

고혈압 환자에서 도플러 심초음파를 이용한 좌심실 이완기기능에 관한 연구

이화여자대학교 의과대학 내과학교실
이 옥 재 · 신 길 자

=Abstract=

Study for Left Ventricular Diastolic Dysfunction in the Hypertensive Patients by Pulsed Doppler Echocardiography

Ok Jae Lee · Gil Ja Shin

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

It is well known that the diastolic dysfunction of the left ventricle plays an important role in the pathophysiology of heart failure in the various cardiac disease. And many hypertensive patients manifest diastolic dysfunction of the left ventricle in its early stage. Thus, early detection of left ventricular diastolic dysfunction has clinical importance in management and prognosis of hypertensive heart disease.

For the evaluation of the left ventricular diastolic function in the hypertensive patients, 30 normotensive control subject and 30 untreated essential hypertensive patients were studied by pulsed Doppler echocardiography at the left ventricular inflow, and then E/A velocity ratio [E/A (v)], early diastolic deceleration time(EDDT), and late diastolic time(LDT) were measured after confirming normal ejection fraction by M-mode echocardiography. The hypertensive patients were subgrouped according to the level of the diastolic pressure(Group A : mild, Group B : moderate, Group C : severe) and the each parameters of different groups were compared with those of the normal control group.

The results were as follows :

1) In the 30 normal control group, ejection fraction was $69.4 \pm 4.6\%$ and in the 30 hypertensive patients group, it was $66.7 \pm 5.3\%$. There was no significant differences between the normal control and the hypertensive patients group.

2) In the normal control group, E/A (v) was 1.54 ± 0.32 , EDDT was 147 ± 13.4 msec, LDT was 159 ± 14.8 msec, and in all hypertensive patients group, mean E/A (v) was 0.80 ± 0.38 , mean EDDT was 165 ± 19.4 msec, mean LDT was 149 ± 14.9 msec. E/A (v) was significantly decreased ($P < 0.005$) and EDDT was prolonged ($P < 0.025$), compared with those of the normal control group, but there was no significant difference in LDT.

3) In Group A, E/A (v) was significantly decreased (0.98 ± 0.36 , $P < 0.005$), compared with

those of the normal control group, but there was no significant difference in EDDT(155 ± 18.5 msec).

4) In Group B, E/A (v) was markedly decreased(0.76 ± 0.45 , $P < 0.005$), and EDDT was significantly prolonged(170 ± 24.8 msec, $P < 0.025$), compared with those of the normal control group.

5) In Group C, E/A (v) was significantly decreased(0.66 ± 0.32 , $P < 0.005$), and EDDT was prolonged(171 ± 21.3 msec, $P < 0.01$), compared with those of the normal control group.

Above results suggest that diastolic dysfunction of the left ventricle can precede the systolic dysfunction and clinical deterioration even in the mild hypertensive patients, and pulsed Doppler echocardiographic diastolic indices such as E/A (v) and EDDT play an important role in the early detection of the left ventricular diastolic dysfunction in the hypertensive patients.

서 론

연구대상 및 방법

각종 심장질환에서 좌심실 수축기능이 정상인 경우에도 좌심실 이완기능의 장애가 선행되어 여러가지 심장증상 및 심부전을 유발시킬 수 있으므로¹⁾²⁾⁷⁾, 이완기능의 장애를 조기에 발견하는 것이 심장질환의 치료와 예후에 중요한 영향을 미칠 수 있다. 특히, 고혈압은 심근과 관상동맥에 구조적 및 기능적인 변화를 야기시켜 심장기능을 저하시키고 결국은 울혈성 심부전을 초래하게 된다. 또한 고혈압이 울혈성 심부전의 가장 많은 원인이 되므로, 고혈압 환자의 좌심실 이완기능의 평가는 심부전의 조기진단 및 치료와 예후 판정에 매우 중요하다.

좌심실의 이완기능의 평가방법에는 심도자 및 좌심실조영술, M형 심초음파도, 방사성 핵종을 이용한 심혈관조영술 등의 다양한 방법들이 있으나³⁻⁵⁾, 최근에 도플러 심초음파도가 방사선에 노출되지 않고, 비관혈적이면서, 비교적 간단해서 반복 추적검사가 용이한 방법으로서 좌심실 이완기능의 평가에 각광을 받게 되었다⁸⁻¹²⁾.

본 연구는 본태성 고혈압 환자에서 좌심실 이완기능의 장애를 관찰함으로써 본태성 고혈압 환자의 심장기능 장애의 조기진단 및 치료의 지침으로써의 유용성을 평가하고자 시행하였다.

1. 연구대상

1988년 3월부터 1989년 12월까지 이화여자대학교 부속병원에 입원하였거나 외래를 방문했던 환자로서 혈압이 140/90 mmHg 이상인 본태성 고혈압 환자중, 처음 진단받았거나, 이전에 항고혈압제 치료를 받지 않은 환자 30예와 정상대조군으로 고혈압의 기왕력이나 현병력이 없는 건강한 성인 30예를 대상으로 하였다.

고혈압환자군은 미국 Joint National Committee의 분류법에 따라서 이완기 혈압이 90~104 mmHg를 경증 고혈압환자군(A군), 105~114 mmHg를 중등도 고혈압환자군(B군) 115 mmHg 이상을 중증 고혈압환자군(C군)으로 분류하였다.

정상대조군은 연령이 41세부터 73세였으며 평균연령은 55.9 ± 15.9 세로 남자가 10예 여자가 20예였고, 평균혈압은 $118 \pm 10.8/73.6 \pm 7.2$ mmHg였으며, 평균심박동수는 70.2 ± 6.9 회/min였다. 고혈압환자군은 41세부터 72세까지로 평균연령은 56.8 ± 16.6 세였고, 남자가 10예 여자가 20예였으며, 평균혈압은 $179 \pm 27.4/113 \pm 15.4$ mmHg였고 평균심박동수는 69.4 ± 8.0 회/min였다. 양군 사이에 성별, 연령별, 심박동수 등에 통계학적으로 유의있는 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. Clinical characteristics of the subject

	Control group	Hypertensive group
Case No.	30	30
Age(years)	55.9± 15.9	56.8± 16.6
(Range)	(41-73)	(41-72)
Sex(M : F)	1 : 2	1 : 2
BP(mmHg)		
Systolic	118± 10.8	179± 27.4
Diastolic	74.7± 7.2	113± 15.4
Heart rate (/min)	70.2± 6.9	69.4± 8.0

Data expressed mean± S.D.

고혈압환자군중 A군은 10예로 평균연령은 56.5 ± 19.2세였고, 평균혈압이 159± 11.7/97± 3.4 mmHg였으며, B군은 10예로 평균연령 58.9± 15.5세였고, 평균혈압은 169± 15.8/109± 3.0 mmHg였으며, C군은 10예로 평균연령 54.9± 13.8세였고 평균혈압이 208± 23.2/132± 8.2 mmHg였다(Table 2).

2. 연구방법

심초음파도는 미국 Hewlett Packard사의 심초음파기 model 77020A를 사용하였고 승모판막의 도플러 심초음파도는 환자를 좌측와위로 하고 3.5 MHz 탐촉자(transducer)를 심첨부에 두고, sample volume을 승모판막류에 놓고 0~5°의 각도에서 pulsed wave Doppler를 이용하여 50mm/sec의 속도로 기록하였다(Fig. 1).

좌심실의 수축기기능지표로는 M형 심초음파도를 이용하여 구혈율을 측정하였으며(Fig. 2) 이완기기능지표로는 승모판막혈류의 최고혈류속도의 비 E/A (V), 승모판막혈류의 E점에서 F점까지의

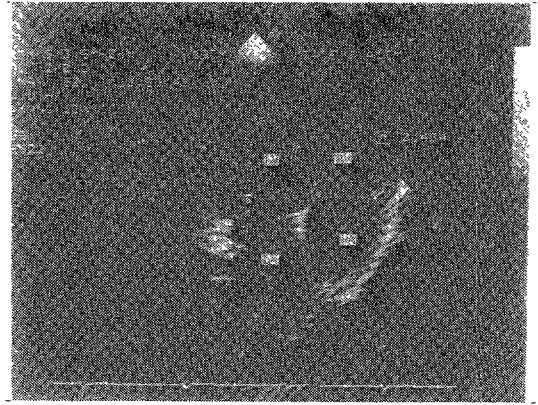


Fig. 1. Stop-frame, two-dimensional echocardiogram showing the position of the sample volume used to obtain transmitral diastolic flow-velocity waveform. The sample volume is positioned near the mitral valve tips.

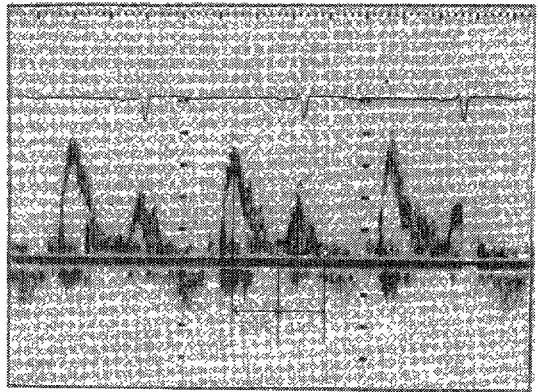


Fig. 2. Normal transmitral flow-velocity waveform. The maximal early flow-velocity(peak E) is high relative to maximal late diastolic flow-velocity(peak A), resulting in an E to A ratio of greater than 1.

Table 2. Subgroup of hypertensive group based on the level of diastolic pressure

Subgroups	Case No.	Age(years)	BP(mmHg)	Heart rate(/min)
A(mild HT)	10	56.5± 9.6	159± 11.7/ 97± 3.4	71.0± 6.3
B(moderate HT)	10	58.9± 7.7	169± 15.8/109± 3.0	71.4± 6.5
C(severe HT)	10	54.9± 6.9	208± 23.2/132± 8.2	65.8± 7.4

HT : hypertension

Data expressed mean± S.D.

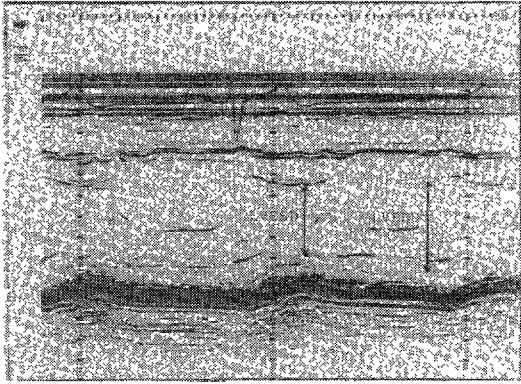


Fig. 3. Method of measurement of ejection fraction (EF) by M-mode echocardiography($EF = (LVEDD^3 - LVESD^3) / LVEDD^3$, LVEDD : Left ventricular end-diastolic dimension, LVESD : Left ventricular end-systolic dimension)

시간인 Early diastolic deceleration time(이하 EDDT로 약함), 승모판막혈류의 F점에서 C점까지의 혈류시간인 Late diastolic time(이하 LDT로 약함)을 측정하였다(Fig. 3, 4). 그리고 각각의 지표는 3~5 cardiac cycle의 평균치를 산출하였고, 통계학적 처리는 student T test를 적용하였다.

연구 성적

정상대조군과 경증(A군), 중등도(B군), 중증(C군) 고혈압환자군에서의 수축기기능지표인 구혈

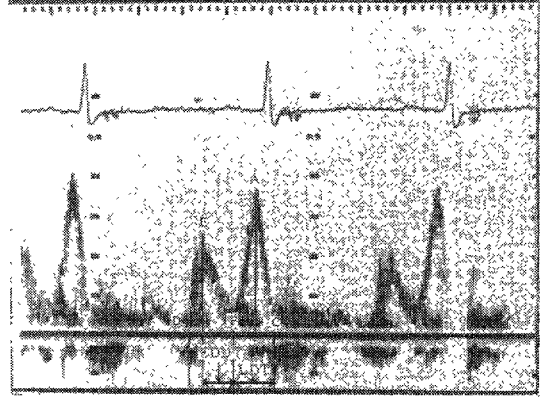


Fig. 4. Abnormal transmitral flow-velocity waveform. Methods of measurements of left ventricular diastolic function from Doppler mitral valvular flow-velocity waveforms(EDDT : Early diastolic deceleration time, LDT : Late diastolic time)

율은 모두 정상이었으며, 각군 사이에 통계학적으로 유의있는 차이는 없었고, 이완기능지표인 E/A 속도비, EDDT, LDT 등을 관찰한 결과는 다음과 같았다(Table 3, Fig. 5).

1) 정상대조군에서 E/A 속도비는 1.54 ± 0.32 , EDDT는 147 ± 13.4 msec, LDT는 159 ± 14.8 msec였으며, 고혈압환자군에서는 E/A 속도비가 0.80 ± 0.38 , EDDT가 165 ± 19.4 msec, LDT가 149 ± 14.9 msec로 E/A 속도비 및 EDDT는 정상대조군과 비교하여 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으나

Table 3. Comparison of systolic and diastolic functional indices between normal control and hypertensive groups

Groups Index	Control group	Hypertensive groups			
		A	B	C	Mean
BP(mmHg)					
Systolic	118 ± 10.8	159 ± 11.7	169 ± 15.8	208 ± 23.2	179 ± 27.4
Diastolic	74 ± 7.2	97 ± 3.4	109 ± 3.0	132 ± 8.2	113 ± 15.4
EF (%)	69.4 ± 4.6	64.8 ± 3.7	69.4 ± 6.7	65.8 ± 8.1	66.7 ± 5.3
E/A(v)	1.54 ± 0.32	$0.98 \pm 0.36^{***}$	$0.76 \pm 0.45^{***}$	$0.66 \pm 0.32^{***}$	$0.80 \pm 0.38^{***}$
EDDT(msec)	147 ± 13.4	155 ± 18.5	$170 \pm 24.8^{**}$	$171 \pm 21.3^*$	$165 \pm 19.4^{**}$
LDT(msec)	159 ± 14.8	141 ± 30.3	157 ± 18.6	151 ± 24.1	149 ± 14.9

***P<0.005

** P<0.025

* P<0.01

Data expressed mean±S.D.

EF : ejection fraction

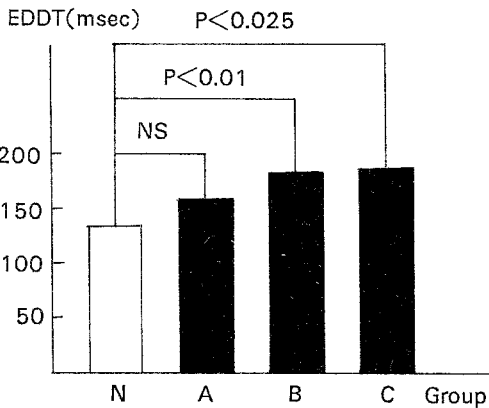
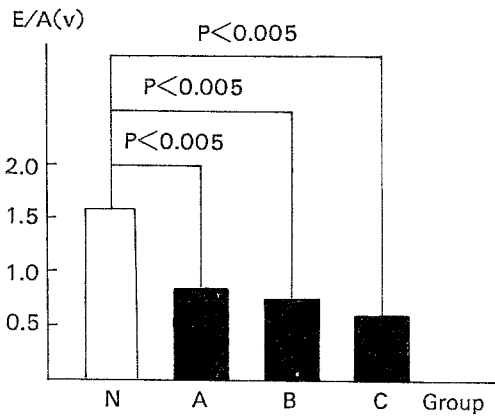


Fig. 5. Comparison of left ventricular diastolic function indices between normal control(N) and hypertensive(A: mild, B: moderate, C: severe) groups for peak velocity E/A ratio(E/A (v)), early diastolic deceleration time(EDDT) (NS: not significant)

(각각 $P<0.005$, $P<0.025$), LDT는 통계학적인 차이가 없었다.

2) 경증 고혈압환자군(A군)에서 E/A 속도비는 0.98 ± 0.36 , EDDT는 $155 \pm 18.5\text{msec}$, LDT가 $141 \pm 30.3\text{msec}$ 로서, E/A 속도비가 정상대조군에 비하여 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($P<0.005$).

3) 중등도 고혈압환자군(B군)에서는 E/A 속도비가 0.76 ± 0.45 , EDDT가 $170 \pm 24.8\text{msec}$, LDT가 $157 \pm 18.6\text{msec}$ 로서, E/A 속도비와 EDDT가 정상대조군에 비하여 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다($P<0.005$, $P<0.025$).

4) 중증 고혈압환자군(C군)에서는 E/A 속도비가 0.66 ± 0.32 , EDDT가 $171 \pm 21.3\text{msec}$, LDT가 $151 \pm 24.1\text{msec}$ 로서, E/A 속도비와 EDDT가 정상대조군에 비하여 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다(각각 $P<0.005$, $P<0.01$).

고찰

좌심실의 이완기기능에 영향을 미치는 인자로서는 첫째, 해부학적 요소로서 좌심실비대 혹은 우심실비대를 들 수 있으며, 그 예로서 좌심실비대가 있는 고혈압환자에서 좌심실근질량과 조기 좌심실충혈율간에 반비례 관계가 있다. 둘째, 혈액역학적 요소로서 수축력, 전부하, 후부하, 심박동수 등이 영향을 줄 수 있으며, 수축기말 좌심실벽긴장도가 증가되면 좌심실충혈속도가 감소되지만 수축기혈압의 정도와는 큰 상관관계가 없다. 셋째, 교감신경의 영향을 들 수 있는데 교감신경의 자극이 강해지면 좌심실의 이완기기능이 항진되며, 넷째, 관상동맥혈류 및 심근관류의 정도가 좌심실 이완기기능에 영향을 주며, 이는 심근허혈이 있을 때 좌심실의 충혈속도가 감소되는 것으로써 알 수 있다¹³⁾¹⁴⁾.

고혈압이 지속되면 좌심실은 비후 또는 확장되고 좌심부전으로 발전할 수 있으며, 고혈압성 심장질환을 포함한 거의 모든 심부전에서 이완기기능의 장애가 있다는 것은 잘 알려져 있지만, 이완기기능 장애가 어느 시기에 발생하며, 이것을 민감하게 반영하는 지표가 무엇인지, 이완기중 어느 기능이 먼저 장애를 받으며 그 기전이 무엇인지에 대한 정설은 아직 없다. 그러나 확실한 것은 이완기기능 장애가 수축기기능 장애보다 먼저 선행될 수 있다는 것이며¹⁷⁾, 따라서 이완기기능 장애가 좌심부전증의 발생을 예측할 수 있는 중요한 지표가 되므로, 경증 고혈압이 있을 경우에도 치료의 여부를 조기에 판단할 수 있어서 최근에는 고혈압환자에서 이완기기능의 평가가 임상적으로 중요한 의의를 가지게 되었다¹⁵⁾¹⁶⁾.

좌심실 이완기기능의 평가방법에는 여러가지가 있지만, 심도자 및 혈관조영술은³⁾ 관혈적이고 복잡하고 비경제적이며 많은 환자에게 적용해서 추적검사하고 치료효과를 판정하는 데는 적절하지

않다⁶⁾. 한편, 비관혈적 방법으로 방사성 핵종을 이용한 심혈관조영술과⁴⁾¹⁷⁾ Digitized M형 심초음파도가⁵⁾¹⁸⁾¹⁹⁾ 좌심실 이완기능평가에 이용되어 왔으나 방사성 핵종 심혈관조영술은 빠른 주사선 속도에 의한 영상을 얻는 것이 필요하며 이것은 몇몇 특수한 핵의학 검사실에서만 가능하고²⁰⁾, 또한 Digitized M형 심초음파도는 총혈동안 좌심실용적의 아주 일부분만을 볼 수 있고, 초음파 추적에 고도의 기술과 컴퓨터 조작이 필요한 단점이 있다²¹⁾.

Doppler 심초음파도는 비관혈적이고 비교적 간단하고 전리성 방사선에 노출될 위험이 없으며, 반복측정이 가능하고 컴퓨터 조작이 필요없다⁶⁾. 또한, 도플러 심초음파도에 의한 좌심실 이완기능지표가 관혈적인 방법인 좌심실조영술에 의한 지표와 잘 일치하므로²²⁾, 도플러 심초음파도가 좌심실 이완기능의 평가 및 연구에 매우 중요하다고 할 수 있다.

본 연구의 대상군은 41세부터 73세까지의 연령군으로 연령과 성별에서 정상대조군과 통계학적으로 유의한 차이는 없었고, 치료받지 않은 모든 경증, 중등도, 중증 고혈압환자군에서 E/A 속도비가 통계학적으로 유의하게 감소되었고($P < 0.005$), EDDT도 중등도 및 중증 고혈압환자군에서 유의하게 증가되었다(각각 $P < 0.025$, $P < 0.01$). E/A 속도비의 평균치가 0.8로서, Rokey 등²²⁾이 좌심실조영술상 최고 좌심실 총혈 속도가 감소된 환자에서 E/A 속도비가 1.0 미만으로 감소되어 있음을 보고한 것과 일치하였다. EDDT는 고혈압환자군에서 유의하게 증가되어 있었으나 LDT는 정상대조군과 고혈압환자군 사이에 유의한 차이가 없었는데, Gardin 등²³⁾은 경증 고혈압환자에서 EDDT, Early diastolic deceleration rate(EDDR) 및 LDT 등이 유의하게 변화되어 있음을 보고하였다.

E/A 속도비가 고혈압의 중증도에 따라 분류한 3개군에서 모두 감소된 것은 경증 고혈압 환자에서도 좌심실 이완기능장애가 발생할 수 있음을 시사하고, EDDT가 중등도 및 중증 고혈압환자에서 유의하게 증가된 것으로서 좌심실 이완기능 중 특히 초기이완기능의 장애가 후기이완기능의 장애보다 조기에 발생함을 알 수 있다¹⁵⁾.

이와 같은 연구결과로부터 고혈압환자에서 도

플러 심초음파도를 이용한 좌심실 이완기능 지표를 평가함으로써 수축기기능장애가 발생하기 전에 좌심실 이완기능장애를 조기에 발견하여 좌심부전증의 발생을 조기에 예측할 수 있음을 관찰하였다.

본 연구에서 대상으로 한 고혈압환자군에서는 좌심실 이완기능의 영향인자의 하나인 좌심실 비대를 고려하지 않았으나, 정 등²⁴⁾은 좌심실근 질량지수를 이용한 좌심실 비대의 발생 여부에 따라 도플러 심초음파도를 이용한 좌심실 이완기능 지표를 비교관찰함으로써 좌심실비대가 발생하기 전의 고혈압환자에서도 좌심실 이완기능이 저하될 수 있음을 보고하였다. 또한, 본 연구는 치료받지 않은 고혈압환자를 대상으로 하였는데, Phillips 등²⁵⁾이 치료받은 고혈압환자에서 도플러 초음파를 이용한 좌심실 이완기능장애를 분석하여 좌심실 후기총혈속도가 좌심실비대와 무관하게 정상대조군보다 유의하게 증가되어 있으며, 이것은 고혈압치료후에도 지속되는 것을 관찰하였다. 그러므로 항고혈압제 치료가 각각의 좌심실 이완기능의 지표에 미치는 영향 및 장기간의 예후에 미치는 영향에 대한 연구가 향후 과제가 되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

수축기기능이 정상인 본태성 고혈압환자에서 좌심실의 이완기능평가를 위하여 30예의 정상대조군과 30예의 치료받지 않은 본태성 고혈압환자군을 대상으로 승모판막유입 혈류의 도플러 심초음파도를 시행하였으며, 고혈압환자군을 이완기혈압에 따라 경증(A군), 중등도(B군), 중증(C군) 고혈압환자군으로 세분하여 좌심실 이완기능 지표인 E/A 속도비, EDDT, LDT를 비교관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 구혈율은 정상대조군에서 $69.4 \pm 4.6\%$, 고혈압환자군에서 $66.7 \pm 5.3\%$ 로서 양군사이에 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

2) 정상대조군에서 E/A 속도비가 1.54 ± 0.32 , EDDT가 $147 \pm 13.4\text{msec}$, LDT가 $159 \pm 14.8\text{msec}$ 였고, 고혈압환자군에서는 E/A 속도비가 0.80 ± 0.38 , EDDT가 $165 \pm 19.4\text{msec}$, LDT가 $149 \pm 14.9\text{msec}$ 로

E/A 속도비 및 EDDT는 정상대조군에 비해서 통계학적으로 유의있는 차이를 나타냈으나(각각 $P < 0.005$, $P < 0.025$), LDT는 유의있는 차이가 없었다.

3) 경중고혈압환자군(A군)에서는 E/A 속도비가 0.98 ± 0.36 , EDDT가 155 ± 18.5 msec로 E/A 속도비가 정상대조군에 비해서 유의있게 감소되었다($P < 0.005$).

4) 중등도 고혈압환자군(B군)에서는 E/A 속도비가 0.76 ± 0.45 , EDDT가 170 ± 24.8 msec로 E/A 속도비 및 EDDT가 정상대조군에 비해서 유의있는 차이를 나타냈다(각각 $P < 0.005$, $P < 0.01$).

5) 중증 고혈압환자군(C군)에서는, E/A 속도비가 0.66 ± 0.32 , EDDT가 171 ± 21.3 msec로 E/A 속도비 및 EDDT가 정상대조군에 비해서 유의있는 차이를 나타냈다(각각 $P < 0.005$, $P < 0.01$).

이상의 결과로써 좌심실 수축기기능이 정상인 고혈압환자에서 고혈압의 중증도와 무관하게 경중에서도 좌심실 이완기기능장애가 초래됨을 알수 있으며, 도플러 심초음파도를 이용한 E/A 속도비와 EDDT가 좌심실 이완기기능장애의 조기평가에 있어서 유용한 지표라고 생각된다.

References

- 1) Dougherty AH, Naccarelli GV, Gray EL, Hick CH, Goldstein RA : *Congestive heart failure with normal systolic function. Am J Cardiol* 1984 : 54 : 778-782
- 2) Soufer R, Wohlgelelnter D, Vita NA : *Intact systolic left ventricular function in clinical congestive heart failure. Am J Cardiol* 1985 : 55 : 1032-1036
- 3) Grossman W, McLaurin LP : *Diastolic properties of the ventricle. Ann Int Med* 1976 : 84 : 316-326
- 4) Bonow RO, Rosing DR, Bacharach SL : *Effects of verapamil on the left ventricular systolic function and diastolic filling in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Circulation* 1981 : 64 : 787-796
- 5) Gibson DG, Brown D : *Measurement of instantaneous left ventricular dimension and filling rate in man. Br Heart J* 1973 : 35 : 1141-1149
- 6) Spirito P, Maron BJ : *Doppler echocardiography for assessing left ventricular function. Ann Int Med* 1988 : 109 : 122-126
- 7) Topol EJ, Traill TA, Fortuin NJ : *Hypertensive hypertrophic cardiomyopathy in the elderly. N Engl J Med* 1985 : 312 : 277-283
- 8) Kitabatake A, Inouye M, Asao M, Tanouchi J, Masuyama T, Abe H, Morita H, Senda S, Matsuo H : *Transmitral blood flow reflecting diastolic behaviour of the left ventricle in health and disease. Jpn Circ J* 1982 : 46 : 92-98
- 9) Okamoto M, Kinoshita N, Miyatake K : *Analysis of diastolic filling of the right ventricle in hypertrophic cardiomyopathy. J Cardiogr* 1983 : 13 : 79-88
- 10) Hatle L, Angelsen B : *Doppler echocardiography, principles and applications. Philadelphia, Lea & Febiger* 1982 : 60-133
- 11) Spirito P, Maron BJ, Chiarella F, Vecchio : *Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function : comparative analysis of pulsed Doppler ultrasound and digitized M-mode echocardiography. Am J Cardiol* 1986 : 58 : 837-843
- 12) Spirito P, Maron BJ, Bonow RO : *Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function. J Am Coll Cardiol* 1986 : 7 : 518-526
- 13) Fouad FM : *Left ventricular diastolic function in hypertensive patients. Circulation* 1987 : 75(suppl. I), I-48
- 14) Fouad FM, Slominskj JM, Tarazi RC : *Left ventricular diastolic function in hypertension : relation to ventricular mass and systolic function. J Am Coll Cardiol* 1984 : 3 : 1500
- 15) 조정관 · 박옥규 : 본태성 고혈압에서 좌심실 초기 확장기 기능에 관한 연구. 대한내과학회지 1984 : 27 : 875-884
- 16) Inouye I, Massie D, Topic DN, Silverstein D, Simson P, Tubau J : *Abnormal left ventricular filling : An early finding in mild to moderate systemic hypertension. Am J Cardiol* 1984 : 53 : 120-126
- 17) Magorien DJ, Shaffer P, Bush C : *Hemodynamic correlates for timing intervals, ejection rate and filling rate derived from the radionuclide angiographic volume curve. Am J Cardiol* 1984 : 53 : 567-571
- 18) Lorell BH, Paulus WJ, Grossman W, Wynne J,

- Cohn PF : *Modification of abnormal left ventricular diastolic properties by nifedipine in patients with hypertrophic cardiomyopathy. Circulation* 1982 : 65 : 499-507
- 19) Spirito P, Maron BJ, Chiarella F : *Diastolic abnormalities in patients with hypertrophy. Circulation* 1985 : 72 : 310-316
- 20) Bacharach SL, Green MV, Borer JS, Hyde JE, Farkas SP, Johnston GS : *Left ventricular peak ejection rate, filling and ejection fraction : frame rate requirement at rest and exercise. J Nucl Med* 1979 : 20 : 189-193
- 21) Pollick D, Fitzgerald P, Popp RL : *Variability of digitized echocardiography : size, source and means of reduction. Am J Cardiol* 1983 : 51 : 576-582
- 22) Rokey 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
- 23) Gardin JM, Drayer JM, Weber M, Rohan M, Knoll M, Shu VWC, Garcia R, Brewer D, Henry WL : *Doppler echocardiographic assessment of left ventricular systolic and diastolic function in mild hypertension. Hypertension(suppl II)* 1987 : 90-96
- 24) 정명호 · 신순철 · 양승진 · 박상진 · 조정호 · 박종춘 · 강정채 · 박옥규 : 고혈압환자에서 심음도 및 도플러 심초음파를 이용한 좌심실 이완기능의 평가. *순환기* 1988 : 18 : 393-401
- 25) Phillips RA, Coplan NL, Krakoff LR, Yeager K, Ross RS, Gorlin R, Goldman ME : *Doppler echocardiographic analysis of left ventricular filling in treated hypertensive patients. J Am Coll Cardiol* 1987 : 9 : 317-332