

좌심실 이완기능 평가에서 색채 M형 심초음파도 지표들의 유용성

전남대학교 의과대학 전남대학교병원 순환기내과학교실,¹
원광대학교 의과대학 원광대학교병원 순환기내과학교실²

윤경호¹ · 강동구¹ · 김계훈¹ · 홍서나¹ · 임상엽¹ · 이연상¹
이상현¹ · 홍영준¹ · 김주한¹ · 안영근¹ · 정명호¹ · 조정관¹
박종춘¹ · 김남호² · 오석규² · 정진원² · 강정채¹

The Usefulness of Color M-mode Doppler Echocardiographic Indices in the Assessment of Left Ventricular Diastolic Function

Kyung Ho Yun, MD¹, Dong Goo Kang, MD¹, Kye Hun Kim, MD¹, Seo Na Hong, MD¹,
Sang Yup Lim, MD¹, Yeon Sang Lee, MD¹, Sang Hyun Lee, MD¹, Young Joon Hong, MD¹,
Ju Han Kim, MD¹, Young Keun Ahn, MD¹, Myung Ho Jeong, MD¹, Jeong Gwan Cho, MD¹,
Jong Chun Park, MD¹, Nam-Ho Kim, MD², Seok Kyu Oh, MD²,
Jin-Won Jeong, MD² and Jung Chae Kang, MD¹

¹Department of Cardiovascular Medicine, Chonnam National University Hospital, Gwangju.

²Department of Cardiovascular Medicine, Wonkwang University Hospital, Iksan, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : Early color M-mode Doppler flow propagation (Vp) has been used to distinguish pseudonormal from normal diastolic filling patterns. However, the role of other indices, including the late diastolic propagation velocity (Ap) and time delay of mitral flow propagation (VpTD and ApTD), is not clear. **Subjects and Methods** : Doppler echocardiographic examinations were performed in 89 patients (60.6±9.9 years, male 59.6%), with an ejection fraction ≥40%, who were admitted for diagnostic coronary angiography. The clinical diagnoses on admission were stable angina (41.6%), unstable angina (30.3%), old myocardial infarction (24.7%) and atypical chest pain (3.3%). The diastolic filling patterns, as confirmed by mitral inflow and pulmonary venous flow, were compared with the Ap, VpTD and ApTD indices using color M-mode Doppler echocardiography. **Results** : The age, left ventricular ejection fraction, left ventricular end diastolic and end systolic dimensions, the left atrial size, and the E' and A' velocities of the mitral annulus tissue Doppler were significantly different between patients with normal and abnormal diastolic filling patterns. In patients with normal filling, impaired relaxation and pseudonormalized filling patterns, the VpTD were 63.1±14.9, 85.2±25.5 and 107.8±36.8 ms (p<0.001), the E/Vp were 1.3±0.4, 1.6±0.6 and 3.1±0.7 (p<0.001), and the E/VpTD were 1.2±0.5, 0.7±0.2 and 0.9±0.4 (p<0.001), respectively. The Ap and ApTD showed significant differences between patients with normal and pseudonormalized filling patterns (Ap 58.3±23.5 vs. 36.2±15.1, p=0.000; ApTD 47.1±19.5 vs. 66.7±22.2, p=0.001). The PVa duration, an index that depends on the left ventricular end-diastolic pressure, was the most important independent predictor for ApTD from a multiple regression analysis (R²=71.4%). **Conclusion** : The color M-mode Doppler indices, Ap, VpTD and ApTD, are new diagnostic parameters for diastolic dysfunction. (Korean Circulation J 2004;34(11):1082-1089)

KEY WORDS : Echocardiography ; Diastole ; Heart failure.

논문접수일 : 2004년 8월 2일

심사완료일 : 2004년 9월 13일

교신저자 : 박종춘, 501-757 광주광역시 동구 학 1동 8 전남대학교 의과대학 전남대학교병원 순환기내과학교실

전화 : (062) 220-6241 · 전송 : (062) 227-4760 · E-mail : jcpark@chonnam.ac.kr

서 론

최근에 우리나라도 고령화 사회로 진행됨에 따라 심부전증의 이환율이 증가되고 사망의 주요 원인이 되고 있다. 심부전증은 과거에는 좌심실 수축기능의 이상이 대부분을 차지하는 것으로 생각되어 왔으나, 최근 보고들에 의하면 절반 이상에서 수축기능이 정상인 이완기 심부전에 의한 것임이 알려지고 있다.¹⁻³⁾ 따라서 이완기 기능을 정확히 평가하는 것이 중요하며, 이와 같은 평가에 있어서 심초음파 검사는 심부전증의 진단 및 질환의 정도를 평가하는데 임상에서 간편하게 이용할 수 있는 중요한 진단 방법이다.

심초음파 검사를 이용한 좌심실 이완기능의 평가는 주로 간헐파 도플러를 이용하여 승모판 혈류 양상이나 폐정맥 혈류 양상을 측정하는 방법이 가장 널리 사용되어 왔다.⁴⁾ 그러나 이들 지표는 나이와 부하조건 등에 영향을 받으며, 특히 승모판 혈류 양상은 정상과 가정상화된(pseudonormalized) 이완기 장애를 구별하는데 어려움이 있다.^{5,6)}

최근 부하조건에 영향을 받지 않으며 가정상화된 이완기 장애 소견이 없는 새로운 도플러 지표들이 사용되고 있다.⁷⁾ 조직 도플러 영상에서 승모판륜 속도와 색채 M형 도플러의 초기 이완기 혈류 전파속도(early diastolic flow propagation velocity, Vp) 등이 널리 이용되는 지표들이다. 특히 색채 M형 도플러 심초음파 검사는 시행이 간편하고, 다른 지표와는 달리 시공간적인 정보를 제공하여 이완기능 평가에 유용하다.⁷⁾ 여러 연구에 의해 초기 이완기 혈류 전파속도(Vp)가 침습적인 이완기 지표와 상관관계가 있으며, 부하상태에 영향을 받지 않으며, 가정상화된 이완기능 장애를 구별하는데 유용한 것으로 알려져 있다.^{8,9)}

저자 등은 색채 M형 도플러 심초음파 검사에서 Vp 이외의 지표들이 가정상화된 이완기능 장애의 진단 뿐 아니라 이완기능 부전의 여러 단계를 반영하는지, 그리고 후기 이완기의 혈류에 대한 색채 M형 도플러 지표들의 의미는 무엇인지 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

흉통이 있거나, 과거 중재시술을 시행받고 추적검사를

위해 관동맥 조영술을 시행받기 위해 입원한 89명의 환자(연령 60.6±9.9세, 남자 : 여자=53 : 36)를 대상으로 하였다. 환자들은 모두 관동맥 조영술 시행 전날 또는 당일 초음파가 시행되었으며, 임상진단명은 안정형 협심증 37명(41.6%), 불안정형 협심증 27명(30.3%), 진구성 심근경색증 22명(24.7%), 비전형적 흉통이 3명(3.3%)이었다. 좌심실 구혈율이 40%이하인 경우, 중등도 이상의 대동맥판막 또는 승모판막질환이 있는 경우, 심방세동이나 다른 빈맥을 보이는 경우, 급성 심근경색증인 경우, 심낭 삼출액이나 다른 심낭 질환이 있는 경우는 제외하였다.

방 법

심장 초음파 검사는 모두 동일한 검사자에 의해 시행되었고 Sonos 5500(Hewlett-Packard사, USA) 심초음파 기계를 이용하였다. M형, 이면성, 도플러 심초음파 검사를 시행하였고, 모든 검사 내용은 비디오 테이프에 기록하였다.

M-mode 심초음파 검사를 통하여 Teicholz 방법¹⁰⁾으로 좌심실 구혈율을 측정하였고, 좌심실 확장기말, 수축기말 내경을 구하였다. 이면성 심초음파 검사로는 심첨 4방도에서 좌심실과 좌심방의 상하직경과 내외직경을 측정하였다. 간헐파형 도플러를 이용하여 승모판막 소엽의 끝에서 초기 이완기 최고속도(E velocity), 후기 이완기 최고속도(A velocity), 감속시간(deceleration time)을 측정하였다. 폐정맥 혈류의 측정은 심첨 4방도에서 우측 폐정맥의 유입부를 색채 도플러로서 확인하고, sample volume을 폐정맥과 좌심방의 연결부위로부터 폐정맥쪽으로 0.5~1.0 cm 들어가도록 위치시킨 후 호기 후 수축기 최고속도, 이완기 최고속도, 폐정맥 역류혈류의 최고속도를 구하였다. 조직 도플러 심초음파를 이용하여 내측 승모판륜 부위에서 간헐파형 도플러를 측정하여 초기 승모판륜 속도(E'), 후기 승모판륜 속도(A')를 측정하였다.

색채 M형 초음파는 심첨 4방도에서 sample volume을 가급적 중앙에 오도록 위치시키고, 기록지 속도를 100 mm/sec로 tracing하여 측정하였다. 초기이완기 혈류 전파속도(Vp)는 승모판막 끝에서 좌심실내강 쪽으로 4 cm 떨어진 곳까지의 첫 aliasing velocity를 측정하였고,¹¹⁾ aliasing velocity의 시작점부터 최대점까지의 시간거리를 측정하였다(VpTD). 후기 이완기 혈류에 대해서도

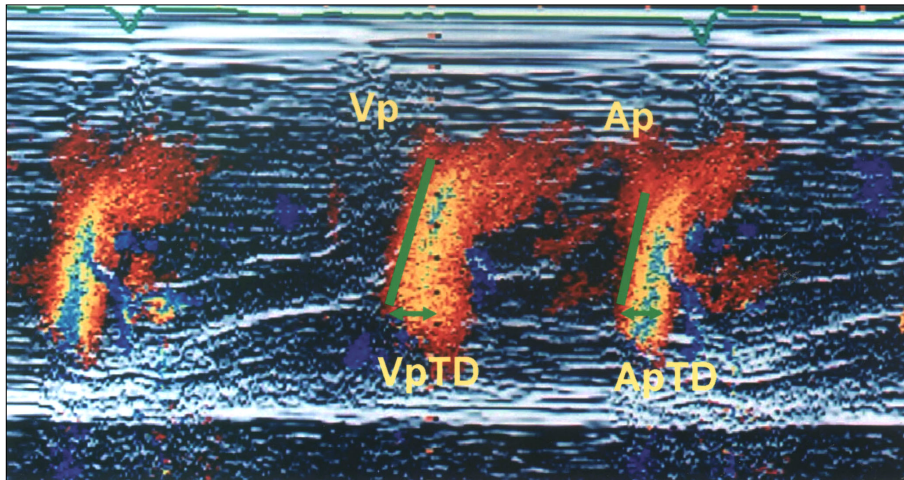


Fig. 1. Indices of color M-mode Doppler echocardiography. Early and late diastolic filling propagation velocities (V_p and A_p) were measured as the slope of first aliasing velocity from mitral tips to 4 cm distally into left ventricle. The time delays of the mitral propagation velocity (V_{pTD} and A_{pTD}) were calculated from the beginning to the peak point of color convergence. V_p : early diastolic filling propagation velocity, A_p : late diastolic filling propagation velocity, V_{pTD} : time delay of early mitral propagation velocity, A_{pTD} : time delay of late mitral propagation velocity.

같은 방법으로 측정하였다(Fig. 1).

대상 환자들을 승모판 혈류 양상에 따라 정상, 지연 확장(delayed relaxation), 가정상화 충만(pseudonormal filling pattern)으로 분류하였다.¹²⁾ 제한성 충만(restrictive filling)을 보이는 경우는 없었다. 정상은 E/A 비율이 1 이상이며, 감속시간이 160~240 msec인 경우로 하였고, 지연 확장(delayed relaxation)은 E/A 비율이 1 이하이며 감속시간이 240 msec 이상인 경우로 하였으며, 가정상화 충만(pseudonormal pattern)은 E/A 비율이 1 이상이며 감속시간이 160 msec보다 크지만 폐정맥 혈류에서 $PVs < PVd$ 인 경우로 정의하였다. E/A 비율과 감속시간을 모두 충족시키지 못한 경우는 E/A 비율을 우선적으로 고려하였고, 폐정맥 혈류의 PVs/PVd 비율을 참고하여 분류하였다.

통 계

통계분석은 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였고 모든 측정치는 평균과 표준편차로 표시하였다. 이완기능의 각 단계에 따른 측정치의 차이는 ANOVA 검사를 이용하여 검증하였고, 차이가 있을 경우에는 Post Hoc test로서 Scheffe법과 Duncan법을 이용하여 유의한 차이가 있는 군을 재검증하였다. 색채 M형 초음파의 후기 이완기 지표의 의미를 알아보기 위해 다른 지표들과 다중회귀분

석을 시행하였다. 모든 통계에서 p값은 0.05이하를 의미 있는 것으로 하여 선택하였다.

결 과

대상 환자의 평균나이는 60.6 ± 9.9 세였고, 남자는 53명(59.6%)이었다. 입원시 임상진단은 안정형 협심증 37명(41.6%), 불안정형 협심증 27명(30.3%), 진구성 심근경색증 22명(24.7%), 비전형적 흉통이 3명(3.3%)이었다. 고혈압의 병력은 33명(37.1%)에서 있었고, 당뇨병은 20명(22.5%)에서 있었으나, 이완기능이 정상인 군과 비정상인 군 간의 차이는 없었다. 좌심실 충만 형태에 따른 이완기능의 분류는 정상 충만군 32명(36.0%), 지연 확장군 43명(48.3%), 가정상화 충만군 14명(15.7%)이었다.

좌심실 이완기능에 따른 임상적 지표와 경흉부 심초음파도의 좌심실 구혈률, 좌심실 직경, 좌심방 크기, 승모판 혈류 양상, 폐정맥 혈류 양상은 이완기능의 장애를 보인 환자군에서 나이가 많았고($p < 0.01$), 심실과 심방의 크기가 컸으며($p < 0.01$), E/A ratio가 감소되어 있고($p < 0.01$), 감속시간이 길었다($p < 0.01$). 폐정맥 혈류 양상에서는 이완기능의 장애가 있는 환자군에서 PVs , PVa 가 증가하였고($p < 0.05$), PVd 는 감소하였다($p < 0.05$). 조직

Table 1. Clinical and echocardiographic characteristics according to diastolic filling patterns

	Normal (n=32)	Delayed relaxation (n=43)	Pseudonormalized pattern (n=14)	p
Age (yr)	56.09 ± 9.93	64.83 ± 8.56*	61.50 ± 9.50*	0.001
EF (%)	68.70 ± 5.75	66.30 ± 7.43	55.23 ± 10.98*	0.001
LVEDD (mm)	51.74 ± 4.57	51.69 ± 4.82	58.96 ± 9.16*	0.000
LVESD (mm)	30.86 ± 5.29	32.17 ± 5.49	41.95 ± 10.18*	0.000
LA SID (mm)	46.84 ± 7.20	46.14 ± 5.14	50.54 ± 7.41	0.149
LA MLD (mm)	34.92 ± 4.47	35.54 ± 4.82	40.93 ± 3.87*	0.002
E/A	1.17 ± 0.26	0.65 ± 0.13*	1.23 ± 0.38	0.000
DT (ms)	202.97 ± 45.52	255.86 ± 79.11*	208.64 ± 63.82	0.002
PVs (cm/s)	55.51 ± 11.67	59.82 ± 15.66	46.51 ± 18.06*	0.022
PVd (cm/s)	46.04 ± 8.90	38.59 ± 11.51*	46.85 ± 14.19	0.018
PVa (cm/s)	26.78 ± 3.61	33.14 ± 10.54*	28.56 ± 5.76	0.004
PVa duration (ms)	136.82 ± 34.80	155.14 ± 41.96	161.92 ± 33.51	0.066
E' (cm/s)	11.57 ± 2.60	8.46 ± 1.57*	8.28 ± 0.82*	0.000
A' (cm/s)	11.00 ± 2.19	12.87 ± 1.81*	11.17 ± 1.94	0.009
E'/A'	1.24 ± 1.02	0.67 ± 0.18*	0.75 ± 0.15*	0.007
E/E'	6.08 ± 1.56	6.45 ± 1.18	10.77 ± 3.89*	0.000

EF: ejection fraction, LVEDD: left ventricular end-diastolic dimension, LVESD: left ventricular end-systolic dimension, LA SID: left atrial superoinferior diameter, LA MLD: left atrial mediolateral diameter, E: early rapid filling wave, A: filling wave due to atrial contraction, DT: deceleration time, PVs: systolic velocity in pulmonary vein, PVd: diastolic velocity in pulmonary vein, PVa: atrial flow reversal in pulmonary vein, E': early diastolic annulus velocity, A': late diastolic annulus velocity. *: p<0.05 vs. normal filling pattern

Table 2. Color M-mode Doppler echocardiographic indices according to diastolic filling patterns

	Normal (n=32)	Delayed relaxation (n=43)	Pseudonormalized pattern (n=14)	p
Vp (cm/s)	56.78 ± 18.08	37.16 ± 11.43*	31.09 ± 9.50*	0.000
Ap (cm/s)	58.33 ± 23.54	73.86 ± 33.94	36.19 ± 15.14*	0.000
VpTD (ms)	63.06 ± 14.97	85.19 ± 25.47*	107.82 ± 36.76*†	0.000
ApTD (ms)	47.06 ± 19.50	45.24 ± 16.91	66.71 ± 22.21*	0.001
Vp/Ap	1.05 ± 0.32	0.58 ± 0.24*	0.95 ± 0.36	0.000
E/Vp	1.34 ± 0.44	1.61 ± 0.64*	3.05 ± 0.97*†	0.000
A/Ap	1.13 ± 0.52	1.42 ± 0.77	2.41 ± 1.07*	0.000
E/VpTD	1.21 ± 0.45	0.68 ± 0.23*	0.92 ± 0.37*†	0.000

Vp: early diastolic filling propagation velocity, Ap: late diastolic filling propagation velocity, VpTD: time delay of early mitral propagation velocity, E: early rapid filling wave, A: filling wave due to atrial contraction, ApTD: time delay of late mitral propagation velocity. *: p<0.05 vs. normal filling pattern, †: p<0.05 vs. delayed relaxation

도플러에서는 E', A', E'/A', E/E'가 모두 정상 이완기능을 보인 환자 군과 이완기능 장애를 보인 환자군 간의 유의 있는 차이를 보였다(p<0.01) (Table 1).

색채 M형 도플러에서는 이완기능 장애가 있는 군에서 Vp, Ap, VpTD, ApTD 모두 정상 이완기능 군과 유의한 차이를 보였다(p<0.01) (Table 2). 후기 이완기 혈류의 지표인 Ap와 ApTD는 정상 충만군과 가정상화 충만군 사이에 유의한 차이를 보였다(Ap 58.3 ± 23.54 cm/s

vs. 36.1 ± 15.14 cm/s p=0.000 ; ApTD 47.0 ± 19.50 msec vs. 66.7 ± 22.21 msec p=0.001). 정상 충만군과 지연 확장군, 가정상화 충만군 사이에 VpTD는 63.0 ± 14.97 msec, 85.1 ± 25.47 msec, 107.8 ± 36.76 msec였고, E/Vp는 1.3 ± 0.44, 1.6 ± 0.64, 3.0 ± 0.97이었고, E/VpTD는 1.2 ± 0.45, 0.6 ± 0.23, 0.9 ± 0.37로서 이완기능 장애군 사이, 즉 지연 확장군과 가정상화 충만군 사이에도 차이를 보이는 지표이었다. 특히 VpTD와 E/Vp

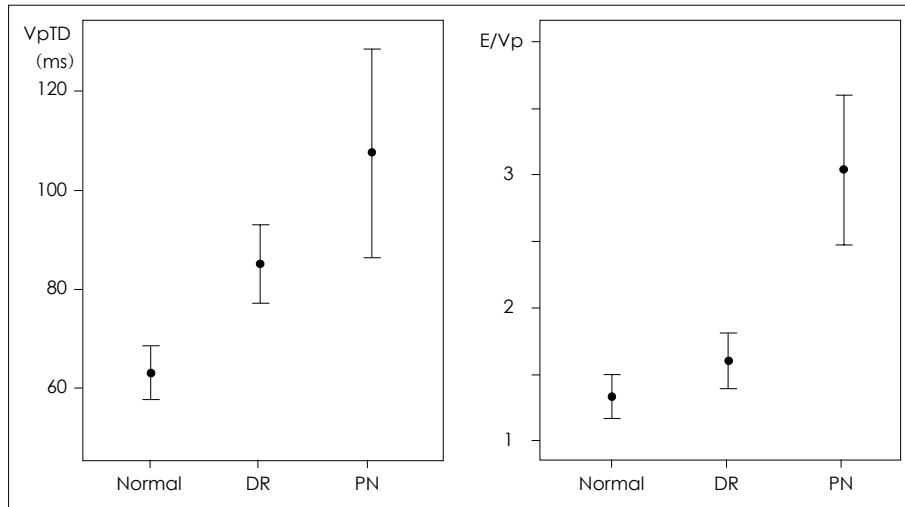


Fig. 2. Comparison of VpTD, E/Vp between patients with normal filling pattern and those with abnormal filling patterns. An increment of VpTD and E/Vp ratio has significant correlation with severity of diastolic dysfunction ($p < 0.01$). VpTD: time delays of early mitral propagation velocity, E: early rapid filling wave, Vp: early diastolic filling propagation velocity, DR: delayed relaxation, PN: pseudonormal filling pattern.

는 이완기능 장애에 비례하여 증가하는 지표로 의의가 있었다(Fig. 2). 후기 이완기 지표들에 대한 다중회귀분석에서 ApTD와 관련 있는 가장 중요한 인자는 PVa duration이었다($R^2=71.4\%$).

고 찰

좌심실의 이완기능의 장애는 심부전의 병인에 있어서 중요한 역할을 하고 있고, 환자의 증상과 예후와도 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다. 좌심실의 이완기능의 평가는 심도자를 이용하여 좌심실의 압력-용적 곡선 및 좌심실 이완기압을 측정하는 것이 가장 정확한 검사이지만,¹³⁾¹⁴⁾ 이는 침습적인 방법으로서 검사의 시행과 반복적인 추적관찰에 어려움이 있다. 1982년 Kitabatake 등¹⁵⁾이 간헐파 도플러 심초음파를 이용하여 승모판 혈류 양상을 측정, 좌심실의 이완기 기능을 평가하기 시작한 이래로 현재까지 발전을 거듭해 도플러 심초음파를 이용한 승모판 혈류 양상의 측정은 좌심실 이완기능 평가의 근간이 되고 있다.

그러나 승모판 혈류 양상을 이용한 이완기능의 평가는 심박동수, 나이, 부하상태에 따라 영향을 받으며, 이완기능 이상의 여러 단계의 상태를 정확히 구분할 수 없다는 제한점이 있다.¹⁶⁾ 이와 같은 제한점을 극복하기 위하여 최근 조직 도플러 영상을 이용한 승모판류 속도나 색채

M형 도플러를 이용한 초기 이완기혈류 전파속도의 측정이 이용되고 있다.

색채 M형 도플러 심초음파는 고도의 해상과 동시에 초음파 광선을 따라 심내 여러 곳에서의 혈류 속도를 측정하는 방법이다.¹⁷⁻²³⁾ Brun 등⁸⁾은 초기 이완기혈류 전파속도를 측정하여 심도자법을 이용한 time constant of isovolumic relaxation(Tau)과의 연관성을 증명함과 동시에 심근질환, 고혈압, 대동맥 판막질환에서 정상 대조군에 비해 감소함을 보고하였다. Garcia 등¹⁸⁾은 Vp가 이완기능 장애가 있는 환자들에서 45 cm/s 이하임을 보이고, 이는 정상과 가정상화 충만을 구별하는 좋은 지표임을 보고하였다. 색채 M형 도플러를 이용하여 좌심실의 이완기능을 평가하는 다른 방법은 승모판첨부에서 좌심실의첨부 사이에 초기 승모판 혈류의 최대충만속도의 차이(time delay of mitral flow propagation, TD)를 측정하는 것이다. 기존 연구에서 TD는 좌심실의 형태에 따라 영향을 받을 수 있지만 허혈에 의한 이완기능 장애에서 증가됨이 알려져 있다.²³⁾²⁴⁾ 또한 Dagdelen 등²⁵⁾은 VpTD가 좌심실 이완기말 압력과도 좋은 상관관계가 있음을 보고하였다.

본 연구에서는 이완기능 장애가 있는 환자들에서 나이, 좌심실과 좌심방의 크기, 폐정맥 혈류 양상, 조직 도플러 승모판류 속도가 정상 이완기능 환자에 비해 의미있는 차이를 보여 기존 연구들과 같은 결과를 보였다. 색

채 M형 도플러에서도 Vp, VpTD, Ap, ApTD가 정상 이완기능 환자들과 이완기능 장애 환자군 간에 유의한 차이를 보였다. 특히 색채 M형 도플러 지표 중 E/Vp, VpTD, E/VpTD는 정상과 지연확장, 가정상화 충만 군 간에도 유의한 차이를 보여 승모판 혈류나 폐정맥 혈류 양상과는 달리 이완기능의 정도에 비례하여 변화함을 알 수 있었다.

최근 실제 이완기능을 완만 충만기(diastasis)와 심방 수축기만으로 국한하여 이해하는 것이 더 합리적임이 알려지고 있다.²⁶⁾²⁸⁾ 이 두 기간이 실제의 좌심실의 수동적 충만 성질이 잘 반영되고 있기 때문이다. Pai 등²⁸⁾²⁹⁾은 간헐과 도플러를 이용하여 승모판의 A wave가 좌심실 내로 전파되는 시간이 후기 이완기 때 좌심실의 경직도를 반영하여 좌심실의 이완기 성능을 잘 나타내는 것으로 보고하였다. 색채 M형 도플러의 Ap는 A wave가 좌심실의 침부로 전파되는 것을 직접적으로 보여주기에 더 적합한 검사로 생각된다. 그러나 이에 대한 연구는 아직 드물다. 최근 Parthenakis 등²⁷⁾이 Ap가 이완기능 이상이 있는 환자들에서 증가하여 정상 이완기능과 가정상화된 충만 양상을 구별하는데 유용함을 보고하였다. 본 연구에서도 Ap와 ApTD가 이완기능 이상이 있는 환자에서 증가되어 있어, 가정상화된 충만 형태를 보이는 환자의 감별에 유용하였다. 특히 ApTD는 PVa duration과 밀접한 관련이 있었는데, PVa duration은 좌심실 이완기말 압력에 의해 변화하는 인자로 알려져 있어서,³⁰⁾ ApTD가 승모판 혈류 양상에 의한 이완기능 장애의 정도보다는 실제 좌심실 이완기말 압력에 좌우될 수 있음을 시사하였다. 후기 이완기에 나타나는 폐정맥 혈류 양상에서 PVa는 지연 확장 형태의 충만 형태를 보이는 환자라 하더라도 좌심실 이완기말압이 증가하면 속도가 증가하고 시간도 길어지므로 좌심실 충만압을 추정할 수 있다. 본 연구에서 ApTD는 PVa duration의 독립적인 인자였는데, 따라서 폐정맥 혈류를 측정하기 힘든 환자에서 좌심실 충만압을 예측하는데 이용할 수 있을 것이나, 아직 더 많은 연구가 필요하다.

본 연구의 제한점으로는 우선 이완기 기능장애의 평가에 심도자법을 이용한 침습적인 지표들을 제시하지 못하여 실제 이완기능의 정도가 다를 수 있다는 점을 들 수 있다. 그러나 Vp나 E/E' 등 현재까지 밝혀진 정상과 가정상화된 충만을 구별하는 독립적인 지표들이 본 연구의 기준이 된 폐정맥 혈류에 따른 분류군 간에 현저하게 차

이가 있어 대상 환자들의 이완기능의 분류가 잘 이루어졌으리라 사료된다. 둘째로 본 연구의 주요 측정인자인 propagation velocity와 TD의 측정에 있어 관찰자의 주관적 방법에 의한 오차가 발생할 수 있다는 점이 있다. 셋째는 환자의 이완기능을 승모판 혈류 양상에 따라 분류하여 각 군 간에 연령이나 좌심실 구형율이 같지 않음을 들 수 있다. 이는 승모판 혈류 양상에 따른 이완기능이 이들에 의해 영향을 받기 때문인데, 색채 M형 도플러 지표들의 의의를 더 잘 알아보기 위해서는 동일 이완기능을 보이는 환자군 내에서의 차이에 대해 연구할 필요가 있을 것이다.

결론적으로 색채 M형 도플러를 이용한 Vp, Ap, VpTD, ApTD는 정상과 이완기능 이상을 보이는 환자와의 구별에 유용하였고, 후기 이완기 지표들인 Ap, ApTD 또한 정상 이완기능과 가정상화된 충만 형태를 구별하는데 유용하였다. 또한 VpTD, E/Vp는 좌심실 이완기능 장애의 중등도에 비례하여 증가하는 유용한 지표였다. 즉, 색채 M형 도플러를 이용한 이완기능의 평가는 측정 방법이 간단하며 본 연구에서의 결과에서 보여준 바와 같이 좌심실의 초기 이완기뿐만 아니라 후기 이완기의 상태도 반영하는 좋은 검사이었고, 실제 임상에서 심부전 환자의 치료와 예후를 평가하는데 있어서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 생각되었다.

요 약

배경 및 목적 :

색채 M형 도플러 검사의 초기 이완기 혈류 전파속도(Vp)가 침습적인 이완기 지표와 상관관계가 있으며 가정상화된 이완기능 장애를 구별하는데 유용한 것으로 알려져 있다. Vp 이외의 지표들에 대한 연구는 많지 않아서 색채 M형 도플러 검사의 여러 지표들이 이완기능 부전의 여러 단계를 반영하는지, 그리고 후기 이완기의 혈류에 대한 지표들의 의의는 무엇인지 알아보고자 하였다.

방 법 :

진단적 관동맥 조영술을 시행받기 위해 입원한 78명의 환자(60.6±9.9세, 남자: 여자=53:25)를 대상으로 하였다. 승모판 혈류와 폐정맥 혈류 양상으로 이완기능 장애의 정도를 정의하였고, 색채 M형 도플러와 비교하였다. 이완기 혈류 전파속도(Vp, Ap)는 승모판막 끝에서 좌심실내강 쪽으로 4 cm 떨어진 곳까지의 첫 aliasing

velocity를 측정하였고, aliasing velocity의 시작점부터 최대점까지의 시간거리를 측정하였다(VpTD, ApTD).

결 과 :

이완기능의 장애를 보인 환자군에서 나이가 많았고($p < 0.01$), 심실과 심방의 크기가 컸으며($p < 0.01$), E/A ratio가 감소되어 있고($p < 0.01$), 감속시간이 길었다($p < 0.01$). 색채 M형 도플러에서는 이완기능 장애가 있는 군에서 Vp, Ap, VpTD, ApTD 모두 정상 이완기능 군과 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). Ap와 ApTD는 정상 충만군과 가정상화 충만군 간에 유의한 차이를 보였다(Ap 58.33 ± 23.54 cm/s vs. 36.19 ± 15.14 cm/s $p < 0.001$; ApTD 47.06 ± 19.50 msec vs. 66.71 ± 22.21 msec $p < 0.001$). 정상 충만군과 지연 확장군, 가정상화 충만군 간에 VpTD는 63.0 ± 14.97 msec, 85.1 ± 25.47 msec, 107.8 ± 36.76 msec였고, E/Vp는 1.3 ± 0.44 , 1.6 ± 0.64 , 3.0 ± 0.97 이었고, E/VpTD는 1.2 ± 0.45 , 0.6 ± 0.23 , 0.9 ± 0.37 로서 이완기능 장애군 사이, 즉 지연 확장군과 가정상화 충만군 간에도 차이를 보였다($p < 0.001$). 후기 이완기 지표들에 대한 다중회귀분석에서 ApTD와 관련 있는 가장 중요한 인자는 PVa duration 이었다($R^2 = 71.4\%$).

결 론 :

색채 M형 도플러를 이용한 Vp, Ap, VpTD, ApTD는 정상과 이완기능 이상을 보이는 환자와의 구별에 유용하였고, 후기 이완기 지표인 Ap, ApTD 등도 정상과 가정상화된 충만 형태를 구별하는데 유용하였다. 색채 M형 도플러를 이용한 이완기능의 평가는 좌심실의 초기 이완기뿐만 아니라 후기 이완기의 상태도 반영하는 좋은 검사로 사료되며, 향후 이완기 심부전 환자의 진단과 치료에 널리 이용되리라 기대된다.

중심 단어 : 심초음파도 ; 이완기 ; 심부전.

REFERENCES

- Petrie M, McMurray J. *Changes in notions about heart failure. Lancet* 2001;358:432-4.
- Senni M, Tribouilloy CM, Rodeheffer RJ, Jacobsen SJ, Evans JM, Bailey KR, Redfield MM. *Congestive heart failure in the community: a study of all incident cases in Olmsted County, Minnesota, in 1991. Circulation* 1998;98:2282-9.
- Vasan RS, Larson MG, Benjamin EJ, Evans JC, Reiss C, Levy D. *Congestive heart failure in subjects with normal versus reduced left ventricular ejection fraction: prevalence and mortality in a population-based cohort. J Am Coll Cardiol* 1999;33:1948-55.
- Nishimura RA, Tajik AJ. *Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta Stone. J Am Coll Cardiol* 1997;30:8-18.
- Bryg RJ, Williams GA, Labovitz AJ. *Effect of aging on left ventricular diastolic filling in normal subjects. Am J Cardiol* 1987;59:971-4.
- Choong CY, Abascal VM, Thomas JD, Guerrero JL, McGlew S, Weyman AE. *Combined influence of ventricular loading and relaxation on the transmitral flow velocity profile in dogs measured by Doppler echocardiography. Circulation* 1988;78:672-83.
- Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. *New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. J Am Coll Cardiol* 1998;32:865-75.
- Brun P, Tribouilloy C, Duval AM, Iserin L, Meguira A, Pelle G, Dobois-Rande JL. *Left ventricular flow propagation during early filling is related to wall relaxation: a color M-mode Doppler analysis. J Am Coll Cardiol* 1992;20:420-32.
- Moller JE, Poulsen SH, Sondergaard E, Egstrup K. *Preload dependence of color M-mode Doppler flow propagation velocity in controls and patients with left ventricular dysfunction. J Am Soc Echocardiogr* 2000;13:902-9.
- American Society of Echocardiography Committee on Standard. *Subcommittee on Quantitation of two-dimensional echocardiograms. Recommendation for quantitation of left ventricle by two-dimensional echocardiography. J Am Soc Echocardiogr* 1989;2:361-7.
- Takatsuji H, Mikami T, Urasawa K, Teranishi J, Onozuka H, Takagi C, Makita Y, Matsuo H, Kusuoka H, Kitabatake A. *A new approach for evaluation of left ventricular diastolic function: spatial and temporal analysis of left ventricular filling flow propagation by color M-mode Doppler echocardiography. J Am Coll Cardiol* 1996;27:365-71.
- Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, Nishimura RA, Seward JB, Tajik AJ. *The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr* 1997;10:246-70.
- Weiss JL, Frederiksen JW, Weisfeldt ML. *Hemodynamic determinants of the time-course of fall in canine left ventricular pressure. J Clin Invest* 1976;58:751-60.
- Thompson DS, Waldron CB, Junl SM, Naqvi N, Swanton RH, Clotart DJ, Jenkins BS, Webb-Peploe MM. *Analysis of left ventricular pressure during isovolumic relaxation in coronary artery disease. Circulation* 1982;65:690-7.
- Kitabatake A, Inoue M, Asao M, Tanouchi J, Masuyama T, Abe H, Morita H, Senda S, Matsuo H. *Transmitral blood flow reflecting diastolic behavior of the left ventricle in health and disease: a study by pulsed Doppler technique. Jpn Circ J* 1982;46:92-102.
- Appleton CP, Hatle LK. *The natural history of left ventricular filling abnormalities: assessment by two dimensional and Doppler echocardiography. Echocardiography* 1992;9:437-45.
- de Mey S, de Sutter J, Vierendeels J, Verdonck P. *Diastolic filling and pressure imaging: taking advantage of the information in a color M-mode Doppler image. Eur J Echocardiography* 2001;2:219-33.
- Garcia MJ, Palac RT, Malenka DJ, Terrell P, Plehn JF. *Color M-mode Doppler flow propagation velocity is a relatively preload independent index of left ventricular filling. J Am Soc Echocardiogr* 1999;12:129-37.

- 19) Garcia MJ, Ares MA, Asher C, Rodriguez L, Vandervoort P, Thomas JD. *An index of early left ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. J Am Coll Cardiol 1997;29:448-54.*
- 20) Duval-Moulin AM, Dupouy P, Brun P, Zhuang F, Pelle G, Perez Y, Teiger E, Castaigne A, Gueret P, Dubois-Rande JL. *Alteration of left ventricular diastolic function during coronary angioplasty-induced ischemia: a color M-mode Doppler study. J Am Coll Cardiol 1997;29:1246-55.*
- 21) Mego DM, DeGeare VS, Nottestad SY, Lamanna VP, Oneschuk LC, Rubal BJ, Zabalgoitia M. *Variation of flow propagation velocity with age. J Am Soc Echocardiogr 1998;11:20-5.*
- 22) Steine K, Flogstad T, Stugaard M, Smiseth OA. *Early diastolic intraventricular filling pattern in acute myocardial infarction by color M-mode Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1998;11:119-25.*
- 23) Stugaard M, Smiseth OA, Risce C, Ihlen H. *Intraventricular early diastolic filling during acute myocardial ischemia: assessment by multigated color M-mode Doppler echocardiography. Circulation 1993;88:2705-13.*
- 24) Hur SH, Kim KS, Lee JE, Hyun DW, Han SW, Kim YN, Kim KB, Kwon KY. *Diastolic dysfunction of left ventricle during transient myocardial ischemia: usefulness of color M-mode Doppler echocardiography. Korean Circ J 1997;27:1096-109.*
- 25) Dagdelen S, Eren N, Karabulut H, Akdemir I, Ergelen M, Saglam M, Yuce M, Alhan C, Caglar N. *Estimation of left ventricular end-diastolic pressure by color M-mode Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging. J Am Soc Echocardiogr 2001;14:951-8.*
- 26) Ommen SR, Nishimura RA, Appleton CP, Miller FA, Oh JK, Redfield MM, Tajik AJ. *Clinical utility of Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the estimation of left ventricular filling pressure: a comparative simultaneous Doppler-catheterization study. Circulation 2000;102:1788-94.*
- 27) Parthenakis FI, Patrianakos AP, Tzerakis PG, Kambouraki DM, Chrysostomakis SI, Vardas PE. *Late left ventricular diastolic flow propagation velocity determined by color M-mode Doppler in the assessment of diastolic dysfunction. J Am Soc Echocardiogr 2004;17:139-45.*
- 28) Pai RG, Suzuki M, Heywood JT, Ferry DR, Shah PM. *Mitral A velocity wave transit time to the outflow tract as a measure of left ventricular diastolic stiffness: hemodynamic correlations in patients with coronary artery disease. Circulation 1994;89:553-7.*
- 29) Pai RG, Shah PM. *A new Doppler method for assessing left ventricular diastolic stiffness based on principles of flow wave propagation: mathematical basis and review of the method. J Heart Valve Dis 1993;2:167-73.*
- 30) Rossvoll O, Hatle LK. *Pulmonary venous flow velocities recorded by transthoracic Doppler ultrasound: relation to left ventricular diastolic pressure. J Am Coll Cardiol 1993;21:1687-96.*