

## 심장 영화 자기공명영상에서의 생리적 방실판막 역류<sup>1</sup>

장윤형 · 강은주 · 백승국 · 안우현 · 최한용 · 김봉기

**목 적:** 심장 영화 자기공명영상의 판독에 도움을 주고저, 건강한 집단에서, 방실판막 근처에 나타나는 신호 공허(signal void)의 존재 및 그 특성을 관찰해 보았다.

**대상 및 방법:** 판막질환이나 판막기형이 없다고 판단되는 건강한 20명의 지원자를 대상으로, 작은 경사각(small flip angle)을 준 횡단면 경사 에코법(axial gradient echo technique)을 이용하여 반복시간(Repetition time) 36msec 및 반향시간(Echo time) 22msec 을 줌으로써, 방실판막을 포함한 부위의 심장 영화 자기공명영상을 얻었다.

**결 과:** 심방내 방실판막 근위부에 일시적인 신호 공허가 나타났는데, 삼첨판(Tricuspid valve) 근위부에서는, 20명중 13명( $13/20 = 65\%$ )이, 그리고 승모판(Mitral valve) 근위부에서는, 20명중 9명( $9/20 = 45\%$ )이 신호 공허를 보였다. 그리고 20명중 8명( $8/20 = 40\%$ )은 삼첨판과 승모판 모두에서 신호 공허를 보였고, 5명( $5/20 = 20\%$ )에서는 신호 공허가 나타나지 않았다. 이 생리적 신호 공허의 정도(extent)는 방실판막면으로부터 1cm이내에 국한하여 생기고, 심장 주기(cardiac cycle)중 초기 수축기에만 관찰되며, 생리적 삼첨판 역류인 경우는 방실판막면에 기저부를 둔 반월형 혹은 삼각형 모양이며, 생리적 승모판 역류인 경우는 작은 구형으로 보인다.

**결 론:** 판막질환이 없는 정상 성인에서도, 생리적인 역류에의해 방실판막 근위부에 신호 공허부위가 관찰될 수 있음을 알고, 이 때 보이는 특성을 아는 것은 심장 영화 자기 공명 영상을 판독시에 도움이 되며, 아울러 정상 심장생리를 연구하는데도 이용할 수 있으리라 사료된다.

### 서 론

심장 영화 자기공명영상(cardiac cine MR imaging)에서 판막 주위에 국한된 신호 공허(signal void)가 나타나면, 심장 판막질환을 의심할 수 있다. 그러나, 심장 질환, 즉, 판막 질환이 없는 사람에서도 방실판막(atrioventricular valve) 근위부에 역류를 시사하는 신호 공허(signal void)가 나타날 수 있다는 것은 많이 알려져 있지 않다. 이에 저자들은 생리적으로 유발되는 방실판막(승모판, 삼첨판) 근위부에 나타나는 신호 공허를 관찰하고, 이의 임상적 응용가치에 대하여 연구 하였다.

### 대상 및 방법

과거나 현재에 심혈관 질환이나 폐 질환이 없고 다른 전신질환도 없으며, MRI상 구조적 심장기형도 발견되지 않

는 건강한 20명의 지원자를 대상으로 심장 영화 자기공명 영상을 실시 하였다. 연령분포는 25세에서 35세까지의 성인(평균연령 29.5세)이며, 남자와 여자가 각각 10명씩 이었다. 0.5 Tesla 초전도 자기공명영상 기기(TOSHIBA MRT 50A)를 사용하였고, 촬영조건은 먼저 T1 강조영상으로 초기 관상면(initial coronal localization section)을 얻어, 판막의 위치와 동반된 판막기형이 없음을 확인후, EKG gated 스핀 에코 T1 강조영상( $TR/TE = 500/20$ , slice thickness 5mm, matrix size  $128 \times 256$ )을 사용하여, 좌심실의 기저부에서 폐동맥 부위까지 10개의 횡단면상(transaxial section)을 얻고, 다시, EKG gated 펄드 에코 영화법( $TR/TE = 36/22$ , slice thickness 10mm, flip angle 30 degrees)을 이용하여 방실판막을 포함한 부위에 해당하는 영화 자기공명영상을 얻었다. 그리고, 얻어진 영상들은 두명의 방사선과 의사가 심방내에서의 신호공허부위의 길이(length or extent)와 모양(shape), 그리고 심장 박동주기(cardiac cycle)중 나타나는 시기(timing)에 초점을 두고 관찰하여, 병적인 경우나 정상적으로 다른 경우에 보이는 신호 공허와의 차이점을 비교 분석 하였다. 신호 공허의 길이는 두명의 의사가 각각의 판막에 대해 10차례

<sup>1</sup>침례병원 진단방사선과

이 논문은 1993년 11월 4일 접수하여 1994년 3월 7일에 채택되었음

색 신호 공허의 가장 긴 길이를 측정하여 평균치(총합/20)와 표준편차(standard deviation)를 계산하였다.

## 결 과

심장 영화 자기공명영상에서 방실판막 근위부의 심방내에 역류를 시사하는 신호 공허 분출(signal void jet)을 보이는 경우는 지원자 20명중 총 15명(75%)이었고, 삼첨판 근위부에 13예(13/20 = 65%), 승모판 근위부에 9예(9/20 = 45%)에서 각각 신호 공허를 나타내었다. 삼첨판과 승모판 근위부 모두에서 신호 공허를 보인 경우는 8예(8/20 = 40%)였고, 신호 공허를 관찰할수 없는 경우도 5예 있었다. 신호 공허부위의 길이를 살펴보면, 삼첨판 근위부의 경우 판막면(valve plane)을 포함할때  $11.8 \pm 2.9\text{mm}$ , 판막면을 제외하면  $7.8 \pm 2.8\text{mm}$ 이고, 승모판 근위부의 경우는 판막면을 포함하면  $8.2 \pm 2.5\text{mm}$ , 판막면을 제외하면  $7.9 \pm 1.5\text{mm}$ 으로, 삼첨판의 경우 jet의 길이가 승모판 보다 좀더 길었고, 판막면을 제외했을때, 두 경우 다 1cm 보다 작거나 약간 크게 나타났다. Signal void jet의 모양은, 삼첨판의 경우 반월상(semilunar) 혹은 판막면 쪽으로 기저부(base)를 둔 삼각형(triangular)으로 보였고, 승모판의 경우는 대개 작은 원형(small globular)으로 나타났다. 그리고, signal void jet가 나타나는 시기는 전 예에서 심장 주기중 초기 수축기(peak R wave에 해당)때이며, 이것은 좌심실이 대동맥으로 혈액을 내뿜기 전에 등용적수축(isovolumic contraction)을 하는 시기와 일치한다(Table 1).

## 고 찰

저자들이 생리적 방실판막 역류에 대한 문헌을 살펴본바에 의하면, 초기에는 doppler echocardiography를 이용하여 먼저 연구되었는데, 1984년 Yock등(1)이 생리적 삼첨판 역류(TR)와 폐동맥판 역류(PR)를 보고한 바 있고, 그 뒤로 Takao(PR, 1985), Kostucki(1986년), 그리고 Akasaka(1987년)등(5, 6, 7)은 pulsed doppler echocardiography를 이용하여 생리적 판막역류에 대해 보고하였으며, 1988년 Yoshida등(8)에 의해 color echocardiography를 이용한 보고가 있었다. 1990년에 이르러서야,

Mirowitz등(9)이 심장 영화 자기공명영상을 이용한 연구 결과를 보고 했는데, 이 들에 의하면, 판막질환을 포함한 심장질환이 없는 정상 성인에서, 방실판막면에 인접한 부위, 좌심실 혈 유출로(left ventricular outflow tract), 심방 부속물(atrial appendage), 그리고 정맥 유입부위등에 정상적으로 신호 공허가 관찰된다고 한다. 이 중 특별히 방실판막에 인접해서 보이는 signal void는 방실판막 근위

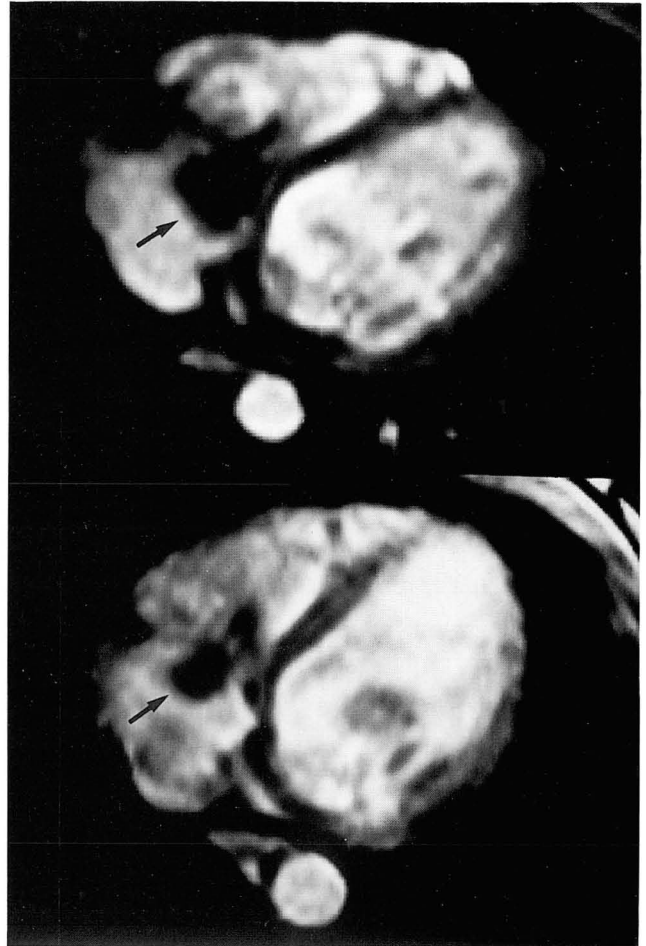


Fig. 1. Transaxial cine-MRI of the heart, two cases of physiologic TR.

Semilunar area of signal void(arrows) is seen in the atrium proximal to tricuspid valve.

Table 1. MR Findings of Valvular Regurgitation in 20 Healthy Volunteers.

Valve Regurgitation	Extent(M + SD :mm)		Timing	shape
	Valve(+)	Valve(-)		
TR & MR(8/20 = 40%)				
TR only (13/20 = 65%)	$11.8 \pm 2.9$	$7.8 \pm 2.8$	early systole	semilunar or triangular
MR only (9/20 = 45%)	$8.2 \pm 2.5$	$7.9 \pm 1.5$	early systole	small globular
None (5/20 = 25%)				

Valve(+): including valve plane  
Valve(-): excluding valve plane

TR = tricuspid regurgitation  
MR = mitral regurgitation

부의 심방내로 정상 판막을 가로질러 일어나는 일시적인 역류현상 때문에 생기는 것으로, 이것을 생리적 방실판막 역류라고 한다. 생리적으로 역류가 일어나는 기전은, 판막의 초기폐쇄동작(initial closing motion)으로 인해 전진하는 혈류(forward blood flow)가 일시적으로 역류하기 때문이며(10), 그 외에 나이가 들수록 정상 판막구조가 낡고 손상을 입게되는 것도 중요한 인자가 되기때문에, 나이가 들수록 생리적 역류가 관찰되는 빈도가 증가하게되며, 동시에 여러 판막에서 역류를 보일 가능성도 높아지게 된다(1, 5, 7, 11). 낮은 경사각(low flip angle)을 준 경사 에코 영화 자기공명법(gradient echo cine-MR technique)을 이용하면, cardiac blood pool이 고 신호 강도(high sig-

nal intensity)로 나타나는데, 역류가 있으면, 사나운 혈류(turbulent blood flow)로 인해 스핀이 신속하게 탈위상(dephasing)해 버리며(12, 13, 14, 15, 16) 빠른 혈류이기때문에(13, 17), 병적 판막 역류때와 유사한 신호 공허부위로 관찰된다. 그러므로, 방실판막 근위부에 역류를 시사하는 신호 공허부위가 관찰되면, 반드시 병적 판막질환과 감별을 해 주어야 하는데, 저자들의 연구에 의하면 생리적 방실판막 역류일때는 삼첨판 과 승모판 모두에서 regurgitant jet의 길이가 1cm 을 넘지 않거나(2, 6, 8, 18, 19), 판막 부위의 횡단면상에서 심방장축의 1/4 내에 국한된 낮은 신호를 보이며(11), 그 모양이 특징적으로 삼첨판 역류인 경우에는 판막면쪽으로 기저부를 둔 반월상 혹은 삼각형이

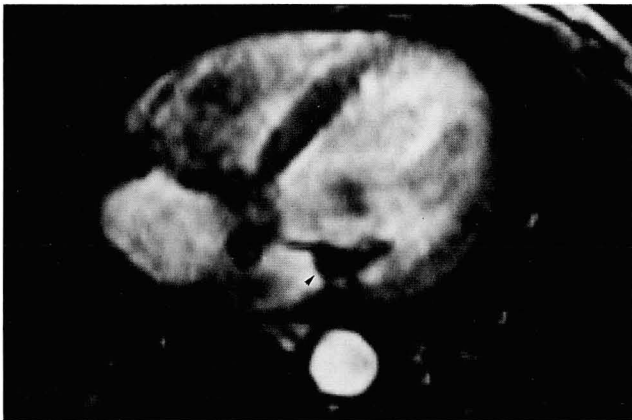


Fig. 2. Physiologic MR, transaxial images. Small globular signal void region(arrowhead) proximal to mitral valve indicates physiologic MR during early systole.



Fig. 3. Schematic diagrams of the heart demonstrating signal void patterns on cine MR images. A triangular or semilunar area of signal void with base toward the tricuspid valve indicates physiologic TR, and small globular areas of signal void immediately proximal to mitral valve represents physiologic MR.

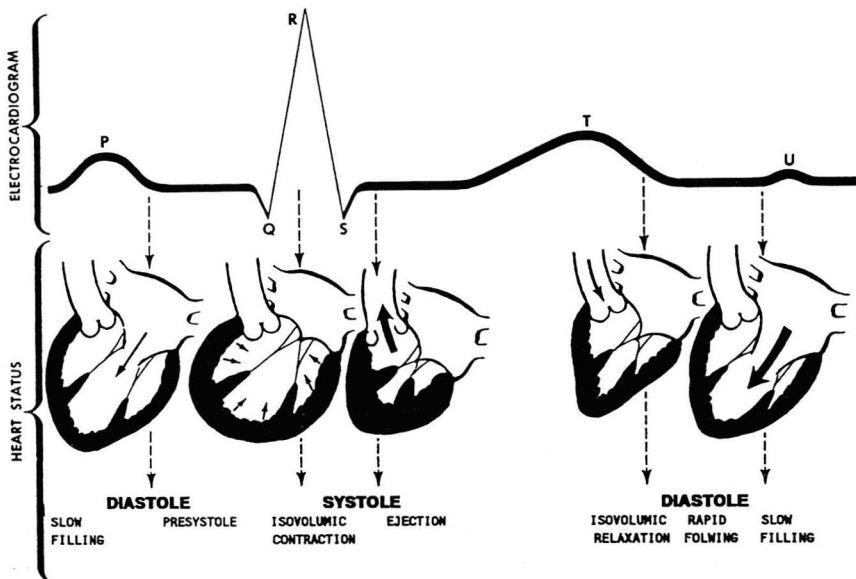
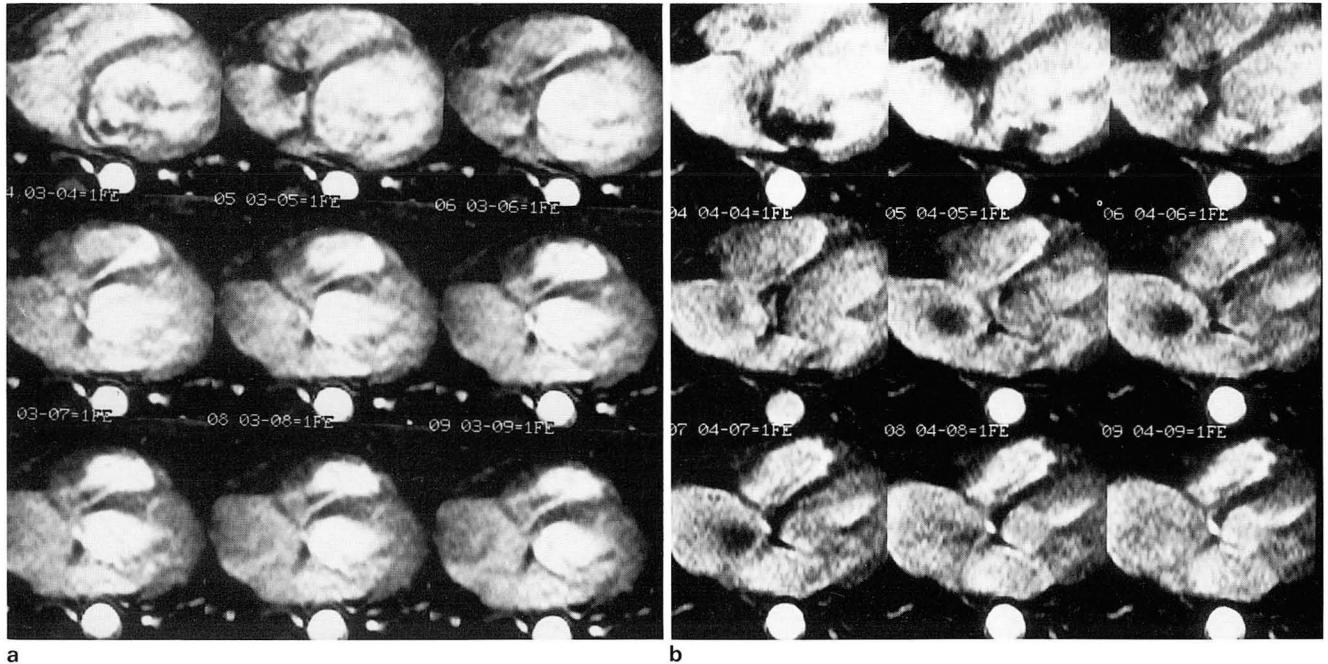


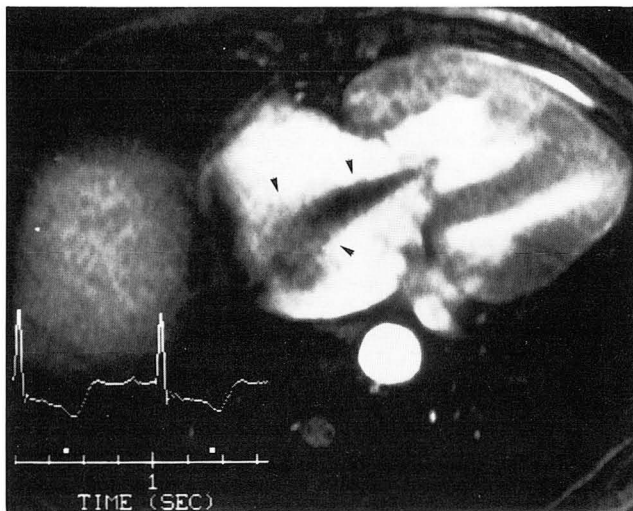
Fig. 4. Events in cardiac cycle. Physiologic turbulence is present within the atrium during early systole of isovolumic contraction of left ventricle corresponding to R wave on electrogram.

었고, 승모판 역류인 경우에는 작은 원형으로 관찰되었다(9)(Fig. 1, 2, 3). 그리고, 모두 심장 주기중 좌심실이 등용적 수축을 하는 시기와 일치하는 초기 수축기(early systole)때 관찰되었다(6, 8)(Fig. 4, 5). 반면에 병적 판막역류는 regurgitant jet의 길이가 1cm 이상이거나 심방장축

의 1/4이상에 해당하고, 모양은 대개가 판막면쪽에 정점(apex)를 가지는 삼각형 모양이며, 전장의 수축기에 걸쳐 관찰되기 때문에(11, 20), 특히 초기 병적 판막질환이라도, 생리적 역류와 비교적 감별이 용이하다(Fig. 6). 그외 감별을 해주어야 할 경우로는 심방내로 정상적으로 유입되는



**Fig. 5.** a. Multiple transverse cine MRI of the heart at the level of tricuspid valve. Physiologic TR is seen only on the second frame corresponding to early systole.  
b. Multiple transverse cine-MRI of the heart at the level of mitral valve. Physiologic MR is noted only on the initial two frames corresponding to early systole.



**Fig. 6.** Tall triangular area of signal void with apex toward the tricuspid valve, is present during the entire systole and extends to nearly total length of longitudinal axis of right atrium, which indicates pathologic turbulence at the tricuspid valve area.



**Fig. 7.** A circular area of signal void (arrow) was seen centrally within the proximal inferior vena cava throughout the cardiac cycle. Small round signal void area (arrowhead) was observed throughout the cardiac cycle in the proximal pulmonary vein.

정맥혈로써 좌심방으로는 폐정맥이, 우심방으로는 하대정맥이 유입될때 심방내에 신호 공허 부위가 나타나는데, 그 모양이 매우 다르고 전체 심장주기에 걸쳐 관찰되므로, 생리적 역류와는 감별 될수 있겠다(9)(Fig. 7). 본 연구를 함에 있어서, 영화 자기공명영상을 얻는데, 비교적 장 시간이 소요된 점(한명당 평균 40분), 부분 용적효과(partial volume effect)에 의해 regurgitant jet의 정확한 정도를 계산하는데 오차가 있다는 점, 그리고 판막부위에 대한 suboptimal profile을 사용했다는 점등의 몇가지 제약점이 있었음에도 불구하고, 저자들이 본 연구를 통해 얻은 결론은, 판막 질환이 없는 정상 성인에서도 생리적 역류에 의해, 방실판막 근위부에 신호 공허부위가 관찰될 수 있음을 알고 이때 보이는 특성을 안다면, 심장 영화 자기공명영상을 판독시에, 유발될 수 있는 의원성 심장질환(iatrogenic heart disease)의 빈도를 감소시킬수 있다는 것 이며, 나아가서는 정상 심장생리를 연구하는데도 이용할수 있으리라 생각된다. 그러나, 시간이 지남에 따라 병적 판막역류로 진행하는지 여부나 판막감염이 동반될 위험도가 높은지등 해결되지 못 한 몇가지 의문점들은 점차 연구되어야 할 과제라고 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. Yock PG, Naas C, Schnittger I, Popp RL. Doppler tricuspid & pulmonary regurgitation in normals: is it real? (abstr). *Circulation* **1984**; 70: II-40
2. Takao S, Miyatake K, Izumi S, Kinoshita N. Physiological pulmonary regurgitation detected by the Doppler technique and its differential diagnosis(abstr). *J Am Coll Cardiol* **1985**; 5: 499
3. Sahn DJ, Maciel BC. Physiologic valvular regurgitation: Doppler echocardiography and the potential for iatrogenic heart disease. *Circulation* **1988**; 78: 1075-1076
4. 박재형, 한만청, 김주완 등. 심장판막질환의 영화자기공명영상. 대한방사선의학회지 **1989**; 25(2): 222-227
5. Recusani F, Valdes-Cruz L, Dalton N, Holt B. Tricuspid and pulmonary insufficiency and right heart flow patterns in normals: Studies using color flow mapping and pulsed Doppler(abstr). *Circulation* **1985**; 72(suppl): III-307

장윤형 외 : 심장 영화 자기공명영상에서의 생리적 방실판막 역류

6. Kostucki W, Vandenbossche JL, Friart A, Englert M. Pulsed Doppler regurgitant flow patterns of normal valves. *Am J Cardiol* **1986**; 58: 309-313
7. Akasaka T, Yoshikawa J, Yoshida K, Okumach F. Age-related valvular regurgitation: a study by pulsed Doppler echocardiography. *Circulation* **1987**; 76: 262-265
8. Yoshida K, Yoshikawa J, Shakudo M, et al. Color Doppler evaluation of valvular regurgitation in normal subject. *Circulation* **1988**; 78: 840-847
9. Mirowitz SC, Joseph K. T. Lee, Gutierrez GR, Brown JJ. Normal signal-void Patterns in cardiac Cine MR images. *Radiology* **1990**; 176: 49-55
10. Udo S, Peter WP, Mark MC, Richard DW. Mitral or Aortic Regurgitation: Quantification of regurgitant Volumes with Cine MR Imaging. *Radiology* **1988**; 167: 425-430
11. Christopher YC, Robert AL, Francesco G, James DT. Prevalence of valvular regurgitation by Doppler echocardiography in patients with structurally normal heart by two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* **1989**; 117: 636
12. Sechiem U, Pflugfelder PW, White RD, et al. Cine MR imaging: Potential for the evaluation of cardiovascular function. *AJR* **1987**; 148: 239-246
13. Pflugfelder PW, Sechtem UP, White RD, Cassidy MM. Noninvasive evaluation of mitral regurgitation by analysis of left atrial signal loss in cine magnetic resonance. *Am Heart J* **1989**; 117: 1113-1119
14. Utz JA, Herfkens RT, Heinsiner JA, Shimakawa A. Valvular regurgitation: dynamic MR imaging. *Radiology* **1988**; 168: 91-94
15. Evans AJ, Blinder RA, Herfkens RJ, et al. Effect of turbulence on signal intensity in gradient echo images. *Invest Radiol* **1988**; 23: 512-518
16. Evans AJ, Hedlund LW, Herfkens RJ. A cardiac phantom and pulsatile flow pump for magnetic resonance imaging studies. *Invest Radiol* **1988**; 23: 579-583
17. Schiebeler M, Axel L, Reichek N, et al. Correlation of cine MR imaging with two dimensional pulsed Doppler echocardiography in valvular insufficiency. *J Comput Assist Tomogr* **1987**; 11: 627-632
18. Yock PG, Schnittger I, Popp RL. Is continuous wave Doppler too sensitive in diagnosing pathologic valvular regurgitation? (abstr). *Circulation* **1984**; 70(suppl): II-381
19. Choobg CY, Abascal VM, Weyman J, et al. Prevalence of valvular regurgitation in patients with structurally normal heart by two-dimensional echocardiography. *Am Heart J* **1989**; 117: 636-642
20. Utz JA, Herfkens RJ, Heisimer JA, et al. Valvular regurgitation: Dynamic MR Imaging. *Radiology* **1988**; 168: 91-94



## Physiologic AV Valvular Insufficiency in Cine MR Imaging

Yoon Hyung Jang, M.D., Eun Joo Kang, M.D., Seung Kug Baik, M.D.,  
Woo Hyun Ahn, M.D., Han Yong Choi, M.D., Bong Gi Kim, M.D.

*Department of Diagnostic Radiology, Wallace Memorial Baptist Hospital*

**Purpose:** To give a help in the interpretation of cardiac cine-MR examination, the extent, shape, and timing of appearance of signal void regions near atrioventricular(A-V) valve prospectively evaluated in the healthy population.

**Materials and Methods:** Using an axial gradient-echo technique with small flip angle, repetition time(TR) of 36 msec and echo time(TE) of 22 msec, 20 volunteers without known valvular abnormalities undertook cardiac cine-MR imaging including atrioventricular valve areas.

**Results:** Transient signal void was observed within the atrium near the tricuspid(13/20 = 65%) and mitral valves(9/20 = 45%), respectively, which is so called "physiologic atrioventricular valvular insufficiency". Eight subjects revealed the signal void areas near both tricuspid and mitral valves but, 5 subjects did not show any evidences of physiologic insufficiency. This physiologic condition does not extend more than 1cm proximal to A-V valve plane and is generally observed only during early systole. Its morphology is semilunar or triangular configuration with the base to the valve plane in most cases of normal tricuspid insufficiency and small globular appearance in most cases of normal mitral insufficiency.

**Conclusion:** Awareness of normal signal void areas near the A-V valve and their characteristics is critical in the interpretation of cardiac cine MR examinations and maybe helpful in the study of the normal cardiac physiology.

**Index Words:** Heart, valve

Heart, MR studies

Magnetic resonance(MR), cine study

Address reprint requests to : Yoon Hyung Jang, M.D., Department of Diagnostic Radiology, Wallace Memorial Baptist Hospital  
1147-2, Choryang 3-Dong, Dong-Ku, Pusan, 601-613 Korea.