

## 비허혈성 심근손상에 대한 자기공명영상의 진단학적 유용성 : 지연 조영증강에서 심내막 미침범 소견이 갖는 의미

부산대학교 의과대학 내과학교실,<sup>1</sup> 진단방사선과학교실<sup>2</sup>

송성국<sup>1</sup> · 김준홍<sup>1</sup> · 김창원<sup>2</sup> · 추기석<sup>2</sup> · 김정수<sup>1</sup> · 주상현<sup>1</sup> · 이현국<sup>1</sup>  
배우형<sup>1</sup> · 박용현<sup>1</sup> · 고우석<sup>1</sup> · 전국진<sup>1</sup> · 홍택중<sup>1</sup> · 신영우<sup>1</sup>

### The Diagnostic Usefulness of Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging for Non-Ischemic Myocardial Injury : The Value of the Endocardial Sparing Pattern on Delayed Enhancement

Sung Gook Song, MD<sup>1</sup>, June Hong Kim, MD<sup>1</sup>, Chang Won Kim, MD<sup>2</sup>, Gi Seok Choo, MD<sup>2</sup>,  
Jeong Su Kim, MD<sup>1</sup>, Sang Hyun Joo, MD<sup>1</sup>, Hyun Kuk Lee, MD<sup>1</sup>,  
Woo Hyung Bae, MD<sup>1</sup>, Yong Hyun Park, MD<sup>1</sup>, Woo Seog Ko, MD<sup>1</sup>,  
Kook Jin Chun, MD<sup>1</sup>, Taek Jong Hong, MD<sup>1</sup> and Young Woo Shin, MD<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Internal Medicine and <sup>2</sup>Radiology, College of Medicine, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

#### ABSTRACT

**Background and Objectives** : Cardiovascular MR using contrast enhancement has recently been reported to be useful for diagnosing myocarditis. It is also well known that irreversible myocardial injury by epicardial coronary artery flow obstruction spreads from the endocardium to the epicardium in a wave-front pattern with a time-dependent manner. We investigated characteristics of the patterns of contrast-enhanced MR imaging according to the underlying myocardial injury mechanism. **Subjects and Methods** : Of all 275 patients who underwent coronary angiogram at our hospital due to chest pain and elevated cardiac enzymes between October, 2002 and August, 2003, 48 patients who underwent cardiac MR were enrolled in this study. We retrospectively analyzed the pattern of delayed hyperenhancement according to presence or absence of a documented infarct related artery. Endomyocardial biopsies were done in selected patients. **Results** : Contrast MR images of all patients showed delayed hyperenhancement. The study group was divided into 2 groups according to whether the areas of hyper-enhancement were involved in the sub-endocardial portion (endocardial sparing pattern, ESP) or not. In 8 patients (Group A, 17%) who showed the endocardial sparing pattern on contrast MR, the findings of coronary angiogram were all normal. In 40 patients (Group B, 83%), who did not show the endocardial sparing pattern on contrast MR, 39 patients (97.5 %) had an infarct related artery on coronary angiogram ( $p=0.001$ ). Endomyocardial biopsies were performed in 3 patients of group A. The findings of the 3 biopsies were 2 cases of definite myocarditis and 1 case of myocardial degeneration. **Conclusion** : The endocardial sparing pattern of myocardial injury demonstrated by delayed enhancement MR imaging was very useful to predict the presence of an infarct related artery in patients with myocardial necrosis that has been determined by elevated cardiac enzymes. This result can be a useful clue to determine the nature of the underlying injury mechanism such as ischemic or non-ischemic. (Korean Circulation J 2004;34(12):1174-1181)

**KEY WORDS** : Myocarditis ; Magnetic resonance imaging ; Myocardial infarction.

논문접수일 : 2004년 8월 10일

수정논문접수일 : 2004년 10월 20일

심사완료일 : 2004년 10월 31일

교신저자 : 김준홍, 602-739 부산광역시 서구 아미동 1가 10 부산대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (051) 240-7866 · 전송 : (051) 254-3127 · E-mail : aangell@hananet.net

## 서 론

심근손상은 여러 가지 기전에 의해 야기되어질 수 있다. 이중 무엇보다 중요한 기전은 심근경색으로 대표되어지는 허혈성 심근손상과 심근염으로 대표되어지는 비허혈성 심근손상일 것이다.

임상적으로 급성 관상동맥 증후군 소견을 보이는 환자에서 관상동맥조영에서 원인 병소를 확인할 수 있다면 진단은 비교적 간단히 이루어 질 수 있다. 그러나 급성 심근염 환자의 경우는 흉통, 심전도 변화, 심근 효소 상승 등의 임상양상이 심근 경색과 유사하여 구분이 힘들 때가 많으며 정상의 관상동맥 조영소견을 보이면서 허혈성 기전을 가지는 혈관연축 및 색전증에 의한 경우와 감별해야 하는 경우가 많다.

최근에 심혈관 자기공명영상(MRI)이 심장질환에 상당히 유용한 진단도구로 부각되고 있다. 높은 해상도, 비침습적 검사, 방사선 노출감소 등에서 뛰어난 역할을 하고 있는 자기공명 영상법의 효용가치는 무척 크다. 심근경색의 경우에 일반적인 심장기능 평가에서부터 심근손상 범위의 영상학적 표현 및 각 손상 받은 심근의 생존 상태평가에 이르기까지 다양하면서도 심도 있는 유용한 정보를 제공할 수 있게 되었다. 특히 Gadolinium-DTPA를 이용한 심혈관 자기공명조영영상은 우리에게 정확히 심근괴사의 영역을 나타내줄 수 있게 되었다.<sup>1)</sup> 이를 토대로 최근 여러 연구에서 심근손상에 대한 심혈관 자기공명영상의 특징적 양상이 보고되고 있다. 허혈성 심근손상에는 심근의 괴사가 허혈시간정도에 따라 심내막

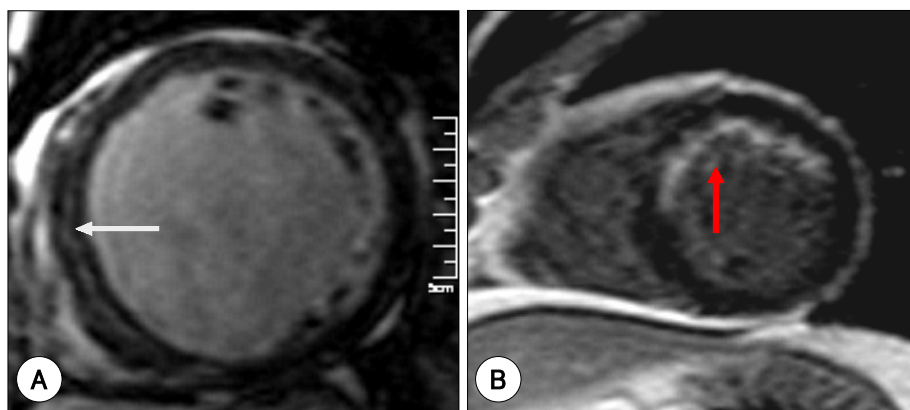
이미 Reimer 등<sup>2)</sup>이 보고하였으며 이에 합당한 자기공명영상 소견이 이미 여러 연구에서 보고 되었다.<sup>3-5)</sup> 한편, Friedrich 등<sup>6)</sup>은 증상 발현후 급성염증상태와 관련 있는 조영증강이 첫 2주 동안에 국소성에서 파종성으로 진행되는 과정을 보여 줌으로 심혈관 자기공명영상으로 심근염을 진단할 수 있다고 제시한 바 있다. Laissy 등<sup>7)</sup> 역시 심근내 국소적 병변이 일반적으로 심근염의 특징으로 나타난다고 하였다. 또한 Mahrholdt 등<sup>8)9)</sup>은 심근염이 자기공명영상에서 심외막하에 병변소견으로 나타난다고 보고하였다.

본 저자들은 심근괴사의 양상이 심근손상의 발생기전에 따라 다르다는 앞서의 연구를 바탕으로 실제 본원의 환자를 대상으로 심근손상의 주된 두 기전인 심근경색으로 대표되는 허혈성 손상과 심근염으로 대표되는 비허혈성 손상이 심혈관 자기공명 영상에서 특징적인 차이가 있는지를 살펴보고자 했다.

## 대상 및 방법

2002년 10월부터 2003년 8월까지 흉통, 호흡곤란 등의 증상과 상승된 심근효소의 소견을 함께 보여 관상동맥 조영술을 시행하였던 275명의 환자 중 심혈관 자기공명영상 검사를 동의한 48명의 환자를 대상으로 본 연구를 후향적으로 시행하였다.

본 연구에서 조영증강 영상의 형태에 따라 심내막 침범(endocardial involvement) 유무를 결정하였으며 이의 정의는 심혈관 자기공명 영상에서 gadolinium을 이



**Fig. 1.** A: is typical MRI pattern of acute myocarditis. Yellow arrow indicates the lesion with endocardial sparing pattern, which is located in middle myocardium as high signal intensity. B: represents a MRI pattern of acute myocardial infarction. Red arrow indicates the lesion with infarct area, which is typical endocardial involvement pattern. MRI: magnetic resonance imaging.

연 조영증강이 심내막 부위에서부터 관찰되는 경우나 혹은 심근의 관류조영에서 심내막부위에 조기 조영감소(early-hypoenhancement)를 이미 보이고 이로 인해 이 부위의 심내막 지연 조영증강이 되지 못한 부위 역시 심내막 부위의 조영증강이상으로 정의하였다. 결국 이러한 소견을 보이지 않는 경우를 심내막의 미침범 양상(Endocardial sparing pattern)이라 정의하였다.

심내막의 미침범 양상(Endocardial sparing pattern) 여부에 따라 상기 소견이 있는 군을 A군(Group A, 8명), 상기 소견이 없는 군을 B군(Group B, 40명)으로 분류하였다(Fig. 1). 관상동맥 조영에서 객관적 허혈손상의 증거가 없는 환자 중 임상적으로 심근염이 추정 진단된 환자의 일부분에서 환자의 동의 하에 심내막 조직검사를 시행하였다. 자기공명영상에서는 지연 조영증강의 범위와 강도를 평가하였다. 관상동맥 조영술에서는 경색관련 혈관(infarct related artery, IRA)의 유무를 판정하였다.

자기공명영상검사는 1.5-T scanner(Sonata Magnetom ; Siemens, Erlangen, Germany)를 통해 시행하였다. 모든 환자에서 내원 후 평균 4~5일째 검사가 시행되었다. 모든 영상은 환자의 심전도 신호에 맞추어 구현하였고, 동영상(cine image)은 true Fast Imaging with Steady-state Precession(trueFISP) sequence를 사용하여 15 cine phase/cycle로 얻었다. 심근 관류 영상은 trueFISP sequence와 inversion recovery turbo fast low-angle(IR turbo FLASH) sequence를 이용하여 심전도 신호에 따라 이완기말에 맞추어 조영제 주입 후 3분내에 나타나는 조기 조영감소 소견을 조사하여 얻었다. 이후 지연 조영증강 여부를 주입 후 15분 후에 재차 평가하였다. 특히 지연 조영증강 영상은 동영상을 얻은 후 gadopentetate dimeglumine(Magnevist ; Schering, Berlin, Germany)를 0.1 mmol/kg의 용량으로 정맥주사하고 15분 후에 IR turbo FLASH sequence를 이용하여 얻었다. IR turbo FLASH의 전형적인 parameter는 echo time은 4.3 ms, voxel size는 1.8, 1.4, 8.0 mm, repetition time은 본원 장비에 대해 Siemens사가 추천한 750 ms, Flip angle은 20°로 하였으며 inversion time은 각각에서 가장 선명한 소견을 보이는 260~290 ms 가량의 알맞은(optimal) 시간을 적용하였다. 모든 영상은 좌심실을 기저부에서 첨부까지 균등하게 4개의 단축(short axis)으로 분할하여 얻었다. 조영

증강의 강도는 각각의 환자마다 15분 지연영상 turbo FLASH에서 지연조영이 증강된 부위에서 조영되지 않은 정상심근의 차와 잡음(noise)과의 비인 contrast to noise ratio(CNR)를 측정하여 평가하였고,<sup>10)</sup> 조영의 범위 및 위치는 심근벽을 inner, middle, outer의 세 영역으로 나누어 평가하였다. 각 환자에 대한 모든 평가가 2명의 숙련된 심장내과, 방사선과 전문의사에 의해 각각 이루어졌고 평가 결과에 대하여 의견의 일치를 보았다.

심근손상은 심근효소수치의 상승을 기준으로 하였으며 DAD-Behring사의 DIMENSION RxL 기기를 이용하여 Peak creatine kinase- isoenzyme MB(CK-MB)>3.1 ug/L, Peak Troponin-I(TnI)>0.06 ng/mL인 경우로 정하였다. 본 연구에서 비허혈성 심근손상의 정의는 심근염의 추정진단 기준에 해당하거나 관상동맥 조영 상 경색관련 혈관병소의 객관적 증거가 없는 환자로 정의하였으며 심근염의 임상적 추정 진단은 경색 관련 혈관의 객관적 증거가 없는 환자 중에서 1) 내원 8주 이내에 flu-like 증상을 보인 병력이 있으며, 2) 피로, 흉통, 호흡곤란, 빈맥 중 한가지 이상을 나타내고 3) 심전도에서 방실전도이상, ST분절 저하, 심실빈맥 중 한가지 이상 소견을 보이는 경우로 정의하였다.<sup>8)</sup> 심근염의 최종 확진은 심내막 조직생검에서 Dallas criteria에 의거하여 시행한 H & E염색의 광학 현미경소견과 최근의 면역조직학적 분석을 통해 나타난 심내막 조직검사 결과로 평가하였다.

## 결 과

### 대상 환자의 임상 양상

전체 대상 환자 48명의 평균 나이는  $54.9 \pm 13$ 세였으며, 각 군에 따른 나이는 A군에서는  $46 \pm 7$ 세, B군에서는  $57 \pm 12$ 세였으며 양군간의 차이는 없었다. B군에서 남자가 많은 빈도를 차지하였으며 고혈압, 당뇨 등을 기저질환으로 보다 많이 갖고 있었다. 그러나 심근효소 수치인 Peak CK-MB와 Peak TnI는 양군 간에 의미 있는 차이는 없었다(Table 1). A군 환자 중 2명은 심근염으로 확진되었으며 5명은 앞서 제시한 기준에 의하여 심근염을 임상적으로 추정 진단하였다. 나머지 한명은 출산 후 심근병증으로 진단되었으며 각각의 임상소견은 Table 2에 요약하였다.

### 자기공명 영상의 결과

A군의 환자는 심내막 미침범 양상을 보이는 지연 조영증강이 있었다. Contrast to noise ratio(CNR)로 평가한 지연 조영증강의 강도는  $7.11 \pm 6.31$ 이었다. 6명(75%)이 심근의 middle area에 국한되어 나타났고 1명(12.5%)은 outer area에 국한되었으며 나머지 1명(12.5%)은 전반적으로 middle area에 국한되어 있으며 국소적으로 inner to outer의 full-thickness를 침범하였다(Table 2).

B군의 환자는 모두가 심내막이 침범된 지연 조영증강을 보였으며 CNR은  $19.40 \pm 16.12$ 로 A군에 비해 좀 더 조영증강 강도가 높았다( $p=0.004$ ) (Table 2).

### 관상동맥 조영술 결과와의 후향적 비교

A군의 총 8명의 환자에서 관상동맥 조영술은 모두 정상소견을 나타내었다. 이들은 임상적으로 상기 기준에 의해 심근염으로 추정진단 되었으며 비허혈성 기전의 IRA(-) 소견이었다. B군의 경우에는 총 4명 중 39명

(96%)이 IRA(Infarction-related artery)(+)을 보였고 1명(4%)은 정상소견을 나타냈다. 이 1명의 정상소견의 환자는 혈전의 색전증에 의한 경색(embolic infarction)이 의심된 경우로 혈관 용해제를 이미 사용한 경우였다(Table 3).

이 연구의 대상군에서 경색관련 혈관을 평가함에 있어 정상 혈관에 대한 자기공명 영상의 지연 조영증강에서 심내막 미침범이 갖는 검사의 예민도는 88.8%, 특이도는 100%, 음성예측율은 97.5% 이었고 양성예측율은 100%이었다.

### 심근 조직 생검 결과

A군은 모두 임상적으로 심근염 추정진단소견을 나타내었고 이에 대한 최종 확진을 위해 심내막 조직검사를 시도하였다. 이 중 환자의 동의를 받은 3명에게서 심내막 조직 검사가 우심실 첨부에서 시행되었으며 2명은 심근염으로 확진 되었고 나머지 한명은 심근의 퇴행성 변화(degeneration)의 소견이었다(Table 2) (Fig. 2).

**Table 1.** Baseline clinical characteristics of 48 patients

	Group A (n=8)	Group B (n=40)	p
Age (yrs)	46 ± 7	56 ± 12	NS
Male (n, %)	4 (57)	34 (85)	<0.05
HT (n, %)	0	21 (52)	<0.01
DM (n, %)	0	36 (65)	<0.01
Peak CK-MB (ug/mL)	38.9 ± 39	118 ± 94	NS
Peak Tnl (ug/mL)	20.2 ± 28.9	54.3 ± 83.5	NS

HT: hypertension, DM: diabetes mellitus, CK-MB: creatine kinase isoenzyme MB, Tnl: troponin I, NS: non-specific

**Table 3.** A comparison the patterns of cardiovascular MRI (Endocardial sparing pattern or not) with the results of coronary artery angiography

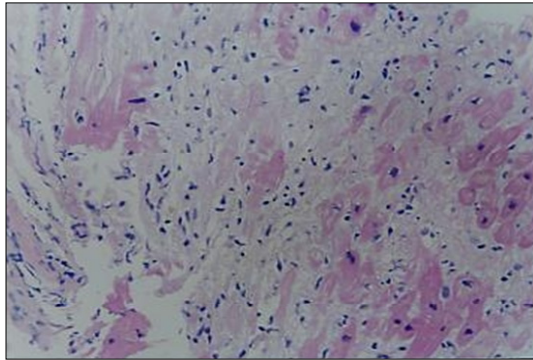
	IRA (-)	IRA (+)	Total
Group A: ESP (+)	8	0	8
Group B: ESP (-)	1	39	40
Total	9	39	

ESP: endocardial sparing pattern, IRA: infarct-related artery, Sensitivity of ESP (+) to identify IRA (-)=88.8%, Specificity of ESP (-) to identify IRA (+)=100%, Positive predictive value=100%, Negative predictive value=97.5%

**Table 2.** Clinical characteristics of group A

No.	Sex	Age	C.C.	EF (%)	Peak CK-MB*	Peak trop-I†	CNR‡	Region of enhancement	CAG	Clinical Dx	Biopsy
Case 1	M	56	D-F	22	3.4	0.15	3.72	Middle	Normal	Myocarditis	No
Case 2	M	53	C-V	65	69.4	31.45	7.63	Middle, focal Inner to outer	Normal	Myocarditis	Degeneration
Case 3	M	43	D	25	1.3	0.06	2.84	Middle	Normal	Myocarditis	No
Case 4	F	28	D-C	39	152.2	34.82	03.44	Middle	Normal	Postpartumcardio-myopathy	No
Case 5	F	39	D	44	2.5	0.21	21.77	Outer	Normal	Myocarditis	No
Case 6	M	41	F-C	44	73.2	94.2	4.75	Middle	Normal	Myocarditis	Myocarditis
Case 7	M	66	D-C	66	0.3	0.86	3.65	Middle	Normal	Myocarditis	No
Case 8	M	45	D	14	8.9	0.08	9.15	Middle	Normal	Myocarditis	Myocarditis

C.C.: chief complaint (C: chest pain, D: dyspnea, F: fever, V: vomiting), CK-MB: creatine kinase isoenzyme MB, Trop-I: troponin I, CNR: contrast to noise ratio, CAG: coronary angiography. \*, †: 단위 ug/mL, ‡: average CNR (Group A) =  $7.11 \pm 6.31$ , Average CNR (Group B) =  $19.40 \pm 16.12$



**Fig. 2.** The appearance of endocardial biopsy in a patient, who was clinically diagnosed of myocarditis and had endocardial sparing pattern on MRI. It shows cardiac muscle myolysis and lots of small lymphocytes. MRI: magnetic resonance imaging.

## 고 찰

심근손상은 다양한 기전에 의해 발생된다. 일반적으로 심근경색 등과 같은 관상동맥 폐색과 관련한 허혈성 손상기전이 주요한 원인이지만 비허혈성 손상기전으로 인한 심근염의 염증성 반응(inflammation), 약제, 외상(truma) 등이 원인이 될 수 있다.

일반적으로 전형적인 흉통, 호흡곤란을 보이고 심전도에서 ST분절 변화가 있으며 심근효소수치가 상승하였을 때는 심근경색 등의 허혈성 심근질환을 쉽게 추정할 수 있으며 관상동맥 조영술 등을 통하여 신속한 진단과 그에 따른 적절한 치료가 이루어진다. 그러나 때때로 허혈성 심근질환과 동일한 임상 증상을 보이지만 관상동맥 조영술에서 정상소견이 나타나는 경우가 있다. 이러한 환자는 대체로 심근손상 환자의 평균 3%에서 해당한다는 보고가 있으며 이 경우에는 혈관연축과 색전증 등으로 야기되는 허혈성 심근손상과 그 이외의 비허혈성 심근손상 등을 고려할 수 있다.<sup>11)12)</sup> 한 연구에서는 급성심근경색 소견을 보이나 정상의 관상동맥 양상을 나타내는 45명의 환자에게 Indium-111-antimyosin antibody (<sup>111</sup>In-AMA) scintigraphy와 Thallium-201 (<sup>201</sup>Tl) scintigraphy을 시행한 결과 78%의 환자가 급성 심근염 소견을 나타내었다고 한다.<sup>13)</sup> 이처럼 임상에서 중요한 부분을 차지하는 비허혈성 기전의 심근손상 질환의 경우에는 비침습적으로 손쉽게 접근할 수 있는 정확한 진단검사가 없다는 것이 임상 의사에게 때때로 어려운 과제가 된다. 심근염의 최종 진단은 병의 급성기때에 나타

나는 간질부종, 림프구 침윤, 심근 괴사 등을 심내막 조직검사로 확인하여 얻을 수 있다. 그러나 심내막 조직검사는 출혈, 심근천자 등의 심한 합병증이 나타날 수 있고 종종 병의 국소성으로 인해 예민도가 부족한 경우가 많으며, 경과 관찰을 위해 반복적인 검사를 하기에도 부담스러워 좀더 믿을 만한 비침습성 검사법이 요구되어지고 있는 실정이다.<sup>14)</sup>

최근 심혈관 자기공명영상법이 비약적으로 발전하고 있으며, 많은 연구를 통해 이를 심장질환 진단에 다양하게 이용할 수 있게 되었다. Saeed 등<sup>1)</sup>은 자기공명영상에서 gadolinium-DTPA 조영제가 특징적으로 심근괴사 부위를 나타낼 수 있음을 보여주었고, Segmented inversion recovery gradient-echo pulse sequence (IR-GRE)를 사용하는 새로운 심혈관 조영 자기공명영상은 병변과 정상 심근을 구분 짓는 500% 향상된 조영상태를 얻을 수 있게 되었다. 이 새로운 방법으로 이전 그 어떤 비관혈적 검사로도 찾지 못한 작은 심근손상 부위를 나타낼 수 있게 되었다.

본 연구는 심근경색으로 대표되는 허혈성 심장질환과 심근염으로 대표되는 비허혈성·염증성 심장질환처럼 심근 손상 기전의 차이가 있을 경우 높은 해상도, 비침습적 검사, 방사선 노출감소 등에서 훌륭한 역할을 하고 있는 자기공명영상법이 이에 적용되어 그 차이를 특징적 진단 지표로 삼을 수 있는지를 후향적 비교검사를 통해 밝혀 보고자 했다. 이번 연구의 초점인 괴사부위의 위치에 관련하여, Reimer 등<sup>2)</sup>은 이미 동물실험에서 심근경색증에서 관상동맥 폐색시 시간경과에 따라 심내막하부터 심근경색이 시작되어 심외막으로 파급되는 wave-front phenomenon을 이미 보고하였다. Lima 등<sup>4)</sup>은 이러한 특징적 소견이 심혈관 자기공명영상에서 표현 가능함을 보고하였다. 이후 여러 연구에서도 동일소견이 보고되고 있다.<sup>3)5)</sup> 현재 허혈성 손상기전인 심근경색은 조기 조영감소, 지연영상시 조영증강소견이 대부분 심내막하를 포함하여 나타나는 특징이 심혈관 자기공명 영상에 나타나는 것으로 알려져 있다.

한편, 심혈관 자기공명영상이 비허혈성 심근 손상질환에서도 심근병변을 유용하게 나타내 줄 수 있음이 보고되고 있다. Friedrich 등<sup>6)</sup>은 증상 발현 후 첫 2주 동안에 조영증강이 국소성에서 파중성으로 진행되는 과정을 보여 줌으로 심혈관 자기공명 영상으로 심근염을 진단할 수 있다고 보고했고, Laissy 등<sup>7)</sup> 역시 심근내 초기

국소적 병변이 후기 미만성으로 진행되는 것이 일반적으로 심근염의 특징이라고 하였다. 이러한 특징 외에 심근염의 병변 발생부위가 특징적으로 허혈성 심근 손상의 경우와 다르게 분포한다는 사실을 대한 몇가지 연구가 발표되었다. Mahrholdt 등<sup>9)</sup>은 조영증강 소견이 주로 심실의 외측부와 심외막쪽에서의 1/4 영역에 특징적으로 분포한다는 것과 급성 심근경색에서 나타나는 전형적인 부위인 심내막하부위에서는 어떤 경우에서도 나타나지 않는다고 보고 하였다. Shirani 등<sup>15)</sup>은 급사한 급성 심근염환자를 부검한 연구에서 병변 부위는 주로 심실 외측부의 심외막하부위에 집중적으로 나타남을 보고 하였다. 염증 병변 부위가 외측벽부위에 호발하는 양상은 사후평가 환자에 대한 Theleman 등<sup>16)</sup>의 연구에서도 보였던 내용이었다. 최근 발표된 Mahrholdt 등<sup>8)</sup>의 연구는 이를 더욱 뒷받침해주고 있다. Mahrholdt 등<sup>8)</sup>은 임상적 진단이 심근염인 환자 32명을 대상으로 한 연구에서 심혈관 자기공명 영상을 시행했고 이중 조영증강이 있는 부위를 자기공명으로 직접 확인하며 심근 조직검사를 시행하였는데 그 결과 환자의 대부분이 심외측벽에서 조영증강이 보였으며, 이중 90%에서 심근염으로 확진되었음을 보고 하였다. 심근염에서 관찰되는 후기 조영 증강의 기전으로는 심근염의 초기에 염증반응으로 인해 세포간질에 림프구 침윤, 세포 손상, 세포간질 부종과 염증에 의한 총혈 소견이 특징적으로 나타나며 이러한 수분 고함유 부위에 친수성의 저분자량 조영제인 gadolinium이 축적되는 것이며, 일부는 세포막이 손상된 세포에서 심근경색의 경우처럼 세포내로 조영제가 확산해 들어가 조영증강 되는 것으로 여겨진다.<sup>17)18)</sup>

본 연구자들은 이러한 연구들을 바탕으로 심근손상의 기전에 따른 손상 심근의 위치 차이를 자기공명영상기법을 이용하여 비교 확인하고자 하였다. 본 연구에서, 관상동맥조영 소견에서 경색 관련 병소의 유무와 자기공명영상술의 지연 조영증강 영상에서 심내막하 부위가 조영증강이 되는가에 따른 소견을 서로 비교 관찰한 결과, 심내막 미침범의 조영증강 소견을 가진 군(A군)은 모두에서 경색 관련 혈관 병소를 확인할 수 없었다. 또한 심내막 부위부터 조영증강이 되는 군(B군)은 40명 중 39명에서(97.5%) 경색 관련 혈관 병소를 확인할 수 있었다. 이러한 사실은 경색관련 혈관의 병소가 확인된 대부분의 경우 즉, 허혈성 심근 손상의 기전에서는 심내막하 부위에서부터 심근괴사가 진행된다는 앞서의 연구 결과

와 일치하는 소견이었다.<sup>2-5)</sup> 또한, 경색관련 혈관병소가 객관적으로 확인되지 않았던 경우에는 1명을 제외하고 8명 모두에서(88.9%) 지연 조영 증강 영상에서 심내막하 미침범의 소견을 보였다. A군의 조영증강 양상은 대부분의 경우에서 middle 1/3과 outer 1/3에서 국한되어 분포됨을 나타내었다. Table 2에서 Case 2의 경우는 일부에서는 국소적으로 전층이 침범된 부위가 있지만 다른 곳에서는 심내막 미침범의 소견을 함께 보여 주는 경우도 관찰되었다. A군 모두가 심근염이나 출산 후 심근병증으로 임상적인 진단을 받은 군임을 감안한다면 비허혈성 심근 손상의 경우 허혈성 심근손상과는 다른 형태의 심근손상이 야기되며 특히 심내막하 부위를 잘 침범하지 않는 특징을 관찰할 수 있었다. 이는 Mahrholdt 등<sup>8)9)</sup>의 연구 결과와 유사한 결과로 해석된다.

염증성 심장질환에서는 조직손상의 범위와 조영증강 정도에서 심근경색의 경우보다 작고 약하다는 보고가 있다.<sup>17)18)</sup> 이는 염증범위 내에서 괴사세포사이에 생존 심근이 심근경색의 경우보다 많기 때문으로 해석되며 본 연구에서도 지연 조영증강의 정도가 IRA(+) 보인 허혈성 기전의 경우는 CNR이  $19.40 \pm 16.12$ 인 반면, 비허혈성 기전인 심근염에서는 CNR이  $7.11 \pm 6.31$ 을 보여 유의하게 상대적으로 낮은 조영증강을 나타냄을 확인할 수 있었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 저자들은 심근손상의 다양한 기전에 대한 자기공명영상 소견의 비교연구를 시행하였으며 그 결과가 최근에 발표된 여러 연구의 내용과 비슷했음을 확인하였다. 특히 심혈관 자기공명영상에서 지연 조영증강의 심내막 미침범 소견은 심근 괴사의 증거가 있는 환자에서 경색 관련 혈관이 없는 경우와 밀접한 연관이 있었으며 이는 비허혈성 심근 손상을 예측하는 데 유용한 정보로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 본 연구의 제한점

본 연구에는 몇가지 제한점이 있다. 첫 번째로는 대상 환자의 수가 적다는 것이다. 둘째는 미리 계획된 정확한 선정 기준 없이 임상 의사의 필요에 의해 검사가 시행된 환자를 대상으로 진행된 후향적 연구라는 점이다. 셋째로는 IRA(-)인 환자에서 혈관 경축의 가능성을 배제할 수 있는 경련 유발검사(spasm provocation test)를 시행하지 못하였다. 마지막으로 자기공명영상의 분석에 8 mm 두께의 4개의 단축 영상만을 조사하여 총 32 mm

의 두께만 분석 되었으므로 작은 infarct, focal hyperenhancement 등을 놓쳤을 가능성이 있다.

## 요 약

### 배경 및 목적:

최근 조영증강을 이용한 심혈관 자기공명영상은 심근염의 진단에 유용하다는 보고가 있다. 심외막 관상동맥 관류폐색에 의한 비가역성 심근손상이 경과시간 정도에 따라 wavefront 양상으로 심내막에서 심외막으로 진행해 간다는 사실은 이미 잘 알려져 있다. 본 연구자들은 기저 심근손상 기전에 따른 조영증강 자기공명영상의 특징적 양상을 조사하였다

### 방 법:

2002년 10월부터 2003년 8월까지 흉통이 있고 심근효소수치가 증가되어 본원에서 관상동맥 조영술을 시행받은 총 275명의 환자 중에서, 심혈관 자기공명영상을 시행받은 48명을 대상으로 하였다. 이들의 경색관련 혈관 유무에 따라 자기공명영상에서 지연 조영영상이 나타나는 양상을 후향적 조사하였다. 비허혈성 심근손상이 의심되는 환자 중에 환자의 동의를 받은 3명에게서 심내막 조직검사를 시행하였다.

### 결 과:

환자에게 시행한 자기공명조영영상은 지연 조영증강으로 나타내었다. 대상 환자는 지연 조영증강의 부위가 심내막하부를 포함하였는지 여부에 따라 두 군으로 나누었다. A군은 심내막 미침범 소견을 보인 환자로서 총 8명(17%)이었으며 이들의 관상동맥조영 양상은 모두 정상이었다. B군은 심내막 미침범 소견이 없는 환자로 총 40명(83%)이었으며 이중 39명(97.5%)이 관상동맥 조영술에서 경색 관련 혈관을 나타내 보였다( $p=0.001$ ). 경색 관련 혈관을 평가하기 위한 지연영상에서의 심내막 미침범 소견의 예민도는 88.8%, 특이도는 100%, 음성 예측율은 97.5%, 양성예측율은 100%를 보였다. A군의 환자중에서 동의를 받은 3명에게서 심내막 조직검사를 시행하였다. 이 중 2명은 심근염의 결과를 보였고, 1명은 퇴행성 결과를 보였다.

### 결 론:

자기공명 지연 조영영상에서 나타나는 심내막 미침범 소견은 심근효소 상승을 나타내는 심근손상 환자에서 경색 관련 혈관의 유무를 예측하는 데 매우 도움이

되었다. 또한 이 결과는 허혈성과 비허혈성 같은 기저 손상을 여부를 결정하는 데 유용할 것이다.

**중심 단어:** 심근염; 자기공명영상; 심근손상.

### ■ 감사문

본원 순환기 내과 교수님들과 방사선과 교수님(김창원교수님, 추기석교수님)의 크나큰 관심속에 무사히 논문을 정리할 수 있었습니다. 또한 아낌없는 지원을 해주신 부산대학교병원 의학연구소의 도움이 컸습니다. 이 자리를 빌려 감사의 뜻을 전하고 싶습니다.

## REFERENCES

- 1) Saeed M, Wendland MF, Takehara Y, Higgins CB. *Reversible and irreversible injury in the reperfused myocardium: differentiation with contrast material-enhanced MR imaging.* Radiology 1990;175:633-7.
- 2) Reimer KA, Lowe JE, Rasmussen MM, Jennings RB. *The wavefront phenomenon of ischemic cell death: 1. myocardial infarct size vs duration of coronary occlusion in dogs.* Circulation 1977;56:786-94.
- 3) Simonetti OP, Kim RJ, Fieno DS, Hillenbrand HB, Wu E, Bundy JM, Finn JP, Judd RM. *An improved MR imaging technique for the visualization of myocardial infarction.* Radiology 2001;218:215-23.
- 4) Lima JA, Judd RM, Bazille A, Schulman SP, Atalar E, Zerhouni EA. *Regional heterogeneity of human myocardial infarcts demonstrated by contrast-enhanced MRI: potential mechanisms.* Circulation 1995;92:1117-25.
- 5) Johnston DL, Wendt RE 3rd, Mulvagh SL, Rubin H. *Characterization of acute myocardial infarction by magnetic resonance imaging.* Am J Cardiol 1992;69:1291-5.
- 6) Friedrich MG, Strohm O, Schulz-Menger J, Marciniak H, Luft FC, Dietz R. *Contrast media-enhanced magnetic resonance imaging visualizes myocardial changes in the course of viral myocarditis.* Circulation 1998;97:1802-9.
- 7) Laissy JP, Messin B, Varenne O, Iung B, Karila-Cohen D, Scholuman-Claeys E, Steg PG. *MRI of acute myocarditis.* Chest 2002;122:1638-48.
- 8) Mahrholdt H, Goedecke C, Wagner A, Meinhardt G, Athanasiadis A, Vogelsberg H, Frantz P, Klingel K, Kandolf R, Sechtem U. *Cardiovascular magnetic resonance assessment of human myocarditis: a comparison to histology and molecular pathology.* Circulation 2004;109:1250-8.
- 9) Mahrholdt H, Wagner A, Judd RM, Sechtem U. *Assessment of myocardial viability by cardiovascular magnetic resonance imaging.* Eur Heart J 2002;23:602-19.
- 10) Urhahn R, Drobnytsky M, Klose KC, Gunther RW. *Incremental flip angle snapshot FLASH MRI of hepatic lesions: improvement of signal-to-noise and contrast.* J Comput Assist Tomogr 1992;16:219-25.
- 11) Lindsay J Jr, Pichard AD. *Acute myocardial infarction with normal coronary arteries.* Am J Cardiol 1984;54:902-4.
- 12) Betriu A, Pare JC, Sanz GA, Casals F, Magrina J, Castaner A, Navarro-Lopez F. *Myocardial infarction with normal coronary arteries: a prospective clinical-angiographic study.* Am J Cardiol 1981;48:28-32.
- 13) Sarda L, Colin P, Boccard F, Daou D, Lebtahi R, Faraggi M,

- Nguyen C, Cohen A, Slama MS, Steg PG, le Gulundec D. Myocarditis in patients with clinical presentation of myocardial infarction and normal coronary angiograms. *J Am Coll Cardiol* 2001;37:786-92.
- 14) Billingham M. Acute myocarditis: diagnostic dilemma. *Br Heart J* 1987;58:6-8.
  - 15) Shirani J, Freant LJ, Roberts WC. Gross and semiquantitative histologic findings in mononuclear cell myocarditis causing sudden death, and implications for endomyocardial biopsy. *Am J Cardiol* 1993;72:952-7.
  - 16) Theleman KP, Kuiper JJ, Robert WC. Acute myocarditis (predominately lymphocytic) causing sudden death without heart failure. *Am J Cardiol* 2001;88:1078-83.
  - 17) Fenoglio JJ Jr, Ursell PC, Kellogg CF, Drusin RE, Weiss MB. Diagnosis and classification of myocarditis by endomyocardial biopsy. *N Engl J Med* 1983;308:12-8.
  - 18) Adzamli IK, Jolesz FA, Bleier AR, Mulkern RV, Sandor T. The effect of gadolinium DTPA on tissue water compartments in slow-and fast-twitch rabbit muscles. *Magn Reson Med* 1989;11:172-81.