

급성심근경색증에서의 심장자기공명영상술의 진단 정확도와 심근 생존력 평가: TI-201 심근관류 SPECT와의 비교

김혜선¹ · 박충기¹ · 박동우¹ · 김용수¹ · 김영선¹ · 최요원¹ · 전석철¹
서흥석¹ · 함창곡¹ · 김순길² · 안유현² · 최윤영³

목적 : 급성심근경색을 진단하는데 있어 심장자기공명영상의 유용성을 알아보고, 생존심근을 평가하는데 있어 TI-201 심근관류 SPECT와 비교하고자 하였다.

대상 및 방법 : 흉통 및 호흡곤란이 있는 환자 중 심장자기공명영상과 TI-201 SPECT를 시행한 17명을 후향적으로 조사하였다. 심장자기공명영상에서는 T2강조영상에서 심벽의 고신호 강도 유무, 영화영상에서 심벽 운동, Gd-DTPA 조영 증강 후 좌심실 벽의 관류 결손 및 주입 15분 후의 지연조영증강 유무를 평가하였다. TI-201 SPECT에서는 아데노신 부하 영상과 휴식기 영상을 얻어 관류 결손 유무와 관류 결손시 가역성 여부를 평가하였다.

결과 : 심장자기공명영상과 TI-201 SPECT 모두 급성심근경색을 진단하는데 통계적으로 의미가 있었고, T2강조영상, TI-201 SPECT, 지연조영증강 및 심벽운동 순으로 연관성이 있는 것으로 나타났고, 관류 결손은 통계적 유의성이 없었다. 생존심근 평가에 있어서는 두 검사간 유의한 차이가 없었으며, T2강조영상과 관류영상에서 TI-201 SPECT와 높은 일치율, 지연조영증강 및 심벽운동은 낮은 일치율을 보였다.

결론 : 심장자기공명영상은 급성심근경색을 진단하는데 매우 유의한 진단율을 보였고, 생존 심근 여부의 판단에 있어 SPECT와 높은 일치율을 보였다. 그러나 각 검사별 판독 기준과 방법에서 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

서 론

관상동맥 질환에 있어 생존 심근(myocardial viability)을 찾는 것은 환자의 치료 방침을 계획하고 치료 효과를 예상하는데 있어 매우 중요하다. 만약 생존 가능한 심근이 있다면, 혈전 용해술, 경피 경관 관상동맥성형술, 관상동맥 우회술과 같은 적극적인 재관류 요법으로 좌심실의 기능을 향상시킬 수 있기 때문이다 (1-8). 현재 생존 심근을 찾는 데 사용되는 방법으로는 방사성 동위원소를 이용한 단일광자방출 전산화단층촬영술 (Single Photon Emission Computed Tomography: SPECT), 심근에서 ¹⁸F-fluoro-deoxyglucose(FDG)의 섭취율을 이용하여 심근 생존능을 구별하는 positron emission

tomography(PET) 등이 있다. 그러나 이들은 해상도가 떨어져 통벽성 심근경색에서 그 범위 정도를 정확히 평가하기는 힘들다. 반면 심장 자기공명영상은 이들과 비교하여 해상도, 대조도, 3차원적 입체성이 뛰어나며, 불필요한 이온화성 방사선에 노출되지 않아도 될 뿐 아니라 (7), 심장의 구조, 관상동맥의 형태 및 혈류, 심근 기능, 혈류 확산 및 대사의 분석을 동시에 할 수 있는 유일한 방법으로 알려져 있다. 또한 심근의 두께, 부피, 수축기 심근 두께, 심실 부피, 박출량, 수축기 및 이완기의 여러가지 정보를 정량화 할 수 있어 심장의 기능적 측면을 평가할 수 있어서 현재 허혈성 심장 질환에 있어 매우 중요한 평가 도구로 이용이 증가하고 있는 추세이다 (9-13).

이에 저자들은 관상동맥질환이 있거나 의심되는 환자 및 급성심근경색 환자에서 Thallium(Tl)-201 심근관류 SPECT와

대한자기공명의과학회지 7:100-107(2003)

¹한양대학교 의과대학 진단방사선과학교실

²한양대학교 의과대학 내과학교실

³한양대학교 의과대학 핵의학교실

접 수 : 2003년 7월 8일, 채 택 : 2003년 11월 14일

통신저자 : 박충기, (471-701) 경기도 구리시 교문동 249-1, 한양대학교 구리병원 진단방사선과

Tel. (031) 560-2542 Fax. (031) 560-2551 E-mail: ckpark1@hanyang.ac.kr

심장자기공명영상을 시행하여 급성심근경색을 진단하는데 있어 두 검사의 결과와 급성심근경색에서 생존 부위를 평가하는데 있어 두 검사간의 일치도를 비교함으로써 이들의 유용성을 알아보고자 본 연구를 하였다.

대상 및 방법

2001년 7월부터 2002년 7월까지 흉통 및 호흡곤란을 주소로 내원한 관상동맥질환이 있거나 의심된 환자 및 급성심근경색으로 진단 받은 17명의 환자를 대상으로 후향적으로 분석하였다. 대상 환자는 남자가 12명, 여자가 5명이었고 평균 연령은 54±12세(38-68세) 이었다.

관상동맥질환이 있거나 의심된 환자는 11명이었으며, 진단 기준은 1년 이상 당뇨병과 고혈압을 앓고 있는 환자 혹은 고지혈증 환자 중에서 운동 혹은 추위 등에 의해 유발되는 0.3초에서 3분 이내의 흉통이 있으며, 휴식과 나이트로글리세린 복용에 의해 흉통이 소실되는 경우였다.

급성심근경색 환자는 6명이었으며, 내원 직전 발생한 전형적인 흉통, 심전도에서 병적 Q파와 ST파의 상승 및 심장효소(creatine kinase, Lactodehydrogenase, Troponin-I)의 기준치 이상 상승, 특히 48시간 이후에도 진단적 특이도가 높은 Troponin - I가 0.1 ng/ml이상일 경우의 3가지 중 2가지가 만

족할 경우 급성심근경색으로 진단하였다.

흉통 발생 10일 이내에 심장자기공명영상과 Tl-201심근관류 SPECT를 시행하였으며, 두 검사는 7일 이내에 시행되었다.

자기공명영상은 1.5 T 초전도형 자기공명영상기기(Signa® CV/i™ General Electric Medical System, Milwaukee, Wisconsin, U.S.A.)를 사용하였다. 호흡정지 상태에서 T2 강조 영상인 Double - Inversion Recovery(IR) Fast spin echo(FSE) 단축 영상(TR: 1644 msec, TE: 38 msec, Flip angle: 20°, FOV: 36×36 cm, matrix number: 256×256)과 Triple - IR FSE 장축 영상(TR: 1690 msec, TE: 58 msec, Flip angle: 15°, FOV: 38×27 cm, matrix number: 256×256)을 심첨부부터 심기저까지 8 mm 두께로 각각 10개의 절편을 얻었다.

심첨부부터 심기저까지 8 mm 두께로 Short TR gated echo pulse sequence인 2D-FIESTA(Fast Imaging Employing Steady State Acquisition) (TR: 3.8 msec, TE: 1.6 msec, Flip angle: 45°, FOV: 38×38 cm, matrix number: 224×224)로 10개의 단축절편과 각 절편마다 20 phase의 영상을 얻어 재조합하여 영화영상을 얻었다.

이어 Gd - DTPA(Magnevist®, Shering AG, Berline, Germany) 0.15 mmol/Kg를 주입하여 좌심실벽을 8 mm 두께로 10개의 절편(각 절편마다 20 phase)영상을 얻어 최초 순

Table 1. Clinical, MR and SPECT Findings of 17 Patients with Chest Pain

	Clinical manifestation		Cardiac MR findings			Myocardial perfusion SPECT		
	EKG	Cardiac enzyme	T2WI	Perfusion defect	DME	Wall motion	Resting Perfusion defect	Stress perfusion defect
1	+	+	+ : Transmural	+ : Transmural	+ : Transmural central darkness	hypokinesia	+	+
2	+	+	+ : partial	+ : partial	+ : partial	hypokinesia	+	+
3	+	+	+ : partial	+ : partial	+ : partial	Normal	+	-
4	+	+	+ : Transmural	+ : Transmural	+ : Transmural central darkness	akinesia	+	+
5	+	+	+ : Transmural	+ : Transmural	+ : Transmural central darkness	akinesia	+	+
6	+	+	+ : Transmural	+ : Transmural	+ : Transmural central darkness	hypokinesia	+	+
7	-	-	+ : partial	+ : partial	+ : partial	Normal	+	-
8	-	-	-	+ : partial	+ : partial	Normal	-	-
9	-	-	-	+ : partial	+ : partial	Normal	-	-
10	-	-	-	-	-	Normal	+	-
11	-	-	-	-	-	Normal	-	-
12	-	-	-	-	-	Normal	-	-
13	-	-	-	-	-	Normal	-	-
14	-	-	-	-	-	Normal	-	-
15	-	-	-	-	-	Normal	-	-
16	-	-	-	-	-	Normal	-	-
17	-	-	-	-	-	Normal	-	-

Note. - EKG(+): pathologic Q wave and ST segment elevation, cardiac enzyme(+): Troponin-I>0.1 ng/ml, T2WI(+): high signal intensity, DME: delayed myocardial enhancement

김혜선 외

환 심근관류영상(First pass Fast Gradient Echo Train) (TR 6.6 msec, TE: 1.3 msec, Flip angle: 25°, FOV: 38 × 28 cm, matrix number: 128 × 128)을 얻고, 최초 주입 후 10분 후에 Magnevist® 0.15 mmol/Kg를 초당 0.5 cc 속도로 재주입하고 5분 후에 심첨부부터 심기저부까지 8 mm 두께로 10개의 조영증강 T1강조 지연심근강조영상(TR: 7.2 msec, TE: 3.1 msec, Flip angle: 20°, FOV: 38 × 28 cm, matrix number: 256 × 192)을 얻었다. 얻어진 영상에 대해 임상적 진단이나 Tl-201 SPECT 결과를 모르는 한 명의 방사선과 전문의가 분석하였다.

T2강조영상에서는 심벽의 고신호강도 여부를 조사하였으며, 고신호강도가 없는 군, 국소성 및 통벽성 고신호강도가 있는 군으로 분류하였다. 고신호강도가 있을 경우 심근 경색이 있는 것으로 평가하였고, 국소성 고신호강도가 보인 경우 가역적, 통벽성 고신호강도가 보인 경우 비가역적인 심근경색으로 평가하였다 (4, 5).

영화영상에서는 심벽 운동을 정상, 저운동성(hypokinesia), 비정상운동 혹은 무운동성(dyskinesia or akinesia)으로 분류하였고, 심근경색이 의심된 부위에서의 심벽운동이 정상 혹은

저운동성인 경우 가역적, 비정상운동 혹은 무운동성일 경우 비가역적 심근경색으로 평가하였다 (2, 13). 최초 순환 심근관류 영상에서는 관류 결손 정도를 정상, 국소성 및 통벽성 3군으로 분류하였다. 관류 결손이 있을 경우 심근경색으로 평가하였고, 국소성 관류 결손시 가역적, 통벽성 관류 결손이 있을 경우 비가역적 변화로 평가하였다 (18). 15분 지연심근강조영상은 전혀 조영증강이 안 되는 그룹, 국소적 조영증강, 통벽성 조영증

Table 2. Diagnostic Accuracy of Cardiac MR and Tl-201 SPECT with Comparison to Clinical Diagnosis

Clinical diagnosis	MI(-)	MI(+)	λ	χ^2	p-value
Cardiac MR					
MI(-)	8	0	0.571	8.24	0.009
MI(+)	3	6			
Tl-201 SPECT					
MI(-)	9	0	0.714	10.43	0.002
MI(+)	2	6			

Note.- MI(-): absence of myocardial infarction, MI(+): presence of myocardial infarction

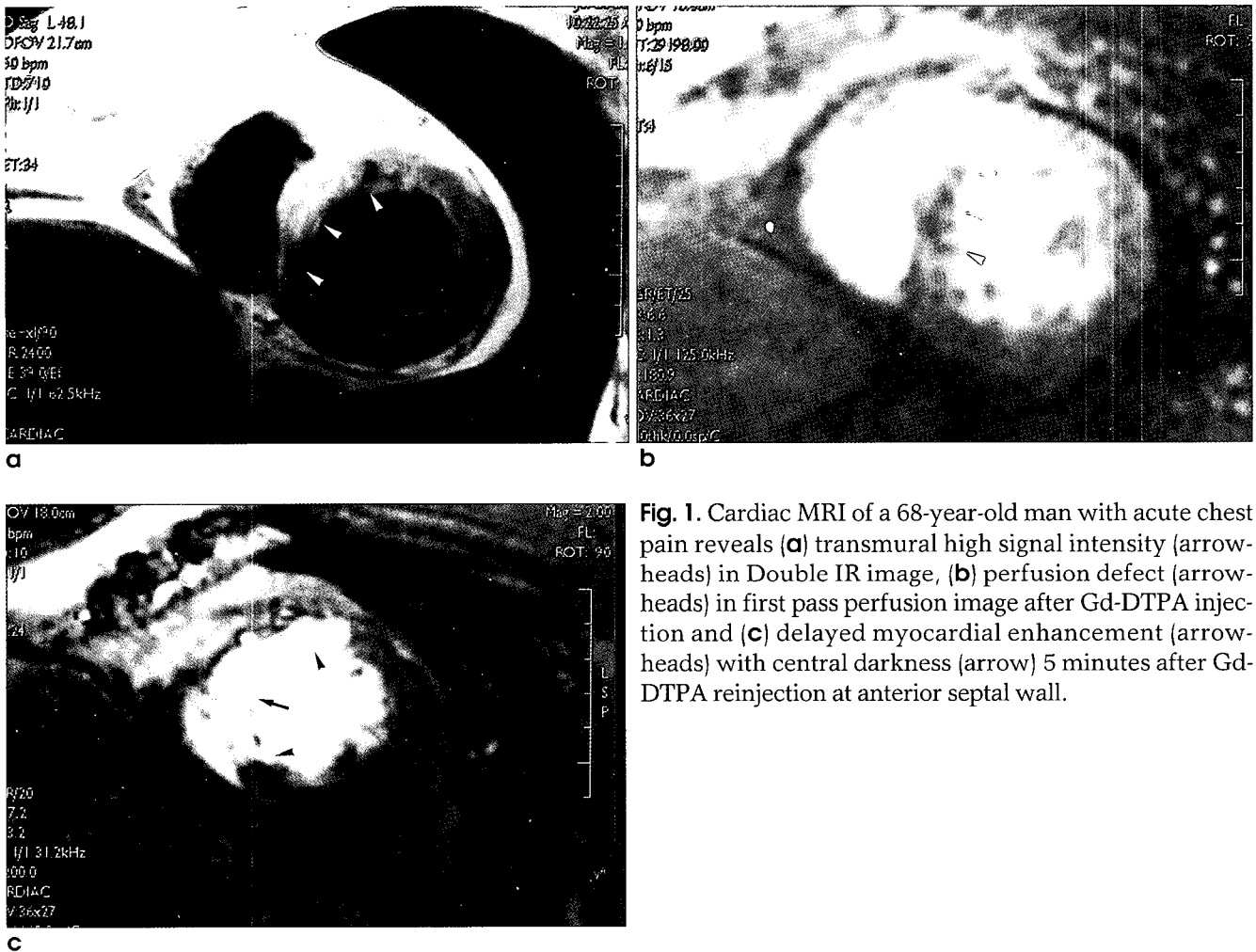


Fig. 1. Cardiac MRI of a 68-year-old man with acute chest pain reveals (a) transmural high signal intensity (arrowheads) in Double IR image, (b) perfusion defect (arrowheads) in first pass perfusion image after Gd-DTPA injection and (c) delayed myocardial enhancement (arrowheads) with central darkness (arrow) 5 minutes after Gd-DTPA reinjection at anterior septal wall.

급성심근경색증에서의 심장자기공명영상술의 진단 정확도와 심근 생존력 평가

강 및 조영증강시 내부에 저신호강도를 포함한 그룹으로 분류하였으며, 조영증강이 될 경우 심근경색으로 평가하였고, 국소성 조영증강시 가역적 변화, 통벽성 혹은 내부에 저신호강도를 포함한 조영증강시는 비가역적 심근경색으로 평가하였다 (1).

모든 17명 환자에 대해 약물부하 Tl-201 SPECT를 시행하였다. 약물부하는 아데노신(adenosine) 0.14 mg/kg/min를 3분간 서서히 주입 펌프를 통해 주입하고 주사 시작 3분 후에 Tl-201 3 mCi(111 MBq)를 정맥주사 하였다. Tl-201 투여

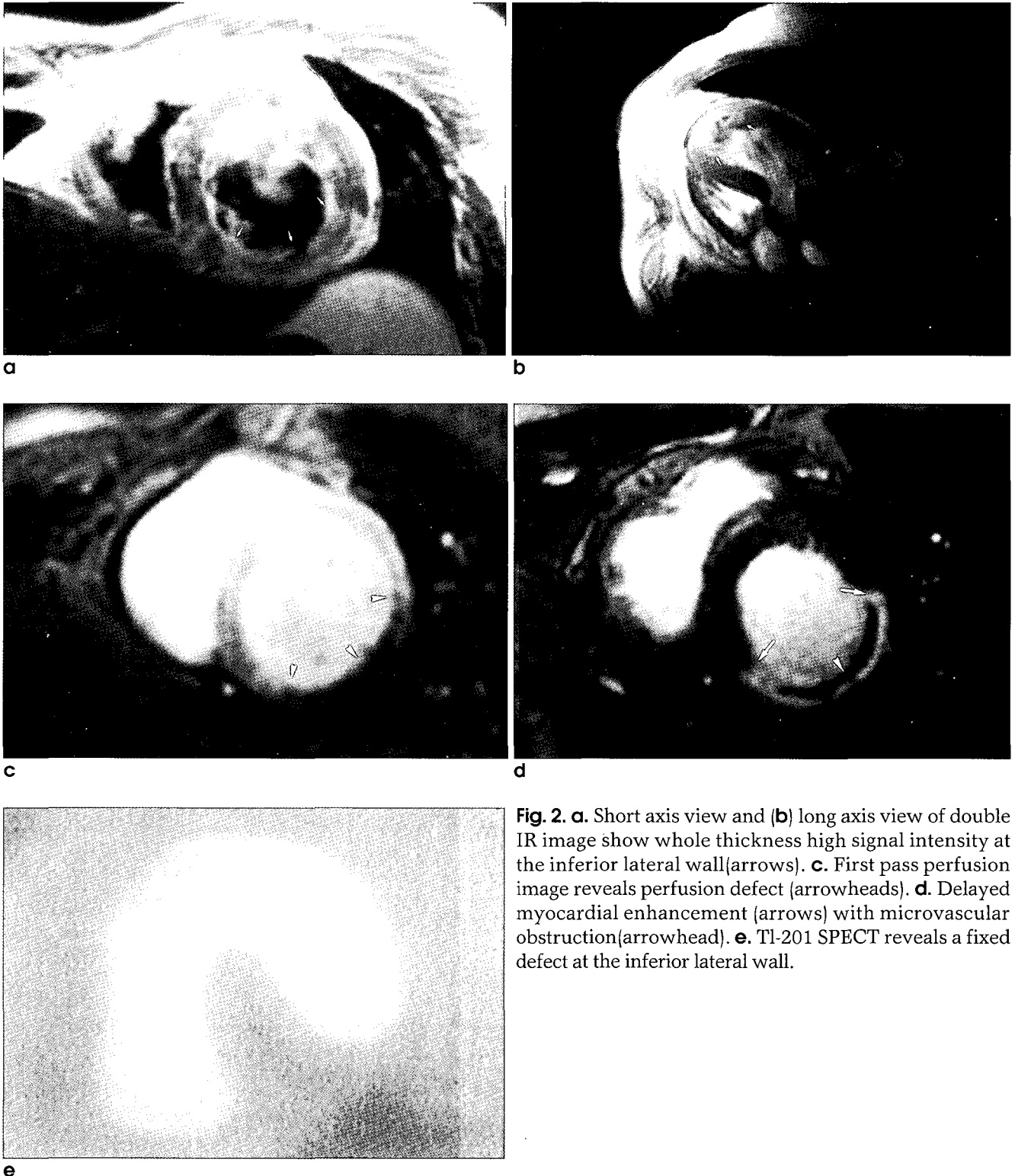


Fig. 2. **a.** Short axis view and **(b)** long axis view of double IR image show whole thickness high signal intensity at the inferior lateral wall(arrows). **c.** First pass perfusion image reveals perfusion defect (arrowheads). **d.** Delayed myocardial enhancement (arrows) with microvascular obstruction(arrowhead). **e.** Tl-201 SPECT reveals a fixed defect at the inferior lateral wall.

김혜선 외

10분 후부터 저에너지, 고해상용 조준기가 장착된 회전형 3중 헤드 감마카메라(E.CAM®, Siemens, Germany)를 이용하여 20% 에너지 윈도우 및 15% 에너지 윈도우의 중심을 각각 74 KeV와 167 KeV로 위치시키고, 360도에 걸쳐 4도 간격으로 각 검출기 당 30방향의 스트레스 투사 영상을 얻었다. TI-201 주사 4시간 후 같은 회전 방식으로 휴식기 재분포 영상을 얻었다. 얻어진 영상에 대해서는 임상적 진단이나 심장자기공명영상 결과를 모르는 핵의학과 전문의 1명이 스트레스 영상과 휴식기 재분포 영상에서 관류 결손의 유무를 판단하고 스트레스 영상에서 관류 결손이 있다가 휴식기 재분포 영상에서 관류 결손이 없어지면 가역성이 있다고 평가하고 재분포 영상에서 관류 결손이 변하지 않으면 가역성이 없다고 평가하였다.

통계학적 분석은 임상적 진단과 각 검사간의 정확도를 비교하기 위해서는 Chi - square test 및 Lamda를 이용하였고, 생존 심근에 대한 두 검사간의 일치도를 비교하기 위해서는 McNemar's test을 이용하였으며, 두 test 모두에서 p값은 0.05 미만일 경우 통계적 유의한 차이로 간주하였다.

결 과

임상적으로 급성심근경색으로 진단된 환자는 17명 중 6명이었으며, 심장자기공명영상에서는 임상적으로 진단된 6명 및 임상적으로 정상으로 판명된 환자 3명을 포함하여 9명이 급성심근경색으로 진단되어 p=0.009로 통계적으로 의미가 있었다. TI-201 SPECT 에서는 임상적으로 심근경색이 진단된 6명과 정상으로 판명된 2명을 포함해 모두 8명에서 급성심근 경색이 있는 것으로 판단되었으며, 역시 p=0.002로 통계적으로 의미가 있었다 (Table 2).

심장자기공명영상의 각 검사와 TI-201 SPECT 각각의 결과를 임상적 진단과 비교한 경우 (Table 1), T2강조영상에서 p=0.001로 가장 통계적으로 유의성이 높았으며, T1-201 SPECT(p=0.002), 지연조영증강(p=0.009), 심벽운동(p=0.05) 순으로 통계적으로 의미가 있었으며, 최초 순환 심근관류영상은 p=0.239로 통계적으로 의미가 없었다.

심근 가역성에 있어서는 심장자기공명영상의 각 검사와 TI-

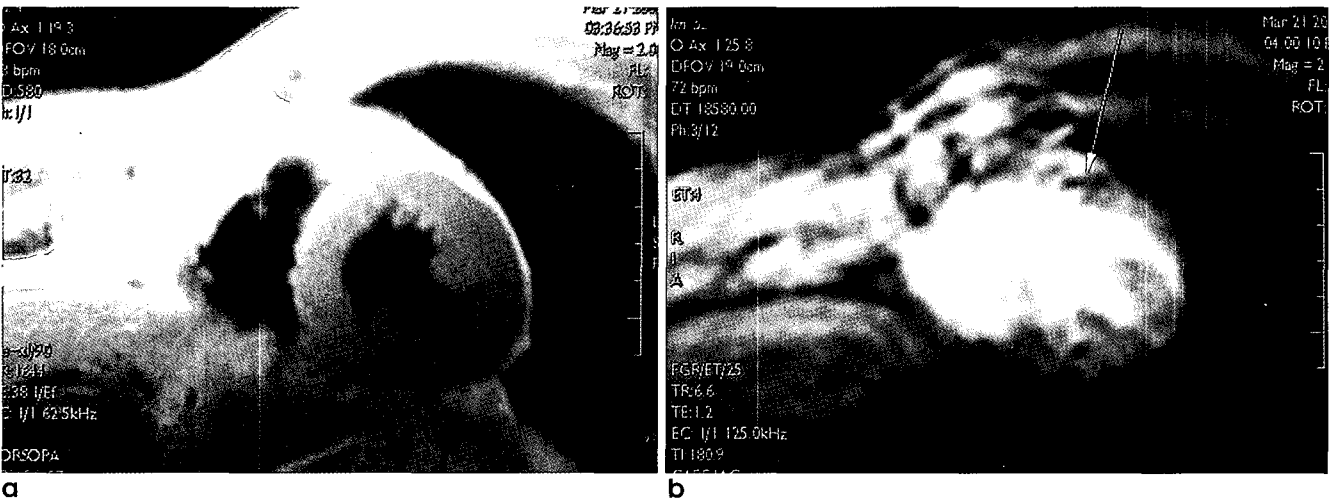


Fig. 3. Cardiac MRI of a 62-year-old man who had suffered chest pain with normal TI-201 SPECT shows (a) no abnormal signal intensity in Double IR image, but (b) perfusion defect (arrow) in the first pass perfusion image and (c) delayed myocardial enhancement (arrow).

201 SPECT간에 McNemar's test 를 이용한 유의성 검증에서 T2강조영상과 최초 순환 심근관류영상이 $p=1.0$ 으로 T1-201 SPECT와 매우 일치한 결과를 보였다. 심벽의 부분적 지연조영증강과 저운동성을 가역적 심근경색으로 간주한 경우는 지연조영증강영상은 $p=0.5$, 심벽운동은 $p=0.13$ 으로 T1-201 SPECT와의 매우 낮은 일치율을 보였으나, 심벽의 부분적 지연조영증강 및 저운동성을 비가역적 심근경색으로 간주한 경우는 $p=1.0$ 으로 T1-201 SPECT와 매우 높은 일치율을 보였다.

고 찰

심장자기공명영상은 급성심근경색 후 심기능을 국소적 및 전반적으로 평가하는데 있어 매우 유용한 검사임이 여러 연구에서 밝혀지고 있으나 (16), 아직까지 급성심근경색을 심장자기공명영상으로 진단하거나 생존 심근을 찾는 데 있어 우선적으로 시행하지는 않는 실정이다. 따라서 심장자기공명영상으로 급성심근경색을 정확히 진단하고, 생존 심근을 찾기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.

이전 연구에서는 비조영증강 T1강조영상이 정상 심근과 경색을 일으킨 심근을 구별할 수 없음이 알려졌고 (4), Krauss et al (14) 과 Lim (5) 등은 호흡정지 Turbo spin-echo T2강조영상이 우수한 조직 대조도와 고해상력을 가지고, 세포내 부종에 의해 고신호강도를 나타내는 것이 심근경색을 진단하는데 매우 유용하고 T1-201 심근관류 SPECT와의 진단 일치율에 있어서도 95% 이상임을 주장했다. 본 연구에서도 T2강조영상에서 심근경색 진단율이 가장 높았으며, 생존 심근을 찾는 데 있어 T1-201 심근관류 SPECT와 매우 높은 일치율을 보였고, 특히 통벽성 고신호강도인 경우 T1-201 심근관류 SPECT에서 모두 비가역적인 경향을 보였다.

Johnston 등(2)은 심장자기공명영상에서 급성심근경색이 의심된 부위의 심벽 운동을 알아보고, 수축기 시의 심벽이 두꺼워지는 경우 생존 심근이 있는 것으로 간주하고 그 부위를 T1-201 심근관류 SPECT와 비교 분석한 결과 90% 이상 높은 일치율을 보였다. 그러나 이 중 심벽 두께가 유지된 46%에서 T1-201 심근관류 SPECT에서 관류 결손으로 나타나 오히려 급성심근경색에서 T1-201 심근관류 SPECT가 생존 가능성의 평가에 부적당한 검사임을 지적하였다. 또한 수축기 시 심벽 두께를 유지하지 못하는 기질심근 혹은 동면심근의 경우에도 관상동맥 재관류 3일 후 추적 검사한 자기공명영상에서 심벽 운동이 정상화 되는 것이 보고된 바 있다 (17).

Matheijssen 등(15)도 영화자기공명영상에서 육안적으로 심벽 운동을 평가하고 국소적 심벽 운동의 이상 소견이 급성심근경색을 알아내는데 매우 유용한 지표임을 주장했다.

Sandstede 등(16)은 급성심근경색 당시와 재관류 3개월, 6개월 후 추적한 자기공명영상에서의 국소적 및 전반적인 좌심실 기능을 비교함으로써, 최초에 dobutamine 부하 검사에 의해 심근 두께가 증가했던 부위일수록 재관류 후에 전반적인 심실

기능이 개선되었고, 심벽 운동이 호전된 경우가 많음을 밝혀내고, dobutamine 부하 시 심근 두께가 증가하는 정도가 클수록 재관류 시에 좌심실 기능이 개선될 가능성이 높으므로 dobutamine 부하 MRI가 급성심근경색 환자 중 재관류 치료로 도움을 받을 수 있는 환자를 선별하는데 있어 매우 중요한 검사임을 지적했다.

본 연구에서도 심벽 운동은 급성심근경색을 진단하는데 있어 통계적으로 의미가 있었으며, 저운동성을 가역적 심근으로, 무운동성을 비가역적 심근으로 판단할 경우는 T1-201 심근관류 SPECT와의 낮은 일치율을 보였으나, 두 경우 모두를 비가역적 변화로 판단한 경우는 T1-201 심근관류 SPECT와 매우 높은 일치율을 보였다. 이는 육안적으로 심벽 운동을 평가하는데 있어 한계가 있었던 것으로 보이며, 심벽 운동을 보다 정량적으로 측정할 수 있는 방법이 개선되어야 할 것으로 생각된다.

심장자기공명영상에서도 조영제를 이용한 기법들이 시도되었으며, 조영제의 이용은 심근의 생존력을 구별하는데 있어 큰 기여를 해왔다. 현재 널리 사용되는 Gd-DTPA는 T1강조영상 및 T2 강조영상 모두에서 이완시기(relaxation time)를 감소시키는 결과를 가져온다 (18). 신호강도는 이들의 조직내 농도에 비례하게 되며, 조직 대조도는 조직의 혈류 정도, 혈류량 및 세포 외액양, 심근에서의 조영제 분포에 의해 결정되는데 (19, 20), 부종과 염증이 있는 부위는 기능적인 모세혈관의 밀도가 감소하여 혈류량 감소를 보이게 되어 최초 순환 관류영상에서 저관류를 보이고 (1), 지연조영증강영상에서는 모세혈관 투과성 증가 및 간질의 부피 증가로 Gd-DTPA의 제거율이 낮아져 지연조영증강을 나타내게 되고 (21, 22), 경색 중심 부위는 염증세포들에 의한 모세혈관 폐쇄가 일어나 혈류가 전혀 없게 되어 검은 부위로 나타나고 경색 후의 예후도 좀 더 나쁜 것으로 밝혀졌다 (1).

Wu KC 등(23)은 미세혈관 폐쇄를 알아내는데 있어 조영제를 사용한 심초음파와 조영증강 자기공명영상을 비교하였는데, 자기공명영상은 높은 해상도에 의해 좀 더 명확한 경계를 나타낼 수 있었고, 관상동맥 혈관 이완제 없이도 지연조영영상에서 좀 더 정확한 경색부위 크기를 밝혔다.

Ramani 등(18)은 T1-201 심근관류 SPECT와 Dobutamine 심장자기공명영상을 비교한 연구에서 Gd-DTPA 지연조영영상에서 강한 지연조영이 심근생존능과 가장 밀접한 관계가 있음을 밝혀냈다.

본 연구에서는 최초 순환 관류영상은 심근경색을 진단하는데 있어서 통계적으로 의미는 없었으나, 심근 생존능을 평가하는데 있어서는 T1-201 SPECT와 비교해서는 높은 일치율을 보였다. 이는 최초 순환 관류영상 기법이 SPECT와 같은 관류를 평가하는데 있기 때문인 것으로 보인다. 15분 지연조영증강 영상에서는 내부 저신호강도를 보인 4명의 경우 모두에서 T1-201 심근관류 SPECT상 비가역성 심근을 보인 반면, 부분적으로 지연 조영증강이 된 경우를 가역적인 변화로 간주하여 SPECT와 비교한 경우에는 낮은 일치율을 보였고, 일부라도 지연 조영증강을 보인 경우를 비가역적 변화로 본 경우는 SPECT와 매

김혜선 외

우 높은 일치율을 보였다. 따라서 지연조영증강이 된 경우는 범위에 상관없이 그 부위가 비가역적 변화를 일으킨 것으로 판단된다.

그 외에도 소개된 여러 조영제 중 Gadophrin -2, a necrosis-avid contrast agent(NACA)는 소량으로 비가역적으로 손상된 심근을 선택적으로 오랫동안 조영증강 하므로 심근 생존력을 좀 더 쉽게 평가할 수 있다 (3).

생존심근을 찾기 위한 또 다른 기법으로 자기공명분광검사(MR Spectroscopy)가 소개되고 있는데, 비가역적 심근에서 나트륨 농도가 지속적으로 증가된 점에 착안해 ^{23}Na 자기공명분광검사를 이용하여 비가역적 심근에서 ^{23}Na 자기공명영상의 신호강도가 증가함을 확인하고 이 부위가 TTC (triphenyltetrazolium chloride)에 염색됨을 확인한 연구도 있다 (22).

본 연구의 제한점은 첫째, 임상적으로 급성심근경색으로 진단된 환자의 수가 적었고, 둘째, 심장자기공명영상과 Tl-201 심근관류 SPECT에서의 가역성 평가에 대해 현재 가장 좋은 기법으로 알려진 PET를 사용하지 못해 절대적 평가 기준이 없었던 점, 셋째, 심장자기공명영상의 가역성이 Tl-201 심근관류 SPECT와의 비교 평가로 끝나고, 심근경색 부위에 대한 추후 추적 검사가 없었던 점을 들 수 있겠지만, 현재 보편적으로 이용되고 있는 Tl-201 심근관류 SPECT와 심장자기공명영상을 비교하여 진단율과 심근가역성 판단에 유사한 값을 얻었을 뿐 아니라 높은 해상도로 작은 국소 병변을 발견할 수 있고 다양한 정보를 제공할 수 있음을 확인하였다.

결론적으로, 심장자기공명영상은 급성심근경색을 진단하는데 매우 유의한 진단율을 보였고, 심근생존력에 있어 Tl-201 심근관류 SPECT와도 높은 일치율을 보였으나, 차후 각 검사별 판독 기준과 방법을 정하기 위한 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Wu KC, Rochitte CE, Lima JAC. Acute Myocardial Infarction and myocardial viability. In Manning and Pennell. Cardiovascular Magnetic Resonance. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2002:149-183
2. Johnston DL, Gupta VK, Wendt RE, Mahmarian JJ, Verani MS. Detection of viable myocardium in segments with fixed defects on thallium-201 scintigraphy: usefulness of magnetic resonance imaging early after acute myocardial infarction. *Magn Reson Imaging* 1993;11:949-956
3. Ni Y, Pislaru C, Bosmans H, et al. Intracoronary delivery of Gd-DTPA and Gadophrin-2 for determination of myocardial viability with MR imaging. *Eur Radiol* 2001;11:876-883
4. Lim TH, Choi SI. MRI of myocardial infarction. *J Magn Reson Imaging* 1999;10:686-693
5. Lim TH, Hong MK, Lee JS, et al. Novel application of breath-hold turbo spin-echo T2 MRI for detection of acute myocardial infarction. *J Magn Reson Imaging* 1997;7:996-1001
6. Johnston D, Thompson R, Liu P. Magnetic resonance imaging during acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1986;58:214-219
7. Pereira RS, Prato FS, Wisenberg G, Sykes J, Yvorchuk KJ. The use of Gd-DTPA as a marker of myocardial viability in reperfused acute myocardial infarction. *Int J Cardiovasc Imaging* 2001;17:395-404
8. van der Wall EE, Vliegen HW, de Roos A, Bruschke AV. Magnetic resonance techniques for assessment of myocardial viability. *J Cardiovasc Pharmacol* 1996; 28 Suppl 1:S37-S44
9. Shapiro EP, Rogers WJ, Beyar R, et al. Determination of left ventricular mass by magnetic resonance imaging in hearts deformed by acute infarction. *Circulation* 1989;79:706-11
10. Debatin JF, Nadel SN, Paolini JF, et al. Cardiac ejection fraction: phantom study comparing cine MR imaging, radio-nuclide blood pool imaging, and ventriculography. *J Magn Reson Imaging* 1992;2:135-42
11. van Rossum AC, Visser FC, van Eenige MJ, Valk J, Roos JP. Magnetic resonance imaging of the heart for determination of ejection fraction. *Int J Cardiol* 1988;18:53-63
12. Sechtem U, Sommerhoff BA, Markiewicz W, White RD, Cheitlin MD, Higgins CB. Regional left ventricular wall thickening by magnetic resonance imaging: evaluation of normal persons and patients with global and regional dysfunction. *Am J Cardiol* 1987;59:145-51
13. Matheijssen NA, Baur LH, Reiber JH, et al. Assessment of left ventricular volume and mass by cine magnetic resonance imaging in patients with anterior myocardial infarction intra-observer and inter-observer variability on contour detection. *Int J Card Imaging* 1996;12:11-9
14. Krauss XH, van der Wall EE, Doornbos J, et al. Value of magnetic resonance imaging in patients with a recent myocardial infarction: comparison with planar Thallium-201 Scintigraphy. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1989;12:119-124
15. Matheijssen NA, de Roos A, Doornbos J, Reiber JH, Waldman GJ, van der Wall EE. Left ventricular wall motion analysis in patients with acute myocardial infarction using magnetic resonance imaging. *Magn Reson Imaging* 1993;11:485-492
16. Sandstede JJ, Lipke C, Kenn W, Beer M, Pabst T, Hahn D. Cine MR imaging after myocardial infarction - Assessment and follow-up of regional and global left ventricular function. *Int J Cardiovasc Imaging* 1999;15:435-440
17. Mari C, Strauss WH. Detection and characterization of hibernating myocardium. *Nucl Med Commun* 2002;23:311-322
18. Ramani K, Judd RM, Holly TA, Parrish TB, et al. Contrast magnetic resonance imaging in the assessment of myocardial viability in patients with stable coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *Circulation* 1998;98:2687-2694
19. Engtelstad BL, Wolf GL. Contrast agents. In Stark DD, Bradley WG, eds. *Magnetic Resonance Imaging* St Louis, Mo: CV Mosby; 1988:161-181
20. Strich G, Hagan PL, Gerber KH, Slutsky RA. Tissue distribution and magnetic resonance spin lattice relaxation effects of gadolinium-DTPA. *Radiology* 1985; 154:723-726
21. Brasch RC, Weinmann HJ, Wesbey GE. Contrast-enhanced

MR imaging: animal studies using gadolinium-DTPA complex. AJR Am J Roentgenol 1984;142:625-630

22. Kim RJ, Lima JA, Chen EL, Reeder SB, Klocke FJ, Zerhouni EA, Judd RM. Fast ²³Na Magnetic resonance imaging of acute reperfused myocardial infarction. Circulation 1997;95:1877-1885

23. Wu KC, Kim RJ, Bluemke DA, et al. Quantification and time course of microvascular obstruction by contrast-enhanced echocardiography and magnetic resonance imaging following acute myocardial infarction and reperfusion. J Am Coll Cardiol 1998;32:1756-1764

J. Korean Soc. Magn. Reson. Med. 7:100-107(2003)

Diagnostic Accuracy and Evaluation of Myocardial Viability by Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Acute Myocardial Infarction: A Comparison with Thallium-201 Myocardial SPECT

Hye-seon Kim, M.D.¹, Choong-Ki Park, M.D.¹, Dong Woo Park, M.D.¹, Yongsoo Kim, M.D.¹, Young-sun Kim, M.D.¹, Seok Chul Jeon, M.D.¹, Yo Won Choi, M.D.¹, Heung Suk Seo, M.D.¹, Chang Kok Hahm, M.D.¹, Soon Kil Kim, M.D.², You hern Ahn, M.D.², Yoon Young Choi, M.D.³

¹Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Hanyang University

²Department of Internal Medicine, College of Medicine, Hanyang University

³Department of Nuclear Medicine, College of Medicine, Hanyang University

Purpose : To assess the usefulness of cardiac MR imaging (MRI) in the diagnosis of acute myocardial infarction and in the assessment of myocardial viability in comparison with Tl-201 SPECT.

Materials and Methods : We retrospectively studied 17 patients who complained of chest pain and dyspnea with cardiac MRI. The patients were evaluated for the presence or absence of high signal intensity on T2-weighted image (T2WI), abnormal wall motion on 2D - FIESTA, perfusion defect on Gd-DTPA enhanced T1WI, and delayed myocardial enhancement on 15-minutes delay Gd-DTPA enhanced T1WI. The results were correlated with the images on Tl-201 SPECT, taken at rest and stress, through which reversibility of perfusion defect was assessed.

Results : Both cardiac MRI and Tl-201 SPECT proved to be useful methods for diagnosing acute myocardial infarction. In order of decreasing correspondence, T2WI, Tl-201 SPECT, delayed enhancement study, and wall motion images all showed significant statistical correlation with the clinical diagnosis of myocardial infarction. Perfusion MRI, on the other hand, showed no significant statistical difference was found between Tl-201 SPECT and cardiac MRI. The results on T2WI showed high accordance with those on Tl-201 SPECT, while delayed myocardial enhancement and wall motion studies showed no agreement with Tl-201 SPECT.

Conclusion : Cardiac MRI is useful method for diagnosis of acute myocardial infarction. With respect to the assessment of myocardial viability, the results obtained on cardiac MRI showed high agreement with those on Tl-201 SPECT. However, further study is necessary at this point for standardization and establishment of the methods for assessing myocardial viability on cardiac MRI.

Index words : Cardiac magnetic resonance imaging
Myocardial infarction
Myocardial viability

Address reprint requests to : Choong-Ki Park, M.D., Department of Diagnostic Radiology, College of Medicine, Hanyang University Kuri Hospital, 249-1 Gyomun-dong, Guri-si, Gyeonggi-do 471-701, Korea.
Tel. 82-31-560-2542 Fax. 82-31-560-2551 E-mail: ckpark1@hanyang.ac.kr