

한국인 정상성인에서 연속파 Doppler 심초음파도로 측정 한 판막혈류방향과 최대속도

경희대학교 의과대학 내과학교실

김권삼 · 김명식 · 송정상 · 배종화

= ABSTRACT =

Evaluation of Blood Flow Direction and Velocities in the valve and Ascending Aorta from Normal Korean Adults by Continious Wave Doppler Echocardiography

Kwon Sam Kim, M.D., Myung Shick Kim, M.D., Jung Sang Song, M.D.
and Jong Hoa Bae, M.D.

Department of Internal Medicine, Kyung Hee University, School of Medicine

Direction of blood flow and peak velocity measurement were made in the four cardiac valve and ascending aorta from 87 normal korean adults (42 men and 45 women, age range 20-63 years) with CW Doppler echocardiography.

Measurments of the peak velocities of mitral valve, tricuspid valve and aortic valve (ascending aorta) completed in the apical window using 2.0MHz Pedof transducer.

The measurement of pulmonary flow completed in the parasternal view. Also aortic velocity data obtained from suprasternum (70/87), subcostal area (48/87) and right sternal border (41/87).

Aortic flow velocity was highest (121 ± 11.7 cm/sec), mitral flow velocity was 86.4 ± 12.2 cm/sec, pulmonic flow was 85 ± 13.3 cm/sec, where as tricuspid was lowest (64.8 ± 11.2 cm/sec).

The velocities of aorta obtained from apex (106.9 ± 15 cm/sec) and suprasternum (113.1 ± 18.9 cm/sec) were greater than other sites.

These normal Doppler data provide a useful information for evaluating flow velocity pattern in patient with various heart disease.

서 론

Doppler 심초음파도는 심장과 혈관에서 혈류의 방향과 속도를 측정하여 여러 심장질환의 진단에 이용되고 있다. 근래에 개발된 Doppler 기계들은 Doppler 분광상을 정량적으로 보여줄 수 있으며 이면성 심초음파를 같이 검사하여 혈류의 방향이나 판막 협착증의 정도^{1,2)}, 판막 폐쇄부전증의 정도³⁾, 심박출량의 측정^{4,5)}, 폐혈류량과 체혈류량의 측정 등이⁶⁾ 가능하게 되었다.

Doppler 심초음파를 이용하여 심장질환을 진단하기 위해서는 정상혈류의 방향과 속도를 비교하는 것이 가장 기본적이며 필수적이다. 최근 우리나라도 Doppler 심초음파를 이용하여 심장질환을 진단하고 있으나 아직 우리나라 사람들의 혈류속도에 대한 정상치가 없어 외국인의 정상혈류속도를 이용하고 있다⁷⁻⁹⁾. 이에 저자들은 Doppler 심초음파를 이용하여 우리나라 정상성인의 각 판막에서의 혈류방향과 최대혈류속도를 측정하였다.

대상 및 방법

1) 검사대상 :

87명의 우리나라 성인(20 ~ 63세)에서 이면성 심초음파, M형 심초음파 및 Doppler 심초음파검사를 하였다. 대상군은 20 ~ 29세 21명(남 10명, 여 11명), 30 ~ 39세 23명(남 10명, 여 13명), 40 ~ 49세 24명(남 13명, 여 11명), 50 ~ 63세 19명(남 9명, 여 10명)이었다.

피검사자는 심장 또는 순환기 질환이 없고 이학적소견, 흉부 X선소견, 심전도소견이 정상이며 심초음파검사에서도 정상이었던 경우로 하였다.

2) 심초음파검사 및 Doppler 심초음파검사

검사는 Meridian echocardiographic system을 이용하였으며 흉골연과 심첨부에서 M형 심초음파와 이면성 심초음파 검사를 하여 정상인지를 확인하였다. Doppler 심초음파 검사는 이면성 심초음파와 Doppler 심초음파를 동시에 할 수 있는

3.5/2.0MHz dual frequency 변환기를 이용하였다. 피검사자를 좌양와위로 눕게 하고 심첨 4방단면도와 심첨장축단면도의 이면성 심초음파에서 승모판, 삼첨판 및 대동맥(판)의 혈류방향과 속도를 관찰하고, 2.0MHz Pedof 변환기로 각 판막의 최대 혈류 속도를 기록하였다. 폐동맥(판)의 혈류방향과 속도는 이면성 심초음파의 흉골연단축단면도에서 연속파 Doppler 심초음파 검사로 기록하였다. 대동맥판(상행대동맥)의 혈류방향과 최대속도는 심첨부 이외에도 흉골상부(SSN), 제1 혹은 제2 우측흉골연(RSB)과 늑골하부(SCT)에서 Pedof 변환기를 이용하여 연속파 Doppler 심초음파도를 기록하였다(Fig. 1). 피검사자는 바로누운 자세에서 양무릎을 구부리게 하고 흉골상부와 늑골하부에서 Pedof 변환기를 조작하였고, 우양와위로 눕게 하고 제1, 제2 우측흉골연에서 변환기를 조작하여 연속파 Doppler 심초음파를 기록하였다.

최대혈류속도는 모두 Pedof 변환기로 기록된 속도를 의미하며, 이때 교정각(angle correction)은 0도로 하였고 Doppler 분광상과 audio-signal을 기준으로 최대속도 인지를 판정하였다. Doppler 심초음파도는 모두 초당 50mm의 속도로 video tape에 녹화하였고 Microsonic Computer Aided Diagnosis를 이용하여 분석하였다. 각 판막의 최대혈류속도는 3 ~ 4회의 심주기를 평균한

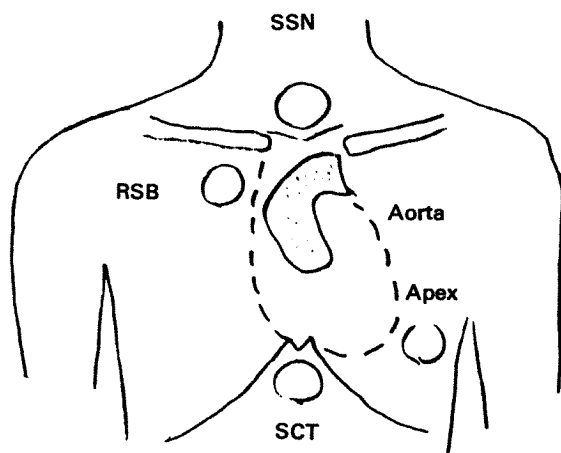


Fig. 1. Diagram depicting transducer position for evaluation of aortic flow.

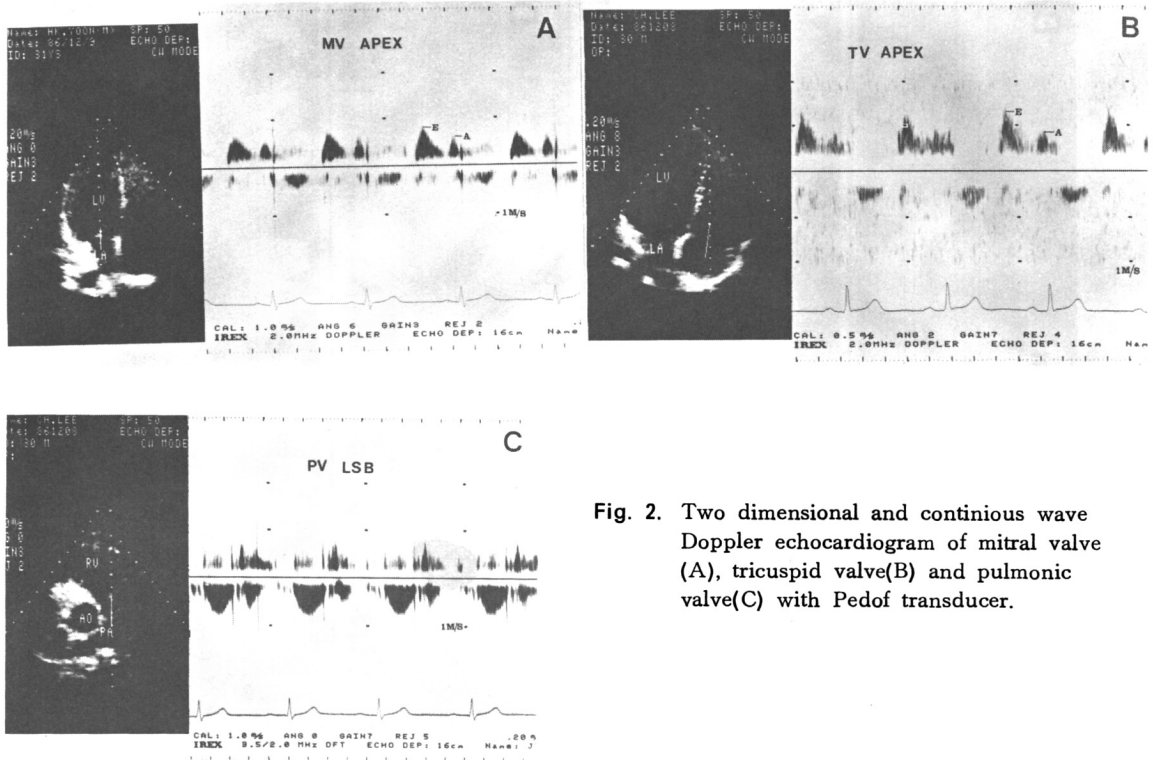


Fig. 2. Two dimensional and continous wave Doppler echocardiogram of mitral valve (A), tricuspid valve(B) and pulmonic valve(C) with Pedof transducer.

값으로 하였다.

결 과

1) 각판막의 혈류방향과 Doppler분광상

승모판의 Doppler 심초음파도는 심첨 4 방단면도를 이용하여 명확한 Doppler분광상을 관찰할 수 있었다. 승모판의 M형 심초음파도와 비슷한 형태 이었고, 확장초기에 E파가 승모판의 최대혈류속도 이었다. 심방수축기에 약간 낮은 속도의 A파가 출현하였다 (Fig. 2-A).

삼첨판은 심첨 4방단면도에서 명확한 Doppler 분광상을 기록할 수 있었으며 승모판의 Doppler 분광상과 비슷한 형태이었다(Fig. 2-B).

폐동맥판은 대동맥판 단축단면도를 약간 변형시켜 좋은 Doppler분광상을 기록할 수 있었으며 기저선(base line)에서 하방으로 향하는 파형으로 기록되었다. 수축기 동안에 최대속도가 나타나고 수축기말에 기저선으로 되돌아오는 형태 이었다

(Fig. 2-C).

대동맥판 혈류는 심첨부에서는 기저선 하방으로 향하는 파형이었고, 흉골상부와 우측흉골연에서는 기저선 상방으로 향하는 파형이었다. 늑골하부에서는 기저선 하방으로 향하는 파형으로 기록되었다(Fig. 3).

2) 각판막의 최대혈류속도

전체 87명의 승모판 최대혈류속도는 86.4 ± 12.2 cm/sec이며 대동맥(판)혈류속도는 가장 높은 속도로 121 ± 11.7 cm/sec이었다. 폐동맥(판)은 87.9 ± 14.6 cm/sec 이었고 삼첨판은 67.2 ± 12 cm/sec로 가장 낮은 속도이었다(Table 1).

대동맥(판)혈류속도는 4부위에서 측정하였으며 심첨부에서는 87명 전부에서, 흉골상부는 70명, 우측흉골연은 41명, 늑골하부에서는 48명이 명확한 Doppler 심초음파도를 기록할 수 있었다. 흉골상부에서 기록된 속도가 113.1 ± 18.9 cm/sec로 가장 높은 속도 이었고 심첨부는 106.9 ± 15 cm/sec, 늑골하부 96.6 ± 14.2 cm/sec, 우측흉골연 $88.9 \pm$

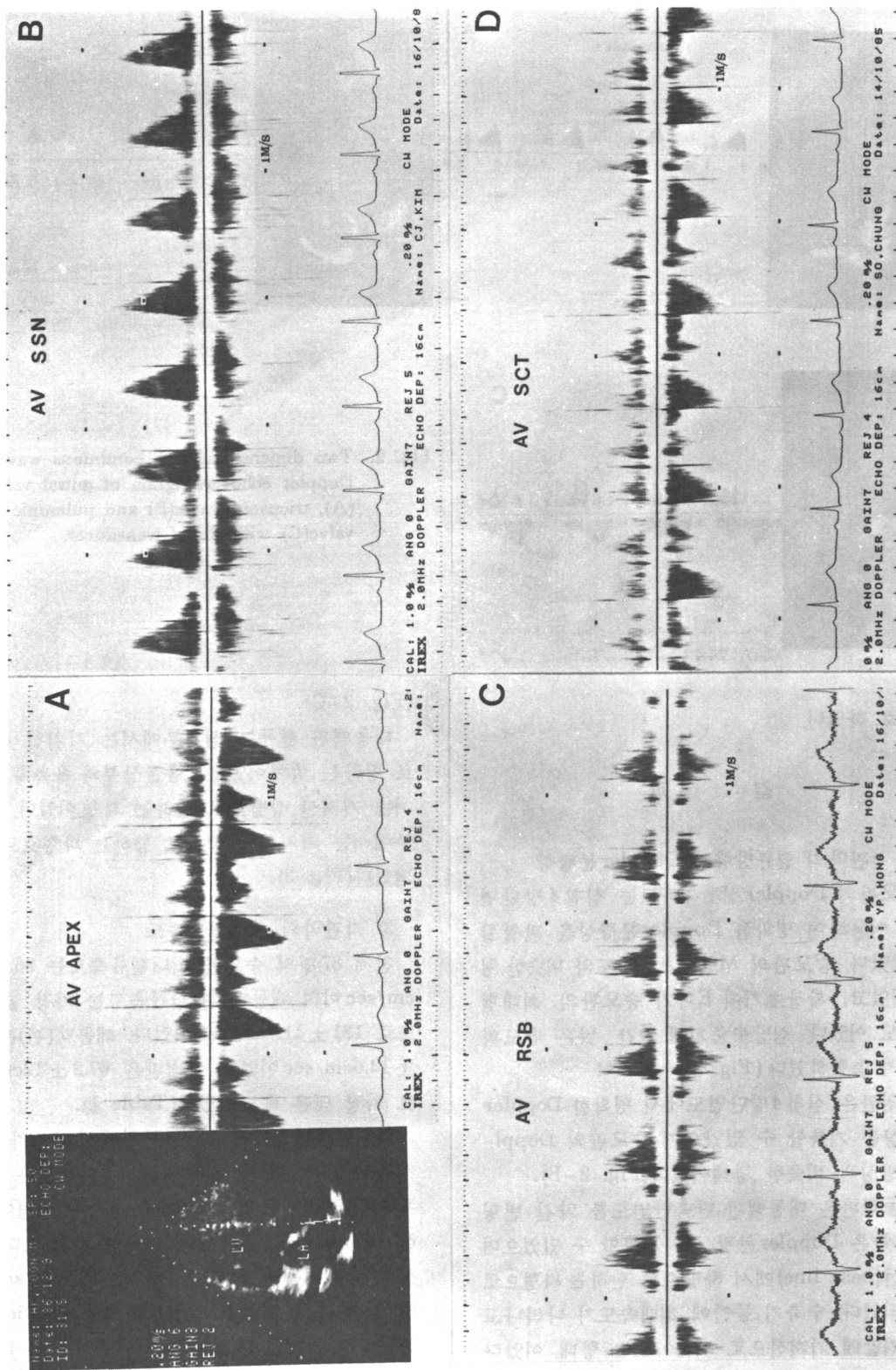


Fig. 3. Continuous wave Doppler echocardiogram of aortic valve from apex(A), suprasternum(B), right parasternum(C) and subcostal area(D) with Pedof transducer.

Table 1. Peak flow velocity measurements from each valve(cm/sec)

	Mitral valve	Aortic* valve	Tricuspid valve	Pulmonic valve
Male (n= 42)	86.8 ± 12.4	123 ± 13	67.2 ± 12	87.9 ± 14.6
Female (n= 45)	85.9 ± 12.0	121 ± 11	62.6 ± 9.6	82.4 ± 11.3
Total (n= 87)	86.4 ± 12.2 (64 - 109)	121 ± 11.7 (98 - 154)	64.8 ± 11.2 (98 - 78)	85.0 ± 13.3 (70 - 105)

*Mean of highest velocity among four locations
parenthesis note range of velocity

Table 2. Comparison of the aortic peak flow velocity between each transducer position(cm/sec)

	Apex	SSN	RSB	SCT
No of case	87/87	70/87	41/87	48/87
Mean	106.9 ± 15	113.1 ± 18.9	88.9 ± 22.8	96.6 ± 14.2
Range	78 - 150	80 - 154	70 - 134	67 - 137

Table 3. Difference of the velocity of early diastole (E) and atrial systole (A) in mitral valve and tricuspid valve according to age group (cm/sec)

	Mitral valve		Tricuspid valve	
	E	A	E	A
20 - 29yrs (n= 21)	94.8 ± 9.2	53.1 ± 11.6	72.4 ± 12.7	44.3 ± 8.4
30 - 39yrs (n= 23)	86.7 ± 11.6	51.4 ± 6.5	64.3 ± 7.4	41.8 ± 5.9
40 - 49yrs (n= 24)	87.2 ± 10.9	58.6 ± 9.5	60.4 ± 9.7	42.3 ± 7.0
50 - 63yrs (n= 19)	76.5 ± 9.7	73.1 ± 12.1	56.6 ± 8.9	45.8 ± 7.8

22.8cm/sec의 순이었다(Table 2).

연속파 Doppler 심초음파에 의한 승모판과 삼첨판의 E파와 A파의 속도는 50세 이상의 대상군이 승모판 E파의 속도가 $76.5 \pm 9.7\text{cm/sec}$ 이고 A파는 $73.1 \pm 12.1\text{cm/sec}$ 로 나이가 증가함에 따라 A파의 속도가 증가하는 경향이었다. 삼첨판은 E파 속도가 $56.6 \pm 8.9\text{cm/sec}$ A파 속도가 $45.8 \pm 7.8\text{cm/sec}$ 로 50세 이하의 검사자와 큰 차이는 없어 보였다(Table 3).

고 안

저자들은 우리나라 정상성인 87명을 대상으로 여러 연령층에서 각 판막의 혈류방향과 최대속도

를 연속파 Doppler 심초음파검사를 이용하여 측정하였다. Doppler 심초음파검사가 우리나라에 도입된지도 수년이 되었으나 아직까지 정상인에 대한 검사가 되지 않은 실정이다. 외국도 정상성인과 아동에 대해 체계적으로 연구한 보고는 많지 않다⁷⁻¹⁰⁾.

저자들의 결과는 Hatle등이⁷⁾ 정상성인에서 측정한 혈류속도와 비슷하였고 삼첨판 혈류속도가 $64.8 \pm 11.2\text{cm/sec}$ 로 가장 낮았다. 폐동맥(판)의 속도도 $85 \pm 13.3\text{cm/sec}$ 로 대동맥(판)의 속도 $121 \pm 11.7\text{cm/sec}$ 에 비해 낮아 외국의 보고와 일치하였다⁷⁻¹⁰⁾. 그러나 대동맥(판)과 폐동맥(판)혈류속도가 Grenadier⁸⁾나 Gardin등¹⁰⁾에 비해 다소 높은 경향이었다. 이는 연속파 Doppler 심초음

파술로 검사하였기 때문으로 생각된다.

대동맥(판)의 Doppler 심초음파도는 심첨부, 흉골상부, 우측흉골연, 늑골하부에서 기록할 수 있으며 Hatle¹⁾ 등은 흉골상부가 대동맥(판) 혈류속도를 기록하는데 가장 좋은 부위로 보고 하였으나 근래에는 이면성 심초음파도의 심첨 5방단면도 혹은 심첨장축단면도에서 기록하면 좋은 결과를 얻는 것으로 알려지고 있다^{5, 12)}. 저자들도 전체 87명이 심첨부에서 쉽고 명확하게 대동맥(판) 혈류의 Doppler 분광상을 기록할 수 있었고 그 속도는 $106.1 \pm 15\text{cm/sec}$ 이었다. 또한 흉골상부에서도 70명(80.4%)이 명확한 대동맥(판) 혈류의 Doppler 분광상을 얻을 수 있었고 그 평균속도는 $113.1 \pm 18.9\text{cm/sec}$ 로 가장 높았다. 따라서 심첨부에서 기록이 어려운 여러 조건에서는 흉골상부에서 기록하면 도움이 될 것으로 생각된다. 특히 Doppler 심초음파도에서 대동맥(판) 혈류의 최대속도¹³⁾, acceleration time¹⁴⁾, peak acceleration rate¹⁵⁾를 측정하면 심장수축기능을 알 수 있으므로 심첨부나 흉부상부에서 Doppler 심초음파도를 관찰하는 것이 유용할 것으로 생각된다.

나이가 많아지면 좌심실이 비후되고, 좌심실 확장기능에 변화가 온다. 이는 Doppler 심초음파검사에서 승모판의 A파 속도가 E파 속도에 비해 상대적으로 증가하는 것으로 알 수 있으며¹⁶⁾ 또는 방사성핵종심실조영검사를 이용하여 알 수 있다¹⁷⁾. 저자들도 50세 이상의 검사자들이 승모판 A파의 속도가 $73.1 \pm 12.1\text{cm/sec}$ 로 50세 이하의 검사자들에 비해 증가된 것을 관찰하였다. 그러나 본 연구는 최대혈류속도를 측정하는데 그 주목적을 두어 대부분 연속파 Doppler 심초음파술로 기록하였기 때문에 앞으로 간헐파형 Doppler 심초음파술에 의한 승모판 및 삼첨판의 혈류속도 측정이 필요할 것으로 생각된다.

결 론

저자들은 20~63세의 우리나라 정상성인 87명의 연속파 Doppler 심초음파도를 분석하여 다음

과 같은 결과를 얻었다.

1) 각 판막의 최대혈류속도는 외국의 결과들과 비슷하였다.

2) 대동맥(판) 혈류속도가 $121 \pm 11.7\text{cm/sec}$ 로 가장 높았고, 승모판 $86.4 \pm 12.2\text{cm/sec}$, 폐동맥(판) $85 \pm 13.3\text{cm/sec}$, 삼첨판 $64.8 \pm 11.2\text{cm/sec}$ 의 순서 이었다.

3) 대동맥(판) 혈류속도는 심첨부나 흉골상부에서 쉽고 정확하게 측정할 수 있었다.

4) 승모판 A파의 속도가 나이가 많아짐에 따라 증가하는 경향 이었다.

REFERENCES

- 1) Hatle L, Brubakk A, Tromsdal A, Angelsen BA: *Noninvasive assessment of pressure drop in mitral stenosis by Doppler ultrasound*. *Br Heart J* 40: 131, 1978
- 2) Currie PJ, Hagler DJ, Seward JB, Reeder Gs, Fyfe DA, Bove AA, Tajik AJ: *Instantaneous pressure gradient: A simultaneous Doppler and dual catheter correlative study*. *J Am Coll Cardiol* 7: 800, 1986
- 3) Quinones MA, Young JB, Waggoner AD, Ostojic MC, Riberiro LGT, Miller RR: *Assessment of pulsed Doppler echocardiography in detection and quantification of aortic and mitral regurgitation*. *Br Heart J* 44: 612, 1980
- 4) Nishimura RA, Callahan MJ, Schaff HV, Ilstrup DM, Miller FA, Tajik AJ: *Noninvasive measurement of cardiac output by continuous-wave Doppler echocardiography: Initial experience and reviews of the literature*. *Mayo Clin Proc* 59: 484, 1984
- 5) Lewis JF, Kuo LC, Nelson JG, Limacher M, Quinones MA: *Pulsed Doppler echocardiographic determination of stroke volume and cardiac output: Clinical validation of two new methods using the apical window*. *Circulation* 70: 425, 1984
- 6) Valdes-Cruz LM, Horowitz S, Mesel E, Sahn DJ, Fisher D, Larson D, Goldberg SJ,

- ALLEN HD: *A pulsed Doppler echocardiographic method for calculation of pulmonary and systemic flow: accuracy in a canine model with ventricular septal defect. Circulation* 68: 597, 1983
- 7) Hatle L: *Doppler ultrasound in cardiology, 2nd Ed. p 93, Lea & Febiger, Philadelphia, 1985*
 - 8) Grenadier E, Lima CO, Allen HD, Sahn DJ, Barron JV, Valdes-Cruz LM, and Goldberg SJ: *Normal intracardiac and great vessel Doppler flow velocities in infants and children. J Am Coll Cardiol* 4: 343, 1984
 - 9) Goldberg SJ, Allen HD, Marx GR, and Flinn CJ: *Doppler echocardiography, 1st Ed. p 34, Lea & Febiger, Philadelphia, 1985*
 - 10) Gardin JM, Burn CS, Childs WJ, and Henry WL: *Evaluation of blood flow velocity in the ascending aorta and main pulmonary artery of normal subjects by Doppler echocardiography. Am Heart J* 107: 310, 1984
 - 11) Hatle L, Angelsen Ba, and Tromsdal A: *Non invasive assesment of aortic stenosis by Doppler ultrasound. Br Heart J* 43: 284, 1970
 - 12) Nishimura R, Miller FA, Callhan MJ, Benassi RC, Seward JB, Tajik AJ: *Doppler echocardiography: Theory, instrumentation, technique and application. Mayo Clin Proc* 60: 321, 1985
 - 13) Elkayam U, Gardin JM, Barkley R, Hughes C, and Henry WL: *The use of Doppler flow velocity measurement to assess the hemodynamic response to vasodilators in patients with heart failure. Circulation* 67: 377, 1983
 - 14) Gardin JM, Iseri LT, Elkayam U, Tobis J, Childs W, Burn CS, and Henry WL: *Evaluation of dilated cardiomyopathy by pulsed Doppler echocardiography. Am Heart J* 106: 1057, 1983
 - 15) Sabbah HN, Khaja F, Brymer JF, Mcfarland TM, albert De, snyder JE, Goldstein S. Stein PD: *Noninvasive evaluation of left ventricular performance based on pead aortic blood acceleration measured with a continious-wave Doppler velocity meter. Circulation* 74: 323, 1986
 - 16) Gardin JM, Dabestani A, Rohan MK, Sklansky M, Garcia R, Knoll M, and Henry WL: *Noninvasive studies of ventricular filling with Doppler echocardiography: Effect of aging on early and late diastolic transmitral flow. J Am Coll Cardiol* 3: (2) 613, 1984 (abst)
 - 17) Miller TR, Grossman SJ, Schectman KB, Baello DR, Ludbrook PA, and Ehsani AA: *Left ventricular diastolic filling and its association with age. Am J Cardiol* 58: 531, 1986