

## 자기 공명 영상을 이용한 허혈성 승모판 폐쇄 부전증의 원인기전 규명

연세대학교 의과대학 심장혈관병원 심장내과,<sup>1</sup> 심혈관외과,<sup>2</sup> 진단방사선과<sup>3</sup>

최의영<sup>1</sup> · 고영국<sup>1</sup> · 장양수<sup>1</sup> · 심원흠<sup>1</sup> · 임세중<sup>1</sup>

정남식<sup>1</sup> · 조승연<sup>1</sup> · 유경중<sup>2</sup> · 최병욱<sup>3</sup>

### Etiologic Evaluation of Ischemic Mitral Regurgitation Using Cardiac MRI

Eui-Young Choi, MD<sup>1</sup>, Young-Guk Ko, MD<sup>1</sup>, Yangsoo Jang, MD<sup>1</sup>,  
Won-Heum Shim, MD<sup>1</sup>, Se-Joong Rim, MD<sup>1</sup>, Namsik Chung, MD<sup>1</sup>,  
Seung-Yun Cho, MD<sup>1</sup>, Kyung-Jong Yoo, MD<sup>2</sup> and Byung Wook Choi, MD<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Division of Cardiology, <sup>2</sup>Department of Cardiovascular Surgery and <sup>3</sup>Department of Radiology,  
Yonsei Cardiovascular Hospital, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

#### ABSTRACT

**Background and Objectives** : To evaluate the 3 dimensional geometric changes and the effect of revascularization in patients with ischemic mitral regurgitation (IMR), using cardiac magnetic resonance imaging (MRI). **Subjects and Methods** : Twenty-three patients with IMR, 10 with dilated cardiomyopathy with MR (DCM-MR) and 7 control subjects were enrolled. Hemodynamic indices, severity of MR, geometric parameters of mitral apparatus and myocardial viability were evaluated in all patients, and re-evaluated in the IMR patients 6 months after the revascularization. **Results** : The mitral tenting area (TAA) ( $334.1 \pm 111.7 \text{ mm}^2$  vs.  $222.9 \pm 123.0 \text{ mm}^2$ ,  $p=0.16$ ) and the sum of the tenting angles (TA) ( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $51.5 \pm 11.1^\circ$ ,  $p<0.001$ ) at the mid-systolic phase were increased in the IMR compared to the DCM-MR patients. In the IMR patients, the MR severity was positively correlated with the sum of the tethering lengths ( $r=0.522$ ,  $p=0.011$ ), LVESV ( $r=0.551$ ,  $p=0.006$ ), TAA ( $r=0.613$ ,  $p=0.002$ ) and TA ( $r=0.713$ ,  $p<0.001$ ). Of the 10 patients with viable myocardium, who had been revascularized without surgical repair of the mitral apparatus, the MR severity was decreased ( $28.3 \pm 10.4\%$  vs.  $16.5 \pm 7.6\%$ ,  $p=0.009$ ) in 7 patients, with decreases in the sum of the tethering distances ( $51.2 \pm 13.9 \text{ mm}$  vs.  $40.2 \pm 9.1 \text{ mm}$ ,  $p=0.034$ ), tenting area ( $299.2 \pm 93.8 \text{ mm}^2$  vs.  $215.0 \pm 63.6 \text{ mm}^2$ ,  $p=0.036$ ) and sum of the tenting angles ( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $56.2 \pm 14.8^\circ$ ,  $p=0.015$ ) 6 months after the revascularization. **Conclusion** : IMR was related with the geometric change in the mitral apparatus. Cardiac MRI can be an effective tool for evaluating these geometric changes and when formulating a treatment plan. (Korean Circulation J 2004;34(6):627-635)

**KEY WORDS** : Mitral regurgitation ; Ischemic heart disease ; Magnetic resonance imaging.

#### 서 론

승모판 폐쇄부전증은 심근경색증 환자의 19%에서 관

찰되는 허혈성 심장질환의 흔한 합병증이며 좌심실의 과부하와 폐동맥 고혈압을 초래하여 좌심실 부전을 악화시키는 불량한 예후 인자로서,<sup>1)2)</sup> Lamas 등<sup>3)</sup>은 급성

논문접수일 : 2004년 3월 4일

심사완료일 : 2004년 4월 9일

교신저자 : 장양수, 120-752 서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교 의과대학 심장혈관병원 심장내과

전화 : (02) 361-7071 · 전송 : (02) 393-2041 · E-mail : jangys1212@yumc.yonsei.ac.kr

심근경색증의 후기 사망률을 2배 이상 증가 시킨다고 보고한 바 있다.

유두근 또는 건삭(chorda tendinae)의 파열을 제외한 경우 허혈성 심장질환에 의한 승모판 폐쇄부전증의 특징은 승모판막 자체의 형태는 정상적인 반면 기능적으로 완전한 판막의 폐쇄가 이루어지지 않는 상태로 1963년 Burch 등<sup>4)</sup>이 심근경색증에서 유두근의 경색으로 인하여 수축기에 수축하지 못하고 일탈(prolapse) 되는 것을 승모판 폐쇄부전증의 주요 원인으로 처음 제시하였다. 그러나 실제 임상에서 급성심근경색에 의한 승모판 일탈은 관찰되지 않고 있으며, 그 이후 여러 연구에서 승모판 폐쇄부전증의 병리기전으로서 좌심실확장에 따른 유두근 및 건삭의 기하학적 구조의 변화, 승모판륜의 확장 또는 승모판 부속기관의 변형, 그리고 국소적 심실 벽운동장애 또는 전체 좌심실의 수축기 기능의 부전 등이 논의되었다.<sup>5-7)</sup> 허혈성 승모판 폐쇄부전증의 원인을 밝히기 위한 최근의 여러 연구들은 대부분 심초음파를 이용한 연구들로서 2차원적 영상으로 3차원 기하학적 구조의 변화를 평가하는데 한계가 있으며 최근에 개발된 3차원 심초음파의 경우에 있어서도 해상도에서 제한점이 있다.<sup>6)</sup> 그 밖에 임상적으로는 여러 기전들이 복합적으로 작용하고 있어 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐쇄부전증의 기전 규명에는 많은 어려움이 따르고 있다. 최근 기술의 향상으로 인하여 역동적 자기공명 영상(dynamic MRI)이 심장구조 및 기능 평가에 있어 심초음파의 역할을 보완하거나 대체할 수 있음이 보고되고 있다. 특히 자기공명영상은 3차원적으로 심구조 및 기능의 평가가 가능하여 이에 있어 심초음파 보다 정확하며 Velocity-encoded cine(VEC) 자기공명영상을 통하여 판막을 통과하는 혈류의 속도를 측정할 수 있어 색채 도플러 초음파와 비교할 수 있는 자료들을 제공한다.<sup>8)</sup> 따라서 한 번의 자기공명영상검사를 통하여 비교적 정확하게 판막의 구조 및 판막기능 이상의 정도와 원인 등의 분석이 가능하며, 그 밖에도 허혈성 심장질환에서 심근의 생존력 평가에 있어 높은 특이성을 보이고 있어, 치료방법 결정 및 예후평가에 있어 중요한 정보를 제공할 수 있다. 그리고 자기공명영상의 경우는 심초음파와 달리 에코 시야(echo window) 또는 초음파의 투과도 정도 차이에 의한 제한점이 없고 검사자의 능력 또는 주관에 따른 영향이 적어 객관적이며 재현성이 높은 장점이 있다.

본 연구의 목적은 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐

쇄부전증 환자에서 심장 자기공명영상을 이용하여 승모판 역류증의 정확한 원인기전을 밝히고 이를 토대로 치료방법의 결정 및 예후 평가에서 자기공명영상의 유용성을 조사하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 대 상

2002년 10월부터 2004년 1월까지 연세심혈관병원에 내원하여 관동맥조영술을 시행 받은 환자 중 50% 이상의 관동맥 협착소견을 보이고 심초음파 소견상 좌심실의 국소적 또는 전체적 심실벽운동의 이상을 동반한 경우로 다른 판막의 이상 없이 II도에서 IV도의 승모판 폐쇄부전증을 나타내는 환자를 대상으로 하였다. 이중 승모판의 형태는 정상이며, 심전도상 정상동율동 소견을 보이고 의사 소통 및 협조가 가능한 환자만을 서면동의서를 받은 후 연구대상으로 포함시켰다. 제외 기준으로는 허혈성 원인 외에 승모판 폐쇄부전증의 다른 원인이 의심되는 경우, 유두근이나 건삭의 파열이 승모판 폐쇄부전증 원인인 경우, 승모판 폐쇄부전 외에 다른 판막 이상을 동반하는 경우, 환자의 혈액학적 상태나 입원 후 흉통의 재발로 관동맥질환 상태가 불안정한 경우, 심박동기, 심세세동기, 인공관절 등의 금속 삽입물로 인하여 자기공명영상 시행이 금지인 경우로 하였다. 확장성 심근병증으로 승모판 자체의 이상 없이 I도 이상의 승모판 폐쇄부전증을 보인 환자를 양성 대조군으로 설정하였으며, 심기능이나 구조적 심질환이 없었던 환자 7명을 정상 대조군으로 설정하였다.

### 심초음파

심초음파 검사는 Hewlett-Packard사의 Sonos 5500 (Andover, Massachusetts, USA) 심초음파기를 사용하여 시행하였으며 승모판 폐쇄부전증의 평가는 색채 도플러를 이용하여 심첨 4방 단면도(apical 4 chamber view) 또는 흉골연 장축 단면도(parasternal long axis view)에서 최대 역류 면적(maximal regurgitation jet area)를 구하였으며, PISA(proximal isovelocity surface area) 방법을 통해 유효 역류구(effective regurgitant orifice)와 역류량(regurgitant volume)을 측정 또는 계산하여 승모판 역류 정도를 평가하고 I, II, III, IV도로 구분하였다.

### 심장 자기공명영상

Gyroscon Intera (Philips Medical systems, Netherland)을 이용하여 시행하였다.

### 좌심실의 내경과 용적 측정 및 수축기 기능 평가

Balanced-FFE 펄스열을 이용하여 심첨부부터 심저 부까지 포함하는 8 mm 두께의 다 절편 단축 영화(short axis cine) 영상을 얻었으며, 영화 영상은 한 R-R 간격에 25주기로 영상을 얻었다. 심장 자기공명 영상 시행 후, 영상 분석 소프트웨어 MRI-Mass (Medis, Netherland)를 이용하여 심내막 경계를 그리고, 기하학적 추정 없이 정확한 좌심실의 이완기말, 수축기말 용적과, 심박출량을 계산하였다.

### 전체 좌심실, 국소 심실벽운동 및 유두근 기시부 심실벽의 국소 운동 평가

Balanced-FFE 펄스열을 이용하여 촬영한 영화 영상을 MRI-Mass 소프트웨어를 이용하여 심내막 경계와 심외막 경계를 그린 후, 원주상으로 100개의 코드로 나누어 각각의 코드에 해당하는 방사상 수축의 절대 값, 이완기말 두께에 비교한 수축의 백분율, 이완기말에서 수축기말까지 심내막이 움직인 거리를 16개 구역과 임의로 지정된 관심영역 즉, 유두근 기시부에 해당되는 구역에서 측정하였다.

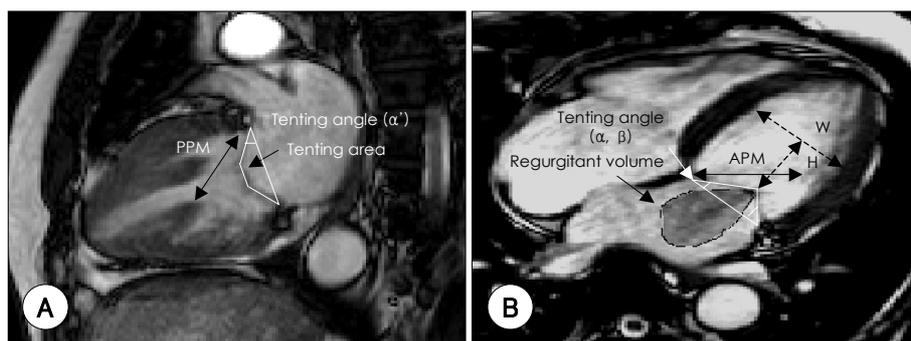
### 유두근 기시부 심실벽을 포함한 전체 좌심실의 생존력 평가

전환 회복 경사 에코(inversion recovery gradient

echo)를 이용하여 gadolinium 조영제 투입 후 15분 지연기 조영증강을 관찰하였다. 단축 부피 영상을 구역 별로 나누어 지연기 조영증강 된 부위의 위치와 면적을 기록하고, 벽 두께에 비교하여 조영증강의 두께를 백분율로 계산하였다. 조영증강이 있는 부위가 생존력이 없는 부위이므로 조영증강이 되지 않거나 전체 두께의 25% 미만의 조영증강이 있으면서 국소 운동이 감소된 구역에 대하여 기록하고, 치료 후 회복되는지 추적 관찰하였으며, 특히, 유두근 기시부 심실벽의 생존력과 승모판 폐쇄 부전의 관계를 중심으로 변화를 관찰하였다.

### 유두근과 승모판막의 3차원 기하학적 관계 조사

모든 환자에서 동일 조건의 단면도를 얻기 위하여 4-방 단면도에서는 중격 및 측벽 승모판륜의 정확한 경첩 지점(hinge point)을 지나며, 삼첨판의 소엽과 전유두근의 첨부가 보이는 영상을 얻었으며, 2-방 단면도는 승모판륜의 전후 경첩 지점과 후유두근의 첨부를 지나는 영상을 얻었다. R-R 사이의 25개의 프레임중 양측 소엽이 가장 근접하게 만나는 시간을 중수축기로 설정하였다. 승모판륜 면적은 중수축기에 4-방 단면도와 2-방 단면도에서 각각 승모판륜 중격-측벽과 이에 수직인 전후 거리를 구하여,  $3.14 \times (\text{중격-측벽 거리}) \times \text{전후 거리}/4$ 의 공식에 의하여 구하였다. 4-방 단면 및 2-방 단면 영화 영상을 얻어 후 중수축기에 전, 후 유두근의 첨부와 반대편 승모판륜 근위부까지의 거리를 각각 측정하였으며, 2-방 및 4-방 단면 영상에서 중수축기에 승모판륜 단면과 판막의 소엽(leaflets)에 의해 이루어



**Fig. 1.** Methods to measure the multiple geometric parameters (A), (B) and mitral regurgitant volume (B) in cardiac MRI. Leaflet tethering distance was measured between papillary muscle (PM) tips and contralateral anterior mitral annulus. A: tenting area and angle was measured between the leaflets and a line connecting mitral hinge points in the midsystolic 2 and 4 chamber section, respectively. B: mitral regurgitant volume was measured by drawing of signal void on cine gradient-echo in left atrium in the midsystolic phase. Sphericity index at the level of PM was calculated by the ratio of the LV chamber width (W) to the height (H) of the level from the mitral annulus. MRI: magnetic resonance imaging, APM: anterior papillary muscle, PPM: posterior papillary muscle.

지는 부분의 면적(tenting area)을 측정하였다. 또한 4-방 영상에서 중격-측벽 승모판륜 연결 가상선과 각각의 소엽이 만나 이루는 각도를(tenting angle)를 측정하였으며, 2-방 영상에서도 전-후 승모판륜 사이의 가상선과 전승모판륜-후유두근 침부를 연결하는 선이 이루는 각도(tenting angle)를 측정하였다(Fig. 1). Tenting 각도와 면적은 2-방 및 4-방 단면에서 구한 평균으로 설정하였다. 승모판륜의 근위부는 승모판륜이 내측 대동맥 판막륜과 만나서 경첩이 되는 지점으로 설정하였으며, 유두근의 침부가 여러 개인 경우는 각각의 침부와 승모판륜 및 소엽에 의해 발생한 기하학 인자를 평균하여 구하였다. 유두근 수준에서 좌심실의 구형도 및 대칭성을 판단하기 위해 양측 유두근 사이의 거리를 그 가상선에 수직이며 승모판륜으로 부터의 높이로 나눈 구형지수(sphericity index)를 측정하였다(Fig. 1).

#### 승모판 역류 분획(Mitral regurgitant fraction)

Vec 자기공명영상을 시행한 후 MRI-flow (Medis, Netherland)를 이용하여 승모판 역류를 정량적으로 측정하여 좌심방 용적과의 비율로 역류 분획(regurgitant fraction)을 구하였다(Fig. 1).

#### 관동맥조영술

관동맥조영술은 심초음파와 자기공명영상 시행 전 또는 후 1~2일 이내로 시행하였으며, 국소마취하에 Seldinger씨 방법으로 대퇴동맥에 천자 후 5 F Judkin 혹은 Amplatz 진단도자를 이용하여 Siemens Coroskop T.O.P.으로 좌우 관동맥을 촬영 후 정량 관상동맥 분석기(Ancor, Siemens, Germany)로 분석하였다.

#### 관동맥의 재개통

각 환자의 상태와 일반적인 경피적 관동맥중재시술 및 관동맥우회로술의 적응증에 따라 관동맥의 재개통을 시행하였다.

#### 주적관찰

경피적 관동맥중재시술 또는 관동맥우회로술을 통하여 관동맥협착혈관의 재개통을 시행받은 환자와 약물치료만을 받은 환자 모두에서 6개월째 자기공명영상을 다시 시행하여 승모판 폐쇄부전 정도와 그외 인자들의 변화를 관찰하였으며, 자기공명영상으로 확인되었던 생존

심근의 변화를 조사하여 관동맥 재개통술이 승모판 폐쇄부전에 미치는 영향을 분석하였다.

#### 통계 분석

대조군과 환자군과의 기본 임상 특성 및 혈액학, 기하학적 인자의 비교는 Student t-test 통하여 실시하였으며, 다중 선형 회귀 분석을 통하여 수축기말 좌심실의 용적, 승모판륜의 면적, 승모판륜-유두근 침부간 거리, tenting 면적, tenting 각도와 폐쇄부전증의 심도를 나타내는 승모판 역류 분획과의 상관관계를 분석하였다. 유두근 기시부 심실벽이 생존력이 있었던 환자에서 재개통 전과 관동맥 재개통후 6개월째 승모판 역류정도를 포함한 기하학적 인자의 비교는 Wilcoxon signed rank test를 통하여 비교 분석하였다. 모든 통계분석은  $p < 0.05$ 인 경우를 유의한 차이가 있는 것으로 판정하였다.

## 결 과

#### 임상 및 혈액학적 특징

총 33명의 환자가 연구에 포함되었으며, II에서 IV도의 허혈성 승모판 폐쇄부전증이 있는 대상군은 23명 이었으며, 확장성 심근병증에 의한 I도 이상의 승모판 폐쇄부전증 환자군은 10명 이었다. MRI 소견상 심기능이나 구조적 심질환이 없었던 환자 7명을 대조군으로 설정하였다. 허혈성 승모판 폐쇄부전증 환자군은 2주 이내의 급성심근경색증 9명, 2주 이상된 심근경색증 10명, 심근경색이 없는 허혈성 심근병증 환자 4명으로 구성되어 있었으며, 평균 연령은  $61.7 \pm 9.3$ 세였고, 7명이 여성이었다. 좌심실 구혈률은  $31.5 \pm 16.9\%$  였으며, 이완기말 및 수축기말 좌심실 용적은 각각  $278.3 \pm 117.8$  mL,  $201.2 \pm 130.3$  mL 였다. 유두근 자체의 경색을 동반한 경우는 6예 였으며 후벽 유두근이 4예, 전벽 유두근이 2예 였다. 또한 유두근이 기시하는 심실벽의 허혈로 인한 무운동 혹은 운동저하등의 국소운동 장애가 있는 환자는 모두 20명 이었으며, 하벽이 10예, 전벽이 5예, 하벽과 전벽 모두 운동장애가 있는 환자가 5예 였다. 이중 15명의 환자의 심실벽에서 자기공명영상에서 지연 조영증강이 없거나 지연 조영 증강이 전체 두께의 25% 미만이어서 생존력이 있는 것으로 나타났다. 허혈성 승모판 폐쇄부전증 환자군과 확장성 심근병증에 의한 승모판 폐쇄부전증 환자군간의 임상적 기본 특성, 이완기말,

수축기말 좌심실 용적, 좌심실 구혈률 및 승모판 폐쇄부전증의 심도에는 차이가 없었으나, 두군 모두 정상 대조군에 비해 이완기말, 수축기말 좌심실 용적이 증가 되어 있었으며, 좌심실 구혈률이 감소해 있었다(Table 1).

### 승모판 폐쇄 부전증의 심도와 기하학적 인자 분석

승모판 및 이를 이루는 구조의 기하학적 분석상 허혈성 승모판 폐쇄부전증 환자군에서 확장성 심근병증에 의한 승모판 폐쇄부전증 환자군에 비해 tenting 면적( $334.1 \pm 111.7 \text{ mm}^2$  vs.  $222.9 \pm 123.0 \text{ mm}^2$ ,  $p=0.16$ )과 tenting 각도의 합( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $51.5 \pm 11.1^\circ$ ,  $p<0.001$ )이 증가해 있었으며, 구형지수( $1.24 \pm 0.17$  vs.  $1.54 \pm 0.22$ ,  $p<0.001$ )는 감소해 있었다. 그러나, 승모판륜 면적( $916.4 \pm 226.0 \text{ mm}^2$  vs.  $1075.6 \pm 154.6 \text{ mm}^2$ ,  $p=0.052$ ), 내외측 유두근 첨부에서 전벽 승모판륜까지의 거리의 합( $85.9 \pm 10.7 \text{ mm}$  vs.  $87.1 \pm 9.6 \text{ mm}$ ,  $p=0.777$ )은 두군간에 차이가 없었다. 허혈성 승모판 폐쇄 부전증 환자군은 정상 대조군에 비해 승모판륜-유두근

첨부간 거리(tethering length)의 합( $85.9 \pm 10.7 \text{ mm}$  vs.  $63.3 \pm 5.3 \text{ mm}$ ,  $p<0.001$ ), tenting 면적( $334.1 \pm 111.7 \text{ mm}^2$  vs.  $109.0 \pm 63.2 \text{ mm}^2$ ,  $p<0.001$ ), tenting 각도의 합( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $37.3 \pm 8.5^\circ$ ,  $p<0.001$ ) 및 승모판륜 면적( $916.4 \pm 226.0 \text{ mm}^2$  vs.  $490.4 \pm 89.2 \text{ mm}^2$ ,  $p<0.001$ )이 증가해 있었다(Table 1). 또한 허혈성 승모판 폐쇄부전증이 있는 환자군에서, 승모판 폐쇄부전증 심도를 나타내는 역류 분획은 전승모판륜-유두근 첨부간 거리(tethering length)의 합( $r=0.522$ ,  $p=0.011$ ), 수축기말 좌심실 용적( $r=0.551$ ,  $p=0.006$ ), tenting 면적( $r=0.613$ ,  $p=0.002$ ), tenting 각도의 합( $r=0.713$ ,  $p<0.001$ )에 비례하여 증가 하였다. 그러나 단순 승모판륜의 면적은 승모판 역류 분획과는 비례하지 않는 것으로 나타났다( $r=0.282$ ,  $p=0.192$ ) (Fig. 2).

### 주적 관찰

총 23명의 환자군중 20명의 환자에 대하여 추적 자기 공명 영상을 실시 하였다. 자기공명 영상에서 유두근 및 유두근을 포함하는 좌심실 심근의 생존력이 있는 환자는 총 15명이었으며 이 중 8명에 대하여 관상동맥우회로술을 시행하였으며 이 중 중증의 폐동맥 고혈압과 승모판 폐쇄 부전증을 동반한 5명은 승모판 교정술 혹은 승모판륜 성형술을 같이 시행하였다. 또한 7명에 대해서는 경피적 관상동맥 중재술을 시행하였으며, 심근의 생존력이 없었던 5명은 재개통술이나 승모판 수술을 시행하지 않고 내과적 치료만을 시행하였다. 승모판 및 승모판륜 성형술을 시행하지 않고, 생존 심근에 관상동맥 우회술 혹은 및 경피적 관상동맥 중재술만을 시행한 10명의 환자 중 6개월 후 심장 자기공명영상 추적에서 7명은 승모판 역류분획이 감소하였으며( $28.3 \pm 10.4\%$  vs.  $16.5 \pm 7.6\%$ ,  $p=0.009$ ), 이것은 좌심실 용적의 감소 및 수축기시 좌심실벽의 두께증가, 유두근 전위(displacement)의 호전으로 인한 승모판륜-유두근 첨부간 거리의 감소( $51.2 \pm 13.9 \text{ mm}$  vs.  $40.2 \pm 9.1 \text{ mm}$ ,  $p=0.034$ ), tenting 면적( $299.2 \pm 93.8 \text{ mm}^2$  vs.  $215.0 \pm 63.6 \text{ mm}^2$ ,  $p=0.036$ )와 tenting 각도의 합( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $56.2 \pm 14.8^\circ$ ,  $p=0.015$ )의 감소와 같은 기하학적 인자의 호전으로 발생하였다(Fig. 3). 그러나, 재개통술을 시행 받은 환자 중 3명의 환자와, 심근의 생존력이 없거나 환자가 수술을 거부하여 내과적 치료만 시행한 모든 환자의 경우는 기하학적 인자의 호전을 가져오지 않았으

**Table 1.** Baseline characteristics and mitral valve geometric indices

	Controls (n=7)	Ischemic MR (n=23)	DCM-MR (n=10)
Sex (n, M/F)	5/2	15/8	7/3
Age (years)	63.9 ± 8.0	62.2 ± 10.2	56.6 ± 6.2*
Hypertension (n)	2	11*	1*†
BSA (m <sup>2</sup> )	1.7 ± 0.2	1.7 ± 0.3	1.7 ± 0.3
MR RF (%)		37.1 ± 13.5	31.2 ± 15.5
LVEDV (mL)	122.9 ± 16.4	271.6 ± 115.5*	248.8 ± 67.4*
LVESV (mL)	45.5 ± 9.4	192.2 ± 128.1*	190.6 ± 53.1*
LVEF (%)	64.1 ± 5.9	32.7 ± 17.3*	23.6 ± 3.8*
MAA (mm <sup>2</sup> )	490.4 ± 89.2	916.4 ± 226.0*	1075.6 ± 154.6*
Sum of TL (mm)	63.3 ± 5.3	85.9 ± 10.7*	87.1 ± 9.6*
TAA (mm <sup>2</sup> )	109.0 ± 63.2	334.1 ± 111.8*	222.9 ± 123.0*†
Sum of TA (°)	37.3 ± 8.5	72.9 ± 12.9*	51.5 ± 11.1*†
LV SPI	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.2	1.5 ± 0.2†

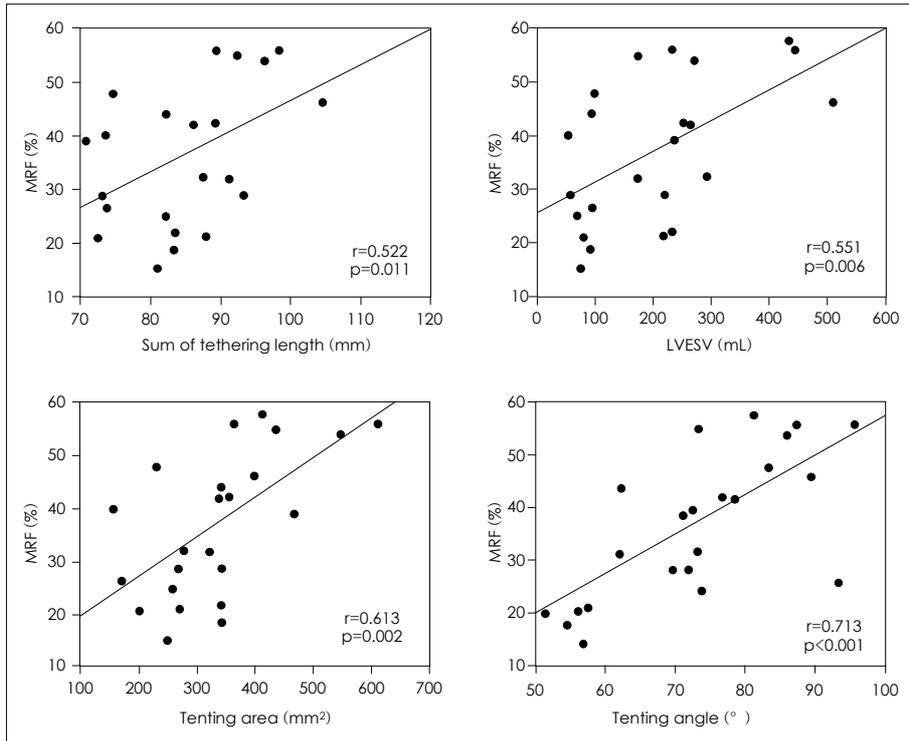
MR: mitral regurgitation, DCM: dilated cardiomyopathy, BSA: body surface area, RF: regurgitant fraction, LVEDV: left ventricular end-diastolic volume, LVESV: left ventricular end-systolic volume, LVEF: left ventricular ejection fraction, MAA: mitral annulus area, TL: tethering length, TAA: tenting area, TA: tethering angle, SPI: sphericity index. \*:  $p<0.05$  vs. controls, †:  $p<0.05$  vs DCM-MR

며, 승모판 폐쇄부전증의 호전 소견도 발견할 수가 없었다.

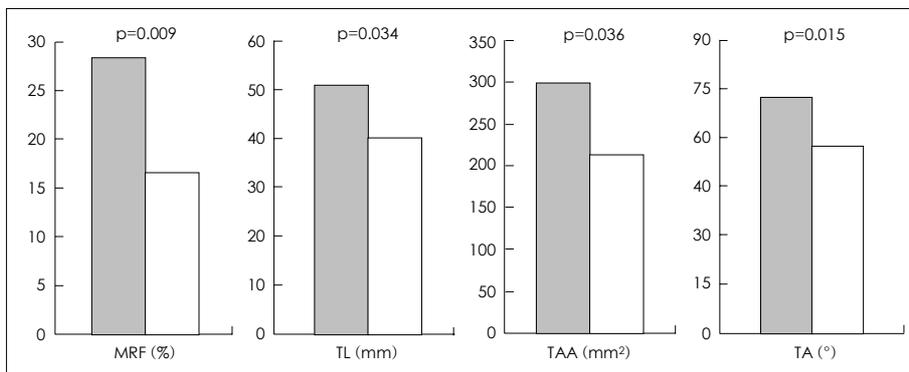
## 고찰

급성 심근경색증 및 허혈성 심질환에 동반된 중등도

이상의 승모판 폐쇄증은 심박출량을 감소 시키며, 이로 인한 좌심실의 용적과부하를 유발하여, 좌심실의 재형성을 악화 시키며 이는 다시 승모판 폐쇄증의 심도를 악화 시켜 폐동맥 고혈압을 초래하여 예후를 불량하게 만드는 인자이다.<sup>1)</sup> 그러므로 허혈성 승모판 폐쇄부전증의 교정은 허혈성 심질환 치료에 큰 역할을 한다고 할 수 있



**Fig. 2.** Scattergraphs showing relationships between mitral regurgitant fraction (MRF) and its determinants. Sum of tethering distance, left ventricular end systolic volume (LVESV), tenting area and sum of tenting angle positively correlate with severity of mitral regurgitation. MRF: mitral regurgitant fraction.



**Fig. 3.** Changes in geometric indices before and 6 months after revascularization in patients, who underwent improvement of mitral regurgitation by revascularization only (n=7). MRF: mitral regurgitant fraction, TL: sum of tethering length, TAA: tenting area, TA: sum of tenting angle.

으며, 따라서 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐쇄부전증의 기전 규명은 실제 임상에서 중요한 의의를 갖는다. 첫째는 허혈성 심장질환에서 생존력이 있는 심근의 기절(stunning) 또는 동면(hibernation)이 국소 심실벽 또는 유두근의 운동장애를 초래하여 승모판 폐쇄부전증 발생의 주원인으로 작용하였다면 관동맥재개통 시 승모판 폐쇄부전증이 가역적일 수 있으나 심근이 생존력이 없다면, 예후는 더 불후하다 하겠다. 둘째는 수술적 치료를 필요로 하는 승모판 폐쇄부전증의 경우 발생 원인이 되는 기하학적 변화를 알 수 있다면, 수술적 치료방법을 결정함에 있어 매우 큰 도움이 될 수 있을 것이다. 현재 심근경색증 또는 허혈성 심근증에서 중증의 승모판 폐쇄부전의 수술적 치료는 승모판 치환술을 시행하거나 승모판륜의 크기를 감소시키는 성형술에 주로 국한되어 있다. 그러나 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐쇄부전증에서는 정상적인 판막의 형태가 보존되어 있어 수술적 교정(repair)이 보다 생리적이라고 할 수 있겠으며, 좌심실의 재형성(remodeling)이 승모판 폐쇄부전증의 기전으로 작용한 경우에는 승모판륜의 성형술을 시행한 이후에도 승모판 폐쇄부전증이 남아 있게 됨으로 이러한 경우에는 좌심실, 승모판, 유두근 및 건삭의 기하학적 구조 및 기능을 고려한 시술이 필요하리라 하겠다.

현재 국내외에서 자기공명영상상을 이용하여 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐쇄부전증의 원인규명 및 예후 평가에 대한 연구는 전무한 상태이다. 다만 수평의 2차원 또는 3차원 심초음파기기를 이용한 연구결과들이 대개 동물실험 위주로 보고되었을 뿐이다.<sup>9)</sup> 일본 Kagoshima 대학의 Otsuji 등<sup>7)</sup>이 미국 Boston의 Massachusetts General Hospital 그룹과 같이 3D 심초음파를 이용하여 동물실험에서 관동맥허혈을 유발하여 좌심실의 확장 없이 좌심실의 수축기 기능이상만으로 허혈성 승모판역류증을 유발할 수 없다는 결과를 보고한 바 있고, 다른 임상연구에서는 2차원 초음파를 이용하여 승모판륜만이 확장된 심방세동 환자군과 승모판륜 및 좌심실 모두 확장된 특발성 또는 허혈성 심근병증 환자군을 비교한 바, 승모판륜의 확장만으로는 중등도 이상의 승모판 폐쇄부전을 초래하지 않았다고 보고하였다.<sup>6)</sup> 최근에는 3차원적으로 승모판 부속기관의 구체적인 기하학적 변형을 밝히는 연구 결과가 발표되고 있으며, 이에 따라 Kwan 등<sup>10)</sup>은 실시간 3차원 심초음파를 이용하여

확장성 심근병증에 동반되는 기능적 승모판 폐쇄부전증과 구별되는 허혈성 승모판 폐쇄부전에서의 승모판 부속기관의 비대칭적 변형을 보고하였으며, Tibayan 등<sup>5)</sup>은 중격-측면(septal-lateral) 승모판륜의 확장, 후벽 유두근의 측면 전위(lateral posterior papillary muscle displacement), 승모판 후엽의 침부로의 전위가 허혈성 승모판 폐쇄부전증을 일으키는 가장 중요한 기하학적 변화라고 보고하여, 승모판 교정술의 정확한 목표를 설정하여주었다. 국내에서는 강 등<sup>9)</sup>이 동물실험에서 관동맥을 결찰한 후, 심근 조영 심초음파도를 실시하여 유두근의 관류양상을 평가하고 유두근의 허혈과 승모판 폐쇄부전 발생과의 연관성을 분석한 바 심한 좌심실 기능부전을 동반하지 않는 급성 심근 경색증에서 유두근의 허혈 손상은 승모판의 불안전 폐쇄를 통해 허혈성 승모판 폐쇄부전을 유발하는 중요한 병인으로서 유두근 관류의 평가 및 유두근 재관류의 회복은 허혈성 승모판 폐쇄부전의 예방 및 치료에 중요한 역할을 하는 것으로 보고하였다. 본 연구의 결과에 의하면 심근경색으로 인한 재형성에 의한 좌심실의 확장, 유두근 및 유두근 기시부의 벽운동장애로 인한 승모판륜과 유두근 침부간의 거리의 증가, 승모판륜의 면적의 증가 및 tenting 면적, tenting 각도의 증가와 같은 기하학적인 변화가 있는 경우에 중등도 이상의 승모판 폐쇄부전증이 나타났으며, 특히 확장성 심근병증에 동반되는 기능적 승모판 폐쇄부전증에 비해 허혈성 승모판 폐쇄부전증에서는 비대칭적인 좌심실 확장 및 국소 운동장애에 의해 발생하는 유두근의 전위로 승모판 소엽과 승모판륜에 의해 형성되는 tenting 각도, tenting 면적의 증가를 관찰할 수 있었다. 또한 자기공명영상에서 유두근 및 유두근 기시부 심근의 생존력이 있었던 환자 10명 중 7명에서 승모판 교정술 없이, 재개통만으로도 승모판 역류증의 호전을 보였으며 이들은 모두 수축기 좌심실 용적의 감소, 승모판륜-유두근 침부간 거리(tethering length) 및 tenting 면적의 감소, 유두근 기시부 좌심실벽의 운동호전, 유두근과 승모판륜을 잇는 가상의 선이 양측 승모판륜을 연결하는 평행선과 이루는 각도(tenting angle)의 감소와 같은 기하학적 인자의 호전과 동반되어 발생하였다. 그러나 3명의 환자에서는 자기공명영상에서 심근의 생존력이 있으나 재개통 후에도 승모판 폐쇄부전증의 호전이 없었으며 이들은 모두 기하학적 인자의 호전소견 없었던 환자들 이었다. 재개통치료를 시행 받지 못하고

내과적 약물 치료만 시행한 모든 환자들에서도 승모판 폐쇄부전증의 호전 소견을 관찰 할 수 없었다. 결국 이러한 환자군에서는 심장주위를 골격근을 이용하여 감싸거나, 좌심실 후벽의 팽창(bulging) 부위를 절제하여 좌심실의 크기를 줄이거나, 승모판 소엽(leaflet) 혹은 건삭(chorda)의 신장(elongation)을 통한 승모판륜-유두근 침부간 거리의 정상화를 통하여 승모판 폐쇄부전증의 호전을 가져와 예후를 호전 시킬 수 있을 것으로 보인다.<sup>11)</sup> 본 연구의 결과는 이러한 예후의 결정 및 치료 방법의 결정에 있어 심장 자기공명 영상을 통한 기하학적 관계의 평가 및 심근의 생존력을 평가하는 것이 큰 도움이 됨을 제시하고 있다. 또한 VEC 자기공명영상을 통한 승모판 역류량의 측정 및 각종 혈액학적 인자측정이 가능함에 따라 자기 공명 영상 검사만으로도, 심초음파 및 심근 관류스캔, 관상동맥 조영술로 얻을 수 있는 정보들을 객관적으로 한번에 측정이 가능하여 비용-효율 측면에서도 이용가치가 더욱 늘어 날 것으로 보인다.

## 요 약

### 배경 및 목적 :

승모판 폐쇄부전증은 심근경색증 환자의 19%에서 관찰되는 허혈성 심장질환의 흔한 합병증이며, 좌심실의 과부하와 폐동맥 고혈압을 초래하여 좌심실 부전을 악화시키는 불량한 예후 인자이다. 심장 자기공명영상은 영상의 해상도와 3차원적으로 심구조 및 기능의 평가가 심초음파 보다 우월한 것으로 알려져 있어 본 연구에서는 허혈성 심장질환으로 인한 승모판 폐쇄부전증 환자에서, 자기공명영상을 이용하여 승모판 폐쇄부전증의 정확한 원인기전을 밝히고, 재개통 후의 변화를 관찰함으로써 정확한 치료방법을 제시하고자 하였다.

### 방 법 :

관동맥조영술을 시행 받은 환자 중 50% 이상의 관동맥 협착소견을 보이고 심초음파 소견상 좌심실의 국소적 또는 전체적 심실벽운동의 이상을 동반한 경우로 다른 판막의 이상 없이 II-IV도의 승모판 폐쇄부전을 나타내나 승모판의 형태는 정상인 환자 23명과 기능적 승모판 폐쇄부전증을 동반한 확장성 심근병증 환자 10명, 심기능이나 구조적 심질환이 없었던 환자 7명을 대상으로 심장 자기공명영상을 시행하여, 좌심실의 내경과 용적 측정 및 수축기 기능, 유두근 기시부를 포함한 좌심

실벽의 국소 운동, 좌심실의 생존력을 평가 하였다. 3차원 기하학적 관계로 승모판륜-유두근 침부거리, 승모판륜의 면적, 승모판엽과 승모판륜이 이루는 면적(tenting area), 각도(tenting angle)와 승모판 역류의 양과의 관련성을 조사하였다. 또한 허혈성 승모판 폐쇄 부전증 환자에서, 재개통 혹은 수술적, 내과적 치료 6개월 후의 승모판 역류 정도와 기하학적 인자의 변화를 관찰하였다.

### 결 과 :

허혈성 승모판 폐쇄부전증 환자군은 확장성 심근병증에 의한 승모판 폐쇄 부전증 환자군에 비해 좌심실의 비대칭적 확장 및 유두근의 전위로 인해, 승모판륜과 소엽에 의해 이루어 지는 중수축기 tenting 각도의 합( $72.9 \pm 12.9^\circ$  vs.  $51.5 \pm 11.1^\circ$ ,  $p < 0.001$ )과 tenting 면적( $334.1 \pm 111.7 \text{ mm}^2$  vs.  $222.9 \pm 123.0 \text{ mm}^2$ ,  $p = 0.16$ )의 증가와 좌심실 구형지수의 감소( $1.24 \pm 0.17$  vs.  $1.54 \pm 0.22$ ,  $p < 0.001$ )를 관찰할 수 있었다. 허혈성 승모판 폐쇄 부전증 환자군내에서는 승모판 역류분획이 전승모판륜-유두침부 거리의 합( $r = 0.522$ ,  $p = 0.011$ ), 수축기말 좌심실 용적( $r = 0.551$ ,  $p = 0.006$ ), tenting 면적( $r = 0.613$ ,  $p = 0.002$ ), tenting 각도의 합( $r = 0.713$ ,  $p < 0.001$ )과 비례하여 증가함을 관찰할 수 있었으며, 단순 승모판륜 면적과는 비례하지 않는 것으로 나타났다. 자기공명영상에서 유두근 기시부위의 생존력이 있던 환자 10명 중 7명은 재개통 후 승모판 폐쇄부전의 호전을 관찰할 수 있었으며, 이들은 모두 승모판 부속기관의 기하학적 인자의 호전을 통해 이루어짐을 알 수 있었다.

### 결 론 :

허혈성 심장질환에 동반되는 승모판 폐쇄 부전증은, 유두근 기시부를 포함한 좌심실 벽의 국소운동장애 및 재형성에 의한 승모판 부속기관의 기하학적 인자 변화로 나타남을 알 수 있었으며, 심장 자기공명영상은 이러한 변화뿐 아니라 심근의 생존력까지 분석이 가능하여 치료방법의 결정에 큰 도움이 됨을 알 수 있었다.

**중심 단어 :** 승모판 폐쇄부전증 ; 허혈성 심장질환 ; 자기공명영상.

본 연구는 2002년 대한순환기학회 산학연구비의 지원으로 이루어졌음.

## REFERENCES

- 1) Grigioni F, Enriquez-Sarano M, Zehr KJ, Bailey KR, Tajik

- AJ. *Ischemic mitral regurgitation: long-term outcome and prognostic implications with quantitative Doppler assessment. Circulation* 2001;103:1759-64.
- 2) Feinberg MS, Schwammenthal E, Shlizerman L, Porter A, Hod H, Feinmark D, Matezky S, Boyko V, Mandelzweig L, Vered Z, Behar S, Sagie A. *Prognostic significance of mild mitral regurgitation by color Doppler echocardiography in acute myocardial infarction. Am J Cardiol* 2000;86:903-7.
  - 3) Lamas GA, Mitchell GF, Flaker GC, Smith SC Jr, Gersh BJ, Basta L, Moye L, Braunwald E, Pfeffer MA. *Clinical significance of mitral regurgitation after myocardial infarction. Circulation* 1997;96:827-33.
  - 4) Burch GE, de Pasquale NP, Phillips JH. *Clinical manifestations of papillary muscle dysfunction. Arch Intern Med* 1963;112:112-7.
  - 5) Tibayan FA, Rodriguez F, Zasio MK, Biley L, Liang D, Daught GT, Langer F, Ingels NB Jr, Miller DC. *Geometric distortion of the mitral valvular-ventricular complex in chronic ischemic mitral regurgitation. Circulation* 2003;108 (Suppl):II116-21.
  - 6) Otsuji Y, Kumano T, Yoshifuku S, Matsukida K, Koriyama C, Kisanuki A, Minagoe S, Levine RA, Tei C. *Isolated annular dilation does not usually cause important functional mitral regurgitation: comparison between patients with lone atrial fibrillation and those with idiopathic or ischemic cardiomyopathy. J Am Coll Cardiol* 2002;39:1651-6.
  - 7) Otsuji Y, Handschumacher MD, Liel-Cohen N, Tanabe H, Jiang L, Schwammenthal E, Guerrero L, Nicholls LA, Vlahakes GJ, Levine RA. *Mechanism of ischemic mitral regurgitation with segmental left ventricular dysfunction: three-dimensional echocardiographic studies in models of acute and chronic progressive regurgitation. J Am Coll Cardiol* 2001;37:641-8.
  - 8) Didier D, Ratib O, Lerch R, Friedli B. *Detection and quantification of valvular heart disease with dynamic cardiac MR imaging. Radiographics* 2000;20:1279-301.
  - 9) Kang DH, Song H, Song JK, Kim HS, Lee JH, Lim HY, Lee JW, Park SW, Park SJ, Song MG. *Experimental evaluation for the mechanism of acute ischemic mitral regurgitation. Korean Circ J* 1999;29:802-11.
  - 10) Kwan J, Shiota T, Agler DA, Popovic ZB, Qin JX, Gillinov MA, Stewart WJ, Cosgrove DM, McCarthy PM, Thomas JD. *Geometric differences of the mitral apparatus between ischemic and dilated cardiomyopathy with significant mitral regurgitation. Circulation* 2003;107:1135-40.
  - 11) Gorcsan J 3rd, Feldman AM, Kormos RL, Mandarino WA, Demetris AJ, Batista RJ. *Heterogeneous immediate effects of partial left ventriculectomy on cardiac performance. Circulation* 1998;97:839-42.