

정상 성인에서 상대정맥 및 간정맥의 혈류양식에 관한 연구*

중앙대학교 의과대학 내과학교실

장용준 · 최강식 · 박승호 · 김상욱 · 류왕성 · 유언호

=Abstract=

The Study for Velocity Pattern of the Superior Vena Cava and the Hepatic Vein Using Doppler Echocardiography in Normal Adults

YJ Chang, M.D., KC Choi, M.D., SH Park, M.D.,
SW Kim, M.D., WS Ryu, M.D., UH Ryoo, M.D.

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chung-Ang University

Noninvasive pulsed wave Doppler echocardiography recordings of flow velocities in the superior vena cava and hepatic vein have been compared with right hepatic hemodynamics and used to assess the states of various cardiac diseases.

This study defines normal Doppler ultrasound superior vena cava and hepatic vein flow velocities and their variation with respiration in normal adults. These results may be used for comparison with patterns found in disease states.

The results obtained were as follows :

- 1) The characteristic biphasic forward flow velocity pattern was found in superior vena cava and hepatic vein on all phases of respiration.
- 2) The larger peak forward flow occurred in systole and second, smaller peak forward flow occurred in diastole.
- 3) Reversal blood flow with atrial contraction (A wave) was present in 69.7 percent.
- 4) About 54% of the subjects had hepatic vein recording adequate for analysis, which were similar flow velocity pattern in the superior vena cava.

KEY WORDS : Doppler echocardiography · Superior vena cava · Hepatic vein.

서 론

우심의 충만압이나 혈류역동의 변화를 초래하는 많은 질환에서 임상적으로 경정맥파의 모양과 높

이는 대단히 유용하나¹⁾ 경정맥파를 객관화 시키는 점에서 다소 어려움이 있다. Froysaker^등2)은 대정맥의 혈류속도 곡선이 경정맥파 및 우심방 압력곡선과 유사함을 보고한 바 있으며 또한 상

*본 논문의 일부 요지는 제33차 순환기학회 석상에서 발표하였음.

*본 연구는 1990년도 중앙대학교 의료원 임상교수연구비로 이루어졌음

대정맥 및 간정맥에서 비관혈적인 간헐파도플러를 이용한 혈류속도 곡선이 우심의 혈류역동을 잘 반영하고³⁾ 이를 이용하여 임상적으로 삼첨판 폐쇄부전증^{4,5,6)} 및 심방중격결손증의 진단과 중증도를 평가하는데 사용되고 있다⁷⁾.

최근의 연구에서도 볼 수 있듯이 중심정맥의 혈류속도가 우심방 압력의 변화를 잘 반영하고^{2,8,9)} 간헐파도플러심초음파가 중심정맥의 혈류속도를 비관혈적으로 쉽고 비교적 정확하게 알 수 있는 방법으로 평가되고 있으며 실제 여러 심장질환들의 특징적인 형태가 보고되고 있다^{4-7,10-14)}.

이와같이 도플러를 이용한 중심정맥의 혈류속도에 대한 임상적인 이용이 점차 확대되고 있지만 국내에서는 아직 이에 대한 연구가 드물어 건강성인을 대상으로 상대정맥 및 간정맥의 혈류양식을 기록관찰하고 호흡정지, 흡기, 그리고 호기에 따른 변화를 분석하였다.

대상 및 방법

1. 대 상

중앙대학교 부속 용산병원을 내원한 성인중에서 고혈압이나 기타 심질환의 기왕력이 없으며 혈류

속도 분석이 가능하였던 43명의 건강성인을 대상으로 하였고 평균연령은 46 ± 16 세였으며 남자가 20명 여자가 23명이었다.

2. 방 법

대상자는 앙와위에서 심전도를 동시 기록하며 2.5MHz 간헐파 도플러주사기(Pulsed Wave Doppler Transducer) ([®]Ultramark 6, ATL사)를 이용하여 상대정맥 및 간정맥의 혈류양식을 기록하였으며 호흡정지, 흡기, 그리고 호기에 따른 변화를 분석하였다.

상대정맥의 혈류측정은 대상자를 앙와위에서 Appleton등¹⁰⁾의 방법으로 도플러주사기를 Supraclavicular window를 통해 우측흉골주위절흔(right parasternal notch)이나 흉골상절흔(suprasternal notch)에서 측정하였고 최고혈류속도의 측정깊이는 약 7cm내지 8cm정도였다(Fig. 1).

간정맥의 혈류측정 역시 앙와위에서 Pennestri⁶⁾ 등과 같은 방법으로 subcostal view를 통하여 하대정맥을 먼저 관찰한 후에 하대정맥에서 우측간정맥으로 분지되는 곳에서 근위부로 1~2cm되는 곳에서 혈류속도를 측정하였으며(Fig. 2), 간정맥의 장축과 초음파의 광선이 이루는 예각이 20°C

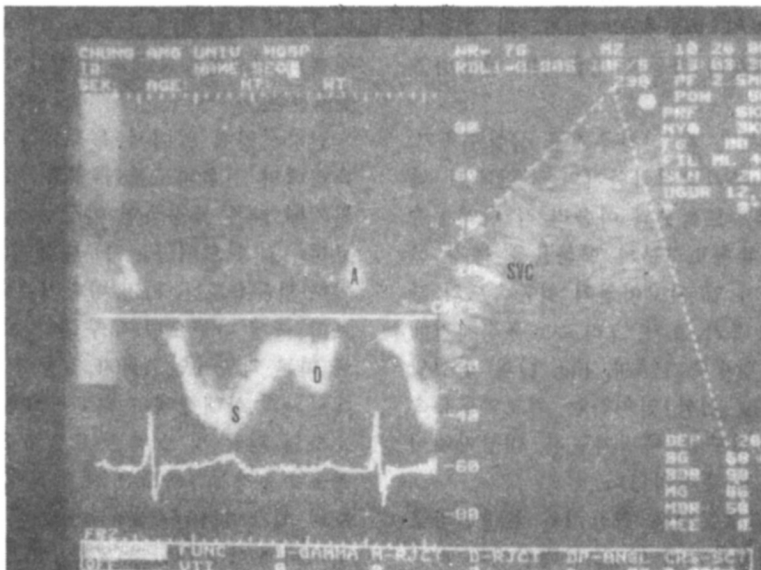


Fig. 1. A pulsed wave (PW) doppler ultrasound velocity curve from the superior vena cava of a normal adults. (S : Systole, D : Diastole, A : A wave, SVC : superior vena cava)

수축기와 이완기의 전방혈류속도적분은(표 2, Fig. 4) 각각 흡기시에 가장 컸으며 ($12.7 \pm 3.0\text{cm}$, $5.4 \pm 2.2\text{cm}$), 호기시에 가장 작았고($9.15 \pm 2.1\text{cm}$, $3.6 \pm 1.7\text{cm}$) 호흡정지기에 중간값을 나타내었다.

총전방혈류속도의 적분도 흡기, 호흡정지기, 호기의 순으로 컸다(각 $18.2\text{cm} \pm 3.6\text{cm}$, $12.8 \pm 2.8\text{cm}$). 총전방혈류속도적분의 백분율은 수축기때 호기시에 가장 컸으며($72.48 \pm 10.27\%$), 호흡정지기, 흡

Table 1. Superior vena cava peak forward and reverse flow velocity in 43 normal adults

Peak Velocity(cm/sec)	Phase of respiration		
	Apnea	Inspiration	Expiration
Forward Flow			
Systole			
Mean	40.3 ± 7.9	$49.6 \pm 8.4^*$	$37.7 \pm 7.2^*$
Range	26 to 57	34 to 66	25 to 54
Diastole			
Mean	25.0 ± 7.5	$30.2 \pm 8.8^*$	$23.3 \pm 6.1^*$
Range	15 to 47	18 to 66	15 to 44
Reverse Flow			
A wave			
Mean	19.8 ± 5.2	20.2 ± 3.3	19.9 ± 3.7
V wave			
Mean	18.6 ± 5.1	18.0 ± 3.3	16.3 ± 3.7

Values are mean \pm 1SD. A wave=atrial contraction.

V wave=late systolic atrial contraction. (* $P < 0.05$)

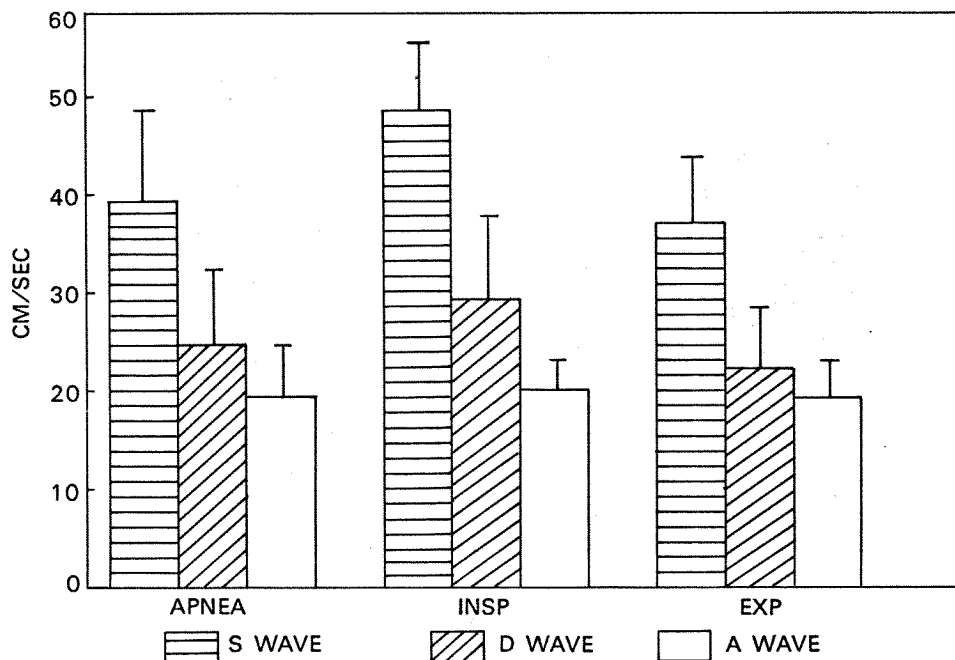


Fig. 3. Peaked forward and reverse flow velocities in superior vena cava according to phase of respiration.

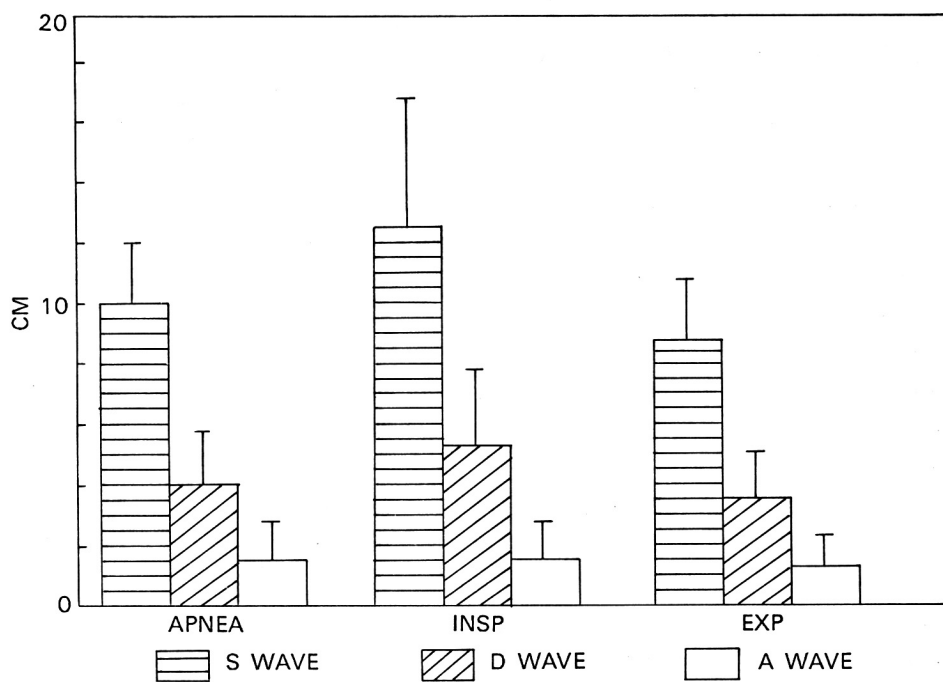


Fig. 4. Peaked forward and reverse flow velocity in integrals in superior vena cava according to phase of respiration.

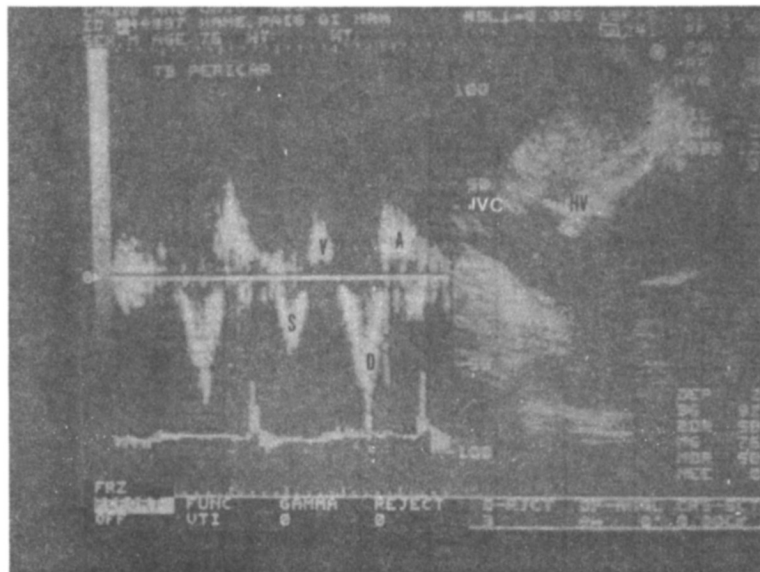


Fig. 5. A pulsed wave doppler ultrasound velocity curve from the hepatic vein in constrictive pericarditis. (S ; Systole, D ; Diastole, A ; A wave, V ; V wave, HV ; Hepatic vein, IVC ; Inferior vena cava)

Table 2. Superior vena cava forward and reverse flow velocity integrals, percent of total flow velocity integrals occurring in systole in 43 normal adults

		Phase of respiration		
		Apnea	Inspiration	Expiration
Forward flow velocity				
integrals(cm)				
Systole				
	Mean	10.2± 2.3	12.7± 3.0	9.15± 2. 1
	Range	4.4 to 17.1	7.8 to 19.5	3. 7 to 14. 0
Diastole				
	Mean	4.1± 2.1	5.4± 2.2	3. 6± 1. 7
	Range	1.3 to 11.8	2.3 to 11.1	1. 0 to 7. 1
FFVI Total				
	Mean	14.3± 3.3	18.2± 3.6	12. 8± 2. 8
	Range	9.4 to 28.9	11.5 to 26.6	8. 1 to 20. 2
% FFVI, Systole				
	Mean	71.9± 10.4	70.5± 9.1	72.48± 10.27
	Renge	49.4 to 91.7	44.2 to 89.2	38. 5 to 91. 9
Reverse flow velocity				
integrals				
A wave	Mean	1.6± 0.7	1.5± 0.5	1. 4± 0. 5
V wave	Mean	1.2± 0.5	1.2± 0.4	1. 1± 0. 5

Values are mean± 1SD. FFVI=forward flow velocity integral.

기의 순이었다(71.9± 10.4 %, 70.5± 9.1 %). 심방수축에 따른 역혈류인 A파는(Fig. 1) 흡기시에는 대상자 43명 가운데 28명에서 관찰되었으며 호기시에 30명, 호흡정지기에도 30명에서 관찰할 수 있었다. A파의 최고혈류속도 평균은 흡기시에 20.2± 3.3cm/sec, 호기시에 19.9± 3.7cm/sec, 호흡정지기에 19.8± 5.2cm/sec로 호흡의 주기에 따른 변화가 거의 없었다(표 1). 심실수축기말에 나타나는 역혈류인 V파는(Fig. 2) 43명의 대상자 가운데 19명에서 측정가능하여 A파와 비교하여 적은수에서 관찰되었다. V파 역시 흡기시에 18.0± 3.3cm/sec, 호기시에 16.3± 3.7cm/sec, 호흡정지기에 18.6± 5.1cm/sec로 호흡에 따른 변화가 거의 없었다(표 1).

상대정맥의 혈류속도는 대상자 전원에서 분석이 가능한 혈류속도 곡선을 얻을 수 있었으나 간정맥의 혈류속도는 대상자의 53%인 23명에서만 분석이 가능하였으며 혈류속도의 모양은 상대정맥의

혈류속도 모양과 유사한 이상성의 양상을 나타냈다(Fig. 2). 대체적으로 전방혈류속도 및 혈류속도적분은 두 정맥에서 서로 유사하였으나 역혈류속도 및 역혈류속도적분에 있어서는 뚜렷한 차이가 있었다(표 3). 즉 간정맥의 A파는 혈류속도분석이 가능하였던 대상자 전원(23명)에서 관찰되었고 A파의 최고혈류속도는 상대정맥과 비교해볼 때 흡기, 호기, 호흡정지기에 따라 각각 20.2± 3.3cm/sec 대 29.6± 8.4cm/sec, 19.9± 3.7cm/sec 대 25.6± 8.0cm/sec, 25.0± 7.5cm/sec 대 27.6± 19.2cm/sec로 간정맥의 A파가 컸으며 이에 따른 역혈류속도적분도 흡기, 호기, 호흡정지기에 각각 1.5± 0.5cm 대 3.4± 1.7cm, 1.4cm± 0.5cm 대 3.0± 1.7cm, 1.6± 0.7cm 대 3.0± 1.3cm로 호흡주기와 관계없이 간정맥에서 더 컸음을 알 수 있었다. 역시 심실말기수축기에 나타나는 역혈류인 V파도 상대정맥보다 간정맥에서 보다 자주, 뚜렷이 관찰되었다(표 3,

Table 3. Hepatic vein peak forward and reverse flow velocity and integrals, percent of total flow velocity integrals occurring in systole in normal adults

		Phase of respiration		
		Apnea	Inspiration	Expiration
Peak Velocity(cm/s)				
Forward flow				
Systole	Mean	40.90± 15. 4	59.4± 16. 8*	41.9± 12.6*
	Range	17 to 80	30 to 95	26 to 63
Diastole	Mean	25. 3± 10. 0	38.8± 18. 9*	25.2± 11.0*
	Range	13 to 59	17 to 96	13 to 58
Reverse flow				
A wave	Mean	27.6± 9.2	29.6± 8.4	25.6± 8.0
V wave	Mean	23.2± 8.7	27.4± 7.8	25.9± 7.9
Forward flow velocity integrals(cm)				
Systole	Mean	8.2± 4. 0	13.6± 6. 8	8.5± 4.0
	Range	1.2 to 18.7	3.6 to 34.8	3.2 to 17.7
Diastole	Mean	3.5± 2. 1	6.4± 4. 4	3.5± 2.5
	Range	1.6 to 10.3	2.1 to 20.7	0.8 to 10.1
FFVI Total	Mean	11.8± 5. 6	20.2± 9. 9	12.0± 6.3
	Range	5.2 to 29	10.0 to 48.7	4.6 to 27.2
% FFVI Systole	Mean	68.3± 12. 5	68.5± 12. 9	71.9± 9.3
	Range	23.1 to 86.3	27.6 to 86.4	44.4 to 83.1
Reverse flow velocity integrals(cm)				
A wave	Mean	3.0± 1. 3	3.4± 1. 7	3.0± 1.7
V wave	Mean	2.4± 1.53	2.8± 1.56	3.1± 1.5

Values are mean± 1SD(P<0.05).

Fig. 2).

고 찰

도플러 심초음파상 특이한 심질환에 따른 우심의 혈류역동의 변화와 비정상적인 상대정맥 및 간정맥의 혈류속도양상을 보고한 논문은 압축성 심낭염의 진단¹⁵⁾, 삼첨판 폐쇄부전증의 진단 및 평가^{4,6,12,13)}, 심방중격결손증의 진단⁷⁾, 대동맥판막 및 승모판질환의 진단¹⁴⁾ 등 다수 있었으며 본 연구는 정상성인에서 호흡주기동안에 상대정맥과 간정맥의 혈류속도 및 혈류속도적분의 정상치를

얻어 여러 심질환 상태에서 얻을 수 있는 측정치와 비교할 수 있도록 하기 위함이었다.

본 연구결과 정상성인에 있어서 상대정맥의 전방혈류속도의 양상은 이상성이었으며 최고혈류속도 및 혈류속도 적분은 수축기때에 가장 컸다. 호흡의 주기에 따른 변화는 수축기나 이완기 모두 공통적으로 흡기시에 가장 증가되었으며 호흡정지기, 호기시의 순이었다. 심방의 수축으로 인한 역혈류인 A파는 대상자의 많은 수에서 관찰할 수 있었으며 A파의 최고혈류속도 및 최고혈류속도 적분은 호흡의 주기에 따른 변화가 거의 없었다. 심실의 수축기말에 발생하는 역혈류인 V파는 A

파보다 소수에서 관찰되었으며 혈류속도 및 혈류속도적분도 작았다.

간정맥의 전방혈류속도 및 혈류속도적분은 모두 이상성의 모양으로 상대정맥과 유사하였으며 역혈류인 A파와 V파의 혈류속도 및 혈류속도적분은 간정맥에서 현저하게 컸다. 이렇게 간정맥에서 역혈류가 증가되는 이유로 Appleton등은¹⁶⁾ 간정맥이 상대정맥보다 우심에 더 가까이 있다는 점과 주위 간실질때문에 간정맥의 순응도가 떨어져 있다는 점, 마지막으로 간정맥이 횡격막 하부에 위치함으로써 상대정맥보다 호흡의 변화에 따른 흉강내압의 변화에 둔감하다는 점으로 설명하였다.

상대정맥 및 간정맥의 혈류속도곡선에 관한 본 연구의 관찰결과는 다른 측정수단을 사용한 연구들과도 일치하였다. 즉 심실의 수축기에 가장 큰 혈류속도를 나타내며 이상성의 모양이란 것은 잘 알려져 있으며^{13,17,18)} 심방의 수축기에 다른 역혈류 역시 보고된 바 있다.^{18,19)}

도플러 심초음파를 사용하여 중심정맥의 혈류속도양상을 비관혈적으로 쉽고 민감하게 알아냄으로서 여러 선천성 혹은 후천성 심장질환에서 그 특징적인 형태들이 보고되고 있으며 최근들어 임상적인 이용이 점차 확대되어 심낭삼출의 진단에 민감하다는 것¹⁰⁾과 압축성심낭염과 제한성심근염을 감별진단하는데 도움이 된다는 보고도 있으며²⁰⁾ 심장이식수술을 한 이후에 환자의 흡기시 상대정맥의 혈류속도곡선이 우심의 혈류역동의 손상정도를 Volume의 상태나 우심의 압력과 독립적으로 잘 반영한다는 보고도 있다⁸⁾. 또한 중심정맥의 혈류속도양상은 폐성고혈압, 폐색성폐질환, 선천성심질환 등이 우심의 충만압이나 혈류역동에 미치는 영향을 평가하는데도 가치있는 비관혈적인 임상수단이 될 수 있다.

Fig. 5는 압축성심낭염으로 진단된 환자의 간정맥에서 관찰한 혈류속도곡선으로 정상인에서 관찰할 수 있는 것 보다 전방혈류인 수축기, 이완기의 혈류가 보다 급하게 강하 및 상승하는 것을 볼 수 있으며 역혈류인 V파 및 A파가 정상보다 현저하게 크며 전체적인 모양이 경정맥에서 관혈적으로 측정한 우심의 압력곡선과 유사한 W자 모양을 나타냄을 알 수 있었다.

결론

정상성인에서 상대정맥 및 간정맥의 혈류양식을 측정분석하고 호흡주기에 따른 변화를 비교관찰한 결과 상대정맥과 간정맥의 전방혈류속도는 특징적인 이상성의 모양을 관찰할 수 있었으며 수축기에 가장 큰 전방혈류가 나타나고 이완기에는 수축기보다 작은 전방혈류가 있었다. 그리고 심방수축에 따른 역혈류인 A파가 대상자의 약 70%에서 관찰할 수 있었으며 분석이 가능하였던 간정맥의 혈류속도곡선은 대상자의 54%에서 기록할 수 있었고 그 양상은 상대정맥과 유사하였다.

결론적으로 본 연구를 기초로하여 우심의 충만압이나 혈류역동의 변화를 초래하는 여러 심질환에서 상대정맥 및 간정맥의 혈류양식의 변화를 비교, 관찰함으로써 향후 다양한 임상적인 적용이 가능할 것이다.

References

- 1) Tavel ME : The jugular pulse tracing : its clinical application. In : Tavel ME ed. *Clinical phonocardiography and external pulsed tracing*. p50-53 2nd Ed. Chicago Year Book Medical Publisher, 1978
- 2) Froyssaker T : Normal flow pattern in the superior vena cava in man during thoracotomy. *Scand J Thorac Cardiovascular Surg* 6 : 22, 1972
- 3) Sivaciyan V, Ranganathan N : Transcutaneous Doppler jugular venous flow velocity recording : Clinical and hemodynamic correlates. *Circulation* 57 : 930, 1979
- 4) Garcia-Dorado D, Falzgral S, Almanzan A : Diagnosis of functional tricuspid insufficiency by pulsed wave Doppler ultrasound. *Circulation* 66 : 1315, 1982
- 5) Sakai K, Nakamura K, Satomi G, Kondo M, Hiro-sawak : Evaluation of tricuspid regurgitation by blood flow pattern in the hepatic vein using pulsed Doppler technique. *Am Heart J* 108 : 516, 1984
- 6) Pennestri F, Loperitito F, Salvatori MP : Assess-

- ment of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler ultrasonography of hepatic vein. *Am J Cardiol* 66 : 1315, 1982
- 7) Kalmanson D, Veyrat C, Derai C, Savier CH, Perkman M, Chieche P : Noninvasive technique for diagnosing atrial septal defect and assessing shunt volume using directional Doppler ultrasound : correlation with phasic flow velocity patterns of shunt. *Br Heart J* 34 : 981, 1972
 - 8) Appleton C, Valan HA, Hatle L, Popp RL : Assessment of right heart filling in cardiac transplants using venous Doppler echocardiography. In *Proceedings of the Tenth World Congress of Cardiology, Washington DC* 252, 1986
 - 9) Wexler L, Berge DH, Gabe IT, Makin GS, Miller CT : Velocity of blood flow in normal human venae cavae. *Circ Res* 23 : 349, 1980
 - 10) Appleton C, Hatle L, Popp R : Superior vena cava flow velocity pattern can diagnose cardiac tamponade in patient with pericardiac effusion (abst) : *J Am Coll Cardiol* 9 : 118A, 1987
 - 11) Waggoner AD, Quinones MA, Young JB, Brandon TA, Shah AA, Vernal MS, Miller RR : Pulsed Doppler echocardiographic detection of right-sided valve regurgitation : experimental results and clinical significance. *Am J Cardiol* 47 : 279, 1981
 - 12) Miyatake K, Okamoto M, Kinoshita N, Otha M, Kozuka T, Sakakibara H, Nimura Y : Evaluation of tricuspid regurgitation by pulsed Doppler and two-dimensional echocardiography. *Circulation* 66 : 777, 1982
 - 13) Reeves WC, Leaman DM, Buonocore E, Bobb JD, Dach H, Schwiter J, Ciotola TJ, Hallahan W : Detection of tricuspid regurgitation and estimation of central venous pressure by two dimensional contrast echocardiography of the right superior hepatic vein. *Am Heart J* 102 : 374, 1981
 - 14) Richard KL, Cannon SR, Craford MH, Sorenson SG : Noninvasive diagnosis of aortic and mitral valve disease with pulsed Doppler spectral analysis. *Am J Cardiol* 51 : 1122, 1983
 - 15) Agatston AS, Rao A, Price RJ, Kinney EI : Diagnosis of constrictive pericarditis by pulsed Doppler echocardiography. *Am J Cardiol* 56 : 929, 1984
 - 16) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL : Superior vena cava and hepatic vein echocardiography in healthy adults. *J Am Coll Cardiol* Vol 10 No 5 : 1032, 1987
 - 17) Gabe IT, Gault JH, Ross J : Measurement of instantaneous blood flow velocity and pressure in conscious man with catheter tip velocity probe. *Circulation* 40 : 603, 1986
 - 18) Cohen ML, Cohen BS, Krozon I, Lighty GW, Wiener HE : Superior vena caval blood flow velocities in adults : Doppler echocardiographic study. *J Appl Physiol* 61 : 215, 1986
 - 19) Benchimol A, Stegall HF, Gartlan JL, Barreto EC, Goldstem MR, Sandoval J : Right atrium and superior vena cava flow velocity in man measured with the Doppler-Catheter flow meter telemetry system. *Am J Med* 48 : 309, 1970
 - 20) Appleton CP, Hatler LK, Popp RL : Central venous flow velocity patterns can differentiate constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy (abstr). *Am J Coll Cardiol* 9 : 119A, 1987