

어깨 회전근개 파열 종류와 정도에 따른 초음파 동반 소견

계명대학교 의과대학 재활의학교실, ¹진단방사선학교실

박기영 · 김영현 · 이소영 · 이성문¹

Associated Sonographic Findings according to the Type and Severity of Rotator Cuff Tear

Gi Young Park, M.D., Young Hyun Kim, M.D., So Young Lee, M.D. and Sung Moon Lee, M.D.¹

Departments of Rehabilitation Medicine and ¹Diagnostic Radiology, Dongsan Medical Center, Keimyung University College of Medicine

Objective: To determine the association between the type and severity of rotator cuff tear and ultrasonographic findings.

Method: Total 91 cases with rotator cuff tear were classified into partial- or full-thickness tear according to arthrographic and ultrasonographic findings. Partial-thickness tear was divided into the tear on the bursal or articular side. Full-thickness tear was divided into small (2 cm <) or large (2 cm ≥) tear by the length of retraction. Combined findings which included biceps tenosynovitis, subacromial-subdeltoid (SASD) bursitis, acromio-clavicular (AC) joint osteoarthritis and the cortical irregularity of greater tubercle (GT) were evaluated by ultrasonography.

Results: Sixty five cases (71.9%) were full-thickness tear

and 26 cases (28.1%) were partial-thickness tear. Forty two cases (46.1%) were SASD bursitis, 33 cases (36.2%) were biceps tenosynovitis, 24 cases (26.3%) were cortical irregularity of GT, and 26 cases (28.5%) were AC joint osteoarthritis. The incidence of SASD bursitis was higher in full-thickness tear than partial-thickness tear. The SASD bursitis and cortical irregularity of GT were more frequently shown in large tear than small tear.

Conclusion: SASD bursitis showed higher association with full-thickness tear than partial-thickness tear. The length of retraction was more severe when SASD bursitis or cortical irregularity of GT was associated with full-thickness tear. (J Korean Acad Rehab Med 2005; 29: 291-296)

Key Words: Ultrasonography, Rotator cuff tear, Subacromial-subdeltoid bursa, Cortical irregularity of greater tubercle

서 론

어깨 관절은 큰 상완 골두와 작고 얇은 관절화로 인하여 다른 관절보다 가동 범위가 넓은 반면 골격의 지지를 충분히 받지 못하는 구조를 가지고 있어 관절의 불안정이 높아 보상 기전으로 어깨 회전근개와 인대 등이 안정성에 중요한 역할을 한다. 어깨 회전근개 손상은 직접적인 외상 혹은 반복적인 과사용으로 빈번하게 발생하며 어깨 관절 통증의 중요한 원인이 되고 있다. 어깨 관절 통증을 진단하기 위해 단순 방사선 촬영, 관절 조영술, 자기공명영상, 자기공명 관절조영술 등이 사용되고 있으나 현재까지 어깨 회전근개 파열에 대한 일차적 선별검사로 제한이 있다. Seltzer 등²⁶⁾은 1979년 어깨 관절에 대한 초음파 검사를 처음으로 시작하였으며, 최근 초음파 장비의 발달과 함께 해상도가 개선되면서 어깨 회전근개 파열의 진단에 일차적 검사로 사용되

고 있다. 또한 초음파 검사는 어깨 주위 윤활낭, 이두근, 견봉쇄골관절, 및 대결절 등 어깨 주위 구조 이상도 쉽게 평가할 수 있는 장점이 있다.^{7-9,25)}

이두근 건초염과 삼각근하 윤활낭염은 정상인에서 매우 드문 것으로 알려져 있다.^{2,12)} Middleton 등¹⁹⁾은 어깨 통증 환자 106명을 대상으로 초음파 검사에서 이두근 건초염과 삼출 소견을 보인 20명 중 7명에서 회전근개 파열이 동반되었다고 보고하였다. Hollister 등¹³⁾은 회전근개 파열 환자 163명을 대상으로 삼각근하 윤활낭염이 특히 이두근 주위 삼출과 동반된 경우 회전근개 파열 진단에 있어 99%의 특이도와 95%의 양성 예측도를 보고하였다. 김 등¹⁾도 이두근 건초염, 대결절 피질골의 불규칙이 회전근개 파열과 빈번하게 동반되었다고 보고하였다. 그러나 Arslan 등⁴⁾은 삼각근하 윤활낭염과 이두근 주위 삼출 소견이 어깨 회전근개 파열 진단에 있어 12%의 민감도, 94%의 특이도 및 54%의 양성 예측도를 보고하여 상반된 결과를 보여 회전근개 파열과 동반 소견간의 상관관계에 대해 논란이 있는 상태이다. 본 연구는 어깨 회전근개 파열에 따른 동반 소견을 조사하여 파열 종류와 정도에 따른 동반 소견의 차이를 알아보고자 하였다.

접수일: 2005년 2월 3일, 게재승인일: 2005년 6월 13일
교신저자: 김영현, 대구광역시 중구 동산동 194번지
☎ 700-712, 계명대학교 의과대학 재활의학교실
Tel: 053-250-7947, Fax: 053-250-7268
E-mail: kyh1999@hanmail.net

연구대상 및 방법

1) 연구대상

2001년 3월부터 2004년 7월까지 계명대학교 동산의료원 재활의학과에 어깨 통증을 주소로 내원한 환자들 중 어깨 회전근개 파열로 진단된 91례를 대상으로 하였다. 환자의 연령은 26~74세(평균 연령: 61세)였고, 성별 분포는 남자 28명, 여자 57명이었으며, 환측은 우측이 61례, 좌측이 30례였다.

2) 연구방법

임상적으로 어깨 회전근개 파열을 진단하기 위해 병력 청취와 Cyriax의 선택적 조직긴장 검사를 시행하여 수동 운동, 능동 운동, 및 저항 운동시 통증, 동통궁, 운동 범위 및 근력 약화를 조사하였다. 병력과 이학적 검사에서 어깨 회전근개의 파열이 의심되는 경우 환자에 대한 정보를 가지지 못한 근골격계 진단방사선과 전문의가 HDI-5000® (ATL, USA)과 주파수 7-13 MHz의 선형 탐침자(linear probe)를 사용하여 초음파 검사를 시행하였다. 부분 파열은 초음파 검사에서 근육돌레피의 비연속성(discontinuity)이 힘줄의 전층에 걸쳐 관찰되거나 힘줄이 저음영이나 육아형성 조직으로 둘러싸여 있으면서 경계가 분명한 고음영 혹은 혼합음영을 보일 때 진단하였다(Fig. 1).^{3,7)} 전층 파열은 회전근개의 비연속성이 힘줄의 전층에 걸쳐 관찰되거나 근육돌레피가 대 결절에서 분리 (retraction)된 양상이 관찰되는 경우에 진단하였다(Fig. 2).^{3,7)} 회전근개 파열의 정도는 Bouffard 등⁵⁾이 제시한 기준을 참고하여 부분 파열은 파열 위치에 따라 활액낭 파열과 관절낭 파열로 구분하였고, 전층 파열은 중

측 영상에서 회전근개 힘줄이 대 결절에서 분리된 정도가 2 cm 미만이면 소 파열, 2 cm 이상이면 대 파열로 구분하였다. 초음파 검사 후 재활의학과 전문의가 단일 어깨 관절 조영술을 시행하여 주사한 조영제가 관절낭에서 삼각근하 윤활낭으로 누출되는 경우 회전근개 전층 파열로, 누출되지 않는 경우 부분 파열로 확진하였다. 회전근개 파열에 따른 동반 소견은 초음파 검사에서 삼각근하 윤활낭염, 이두근 건초염, 견봉쇄골관절의 골관절염, 대결절 피질골 불규칙성을 조사하였다. 삼각근하 윤활낭염은 윤활낭 두께가 2 mm 이상이면서 삼출액 저류로 인한 저음영이 관찰되거나, 활액막으로 증식에 따른 고음영이 관찰되는 경우로(Fig.

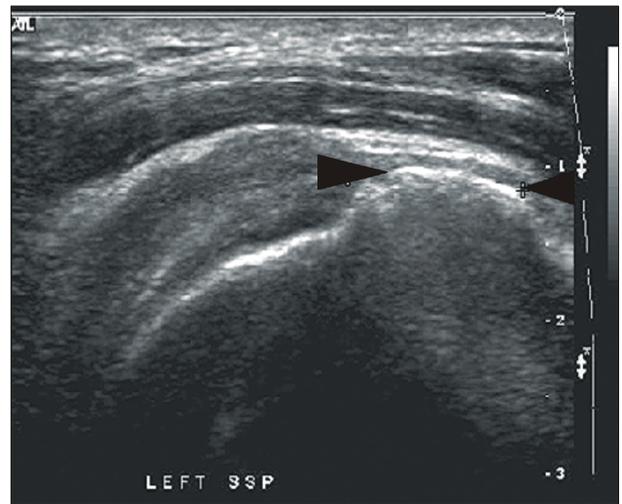


Fig. 2. A focal defect in the supraspinatus tendon created by a retraction of the torn tendon end indicating full-thickness tear was seen in long axis view.

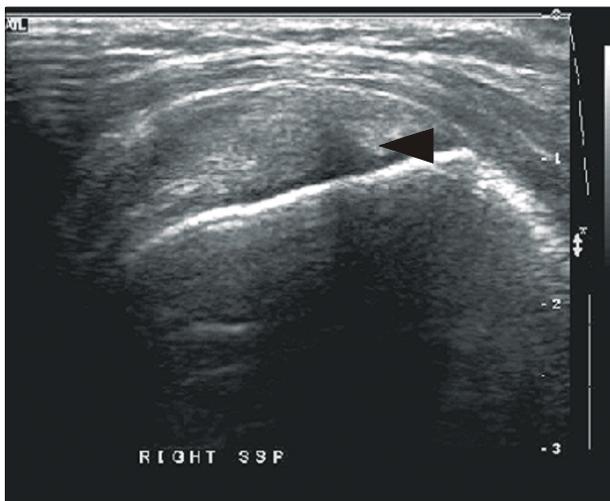


Fig. 1. Focal hypoechogenic area indicating partial thickness tear on the articular side of the supraspinatus tendon was seen in long axis view.



Fig. 3. The distended subacromial-subdeltoid bursa (arrow) filled with fluid indicating bursitis and the cortical irregularity of the greater tubercle (arrow head) were seen in long axis view.

3),^{1,2,6,17)} 이두근 건초염은 이두근 힘줄 저음영, 힘줄의 중창, 및 주위 삼출 소견이 관찰되는 경우(Fig. 4),^{1,19,22,24)} 견봉쇄골 관절의 골관절염은 골중식체, 관절낭의 비대, 및 팽윤 등이 관찰되는 경우(Fig. 5),^{1,4,9)} 대결절 피질골 불규칙성은 대결절 피질골 미란이 있는 경우로 정의하였다(Fig. 3).^{4,28)}

통계 분석은 SPSS version 11.0을 이용하였고, 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준으로 하였다. 어깨 회전근개 부분 파열과 전층 파열, 소 파열과 대 파열에서 초음파 동반 소견 비교는 chi-square 검증을, 부분 파열의 위치에 따른 초음파 동반 소견 비교는 Fisher's exact test를 사용하여 분석하였다.

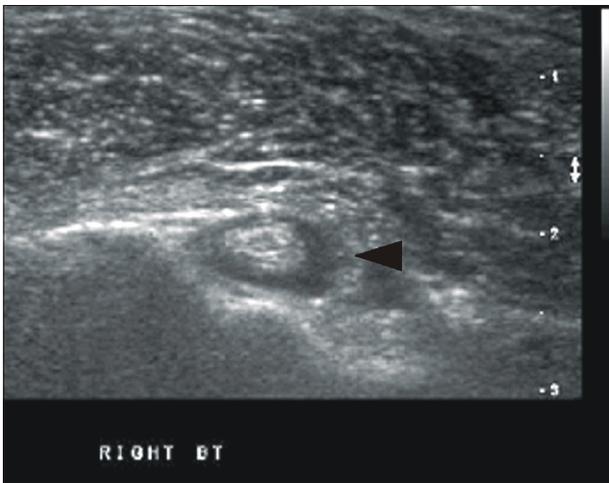


Fig. 4. The swollen biceps tendon and sheath effusion indicating biceps tenosynovitis were seen in short axis view.

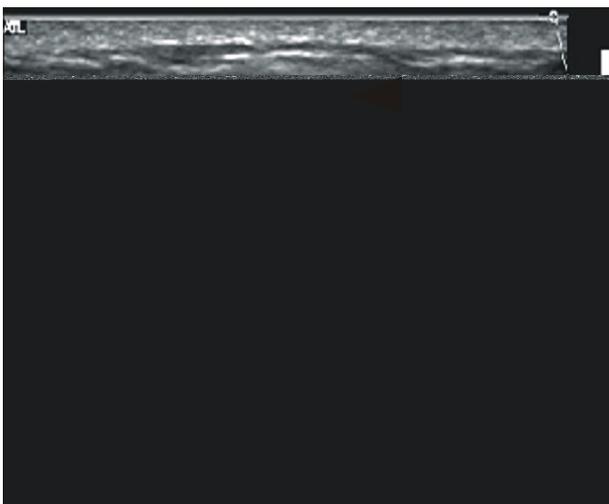


Fig. 5. The hypertrophy and superior distension of the acromioclavicular joint capsule indicating osteoarthritis were seen in long axis view.

결 과

1) 어깨 회전근개 파열 양상

어깨 회전근개 파열 91례 중 전층 파열은 65례, 부분 파열은 26례였다. 회전근개 부분 파열 26례 중 윤활낭측 파열이 10례, 관절낭측 파열이 16례였다. 전층 파열 65례 중 소 파열이 45례, 대 파열이 20례였으며 파열의 평균 크기는 소 파열이 1.67 ± 0.87 mm,, 대 파열은 2.87 ± 0.62 mm였다. 부분 파열 26례 중 해부학적으로 극상근 파열이 24례, 견갑하근 파열 1례, 극하근 파열이 1례였고, 전층 파열 65례 중 극상근 파열이 45례, 극상근과 극하근 파열 11례, 극상근과 견갑하근 파열 5례, 극상근, 극하근 및 견갑하근 파열 2례, 견갑하근 파열 2례였다(Table 1).

2) 어깨 회전근개 파열의 초음파 동반 소견

회전근개 파열 환자의 초음파 동반 소견은 삼각근하 윤활낭염 42례(46.1%), 이두근 건초염 33례(36.2%), 대결절 피질골 불규칙성 24례(26.3%), 견봉쇄골관절의 골관절염 26례(28.5%) 순으로 관찰되었다. 어깨 회전근개 파열을 부분 파열과 전층 파열로 구분하여 초음파 동반 소견을 비교하였을 때 삼각근하 윤활낭염이 전층 파열에서 36례(55.3%)로 부분 파열의 6례(23.0%)에 비해 유의하게 많았다(Table 2).

3) 어깨 회전근개 부분 파열 부위와 전층파열 길이에 따른 초음파 동반 소견

어깨 회전근개 부분 파열을 윤활낭측 파열과 관절낭측 파열로 구분하여 초음파 동반 소견을 비교하였을 때 양 군 간에 유의한 차이는 없었다. 어깨 회전근개 전층 파열을 대 파열과 소 파열로 구분하여 초음파 동반 소견을 비교하였을 때, 대 파열에서 삼각근하 윤활낭염과 대결절 피질골 불

Table 1. Anatomical Location of Full-thickness and Partial-thickness Rotator Cuff Tear

Affected muscle	Partial-thickness tear	Full-thickness tear
Supraspinatus	24	45
Supraspinatus+infraspinatus	0	11
Supraspinatus+subscapularis	0	5
Supraspinatus+infraspinatus +subscapularis	0	2
Subscapularis	1	2
Infraspinatus	1	0
Total	26	65

Values are number of cases.

Table 2. Rotator Cuff Tear and Ultrasonographic Findings

Combined finding	Partial-thickness tear (n=26)	Full-thickness tear (n=65)	Total (n=91)
Subacromial-subdeltoid bursitis	6 (23.0)	36 (55.3)*	42 (46.1)
Biceps tenosynovitis	10 (38.4)	23 (35.3)	33 (36.2)
Cortical irregularity of greater tubercle	7 (26.9)	17 (26.1)	24 (26.3)
Acromio-clavicular joint osteoarthritis	9 (34.6)	17 (26.1)	26 (28.5)

Values are number of cases (%). *p<0.05

Table 3. Ultrasonographic Findings according to Length of Retraction in Full-thickness Tear

Combined finding	Small tear (n=45)	Large tear (n=20)
Subacromial-subdeltoid bursitis	21 (46.6)	15 (75.0)*
Biceps tenosynovitis	16 (35.5)	7 (35.0)
Cortical irregularity of greater tubercle	8 (17.7)	9 (45.0)*
Acromio-clavicular joint osteoarthritis	11 (24.4)	6 (30.0)

Values are number of cases (%).

*p<0.05

규적이 각각 15례(75.0%), 9례(45.0%)로, 소 파열 군의 21례(46.6%), 8례(17.7%)에 비해 유의하게 많았다(Table 3).

고 찰

어깨 회전근개 파열은 어깨 통증과 기능장애의 중요한 원인이다. 회전근개 파열의 기전은 반복적인 어깨 과사용으로 인한 회전근개 퇴행성 변화와 직접적인 어깨 외상 등이 알려져 있다. 어깨 회전근개 파열은 조직학적으로 극상근 힘줄이 상완 골두 대결절에 부착되기 1 cm 전후의 이완 부위(critical zone)에서 가장 많이 발생한다. 왜냐하면 이완 부위는 상대적으로 혈관 공급이 부족하고, 팔을 올릴 때 해부학적으로 상완골두와 견봉 사이에서 빈번하게 부딪치기 때문이다.¹¹⁾ 본 연구에서도 91례의 회전근개 파열 중 부분 파열과 전층 파열 모두에서 극상근 파열이 87례(95.6%)로 대부분을 차지하였다. 어깨 회전근개 파열이 발생하면 임상적으로 어깨 통증, 어깨 관절운동 범위의 감소, 염발음, 어깨 외전근력의 약화, 및 극상근의 위축 등이 나타날 수 있으나 다른 어깨 질환과 임상 양상이 유사하여 임상적 진단에 어려움이 있다.²¹⁾ 그러므로 영상 진단으로 단순 방사선 촬영, 관절 조영술, 초음파 검사, 자기공명영상 및 자기공명 관절조영술 등이 감별 진단을 위해 사용되고 있다. 회전근개 파열 환자의 단순 방사선 촬영에서 Kaneko 등¹⁵⁾

상완 골두의 상방 이동과 대결절 피질골 불규칙성이, Pear-sall 등²³⁾은 대결절 피질골 경화(sclerosis), 골증식체, 상완 골두 피질하 포낭 형성 등이 특징적으로 관찰된다고 보고하였다. 그러나 단순 방사선 촬영상의 변화는 대부분 회전근개 파열이 상당히 진행된 경우 관찰되어 조기 진단에 제한이 있다.¹⁶⁾

어깨 관절 조영술은 조영제를 어깨 관절에 직접 주사하여 관절과 삼각근하 윤활낭 사이에 교통성을 평가하여 회전근개 완전 파열의 중요한 진단 방법으로 사용되고 있다.²¹⁾ 그러나 침습적이며 방사선 노출, 시설적 제약 및 어깨 회전근개 부분 파열 진단의 제한 등의 단점이 있다.

자기공명영상 검사는 비침습적이며, 회전근개 파열과 더불어 어깨 주위 구조의 이상 여부도 동시에 진단이 가능한 검사이다. Sherlock 등²⁷⁾은 자기공명영상 검사가 회전근개 파열 진단에 있어 89% 민감도와 100%의 특이도를 가진다고 보고하였고, Farley 등¹⁰⁾은 102명 어깨 통증 환자에게 시행한 자기공명영상 검사에서 회전근개 전층 파열과 삼각근하 점액낭염이 유의한 연관성이 있다고 보고하였다. 그러나 작은 국소 회전근개 완전 파열과 부분 파열의 감별 진단이 어렵고, 고 비용인 단점이 있다.^{12,25)} 또한 자기공명 관절 조영술은 작은 국소 전층 파열까지도 감별이 용이하나 침습적이며 고 비용의 단점이 있다.

초음파 검사는 비침습적이고, 검사에 대한 환자 접근이 용이하고, 시간적 제약이 없고, 비용이 저렴하다는 장점이 있어 최근 어깨 회전근개의 파열의 일차적인 선별 검사로 사용이 증가하고 있다.^{7,19)} 그러나 초음파 검사는 회전근개 파열 진단에 있어 문헌에 따라 민감도는 58%에서 93%, 특이도는 25%에서 98%로 다양하게 보고되고 있다.^{7,20)}

회전근개 파열의 동반 소견 중 삼각근하 윤활낭염의 민감도는 7%에서 22%로 보고되고 있다.^{4,29)} 그러나 본 연구에서는 46.1%로 높게 나타났는데 이는 첫째 이전 연구들이 1990년대 중반 전후로 진행되어 최근 초음파 장비 발달로 인한 해상력 개선에 따라 진단율이 향상되었고 둘째, 연구에 따라 대상 환자군의 어깨 회전근개 파열의 정도가 다를 수 있으며, 셋째, 수술 혹은 어깨 관절 조영술과 같이 회전근개 파열 확진 방법의 차이가 있으며 넷째, 초음파 검사자의 어깨 관절에 대한 해부학적 지식과 초음파 검사에 대한

숙련 정도의 차이 때문으로 생각된다.

Hollister 등¹³⁾은 어깨 회전근개 파열에 있어 삼각근하 윤활낭염의 발생 기전으로 전층 파열시 어깨 관절낭과 삼각근하 윤활낭간의 결손부위를 통해 관절 삼출액이 윤활낭으로 이동하여 삼각근하 윤활낭염이 발생하고, 윤활낭측 부분 파열시, 반복적 스트레스(chronic repetitive stress) 혹은 부딪침(impingement)에 의해, 관절낭측 부분 파열시 힘줄 내부의 개창현상(fenestration)으로 인해 삼각근하 윤활낭염이 발생한다고 주장하였다. 본 연구에서도 삼각근하 윤활낭염의 빈도가 회전근개 완전 파열에서 부분 파열에 비해 유의하게 높아 이전 연구를 뒷받침하는 결과를 나타내었다. 그러므로 임상적으로 어깨 회전근개 파열이 의심되는 환자의 초음파 검사에서 회전근개 완전 파열과 부분 파열의 구별이 어려운 경우 삼각근하 윤활낭염 동반 여부 확인이 감별 진단에 도움을 줄 것으로 생각된다. 부분 파열의 삼각근하 윤활낭염의 빈도는 윤활낭측 2례(20%), 관절낭측 4례(25%)로 유의한 차이가 없어, 부분 파열 위치에 따른 발생기전 차이에 의한 동반 삼각근하 윤활낭염 빈도 차이는 확인할 수 없었다.

대결절 피질골 불규칙성과 회전근개 파열시 발생하는 대결절 피질골의 견인력과의 연관성이 보고되었다.^{14,18)} 본 연구에서 완전 파열 정도가 심할수록 대결절 피질골의 불규칙성이 많이 발생한 것은 파열 정도가 심할수록 견인력이 증가하기 때문으로 생각된다. 따라서 초음파 검사에서 회전근개 완전 파열이 확인된 경우 삼각근하 윤활낭염과 대결절 피질골 불규칙성 동반 여부를 확인하는 것이 파열의 정도를 예측하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 어깨 통증과 회전근개 파열이 없는 정상인과 다른 어깨 질환을 가진 환자와 비교 연구를 시행하지 못하였고, 부분 파열 위치에 따른 동반 소견 비교에 있어 환자 수가 적었다. 따라서 향후 어깨 회전근개 파열 환자와 정상 혹은 다른 어깨 질환, 부분 파열 위치에 따른 초음파 동반 소견 차이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결 론

어깨 회전근개 파열 환자의 초음파 검사에서 삼각근하 윤활낭염이 동반된 경우 전층 파열의 가능성이 높고, 어깨 회전근개 전층 파열 환자에서 삼각근하 윤활낭염과 대결절 피질골 불규칙이 동반된 경우 전층 파열의 정도가 심할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1) 김상범, 윤기성, 박희석, 광 현, 하남진, 박재성, 구봉식: 견관절 충돌 증후군 환자에서 초음파 소견. 대한재활의학회지 2000;

24: 542-549
 2) 박기영, 김현리, 이성문: 견염에 있어 초음파 검사와의 상관관계. 대한재활의학회지 2003; 27: 245-249
 3) Allen GM, Wilson DJ: Ultrasound of the shoulder. Eur J Ultrasound 2001; 14: 3-9
 4) Arslan G, Apaydin A, Kabaalioglu A, Sindel T, Lüleci E: Sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and biceps tendon sheath fluid: Reliable signs of rotator cuff tear? J Clin Ultrasound 1999; 27: 335-339
 5) Bouffard JA, Lee SM, Dhanju J: Ultrasonography of the shoulder. Semin Ultrasound CT MR 2000; 21: 164-191
 6) Chhem R, Cardinal E: Guidelines and gamuts in musculoskeletal ultrasound, 1st ed, New York: Wiley-Liss, 1999, pp32-56
 7) Crass JR, Craig EV, Feinberg SB: Ultrasonography of the rotator cuff tears: a review of 500 diagnostic studies. J Clin Ultrasound 1988; 16: 313-327
 8) Crass JR, Craig EV, Thompson RC, Feinberg SB: Ultrasonography of the rotator cuff: surgical correlation. J Clin Ultrasound 1984; 12: 487-491
 9) Farin PU: Sonography of the biceps tendon of the shoulder: normal and pathologic findings. J Clin Ultrasound 1996; 24: 309-316
 10) Farley TE, Neumann CH, Steinbach LS, Jahnke AJ, Petersen SS: Full-thickness tears of the rotator cuff of the shoulder: Diagnosis with MR imaging. Am J Roentgenol 1992; 158: 347-351
 11) Goldman AB, Ghelman B: The double-contrast shoulder arthrogram: A review of 158 studies. Radiology 1978; 127: 655-663
 12) Hodler J, Kursunoglu-Brahme S, Snyder SJ, Cervilla V, Karzel RP, Schweitzer ME, Flannigan BD, Resnick D: Rotator cuff disease: Assessment with MR arthrography versus standard MR imaging in 36 patients with arthroscopic confirmation. Radiology 1992; 182: 431-436
 13) Hollister MS, Mack LA, Patten RM, Winter TC 3rd, Matsen FA 3rd, Veith RR: Association of sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and intraarticular fluid with rotator cuff tear. Am J Roentgenol 1995; 165: 605-608
 14) Jacobson JA, Lancaster S, Prasad A, van Holsbeeck MT, Craig JG, Kolowich P: Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears: Value of US signs in diagnosis. Radiology 2004; 230: 234-242
 15) Kaneko K, De Mouy DH, Brunet ME: Massive rotator cuff tears: screening by routine radiographs. Clin Imaging 1995; 19: 8-11
 16) Kotzen LM: Roentgen diagnosis of rotator cuff tear: report of 48 surgically proven cases. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med 1971; 112: 507-511
 17) Mack LA, Nyberg DA, Matsen FA 3rd: Sonographic evaluation of the rotator cuff. Radiol Clin North Am 1988; 26: 161-177

- 18) McNally EG: Ultrasound of the rotator cuff. In: McNally EG, editor. Practical musculoskeletal ultrasound, 1st ed, Philadelphia: Elsevier, 2005, pp43-83
 - 19) Middleton WD, Edelstein G, Reinus WR, Melson GL, Totty WG, Murphy WA: Sonographic detection of rotator cuff tears. Am J Roentgenol 1985; 144: 349-353
 - 20) Middleton WD, Reinus WR, Totty WG, Melson CL, Murphy WA: Ultrasonographic evaluation of the rotator cuff and biceps tendon. J Bone Joint Surg 1986; 68-A: 440-450
 - 21) Neer CS 2nd: Anterior acromioplasty for the chronic impingement syndrome in the shoulder. a preliminary report. J Bone Joint Surg 1972; 54-A: 41-50
 - 22) Nixon JE, DiStefano V: Ruptures of the rotator cuff. Orthop Clin North Am 1975; 6: 423-447
 - 23) Pearsall AW 4th, Bonsell S, Heitman RJ, Helms CA, Osbahr D, Speer KP: Radiographic findings associated with symptomatic rotator cuff tears. J Shoulder Elbow Surg 2003; 12: 122-127
 - 24) Peetrons P, Rasmussen OS, Creteur V, Chhem RK: Ultrasound of the shoulder joint: non 'rotator cuff' lesions. Eur J Ultrasound 2001; 14: 11-19
 - 25) Seibold CJ, Mallisee TA, Erickson SJ, Boynton MD, Raasch WG, Timins ME: Rotator cuff: evaluation with US and MR imaging. Radiographics 1999; 19: 685-705
 - 26) Seltzer SE, Finberg HJ, Weissman BN, Kido DK, Collier BD: Arthrography: gray-scale ultrasound evaluation of the shoulder. Radiology 1979; 132: 467-468
 - 27) Shellock FG, Bert JM, Fritts HM, Gundry CR, Easton R, Crues JV 3rd: Evaluation of the rotator cuff and glenoid labrum a 0.2-Tesla extremity magnetic resonance(MR) system: MR results compared to surgical findings. J Magn Reson Imaging 2001; 14: 763-770
 - 28) Strobel K, Zanetti M, Nagy L, Hodler J: Suspected rotator cuff lesions: tissue harmonic imaging versus conventional US of the shoulder. Radiology 2004; 230: 243-249
 - 29) Van Holsbeeck MT, Kolowich PA, Eyler WR, Craig JG, Shirazi KK, Habra GK, Vanderschueren GM, Bouffard JA: US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff tear. Radiology 1995; 197: 443-446
-