

정상 성인의 연령에 따른 좌심실 이완기 기능 평가

이화여자대학교 의과대학 내과학교실
김희진 · 신길자 · 이우형

Abstract

Evaluation of Effect of Aging on Left Ventricular Diastolic Filling in Normal Subjects

Hee Jin Kim, Gil Ja Shin, Woo Hyung Lee

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Ewha Womans University

To determine the effect of aging on left ventricular filling, mitral valve flow was evaluated with conventional pulsed Doppler echocardiography in 100 normal subjects, aged 20 to 76 years, who had no evidence of cardiovascular disease. The subjects were classified into the 5 groups, according to the age, with 20 subjects in each groups : 20-29 years(group I), 30-39 years(group II), 40-49 years(group III), 50-59 years(group IV) and 60-76 years(group V).

The results were as follows :

1) The LVEDD(Left Ventricular End Diastolic Diameter) and left ventricular mass index were significantly increased with aging($r=0.50$, $r=0.60$) and the ejection fraction showed no significant differences among these groups.

2) With aging, the peak early velocity(Peak E) was decreased($r=-0.36$) and the peak atrial velocity(Peak A) was increased($r=0.43$). The E/A ratio and atrial diastolic velocity were decreased significantly with aging and showed a negative correlation with aging($r=-0.70$).

3) The deceleration time of early diastolic flow was increased with aging($r=0.29$) but without significance.

4) The isovolumetric relaxation time was significantly increased with aging($r=0.75$).

In conclusion, as myocardial stiffness increases with aging, nonuniformity of myocardial relaxation is frequently associated in older age group. Thus, a certain echocardiographic parameter shows abnormal value with normal aging process : the IVRT and DT are prolonged, Peak E is decreased and E/A ratio increased. For correct evaluation of the left ventricular diastolic function, age should be considered, along with the other factors such as loading conditions of the heart, heart rate and the contractile status of the heart.

서 론

년층의 생활의 질을 높이기 위하여 연령에 연관되어 변화하는 여러 요인에 대한 연구가 활발해지고 있다. 그중 심혈관계 질환이 이들 노년층에서의 최근들어 노령 인구가 증가함에 따라 이들 노

이환율과 사망률의 가장 큰 요인으로 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다¹⁾. 연령과 관련된 심장의 변화로는 좌심실벽 두께의 증가, 심장 무게 증가, 좌심방 크기 증가 등이 있으며, 조기이완기 최대혈류속도 감소와 이에 대한 보상으로 후기 심실충만에 관여하는 심방수축시 최대혈류속도 증대와 더불어 좌심실 탄성력 감소등이 있다. 이러한 심실 이완기 기능부전은 연령증가에 따른 정상적인 반응이다²⁾³⁾⁴⁾.

좌심실의 이완기 기능을 평가하는 방법으로 심도자를 이용한 좌심실 조영술등의 관혈적 방법과 심초음파도 및 방사선 동위원소를 이용한 심혈관 조영술등이 이용되어 왔으나⁵⁾⁶⁾⁷⁾ 최근들어 비관혈적이면서 간편하고 반복검사가 용이한 도플러 심초음파도로 좌심실의 이완기 충혈지표를 측정하게 되었다⁴⁾⁸⁾⁹⁾. 고혈압을 비롯하여 판막질환, 판상동맥질환, 비후성 심근증 환자에서 좌심실 이완기 기능을 비교 관찰한 연구들은 많으나¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾ 한국인 정상성인의 연령변화에 따른 좌심실 이완기 기능에 대한 2-D 초음파 및 도플러 초음파 성적은 거의없는 실정이다. 이에 저자는 한국인 정상 성인에서 연령에 따른 좌심실 이완기 충혈 지표를 측정하여 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

대상은 정상 혈압이면서 심질환이나 당뇨병, 신장질환 혹은 만성 호흡기 질환을 앓은 기왕력이 없고 이학적 소견, 흉부 X선, 심전도 및 심초음파도 검사소견이 정상이었던 성인 100명(남자 51명, 여자 49명)을 대상으로 하였으며, 연령은 20세에서 76세까지였다. 이들을 연령에따라 20~29세 사이의 20명을 I군, 30~39세 사이의 20명을 II군, 40~49세 사이의 20명을 III군, 50~59세 사이의 20명을 IV군 그리고 60세 이상의 20명을 V군으로 분류하였다(Table 1). 이들의 수축기 혈압은 I군에서 114.0 ± 9.5 mmHg, II군에서 117.0 ± 9.7 mmHg, III군에서 119.0 ± 10.5 mmHg, IV군에서 122.0 ± 14.7 mmHg, V군에서 131.0 ± 14.5 mmHg였으며, 이완기 혈압은 I군에서 73.0 ± 6.6 mmHg, II군에서 74.0 ± 8.8 mmHg,

III군에서 77.0 ± 6.6 mmHg, IV군에서 76.0 ± 9.9 mmHg, V군에서 82.0 ± 8.3 mmHg였고, 심박동수는 I군에서 69.0 ± 10.4 회/min, II군에서 67.0 ± 7.4 회/min, III군에서 67.0 ± 5.8 회/min, IV군에서 70.0 ± 7.6 회/min, V군에서 68.0 ± 6.5 회/min이었다(Table 2).

2. 연구방법

심초음파도 검사는 미국 Hewlett Packard사의 SONOS 1000 Phased Array Imaging System 심초음파기를 이용하여 환자를 안정상태에서 좌와위를 취한뒤 좌측 흉골연에서 2.5MHz 탐촉자를 대고 2-D 초음파도 유도하에 좌심실의 M형 초음파도를 기록하였다. Doppler 초음파도를 이용하여 심첨사방 단면도(apical four chamber view)에서 승모판막 끝의 중앙에 sample volume을 두고 도플러 심초음파도로 좌심실의 이완기 충혈지표를 50~100 mm/sec의 속도로 기록하여 측정하였다(Fig. 1)¹⁵⁾.

1) M형, 이면형 심초음파도

좌심실의 M형 심초음파도로 이완기 좌심실 내경(LVID : Left Ventricular Internal Dimension in Diastole) 및 수축기 좌심실 내경(LVESD : Left Ventricular End Systolic Dimension)을 측정하였고, Devereux 공식으로 좌심실 근량지수를 계산하였으며¹⁶⁾, 좌심실의 구혈율(EF : Ejection Fraction)을 산출하였다.

Table 1. Age and sex distribution of subjects

Subgroups	Age	Male	Female	Total
Group I	20-29	8	12	20
Group II	30-39	14	6	20
Group III	40-49	10	10	20
Group IV	50-59	9	11	20
Group V	Over 60	10	10	20
Total		51	49	100

Table 2. Subject characteristics

Subgroups	Systolic BP (mmHg)	Diastolic BP (mmHg)	HR (beat/min)
Group I	114.0 ± 9.5	73.0 ± 6.6	69.0 ± 10.4
Group II	117.0 ± 9.7	74.0 ± 8.8	67.0 ± 7.4
Group III	119.0 ± 10.5	77.0 ± 6.6	67.0 ± 5.8
Group IV	122.0 ± 14.7	76.0 ± 9.9	70.0 ± 7.6
Group V	131.0 ± 14.5	82.0 ± 8.3	68.0 ± 6.5

Data expressed Mean \pm SD

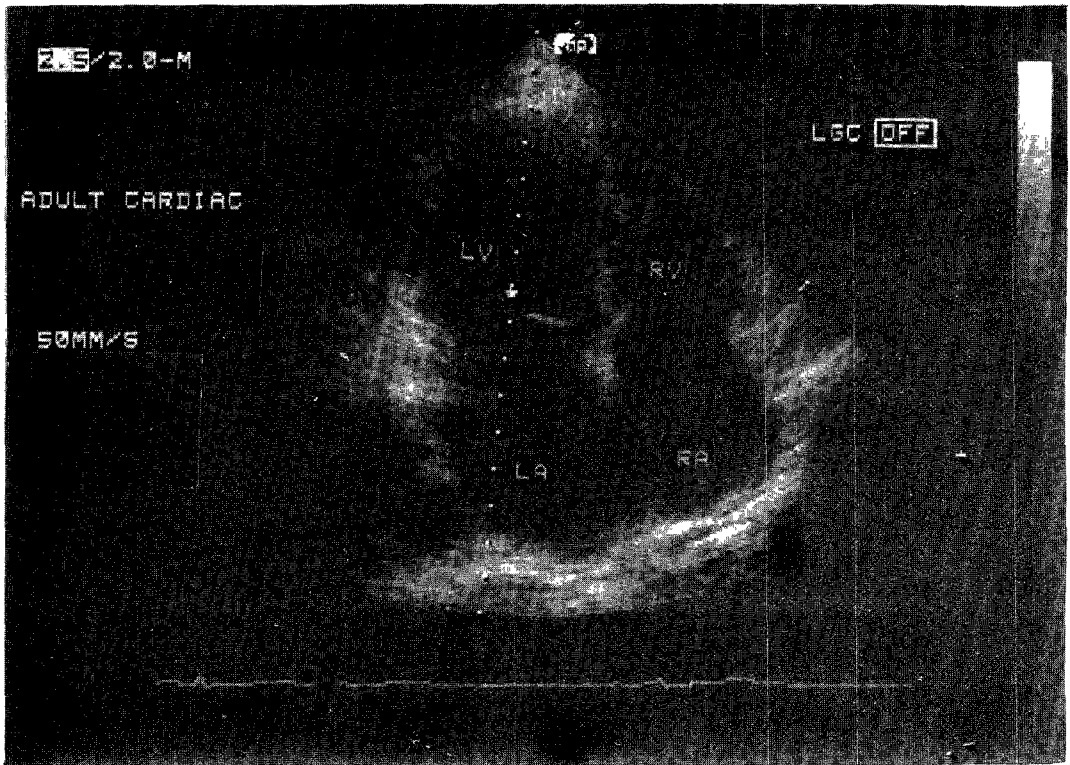


Fig. 1. Apical four chamber view of the heart including the Doppler determined sample volume at the mitral anulus plane.

2) 도플러 심초음파도

(1) Peak E, Peak A, E/A

승모판을 통한 조기이완기 최대혈류속도(Peak Early Velocity, Peak E), 심방수축시 최대혈류속도(Peak Atrial Velocity, Peak A)와 그 비(E/A ratio)를 구하였다(Fig. 2).

(2) 조기이완기 혈류의 감속시간(Deceleration Time of Early Diastolic Flow, DT)

승모판 조기이완기 혈류의 감속 시간은 승모판막 최고 충만점부터 baseline까지 속도가 감소되는 기간의 시간을 측정하였다(Fig. 2).

(3) 등용이완시간(IVRT : Isovolumetric Relaxation Time)

대동맥 판막 폐쇄에서부터 승모판막이 열리는 데 걸리는 시간으로 Fig. 3에서와 같이 측정하였다.

각각의 지표는 3 Cardiac Cycle의 평균치로 산출하였고, 통계학적 처리는 1요인 분산분석(One-

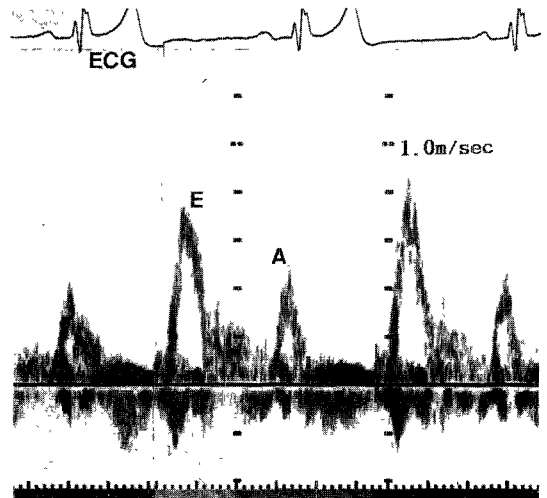


Fig. 2. The Doppler derived mitral inflow velocity shows early peak diastolic velocity(E) and peak atrial velocity(A).

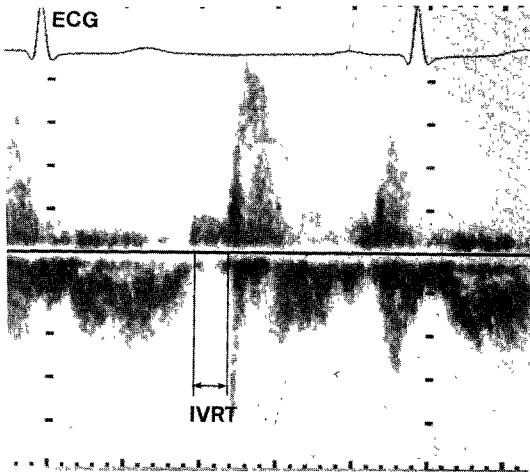


Fig. 3. Measurement of isovolumetric relaxation period (IVRT) from closure of the aortic valve to opening of the mitral valve.

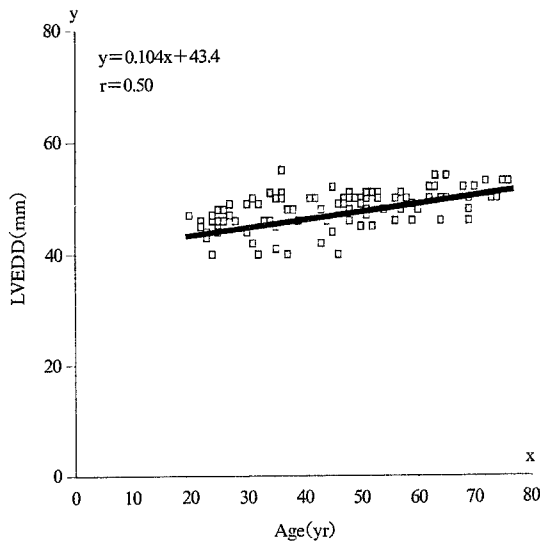


Fig. 4. Relation of the left ventricular end diastolic dimension(LVEDD) to age.

way ANOVA)과 회귀분석(Regression Analysis)을 이용하였다.

결 과

1. M형, 이면형 심초음파도

M형 심초음파 측정치에서 좌심실 확장기 내경은 I군이 45.0 ± 2.0 mm, II군이 47.0 ± 4.1 mm, III군이

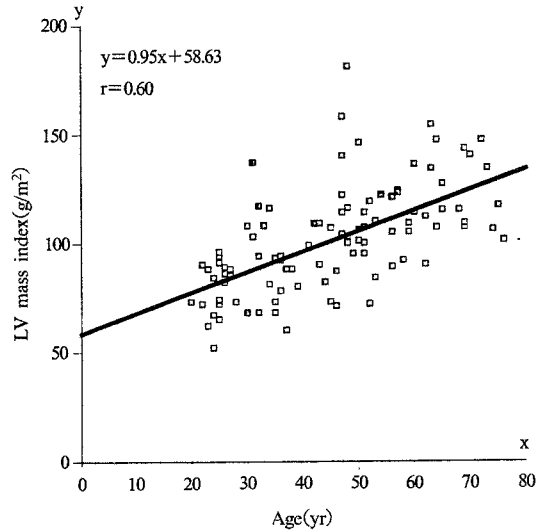


Fig. 5. Relation of the LV mass Index to age.

48.0 ± 3.1 mm, IV군이 49.0 ± 1.9 mm, V군이 50.0 ± 2.6 mm으로서 연령이 증가함에 따라 점차 증가하였으며($r=0.50$, $p<0.05$, Fig. 4), Devereux 공식에 의해 계산된 LV mass index도 I군에서 79 ± 12 g/m², II군 91 ± 20 g/m², III군 108 ± 27 g/m², IV군 107 ± 17 g/m², V군 123 ± 18 g/m²으로 연령이 증가함에 따라 증가되었고, III군, IV군, V군에서 유의하게 증가되어 있었다($r=0.60$, $p<0.05$, Fig. 5). 좌심실의 구혈율은 I군에서 64.0 ± 7.5 %, II군에서 65.0 ± 6.3 %, III군에서 62.0 ± 4.7 %, IV군에서 61.0 ± 4.2 %, V군에서 66.0 ± 7.0 %로 연령과는 무관하였다($r=0.007$, Table 3).

Table 3. M-mode echocardiographic data in subjects

Subgroups	LVEDD(mm)	LV mass Index(g/m ²)	EF(%)
Group I	45.0 ± 2.0	79 ± 12	64.0 ± 7.5
Group II	47.0 ± 4.1	91 ± 20	65.0 ± 6.3
Group III	48.0 ± 3.1	$108 \pm 27^{**}$	62.0 ± 4.7
Group IV	$49.0 \pm 1.9^*$	$107 \pm 17^{**}$	61.0 ± 4.2
Group V	$50.0 \pm 2.6^{**}$	$123 \pm 18^{***}$	$66.0 \pm 7.0^{**}$

Data expressed Mean \pm SD

* $p<0.1$

** $p<0.05$

*** $p<0.01$

LVEDD : left ventricular end diastolic diameter

EF : ejection fraction

2. 도플러 심초음파도

1) 조기이완기 최대혈류속도(Peak Early Velocity, Peak E)

승모판에서의 조기이완기 최대혈류속도(Peak Early Velocity, Peak E)는 I군에서 $0.90 \pm 0.23\text{m/sec}$, II군에서 $0.85 \pm 0.11\text{m/sec}$, III군에서 $0.72 \pm 0.16\text{m/sec}$, IV군에서 $0.73 \pm 0.10\text{m/sec}$, V군에서 $0.73 \pm 0.19\text{m/sec}$ 으로 연령이 증가할수록 유의있게 감소하였다 ($r = -0.36$, $p < 0.05$, Fig. 6).

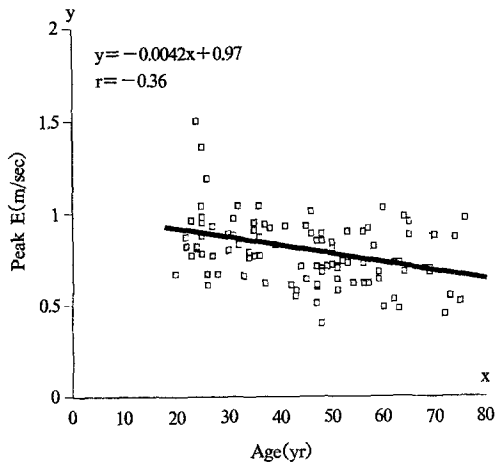


Fig. 6. Relation of the peak early velocity(E) to age.

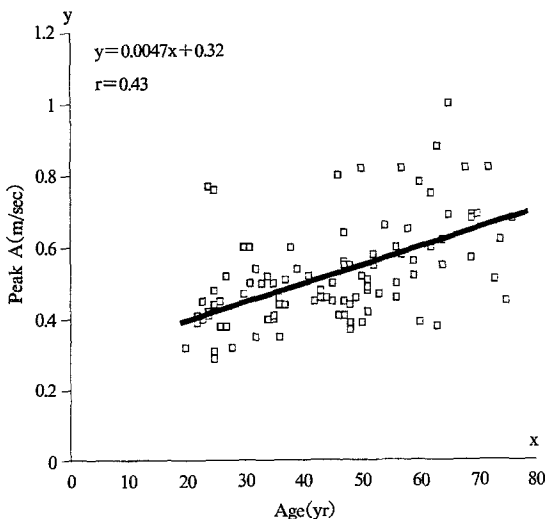


Fig. 7. Relation of the peak atrial velocity(A) to age.

2) 심방수축시 최대혈류속도(Peak Atrial Velocity, Peak A)

심방수축시 최대혈류속도(Peak Atrial Velocity, Peak A)는 I군 $0.43 \pm 0.13\text{m/sec}$, II군 $0.48 \pm 0.08\text{m/sec}$, III군 $0.54 \pm 0.24\text{m/sec}$, IV군 $0.55 \pm 0.11\text{m/sec}$, V군 $0.66 \pm 0.16\text{m/sec}$ 로 연령이 증가함에 따라 유의있게 증가하였다($r = 0.43$, $p < 0.05$, Fig. 7).

3) E/A ratio

심방수축시 최대혈류속도(Peak Atrial Velocity, Peak A)에 대한 조기이완기 최대혈류속도(Peak Ea-

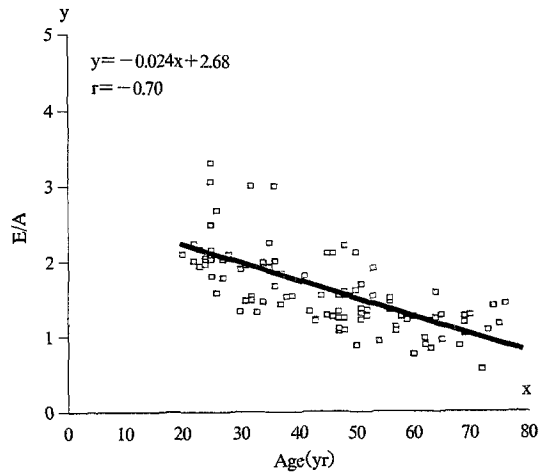


Fig. 8. Relation of the ratio of early to atrial velocity (E/A) to age.

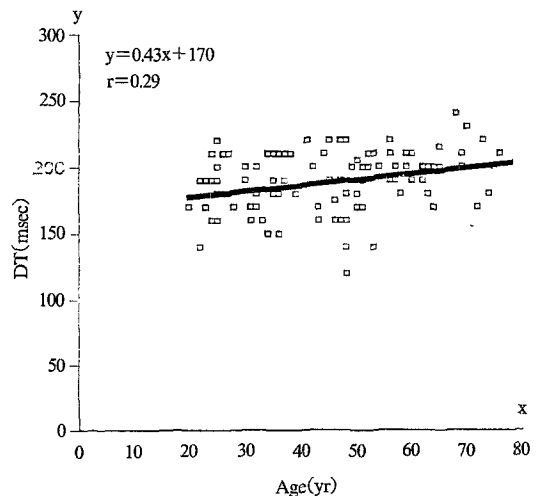


Fig. 9. Relation of the deceleration time(DT) to age.

Table 4. Doppler echocardiographic data in subjects

Subgroups	Peak E(m/sec)	Peak A(m/sec)	E/A ratio	MVDT(msec)	IVRT(msec)
Group I	0.90±0.23**	0.43±0.13	2.20±0.43***	183±21	74.0±10.7
Group II	0.85±0.11**	0.48±0.08	1.82±0.48***	185±20	72.0±10.4
Group III	0.72±0.16	0.54±0.24*	1.46±0.35*	185±29	88.0±10.7**
Group IV	0.73±0.10	0.55±0.11*	1.37±0.30*	193±18*	95.0±7.2**
Group V	0.73±0.19	0.66±0.16**	1.11±0.25	200±18	107.0±17.4***

Data expressed mean±S.D.

*p<0.1

**p<0.05

***p<0.01

Peak E : peak velocity of rapid filling.

Peak A : peak velocity of atrial filling.

MVDT : deceleration time of mitral valve.

IVRT : isovolumetric relaxation time.

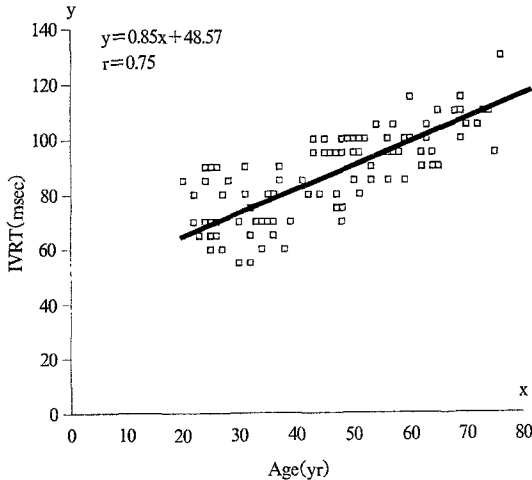


Fig. 10. Relation of the isovolumetric relaxation period (IVRT) to age.

ly Velocity, Peak E)의 비율(E/A ratio)은 I군에서 2.20±0.43, II군에서는 1.82±0.48, III군에서는 1.46±0.35, IV군에서는 1.37±0.30, V군에서는 1.11±0.25로 나타나 연령이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다($r = -0.70, p < 0.01$, Fig. 8, Table 4).

4) 승모판 조기 이완기 혈류의 감속시간(Deceleration Time, DT)

승모판 조기 이완기 혈류(Early Diastolic Flow)의 감속시간(Deceleration Time)은 I군에서 183±21 msec, II군에서 185±20 msec, III군에서 185±29 msec, IV군에서 193±18 msec, V군에서 200±18 msec로 나타나 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다($r = 0.29, p < 0.1$, Fig. 9, Table 4).

5) 등용이완시간(Isovolumetric Relaxation Time, IVRT)

등용이완시간(Isovolumetric Relaxation Time)은

I군에서 74.0±10.7 msec, II군에서 72.0±10.4 msec, III군에서 88.0±10.7 msec, IV군에서 95.0±7.2 msec, V군에서 107.0±17.4 msec로 연령이 증가함에 따라 유의하게 연장되었다($r = 0.75, p < 0.01$, Fig. 10, Table 4).

고 안

일반적으로 심혈관계는 연령이 증가함에 따라 변화하기 때문에 노령 환자에서의 심혈관계 질환을 진단할 때에는 연령에 따른 변화를 고려하여야 한다. 연령이 증가하면 좌심실의 이완기 기능에 장애가 오며 좌심실 질량이 증가하게 된다. 본 연구에서는 연령이 증가함에 따른 심박동수의 변화는 없었고, M-mode 심초음파 시행 결과 좌심실 확장기 내경은 연령이 증가할수록 유의하게 증가되어 있었으며, 좌심실 질량 지수도 연령이 증가함에 따라 유의하게 증가되어 있어 연령이 증가함에 따라 심근의 stiffness가 증가함을 나타내고 있다. 그러나 좌심실의 구혈률은 유의있는 차이가 없었고, 이들 소견은 다른 보고와 비슷하였다¹⁵⁾²⁹⁾.

한편 좌심실 이완기 기능의 장애는 고혈압, 허혈성 심질환 등에서 수축기 기능의 장애에 선행되어 나타나며 울혈성 심부전증 환자의 30%는 이완기 기능 장애에 의하여 증상이 나타나게 된다. 좌심실 이완기 기능의 장애는 탈분극 시기에 활동전위가 연장되고 sarcoplasmic reticulum에서의 칼슘 축적이 감소되며³⁾, 연령이 증가함에 따라 좌심실의 stiffness가 증가하고 신전력(distensibility)이 감소되어 발생한다³⁾¹⁷⁾. 즉 좌심실의 이완기 기능은 좌심실 내로 유입되는 혈류량과 좌심실의 탄성력(compliance)에 의하여 좌우되며, 이완기 기능에 장애가 오게되면 좌심실의 압력이 증가하며, 이 증가된

높은 압력이 좌심방과 폐순환에 영향을 미치게 되므로 울혈성 심부전의 증상이 나타나게 된다¹⁸⁾ 19).

좌심실의 이완기 기능의 측정 방법으로는 심도자법(cardiac catheterization), 좌심실 조영술(Left ventriculography), 핵종 심실 조영술(nuclide ventriculography) 및 digitalized M형 심초음파도 등이 이용되어 왔으나 최근 도플러 심초음파가 도입된 이후 비관혈적으로 심장내 혈류의 속도를 직접 잴 수 있으므로, 이완기 기능 평가에 많이 이용되게 되었다⁵⁾²⁰⁾²¹⁾. 도플러를 이용한 좌심실 이완 기능의 평가는 승모판막의 혈류를 이용하여 측정하는데, 승모판 혈류 속도는 좌심실로 흘러들어가는 혈류량의 변화율을 반영하며, 이 혈류 속도는 좌심방과 좌심실 사이의 압력차이에 의해 나타나게 된다¹⁵⁾ 22). 승모판의 확장 초기 최대혈류속도(Peak E)는 이완 초기에 빠른 속도로 좌심실로의 혈류의 충만을 나타내며 이 기간 동안 심근은 지속적으로 이완되므로 좌심방압에 비해서 좌심실 압력이 더 빠르게 감소하게 된다. 그러므로 이완기 기능 장애가 발생하면 Peak E는 감소된다⁴⁾²³⁾. 심실이 이완함에 따라 후기 이완기에 혈류속도가 다시 증가하는데 이는 좌심방이 수축하여 좌심실로의 혈류의 유입을 촉진시켜 주는 역할을 하며 심방수축시의 최대혈류속도(Peak A)는 확장 초기 신전력이 손상되었을 때에 보상기전으로 좌심방의 수축이 정상에서보다 현저하게 좌심실 충만에 기여하므로 이완기 장애시 Peak A는 증가한다⁴⁾²³⁾²⁴⁾. 본 연구에서 승모판막에서의 도플러 심초음파도 시행결과를 보면 연령에 따라 확장초기 최대혈류속도는 점차 감소하는 반면 심방 수축시의 혈류속도는 증가되어 있어 확장초기 신전력의 손상에 의한 보상적인 좌심실 수축의 증가로 이완기 장애를 반영하고 있다. 이에따른 도플러상의 E/A비는 고연령군에서 통계학적으로 의미있게 낮은 비율을 보여 chamber stiffness가 연령이 증가함에 따라 증가되는 것을 보여주고 있으며, 이는 다른 보고와 비슷하였다¹⁵⁾²⁹⁾.

승모판 혈류 속도 감소율(Deceleration time, DT)은 최고 충만에서부터 baseline까지 속도가 감소할 때까지의 시간으로 심장의 후부하(afterload)가 증가되는 질환에서는 Peak E가 감소하면서 DT가 증가하며, 전부하(preload)가 감소하는 질환에서는

승모판을 가로지르는 압력이 낮으므로 초기 최고 속도가 감소하고 DT가 길어진다. 그러므로 승모판 혈류속도를 결정하는데 있어서 좌심실 이완능, 좌심실 탄성력 및 좌심방 압력 모두가 중요한 역할을 한다. 심장의 이완시간이 연장되면 좌심방압이 증가되어 있지 않는 한 최고 속도가 감소하면 DT가 길어진다⁴⁾²⁴⁾²⁵⁾.

등용이완시간(Isovolumetric relaxation period, IVRT)은 심근의 이완 비율을 반영할 뿐만 아니라 좌심실압 및 좌심방압의 감소를 반영한다. 그러므로 이완기 기능 평가에 이용되는 지표로서는 상기의 E/A ratio, DT, IVRT가 흔히 이용되며²⁴⁾, 최근 경식도 초음파를 이용한 폐정맥 혈류 측정도 이용되고 있다²⁶⁾²⁷⁾. 본 연구 결과 승모판막의 DT는 초기 최고 속도가 낮아짐에 따라 유의하게 증가를 보이고 있었으며, IVRT도 연령이 증가함에 따라 유의하게 증가되어 신전력(distensibility) 손상에 의한 이완 장애를 보이고 있다. 이상의 결과로 연령이 증가함에 따라 능동적 이완 장애가 나타남을 보여주고 있다.

이러한 변수들은 대상의 연령에 따라 변화하는데 연령이 증가함에 따라 심근의 이완 형태가 변화하기 때문인 것으로 생각된다. 좌심실의 질량은 연령에 따라 증가하여 심근의 stiffness 증가의 요인이 되며, 좌심실이 불균일하게 이완되는 현상은 연령이 증가함에 따라 현저하게 나타난다. 즉 연령이 증가하면 좌심실압의 감소 속도가 감소하면서 심방과 심실간의 압력차가 감소되므로 확장초기 좌심실의 충만이 감소되어 승모판 혈류에서의 Peak E와 E/A비가 감소되며, Peak A, IVRT와 DT가 증가한다²³⁾ 24). 이는 연령이 증가할 때 뿐만 아니라 고혈압, 비후성 심근증, 급성 심근허혈 및 심근 경색증시 나타나며¹¹⁾²⁸⁾, 이러한 도플러 변수들은 심장의 부하상태/loading conditions), 심박동수와 심장 수축 기능에 따라서도 변화한다. 그러므로 도플러 측정치를 비교할 때는 이러한 모든 요소를 고려해야 한다.

본 연구의 결과로 연령이 증가함에 따라 확장 초기에서 좌심실의 신전력(distensibility)에 장애가 오며, 보상기전으로 좌심방의 수축이 강화되어 좌심실의 혈류의 충만에 기여함을 알 수 있다. 즉 연령이 증가함에 따라 IVRT가 연장되고 Peak E가

감소되며 Peak A가 증가된다. 그러므로 좌심실의 이완기능 장애의 유무를 정확히 평가하기 위해서는 승모판막의 혈류에 영향을 미치는 부하조건, 심박동수 및 심장의 수축상태뿐만 아니라 환자의 연령에 대하여도 고려해야하며 정상 상태와 이완기능의 장애를 구별하는 것이 중요하다.

결 론

연령에 따른 좌심실 이완기 기능의 변화를 관찰하기 위하여 정상 성인 100명에서 승모판막 혈류의 2-D 초음파도 유도하에 좌심실의 M형 심초음파도와 도플러 심초음파도를 이용하여 승모판막 혈류를 측정하여 아래와 같은 결과를 얻었다.

1. M형, 이면형 심초음파도

M형 심초음파 측정치중에서 좌심실 확장기 내경은 I군(연령 20~29세)이 $45.0 \pm 2.0\text{mm}$, II군(30~39세)이 $47.0 \pm 4.1\text{mm}$, III군(40~49세)이 $48.0 \pm 3.1\text{mm}$, IV군(50~59세)이 $49.0 \pm 1.9\text{mm}$, V군(60세 이상)이 $50.0 \pm 2.6\text{mm}$ 으로서 연령이 증가함에 따라 유의한 상관관계가 있었으며($r=0.50, p<0.05$, Fig. 4), LV mass index도 I군에서 $79 \pm 12\text{g/m}^2$, II군 $91 \pm 20\text{g/m}^2$, III군 $108 \pm 27\text{g/m}^2$, IV군 $107 \pm 17\text{g/m}^2$, V군 $123 \pm 18\text{g/m}^2$ 으로 연령이 증가함에 따라 증가하였고 III군, IV군, V군에서 유의하게 증가되어 있었다($r=0.60, p<0.05$, Fig. 5). 구혈율은 I군에서 $64.0 \pm 7.5\%$, II군에서 $65.0 \pm 6.3\%$, III군에서 $62.0 \pm 4.7\%$, IV군에서 $61.0 \pm 4.2\%$, V군에서 $66.0 \pm 7.0\%$ 로 연령 변화에 따른 상관관계가 없었다($r=0.007$, Table 3).

2. 도플러 심초음파도

1) 조기이완기 최대혈류속도(Peak E)

승모판에서의 조기이완기 최대혈류속도(Peak E)는 I군에서 $0.90 \pm 0.23\text{m/sec}$, II군에서 $0.85 \pm 0.11\text{m/sec}$, III군에서 $0.72 \pm 0.16\text{m/sec}$, IV군에서 $0.73 \pm 0.10\text{m/sec}$, V군에서 $0.73 \pm 0.19\text{m/sec}$ 으로 연령이 증가할수록 유의있게 감소하였다($r=-0.36, p<0.05$, Fig. 6).

2) 심방수축시 최대혈류속도(Peak A)

심방수축시 최대 혈류속도(Peak A)는 I군 $0.43 \pm 0.$

13m/sec , II군 $0.48 \pm 0.08\text{m/sec}$, III군 $0.54 \pm 0.24\text{m/sec}$, IV군 $0.55 \pm 0.11\text{m/sec}$, V군 $0.66 \pm 0.16\text{m/sec}$ 로 연령이 증가함에 따라 유의있게 증가하였다($r=0.43, p<0.05$, Fig. 7).

3) E/A ratio

Atrial velocity에 대한 early velocity의 비율(E/A ratio)을 측정한 결과 I군에서는 2.20 ± 0.43 , II군에서는 1.82 ± 0.48 , III군에서는 1.46 ± 0.35 , IV군에서는 1.37 ± 0.30 , V군에서는 1.11 ± 0.25 로 나타나 연령이 증가함에 따라 상관관계가 있게 감소하였다($r=0.70, p<0.01$, Fig. 8, Table 4).

4) 승모판 조기 이완기 혈류의 감속시간(DT)

Early diastolic flow의 deceleration time은 I군에서 $183 \pm 21\text{msec}$, II군에서 $185 \pm 20\text{msec}$, III군에서 $185 \pm 29\text{msec}$, IV군에서 $193 \pm 18\text{msec}$, V군에서 $200 \pm 18\text{msec}$ 로 나타나 연령이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다($r=0.29, p<0.1$, Fig. 9, Table 4).

5) 등용이완시간(IVRT)

등용이완시간(IVRT, Isovolumetric Relaxation Time)은 I군에서 $74.0 \pm 10.7\text{msec}$, II군에서 $72.0 \pm 10.4\text{msec}$, III군에서 $88.0 \pm 10.7\text{msec}$, IV군에서 $95.0 \pm 7.2\text{msec}$, V군에서 $107 \pm 17.4\text{msec}$ 로 나타나 연령이 증가함에 따라 증가되는 유의한 상관관계가 있었다($r=0.75, p<0.01$, Fig. 10, Table 4).

이상을 요약하면, 정상 성인에서 좌심실 확장기 내경, 승모판에서의 심방수축시 최대혈류속도, E/A비, 승모판 조기 이완기 혈류의 감속시간 및 등용이완 시간은 연령이 증가함에 따라 증가함을 알 수 있다. 그러므로 좌심실의 이완기능 장애의 유무를 정확히 평가하기 위해서는 승모판막의 혈류에 영향을 미치는 부하조건, 심박동수 및 심장의 수축상태뿐만 아니라 환자의 연령에 대하여도 고려해야하며 정상 상태와 이완기능의 장애를 구별하는 것이 중요하다.

References

- 1) Nanette KW : *Cardiovascular disease in the elderly. Current problems in cardiology* 1992 : 17 : 615-624
- 2) Lakatta EG and Geokas MC : *The aging heart. Ann Intern Med* 1990 : 113 : 455-466

- 3) Lernfelt B, Wikstrand J, Svanborg A, Landahl S : *Aging and left ventricular function in elderly healthy people. Am J Cardiol* 1991 : 68 : 547-549
- 4) Bryg RJ, Williams GA, Labovits AJ : *Effect of aging on left ventricular diastolic filling in normal subjects. Am J Cardiol* 1987 : 59 : 971-974
- 5) Rockey R, Kuo LC, Zoghbi WA, Limacher MC, Quinones MA : *Determination of parameters of Left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography : Comparison with Cineangiography. Circulation* 1985 : 71 : 543-550
- 6) Spirito P, Marton BJ, Bortow RO : *Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function : comparative analysis of Doppler echocardiography and radionuclide angiographic technique. J Am Coll Cardiol* 1986 : 7 : 518-526
- 7) Friedman BJ, Crinkovic N, Miles H, Shil WJ, Mazzone A, DeMaria AN : *Assessment of left ventricular diastolic function : Comparison of Doppler and gated pool scintigraphy. J Am Coll Cardiol* 1986 : 8 : 1348-1355
- 8) Snider AR, Gidding SS, Rocchini AP, Rosenthal A, Dick M, Crowley DC, Peters J : *Doppler evaluation of left ventricular diastolic filling in children with systemic hypertension. Am J Cardiol* 1985 : 56 : 921-926
- 9) Gardin JM, Drayer JI, Rohan MK, Knoll ML, Henry WL, Weber MA : *Doppler evaluation of left ventricular filling in mild and severe hypertension. J Am Coll Cardiol* 1987 : 7 : 185A
- 10) Pearson AC, Labovitz AJ, Mrosek D, Williams GA, Kennedy HL : *Assessment of diastolic function in normal and hypertrophied hearts : Comparison of Doppler echocardiography and M-mode echocardiography. Am Heart J* 1987 : 113 : 1417-1425
- 11) 서원교 · 조정휘 · 김권삼 · 김명식 · 송정상 · 배종화 : *정상인과 고혈압환자에서 나이와 좌심실비후에 따른 좌심실 이완기 기능변화에 관한 연구. 순환기* 1989 : 19 : 283-291
- 12) 박종훈 · 성인환 : *승모판막 질환에서 Doppler 심초음파를 이용한 확정기 압력경사 및 승모판구 면적에 관한 관찰. 순환기* 1986 : 16 : 225-231
- 13) 신승훈 · 양동호 · 박노춘 · 김순길 · 서세웅 · 김성구 · 권영주 : *고혈압 환자에서 도플러 심초음파도를 이용한 Nifedipine 투여 전후의 좌심실 이완기 기능의 평가. 순환기* 1991 : 21 : 1165-1173
- 14) 박인수 · 김철민 · 전승식 · 김중삼 · 최규보 · 홍순조 · 김진갑 · 김석동 : *성인형 당뇨 환자에서 Doppler 심초음파도를 이용한 좌심 이완기 기능장애의 조기평가. 순환기* 1990 : 20 : 174-181
- 15) Hatle L, Angelsen B : *Doppler Ultrasound in cardiology : principles and applications. 1ed Philadelphia. Lea & Febiger* 1982 : pp60-133
- 16) Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, Reichek N : *Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy : Comparison to necropsy findings. Am J Cardiol* 1986 : 57 : 450-458
- 17) Geokas MC, Lakatta EG, Makinodan T, Timiras PS : *The aging process. Ann Intern MED* 1990 : 113 : 455-466
- 18) Labovitz AJ, Pearson AC : *Evaluation of left ventricular diastolic function : Clinical relevance and recent Doppler echocardiographic insights. Am Heart J* 1987 : 114 : 836-851
- 19) Zoghbi WA, Habib GB, Quinones MA : *Doppler assessment of right ventricular filling in a normal population : Comparison with left ventricular filling dynamics. Circulation* 1990 : 82 : 1316-1324
- 20) Reichek N, Devereux RB : *Reliable estimation of Peak ventricular systolic pressure by M-mode echocardiographic determined end-diastolic relative valvular aortic stenosis in adult patterns. Am Heart J* 1982 : 103 : 202-207
- 21) 김동운 · 박승우 · 김덕경 · 유규형 · 오병희 · 박영배 · 최윤식 · 서정돈 · 이영우 : *M형, 이면형, 도플러 심초음파도를 이용한 승모판 혈류량 곡선의 재구성에 관한 연구. 순환기* 1989 : 19 : 273-282
- 22) Sahn DJ : *Real-time two-dimensional Doppler echocardiographic flow mapping. Circulation* 1985 : 71 : 849-853
- 23) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Owa M, Nakasone I, Sakakibara H, Nimura Y : *Augmentation of atrial contribution to left ventricular inflow with aging as assessed by intracardiac Doppler flowmetry. Am J Cardiol* 1984 : 53 : 586-589
- 24) Nishimure RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik J : *Assessment of diastolic function of the heart : Background and current applications of Doppler echocardiography. Part II. Clinical studies. Mayo Clin Proc* 1989 : 64 : 181-204
- 25) Nishimura RA, Housmans DR, Hatle LK, Tajik AQJ : *Assessment of diastolic function of the heart : Background and current applications of Do-*

- Doppler echocardiography. Part I. Physiologic and pathologic features, Mayo Clinic Proc 1989 : 64 : 71-81*
- 26) Castello R, Pearson AC, Lenzen P, Labovitz AJ : *Evaluation of pulmonary venous flow by transesophageal echocardiography in subjects with a normal heart : comparison with transthoracic echocardiography. J Am Coll Cardiol 1991 : 18 : 65-71*
- 27) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL : *Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function : new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. J Am Coll Cardiol 1988 : 12 : 426-440*
- 28) 윤규형 · 김동운 · 손대원 · 오병희 · 박영배 · 최윤식 · 서정돈 · 이영우 : *허혈성 심질환에서 비관혈적인 방법을 이용한 좌심실 확장기 기능의 변화. 순환기 1989 : 19 : 651-667*
- 29) Shah PM, Pai RG : *Diastolic heart failure. Current Problems in Cardiology 1992 : 17 : 800-809*