Original Articles Korean Circulation J 2000;30(3):303-309

승모판협착증에서 비관혈적으로 측정된 좌측심장의 탄성과 그 임상적 의의

울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실
조구영 · 송재관 · 강덕현 · 박훈기 · 박상선 · 이내희
나득영 · 이철환 · 홍명기 · 박성욱 · 박승정

Noninvasive Calculation of Left Heart Compliance by Echocardiography and Its Clinical Significance in Mitral Stenosis

Goo-Yeong Cho, MD, Jae-Kwan Song, MD, Duk-Hyun Kang, MD, Hoon-Ki Park, MD, Sang-Sun Park, MD, Nae-Hee Lee, MD, Deuk-Young Nah, MD, Cheol-Whan Lee, MD, Myeong-Ki Hong, MD, Seong-Wook Park, MD and Seung-Jung Park, MD

Division of Cardiology, Department of Internal Medicine, Asan Medical Center, University of Ulsan, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background : Although the net atrioventricular compliance can be obtained by invasive catheterization (Ccath) in mitral stenosis (MS), feasibility of noninvasive echocardiographic calculation of the compliance (Cecho) and its hemodynamic significance were not tested. **Methods** : Using valve area by 2D planimetry (A_{2D}) and deceleration slope (dv/dt) of transmitral velocity decay in continuous wave Doppler echocardiographic tracing, Cecho was defined as $-A_{2D}/(\rho\, dv/dt)$, which was compared with Ccath obtained directly during the catheterization in 30 MS patients with sinus rhythm. Exercise Doppler echocardiography with symptom-limited treadmill was performed in 66 patients with moderate to tight MS ; mean mitral gradient (MG)and peak pressure gradient of tricuspid regurgitation (PGTR) at baseline and immediately after exercise were obtained using continuous wave Doppler echocardiographic tracing. Hemodynamic variables including Cecho, MG, PGTR and mitral valve area were analyzed to determine the association with patients' exercise tolerance. **Results** : Cecho in 30 patients with tight MS (valve area 0.9 ± 0.2 cm^2) was 4 ± 1 ml/mmHg (2 - 7 mmHg), which showed a significant correlation with Ccath ($r=0.48$, $p=0.01$). Exercise time in 66 patients with moderate to tight MS showed significant negative correlation with resting MG, resting and postexercise PGTR, and positive correlation with Cecho ; exercise time in those patients did not show any significant correlation with resting valve area. In multivariate analysis, Cecho and postexercise PGTR were independent factors determining exercise time in MS. **Conclusions** : The net atrioventricular compliance in MS can be calculated by noninvasive echocardiography, and it is an important hemodynamic factor determining exercise tolerance in MS. **(Korean Circulation J 2000;30(3):303-309)**

KEY WORDS : Mitral stenosis · Compliance · Exercise tolerance · Echocardiography.

논문접수일 : 1999년 10월 27일
심사완료일 : 2000년 2월 17일
교신저자 : 송재관, 138 - 040 서울 송파구 풍납동 388 - 1번지 울산대학교 의과대학 서울중앙병원 내과학교실
전화 : (02) 2224 - 3150 · 전송 : (02) 486 - 5918
E - mail : jksong@www.amc.seoul.kr

서 론

승모판 협착증에서 호흡곤란 및 운동능력 저하는 흔히 동반되는 증상이나 운동능력을 결정하는 기전에 대해서는 좌심방압력 및 폐정맥압의 상승,[1)2)] 좌심방의 탄성저하[3-5)]와 운동시 부적절하게 상승되는 폐동맥압 및 저항[6-9)]등이 관련이 있을 것으로 여겨지고 있다. 탄성(Compliance, C)이란 용적의 증가에 따른 압력의 증가(C=ΔV/ΔP)를 나타내는 지수로서 승모판 협착증에서 이완기시 탄성의 저하에 대해서 잘 알려져 있으나,[3)10)11)] 현재까지는 침습적인 심도자법으로만 측정이 가능하여 반복적인 임상적용에 많은 제약이 있었다. 하지만 Flachskampf 등[12)]은 관내시험(in vitro flow model)을 통해 승모판협착증에서 유효판구면적(effective orifice area)과 연속파형도플러(continuous wave, CW)로 이완기시 경승모판 혈류속도(deceleration velocity)을 이용하여 비침습적으로 탄성을 구할 수 있다고 제시하였다. 하지만 그들의 연구는 복잡한 Doppler 기법으로 계산되는 유효판구면적을 이용하였기 때문에 다른 판막질환이 동반되거나 승모판폐쇄부전증이 동반된 경우에는 이용될 수 없어 실제 임상사용에 있어 용이하지 못한 단점이 있었다. 저자들은 이러한 문제점을 극복하고자 유효판구면적 대신 planimetry로 측정된 판구면적 즉 anatomic orifice area를 이용하여 좌측심장의 탄성을 계산한 다음 이의 유효성을 검증하기위해 관혈적인 심도자법으로 측정된 탄성과의 상관관계를 알아보고, 중등도 이상의 승모판협착증환자를 대상으로 운동부하검사를 실시하여 이들의 운동능력에 비침습적으로 측정된 탄성이 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

본 연구는 2단계로 나누어 실시하였다. 먼저 풍선성형술을 위해 입원한 환자 중 동율동을 갖는 30명의 중증 승모판협착증 환자를 대상으로 하여 심초음파로 측정한 탄성(Cecho)과 심도자로 직접구한 탄성(Ccath)을 비교하여 비침습적으로 구한 탄성의 임상적 유효성을 검정하고자 하였으며 이후 중등도 이상의 승모판협착을 가진 환자 66명을 대상으로 운동부하검사를 시행하여 승모판협착증에서 운동능력을 결정하는 혈역학적 인자에 대해 알아보고자 하였다. 중증 승모판협착증을 가진 30명의 환자 중 남녀비는 6/24 이었으며 평균나이는 42±10세이었다. 평균 판막구 면적이 0.9±0.2 (0.5 1.3) cm^2, 승모판 압력차가 15.4±6.8(6 29) mmHg이었으며 좌심실 구혈률은 정상이었다. 먼저 안정시 이면성 심초음파를 시행하여 승모판 압력차(mitral gradient)와 좌측심장의 탄성을 구한 뒤, 24시간 이내에 심도자를 실시하여 좌심방 및 좌심실의 압력, 심박출량, 탄성을 구하였다.

심초음파를 이용한 비관혈적 탄성측정(Cecho)

1992년 Flachskampf 등[12)]은 승모판협착증에서 도플러기법으로 측정된 유효판구면적(effective orifice area, Ae)과 좌심방-좌심실 속도곡선의 경사도(dv/dt)를 이용하여 좌측심장의 탄성을 C=-Ae/(ρ dv/dt)로 계산할 수 있음을 밝힌바 있다. 본 연구에서 저자들은 여러가지 가정하에 복잡한 계산과정을 거쳐 얻을 수 있는 Ae 대신 이면성심초음파를 이용한 planimetry로 쉽게 구하는 판구면적(A_{2D})을 이용하여 그들의 공식을 Cecho=-A_{2D}/(ρ dv/dt)로 변형시켰다 (Fig. 1). ρ는 혈액의 밀도로 1.05 g/cm^3의 상수이며 dv/dt는 apical 4 chamber view에서 CW로 이완기시 좌심방-좌심실의 속도곡선을 얻으면 초기이완기경사를 심초음파기계(Hewlett Packward SONOS 2500)에 내장된 프로그램에 의해 쉽게 구할 수 있다. 각 변수의 단위로 A_{2D}는 cm^2, ρ는 g/cm^3, dv/dt는 cm/s^2으로 탄성의 단위인 ml/mmHg로 변환하기 위해서 상수 1,333(dynes/cm^2)/mmHg를 곱하였다.

심도자를 이용한 방법(Ccath)

먼저 Fick method를 이용하여 심박출량을 구한 뒤 이를 심박수를 나누어 일회 박출량(stroke volume)을 구한다. 좌심방은 폐정맥과 common elastic chamber로서 수축기시 우심실에서 박출된 모든 혈류를 받고 또한 이완기시 좌심실로 유입된다는 가정하에[10)] Fig. 2에서와 같이 좌심방 및 좌심실의 압력곡선을 얻은 뒤, 수축기시 좌심방의 압력차이(ΔP LA)와 이완기시 좌심실의 압력차이(ΔP LV)를 구하여 이를 박출량과의 비로서 좌심방의 탄성(Ca)(1)과 좌심실의 탄성(Cv)(2)을 계산 할 수 있다. 좌측심장의 탄성, net compli-

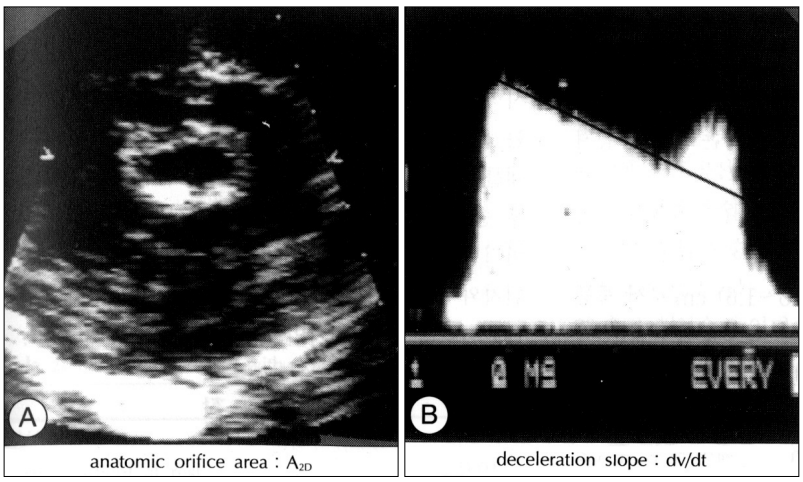

Fig. 1. Noninvasive calculation of the left heart compliance by echocardiography. Using valve area by 2D planimetry (A_{2D}) and deceleration slope (dv/dt) of transmitral velocity decay in continuous wave Doppler echocardiographic tracing, noninvasive echocardiographic calculation of the left heart compliance (Cecho) was defined as $-A_{2D}/(\rho\ dv/dt)$: r : blood density.

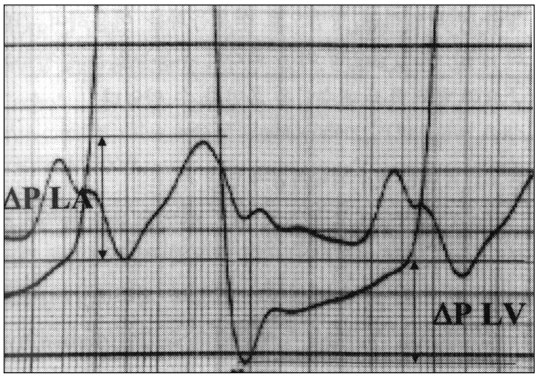

Fig. 2. Method of calculating mean left atrial (LA) compliance (Ca) and left ventricle (LV) compliance (Cv). Ca was obtained by dividing systolic rise in LA pressure (ΔP LA) into stroke volume and Cv obtained by dividing diastolic rise in LV pressure (ΔP LV) into stroke volume. From these estimates of Ca and Cv, mean net compliance (Ccath) was calculated as CaCv/(Ca+Cv).

ance(Ccath)는 (3)과 같은 공식을 이용하여 구할 수 있다.

1) Ca=stroke volume/systolic rise in LA pressure(ΔP LA) ml/mmHg

2) Cv=stroke volume/diastolic rise in LV pressure(ΔP LV) ml/mmHg

3) Ccath=CaCv/(Ca+Cv) ml/mmHg

운동부하 심초음파검사[9)]

중등도 이상의 승모판 협착증 66명의 환자를 대상으로 하여 운동부하검사를 실시하여 운동능력과 관련이 있는 혈역학적 인자에 대해 분석하였다. 남녀비는 13/53이었고, 평균나이는 43±10세 이었다. 안정시 심초음파로 승모판압력차, 탄성, CW로 삼첨판 역류제트를 이용한 압력차(pressure gradient of tricuspid regurgitation, PGTR)를 구하였다. 이후 Bruce protocol를 이용하여 symptom-limited treadmill를 시행하여 운동검사직후 도플러심초음파로 승모판압력차와 PGTR를 각각 구하였다.

본 연구에서 심방세동, 중등도 이상의 승모판폐쇄부전증이 동반되었거나, 다른 판막질환이 있는 경우, 또한 만성폐쇄성폐질환이 동반된 경우, 허혈성 심질환이 있는 경우는 제외하였다.

통계학적분석

통계분석은 SPSSWIN 7.5 프로그램을 사용하였으며, 모든 측정치는 평균과 표준편차로 표시하였다. 각 인자의 상관관계를 보기위해서 Pearson's correlation 법을 이용하였으며, 독립적 인자를 규명하기 위해 다변량분석(multivariate analysis using linear regression, method : enter)를 시행하였다. p 값이 0.05미만인 경우에 유의한 차이가 있는 것으로 해석하였다.

결 과

Cecho의 유효성 평가

심초음파로 측정한 탄성(Cecho)은 3.8±1.1 ml/mmHg였다. 심도자로 측정한 심박출량 및 맥박수는 각각 6.4

±1.6 L/min, 80.4±11.9/min로서 일회 박출량(stroke volume)은 81.1±20.7 ml 였다. ΔP LA및 ΔP LV는 각각 18.3±6.2 mmHg, 10.7±5.4 mmHg였으며, 탄성(Ccath)은 3.0±1.1 ml/mmHg였다. Cecho와 Ccath는 r=0.48의 양의 상관관계를 보였다(Fig. 3, p=0.01, Cecho=2.4+0.5×Ccath). Cecho는 승모판압력차, 좌심방압력 및 PGTR과는 유의한 음의 상관관계를 보였다(Table 1).

운동부하심초음파검사

평균 판구 면적이 1.1±0.2(0.5 1.6) cm 2로서 중등도 이상의 승모판협착증이었으며 좌심실 구혈률은 정상이었다. 심초음파로 측정한 탄성(Cecho)은 4.5±1.4 ml/mmHg이었으며 평균운동시간은 7.9±2.5분이었다. 운동 전 PGTR은 35.4±15.1 mmHg에서 운동 후 62.3±22.5 mmHg로 증가하였으며(p<0.01), 승모판압력차도 운동 전 12.4±5.9 mmHg에서 운동 후 26.5±9.9 mmHg로 증가하였다(p<0.01). 운동시간과 안정시 승모판 압력차 및 PGTR, 운동 후 증가된 PGTR과는 음의 상관관계를 보였으며 Cecho와는 양의 상관관계를 보였다(Fig. 4A and B). 그러나 판구면적과 운동후 승모판 압력차는 운동시간과는 상관관계가 없었다. 이러한 혈역학지수 중 단변량분석에서 의미가 있었던 인자와 운동능력과의 다변량분석에서 Cecho와 운동후 PGTR만이 독립적인자임을 알 수 있었다(Table 2).

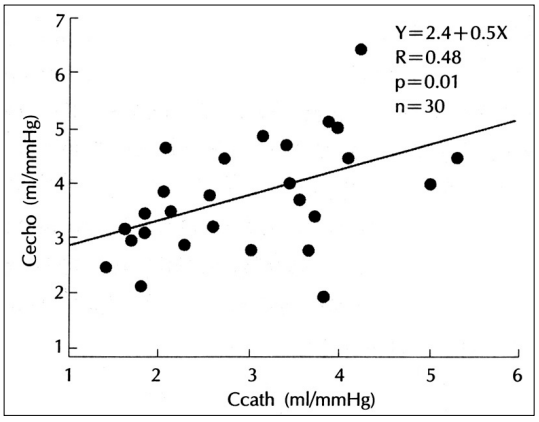

Fig. 3. Scatterplot showing correlation between compliance obtained by echocardiography (Cecho) and that by cardiac catheterization (Ccath).

고 찰

본 연구를 통하여 승모판협착증에서 좌측심장의 탄성을 비관혈적인 방법으로 심초음파를 이용하여 간단히 구할 수 있었으며 이는 환자의 운동능력을 결정하는 중요한 혈역학적 변수임을 확인할 수 있었다.

승모판협착증에서 좌측심장의 탄성

승모판협착증에서 탄성의 감소 원인으로는 류마치스성 심근염으로 인한 심내막의 섬유화,[13] 승모판의 "tethering"으로 인해 좌심실의 기능적 제한(functional restriction),[3)11)] 좌심실의 부하감소로 인한 disuse hypo-

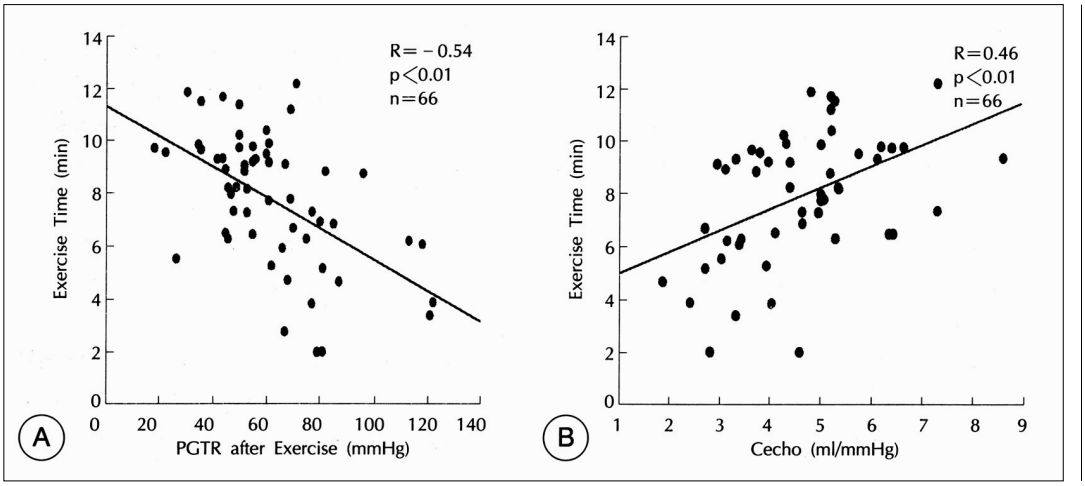

Fig. 4. Scatterplot showing correlation between exercise time and PGTR after exercise (A) and compliance obtained by echocardiography (Cecho) (B).

Table 1. Correlations between Cecho and other hemodynamic variables

	r	p
Ccath	0.48	0.01
Mean mitral gradient	- 0.41	0.03
LA pressure	- 0.53	< 0.01
PGTR	- 0.60	< 0.01

Cecho : compliance obtained by echocardiography,
Ccath : compliance obtained by catheterization,
LA : left atrium,
PGTR : pressure gradient of tricuspid regurgitation

Table 2. Factors associated with exercise time

	r	p
MVA	0.24	NS
Mean gradient at rest	- 0.35	0.0 1
Mean gradient after exercise	- 0.10	NS
PGTR at rest	- 0.39	< 0.01
PGTR after exercise*	- 0.54	< 0.01
Cecho*	0.46	< 0.01

MVA ; mitral valve area
* : independent factors after multivariate analysis

function[14]등 여러가지가 있다. 이러한 탄성의 감소는 승모판협착증에서 운동능력저하를 초래하는 중요한 원인이기도 하며, Kim 등[15]은 탄성의 감소가 좌심방압력곡선에서 v파의 과도한 상승으로 나타남을 보고하였다. 이와 같이 승모판협착증에서 탄성 감소의 중요성은 잘 알려져 있지만 심도자법을 이용한 침습적인 방법으로만 측정할 수 있어 반복적인 임상적용에 문제점이 있었다.

일반적으로 좌심방 및 좌심실의 압력 - 용적곡선(pressure - volume curve)이 직선이지 않기 때문에(parabolic shape) 어느 시점에서 탄성을 측정하느냐에 따라서 다르게 나올 수 있다.[5] 하지만 Thomas 등[10]은 승모판협착증에서 이완기가 진행함에 따라 좌심방의 탄성은 증가하고 좌심실의 탄성은 감소하여 좌측심장의 net compliance는 이완기시 항상 동일하다고 증명하였다. Flachskampf 등[12]은 관내시험을 통해 승모판협착증에서 유효판막면적과 CW로 이완기시 경승모판 혈류속도를 이용하여 비침습적으로 탄성을 구할 수 있다고 제시하였다. 그들은 경승모판 혈류속도가 각 chamber의 탄성에 의해 결정되어지고 또한 승모판협착증과 같이 판막의 운동이 제한되어있는 경우(restrictive orifice)에서 경승모판 혈류속도의 deceleration slope가 선형으로 되어 Thomas등의 보고와 같이 이완기시 탄성이 항상 일정하다고 증명하였다. 하지만 그들의 연구의 문제점은 복잡한 Doppler 기법으로 계산되는 유효판구면적을 이용하였기 때문에 임상적 제한점이 많다.

본 연구는 이러한 문제점을 극복하기 위해서 유효판구면적 대신 planimetry를 이용해 판구면적을 구하고 경승모판 혈류속도를 이용하여 좌측심장의 탄성을 구하였다. 이 방법의 장점은 실제 임상에서 가장 흔히 이용되는 두 변수 즉 해부학적 판구면적(A 2D)과 좌심방 - 좌심실 속도곡선의 경사도(dv/dt)를 이용하여 좌측심장의 탄성을 손쉽게 구할 수 있다는 점을 들수 있다. 실제 이 변수들은 승모판협착증의 중등도 평가에 있어 기본적으로 이용되는 지수들로 모든 임상의사들이 이들의 측정에 익숙해 있다고 볼 수 있다. 이 방법으로 구한 탄성과 심도자법으로 측정한 탄성과의 상관관계를 알아본 결과 $r=0.48(p=0.01$, Cecho$=2.4+0.5\times$ Ccath)로 의미 있는 양의 상관관계를 보였다. 하지만 심초음파로 측정한 탄성의 평균이 3.8 ± 1.1 mmHg로서 심도자로 측정한 탄성의 값 3.0 ± 1.1 mmHg 보다 높은 결과를 보였는데 이는 유효판막구면적 대신 contraction coefficiency를 감안하지 않고 planimetry를 이용한 판구면적 즉 anatomic orifice area를 사용하였기 때문일 것으로 생각된다. 또한 Cecho는 안정시 PGTR, 승모판 압력차, 좌심방압력과 음의 상관관계를 갖고있어 의미있는 혈역학적 변수임을 알 수 있었고 비관혈적 탄성측정에 있어 복잡한 과정의 유효판구면적을 대신하여 anatomic orifice area를 사용할 수도 있음을 확인할 수 있었다.

운동부하검사

승모판협착증에서 운동능력 저하는 잘 알려져 있는 사실이지만 그 원인으로 여러가지 가설이 있다. 일반적으로 승모판협착증의 경우 운동시 맥박수의 증가에 따라 확장기 충만시간이 감소되고 이로 인해 승모판 압력차가 급격히 증가하게 되는데 이는 바로 폐정맥압 및 폐동맥압의 과도한 상승으로 나타나 호흡곤란을 호소하게 된다.[6] 이외에도 운동에 따른 저산소증이 폐동맥을 수축시켜 폐동맥압을 증가 시키는 것으로 알려져 있다.[7] Song 등[9]은 승모판협착증에서 운동능력을 결정하는 가장 중요한 인자는 운동후 발생되는 폐동맥고혈압으로 주장하였으며, Leavitt 등[16]은 성공적인 인공판막치환술로 운동시 발생되는 승모판압력차와 폐동맥고혈압을 효과적으로 차단됨을 밝혀 위와같은 가설을 뒷

받침하였다. Liu[3] 및 Braverman 등[4]은 운동시 transmitral gradient의 증가로 인해 좌심방의 압력-용적곡선이 급격한 부분(steeper portion)으로 이동되어 좌심방의 탄성이 감소한다고 보고하였으며, Rigolin 등[17]은 부적절한 심박출량의 reserve를 운동저하의 원인으로 제시하였다. 이외에도 좌심방압력의 증가, 운동시 폐의 환기장애 등[18]이 알려져 있다.

본 연구에서도 중등도 이상의 승모판협착증환자를 대상으로 운동능력을 평가한 결과 운동허용능력과 PGTR로 측정된 폐동맥압의 상승은 $r=-0.54(p<0.01)$의 음의 상관관계를 보여 폐동맥압의 상승이 운동능력저하로 나타남을 알 수 있었고, 뿐만 아니라 운동능력과 심초음파로 구한 탄성과도 $r=0.46(p<0.01)$의 양의 상관관계를 보여 탄성이 승모판협착증에서 안정시 운동능력을 결정하는 중요한 인자임을 알 수 있었다. 승모판협착의 중등도를 평가하는 판막구면적과 운동능력과의 관계에 대해서는 아직 정립되어 있지 않지만 Dahan 등[19]의 보고에 의하면 27명의 환자를 대상으로 운동부하검사를 실시한 결과 판막의 운동성이 좋은(pliable valve leaflet)경우는 운동에 따라 박출량이 증가하고 승모판의 유효판구면적도 증가한다고 하였으며 판막의 운동성이 좋지않은(unpliable valve leaflet) 경우는 운동에 따라 박출량 및 유효판구면적이 감소한다고 보고하여 승모판협착증에서 판구의 면적은 판구의 변형정도에 따라 운동과 같은 부하상태에서 변화할 수 있다고 주장하였다. 운동시 측정된 판구면적이 아닌 안정시 판구면적과 승모판협착증에서의 운동능력은 유의한 상관관계를 갖지않음은 다른 연구자들에 의해 입증되었는데,[9][17][20] 본 연구에서도 중등도 이상의 승모판협착증을 대상으로 한 결과 운동시간과 판구면적과는 유의한 상관관계를 갖지 않았다. 한가지 흥미로운 점은 운동시 증가하는 폐동맥고혈압과 함께 안정시 측정된 좌측심장의 탄성이 승모판협착증의 운동능력을 결정짓는 서로 독립적인 변수라는 결과이다. PGTR의 측정을 위해서는 운동직후 심초음파검사를 반복시행해야 하는 번거러움이 있지만 Cecho는 안정시 간편한 방법으로 얻을 수 있으므로 환자의 호흡곤란정도를 예측하거나 객관적으로 입증하는데에 더욱 편리한 임상지수일 가능성이 높다 하겠다.

승모판협착증에서 성공적인 판막수술 및 풍선성형술 후 운동능력의 향상을 볼 수 있는데 이에 대한 설명으로 운동시 발생되는 혈역학적인 이상소견을 완화시키고,[21-23] 심박출량의 증가,[23] 골격근 대사의 향상[24]등이 있다. 즉 운동능력의 향상은 판막수술 및 승모판성형술의 성공적인 지표로 이용되어져 왔다. 풍선성형술 후 탄성이 증가함을 밝힌 연구는 있었으나[3][10] 성공적인 중재시술의 지표로 탄성을 비교한 연구는 없었다. 이는 이제까지 심도자를 이용한 침습적인 방법으로만 측정이 가능하였기 때문일 것으로 보이며 앞으로 심초음파를 이용해 반복적으로 탄성을 측정하여 성공적인 중재시술의 지표로 이용될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 문제점

정상 동율동을 갖는 승모판협착증 환자들만 선별하였으므로 심방세동과 같은 부정맥을 갖는 경우 이 방법을 적용시킬 수 있는지 확인할 수 없었다. 또한 관혈적인 심도자검사에서 fluid-filled catheter를 이용하였기 때문에 좌심실 압력곡선의 초기 이완기가 과장되게 기록되는 경향이 강해 Ccath 산출에 있어 오차가 있었을 가능성도 배제할 수 없다.

요 약

연구대상 :

승모판협착증에서 좌측심장의 탄성을 심도자를 이용한 침습적인 방법으로측정할 수 있지만, 심초음파를 이용하여 비침습적으로 구한 탄성의 임상적 유효성과 혈역학적 의의에 대한 연구는 없었다.

방 법 :

동율동을 갖는 30명의 중증 승모판협착증(MS) 환자를 대상으로 이면성심초음파를 이용해 planimetry로 구한 판구면적(A_{2D})과 연속파형(CW) 도플러로 측정한 경승모판혈류속도(dv/dt)로 좌측심장의 탄성($Cecho=-A_{2D}/(\rho\, dv/dt)$)을 구한 뒤 심도자로 직접 측정한 탄성(Ccath)과 비교하였다. 66명의 중등도 이상의 승모판협착증환자를 대상으로 symptom-limited treadmill를 이용해 운동부하 심초음파를 시행하여 안정시 와 운동직후 경승모판압력차(MG)와 CW로 삼첨판 역류제트를 이용한 압력차(PGTR)를 구한뒤 MS 환자에서 운동능력과 연관있는 혈역학적인자에 대해 분석하였다.

결 과 :

30명의 중증 MS 환자(판구면적 $0.9\pm0.2\ cm^2$)의

Cecho는 4±1 ml/mmHg(2 7)로서 Ccath와 의미있는 상관관계를 보였다(r=0.48, p=0.01). 66명의 중등도 이상의 MS 환자에서 운동시간과 안정시 MG, 안정시 및 운동직후 PGTR과는 유의한 음의 상관관계를 보였으며, Cecho와는 양의 상관관계를 보였다. 그러나 운동시간과 판구면적과는 어떠한 상관관계도 보이지 않았다. 다변량분석결과 Cecho와 운동직후 PGTR만이 독립적인자였다.

결 론 :

MS 환자에서 좌측심장의 탄성측정에 심초음파를 이용해 비침습적으로 측정할 수 있었으며, 좌측심장의 탄성은 MS 환자에서 운동능력을 결정하는 중요한 혈역학적 인자임을 알 수 있었다.

중심 단어 : 승모판협착증 · 탄성 · 운동능력 · 심초음파.

REFERENCES

1) Gorlin R, Sawyer CG, Haynes FW, Goodale WT, Dexter L. *Effects of exercise on circulatory hemodynamics in mitral stenosis. Am Heart J 1951;41:192-203.*
2) Kasalicky J, Hurych J, Widimsky J, Dejdar R, Metys R, Stanek V. *Left haert hemodynamics at rest and during exercise with isolated mitral stenosis. Br Heart J 1968;30: 188-95.*
3) Liu CP, Ting CT, Yang TM, Chen JW, Chang MS, Maughan WL, *et al. Reduced left ventricular compliance in human mitral stenosis. Role of reversible internal constraint. Circulation 1992;85:1447-56.*
4) Braverman AC, Thomas JD, Lee RT. *Doppler echocardiographic estimation of mitral valve area during changing hemodynamic conditions. Am J Cardiol 1991;68:1485-90.*
5) Thomas JD, Weyman AE. *Doppler mitral pressure half-time: A clinical tool in search of theoretical justification. J Am Coll Cardiol 1987;10:923-9.*
6) Gorlin R, Lews BM, Haynes Fw, Spigel RF, Dexter L. *Factors regulating pulmonary capillary pressure in mitral stenosis. Am Heart J 1951;41:834-54.*
7) Wood P. *Pulmonary hypertension with special reference to the vasoconstrictive factor. Br Heart J 1957;19:557-70.*
8) Gorlin R, Sawyer CG, Haynes FW, Goodale WT, Dexter L. *Effects of exercise on circulatory dynamics in mitral stenosis. Am Heart J 1951;41:192-203.*
9) Song JK, Kang DH, Lee CW, Lee SG, Cheong SS, Hong MK, *et al. Factors determining the exercise capacity in mitral stenosis. Am J Cardiol 1996;78:1060-2.*
10) Thomas JD, Wilkins GT, Choong CYP, Abascal VM, Palacios IF, Block PC, *et al. Inaccuracy of mitral pressure half-time immediately after percutaneous mitral valvotomy. Dependence on transmitral gradient and left atrial and ventricular compliance. Circulation 1988;78:980-93.*
11) Heller SJ, Carleton RA. *Abnormal left ventricular contraction in patients with mitral stenosis. Circulation 1970; 42:1099-110.*
12) Flachskampf FA, Weyman AE, Guerrero JL, Thomas JD. *Calculation of atrioventricular compliance from the mitral flow profile: Analytic and In vitro study. J Am Coll Cardiol 1992;19:998-1004.*
13) Sunamori M, Suzuki A, Harrison CE. *Relationship between left ventricular morphology and postoperative cardiac function following valve replacement for mitral stenosis. J Thorac Cardiovasc Surg 1983;85:727-32.*
14) Kaku K, Hirota Y, Shimizu G, Kita Y, Saito T, Kawamura K. *Depressed myocardial contractility in mitral stenosis. Jpn Circ J 1988;52:405-13.*
15) Kim SW, Song JK, Kang SH, Lee HJ, Kang DH, Park SW, Park SJ. *Hemodynamic significance of large a V wave of left atrial pressure tracing in tight mitral stenosis. Korean Circ J 1997;26:291 (abstract).*
16) Leavitt JI, Coats MH, Falk RH. *Effects of exercise on transmitral gradient and pulmonary artery pressure in patients with mitral stenosis or prosthetic mitral valve: A Doppler echocardiographic study. J Am Coll Cardiol 1991; 17:1520-6.*
17) Rigolin VH, Higgenbotham MB, Robiolio PA, Hearne SE, Baker WA, Kisslo KB, *et al. Effect of inadequate cardiac output reserve on exercise tolerance in patients with moderate mitral stenosis. Am J Cardiol 1997;80:236-40.*
18) Messner-Pellenc P, Ximenes C, Leclercq F, Mercier J, Grolleua R, Prefaut C. *Exercise tolerance in patients with mitral stenosis before and after acute percutaneous mitral valvuloplasty. Role of lung diffusion capacity limitation? European Heart J 1996;17:595-605.*
19) Dahan M, Paillole C, Martin D, Gourgon R. *Determinants of stroke volume response to exercise in patients with mitral stenosis: A Doppler echocardiographic study. J Am Coll Cardiol 1993;21:384-9.*
20) Cohen-Solal A, Aupetit JF, Dahan M, Baleynaud S, Slama M, Gougon R. *Peak oxygen uptake during exercise in mitral stenosis with sinus rhythm or atrial fibrillation: Lack of correlation with valve area. Eur Heart J 1994; 115:37-44.*
21) Aryanpur I, Paydar M, Shakibi JG, Siassi B, Yazdanyar A. *Regression of pulmonary hypertension after mitral valve surgery in children. Operative management of rheumatic mitral valve disease. Chest 1997;71:354-60.*
22) Ohshima M, Yamazoe M, Tamura Y, Matsubara T, Suzuki M, Igarashi Y, *et al. Immediate effects of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on pulmonary hemodynamics at rest and during exercise in mitral stenosis. Am J Cardiol 1992;70:641-4.*
23) Tanabe Y, Suzuki M, Takahashi M, Oshima M, Yamazaki Y, Yamaguchi T, *et al. Acute effect of percutaneous transvenous mitral commissurotomy on ventilatory and hemodynamic responses to exercise. Pathophysiological basis for early symptomatic improvement. Circulation 1993; 88:1770-8.*
24) Yasu T, Katsuki T, Ohmura N, Nakada I, Owa M, Fujii M, *et al. Delayed improvement in skeletal muscle metabolism and exercise capacity in patients with mitral stenosis following immediate hemodynamic amelioration by percutaneous transvenous mitral commissurotomy. Am J Cardiol 1996;77:492-7.*