박하고 중앙으로 위치시킴으로써 견관절의 안정에 절대적 요소로서 작용한다¹³.

즉, 총 상완 관절 반응 힘(net humeral joint reaction force)은 상완골 두에 작용하는 모든 힘의 벡터의 합으로서 극상근, 견갑하근, 삼각근, 상완골 무게의 총 합인 상완 관절 반응 힘의 방향이 상완골 두를 관절와에 압박하는 방향으로 작용한다. 이와 같은 견관절 주위 근육들은 정적 안정 요소인 인대와 관절와 순 등과 함께 견관절의 안정적인 동

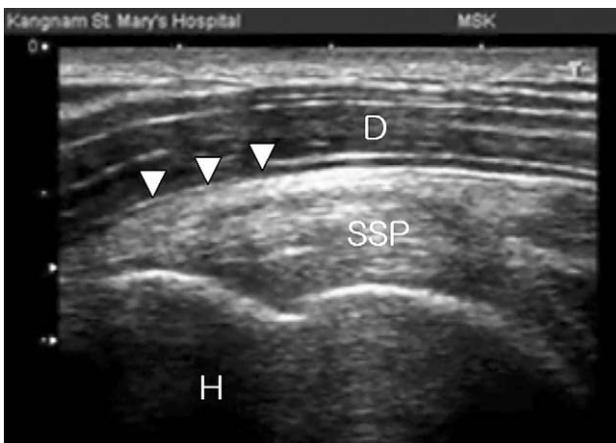


Fig. 3. The long axis view of supraspinatus shows homogeneous echoic tendon, which reveals intact tendon and subacromial bursa lining (arrowheads). The bursa is characterized by low echo between two high echoic membranes. D: deltoid, SSP: supraspinatus, H: humerus.

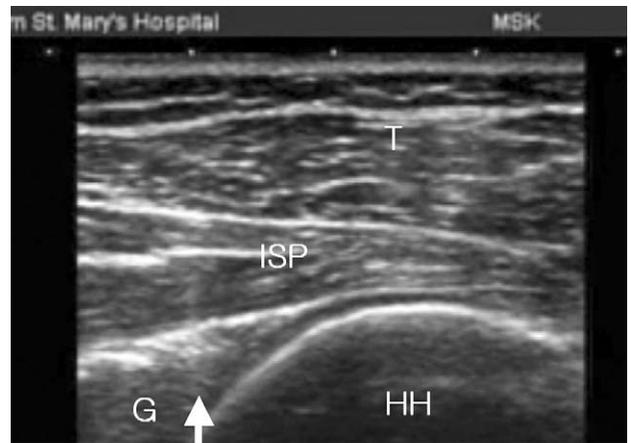


Fig. 4. Sonographic image of posterior shoulder joint shows long axis view of infraspinatus. The labrum (arrow) is a triangular high echoic structure. T: trapezius, ISP: infraspinatus, G: glenoid, HH: humeral head.

작이 가능하게 한다¹⁸⁾.

견봉하 점액낭(subacromial bursa, Fig. 3)은 견봉하 공간에서부터 삼각근과 극상건 사이에 존재하며 많은 수의 자유 신경 종말(free nerve endings)과 여러 가지 염증 사이토카인을 분비하고 있어서 충돌 증후군이나 회전근 개 파열시 견관절 통증을 유발하는 원인으로 간주되고 있다^{3,11)}. 점액낭의 초음파 영상은 고에코 강도로 나타나는 얇은 활막 내층(synovium lining)사이에 저에코 강도로 나타나는 지방층이 특징적이다^{1,3,12,14)}. 정상 점액낭의 초음파 영상은 두께가 1 mm이하이거나 보이지 않지만, 회전근 개 질환(rotator cuff disease)과 같은 병적인 상태에서는 활막 내층이 2 mm이상으로 두꺼워지고 염증 반응으로 인해 저에코 강도의 부종이 관찰된다^{3,4,5,16)}.

후방 견관절 해부학과 초음파 영상

전방 견관절 초음파 검사가 완료되면 환자의 등쪽에서 후방 견관절에 대한 초음파 검사를 실시할 수 있다. 먼저 가로로 놓인 견갑골 극을 찾고, 그 아래에 변환기를 평행한 방향으로 놓으면 극하근(Fig. 4)이 약한 저에코 강도로 관찰된다^{1,3,14)}. 극하건을 따라 외측으로 이동하면 상완골 두와 함께 극하건이 상완골 두에 부착하는 것을 볼 수 있는데, 이 때 상완골 두를 내회전 및 외회전하면서 극하건의 움직임과 건의 파열 여부를 세심히 관찰해야 한다^{3,4,12)}. 견갑 상신경의 지배를 받는 극하근은 그 아래에 위치한 소원근과 함께 회전근 개를 이루며 주로 견관절 외회전을 담당한다. 견관절 후방 초음파 검사시 관절와 상완 관절(glenohumeral joint)을 관찰하면서 후방 관절와 순의 손상 여부 또한 확인할 수 있다^{5,12,15)}. 환자의 신체 검사상 상부 관절와 순 전후 병변(SLAP lesion)이 의심된다면 특히 후방 초음파 검사를 철저히 실시해야 한다. 관절와 상완 관절안으로의 주사나 관절액 채취시 초음파 영상 유도 하에 후방 관절을 통하여 실시할 수가 있다. 후방 견관절 초음파 영상에서 제일 표층에 존재하는 승모근(trapezius muscle, Fig. 4)은 부 신경(accessory nerve)의 지배를 받으며 후두골(occipital bone)에서 흉추(thoracic vertebrae)에 이르기까지 넓은 기시부를 가지고 쇄골과 견봉, 견갑골 극에 부착한다. 이 외에도 견갑골에는 전거근(serratus anterior muscle),

견갑거근(levator scapulae muscle), 능형근(rhomboids muscle)들이 부착되어 견갑 흉곽 동작(scapulothoracic motion)을 원활하게 한다. 견갑 흉곽 동작은 견관절의 원활한 움직임뿐만 아니라 관절의 안정성에도 매우 중요한 요소로서 최근 관심이 집중되고 있다^{9,13)}. 정상적인 견갑 흉부 동작의 리듬은 관절와 상완 관절의 회전 대 견갑 흉부 회전 비율이 2:1로서 팔을 거상할 때 견갑골이 외회전하여 관절와가 상완골 두 아래 안정적이고 편평한 구조물이 되도록 지지해준다^{9,13)}. 따라서 견관절 불안정성 치료의 재할에서 회전근 개 강화뿐 아니라 견갑골 지지 근육들에 대한 재할 프로그램이 함께 시행되어야 한다.

참고문헌

1. Bianchi S, Martinoli C, Bianchi-Zamorani M, Valle M: *Ultrasound of the joints. Eur Radiol, 12: 56-61, 2002.*
2. Bigliani LU, Morrison DS, April EW: *The morphology of the acromion and rotator cuff impingement. Orthop Trans, 10: 288, 1986.*
3. Bouffard JA, Sung-Moon Lee, Dhanju J: *Ultrasonography of the shoulder. Semin Ultrasound CT MR, 21(3): 164-191, 2000.*
4. Cho KH: *Abstract of Annual lecture, Korean Society of Orthopaedics Ultrasound Research, 3rd, 68-70, 2007.*
5. Cho KH, Lee YH, Lee SM, shahid MU, Suh KJ, Choi JH: *Sonography of bone and bone-related diseases of the extremities. J Clin Ultrasound, 32: 511-521, 2004.*
6. Crenshaw A, Kilgore WE: *Surgical treatment of bicipital tenosynovitis. J Bone Joint Surg Am, 48: 1496-1502, 1966.*
7. Ferrari FS, Governi S, Buresi F, Vigni F, Stefani P: *Supraspinatus tendon tears : comparison of US and MR arthrography with surgical correlation. Eur Radiol, 12: 1211-1217, 2002.*
8. Gerber C., F. Terrier, and R. Ganz: *The role of the coracoid process in the chronic impingement syndrome. J Bone Joint Surg Br, 67(5): 703-708, 1985.*
9. Itoi E, Motzkin NE., Morrey BF, An KN: *Scapular inclination and inferior stability of the shoulder. J Shoulder Elbow Surg, 1: 131-139, 1992.*

10. **John S.P. Lumley**: *Surface anatomy. third edition, 64-74, 2002.*
11. **Neer C.S 2nd**: *Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder: a preliminary report. J Bone Joint Surg Am, 54(1): 41-50, 1972.*
12. **Ptasznik R**: *Sonography of the shoulder. In : Van Holsbeeck & Introcaso ed. Musculoskeletal ultrasound. 2nd ed. Mosby, St. Louis: 63-516, 2001.*
13. **Rockwood CA, Matsen III FA, Wirth MA, Lippitt SB**: *The shoulder. 3rd ed, Philadelphia, WE Saunders CO: 655-794, 2004.*
14. **Seibold CJ, Mallisee TA, Erickson SJ, Boynton MD, Raasch WG, Timins ME**: *Rotator cuff: evaluation with US and MR imaging. Radiographics, 19: 685-705, 1999.*
15. **Taljanovic MS, Carlson KL, Kuhn JE, Jacobson JA, Delaney-Sathy LO, Adler RS**: *Sonography of the glenoid labrum: A cadaveric study with arthroscopic correlation. AJR, 174: 1717-1722, 2000.*
16. **Van Holsbeeck MT, Kolowich PA, Eyler WR, et al.**: *US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff. Radiology, 197: 443-446, 1995.*
17. **Wang SC, Chhem RK, Cardinal E, Cho KH**: *Joint sonography. Radiol Clin North Am, 37(4): 653-668, 1999.*
18. **Yamaguchi K, Riew KD, Galatz LM, Syme JA, Neviaser RJ**: *Biceps activity during shoulder motion: An electromyographic analysis. Clin Orthop, 336: 122-129, 1997.*

국문초록

최근 견관절 질환에 대한 이해가 높아짐에 따라서 견관절에서 초음파의 유용성 또한 급격히 증가하는 추세이다. 초음파 검사는 비 침습적이며 검사 비용이 저렴할 뿐만 아니라 견관절에서는 유일하게 회전근 개의 움직임을 실시간으로 관찰할 수 있다는 큰 장점이 있다. 견관절 초음파 검사는 일반적으로 환자가 앉은 자세에서 실시하며, 검사 순서는 전방에서부터 시작하여 후방 관절 구조물들을 확인하면서 검사를 마친다. 초음파 검사는 견관절 주위의 여러 근육과 인대, 관절와 순, 골 구조 등을 확인할 수 있으며, 특히 회전근 개 질환의 진단에 큰 도움을 준다. 회전근 개는 견갑하근, 극상근, 극하근, 그리고 소 원형근의 네 개의 근육으로 이루어진 하나의 운동 단위이며, 견관절의 능동 운동시 지렛점으로 작용하여 견관절 운동을 원활하게 조종하는 역동적 안정 요소의 기능을 담당한다.

색인 단어: 견관절, 회전근 개, 초음파 검사