승모판 협착증 환자에서 심초음파로 측정한 승모판막 넓이의 정확성 : 수술 중 측정한 승모판막 넓이와의 비교*

계명대학교 의과대학 내과학교실
한창엽 · 김기식 · 한성욱 · 허승호 · 배장호 · 김윤년 · 김권배

= Abstract =

Accuracy of Mitral Valve Area in Patients with Mitral Stenosis Measured by Echocardiography : Compared with Operative Mitral Valve Area

Chang Yeob Han, M.D., Kee Sik Kim, M.D., Seong Wook Han, M.D., Seung Ho Hur, M.D., Jang Ho Bae, M.D., Yoon Nyun Kim, M.D., Kwon Bae Kim, M.D.

Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Keimyung University, School of Medicine, Taegu, Korea

Background : Measurement of echocardiographic mitral valve area (MVA) is a useful non-invasive method of estimating the stenotic mitral valve area. This study was undertaken to evaluate the accuracy of echocardiographic MVA measurements by comparing MVAs measured by the planimetric and the pressure half-time method versus direct MVA measurement by using a cone shaped device specifically made for direct measurement of MVA.

Methods and Results : The study population consisted of 22 consecutive patients from August 1993 to February 1996. All the patients underwent 2D planimetry and Doppler echocardiographic MVA measurements before and after valve replacement surgery ; direct measurement also was performed after surgery. Five patients (22.7%) had normal sinus rhythm, and the rest of the patients had atrial fibrillation. Two-dimensional echocardiographic examinations were attempted in 22 patients, and adequate measurements were obtained in 21 of the patients studied. Mean mitral valve area were $0.99 \pm 0.32 cm^2$ ranged from 0.42 to $1.68 cm^2$ on 2D planimetry method, $0.93 \pm 0.32 cm^2$ ranged from 0.42 to $1.68 cm^2$ on Doppler pressure half-time method, $1.17 \pm 0.20 cm^2$ ranged from 0.93 to $1.68 cm^2$ on direct measurement of mitral valve area after surgery. 2D planimetry method ($r=0.621$, $p=0.003$, $SE=0.165$), pressure half-time method ($r=0.454$, $p=0.003$ $SE=0.187$), and transmitral peak velocity ($r=-0.480$, $p=0.026$, $SE=0.189$) was relatively well correlate with operative mitral valve area. There was relatively good agreement between direct and 2D planimetric measurements and between

*이 논문은 1996년도 계명대학교 동산의료원 특수과제 연구비 보조로 이루어졌음.
교신저자 : 한창엽, 700 - 310 대구광역시 중구 동산동 194번지 전화) 053) 250 - 7847, 전송) 053) 250 - 7434

direct and Dopler pressure half-time methods.

Conclusion：2D planimetry and Doppler pressure half-time method on echocardiography are useful, noninvasive measurement methods in patients with mitral stenosis.

KEY WORDS：Mitral valve area · Planimetry · Pressure half-time.

서 론

승모판 협착증의 치료는 경한 경우에는 약물요법으로 치료하나 심한 판막의 협착이 동반된 경우 판막 대치술이나 풍선판막 성형술로 판막 개구부를 넓혀 주어야 한다. 승모판 협착 환자에서 협착의 정도 판정은 치료 방침의 결정에 가장 중요한 요인으로 정확한 승모판 개구부 면적의 측정을 위해 많은 노력이 있었다. Gorlin에 의한 심도자술을 이용한 승모판 면적 측정이 가장 많이 사용되어져 온 방법이며 또한 기준이 되는 검사이다. 하지만 이 검사는 관혈적인 검사법이며 반복적인 검사가 어렵다는 단점이 있다. 그 후 비침습적인 방법으로 심초음파도가 도입된 이래 승모판 협착증의 진단과 정도 판정, 좌심방 혈전과 같은 합병증의 확인에 심초음파가 가장 유용한 방법으로 알려져 있다. 심초음파도상 승모판 협착의 심한 정도를 나타내는 지표로는 승모판 개구부 면적, 압력 반감기, 승모판 전후의 압력 차이 등이 있다. 이들 심초음파도에 의한 판막의 면적은 환자의 증상과 혈역학적 변화와 함께 수술 등 중재적 시술을 결정하고 있다. 이에 저자들은 이면성 심초음파도를 이용한 직접적인 판막 넓이 측정과 도플러 심초음파를 이용한 압력 반감기법(pressur half time method) 및 판막 경유 최고 혈류 속도와 수술 후 실제 측정된 판막 면적이 어떤 상관관계를 이루고 있는지 보고자 했다.

연 구 대 상

대상환자는 1993년 8월부터 1996년 2월 사이 내원한 환자 중 심초음파를 이용하여 승모판 협착증으로 진단받고 판막 치환술을 시행한 환자 22명을 대상으로 하였다. 이들 환자의 성별 분포는 남자 6명, 여자 6명이었으며 평균 연령은 50.09±11세로 28세에서 68세까지의 연령 분포를 보였다. 대상환자의 5명(22.7%)에서 정상 심율동을 보였고 17명(77.3%)에서 심방세동의 소견을 보였다(Table 1).

연 구 방 법

1. 심초음파도를 이용한 측정

검사에 사용된 기계는 ATL사의 Ultramark 9이며, 2.25MHz 탐촉자를 사용하였다. 측정 방법으로는 환자를 좌와위로 위치시킨 후 흉골연 장축 단면도(parasternal long axis view)에서 승모판의 개구부 끝부위가 탐촉자와 직각으로 위치하도록 하고 탐촉자를 90도로 돌린 흉골연 단축 단면도(parasternal short axis view)의 정지 화상에서 승모판의 개구부 면적이 가장 넓게 나오도록 조정하여 승모판 끝에서 승모판 개구부의 내경을 측정하였고, 이때 승모판의 상태에

Table 1. Electrocardiographic and echocardiographic findings in subjects

ECG	NSR	5(22.7%)
	AF	17(77.3%)
LAD(cm)	5.58±1.35	(4.01 - 9.23)
LVDd(cm)	5.26±0.69	(4.08 - 7.28)
LVDs(cm)	3.59±0.56	(2.50 - 4.52)
Peak velocity(m/s)	1.97±0.34	(1.48 - 2.65)

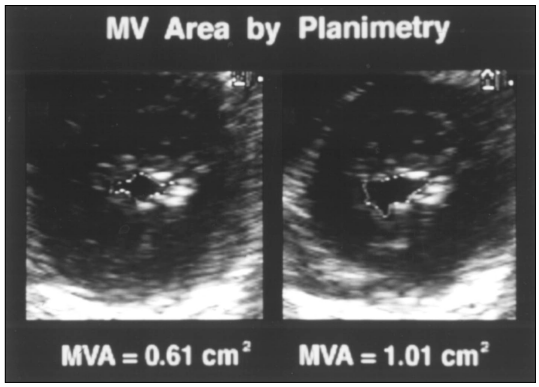

Fig. 1. 2D planimetric measurement of the mitral valve area in patients with mitral stenosis on parasternal short axis view.

따라 초음파 강도(Gain setting)를 적절히 조정하였다(Fig. 1). 압력반감기법에 의한 승모판 면적은 심첨사방도(apical 4 - chamber view)에서 탐촉자의 초음파 빔이 최고 속도를 보이는 부분과 수평을 이루도록 조정하여 연속파 도플러(continuous wave Dopple)로 혈류 속도를 측정하여 최고 속도를 얻은 후 심초음파 기기에 내장된 프로그램을 이용하여 압력반감기(승모판 압력 경사도에서 초기 최고값에서 반으로 감소하는데 걸리는 시간)와 승모판의 면적을 구하였다(mitral valve area=220/PHT)(Fig. 2). 정상 동조율 환자에서는 3개 이상의 심주기에서, 심방세동 환자에서는 5개 이상의 심주기에서 이를 구하여 평균하였다.

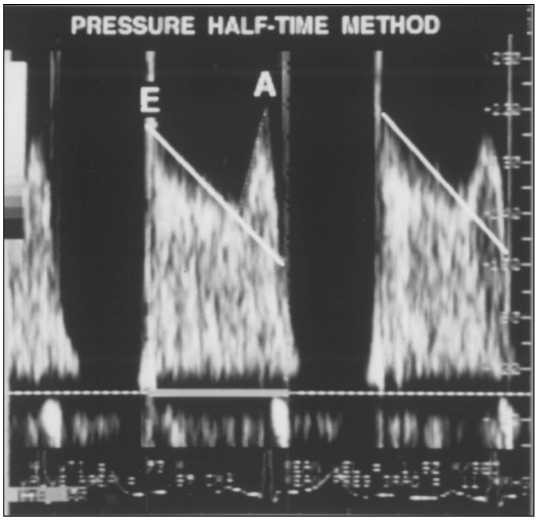

Fig. 2. Mitral valve area, measured by pressure half-time method on continuous wave Doppler echocardiogram.

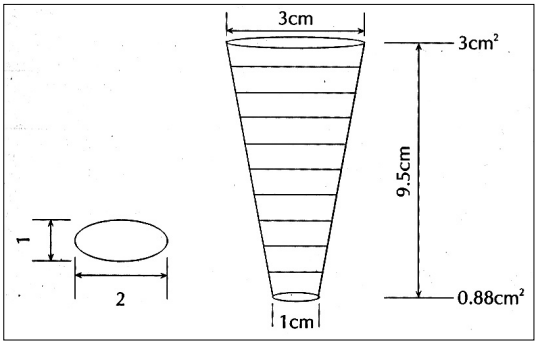

Fig. 3. Schematic diagram of device, which was used for direct measurement of mitral valve area.

2. 수술 후 승모판 면적의 직접 측정

수술 후 제거된 판막의 면적을 직접 측정하였는데, 제거된 판막의 넓이 측정은, 심초음파도상 보이는 승모판의 형태가 타원에 가까운 것에 착안하여 타원 추를 제작(Fig. 3)하였고 이것은 직접 제거된 판막에 삽입하여 판막의 하단부에서 길이를 측정하여 면적으로 환산하였다.

결 과

1. 이면성 심초음파 및 M mode 심초음파 소견

대상 환자군의 이면성 심초음파도 및 M mode 심초음파도상의 특징은 좌심방 이완기 말 내경이 5.58±1.35cm로 커져 있고 좌심실 수축기 및 이완기 말 내경이 각각 3.59±0.56cm, 5.26±0.69cm였으며, 심첨사방도(apical 4 chamber view)에서 측정한 승모판 개구부의 최고 속도를 1.97±0.34m/sec였다(Table 1). 동반된 판막 이상 소견으로는 승모판 폐쇄 부전증이 22예 중 12예에서 동반되었고 이중 9예는 경도, 1예는 중등도, 나머지 2예는 심한 승모판 폐쇄 부전증을 동반하였다. 또한 13예에서 대동맥판 폐쇄부전증을 동반하고 있었고, 5예가 grade 1, 7예가 grade 2, 나머지 1예가 grade 4였다(Table 2).

Table 2. Associated valve abnormalities in subjects

Mitral regurgitation	none	10
	Mild	9
	moderate	1
	severe	2
Aortic regurgitation	none	9
	grade Ⅰ	5
	grade Ⅱ	7
	grade Ⅲ	0
	grade Ⅳ	1

Table 3. Mean mitral valve area(MVA) in each methods

	valve area (mean cm^2)
Surgical*	1.17±0.20 (0.93-1.73)
Planimetry	0.99±0.31 (0.50-1.93)
Pressure half time	0.93±0.32 (0.42-1.68)

*Post-op direct measurement

2. 이면성 심초음파 및 도플러 심초음파도 소견

각 방법에 의한 승모판 개구부의 평균치는 이면성 심초음파도상 직접측정법(planimetry)에 의하면 0.99±0.31cm^2(0.50 - 1.93)였고, 압력반감기법에 의하면 0.93±0.32cm^2(0.42 - 1.68)이고, 수술 후 타원형 원추를 이용한 직접 측정에 의한 값은 1.17±0.20cm^2(0.93 - 1.73)을 보였다(Table 3). 수술 후 직접 측정과 심초음파에 의한 승모판 개구부 면적 측정법의 상관관계를 살펴보면 술 후 직접 측정과 이면성 심초음파도상 직접측정법 사이에는 상관계수가 r=0.621(p=0.003, SE=0.165)로 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며(Fig. 4), 술 후 직접 측정과 압력반감기법 사이에는 상관계수가 r=0.454(p=0.003, SE=0.187)이고(Fig. 5), 승모판 경유 최고 혈류 속도와도 상관계수가 r= - 0.480(p=0.026, SE=0.185)으로(Fig. 6) 세 방법 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 4). 이면성 심초음파도를 이용한 측정법과 압력 반감기법 사이에는 상관계수가 r=0.524(p=0.015)로 유의한 상관관계를 보이며 이면성 심초음파도를 이용한 측정과 승모판경유 최고 혈류속도와

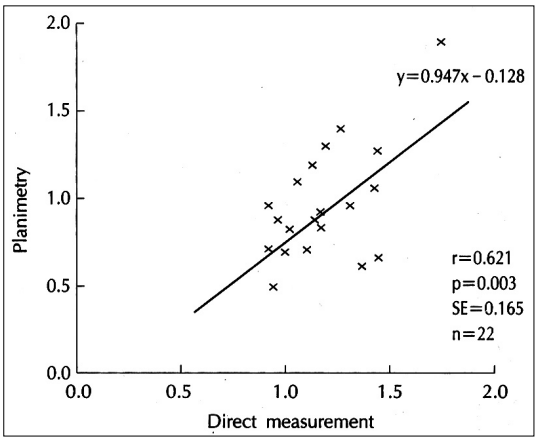

Fig. 4. Correlation between direct measurement & echocardiographic planimetry method.

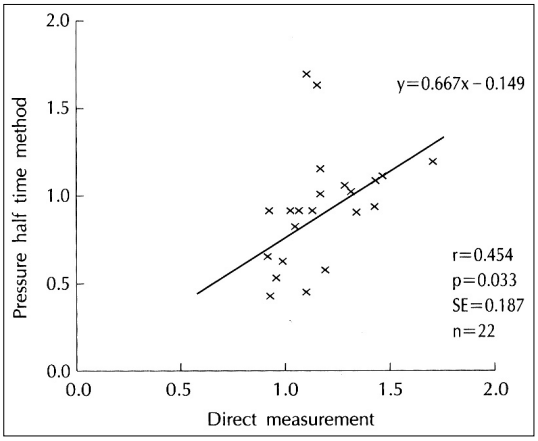

Fig. 5. Correlation between direct measurement & pressure half time method.

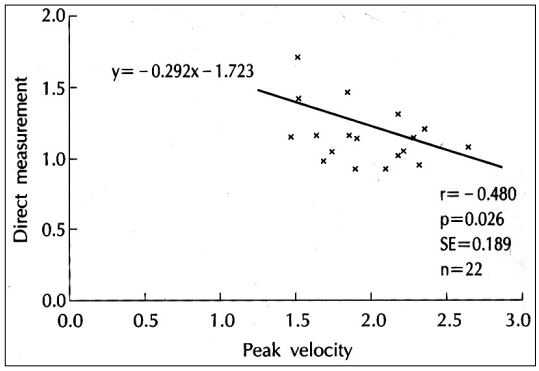

Fig. 6. Correlation between direct measurement & peak velocity of transmitral flow.

Table 4. Correlation coefficient and p value between each measurement methods

	Surgical (n=22/22)	Planimetry (n=21/22)	PHT* (n=22/22)	Peak velocity (n=22/22)
Surgical*	r=1.000	r=1.621	r=1.454	r=-0.480
	p=.	p=0.003	p=0.033	p= 0.026
Planimetry	r=0.621	r=1.000	r=0.524	r=-0.424
	p=0.002	p=.	p=0.015	p= 0.090
PHT**	r=0.454	r=1.524	r=1.000	r=-0.490
	p=0.033	p=0.015	p=.	p= 0.039
Peak velocity	r=-0.480	r=-0.424	r=-0.490	r=1.000
	p= 0.026	p= 0.090	p= 0.039	P=.

*post-up direct measurement **PHT : pressure half time

의 사이에는 상관계수가 r=-0.424(p=0.090)이었다(Table 4). 승모판 판막의 면적은 심방세동의 동반 여부에 따라 각 방법에 따른 결과 치에 차이가 있을 수 있으며 이에 저자들도 심방세동이 동반된 경우와 정상 심율동을 보이는 경우를 구분하여 상관관계를 살펴보았다. 심방세동이 동반된 경우(n=17) 수술 후 직접 측정과 이면성 심초음파를 이용한 측정과 비교해 볼 때 상관계수가 r=0.683으로 좋은 상관관계를 보였고 통계적 의의가 있었다(p=0.004).

Table 5. Correlation coefficient and p value between direct measurement and echocardiographic measurement in patients with atrial fibrillation and normal sinus rhythm

		Planimetry	PHT*	Peak velocity
Surgical**	AF	r=0.683	R=0.417	r=-0.518
	(n=17)	p=0.004	P=0.096	p= 0.058
		n=16/17	N=17/17	n= 14/17
	NSR	r=0.237	R=0.523	r=-0.465
	(n=5)	p=0.401	P=0.366	p= 0.535
		n=5/5	N=5/5	n= 4/5

*PHT : pressure half time
**post-op direct measurement

Table 6. Correlation coefficient and p value of surgical and echocardiographic parameters according to associated valvular heart disease

		Planimetry	PHT*	P. velocity
Surgical**	MR(+)	r= 0.688	r=0.361	r=-0.589
	(n=12)	p= 0.013	p=0.248	p= 0.057
	MR(-)	r=-0.128	r=0.431	r=-0.376
	(n=10)	p= 0.725	p=0.214	p= 0.405
	AR(+)	r= 0.585	r=0.285	r=-0.575
	(n=13)	p= 0.036	p=0.346	p= 0.106
	AR(-)	r= 0.729	r=0.684	r=-0.406
	(n=9)	p= 0.026	p=0.042	p= 0.278

*pressure half time
**post-op direct measurement

압력 반감기법으로 측정한 경우가 심방세동이 동반된 경우에도 비교적 영향을 적게 받는다고 알려져 있으나 실제측정값은 상관계수가 r=0.417로 이면성 심초음파도를 이용한 측정법보다 좋지 않은 결과를 보였으며(p=0.096), 일반적으로 심방세동이 동반된 경우 상관관계가 적다고 알려진 승모판경유 최고 속도와의 비교에서는 상관계수가 r=-0.518로 비교적 상관관계가 높게 나왔으나 통계적 의의는 없었다(p=0.058)(Table 5). 정상 심율동을 보인 경우는 (n=5) 증례수가 적어 정확히 알 수는 없으나 수술 후 직접 측정법과 비교하여 볼때 이면성 심초음파와의 사이에는 상관계수가 r=0.237(p=0.417), 압력반감기법과의 사이에는 상관계수가 r=0.465(p=0.535)이었으며 통계적인 의의는 없었다(Table 5). 또한 승모판역류가 동반되지 않은 경우에서는(n=10) 술 후 직접측정과 심초음파를 이용한 각종측정법 사이에 상관관계가 낮았고, 승모판 역류가 동반된 경우에서는(n=12) 이면성 심초음파도상의 측정이 상관성이 높았으며(r=0.688), 통계적인 의의가 있었고(p=0.013) 다른 방법과는 통계적인 차이가 없었다(Table 6). 대동맥판 역류가 동

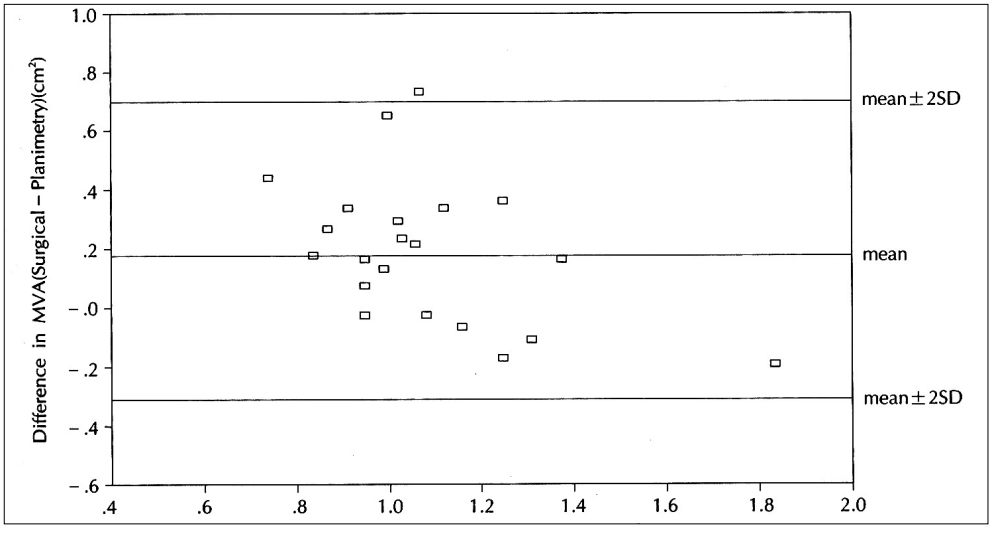

Fig. 7. Difference against mean for MVA between surgical and planimetric echocardiographic measurement.

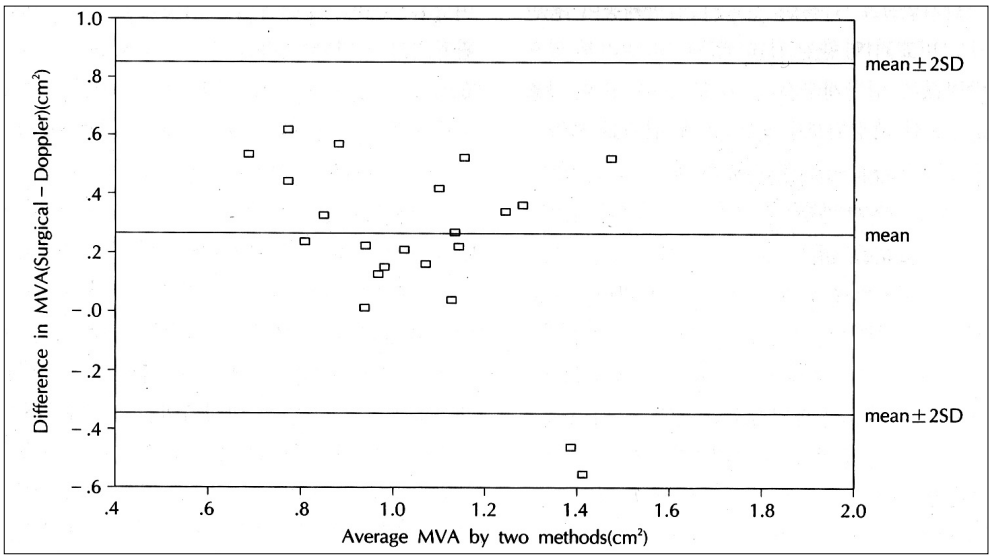

Fig. 8. Difference against mean for MVA between surgical and Doppler echocardiographic measurement.

반된 경우는(n=13) 이면성 심초음파도상의 측정법이 (2D planimetry) 상관계수 r=0.585로 의미가 있었고(p=0.036) 다른 방법과는 상관성이 적었으며 대동맥역류가 동반되지 않은 경우는(n=9) 이면성 심초음파도상의 측정(r=0.026) 및 도플러 측정법(r=0.042) 모두 통계적으로 의미있는(p=0.026, p=0.042) 상관관계를 보였다(Table 6). 또한 술후 직접측정과 이면성 심초음파도상의 측정법 사이에 일치도를 살펴보면 1예 외에는 모두 허용한계(limit of agreement ; -0.29 - 0.67cm^2) 내에 있어서 비교적 양호한 일치도를 보였다(Fig. 7). 동시에 술후직접 측정과 도플러 심초음파도상의 측정법 사이에 일치도를 살펴보면 20예가 허용한계(limit of agreement ; -0.36 - 0.84cm^2) 내에 있어서 비교적 양호한 일치도를 보였으나 측정값들이 전반적으로 술 후 직접측정 값보다 낮은 경향을 보였으며(Fig. 8), 그 이유는 압력반감기법에 의한 측정은 실제 해부학적인 승모판구의 면적(anatomic orifice area)보다 flow convergence와 contraction에 의해 형성되는 유효 승모판구의 면적(effective orifice area)을 반영하기 때문이라고 생각된다.

고 안

승모판 협착증의 중증도의 판정은 수술 등 환자의 치료에 있어 중요한 판단의 근거가 된다. 하지만 승모판구 면적의 객관적이고 정량적인 측정은 기술적으로 여러가지 어려움이 따른다. 고식적인 방법으로 흔히 사용되어져 온 Gorlin 공식은, 협착된 판막의 면적은 혈류와 판막 경유 압력차에 의해 산출될 수 있다는 원리에 근거한 것으로 심도자술과 같이 관혈적인 방법에 의해 측정된다[1]. 또한 이 검사법은 혈류 흐름에 의해 영향을 받기 때문에 환자의 혈역학적인 상태에 따라 판막 면적이 다르게 나타날 수 있다는 제한점이 있고, 특히 혈류가 낮은 경우에 실제보다 작게 나타날 수 있으며 따라서 승모판보다 대동맥판 협착에서 더 정확한 결과를 얻을 수 있다고 알려져 있다[1,2]. 그 외 Gorlin 공식의 근거인 Torricelli orifice formula 자체가 일정한 압력차와 일정한 유속하에서만 적절한 값을 보이기 때문에 심장 내에서와 같이 다른 압력차와 다른 유속을 가지는 경우에는 부적절한 값을 보일 수 있고 특히 승모판 역류가 동반된 경우에 그 오차는 더 심하다고 알려져 있다[3]. 또한 승모판 질환에서 흔히 동반되는 심방세동이 있을 경우 좌심실의 이완기말압이 변화가 심하기 때문에 오차가 심하다[3]. 그 외에도 심도자술상 판막 저항을 이용한 승모판 면적 측정법이 사용되고 있으며 혈역학적인 상태에 비교적 적게 영향을 받는다고 알려져 있다[4].

60년대 이후 심초음파의 발달로 승모판 협착에서

협착의 정도를 측정하는 비침습적인 방법으로 심초음파가 널리 사용되고 있다[3-22]. 심초음파의 도입 초기에 승모판 협착증에서 심초음파 소견상 E-F 경사의 감소, 좌심방의 확장, 승모판 후방 소엽의 전방 이동 등이 흔히 관찰되었고 이러한 소견들의 승모판 협착의 중증도와의 연관성에 대한 연구가 있었다. 연구에 따르면, E-F 경사와 승모판 개구부 면적 사이에는 연관성이 적음이 밝혀졌다. 그 이유는 폐고혈압의 동반여부, 좌심실의 유순도(compliance)의 차이 및 동반된 대동맥판 폐쇄부전 등 다양한 소인에 영향을 받기 때문인 것으로 알려져 있다[5]. 그 후 폐고혈압이나 좌심실의 유순도 등 판막 외적인 문제에 영향을 적게 받는 승모판 후방 소엽의 전방 이동의 정도가 승모판 협착증의 중증도 판정에 도움이 될 것이라는 보고가 있었다. 그러나 승모판 협착 중에서 교련형(commissural type)은 상대적으로 전반이동이 심한 반면 판첨형(cuspal type)이나 건삭형(chordal type)은 협착의 심한 정도에 비해 전방이동이 약한 것과 같이 승모판 협착의 양상에 따라 다른 결과를 보임에 따라 일률적으로 적용할 수 없는 것으로 알려져 있다[3,6,7]. 그 후 70년대에 들어 이면 심초음파의 개발로 심장의 종단면을 볼 수 있게 되고 이 방법을 이용한 승모판 개구부 면적의 측정이 시도되었으며[8] Gorlin 공식을 이용한 혈역학적인 결과[9-11] 및 수술로 제거된 검체에서 측정한 결과 등과[11,12] 비교할 때 의미 있는 상관관계를 보이는 것으로 밝혀졌다. 또한 이 방법의 장점으로는 동일한 방법으로 측정시 서로 다른 검사자 간 오차도 적으며, 심주기가 다르더라도 거의 같은 값을 보이는 것으로 알려져 있다[12]. 하지만 이 검사법의 제한점으로는 비정상적인 흉곽 모양을 가진 경우나 고령, 만성 폐쇄성 폐질환에서와 같이 폐조직이 심장을 가린 경우에서는 적절한 이미지를 얻기 어렵다는 것이다. 보고에 따라 8 13%의 환자에서 적절한 영상을 얻을 수 없었다고 한다[11,13]. 하지만 최근 심초음파도 해상력의 향상으로 점차 높은 성공률을 보인다. 그 외에도 기계의 해상도나 초음파의 강도 조절에 따라 측정한 값에 차이가 날 수 있으며 특히 석회화가 동반된 심한 승모판 폐쇄 환자에서 이면성 심초음파도로 승모판 면적을 측정할 때는 강도조절을 적절히 하는 것이 중요하다[10,12]. 동시에 탐촉자의 위치가 승모판과 직각으로 위치하도록 하는 것이 중요하며 그렇지 않을 경우 실제보다 넓게 측정될 수 있다[12].

승모판 개구부 면적 측정의 다른 방법으로 도플러 심초음파 소견상 최고 속도와 압력의 감소(pressure drop)가 심도자술에서의 압력 감소 곡선과 상당히 일치한다는 보고가 있었고[14], 비침습적인 승모판구 면적 측정 방법으로의 가능성이 제시되었다. 그러나 측정시 주의할 점은 실제 혈류 방향과 도플러 빔(Doppler beam)의 각도가 중요하며 이 각의 차이가 클 경우 실제보다 작게 평가될 수 있다[14]. 또한 도플러를 이용한 최고 속도 및 압력 감소는 동반된 승모판 폐쇄 부전과 같이 승모판 사이의 혈류가 증가된 경우에는 증가되어 나타날 수 있으며 심방세동이나 대동맥판 폐쇄부전이 동반된 경우에는 실제보다 작게 보일 수 있고 동시에 심박동수와 심박출양에 영향을 받기 때문에 승모판 면적의 절대값을 구하는데 어려움이 있다[14].

Libanoff등이 심도자술 상에서 이완기 좌심실과 좌심방 사이 압력곡선에서 압력감소의 반감기가 승모판 협착의 중증도를 반영하는 유용한 지표가 될 수 있음을 시사한 바 있고[3], 1979년 Hatle 등에 의해 도플러 초음파로 이러한 압력 곡선을 나타낼 수 있게 됨에 따라 임상에 적용하게 되었다[17]. 압력반감기($t_{1/2}$)는 승모판 면적과 역비례 관계에 있고 Yang등에 의해 단순화된 공식으로 표현되어 적용되고 있다(Mitral valve area=$220/t_{1/2}$)[8]. 이러한 압력 반감기법은 심박수, 심박출양, 동반된 심방세동, 동반된 승모판 폐쇄부전 및 초음파빔과 혈류 방향 사이의 각도 등에 영향이 적기 때문에 승모판 폐쇄의 정도를 비교적 정확히 반영할 수 있는 방법으로 알려져 있다[18,19]. 승모판 협착의 정도를 측정하는데 있어서 이면 초음파를 이용한 방법과 도플러 초음파를 이용한 방법 모두 유용한 방법이나 심하게 변형되고 석회화가 심한 경우에는 이면 초음파보다 도플러 초음파를 이용한 압력 반감기 법이 더 정확한 방법으로 알려져 있다. 수술적 교차연결절제술(surgical commissurotomy) 후 잔존 협착의 정도를 보는데는 이면 초음파보다 도플러 초음파를 이용한 압력 반감기 법이 더 정확한 방법이라는 보고가 있으나[13], 승모판 풍선 성형술(percutaneous mitral balloon valvuloplasty) 직후 시술의 성공 여부를 확인하는 방법으로는 압력 반감기 법이 적당하지 못하다고 알려져 있다. 그 이유는 압력 반감기가 심방과 심실의 유순도 및 초기 판막 경유 압력차의 제곱근에 비

례하기 때문에 경피부 승모판 풍선 성형술 직후와 같이 심방과 심실의 유순도 및 초기 판막 경유 압력차가 급격히 변화하는 경우 부적절한 결과를 보이기 때문이다[20]. 그 외 PR 간격이 연장되어 있거나 심방조동, 심방빈맥이 동반된 경우에는 압력반감기를 측정할 수 없다는 제한점이 있고[18], 대동맥판 폐쇄 부전증이 동반된 경우에는 실제보다 과장되게 측정되는 경우가 많으며 이때에는 연속성 등식(continuity equation)을 이용한 측정이 더 정확한 방법으로 알려져 있다[21-23]. 또한 압력반감기법에 의한 측정은 실제 해부학적 협착구의 면적(anatomic orifice area)보다 flow convergence와 contraction에 의해 형성되는 유효 협착구 면적(effective orifice area)을 반영하기 때문에 해부학적인 승모판구의 면적보다 낮게 평가될 수 있으며[15,16] 저자들의 연구에서도 압력반감기법에 의한 측정값이 술 후 직접측정값보다 낮았다.

최근 칼라 도플러 초음파를 이용한 승모판구 면적의 측정에 대한 보고가 있으며 Gorlin 법에 의한 측정과 비교할 때 비교적 좋은 상관관계를 보인다고 알려져 있다[24].

본 연구의 제한점은 현재까지 승모판구 면적측정의 기본 검사법인 심도자술에 의한 면적측정과 비교하지 않았다는 점과, 대개 판막의 개구는 심방과 심실의 혈역학적인 차이에 의해 결정되는데 술후 떼어낸 판막에서 인위적인 힘을 가하여 판막의 면적을 측정함으로서 이러한 혈역학적인 요인을 반영하지 못했으며 또한 심한 협착을 동반한 승모판의 개구시의 모양이 장단경의 비가 1 : 2인 타원형과는 거리가 있으며 이로 인한 오차가 발생될 수 있다는 것이다. 본 연구에서 다른 보고들에 비해 상관관계가 조금 낮게 나온 이유도 이러한데 원인이 있을 것으로 생각된다.

결 론

승모판 협착증의 판막 면적 측정에 있어서 이면 심초음파도상 직접측정법과 도플러 심초음파도의 압력반감기법을 이용한 방법이 많이 이용되고 있고, 두 방법 모두 실제 측정한 면적과 통계적으로 유의한 상관관계(r=0.621, r=0.454)와 양호한 일치도를 이루고 있었고 그 중 이면 초음파도상 직접측정법이 실제로 측정한 면적과 더 좋은 상관관계를 보였다. 따라서 승모판 협착의 중증도 평가에 두 가지 방법 모두가 좋은 지표로 이요될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

연구배경 :

승모판협착증 환자에서 승모판구 협착의 정도 판정은 환자의 치료방침 결정에 결정적인 요소이며 비침습적이고 정확한 측정법에 대한 많은 연구가 있었다. 이에 저자들은 이면 심초음파도에 의한 직접측정법과 도플러 심초음파도에 의한 압력반감기를 이용한 측정 및 승모판경유 최고 혈류속도가 실제 승모판구의 협착정도를 반영하는가를 보기 위해 술 후 제거된 승모판에서 승모판구의 면적을 직접 측정한 값과 비교하였다.

방 법 :

1993년 8월에서 1996년 2월 사이에 계명의대 동산병원에 내원하여 승모판협착증으로 진단받고 술 전 심초음파 시행 후 수술을 시행한 22명의 환자를 대상으로 하였다.

결 과 :

대상환자 중 6명(22.7%)은 심전도상 정상 동율동을 보였으며 나머지는 심방세동의 소견을 보였다. 대상환자 22명중 21명에서 이면심초음파도상 적절한 영상을 얻을 수 있었다. 각 방법에 의한 승모판 개구부의 평균치는 이면성 심초음파도상 직접측정법에 의하면 $0.99\pm0.31cm^2$(0.50-1.93)였고, 압력반감기법에 의하면 $0.93\pm0.32cm^2$(0.42-1.68)이고, 수술 후 타원형 원추를 이용한 직접 측정에 의한 값은 $1.17\pm0.20cm^2$(0.93-1.73)을 보였다. 수술 후 직접 측정과 심초음파에 의한 승모판 개구부 면적 측정법의 상관관계를 살펴보면 술 후 직접 측정과 이면성 심초음파도상 직접측정법 사이에는 상관계수가 r=0.62(p=0.003, SE=0.165)로 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 술 후 직접 측정과 압력반감기법 사이에는 상관계수 r=0.454(p=0.003, SE=0.187)이고, 승모판경유 최고속도와도 상관계수가 r=-0.480(p=0.026, SE=0.189)으로 세 방법 모두 통계적으로 유의한 상관관계를 보였다. 또한 승모판역류가 동반된 경우에서는 이면성 심초음파도상의 측정이 상관성이 높았으며(r=0.688, p=0.013), 대동맥역류가 동반되지 않은

경우는 이면성 심초음파도상의 측정(r=0.026) 및 도플러 측정법(r=0.042) 모두 통계적으로 의미 있는(p=0.026, p=0.042) 상관관계를 보였다. 또한 술후직접 측정과 이면성 심초음파도상의 측정법 사이에 일치도도 비교적 양호하였으며, 동시에 술후직접 측정과 도플러 심초음파도상의 측정법 사이의 일치도도 비교적 양호하였으나 측정 값들이 전반적으로 술후 직접 측정값보다 낮은 경향을 보였고 그 이유는 압력반감기법에 의한 측정은 Wranne 등이 이야기한 바와 같이 실제 해부학적인 승모판구의 면적(anatomic orifice area)보다 flow convergence와 contraction에 의해 형성되는 기능적인 승모판구의 면적(effective orifice area)을 반영하기 때문이라고 생각된다.

결 론:

심초음파를 이용한 이면 심초음파도상 직접 측정법과 도플러 심초음파도상 압력 반감기법은 승모판 협착 환자에서 협착의 중증도를 판정하는 유용한 비관혈적인 방법으로 생각된다.

References

1) Gorlin R, Gorlin SG : *Hydraulic formula for calculation of the area of the stenotic mitral valve, other cardiac valves and central circulatory shounts. I Am Heart J 41 : 1-29, 1951*
2) Gorlin R : *Calculation of cardiac valve stenosis : Restoring an old concept for advanced applications. J Am Coll Cardiol 10 : 920-922, 1987*
3) Libanoff AJ, Rodbard S : *Evaluation of the severity of mitral stenosis and regurgitation. Circulation 33 : 218-226, 1966*
4) Beyer RW, Olmas A, Bermudez RF, Noll HE : *Mitral valve resistance as a hemodynamic indicator in mitral stenosis. Am J Cardiol 69 : 775-779, 1992*
5) Cope GD, Kisslo JA, Johnson ML, Behan VS : *A reassessment of the echocardiogram in mitral stenosis. Circulation 52 : 664-670, 1975*
6) DeMaria AN, Miller RR, Amsterdam EA, Markson W, Mason DJ : *Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram : Relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. Am J Cardiol 37 : 693-700, 1976*
7) Shiu MF, Jenkins BS, Webb-peploe MM : *Echocardiographic analysis of posterior mitral leaflet movenment in mitral stenosis. Br Heart J 40 : 372-276, 1978*
8) Griffith JM, Henry WL : *A sector scanner for realtime two dimensional echocardiography. Circulation 49 : 1147-1152, 1974*
9) Henry WL, Kastl DG : *Echocardiographic evaluation of patients with mitral stenlosis. Am J Med 62 : 813-818, 1977*
10) Nichol PM, Gilbert BW, Kisslo JA : *Two dimensional echocardiographic assessment of mitral stenosis. Circulation 55 : 120-128, 1977*
11) Wann LS, Weyman AE, Feigenbaum H, Dillon JC, Johnston KW, Eggleton RC : *Determination of mitral valve area by cross sectional echocardiography. Ann Intern Med 88 : 337-341, 1978*
12) Martin RP, Rakowski H, Kleiman JH, Beaver W, London E, Popp RL : *Reliability and reproducibility of two dimensional echocardiographic measurement of the stenotic mitral valve orifice area. Am J Cardiol 43 : 560-568, 1979*
13) Smith MD, Handshoe R, Handshoe S, Kwan OL, DeMaria AN : *Comparative accuracy of two-dimensional echocardiography and Doppler pressure halftime methods in assessing severity of mitral stenosis in patients with and without prior commissurotomy. Circulation 73 : 100-107, 1986*
14) Hatle L, Brubakk A, Tromsdal A, Angelsen B : *Noninvasive assessmnent of pressure drop in mitral stenosis by Doppler ultrasound. Br Heart J 40 : 131-140, 1978*
15) Wranne B, Ask P, Loyd D : *Analysis of different methods of assessing the stenotic mitral valve area with emphasis on the pressur gradient half time concept. Am J Cardiol 66 : 614-620, 1990*
16) Gilon D, Cape EG, Handschumacher MD, Jiang L, Sears C, Solheim J, Morris E, Strobel JT, Miller-Jones SM, Weyman AE, Levine RA : *Insights from three-dimensional echocardiographic laser streolithogrphy. Effect of leaflet funnel geometry on the coefficient of orifice contraction, pressure loss and the Gorlin formula in mitral stenosis. Circulation 94 : 452-459, 1996*
17) Hatle L, Angelson B, Tromsdal A : *Noninvasive assessment of atrioventricular pressur half-time by Doppler ultrasound. Circulation 60 : 1096-1104, 1979*
18) Yang SS, Goldberg H : *Simplified Doppler estimation of mitral valve area. Am J Cardiol 56 : 488-489, 1985*
19) Bryg RJ, Williams GA, Labovitz AJ, Aken U, Kennedy HL : *Effect of atrial fibrillation and mitral regurgitation on calculated mitral valve area in mitral stenosis. Am J Cardiol 57 : 634-638, 1986*
20) Thomas JD, Wilkins GT, Choong CY, Abascal VM, Palacious IF, Block PC, Weyman AE : *Inaccuracy of mitral pressure half-time immediately after percutaneous mitral valvulotomy : Dependence on transmitral gradient and left atrial and ventricular compliance. Circulation 78 : 980-993, 1988*
21) Nakatani S, Masuyana T, Kodana K, Kitabotake A, Fujii K, Kamada T : *Value and limitations of Doppler echocardiography in the quantification of stenotic mitral valve*

area：Comparison of the pressure half-time and continuity equation methods. Circulation 77：78-85, 1988

22) Thomas JD, Weyman AE：*Doppler mitral pressure half-time：A clinical tool in search of theroretical justification. J Am Coll Cardiol 10：923-929, 1987*

23) Flachskampf FA, Weyman AE, Gillam L, Liu CM, Abscal VM, Thomas JD：*Aortic regurgitation shortens Doppler pressure half-time in mitral stenosis：Clinical evidence, in vitro stimulation and theoretical analysis. J Am Coll Cardiol 16：396-404, 1990*

24) Kawahara T, Yamagish M, SEO H, Mitani M, Nakatani S, Beppu S, Nagata S, Miyakake K：*Application of Doppler color flow imaging to determine valve area in mitral stenosis. J Am Coll Cardiol 18：85-92, 1991*