

Multidetector CT arthrography를 이용한 견관절 병변의 진단 - MRI, MR arthrography와의 비교 -

을지위대 정형외과학교실, 서울대학교 의과대학 정형외과학교실[†], 분당 세생병원[†],
서울대학교 의과대학 진단방사선과학교실[†]

김재윤** · 오주한* · 공현식* · 김우성[†] · 최정아[†] · 김병호*

— Abstract —

Multidetector CT (MDCT) Arthrography in the Evaluation of Shoulder Pathology: Comparison with MR Arthrography and MR Imaging with Arthroscopic Correlation

Jae Yoon Kim, M.D.** , Oh Joo Han, M.D.* , Gong Hyun Sik, M.D.* ,
Woo Sung Kim, M.D.[†] , Jung-Ah Choi, M.D.[†] , Byung Ho Kim, M.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, Eulji University College of Medicine,
Seoul National University College of medicine[†], Daejin Medical Center, Seoul, Korea[†],
Department of Radiology, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea[†]*

Purpose: The purpose of the present study was to evaluate the diagnostic efficacy of CT arthrography (CTA) in the assessment of various shoulder pathologies, compared with MR arthrography (MRA) and MRI with arthroscopic correlation.

Materials and Methods: CTA in 84 patients, MRA in 70 patients, and MRI in 27 patients were obtained. A radiologist interpreted each image for 5 pathologies: Bankart, SLAP, Hill-Sachs lesion, full-thickness, and partial-thickness rotator cuff tear. Detailed arthroscopic reports were compared with CTA, MRA, and MRI. The sensitivity, specificity, predictive values, and accuracy were calculated. The agreement between each diagnostic modality and arthroscopy was calculated. Diagnostic efficacy was assessed by the areas under the receiver operating characteristic (ROC) curves.

Results: The diagnostic values of all three imaging groups were comparable to each other for Bankart, SLAP, Hill-Sachs, and full-thickness cuff tear lesions, but those of CTA were lower than MRI and MRA for partial-thickness cuff tears. The areas under the ROC curves for CTA, MRA, and MRI were not significantly different for all

※통신저자: 오 주 한*

경기도 성남시 분당구 구미 300

분당서울대병원 정형외과학교실

Tel: 031) 787-7197, Fax: 031) 787-4056, E-Mail: ohjh1@snu.ac.kr

* 본 논문의 요지는 2005년 대한정형외과 추계학회에 발표함.

pathologies, except for partial-thickness cuff tears.

Conclusion: CTA was equally competent to MRA or MRI in demonstrating Bankart, Hill-Sachs lesions, SLAP, and full thickness rotator cuff tears but not as efficient in diagnosing partial thickness rotator cuff tears.

Key Words: Shoulder, CT arthrography, MR arthrography, MRI

서 론

다양한 견관절 질환에 대한 성공적인 치료를 위하여 정확한 진단이 선행해야 함은 주지의 사실이다. 견관절은 골성 구조, 관절와순, 관절낭, 인대 및 회전근 개 등으로 이루어진 복잡한 해부학적 단위이며, 병력, 진찰 검사 및 단순 방사선 검사 등의 간단한 방법으로는 진단이 어려운 경우가 많다. CT나 MRI 등의 특별한 영상 진단법이 필요한 경우가 많다. 골 병변이나 관절와순 등의 연부 조직 병변의 진단에 이용되던 기존의 CT arthrography는 연부조직 대비나 공간 해상력이 높지 않아, 현재는 견관절 병변의 진단에 MRI나 MR arthrography를 많이 이용하고 있는 실정이다.

1998년에 처음으로 다중 검출 전산화단층촬영(multidetector CT)이 소개된 이래^{9,11,14}, 2002년에 16줄의 검출기를 부착한 CT가 개발되었고, 이로써 상당한 부피의 해부학적 구조물에 대하여 등용적성의 우수한 해상도를 가진 영상들을 보다 빠른 시간 내에 얻는 것이 가능하였다⁹. 여러 문헌에 따르면 CT arthrography (CTA)는 견관

절을 포함한 여러 관절의 병변의 진단에 유용한 검사법이라 알려져 있으나^{2,16,21,23}, 견관절에서 동시에 관절와순, 골 및 회전근 개 병변의 진단에 CTA와 MR 영상을 비교한 연구는 없었다. 이에 본 연구는 관절경으로 확인한 다양한 견관절의 병변에 대하여 CTA와 MR 영상을 비교함으로써, 견관절에서 CTA의 진단적 가치를 평가하고자 하였다.

연구대상 및 방법

2004년 4월에서 2005년 7월까지 견관절의 CTA나 MRA를 시행하고, 관절경 수술을 시행한 연속적인 168명을 대상으로 하였다. 이 중 골절, 화농성 골관절염, 영상 검사와 수술 사이의 기간이 100일 이상 경과한 경우 및 영상의 질이 좋지 않은 외부 MR 영상을 제외한 148명의 환자만을 대상으로 하였다.

84명은 CTA를, 70명은 MRA를 시행하였고, 이 중 6명은 CTA와 MRA를 모두 시행하였다. 또한, CTA를 시행한 군 중 본원의 다른 과에서 처방한 MRI 4례와 외부 MRI 23례 등 총 27례

Table 1. Details of the patients

	CTA	MRA	MRI
Number of patients	84	70	27
Mean age in years (range)	40.8 (17-70)	53.3 (18-78)	44.2 (21-68)
Male:Female	64:20	31:29	19:8
Classification of diseases			
SLAP	31	19	8
Instability	20	8	5
Rotator cuff disorders	27	43	12
Others	6	0	2
Duration between each test and surgery in days (range)	17.1 (0-99)	34.3 (1-88)	46.1 (3-97)

의 MRI를 얻을 수 있었으며, CTA 군, MRA 군, MRI 군 등 3개 군으로 나누어 비교하였다. 인구 통계학적 자료 및 질환 분류가 Table 1에 정리되어 있는 바와 같이, MRA 군에서 다른 군에 비하여 평균 나이가 높았고, 여성 환자가 더 많았다. CTA 군에서는 SLAP 환자가 제일 많았으나, MRA와 MRI 군에서는 회전근 개 질환을 가진 환자가 더 많았다.

조영제의 관절내 주사는 투시 방사선을 보며 전방 도달법을 이용하여 시행되었고, 1~5 ml의 요오드화 조영제 (Telebrix 30, Guerbet, France)를 이용하여 바늘이 관절내에 제대로 위치함을 확인하였다. CTA는 12~20 ml의 희석된 (13:7) 요오드화 조영제 (Telebrix 30, Guerbet, France)를 주입하였고, 16줄의 다중 검출 CT (Mx 8000 IDT, Philips, netherlands)로 영상을 얻었다. 사상 관상면, 사상 시상면 및 횡단면 영상을 얻었으며, 절편 두께는 2 mm였다. 사상 관상면 영상은 극상근과 평행하도록, 사상 시상면 영상은 관절와의 관절면과 평행하도록 영

상을 재구성하였다. MRA는 12~20 ml의 희석된 gadopentetate dimeglumine (Omniscan, Amersham)를 주사하였고, MRI는 1.5 T (Philips Gyroscan Intera, Netherlands) 하에서 시행하였다. 지방 억제 T1 강조 영상을 얻었고, 횡단면, 극상근과 평행한 사상 관상면, 관절와의 관절면과 평행한 사상 시상면을 얻었으며, T1 강조 사상 관상면 영상과 T2 강조 관상면 및 사상 시상면 영상을 얻었다.

세 가지 영상은 한 명의 근육격계를 전공한 방사선과외에 의하여 독립적으로 판독하였고, 견관절의 병변을 SLAP 병변, Bankart 병변, Hill-Sachs 병변, 회전근 개 전층 파열 및 부분 파열 등 5 가지로 나누었다. 각 병변의 존재 유무를 일단 기록하고, ROC 곡선의 면적을 구하기 위하여, 4 단계로 세분화하여 기록하였는데, 0은 확실히 없음, 1은 병변이 없을 가능성이 높음, 2는 병변이 있을 가능성이 높음, 3은 확실히 있음으로 하였다. SLAP 병변에 대하여는 Snyder 분류의 제 1형은 제외하고, 상부관절외순의 파열이나 박

Table 2. Calculated sensitivity, specificity, accuracy, positive and negative predictive value of different diagnostic imaging

	SLAP	Bankart	Hill-Sachs	Full-thickness cuff tear	Partial-thickness cuff tear
CTA					
Sensitivity (%)	86	86	93	89	22
Specificity (%)	90	95	90	98	87
Positive predictive value (%)	90	86	67	94	38
Negative predictive value (%)	86	95	98	97	75
Accuracy (%)	88	93	90	96	69
MRA					
Sensitivity (%)	72	90	75	100	74
Specificity (%)	95	100	98	94	100
Positive predictive value (%)	92	100	86	95	100
Negative predictive value (%)	80	98	97	100	86
Accuracy (%)	84	99	96	97	90
MRI					
Sensitivity (%)	58	100	100	100	67
Specificity (%)	93	95	83	100	100
Positive predictive value (%)	88	88	50	100	100
Negative predictive value (%)	74	100	100	100	79
Accuracy (%)	78	96	85	100	85

리만 SLAP 병변이라고 하였다^{6,12,20}.

한 명의 술자가 관절경을 시행하였고, 모든 구획을 꼼꼼히 관찰하여 각 병변의 존재 유무를 기록하였다. 관절경 소견을 기준으로 각 병변에 대하여 세 가지 영상 검사의 민감도, 특이도, 양성 예측도, 음성예측도 및 정확도를 계산하였다. 다섯 가지 병변에 대하여 각각의 영상 검사와 관절경 사이의 일치도를 계산하기 위하여 카파 계수(κ coefficient)를 구하였고¹⁹, 세 가지 영상 검사의 전체적인 진단능을 평가하기 위하여 receiver operating characteristic (ROC) 곡선의 면적을 구하였다.

결 과

SLAP 병변의 진단에 있어서 CTA의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 정확도는 높았으나, MRA와 MRI의 민감도는 비교적 낮았다(72%, 58%, Table 2). Bankart 병변에서는 세 가지 영상 검사의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 민감도가 모두 높았다(Table 2). SLAP 병변과 Bankart 병변에서의 ROC 곡선의 면적은 세 가지 영상 검사에서 서로 통계적인 차이가 없었다(Table 3, Fig. 1, 2). Bankart 병변에 대한 세 영상 검사의 카파 계수는 모두 0.8 이상(almost perfect)이었으며(κ =0.82, 0.94, 0.91), SLAP 병변에서 보다 높았다(substantial or moderate, κ =0.76, 0.68,

0.53).

Hill-Sachs 병변에 대한 CTA와 MRA의 카파 계수는 각각 0.72, 0.78 (substantial)이었으나, MRI에서는 0.59(moderate)였다(Table 4). Hill-Sachs 병변에 세 가지 영상 검사의 민감도와 특이도는 모두 높은 편이었고(Table 2), ROC 곡선의 면적도 통계적인 차이가 없었다(Table 3, Fig. 3).

회전근 개 전층 파열에 있어서, 세 가지 영상 검사의 민감도, 특이도, 일치도 및 ROC 곡선의 면적은 모두 높은 값을 가졌으나, 회전근 개 부분 파열에서 CTA의 진단적 지표들의 값은 비교적 낮았다(Table 2, 4, Fig. 4). MRA/MRI의 민감도, 양성예측도 및 카파 계수는 74%/67%, 100%/100%, 0.78/0.69인 반면에, CTA는 22%, 38%, 0.10의 값을 보였다. ROC 곡선의 면적에서도 확인할 수 있는 바(Table 3, Fig. 5), 회전근 개 부분 파열에 대한 CTA의 ROC 곡선의 면적은 MRA의 면적보다 좁았으며, 95% 신뢰구간에서도 겹치는 부분이 없어 통계적으로 의미있는 차이를 보임을 알 수 있다. CTA와 MRI의 ROC곡선의 면적의 차이가 통계적으로 의미가 있다고는 할 수 없으나, 95% 신뢰구간이 겹치는 부분이 매우 좁은 것을 알 수 있다.

상기 결과를 통하여 견관절 병변의 진단에 있어 CTA의 진단능이 회전근 개 부분 파열을 제외하면, MRA나 MRI와 통계적으로 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다.

Table 3. The areas under ROC curve and 95% confidence interval different diagnostic imaging tests for each lesion

	CTA			MRA			MRI		
	AUC*	95%	C.I. [†]	AUC*	95%	C.I. [†]	AUC*	95%	C.I. [†]
SLAP lesion	0.856	0.768	0.945	0.801	0.688	0.914	0.706	0.495	0.916
Bankart lesion	0.903	0.812	0.995	0.949	0.839	1	0.975	0.917	1
Hill-Sachs lesion	0.915	0.83	1	0.866	0.684	1	0.913	0.804	1
Full-thickness cuff tear	0.939	0.856	1	0.971	0.925	1	1	1	1
Partial-thickness cuff tear	0.531	0.39	0.672	0.864	0.76	0.969	0.833	0.66	1

AUC*, area under ROC curve

C.I.[†], confidence interval

고 찰

견관절 병변의 진단에 있어, 병력, 다양한 진찰 검사, 단순 방사선 검사 및 초음파 검사와 더불어 MR 영상을 이용한 진단이 많은 도움이 되며, 관절내 조영제를 주사하는 MRA가 관절내 병변의 진단에 MRI보다 유용하다고 알려져 점점 널리 쓰이고 있다^{1,4,8,10,19}. 반면에 2002년에 기존의 CT 영상에 비해 여러 장점을 가진 16줄의 검출기를 부착한 CT가 개발된 이래 관절내 병변의 진단에 점점 그 유용성을 넓혀가고 있다. 횡단면에서뿐만 아니라, 관상면, 시상면에서도 등용적성의 공간 해상력을 갖게 되어 영상의 질이 매우 개선되었으

며, 검사 시간을 상당 시간 단축시킴으로써 환자의 움직임으로 인해 영상이 흔들리는 것을 막을 수 있어, 외상 환자나 소아 환자에서 그 쓰임새가 높다고 할 수 있다⁶. 이러한 CT의 발달로 인하여 슬관절, 족관절, 주관절 및 고관절 등 여러 관절에서, 특히 연골 병변의 진단에 CT arthrography의 유용성이 널리 인식되었다^{16,21,22}. 본 연구에서 SLAP 병변이나 Bankart 병변과 같은 관절와순 병변의 진단에 CTA가 MRA나 MRI와 비슷한 정도로 유용하였고, SLAP 병변에 대한 민감도는 MR 영상에 비하여 오히려 더 높았는데, 이는 관절와순 와(sublabral recess)의 전후 범위의 평가에서 CTA의 민감도가 MRA보다 높

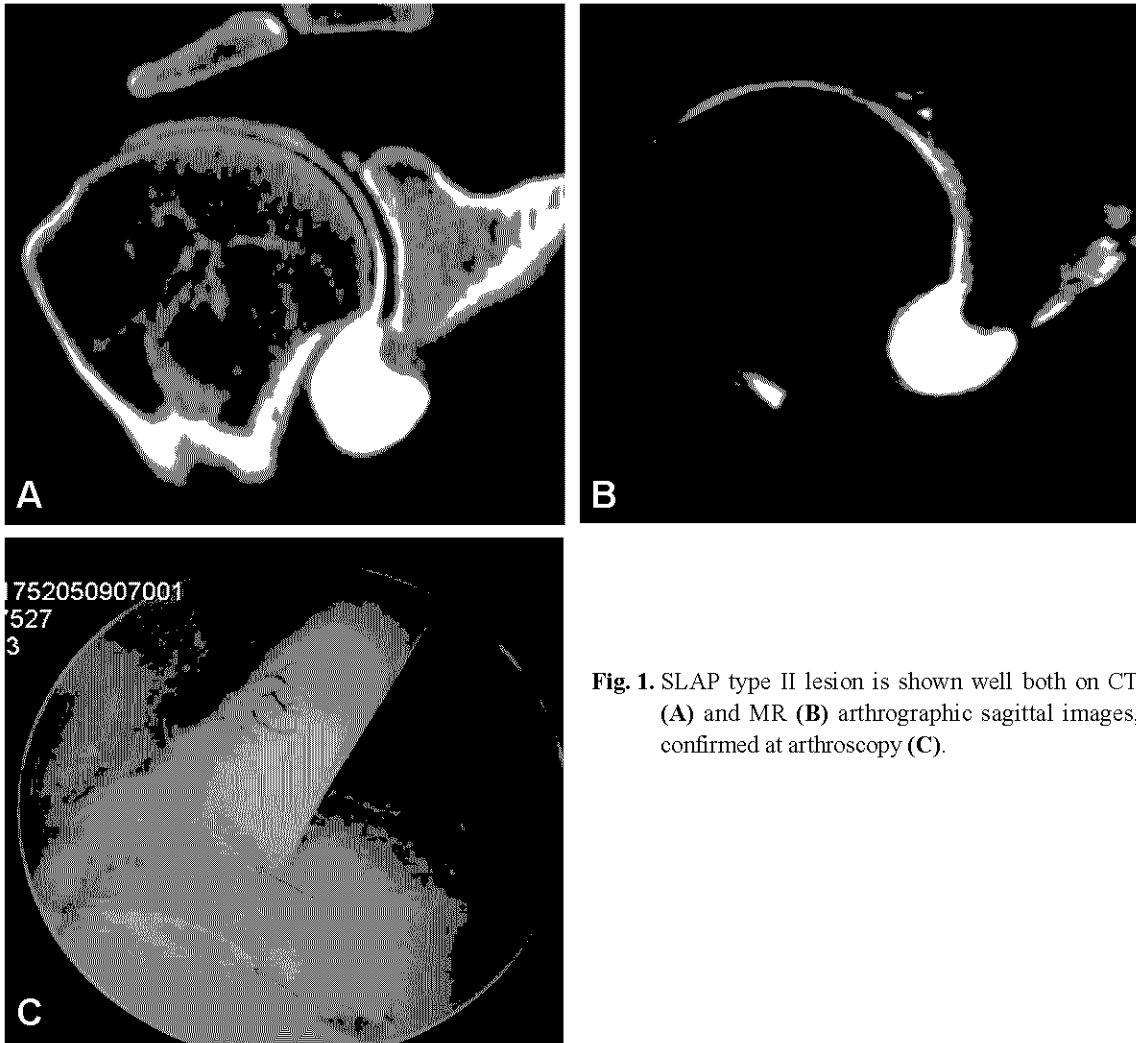


Fig. 1. SLAP type II lesion is shown well both on CT (A) and MR (B) arthrographic sagittal images, confirmed at arthroscopy (C).

았다는 기존의 연구와 부합하는 소견이다²⁰.

회전근 개 병변의 진단에 있어 MR 영상이 정상 건과 전층 파열이 있는 건을 쉽게 확인할 수 있어 초음파나 관절 조영술 보다 더 우위에 있다고 알려져 있으며, 현재 파열된 건의 상태와 회전근의 지방 침윤 정도 등을 평가하기 위하여 술 전 MR 검사가 거의 필수적인 것으로 인식되고 있

다. 그러나, 본 연구는 회전근 개 전층 파열에서 CTA의 진단적 지표들이 MRA와 비교하여 비슷한 값을 보인다고 증명하였으며, 이는 곧 회전근 개의 건이나 기타 연부조직의 평가에 있어 술 전 CTA가 어느 정도 한계가 있음을 인정하지 않을 수 없지만, 복원된 회전근 개의 재파열을 평가하는 데에 술 후 CTA가 효과적일 수 있음을 의미

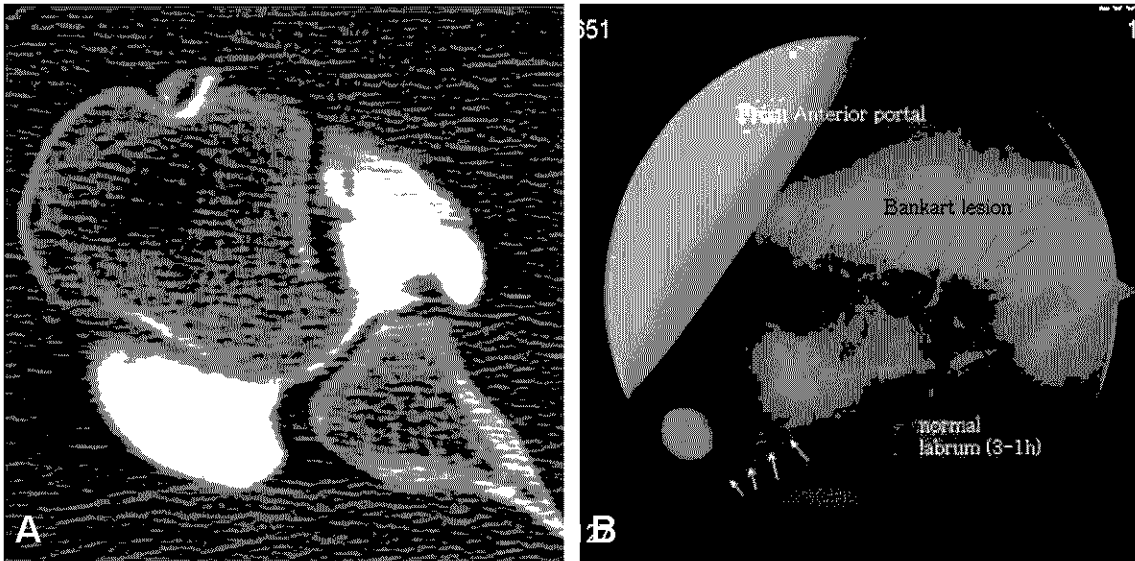


Fig. 2. Bankart lesion is seen well on CT arthrographic axial image (A), confirmed at arthroscopy (B).

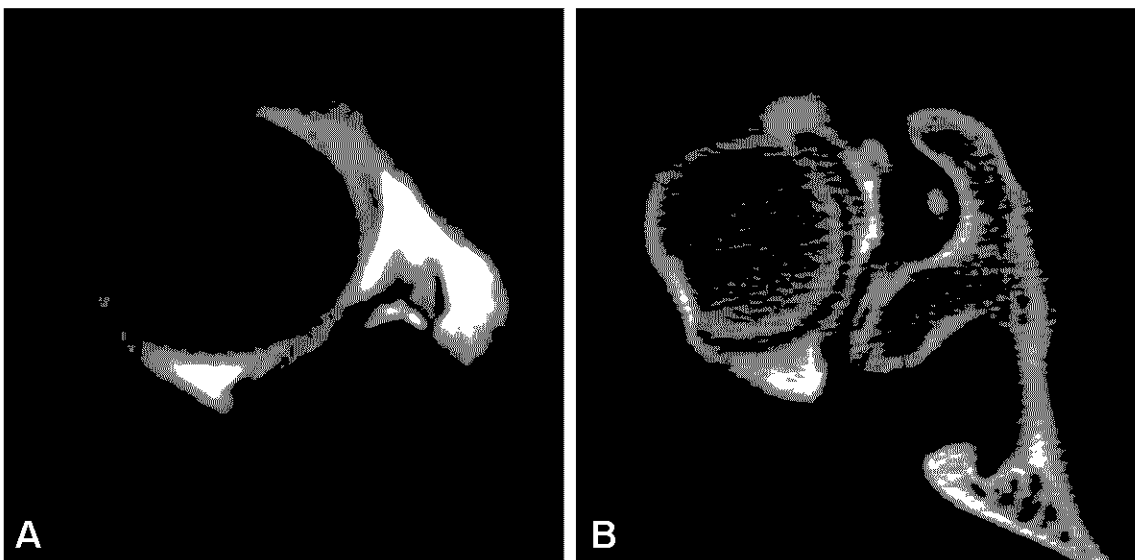


Fig. 3. Hills-Sachs defect is subtle on MR arthrographic axial image (A), more obvious on CT arthrographic axial image (B).

한다. Farber와 Buckwalter³⁾는 CTA는 금속에 의한 방해 효과(metallic artifact)가 없으므로, 금속물을 이용한 내고정술 후에도 좋은 영상을 얻을 수 있어, 술 후 평가에 매우 유용하였다고 보고하였다.

Charousset 등²⁾은 회전근 개 파열의 범위를 평가하는데 견관절을 외회전 및 내회전 시킨 상태에서 시행한 CTA가 관절경 소견과 잘 일치한다

고 하여, 술 전에 CTA를 통하여 관절경하 회전근 개 복원술의 시행 여부를 평가할 수 있다고 하였으나, 본 연구에서는 회전근 개 부분 파열에서 CTA의 민감도와 일치도가 매우 낮았다. 이는 CTA가 점액낭 편에 위치한 회전근 개의 파열이나 회전근 개 내의 출혈과 부종 등을 발견하기 어렵기 때문으로 생각한다. 또한, Charousset 등²⁾이 시행하였듯이 견관절의 여러 위치에서 CTA를

Table 4. Calculated κ coefficient of the different diagnostic imaging tools for each lesion

	κ coefficient*		
	CTA	MRA	MRI
SLAP lesion	0.76	0.68	0.53
Bankart lesion	0.82	0.94	0.91
Hill-Sachs lesion	0.72	0.78	0.59
Full-thickness cuff tear	0.90	0.94	1.00
Partial-thickness cuff tear	0.10	0.78	0.69

κ coefficient*
 0.00: poor
 0.01-0.20: slight
 0.21-0.40: fair
 0.41-0.60: moderate
 0.61-0.80: substantial
 0.81-1.00: almost perfect

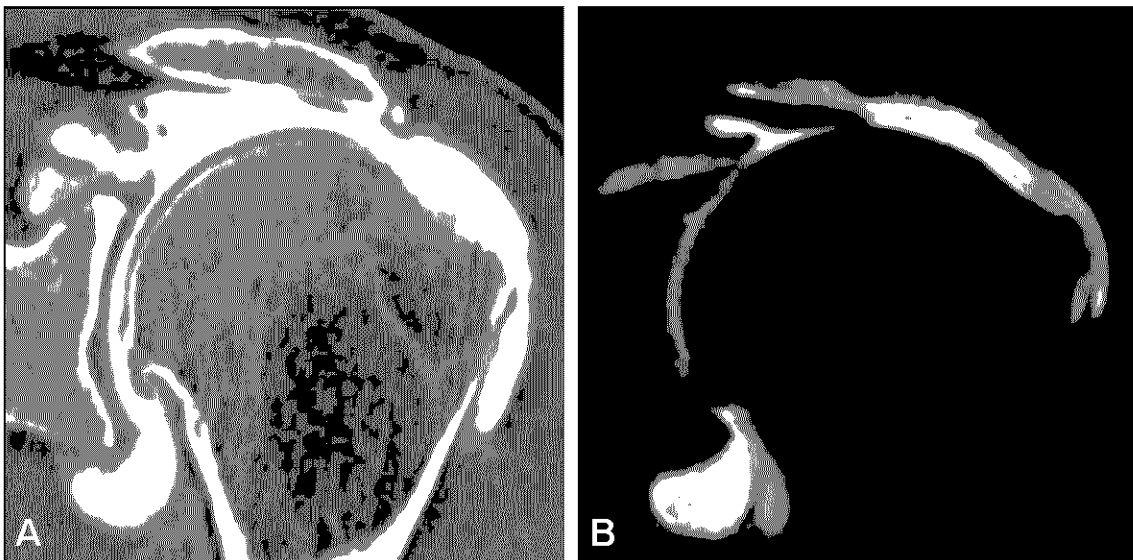


Fig. 4. Full thickness tear of supraspinatus tendon with muscletendinous junction retraction is well seen on both CT (A) and MR (B) arthrographic sagittal images.

시행하였거나 견봉하 공간에 공기를 사용하여 이중 조영제를 이용한 CTA를 시행하였다면 더 좋은 결과를 보였을 것이다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 존재하는데, 첫째, 각 병변에 대한 세 가지 영상 검사의 민감도, 특이도, 양성예측도, 음성예측도 및 정확도 등의 진단적 지표들의 직접 비교를 통한 통계적인 우열을 가릴 수 없었다. 이를 위하여는 한 환자에서 세 가지 검사를 모두 시행하여야 하지만, 경제적, 윤리적 여건 및 임상적 환경 때문에 제한될 수밖에 없다. 대신 본 연구에서는 카파 계수와 ROC 곡선의 면적을 이용하여 어느 정도 통계적인 비교를 할 수 있었으며, 진단적 지표들 그 자체만으로도 충분한 의미가 있을 것이라 생각한다.

둘째, 관찰자간(inter-observer), 관찰자내(intra-observer) 신뢰도를 평가하지 않았는데, MR 영상의 진단적 지표들이 기존의 다른 연구에서와 크게 다르지 않음을 통해 각 영상의 판독이 믿을 만 하다는 것을 반증한다^{7,8,15,17,18,24}.

셋째, 세 군간에 인구 통계 분포가 같지 않음을 지적하지 않을 수 없는데, 회전근 개가 의심되는 나이 많은 환자들은 주로 MRA를 시행하였고, 관절와순 병변이 의심되는 젊은 환자들은 주로 CTA를 시행하였다. 또한 외부 MR 영상을 가지

고 온 환자들에게는 충분한 설명과 더불어 동의하는 환자에 한하여 CTA를 추가로 시행하였다. 그러므로, MRA 군의 평균 연령이 다른 군에 비하여 높고 회전근 개의 질환이 더 많았다. 그러나, 한 환자에서 여러 병변을 갖는 경우가 존재하며, 본 연구가 어떤 질환의 치료 결과를 평가하는 것이 아니고, 어떤 병변에 대한 진단능을 평가하는 것이므로 각 군간에 인구 통계학적 차이가 결과에 크게 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다.

이러한 한계에도 불구하고, 저자들이 알고 있는 한, 견관절에서 CTA의 진단적 가치를 평가하기 위하여 관절와순, 골성 병변 및 회전근 개 병변을 동시에 MR 영상과 비교한 연구는 없었으며, 본 연구를 통하여, 저자들은 CTA가 관절와순의 병변의 진단이나 회전근 개 복원술 후 추적 검사 등의 영역에서 MRA를 대신할 수 있는 유용한 검사 방법으로 생각한다.

결 론

견관절에서 CTA는 관절와순과 골성 병변의 진단이나 회전근 개의 전층 파열의 진단에서 MRA와 견줄만한 진단적 가치가 있었다. 따라서, CTA는 관절와순의 병변의 진단이나 회전근 개

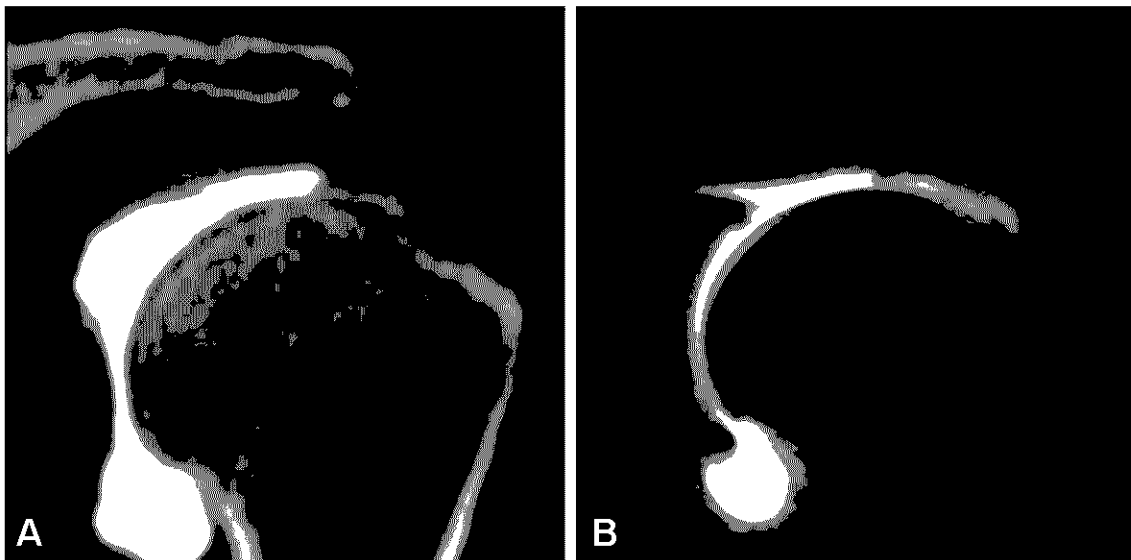


Fig. 5. Partial thickness tear of supraspinatus tendon is not as easily depicted on CT arthrographic sagittal image (A), more obviously seen on MR arthrographic sagittal image (B).

복원술 후 추적 검사 등, 선택적 영역에서 MRA를 대신할 수 있는 유용한 검사 방법으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) **Chandnani VP, Yeager TD, DeBerardino T, Christensen K, Gagliardi JA, Heitz DR, Baird DE and Hansen MF**: Glenoid labral tears: prospective evaluation with MRI imaging, MR arthrography, and CT arthrography. *AJR Am J Roentgenol*, 161:1229-1235, 1993.
- 2) **Charoussat C, Bellaiche L, Duranthon LD and Grimberg J**: Accuracy of CT arthrography in the assessment of tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg*, 87:824-828, 2005.
- 3) **Farber JM and Buckwalter KA**: Sports-related injuries of the shoulder: instability. *Radiol Clin North Am*, 40:235-249, 2002.
- 4) **Flannigan B, Kursunoglu-Brahme S, Snyder S, Karzel R, Del Pizzo W and Resnick D**: MR arthrography of the shoulder: comparison with conventional MR imaging. *AJR Am J Roentgenol*, 155:829-832, 1990.
- 5) **Flohr TG, Schaller S, Stierstorfer K, Bruder H, Ohnesorge BM and Schoepf UJ**: Multidetector row CT systems and image-reconstruction techniques. *Radiology*, 235:756-773, 2005.
- 6) **Handelberg F, Willems S, Shahabpour M, Huskin JP and Kuta J**: SLAP lesions: a retrospective multicenter study. *Arthroscopy*, 14:856-862, 1998.
- 7) **Herold T, Hente R, Zorger N, Finkenzeller T, Feuerbach S, Lenhart M and Paetzel C**: [Indirect MR-arthrography of the shoulder-value in the detection of SLAP-lesions]. *Rofo*, 175:1508-1514, 2003.
- 8) **Hodler J, Kursunoglu-Brahme S, Snyder SJ, Cervilla V, Karzel RP, Schweitzer ME, Flannigan BD and Resnick D**: Rotator cuff disease: assessment with MR arthrography versus standard MR imaging in 36 patients with arthroscopic confirmation. *Radiology*, 182:431-436, 1992.
- 9) **Hu H, He HD, Foley WD and Fox SH**: Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology*, 215:55-62, 2000.
- 10) **Karzel RP and Snyder SJ**: Magnetic resonance arthrography of the shoulder. A new technique of shoulder imaging. *Clin Sports Med*, 12:123-136, 1993.
- 11) **Klingenbeck-Regn K, Schaller S, Flohr T, Ohnesorge B, Kopp AF and Baum U**: Subsecond multi-slice computed tomography: basics and applications. *Eur J Radiol*, 31:110-124, 1999.
- 12) **Kohn D**: The clinical relevance of glenoid labrum lesions. *Arthroscopy*, 3:223-230, 1987.
- 13) **Landis JR and Koch GG**: The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33:159-174, 1977.
- 14) **McCullough CH and Zink FE**: Performance evaluation of a multi-slice CT system. *Med Phys*, 26:2223-2230, 1999.
- 15) **Meister K, Thesing J, Montgomery WJ, Indelicato PA, Walczak S and Fontenot W**: MR arthrography of partial thickness tears of the undersurface of the rotator cuff: an arthroscopic correlation. *Skeletal Radiol*, 33:136-141, 2004.
- 16) **Nishii T, Tanaka H, Nakanishi K, Sugano N, Miki H and Yoshikawa H**: Fat-Suppressed 3D Spoiled Gradient-Echo MRI and MDC T Arthrography of Articular Cartilage in Patients with Hip Dysplasia. *AJR Am J Roentgenol*, 185:379-385, 2005.
- 17) **Quinn SF, Sheley RC, Demlow TA and Szumowski J**: Rotator cuff tendon tears: evaluation with fat-suppressed MR imaging with arthroscopic correlation in 100 patients. *Radiology*, 195:497-500, 1995.
- 18) **Sano H, Kato Y, Haga K, Iroi E and Tabata S**: Magnetic resonance arthrography in the assessment of anterior instability of the shoulder: comparison with double-contrast computed tomography arthrography. *J Shoulder Elbow Surg*, 5:280-285, 1996.
- 19) **Shuman WP**: Gadolinium MR Arthrography of the Rotator Cuff. *Semin Musculoskelet Radiol*, 2:377-384, 1998.
- 20) **Snyder SJ, Karzel RP, Del Pizzo W, Ferkel RD and Friedman MJ**: SLAP lesions of the shoulder. *Arthroscopy*, 6:274-279, 1990.
- 21) **Vande Berg BC, Lecouvet FE, Poilvache P, Maldague B and Malghem J**: Spiral CT arthrography of the knee: technique and value in the assessment of internal derangement of the knee. *Eur Radiol*, 12:1800-1810, 2002.

- 22) **Verhagen RA, Maas M, Dijkgraaf MG, Tol JL, Krips R and van Dijk CN**: Prospective study on diagnostic strategies in osteochondral lesions of the talus. Is MRI superior to helical CT? *J Bone Joint Surg*, 87:41-46, 2005.
- 23) **Waldt S, Bruegel M, Ganter K, Kuhn V, Link TM, Rummeny EJ and Woertler K**: Comparison of multislice CT arthrography and MR arthrography for the detection of articular cartilage lesions of the elbow. *Eur Radiol*, 15:784-791, 2005.
- 24) **Waldt S, Burkart A, Lange P, Imhoff AB, Rummeny EJ and Woertler K**: Diagnostic performance of MR arthrography in the assessment of superior labral anteroposterior lesions of the shoulder. *AJR Am J Roentgenol*, 182:1271-1278, 2004.
- 25) **Waldt S, Metz S, Burkart A, Mueller D, Bruegel M, Rummeny EJ and Woertler K**: Variants of the superior labrum and labro-bicipital complex: a comparative study of shoulder specimens using MR arthrography, multi-slice CT arthrography and anatomical dissection. *Eur Radiol*, 2006 Feb;16:451-458. Epub 2005 Jul 27.