

도플러 심초음파를 이용한 좌심실 확장기 혈류 속도에 관한 연구*

충남대학교 의과대학 내과학교실
장병환 · 성인환 · 박중훈 · 이복희

= ABSTRACT =

Echocardiographic Doppler Mitral Valve Flow Velocity In Hypertension

Byeng Hwan Jang, M.D., In Whan Soung, M.D., Chong Hoon Park, M.D.,
Bok Hee Lee, M.D.

*Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chungnam National University,
Daejeon, Korea*

This investigation was performed to evaluate Doppler mitral valve flow velocity profiles in hypertensive heart disease for the detection of the left ventricular diastolic dysfunction which preceded the systolic dysfunction.

Doppler derived parameters included; the duration of the early diastolic flow velocity peak (DF duration), the downward slope of the early diastolic flow velocity peak (EF slope) and the ratio between the height of the early and the late diastolic flow velocity peak (E-E'/A-A'). Doppler flow velocity profiles were measured in 19 normotensive subjects and 28 hypertensive patients.

We found decreased EF slope in hypertensive patients (3.6 ± 1.4 ./sec) in comparison with normotensive subjects (5.2 ± 2.4 m/sec) ($p < 0.01$). In hypertensive patients, E-E'/A-A' value was significantly lower (0.8 ± 0.2) than that of normotensive subjects (1.6 ± 0.4) ($p < 0.001$). DF duration was similar in both groups.

In conclusion, we found that Doppler mitral valve flow velocity profiles, EF slope and E-E'/A-A', were decreased in hypertensive patients, which may be due to the left ventricular diastolic dysfunction.

서 론

고혈압은 심혈관계에 여러가지 합병증을 유발

함으로서 주된 사망원인의 하나로 되어있으며¹⁾,
그중 고혈압에 의한 심장의 구조 및 기능의 변화
로 좌심비대, 관상동맥질환, 심부전등이 초래 되

* 본 논문의 요지는 제 38차 대한내과학회 추계학술대회 석상에서 발표하였음.

는바²⁻³⁾, 이러한 변화를 조기 발견하여 대처하는 것이 고혈압에 의한 합병증을 줄이는데 중요 하리라 생각된다.

이러한 변화를 발견하기 위한 방법으로 심전도, 흉부 X선검사, 심혈관조영술, 심초음파 검사등이 있으나, 그중에서도 심초음파 검사는 흉부 X 선 검사나 심전도에서 이상소견을 보이기 전에 변화를 찾을 수 있고⁴⁻⁵⁾, 관혈적인 심혈관 조영술등의 검사 소견과 잘 합치되는 검사 결과를 보이고 있어⁹⁻¹⁰⁾ 최근 심장질환의 진단에 많이 사용되고 있다.

저자들은 도플러 심초음파를 이용한 좌심실의 확장기 혈류속도 파형에 관한 여러가지 측정치를 정상인과 고혈압 환자간에 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

A) 연구대상

1986년 7월에서 9월사이에 충남대학교 의과대학 부속병원 내과에 입원하였던 고혈압 환자 28예와 정상 대조군 19예, 총 47예를 대상으로 하였다.

혈압은 양와위에서 다른날 세번 측정한 수축기 혈압이 140mmHg, 확장기 혈압이 95mmHg이상 일 경우 고혈압으로 하였고, 그중 검사결과 본태성 고혈압으로 판명된 28예를 대상으로 하였는데 남녀 각각 14예였고 평균 연령은 49세 였다. 고

혈압 환자는 심초음파 검사전에 항고혈압 제제를 전혀 투약받지 않았거나, 검사전 최근 2 주이내에는 투약을 중단한 사람이었다.

정상 대조군은 심장질환의 기왕력이 없고 초음파검사 당시 건강한 성인 19예로 남자 11예, 여자 8예 이었고 평균 연령은 43세였다. 고혈압 환자군과 정상 대조군의 특성은 Table 1과 같다.

B) 심초음파 검사

도플러 심초음파 측정은 Aloka사의 천연색 도플러 SD-880CW를 사용하였다. 우선 대상을 양와위에서 2.5MHz 탐촉자를 이용하여 좌흉골연시야(parasternal axis view)와 심첨부 시야(apical four chamber view)를 통하여 승모판막의 구조 및 기능을 관찰하여 이상이 없으면 심첨부 시야를 통하여 좌심실과 승모판의 움직임을 잘 보이도록 상을 잡아 천연색 도플러로 혈류를 확인하였다. 그 다음 좌심실을 심첨부에서 승모판륜의 중심까지 연결하는 가상의 선에 cursor를 위치시키고 승모판륜의 높이에 도플러 sample volume을 놓아 pulsed wave doppler로 좌심실 확장기 혈류속도의 파형을 기록하였다(Fig. 1).

좌심실의 확장기 혈류속도 파형에서 저자들은 다음 세가지를 측정하여 비교하였다(Fig. 2).

- 1) 조기 확장기 혈류속도 파형의 시간 간격(DF duration).
- 2) 조기 확장기 혈류속도 파형의 하강 경사도(EF slope).

Table 1. Clinical characteristics of subjects

	Normotensive sub.	Hypertensive sub.
Number of subjects	19	28
Sex - male : female	11 : 8	14 : 14
Age (years) Mean (range)	43 (28 - 57)	49 (28 - 62)
Heart rates (beats / min) Mean (range)	70 (48 - 90)	70 (46 - 93)
Systolic Blood Pressure (mmHg) Mean \pm SD (range)	123 \pm 8 (100 - 130)	161 \pm 14 (140 - 190)
Diastolic Blood Pressure (mmHg) Mean \pm SD (range)	75 \pm 7 (65 - 90)	103 \pm 10 (95 - 140)

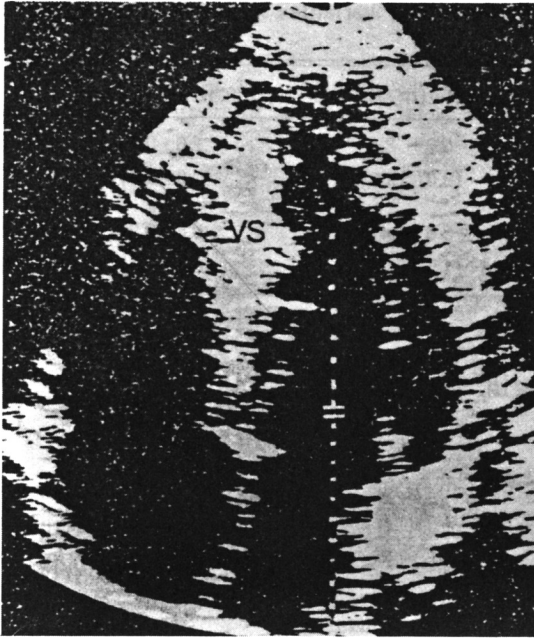


Fig. 1. Apical four chamber view of the heart showing the position of the doppler sample volume. VS=interventricular septum.

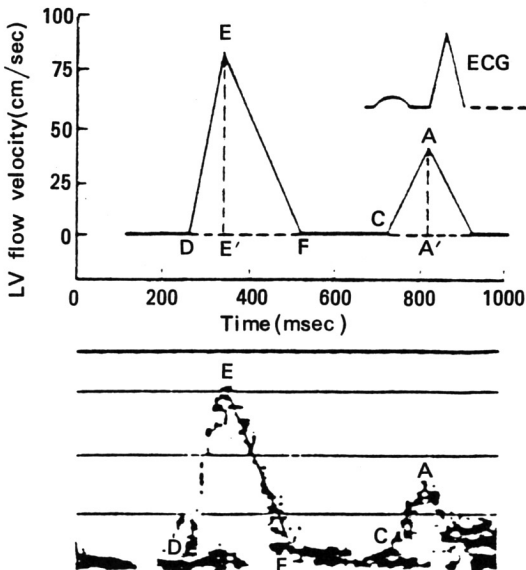


Fig. 2. Normal left ventricular flow velocity waveform obtained with doppler echocardiography.

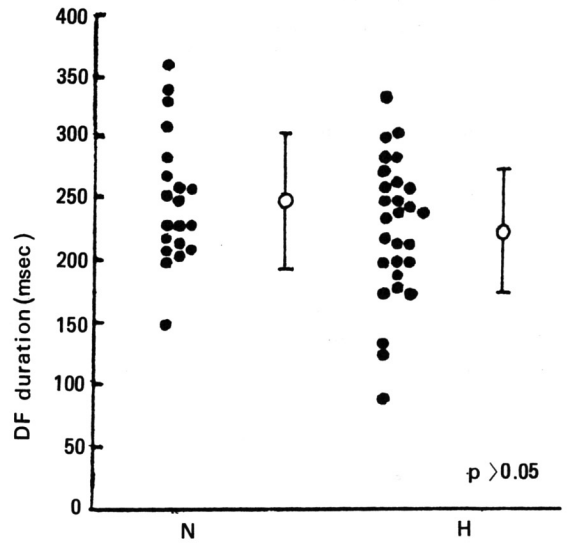


Fig. 3. DF duration in the normotensive subjects (N) and the hypertensive subjects(H).

3) 조기 파형의 높이(E-E')와 후기 파형의 높이(A-A')의 비, 즉 E-E'/A-A'를 측정하였다.

연구 성적

고혈압 환자군은 28명으로 남녀 각각 14명이었고 평균 연령은 49세였으며, 정상 대조군은 19명으로 남자 11명, 여자 8명이었고 평균 연령은 43세로서 양군간에 성별 및 연령의 통계적 차이는 없었다.

고혈압 환자군과 정상 대조군의 임상적, 혈액학적 관찰 성적을 비교하여 보면, 심박동수는 모든 대상에서 규칙적이었고 정상 대조군에서 70 ± 9 /min, 고혈압 환자군에서 70 ± 7 /min로 차이가 없었으며, 수축기 혈압은 각각 123 ± 8 mmHg, 161 ± 14 mmHg이고, 확장기 혈압은 각각 75 ± 7 mmHg, 103 ± 10 mmHg로서 각 군사이에 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$).

양군에서 도플러 심초음파에 의한 좌심실 확장

Table 2. Values* for doppler left ventricular diastolic flow velocity variables in the normotensive subjects and hypertensive patients

	DF (msec)	EF slope (m/sec ²)	E-E'/A-A'
Normotensive subjects	152±54 (150-360)	5.2± 2.4 (2.0-12.6)	1.6±0.4 (1.0-2.8)
Hypertensive patients	226± 50 (125-335)	3.6±1.4 [Ⓐ] (1.5-7.0)	0.8±0.2 [#] (0.3-1.3)

*Data are expressed as mean±SD with range in parentheses.

[Ⓐ] Significant difference from values in normotensive subjects ($p < 0.01$).

[#] Significant difference from values in normotensive subjects ($p < 0.0001$).

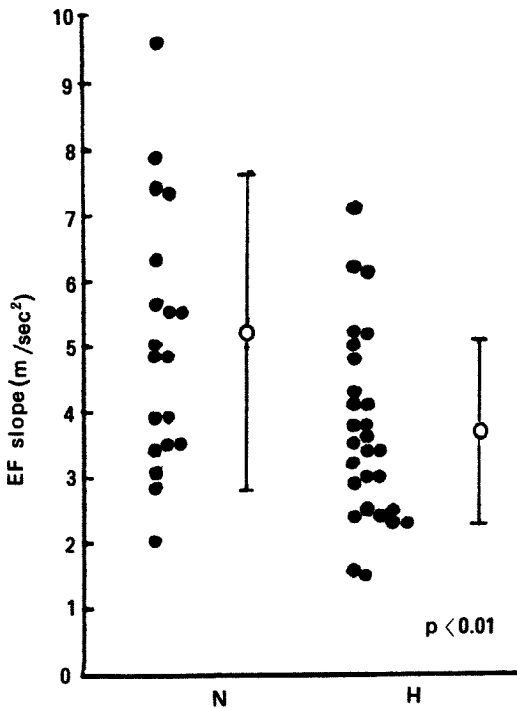


Fig. 4. EF slope in the normotensive subjects (N) and the hypertensive subjects (H).

기 혈류속도에 관한 측정치를 비교하여 보면, DF duration은 정상 대조군에서 252 ± 54 msec, 고혈압 환자군에서 226 ± 50 msec로서 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$, Table 2, Fig. 3). EF slope 및 $E-E'/A-A'$ 값은 정상 대조군에서 각각 2.5 ± 2.4 m/sec², 1.6 ± 0.4 이고 고혈압 환자군에서 각각 3.6 ± 1.4 m/sec², 0.8 ± 0.2 로서 양군사이에 유

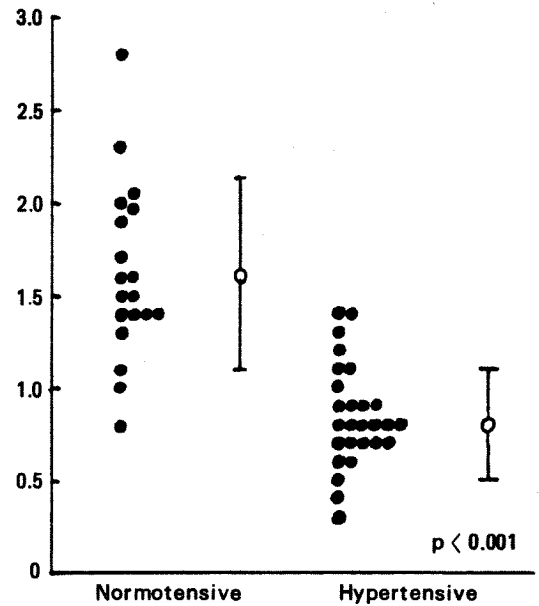


Fig. 5. $E-E'/A-A'$, the ratio between the height of the early and the late diastolic peak.

의한 차이를 관찰할 수 있었다 ($p < 0.01$, Table 2, Fig. 4, 5).

고 찰

고혈압이 오랜기간 지속되면 심장의 구조 및 기능의 이상이 초래되어 심초음파 검사에서 좌심방 내경의 증가, 좌심실벽 두께의 증가, 승모판 전엽의 폐쇄속도(EF slope)의 감소등이 관찰된

다^{5,6,7)}.

Savage등⁴⁾의 보고에 의하면 증상이 없는 고혈압 환자의 61%에서 심초음파 검사상 좌심실 비대나 확장의 소견을 보였으며, Grossman¹²⁾은 이러한 좌심실 비대는 과부하에 대한 반응으로서 수축기의 근긴장을 정상화 시키고 산소 소비량을 줄이려는 항상성의 표현으로 생각된다고 하였다.

Tarazi등¹³⁾은 고혈압에 의한 좌심방 이상(LAA; Left atrial abnormality)을 심전도 소견으로 밝힌바 있으며 뒤에¹⁴⁾ 이것이 좌심실 기능이상의 조기 표식자가 될 수 있다고 하였다. Dunn등⁵⁾은 심전도 소견상 LAA만 있는 초기 고혈압성 심장 질환에서 심초음파 검사를 하여 좌심실 질량의 증가를 관찰하였고 혈압 상승과 좌심실 비대에 비례하여 좌심실 기능의 감소가 있음을 보고하였다. Amodeo등¹⁵⁾은 LAA가 좌심실 비대의 조기 표식자가 될 수 있다고 하였다.

고혈압성 심장질환에서 가장 초기에 오는 변화는 수축기 기능의 이상보다는 좌심실의 탄성 감소에 의한 확장기 기능 이상이라고 알려져 있다¹⁶⁾. 수축기 기능은 심부전이 오기 전에는 대개 정상이거나 오히려 강화되어 있다하며¹¹⁾ 이는 좌심실 비대에 의한 수축력의 증강 때문인지 심실의 부하를 이겨내려는 효과 때문인지 확실하지 않다¹⁷⁾.

좌심실의 확장기 기능이상을 조기 반영하는 지표로는 M-mode 심초음파를 이용한 승모판 전엽의 EF slope^{18,19)} 및 대동맥 후벽의 운동을 응용한 atrial emptying index(AEI)등이 있다^{16,20,21)}.

Quinones등¹⁸⁾은 M-mode 심초음파에서 승모판 전엽의 EF slope의 감소는 좌심실의 탄성 감소에 의한 좌심실의 혈류유입의 저하에 기인하며, 이는 승모판 폐쇄가 없는 경우 좌심실의 확장기 기능을 반영한다 하였으며, Demaria등¹⁹⁾은 확장기 첫 1/3시기 동안의 승모판막을 통과하는 혈류와 승모판의 EF slope와의 관계를 발표하였는데, 좌심실의 탄성과 승모판의 EF slope 사이에는 그렇게 밀접한 관계를 보이지는 않았지만 EF slope가 75mm/sec이하로 감소시엔 전반적으로

좌심실의 탄성이 감소되었음을 보고 하였다.

AEI는 대동맥 후벽의 운동을 이용하여 산출되는 지표로 좌심방에서 좌심실로의 혈류 변화를 반영하며, 이것은 좌심방 자체의 구조변화보다는 좌심실 비대에 의한 탄성의 감소 때문에 초래되는 좌심방 용적 변화에 기인된다^{16,20,21)}.

또한 Hartford¹¹⁾등은 좌심비대가 없는 고혈압 환자에서 등장 이완기와 조기 확장 충만시간이 연장되는데 그 이유를 Ca^{++} 대사의 변화, 심근 조직의 구조 변화등으로 추정하였으며, 이것이 고혈압성 심장환에서 확장기능의 이상을 반영하는 증후가 될 수 있으리라 하였다.

Rockey등⁹⁾은 도플러 심초음파로 측정된 승모판 혈류 유입속도 곡선과 혈관조영에 의한 확장기 좌심실 용적변화 곡선이 유사하며, 두가지 방법으로 측정된 PFR(peak filling rate)와 정상화된 PFR(normalized PFR)이 잘 일치함을 보고하였고, 도플러 심초음파 검사에서 조기 충만도가 감소된 사람은 대개 상대적으로 좌심방 충만속도가 증가하여 조기 정점과 좌심방 수축에 의한 후기 정점의 비가 역전됨을 관찰하였다.

Spirito등⁸⁾은 여러가지 심장질환에서 도플러 심초음파로 얻은 좌심실 확장기 혈류 속도 파형에 관한 측정치와 핵방사능 조영술(RNA; Radionuclide angiography)로 얻은 시간 방사능곡선에서의 측정치 사이에는 밀접한 상관 관계가 있음을 발표하였다.

도플러 심초음파에 의한 제 2심음의 대동맥판 폐쇄음(A_2)에서 조기 확장기 혈류속도파의 말기까지의 시간($A_2 - D + D - F$)은 핵방사능 조영술에서 측정한 수축기말과 급속 충만 말기 사이의 시간과 밀접한 관계가 있으며, 도플러 심초음파에 의한 조기 혈류속도파의 EF slope는 방사능 조영술로 측정된 PFR과 밀접한 상관 관계가 있음을 보고하였다. 또한 도플러 심초음파에서 조기와 후기 확장기 혈류 속도파의 높이의 비($E - E' / A - A'$)는 핵방사능 조영술로 측정한 급속 충만기의 좌심 충만율과 좌심방 수축기의 좌심 충만율의 비와 밀접한 관계가 있음을 보고 하였다. 따라

서 도플러 심초음파에 의한 확장기 혈류 속도파형에서 유추된 측정치들이 비관혈적으로 용이하게 좌심실 확장기능의 측정에 쓰일 수 있음을 보고하였다.

저자들이 측정한 DF duration은 정상대조군에서 252 ± 54 msec로 Spirito등이 측정한 228 ± 21 msec와 유사하였으며, 정상대조군과 비교하여 고혈압 환자군에서 단축되는 경향을 보였으나 통계적 의의는 없었다. EF slope는 정상대조군에서 5.2 ± 2.4 m/sec²로 Spirito등이 측정한 4.3 ± 0.9 m/sec²과 흡사하였고 고혈압 환자군에서 3.6 ± 1.4 m/sec²으로 측정되어 정상 대조군에 비하여 유의하게 낮은 값을 보였다($p < 0.01$). E - E' / A - A'는 정상 대조군에서 1.6 ± 0.4 로 Spirito등이 측정한 1.9 ± 0.6 과 큰 차이가 없었고, 고혈압 환자군에서 0.8 ± 0.2 로 정상 대조군에 비하여 유의한 차이가 있었다($p < 0.001$).

이상으로서 고혈압성 심질환에서 도플러 심초음파에 의한 좌심방 확장기 혈류속도에 관한 측정치중 EF slope 및 E - E' / A - A'는 정상 대조군에 비하여 의미있게 낮은 값을 보였는데 이는 좌심방의 확장기 기능이상 때문인 것으로 생각된다. 그러므로, 도플러 확장기 혈류속도 파형에서 유추된 지수들을 고혈압 환자의 좌심실 확장기능의 지표로서 이용할 수 있으리라 생각된다.

결 론

1986년 7월부터 동년 9월까지 충남대학교 의과대학 부속병원 내과에 입원하였던 고혈압 환자 28예와 정상 대조군 19예, 총 47예를 대상으로 도플러 심초음파를 이용한 좌심실의 확장기 혈류속도파형에 관한 지수를 측정 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) DF duration은 정상 대조군과 고혈압 환자군에서 각각 252 ± 54 msec, 226 ± 50 msec로 고혈압 환자군에서 낮은 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다($p > 0.05$).

2) EF slope는 정상 대조군과 고혈압 환자군에

서 각각 5.2 ± 2.4 m/sec², 3.6 ± 1.4 m/sec²으로 고혈압 환자군에서 유의하게 감소됨을 관찰할 수 있었다($p < 0.01$).

3) 혈류 속도의 비, 즉 E - E' / A - A'는 각각 1.6 ± 0.4 , 0.8 ± 0.2 로서 고혈압 환자군에서 유의하게 낮은 값을 보였다($p < 0.001$).

이상의 결과로서 도플러 심초음파로 측정한 좌심실의 확장기 혈류속도에 관한 지수, 즉 EF slope와 E - E' / A - A'는 고혈압 환자군에서 정상 대조군에 비하여 의미있게 감소하였는데 이는 좌심실의 확장기 기능이상 때문으로 생각되었다.

REFERENCES

- 1) 노영무 · 유홍선 · 최치호 · 강진경 : 한국 성인 심장병의 역학적 연구. 순환기 7(2):77, 1977
- 2) Hollander W: *Adverse effects of hypertension on myocardial function.* Am J Cardiol 38:786, 1976
- 3) Kannel WB, Castelli Wp, McNamara PM, et al: *Role of blood pressure in the development of congestive cardiac failure. The Framingham study.* N Engl J Med 287: 781, 1972
- 4) Savage DD, Drayer JIM, Henry WL, et al: *Echocardiographic assessment of cardiac anatomy and function in hypertensive patients.* Circulation 59: 623, 1979
- 5) Dunn F G, Chandratna P, Basta L L, et al: *Pathophysiologic assessment of hypertensive heart disease with echocardiography.* Am J Cardiol 39: 789, 1977
- 6) Schlant RC, Felner JM, Heynsfield SB, et al: *Echocardiographic studies of left ventricular anatomy and function in essential hypertension.* Cardiovasc Med 2: 477, 1977
- 7) Mashiro I, Kinoshita M, Tomonaga G, et al: *Echocardiographic observations in hypertension.* Jpn Circ J 39: 1097, 1975
- 8) Spirito P, Maron BJ, Bonow RO: *Noninvasive assessment of left ventricular diastolic function: comparative analysis of Doppler echocardiographic and radionuclide angiographic*

- techniques. *J Am Coll Cardiol* 7: 518, 1986
- 9) Rockey R, Kuo LC, Xoghbi WA, et al: *Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: comparison with cineangiography. Circulation* 71: 543, 1985
 - 10) Bruce Friedman, Nikasa Drinkovec, et al: *Assessment of left ventricular diastolic function: comparison of Doppler and blood pool scintigraphy (abstr). Circulation* 72: 1713, 1985
 - 11) Hartford M, Wikstrand J, Wallentin I, et al: *Diastolic function of the heart in untreated primary hypertension. Hypertension* 6: 329, 1984
 - 12) Grossman W: *Cardiac hypertrophy: useful adaptation of pathologic process? Am J med* 69: 576, 1980
 - 13) Tarazi RC, Miller A, Frohlich ED, Dustan HP: *Electrocardiographic changes reflecting left atrial abnormality in hypertension. Circulation* 34: 818, 1966
 - 14) Frohlich ED, Tarazi RC, Dustan HP: *Clinical-physiologic correlation in the development of hypertensive heart disease. Circulation* 44: 446, 1971
 - 15) Amodeo C, Messerli FH, Ventura HO, et al: *Early left atrial abnormalities in obesity and hypertensive heart disease (abstr). Circulation* 72: 1019, 1985
 - 16) Dreslinski GR, Frohlich ED, Dunn FG, et al: *Echocardiographic diastolic ventricular abnormality in hypertensive heart disease: Atrial emptying indexes. Am J Cardiol* 47: 1087, 1981
 - 17) Fiorentini C, Polese A, Olivari MT, Guazzi MD: *Cardiac performance in hypertension re-evaluated through a combined hemodynamic ultrasonic method. Br heart J* 43: 344, 1980
 - 18) Quinones MA, Gaasch WH, Waisser E, Alexander JK: *Reduction in the rate of diastolic descent of the mitral valve echogram in patients with altered left ventricular diastolic pressure-volume reactions. Circulation* 49: 246, 1974
 - 19) DeMaria, AN, Miller RR, Amsterdam EA, et al: *Mitral valve early diastolic closing velocity in the echocardiogram: Relation to sequential diastolic flow and ventricular compliance. Am J Cardiol* 37: 693, 1976
 - 20) Strunk GL, London EJ, Fitzgerald J: *The assessment of mitral stenosis and prosthetic mitral valve obstruction using the posterior aortic wall echocardiogram. Circulation* 55: 885, 1977
 - 21) 배혜성 · 이우형 : 고혈압 환자에서 대동맥 후벽의 M-mode 심초음파 검사를 이용한 AEI의 의미. *순환기* 14(1): 95, 1984