

완전방실 차단 환자에서의 승모판 및 삼첨판 확장기 역류

고려대학교 의과대학 내과학교실

청주 리라병원 내과*

서홍석 · 임도선 · 김혜경 · 김창수* · 박창규

김영훈 · 심완주 · 오동주 · 노영무

= Abstract =

Diastolic Regurgitation of Atrioventricular Valves in Patients with Complete Atrioventricular Block

Hong Seog Seo, M.D., Do Sun Lim, M.D., Hye Kyung Kim, M.D.,

Chang Soo Kim, M.D.,* Chang Kyu Park, M.D., Young Hoon Kim, M.D.,

Wan Joo Shim, M.D., Dong Joo Oh, M.D., Young Moo Ro, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

Department of Internal Medicine, Rhee-La General Hospital, Chungjoo, Choongbuk, Korea*

Background : The presence of diastolic mitral regurgitation has been described in patients with complete atrioventricular(AV) block, aortic valve regurgitation, hypertrophic and restrictive cardiomyopathy, and in patients with long diastolic filling period in atrial fibrillation. However, because of rare incidence and difficulty in making diagnosis of this phenomenon, the frequency and hemodynamic effects of diastolic AV valve regurgitation(DAVVR) and relationship of electrocardiographic(ECG) parameters with DAVVR in patients with complete heart block have not been reported in Korea.

Method : To evaluate the frequency, hemodynamic effects of DAVVR and relation of ECG parameters with DAVVR in patients with complete AV block, we studied 14 consecutive patients with complete AV block by means of two dimensional and Doppler echocardiography.

Result : The DAVVR was observed in all cases of complete AV block except 3 cases on temporary pacemaker. The peak velocity of diastolic mitral and tricuspid valve regurgitation were 105 ± 23 cm/sec and 98 ± 30 cm/sec, respectively. The peak and mean pressure gradient of diastolic mitral regurgitation were 4.7 ± 1.7 mmHg and 3.1 ± 1.5 mmHg respectively, and the peak and mean pressure gradient of diastolic tricuspid regurgitation were 4.1 ± 2.6 mmHg and 2.7 ± 2.1 mmHg, respectively. There was regular interval between p-wave of ECG and onset of diastolic AV valve regurgitation, which was 215 ± 12 msec. Diastolic AV valve regurgitation disappeared immediately after recovery of complete AV block to sinus rhythm or insertion of DDD-type permanent pacemaker in all cases.

Conclusion : In conclusion, the DAVVR was observed in all cases of complete AV block except cases on temporary pacemaker insertion and its hemodynamic effect was mild. There

was regular interval between p-wave of ECG and the onset of diastolic AV valve regurgitation.

KEY WORDS : Diastolic atrioventricular valve regurgitation · Complete AV block · DDD-type pacemaker.

서 론

방실판 역류는 수축기에 관찰되는 것이 일반적이나, 확장기 방실판역류는 고도의 방실 차단이나¹⁻⁴⁾, 심박수가 느린 심방세동^{1,3)}, 심실 조기 수축시⁵⁻⁶⁾와 더불어 중증의 대동맥판 폐쇄부전^{1,5-8)}, 비후성 심근증 및 제한성 심근증⁹⁾과 심방 중격 결손증¹⁰⁾ 등의 질환에서 드물게 관찰할 수 있고, 대개 후기 확장기에 나타나는 것으로 알려져 있다^{1,5-9,11)}. 이러한 후기 확장기 방실간의 역류의 기전은 확장기말 심실압이 상승되거나, 심방 수축후 일정시간내 연이어 심실수축이 일어나지못해 심방과 심실사이에 역압력차이가 발생하기 때문으로 병리적 현상이라기보다는 생리적 현상으로 이해되고 있으나¹²⁻¹³⁾, 그로인해 좌심실 확장기의 효과적 확장이 감소되고 결과적으로 추가적인 심박출량의 감소를 초래하게 된다¹²⁻¹³⁾.

저자들은 완전 방실 차단 환자에서 승모판 및 삼첨판 확장기 역류의 혈역학적 상태와 방실차단의 소실이나 DDD 인공 심박동기의 삽입으로 이러한 변화가 소실되어 혈역학적 개선을 가져 올 수 있는지와 심전도와 확장기 방실판 역류와의 관계를 비관혈적 방법인 심전도, 이면성 심초음파도 및 Doppler심초음파도를 이용하여 보고저 하였다.

연구 대상 및 방법

연자들은 1991년 10월부터 1993년 3월까지 고려대학교 의료원에 내원한 14명의 완전 방실 차단환자(남 5명, 여 9명 : 평균 연령 65.5 ± 11.8 세 (23~78))를 대상으로 Hewlett Packard사의 Sonos 1000 심초음파 및 간혈성과 연속성 Doppler 심초음파기를 이용하여 좌와위 30°심첨 사강도를 이용하여 확장기 승모판 및 삼첨판 역류의 빈도 및 혈역학 소견, 심전도 p파 및 QRS파와 확장기역류와의 관계, 수축기 승모판 및 삼첨판 폐쇄부전의

유무 및 좌심실 구혈을 등을 기록하였고 정상 동정맥 조율로 회복후나 DDD 심박동기 삽입후 확장기 승모판 및 삼첨판 역류의 유무와 혈역학적 변화를 Panasonic사의 AG-7300 video cassette recorder에 100mm/sec로 녹화분석 하였다. 대상환자 14예 모두에서 평소 비교적 건강하게 지내다가 갑자기 완전 방실 차단의 소견을 나타냈으며, 단지 4예에서 우관상동맥의 혈류차단에 의한 급성 하벽 심근경색으로 진단되었으며, 이들 4예 모두 임시 심박동기 사용 3일내에 정상 동정맥으로 회복되었다. 나머지 10예에서는 원인이 밝혀지지 않은 급성 완전 방실 차단으로 10예 모두 임시 심박동기 사용 1주후에도 방실 차단이 지속되고 뚜렷한 혈역학적 변화가 동반되어 DDD 영구 심박동기를 삽입하였다.

1. 확장기 승모판 역류

확장기 승모판 역류는 14예중 11예(78%)에서 관찰할 수 있었으나 실제로 혈역학적 변화가 심해 임시 심박동기를 사용한 3예를 제외하면 11예 모두에서 확장기 승모판 역류를 관찰할 수 있었다. 혈역학적 특성을 보면, 확장기 승모판의 평균 지속시간은 각각 607 ± 129 msec로 후기확장기에 대개 나타났으며, 최고속도는 105 ± 23 cm/sec, pressure gradient는 최고치가 4.7 ± 1.7 mmHg 이었으며, 평균치는 3.1 ± 1.5 mmHg로서 비교적 경미한 변화를 나타내었다. 이같은 역류가 관찰되지 않았던 3예의 경우는 혈역학 변화가 심해 임시로 VVI를 삽입한 상태였다. 우관상동맥의 혈류차단에 의한 급성 하벽 심근경색으로 진단된 4예는 임시 심박동기 삽입 3일내에 정상 동정맥으로 회복되어 확장기 승모판 역류가 소실되었다. 10예에서는 원인이 밝혀지지 않은 급성 완전 방실 차단으로 10예 모두 임시 심박동기 삽입 1주후에도 방실 차단이 지속되고 뚜렷한 혈역학적 변화가 동반되어 DDD 영구 심박동기를 삽입하였으며, 11예 모두에서 P파 : QRS파가 1 : 1 상태로 됨으로써 이러한 승모판 역류에 의한 혈역학적 변화가 모두 소실되었다.

표 1. 확장기 승모판 및 삼첨판 역류를 도플러 심초음파로 측정된 소견

	MR	TR
Duration(msec)	607±129	670±187
Peak Velocity(cm/sec)	105±23	98±30
Pressure Gradient(mmHg)		
Mean	3.1±1.5	2.7±2.1
Peak	4.7±1.7	4.1±2.6

MR : Mitral Regurgitation

TR : Tricuspid Regurgitation

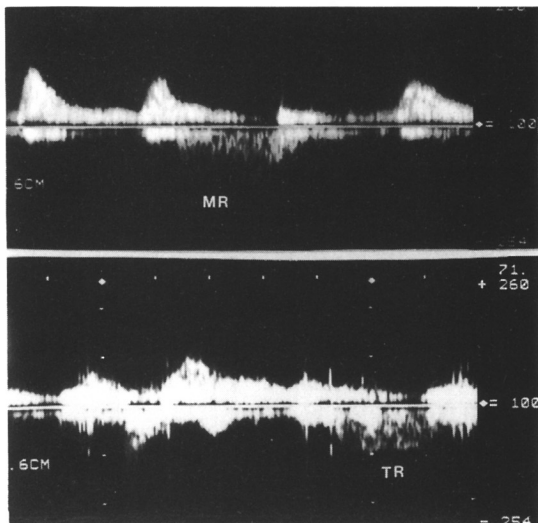


그림. 1. 확장기 승모판 역류(MR)와 삼첨판 역류(TR)의 연속성 Doppler 심초음파도.

2. 확장기 삼첨판 역류

확장기 삼첨판 역류는 14예중 10예(71%)에서 관찰할 수 있었으나 실제로 혈액학적 변화가 심해 임시 심박동기를 사용한 3예를 제외하면 11예 중 10예에서 확장기 삼첨판 역류를 관찰할 수 있었다. 혈액학적 특성을 보면, 확장기 삼첨판 역류의 평균 지속시간은 670 ± 187 msec로 후기확장기에 대개 나타났으며, 최고속도는 98 ± 30 cm/sec, pressure gradient는 최고치가 4.1 ± 2.6 mmHg이었으며, 평균치는 2.7 ± 2.1 mmHg로서 승모판과 비슷한 경미한 혈액학적 변화를 나타내었다. 이같은 역류가 관찰되지 않았던 4예의 경우는 3예에서는 혈액학적 변화가 심해 임시로 VVI를 삽입한 상태였으며, 1예에서는 완전 방실차단이 지속됨에도 확장기 역류를 관찰할 수 없었다. 수술후 3예의 급성 심근 경색 환자의 동성맥 회복과 더불어 원인이 밝혀지지 않은 급성

완전 방실 차단 7예 모두에서 DDD 영구 심박동기 시술후 P파:QRS파가 1:1 상태로 됨으로써 승모판 역류의 소실과 더불어 삼첨판 역류가 동시에 소실되었다.

3. 심전도와 확장기 방실판 역류와의 관계

심전도상 평균 p파의 간격은 735 ± 24 msec, R파의 간격은 1477 ± 63 msec였으며, 동성맥 회복후 또는 영구 심박동기 삽입후는 p파와 R파가 1:1로 되어 그 간격은 732 ± 138 msec 이었다. 심전도와 Doppler상 확장기 방실판 역류와의 관계는 p파와 확장기 방실판 역류시작까지의 coupling interval이 각 예마다 일정하여 평균 215 ± 12 msec였으며, 확장기의 p파와 QRS파와의 간격(PR interval)이 이 coupling interval보다 긴 경우에만 방실판 역류가 나타났다. 확장기 방실판 역류 시간은 683 ± 181 msec으로 확장기의 p-p간격보다 짧았다.

4. 수축기 방실판 폐쇄부전 및 심실 구혈율

확장기 승모판 역류가 있는 11예 모두에서 경미한 수축기 승모판 폐쇄 부전이 기록되었으며, 확장기 삼첨판 역류가 있었던 10예에서 경미한 수축기 삼첨판 폐쇄부전이 기록되었다. 이러한 수축기 방실판 폐쇄부전은 정상 동성맥 회복후 또는 DDD 영구 심박동기 시술후 모두 소실되었다. 좌심실 구혈율은 $58 \pm 7\%$ 로 1예를 제외하고는 모두 정상범위였으며, 1예는 38%로 감소된 구혈율을 보였다.

5. 혈압의 변화

완전 방실 차단시 혈압은 수축기의 경우 평균 128.5 ± 26.2 mmHg이었으며, 이완기의 경우 46.4 ± 12.6 mmHg로 보상적으로 수축기의 혈압은 약간 상승하였으며, 이완기의 혈압이 낮아 맥압이 높았다. 동성맥 회복후나 영구 심박동기 시술후 수축기 혈압은 평균 123.6 ± 25.0 mmHg이었으며, 이완기 혈압은 78.4 ± 10.6 mmHg이었다.

고 찰

확장기 방실판의 역류는 그 빈도가 비교적 드물어 좌심실 조영술을 시행한 전체환자 중 약 4~8%의 환자에서 보고되고 있다^{1,11)}. 과거의 경우 그 진단이 용이하지 못해 좌심실 조영술 등 관혈적 방법에

의하여서만 진단이 가능하였으나^{1,2,5,6,11)}, 최근 Doppler 심초음파도기술의 발달 및 보급으로 비교적 손쉽게 비관혈적으로도 가능하게 되었으며^{3,4,14)}, 국내에서도 확장기 방실판 역류를 방실판전도 장애 환자 등에서 보고한 바도 있다¹⁵⁾. 확장기 방실판 역류가 관찰되는 질환으로는 고도의 방실판 차단이나¹⁻⁴⁾, 심박수가 느린 심방세동^{1,3)}, 심실 조기 수축시^{5,6)}와 더불어 중증의 대동맥판 폐쇄부전^{1,5-8)}, 비후성 심근증 및 제한성 심근증⁹⁾, 심방세동이 동반된 심방 중격 결손증¹⁰⁾과 방실판 폐쇄부전¹⁵⁾ 등의 질환이며, 대개 후기 확장기에 나타나는 것으로 알려져 있다^{1,5-9,11)}. 이러한 후기 확장기 방실판 역류는 확장기에 불완전한 방실판막의 폐쇄가 있을 때 어떠한 이유에서든 방실판막의 압력차이가 역전되면 그 역전된 압력차이로 심실에서 심방으로 역류가 일어나는 병리적 현상이라기보다는 생리적 현상으로 이해되고 있으나¹²⁻¹³⁾, 그로인해 좌심실 확장기의 효과적 확장이 감소되고 결과적으로 추가적인 심박출량의 감소를 초래하게 된다¹²⁻¹³⁾.

실지로 확장기 방실판 역류의 발생기전은 기저 질환에 따라 차이가 있으며 고도의 방실판 차단과 심박수가 매우 느린 심방 세동 및 심실 조기 수축 등의 경우 심방 수축후 적정 시간내에 심실 수축이 동반되지 않아 일시적이거나 심방수축후 심방압의 감소가 지속되어 방실판막의 압력차가 발생되며, 이때 승모판과 삼첨판은 심실이 수축하지 않으면 폐쇄가 불완전하여 확장기 말기에 심장의 구조적인 병변 없이도 어느 정도의 후기 확장기(전 수축기) 방실판 역류가 초래될 수 있다¹⁻⁶⁾. 실제로 금번 연구에서 확장기 역류가 관찰된 11예 모두에서 경한 수축기 방실판 폐쇄부전이 관찰되었으며 이중 10예는 심실구혈율이 55% 이상으로 정상이었다. 따라서 좌심실 수축기능과 무관하게 이들 환자에서 불완전한 방실판 폐쇄를 시사함으로써 확장기 방실판 역류가 일어날 수 있는 조건이 서맥을 동반한 완전 방실판 차단 환자에서 일어나며, 동성맥 회복후나 DDD형의 심박동기 삽입후 수축기 방실판 폐쇄부전은 사라졌다.

중증의 대동맥판 폐쇄부전의 경우 대동맥에서 역류된 혈액으로 인해 좌심실이 과도하게 충만되어 좌심방-좌심실압차의 역전으로 인해 확장기 방실판 역류가 승모판에 국한되어 초래된다. 따라서

이때는 심박수가 느리지않아도 정상 동성맥에서 즉 P파:QRS파가 1:1 상태에서도 후기 확장기 승모판 역류가 초래될 수 있으며^{1,5-8)} Lochaya등⁷⁾은 이러한 승모판 후기 확장기 역류로인해 대동맥판 폐쇄부전에서의 Austin Flint 심잡음의 기전으로 설명하고있다. 비후성 심근증 및 제한성 심근증의 경우 심실의 비후나 탄력의 변화로 확장기능의 장애 초래되어 심실의 확장기 말압력이 상승됨으로 확장기 방실판 역류가 발생되고⁹⁾, 심방 중격 결손증 환자에서 심방세동이 같이 있을 때에도 드물게 확장기 승모판 폐쇄부전이 보고되고 있으며 이는 우심실의 혈액 과부하로 인해 심실 중격이 좌심실 쪽으로 움직이는 심실 중격의 역운동(paradoxical septal motion)이 후기 확장기 승모판 역류의 원인으로 알려져있다¹⁰⁾. 그외 수축기 방실판 폐쇄부전이 있을 때에도 방실판막의 후기 확장기 역류가 있을 수 있으며 이는 방실판 폐쇄부전이 심할 때 R-R 간격이 연장된 경우 가속화된 심실 수축기 폐쇄부전에 의해 경미한 방실판막 압력차이가 순간적으로 발생하여 확장기말 방실판 역류가 초래될 수 있다고 보고되고 있다¹⁴⁾.

심전도와 확장기 방실판 역류와의 관계를 보면 확장기에 나타난 p파와 확장기 방실판 역류시작까지의 coupling interval이 각 예마다 일정하여 평균 $215 \pm 12\text{msec}$ 였으며, 확장기의 p파와 QRS파와의 간격(PR interval)이 이 coupling interval보다 긴 경우에만 방실판 역류가 나타났다. 따라서 확장기 방실판 역류는 후기 확장기의 심방수축으로 인한 과도한 수동적 심실 확장(overfilling)이 초래되며, 이러한 과도한 심실확장의 원상회복을 하려는 심실의 recoiling tendency는 심실마다 개인 특유의 탄력성 등에 따라 다르며, 이러한 과정이 일어나는 시간이 평균 215msec 필요한 것으로 사료되며, 이는 Sochanski 등의 250~600msec 보고보다는 약간 짧다¹⁶⁾. 따라서 금번 연구에서의 완전방실판 차단이외에 PR 간격이 긴 1도 방실판 차단 환자 경우에도 충분히 확장기 방실판 역류가 발생할 수 있음을 시사하며, 완전방실판 차단에서의 임시 박동기 설치로 R-R이 짧아지면 확장기의 동성 p파가 발생하여도 확장기 심실 확장시간이 짧고, p파와 확장기 방실판 역류시작까지의 coupling interval보다 실제 PR간격이 짧아져 확장기 방실판 역류가 발생되지 않는

것이라 생각된다. 금번 연구에서도 3예의 경우는 혈역학적 변화가 심해 내원 즉시 임시로 VVI형의 심박동기를 삽입하여 이들의 경우 완전 방실차단 임에도 불구하고 3예 모두에서 방신판 역류가 없었다. 4예에서는 저절로 정상 조정맥 조율로 회복된 직후 확장기 승모판과 삼첨판 역류가 없어졌으며, 나머지 10예의 경우는 정상 동성맥과 같이 심방-심실 수축이 1:1인 DDD형의 영구 심박동기 삽입후 방신판 역류는 모두 없어졌다.

확장기 방신판 역류는 수축기 폐쇄부전과 달리 그 혈역학적 특성이 비교적 경미하고 생리적 현상으로 받아 들여지고 있으나¹²⁻¹³⁾, 효과적인 심실의 확장을 감소시키고 결과적으로 추가적 심박출량을 감소시키는 것으로 보고되고 있으며¹²⁻¹³⁾, 저자 등의 경우에서도 승모판 및 삼첨판 모두 최고속도가 100cm/sec내외로 Rokey등³⁾의 경우와 거의 일치하는 소견을 나타내었고, 최고와 평균 압력차도 승모판과 삼첨판 모두에서 5mmHg이하로 나타났으며, 이는 심방의 수축이 심실에 영향을 미친 경미한 효과로 해석될 수 있으나 이러한 혈역학적 의미와 임상적 중요성에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

요 약

연구배경 :

방신판 역류는 주로 수축기에 일어나지만 고도의 방실 차단과 같은 질환에서 드물게 확장기 후기에 방신판 역류를 일으킨다. 이같은 확장기 방신판 역류는 확장기말 심실내 용적을 감소시킴으로써 혈역학적 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려지고 있다. 이에 완전 방실 차단 환자에서 확장기 방신판 역류와 도플러 심초음파상의 혈류역학적 지표가 DDD형 인공 심장 박동기 삽입 전후 어떤 양상으로 나타나는지를 규명하기 위하여 이 연구를 수행하였다.

방 법 :

연자들은 1991년 10월부터 1993년 3월까지 고려대학교 의료원에 내원한 14명의 완전 방실 차단환자를 대상으로 심초음파 및 간헐성과 연속성 Doppler 심초음파기를 이용하여 확장기 승모판과

삼첨판 역류의 빈도 및 혈역학 소견과 심전도를 기록하였고 정상 동성맥 조율로 회복후나 DDD 심박동기 삽입후 확장기 승모판 및 삼첨판 역류의 유무와 혈역학적 변화를 기록분석 하였다.

결 과 :

확장기 승모판 역류는 14예중 11예(78%)에서, 확장기 삼첨판 역류는 10예(71%)에서 관찰할 수 있었으며 실제로 혈역학적 변화가 심해 임시 심박동기를 사용한 3예를 제외하면 확장기 승모판 역류는 11예 모두에서, 확장기 삼첨판 역류는 10예에서 관찰할 수 있었다. 혈역학적 특성을 보면, 확장기 승모판 및 삼첨판 역류의 평균 지속시간은 각각 607 ± 129 msec, 670 ± 187 msec로 후기확장기에 대개 나타났다. 최고속도는 각각 105 ± 23 cm/sec, 98 ± 30 cm/sec이었다. 또 pressure gradient는 최고치가 각각 4.7 ± 1.7 mmHg, 4.1 ± 2.6 mmHg이었으며, 평균치는 각각 3.1 ± 1.5 mmHg, 2.7 ± 2.1 mmHg로서 비교적 경미한 변화를 나타내었다. 심전도와 확장기 방신판 역류와의 관계를 보면 확장기에 나타난 p파와 확장기 방신판 역류시작까지의 coupling interval이 각 예마다 일정하여 평균 215 ± 12 msec였으며, 확장기의 p파와 QRS파와의 간격(PR interval)이 이 coupling interval보다 긴 경우에만 방신판 역류가 나타났다. 이같은 역류가 관찰되지 않았던 3예의 경우는 혈역학 변화가 심해 임시로 VVI를 삽입한 상태였다. 확장기 방신판 역류가 나타났던 모든 예에서 동성맥으로 회복후나 DDD 영구 심박동기를 시술후 P파:QRS파가 1:1 상태로 됨으로써 이러한 방신판 역류에 의한 혈역학적 변화는 소실되었다.

결 론 :

저자들은 완전 방실 차단 환자 14명중 임시 심박동기를 사용한 3예를 제외한 11예 모두에서 승모판 및 삼첨판 확장기 역류를 관찰함으로써 이러한 방신판 역류가 완전 방실 차단환자에서 흔히 볼수 있는 소견이며, 심전도상 p파와 확장기 방신판 역류와는 일정한 시간적 간격이 유지되어 심실의 탄성과 관련이 있을 것으로 시사된다. 방신판차단의 소실이나 DDD 인공 심박동기의 삽입으로 이러한 변화가 소실되어 혈역학적 개선이 있음을 볼 수 있었다.

References

- 1) Wong M : *Diastolic mitral regurgitation. Hemodynamic and angiographic correlation. Br Heart J* 31 : 468, 1969
- 2) Rutishauser W, Wirz P, Gander M, Luthy E : *Atrogenic diastolic reflux in patients with atrioventricular block. Circulation* 34 : 807, 1966
- 3) Rokey R, Murphy DJ, Nielson AP, Abinader EG, Huhta JC, Quinones MA : *Detection of diastolic atrioventricular regurgitation by pulsed Doppler echocardiography and its association with complete heart block. Am J Cardiol* 57 : 692, 1986
- 4) Panidis IP, Ross J, Munley B, Nestico P, Mintz GS : *Diastolic mitral regurgitation in patients with atrioventricular conduction abnormalities : a common finding by pulsed Doppler echocardiography. JACC* 7 : 768, 1986
- 5) Aldridge HE, Lansdown EL, Wigle ED : *Diastolic mitral insufficiency(abstr). Circulation* 34 : suppl III-42, 1966
- 6) Honey M, Gough JH, Katsaros S, Miller GAH, Thuraisingham V : *Left ventricular cine-angiography in the assessment of mitral regurgitation. Br Heart J* 31 : 596, 1969
- 7) Lochaya S, Igarashi M, Shaffer AB : *Late diastolic mitral regurgitation secondary to aortic regurgitation : its relationship to Austin Flint murmur. Am Heart J* 74 : 161, 1967
- 8) Nelson RJ, Feldman IM, Criley JM, Cleveland RJ : *Diastolic Mitral regurgitation in patients with aortic valve replacement. Arch Surg* 107 : 26, 1973
- 9) Jamal N, Raizner AE, Tetsuo I, Chahine RA : *Diastolic mitral regurgitation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Angiology* 29 : 773, 1978
- 10) Tei C, Tanaka H, Minagoe S, Nakao S, Tahara M, Katanasako H, Kashima T, Kanehisa T : *Diastolic paradoxical movement of interventricular septum : clinical and experimental study. J Cardiography* 9 : 477, 1979
- 11) Linhart JW, Hildner FJ, Samet P : *Diastolic mitral regurgitation : a pitfall in the angiographic assessment of mitral valve. Am Heart J* 81 : 439, 1971
- 12) Zaky A, Steinmetz E, Feigenbaum H : *Role of atrium in closure of mitral valve in man. Am J Physiol* 217 : 1652, 1969
- 13) Lantado S, Yeltin E, Kotler M, Levy L, Stadler J, Terdiman R : *A study of the dynamic relations between the mitral valve echogram and phasic mitral flow. Circulation* 51 : 104, 1975
- 14) Samada J, Nakamura D, Kawalira M : *Quantification of the mitral regurgitation by left ventricular flow dynamics : a pulse-Doppler echocardiographic study. J cardiography* 14 : 471, 1984
- 15) 홍경표 · 박순옥 · 임종윤 · 고영박 · 이영 : 방실 전도 장애에서의 이완기말 승모판 폐쇄부전증. *대한순환기학회지* 18(3) : 534, 1988
- 16) Sochanski M, Lang RM, Weinert L, Bednarz J, Neumann A, Ehler D, David D : *Hemodynamic prerequisites for the occurrence of diastolic mitral regurgitation. Am J Cardiol* 71 : 1470, 1993