대한영상의학회지 2007;56:365 - 370

견관절의 16 - 절편 다중검출기 CT 관절조영술: 관절순 및 회전근개 파열에 대한 정확도[1]

김강득 · 이성아[2] · 김형준[3] · 김혜원 · 오정택[4] · 정선관

목적: 견관절의 관절순 및 회전근개 파열에 대한 16 - 절편 MDCT 관절조영술(Multidetector CT arthrography, CTA)의 진단 정확도를 알아보고자 하였다.

대상과 방법: 견관절 동통이나 불안정성으로 CTA 촬영 후 관절경을 시행한 45명의 환자를 대상으로 하였다. CTA 영상은 관절순 파열의 유무, 손상부위 및 형태와 회전근개 파열의 여부 및 정도에 관하여 분석하였다. 관절경 검사의 결과를 바탕으로 관절순 및 회전근개 파열에 대한 CTA의 민감도, 특이도, 정확도를 구하였다.

결과: 관절경 검사상 관절순 파열은 SLAP 병변(*n*=33)과 Bankart 병변(*n*=6)이 있었고 SLAP 병변은 type I 9예, type II 23예, type III 1예였다. 회전근개 파열은 31예였고 극상근 21예, 극하근 9예, 견갑하근 1예였다. type I을 제외한 24예의 SLAP 병변에 대한 CTA의 민감도는 83%, 특이도 100%, 정확도 91%였다. 모든 회전근개 파열에 대한 CTA의 민감도는 90%, 특이도 100%, 정확도 98%였고, 극상근 완전파열에 대한 민감도는 100%, 특이도 94%, 정확도 96%였으며, 극상근 부분파열에 대한 민감도는 29%, 특이도 100%, 정확도 89%였다.

결론: 16 - 절편 MDCT 관절조영술은 관절순 이상이나 회전근개 파열 진단에 높은 정확도를 보이며 MRI나 초음파를 대신할 수 있는 유용한 방법이라 생각한다.

자기 공명 관절조영술은 견관절의 관절순 이상이나 회전근개의 완전 또는 부분파열의 진단에 가장 정확한 검사법으로 알려졌다(1 - 4). 전산화 단층 촬영술은 자기공명영상보다 연부조직 대조도가 떨어져 관절순 이상이나 회전근개 파열의 진단에 제한적이었다. 전산화 단층 촬영술의 발전으로 16 - 절편 다중검출기 CT(Multidetector - row CT, MDCT)는 공간해상도가 증가하고 높은 해상도의 관상면과 시상면 영상을 얻을 수 있어 자기 공명 영상에 버금가는 영상을 얻을 수 있게 되었다(5). 자기공명영상을 이용하기 어려운 환자의 경우나 병원에서 16 - 절편 다중검출기 CT 관절조영술(CT arthrography, CTA)이 자기공명 관절조영술을 대신할 수 있으리라 생각된다.

16 - 절편 다중검출기 CT 관절조영술을 이용한 관절순과 회전근개 파열의 진단에 대한 연구는 많지 않다. 이에 저자들은 CTA의 관절순 및 회전근개 파열에 대한 진단 정확도를 알아보고자 하였다.

[1]원광대학교 영상의학과
[2]서울의료원 영상의학과
[3]원광대학교 정형외과
[4]원광대학교 외과
이 논문은 2005년도 원광대학교 교비지원에 의해서 시행됨.
이 논문은 2006년 9월 11일 접수하여 2007년 2월 2일에 채택되었음.

대상과 방법

2004년 5월부터 2005년 12월까지 어깨 통증이나 불안정성으로 CTA를 시행한 112명의 환자 중 관절경으로 치료한 45명의 환자를 대상으로 하였다. CTA와 관절경 검사는 평균 18일의 간격으로 시행하였고 환자의 평균연령은 51(19 - 78)세, 남자가 30명, 여자가 15명, 우측이 32명, 좌측이 13명이었다.

관절 내 조영제 주입은 비이온성 조영제(Omnipaque 350, 35% isohexol, Amersham Health, Cork, Ireland) 7 mL, 무균의 생리식염수 13 mL와 Epinephrine 0.3 mL 혼합액을 천자 부위 피부를 소독한 후 투시유도 하에서 5 - 17 mL(평균 12 mL)를 주입하였다. 관절낭 천자는 21 gauge 척추 천자 침을 이용하여 Jacobson 등(6)이 시행한 전방 접근법으로 하였다.

전산화 단층 촬영은 관절낭 천자 10분 이내에 16 - 절편 MDCT(Somatom sensation 16, Siemens, Erlangen, Germany)로 상완골을 중립위 상태에 두고 앙와위에서 시행하였다. 영상지표는 16×0.75 mm collimation, 회전당 9 mm 테이블 속도(pitch, 4.5), 회전속도 0.5초, 관전압 120 kV, 관전류 150 mA였다.

관절경 검사는 CTA후 평균 18일(1 - 150일)이내에 한 명의 정형외과 의사가 시행하였다.

영상분석은 세 명의 근골격계 영상의학과 전문의가 축상면, 관상사면 및 시상사면으로 재구성한 영상을 임상 및 관절경 소견에 대한 정보 없이 합의하여 분석하였다. 관절순 파열은 관절순이 관절테(glenoid rim)에서 전위 또는 분리되거나 조영제가 관절연골과 관절순 사이에 채워질 경우로 하였다. 특히 SLAP II 병변은 조영제가 관절순 내에서 바깥쪽으로 뾰쪽하게 차거나 상완이두근의 부착부위 뒤까지 찬 경우와 관절와와 상관절순 사이의 간격이 넓은 경우로 하였으며 (Fig. 1) (7, 8) SLAP 병변의 분류는 Snyder 등(9)의 방법에 따랐다. 회전근개의 완전파열은 건의 연속성이 소실되고 근육이 수축되거나 조영제가 관절낭 밖으로 유출된 경우로 하였고, 부분파열은 건의 부분적인 결손이 있으면서 조영제가 채워진 경우로 하였다.

관절경 검사의 결과를 기준으로 관절순 및 회전근개 파열에 대한 CTA의 민감도, 특이도, 정확도를 구하였다.

결 과

관절순의 이상은 관절경 검사상 45명의 환자 중 33예에서 SLAP 병변이 있었으며 이중 type I이 9예(27%), type II가 23예(70%), type III가 1예(3%) (Fig. 2) 였으며, 6명에서 Bankart 병변이 있었다(Table 1). 관절경 검사상 type I SLAP 병변을 보인 9예를 CTA상 정상으로 판정하였으며 이 연구에서 type I SLAP 병변은 임상적으로 중요하지 않아 음성으로 처리하여 총 24예의 SLAP 병변이 있는 것으로 간주하였다. 환자의 평균연령은 46(19 - 75)세, 남자가 19명, 여자가 5명, 우측이 16명, 좌측이 8명이었다. 나이에 따른 type II와 III의 SLAP 병변에 대한 빈도는 40대와 50대에 각각 5예로 가장 높았고, 20대와 60대에 각각 4예, 30대 3예, 70대 2예, 10대 1예였다. 관절경 검사상 23예의 type II SLAP 병변 중 4예의 환자를 CTA상 정상으로 판정하였다. type II이상의 SLAP 병

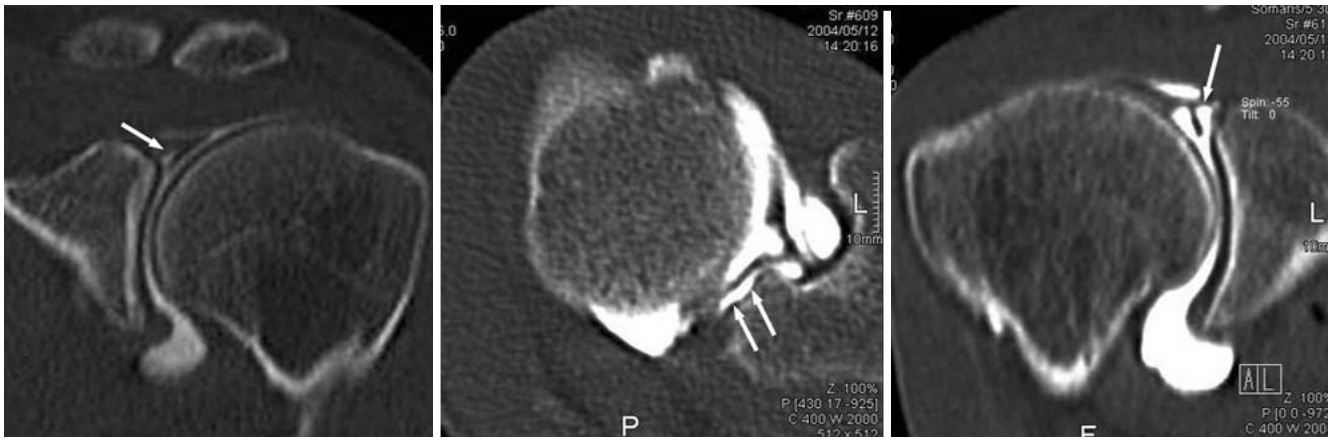


Fig. 1. Type II SLAP lesion.
A. Coronal reformatted image shows contrast material between the superior labrum and the glenoid (arrow), which is oriented in a lateral direction away from the glenoid rim.
B. Axial CT arghrogram shows contrast material deposits (arrows) posterior to the biceps tendon insertion.
C. Coronal reformatted image shows wide separation (arrow) between the superior labrum and the glenoid.

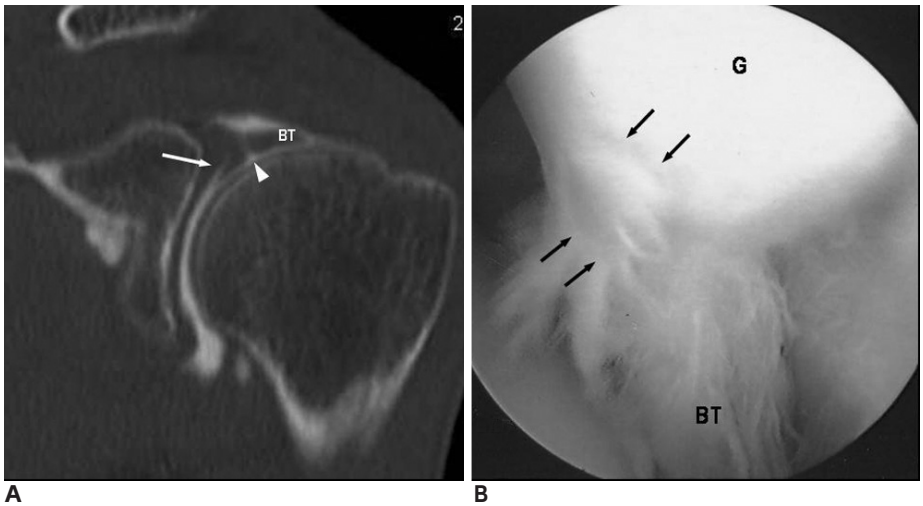


Fig. 2. Type III SLAP lesion.
A. Coronal reformatted image shows contrast material interposed between the labrum and the glenoid (arrow) as well as between the labrum and the biceps tendon(BT) (arrowhead).
B. Arthroscopic view obtained from a posterior portal confirms the presence of a type III SLAP lesion (arrows).

변에 대한 CTA의 민감도는 83%(20/24), 특이도는 100%(21/21), 정확도는 91%(41/45)였다. 6예의 Bankart 병변에 대한 민감도는 100%(6/6), 특이도는 97%(38/39), 정확도는 98%(44/45)였다.

회전근개 파열은 관절경 검사상 45명의 환자 중 22명에서 31예의 회전근개 파열이 관찰되었고 극상근이 21예, 극하근이 9예, 견갑하근이 1예였으며, 소원근이 파열된 환자는 없었다. 이중 7명에서는 극상근과 극하근이, 1명에서는 극상근, 극하근, 견갑하근 등 3개 근육이 동시에 파열되었다(Table 2) (Fig. 3). 회전근개 파열을 보인 22명 환자의 평균연령은 62(50 - 75)세, 남자가 11명, 여자가 11명, 우측이 15명, 좌측이 7명이었다. 소원근을 제외한 모든 회전근개 파열에 대한 CTA의 민감도는 90%(28/31), 특이도는 100%(104/104), 정확도는 98%(132/135)였고, 극상근 완전파열에 대한 민감도는 100%(14/14), 특이도는 94%(29/31), 정확도는 96%(43/45)였으며, 극상근 부분파열에 대한 민감도는 29%(2/7), 특이도는 100%(38/38), 정확도는 89%(40/45)였다(Table 3). 극상근의 점액낭측 부분파열이 있던 3예 모두 CTA로 진단할 수 없었고, 완전파열과 부분파열간의 불일치는 3예에서 보였다.

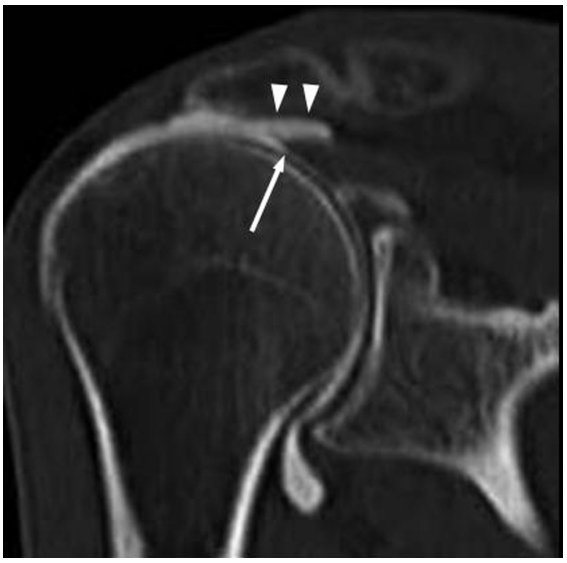


Fig. 3. Large full-thickness supraspinatus tear. Coronal reformatted image shows contrast material in the subacromial/subdeltoid bursa (arrowheads). The tendon margin (arrow) is retracted from the greater tuberosity.

고 찰

어깨는 우리 몸의 관절 중 가장 운동성이 크지만 불안정하여 관절낭, 관절순, 관절와상완골 인대, 회전근개 등에 의해서 안정성이 유지된다고 알려졌다(3, 10). 이러한 관절순과 회전근개 등 견관절 평가는 연부조직 대조도가 좋은 자기공명영상이 가장 탁월하며 전산화 단층 촬영술은 관절순이나 회전근개보다는 주로 골관절와나 상완골두의 골병변 진단에 이용되었다. 그러나 최근 촬영술의 발전으로 16 - 절편 다중검출기 CT는 시간 및 공간분해능이 증가하고 다면 재구성(multiplanar

Table 1. Correlation Between Findings at CT Arthrgraphy and Arthroscopy for Superior Labral Anteroposterior(SLAP) Lesions

CTA	Arthroscopy				
	N (n=12)	I (n=9)	II (n=23)	III (n=1)	IV (n=0)
N (n=25)	12	9	4	0	0
I (n=0)	0	0	0	0	0
II (n=17)	0	0	17	0	0
III (n=3)	0	0	2	1	0
IV (n=0)	0	0	0	0	0

I, II, III, IV; type of SLAP lesion, N ; Normal

Table 2. Correlation Between Findings at CT Arthrgraphy and Arthroscopy for Rotator Cuff Tears

CT Arthrography		Arthroscopy					
		N (n=104)	SSP		ISP		SSC
			FT (n=14)	PT (n=7)	FT (n=7)	PT (n=2)	FT (n=1)
N (n=107)		104	0	3*	0	0	0
SSP	FT (n=16)	0	14	2	0	0	0
	PT (n=2)	0	0	2	0	0	0
ISP	FT (n=6)	0	0	0	6	0	0
	PT (n=3)	0	0	0	1	2	0
SSC	FT (n=1)	0	0	0	0	0	1

The numbers(n=135) are those of total rotator cuffs excluding teres minor tendon of 45 patients.
FT; Full-thickness tear, PT; Partial-thickness tear, N; Normal, SSP; Supraspinatus tendon, ISP; Infraspinatus tendon, SSC; Subscapularis tendon, *; Tears on the bursal surface

reformation) 과정을 통해 높은 해상도의 관상면과 시상면 영상도 얻을 수 있게 되었다. 또한, 관절조영술을 함으로써 회전근개, 관절연골 및 관절순과 조영제로 팽창된 관절강 내 관절액간의 대조도가 뛰어나 CTA도 자기 공명 영상에 버금가는 영상을 얻을 수 있게 되었고 무릎이나 팔꿈치 관절에서도 반월판, 관절연골과 인대 등의 평가에 많이 이용될 뿐 아니라 뛰어난 결과를 보여주고 있다(11, 12).

CTA를 이용한 견관절순 이상에 대한 연구는 많지 않았고

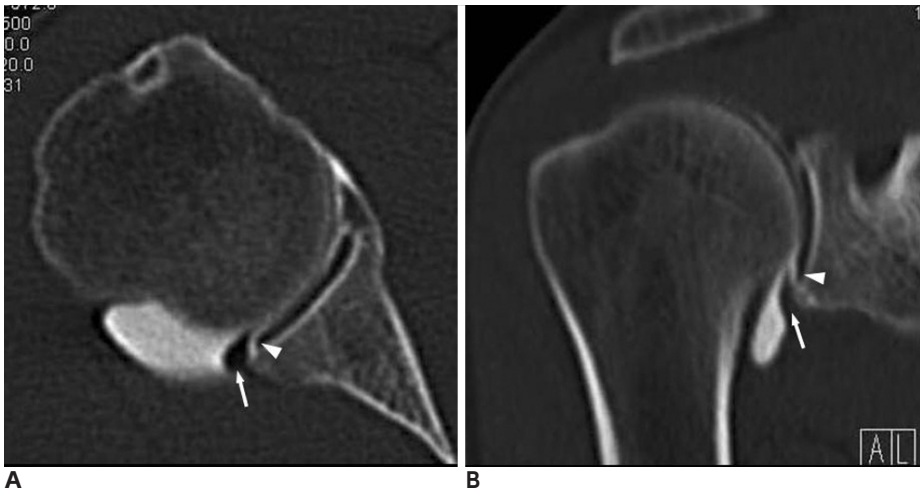
Table 3. Efficacy of CT Arthrography in the Diagnosis of Rotator Cuff Tears

	Total (SSP + ISP + SSC)	FT (SSP)	PT (SSP)
Sensitivity (%)	28/31 (90)	14/14 (100)	2/7 (29)
Specificity (%)	104/104 (100)	29/31 (94)	38/38 (100)
Accuracy (%)	132/135 (98)	43/45 (96)	40/45 (89)

FT; Full-thickness tear, PT; Partial-thickness tear, SSP; Supraspinatus tendon, ISP; Infraspinatus tendon, SSC; Subscapularis tendon

정확도도 자기공명영상보다 매우 낮았었다. 관절순 파열에 대한 Candnani 등(4)의 보고에 의하면 CTA의 민감도는 73%로 96%를 보인 자기공명 관절조영술보다 매우 낮았다. 최근 MDCT와 자기공명영상을 이용한 관절조영술로 관절순 파열을 진단하고 관절경 시술로 확인한 Choi 등(13)과 Bitzer 등(14)의 연구에서 자기공명영상 관절조영술이 96%의 민감도와 특이도를 보였고, CTA 상에서 Choi 등은 80%, 88%, Bitzer 등은 76%, 92%의 민감도와 특이도를 보고 하였다. 특히 Choi 등은 type II SLAP 병변의 진단에 CTA가 자기공명영상과 같이 95%의 높은 정확도를 보인다고 주장하였다. 이 연구에서도 CTA를 통한 type II 이상의 SLAP 병변에 대한 민감도는 83%, 특이도는 100%, 정확도는 91%의 높은 진단율을 보였다.

이 연구에서 관절경 검사상 type I SLAP 병변을 보인 9예와 type II SLAP 병변 중 4예의 환자를 CTA상 정상으로 판정하였다. 가음성을 보인 4예의 type II SLAP 병변 중 2예는 상관절순하 구로 오인하였고 1예는 조영제 양이 적어 관절강의 팽창이 충분하지 않아 상관절순의 파열을 진단하지 못한 것



A B

Fig. 4. Normal gap of the posteroinferior labrum. (**A**) Axial and (**B**) coronal reformatted images show contrast filled smooth gap between the posteroinferior articular cartilage (arrowhead) and labroligamentous complex (arrow).

A B C

Fig. 5. Posterior joint capsular rupture. (**A**) Axial, (**B**) sagittal and (**C**) coronal reformatted images show focal discontinuity at the posterior joint capsule (arrow) with extravasation of the contrast material around the teres minor muscle (arrowheads).

으로 생각한다. type I SLAP 병변이나 관절 내 조영제의 양이 적으면, 관절와와 상관절순 사이의 간격이 넓지 않은 관절순 파열의 진단 시 CTA는 연부조직 대조도가 자기공명영상보다 떨어져 진단에 어려움이 있다. 그러나 임상적으로 중요한 type II 이상의 SLAP 병변에 대하여 높은 해상도의 다면 영상이 가능해진 CTA는 자기공명 관절조영술이 어려운 환자에서 대신할 수 있는 영상 방법이라 생각한다.

회전근개 파열의 진단은 여러 영상 방법 중 초음파나 자기공명영상을 이용하는 추세이나(10), 16 - 절편 다중검출기 CT를 이용한 관절조영술도 높은 해상도의 다면영상이 가능하고 조영제와 회전근개간의 대조도차가 커서 진단이 쉬워졌다. Charousset 등(15)은 259명 환자의 견관절을 CTA로 검사하고 관절경으로 확인하여 극상근 파열 진단에 민감도 99%, 특이도 100%, 극하근 파열에 민감도 97%, 특이도 100%를 보고 하였고 관절경 시술로 교정 가능성 여부에 중요한 건의 퇴축과 근육의 지방변성 평가에 좋다고 주장하였다. 이 연구에서도 모든 회전근개 파열에 대한 CTA의 민감도는 90%, 특이도는 100%, 정확도는 98%, 극상근 완전파열에 대한 민감도는 100%, 특이도는 94%, 정확도는 96%로 높은 정확성을 보였으나 극상근 부분파열에 대한 민감도는 29%, 특이도는 100%, 정확도는 89%로 낮아 자기공명영상과 달리 점액낭측 부분파열에 대한 진단은 한계를 보여주고 있다.

관절순과 관절와상완골 인대의 정상 변이는 상관절순하 구(Superior sublabral sulcus), 관절순하 공(Sublabral foramen), Buford 복합체 등 상관절순에 국한되어 있다(1). 그러나 하관절순에서도 이와 비슷하게 조영제가 충만한 매끄러운 틈이 보였다. 이 연구에서 관절경 검사상 정상을 CTA상 Bankart 병변으로 진단한 1예와 관절경 검사상 언급이 없어 관절순 파열은 아닌 것으로 생각되는 관절순의 전하방에 1예, 후하방에 2예의 매끄러운 틈이 관찰되었다. CTA 분석 결과 이 틈은 관상면 영상에서 관절연골과 하관절와상완골 인대 전방띠와 후방띠의 기시부 사이에 있는 틈으로 확인되었다(Fig. 4). 이와 같이 축상면 영상에서 관절연골 전하방과 후하방에 조영제가 충만한 매끄러운 틈이 보일 때 하관절와상완골 인대와의 작은 틈이 있음을 인지하고 Bankart 병변등 관절순 이상으로 오인하지 않도록 주의를 해야한다.

이 연구에서 소원근 주위로 조영제가 유출되고 회전근개 이상 없이 관절낭이 파열된 1예가 있었다(Fig. 5). 관절조영술은 관절낭 내에 조영제를 충분히 채우기 때문에 관절낭 평가에 유용하여 회전근개와 관절낭 파열 간의 감별이 가능하다. 또한, CTA는 자기공명영상보다 저렴하고 촬영시간이 짧아 폐쇄공포증이 있어도 촬영할 수 있는 장점이 있다.

이 연구는 몇 가지 제한점이 있는데 세 명의 영상의학과 전문의가 합의하여 분석을 하였기에 판독자간의 차이는 평가하지 못했고, 만성통증과 불안정성 등에 관계없이 관절경 시술자의 판단에 의해 수술한 환자들을 대상으로 하였으며, 관절순 이상에 대한 연구는 대상군이 적고 형태가 다양하지 못하여서 통계적 의의가 낮을 것으로 생각한다.

결론적으로 16 - 절편 다중검출기 CTA는 높은 해상도의 관상면과 시상면 영상도 얻을 수 있어 점액낭측 회전근개 부분파열을 제외한 관절순 이상이나 회전근개 파열 진단에 높은 민감도와 특이도를 보이며 자기공명영상이나 초음파 검사가 어려운 경우에 시행할 수 있는 유용한 방법이라 생각한다.

참 고 문 헌

1. De Maeseneer MD, Van Roy F, Lenchik L, Shahabpour M, Jacobson F, Ryu KN, et al. CT and MR arthrography of the normal and pathologic anterosuperior labrum and labral-bicipital complex. *Radiographics* 2000;20:S67-S81
2. McCarthy C. Glenohumeral instability. *Imaging* 2003;15:174-179
3. Beltran J, Rosenberg ZS, Chandnani VP, Cuomo F, Beltran S, Rokito A. Glenohumeral instability: evaluation with MR arthrography. *Radiographics* 1997;17:657-673
4. Chandnani VP, Yeager TD, DeBerardino T, Christensen K, Gagliardi JA, Heitz DR, et al. Glenoid labral tears: prospective evaluation with MR imaging, MR arthrography, and CT arthrography. *AJR Am J Roentgenol* 1993;161:1229-1235
5. Blum A, Coudane H, Mole D. Gleno-humeral instabilities. *Eur Radiol* 2000;10:63-82
6. Jacobson JA, Lin J, Jamadar DA, Hayes CW. Aids to successful shoulder arthrography performed with a fluoroscopically guided anterior approach. *Radiographics* 2003;23:373-379
7. Bencardino JT, Beltran J, Rosenberg ZS, Rokito A, Schmahmann S, Mota J, et al. Superior labrum anterior-posterior lesions: diagnosis with MR arthrography of the shoulder. *Radiology* 2000;214:267-271
8. Smith DK, Chopp TM, Aufdemorte TB, Witkowski EG, Jones RC. Sublabral recess of the superior glenoid labrum: study of cadavers with conventional nonenhanced MR imaging, MR arthrography, anatomic dissection, and limited histologic examination. *Radiology* 1996;201:251-256
9. Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD, Friedman MJ. SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy* 1990;6:274-279
10. Ostlere S. Imaging the shoulder. *Imaging* 2003;15:162-173
11. Vande Berg BC, Lecouvet FE, Poilvache P, Maldague B, Malghem J. Spiral CT arthrography of the knee: technique and value in the assessment of internal derangement of the knee. *Eur Radiol* 2002;12:1800-1810
12. Waldt S, Bruegel M, Ganter K, Kuhn V, Link TM, Rummeny EJ, et al. Comparison of multislice CT arthrography and MR arthrography for the detection of articular cartilage lesions of the elbow. *Eur Radiol* 2005;15:784-791
13. Choi JA, Lee IS, Oh JH, Lee JW, Choi JY, Hong SH, et al. 16 slice multidetector CT arthrography in the evaluation of labral and rotator cuff lesions of the shoulder: a preliminary study with comparison with direct MR arthrography and arthroscopic correlation. *ISS 32nd* Annual Refresher Course Sep 28-Oct 1: Raffles City Convention Centre: Singapore; 2005
14. Bitzer M, Nasko M, Krackhardt T, Schick F, Schober W, Wiskirchen J, et al. Direct CT-arthrography versus direct MR-arthrography in chronic shoulder instability: comparison of modalities after the introduction of multidetector-CT technology. *Rofo* 2004;176:1770-1775
15. Charousset C, Bellaiche L, Duranthon LD, Grimberg J. Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87:824-828

J Korean Radiol Soc 2007;56:365 - 370

16-Slice MDCT Arthrography of the Shoulder: Accuracy for Detection of Glenoid Labral and Rotator Cuff Tears[1]

Gang-Deuk Kim, M.D., Sung-Ah Lee, M.D.[2], Huoung-Jun Kim, M.D.[3], Hye-Won Kim, M.D., Jung-Taek Oh, M.D.[4], Seon-kwan Juhng, M.D.

[1]Department of Diagnostic Radiology, [3]Orthopaedic Surgery, [4]General Surgery, Wonkwang University Hospital
[2]Department of Diagnostic Radiology of Seoul Medical Center

Purpose: We wanted to determine the diagnostic accuracy of 16-slice MDCT arthrography (CTA) for glenoid labral and rotator cuff tears of the shoulder.

Materials and Methods: We enrolled forty-five patients who underwent arthroscopy after CTA for pain or instability of the shoulder joint. The CTA images were analyzed for the existence, sites and types of glenoid labral tears and the presence and severity of rotator cuff tears. We determined the sensitivity, specificity and accuracy of CTA for detecting glenoid labral and rotator cuff tears on the basis of the arthroscopy findings.

Results: At arthroscopy, there were 33 SLAP lesions (9 type I, 23 type II and 1 type III), 6 Bankart lesions and 31 rotator cuff lesions (21 supraspinatus, 9 infraspinatus and 1 subscapularis). On CTA, the sensitivity, specificity and accuracy for detecting 24 SLAP lesions, excluding the type I lesions, were 83%, 100% and 91%, the total rotator cuff tears were 90%, 100% and 98%, the full thickness supraspinatus tendon tears were 100%, 94% and 96%, and the partial thickness supraspinatus tendon tears were 29%, 100% and 89%, respectively.

Conclusion: 16-slice MDCT arthrography has high accuracy for the diagnosis of abnormality of the glenoid labrum or rotator cuff tears and it can be a useful alternative to MRI or US.

Index words : Shoulder, CT
Shoulder, arthrography
Shoulder, abnormalities
Shoulder, injuries

Address reprint requests to : Seon-kwan Juhng, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Wonkwang University Hospital, 344-2 Shinyong-dong, Iksan 570-711, Korea.
Tel. 82-63-850-1514 Fax. 82-63-851-4749 E-mail: juhngsk@wonkwang.ac.kr