Original Articles Korean Circulation J 2002;32(9):807-814

만성 신부전 환자에서 전부하 감소 정도가 승모판륜 운동속도의 변화에 미치는 영향

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 내과학교실 심장혈관센터[1]
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 내과학교실,[2] 경희대학교 의과대학 내과학교실[3]
임을순[1] · 박승우[1] · 이상철[1] · 김현중[1] · 원경헌[1] · 이호현[1]
홍경표[1] · 박정의[1] · 서정돈[1] · 김윤구[2] · 배종화[3]

Effect of Vigorous Preload Reduction on Mitral Annulus Velocity in Chronic Renal Failure

Eul-Soon Im, MD[1], Seung-Woo Park, MD[1], Sang-Chul Lee, MD[1], Hyun-Jung Kim, MD[1], Kyung-Hun Won, MD[1], Ho-Hyun Lee, MD[1], Kyung-Pyo Hong, MD[1], Jung-Euy Park, MD[1], Jung-Don Seo, MD[1], Yoon-Goo Kim, MD[2] and Jong-Hoa Bae, MD[3]

[1]Cardiovascular Center, Department of Internal Medicine, Samsung Medical Center, School of Medicine, Sungkyunkwan University, Seoul, [2]Department of Internal Medicine, Samsung Medical Center, School of Medicine, Sungkyunkwan University, Seoul, [3]Department of Internal Medicine, School of Medicine, Kyunghee University, Seoul, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The pulsed wave Doppler echocardiography in the mitral inflow is used widely for the assessment of LV diastolic function. The echocardiographic index of LV diastolic function is known to be affected by several factors, such as the loading condition. In the Doppler tissue image (DTI), the mitral annulus velocity is known to be unaffected by the loading condition. The purpose of this study was to investigate the effect of the preload reduction on the mitral annulus velocity. **Subjects and Methods :** We examined the transmitral and pulmonary venous flows, and the mitral annulus velocity in 30 patients with chronic renal failure, but a normal LV systolic function, by echocardiography, both before and after hemodialysis. The study patients were divided into two groups ; Group I (preload reduction≤2.0 kg, N=10) and Group II (preload reduction >2.0 kg, N=20). **Results :** In the transmitral flow ; the E velocity was changed, both before and after hemodialysis, in Group II. <Group I -from 97±12 cm/s to 86±11 cm/s (NS), Group II -from 85±5 cm/s to 63±5 cm/s (p=0.0001)>. The A velocity was also changed in Group II. In the mitral septal annulus velocity by DTI ; The E' velocity was changed in both groups, but the A' velocity was only changed in Group II. In the mitral lateral annulus velocity by DTI ; all indices remained unchanged in both groups. **Conclusion :** These results suggested that a vigorous preload reduction might change the echocardiographic indices, and either the transmitral flow pattern or the mitral septal annulus velocity. The mitral lateral annulus velocity indices, which are useful for the evaluation of the LV diastolic function, were unchanged by the preload reduction. The preload condition needs to be accounted for when evaluating the LV diastolic function with a Doppler echocardiography. **(Korean Circulation J 2002;32 (9):807-814)**

KEY WORDS : Echocardiography, doppler ; Mitral valve ; Heart failure, congestive.

논문접수일 : 2002년 5월 17일
심사완료일 : 2002년 7월 30일
교신저자 : 박승우, 135 - 230 서울 강남구 일원동 50번지 성균관대학교 의과대학 삼성의료원 내과학교실 심혈관센터
전화 : (02) 3410 - 3419 · 전송 : (02) 3410 - 3849 · E - mail : swpark@smc.samsung.co.kr.

서 론

좌심실 이완기능의 평가방법은 심도자술, 방사성 동위원소를 이용한 심혈관 조영술, 도플러 심초음파를 이용하는 방법 등이 있으며, 이중 도플러 심초음파도는 비관혈적이며 반복, 추적검사가 용이하고, 관혈적 방법인 심도자술로 측정한 지표와 잘 일치하므로 좌심실 이완기능의 평가에 흔히 이용된다.[1-3] 즉, 승모판 혈류 및 폐정맥 혈류를 분석하거나 도플러 조직영상을 이용한 승모판륜 운동속도를 측정함으로써 좌심실 이완기능을 평가할 수 있다.[1)2)4-8)]

하지만 좌심실 이완기능을 평가하고자 사용되는 도플러 심초음파도는 다른 환경요인에 쉽게 영향을 받는데 특히, 승모판 혈류 분석은 좌심실 이완기능 평가에 가장 광범위하게 사용되지만 다른 환경요인 특히, 부하조건에 의해 쉽게 영향을 받는 단점을 가진다.[9)] 반면 도플러 조직영상을 이용한 승모판륜 운동속도는 비교적 부하조건에 영향을 받지 않아 좌심실 이완기능 평가에 있어 정상 이완기능과 위정상화 이완기능장애의 감별에 유용하다는 보고가 있었다.[9)]

이에 저자들은 전부하 감소정도가 과도하고 다양한 혈액투석을 받는 만성신부전 환자를 대상으로 M형, 이면성, 간헐파형 도플러 및 도플러 조직영상 심초음파도를 혈액투석 전후로 시행하여 전부하 감소에 따른 도플러 심초음파 지표들의 변화를 관찰하고, 전부하의 변화 정도가 이러한 지표들에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

대 상

삼성서울병원 인공신장실에서 유지혈액투석을 받고 있는 만성신부전 환자 가운데, 협심증, 심근경색, 울혈성심부전, 중등도 이상의 판막질환, 심근증의 병력이 없는 환자, 정상 심전도 및 심초음파도 검사상 국소 벽운동장애가 없는 환자에 한하여 환자의 동의하에 연구를 진행하였다. 총 30명(남자 17명, 여자 13명)을 대상으로 하였고, 평균연령은 49±12세로 22세에서 69세까지 분포하였다. 대상환자 30명중 고혈압을 진단받은 환자는 27명(90%)이었고, 당뇨병을 진단받은 환자는 8명(27%)이었다. 대상 환자들이 만성신부전을 진단받은 기간은 평균 57개월, 혈액투석을 시작한 기간은 평균 42개월, 하루 평균 투석 시간은 3.9시간이었다(Table 1).

방 법

대상환자는 혈액투석 전후 각각 30분 이내에 체중, 혈압, 심박수 측정 및 심초음파도 검사를 시행하였다. 심초음파 기기는 M형, 이면성, 간헐파형 도플러 및 도플러 조직영상 공히 모두 Acuson 128XP/10(Acuson Corporation, California)을 사용하였다. 환자의 표준자세는 좌측편위를 취하게 하였고, 검사자간의 오차를 줄이기 위해서 심초음파도 검사에 충분히 훈련된 심장내과 의사 1명이 지속적으로 시행하였다.

연구에 참가한 전체 대상환자를 전체군이라 하였고, 추후 인공신장실 기록을 근거로 전부하 감소(체중 감소) 정도에 따라 I군(preload reduction≤2.0 kg), II군(preload reduction>2.0 kg)으로 구분하여 세군에서 혈액투석 전후 M형, 이면성, 간헐파형 도플러 및 도플러 조직영상의 변화를 각각 비교 분석하였다.

M형 및 이면성 심초음파도 검사

심초음파 기기의 2.5 MHz 탐촉자를 이용하여 미국 심초음파 학회가 제시한 방법으로 좌심실의 확장기말 직경(LVEDd)과 수축기말 직경(LVESd)을 측정하였고, 이면성 심초음파 검사상 벽운동 이상이 없음을 확인한 후, 좌심실 구혈률(LVEF)을 다음의 공식으로 계산하였다.[10)]

$$LVEF(\%) = (LVEDd_2 - LVESd_2)/LVEDd_2 \times 100$$

간헐파형 도플러 심초음파도 검사

승모판 혈류파형은 심첨사방도(apical 4-chamber

Table 1. Baseline characteristics of study patients

	Group I	Group II	Total
Number	10	20	30
Male : Female	8 : 2	9 : 11	17 : 13
Age (yrs)	49±14	49±11	49±12
DM-N (%)	4 (20)	4 (40)	8 (27)
HTN-N (%)	9 (90)	18 (90)	27 (90)
CRF duration (mo)	39±41	66±45	57±45
HD duration (mo)	30±39	47±45	42±43
HD time (hours)	3.8±0.4	4.1±0.2	3.9±0.3
Ultrafiltration (kg)	1.3±0.7	3.1±0.7	2.5±1.1

All values are mean±SD. Group I : preload reduction ≤2.0 kg, Group II : preload reduction>2.0 kg, Total : total enrolled patients, DM : diabetes mellitus, HTN : hypertension, CRF : chronic renal failure, HD : hemodialysis

view)에서 간헐파형 도플러 sample volume(size 2 mm을 승모판 첨부(leaflet tip)에 위치시켰고 가능한 한 초음파의 진행방향이 혈류와 평행이 되도록 한 후 초당 100 mm의 속도로 기록하였다. 승모판 혈류파형으로부터 초기 급속 충혈기의 최고 혈류속도(E), 후기 심방 수축기의 최고 혈류속도(A), E/A비, A파 기간, 좌심실 등용적 이완시간(IVRT : isovolumic relaxation time), E파의 감속시간(DT : deceleration time)을 측정하였다.

폐정맥 혈류파형은 역시 같은 심첨사방도에서 색채혈류박스를 우측 상 폐정맥에 고정시킨 뒤 sample volume을 좌심방에서 1 cm 지난 부위의 폐정맥에 위치하여 호기 말 상태에서 초당 100 mm의 속도로 기록하였다. 폐정맥 혈류파형으로부터는 수축기 혈류 최고속도(S), 이완기 혈류 최고속도(D), S/D비, 좌심방 수축에 따른 역류혈류의 최고속도(a), a파의 기간 등을 측정하였다.

도플러 조직영상(Doppler tissue image, DTI)

도플러 조직영상은 간헐파형 도플러와 같은 기기에서 DTI 기능을 활성화시킨 후, 심첨사방도에서 색채박스를 승모판 내륜(septal mitral annulus)과 외륜(lateral mitral annulus)에 위치시키고 sample volume(3 mm)을 각각의 심근에 위치한 후, 가능한 한 초음파의 진행방향이 승모판륜의 운동방향과 평행이 되도록 한 후 초당 100 mm의 속도로 기록하였다. 도플러 조직영상에 의한 승모판륜 운동파형에서 수축기 승모판륜의 최고 운동속도(S '), 이완기 초기 급속충혈기의 승모판륜의 최고 운동속도(E '), 이완기 후기 심방수축기의 승모판륜의 최고 운동속도(A '), E '/A '비, E/E '비 등을 측정하였다(Fig. 1).

통 계

대상환자의 기초자료는 평균과 표준편차로 나타냈고, 나머지 각각의 지표는 평균과 표준오차평균으로 나타내었다. 혈액투석 전후의 측정치의 비교는 paired t-test를 이용하여 각각의 유의성을 검증하였다. p값이 0.05 미만이면 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다.

결 과

투석전후 여러 이완기능 지표의 변화를 분석하기에 앞서 투석 전과 후 각각에서 각 지표가 I군과 II군 사이에 차이가 있는지 살펴보고자 하였다. 투석 후, I군과 II군 사이에 E파가 유의하게 차이가 날 뿐, 나머지 지표에서는 유의한 차이를 발견할 수 없었다(Table 2, 3).

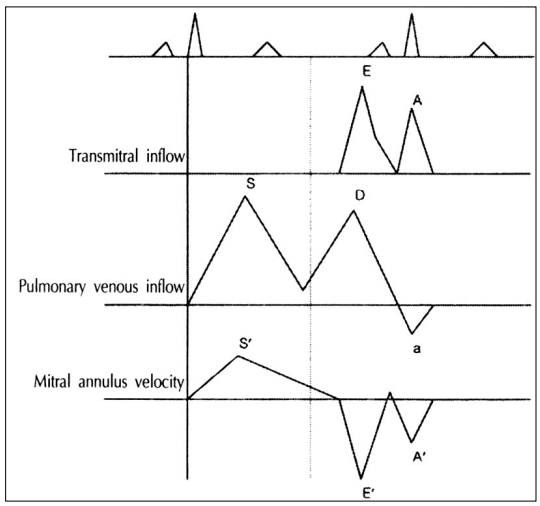

Fig. 1. Measurement and comparisons of transmitral inflow velocities, pulmonary venous inflow velocities, mitral annulus velocities for LV diastolic function evaluation. E : peak velocity of early transmitral inflow, A : peak velocity of late transmitral inflow, S : peak velocity of systolic pulmonary venous inflow, D : peak velocity of diastolic pulmonary venous inflow, a : peak velocity of pulmonary vein reversal flow during atrial contraction, S' : peak systolic velocity of mitral annulus, E' : peak early diastolic velocity of mitral annulus, A' : peak late diastolic velocity of mitral annulus.

체중, 혈압 및 심박수

혈액투석 후 환자들의 체중변화는 전체군 30명은 59.1±1.5 kg에서 56.6±1.4 kg으로 평균 2.5±0.2 kg 감소, 전부하 감소가 2.0 kg 이하인 I군 10명은 57.4±2.4 kg에서 56.1±2.4 kg으로 평균 1.3±0.2 kg 감소, 전부하 감소가 2.0 kg 초과한 II군 20명은 60.0±1.9 kg에서 56.9±1.9 kg으로 평균 3.1±0.2 kg 감소하여 모든 군에서 유의한 변화를 보였다. 수축기, 이완기 혈압 및 심박수는 모든 군에서 투석전후 유의한 차이가 없었다(Table 4).

M형 심초음파도 검사결과

혈액투석 전후 좌심실 이완기말 직경은 전체군에서 53±1 mm에서 51±1 mm로 유의하게 감소하였으나($p=0.016$), I군과 II군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 좌심방 크기는 모든 군에서 유의한 감소가 관찰되

었다. 또한 좌심실 구혈률은 전체군에서는 60±2%에서 63±1%로 유의한 증가를 보였으나(p=0.037), Ⅰ군과 Ⅱ군 간에는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 5).

간헐파형 도플러 심초음파도 검사결과

승모판 혈류파형 분석에서 E파의 경우 전체군은 투석 전 89±5 cm/s에서 투석 후 70±5 cm/s(p=0.0001), Ⅰ군은 투석 전 97±12 cm/s, 투석 후 86±11 cm/s(NS), Ⅱ군은 투석 전 85±5 cm/s, 투석 후 63±5 cm/s(p=0.0001)의 변화를 보여 전체군과 Ⅱ군에서 유의한 감소가 있었다. A파의 경우는 Ⅱ군에서만 유의한 감소가 있었고, E/A비 역시 Ⅱ군에서만 유의한 감소가 있었다. 그리고 측정된 IVRT와 DT는 전체군에서만 유의한 증가가 관찰되었고, 세분한 Ⅰ군과 Ⅱ군에서는 유의한 변화를 보이지 않았다. 마지막으로 A파 기간은 모든 군에서 유의한 변화를 보이지 않았다(Table 6). 승모판 혈류파형 분석결과 전부하 감소가 적은 Ⅰ군에 비해 전부하 감소가 많았던 Ⅱ군에서 여러 지표의 유의한 변화가 있음을 알 수 있었다.

폐정맥 혈류파형 분석에서는 혈액투석 전후 S파, D파, a파, a파 기간 모두 모든 군에서 유의한 변화를 관

Table 2. Comparisons of transmitral Doppler indices in group I and group II

	Pre - HD		Post - HD	
	Group I	Group II	Group I	Group II
BW (kg)	57.4 ±2.4	60.0 ±1.9	56.1 ±2.4	56.9 ±1.9
E (cm/s)	97±12	85± 5	86±11	63±5*
A (cm/s)	82±12	86± 4	84± 9	75±4
E/A	1.38±0.24	1.04±0.10	1.21±0.27	0.86±0.10
IVRT (ms)	99± 5	99± 4	104± 4	113± 5
DT (ms)	198±19	220±15	240±25	244±14

All values are mean±SEM. * : p=0.05, HD : hemodialysis, BW : body weight, E : peak velocity of early transmitral inflow, A : peak velocity of late transmitral inflow, IVRT : isovolumic relaxation time of transmitral inflow, DT : deceleration time of transmitral inflow

Table 3. Comparisons of DTI indices in group I and group II

	Pre - HD		Post - HD	
	Group I	Group II	Group I	Group II
Septal				
E' (cm/s)	6.4 ±0.6	6.5 ±0.4	5.7 ±0.5	5.2 ±0.2
A' (cm/s)	7.8 ±0.5	9.2 ±0.4	9.4 ±0.9	7.9 ±0.3
E'/A'	0.86±0.11	0.72±0.11	0.67±0.10	0.67±0.10
E/E'	17.0±3.7	14.1 ±1.2	16.2 ±3.1	12.5 ±1.2
Lateral				
E' (cm/s)	9.3 ±0.6	8.6 ±0.6	8.3 ±1.1	7.9 ±0.6
A' (cm/s)	10.4 ±0.7	11.0 ±0.7	12.0 ±0.8	9.9 ±0.5
E'/A'	0.99±0.15	0.83±0.15	0.75±0.14	0.85±0.14
E/E'	10.8 ±1.6	10.7 ±1.0	11.6 ±1.9	9.0 ±1.2

All values are mean±SEM. DTI : Doppler tissue image, HD : hemodialysis, E' : peak early diastolic velocity of mitral annulus, A' : peak late diastolic velocity of mitral annulus, E : peak velocity of early transmitral inflow

Table 4. Hemodialysis effects on baseline characteristics

	Group I		Group II		Total	
	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD
BW (kg)	57.4±2.4	56.1±2.4‡	60.0±1.9	56.9±1.9‡	59.1±1.5	56.6±1.4‡
BP (mmHg)						
Systolic	167±5	163±7	151±5	143±6	156±4	150±5
Diastolic	99±3	96±2	83±3	85±3	88±2	89±2
HR (bpm)	81.0±6.9	76.5±5.9	75.0±2.8	76.2±2.7	77.0±2.9	76.3±2.6

All values are mean±SEM. * : p<0.05, † : p<0.01, ‡ : p<0.001, HD : hemodialysis, BW : body weight, BP : blood pressure, HR : heart rate

Table 5. Hemodialysis effects on M-mode, EF

	Group I		Group II		Total	
	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD
LVDd (mm)	55±1	53±1	52±1	50±2	53±1	51±1*
LA (mm)	41±1	38±1*	39±1	36±1*	40±1	37±1‡
EF (%)	60±3	63±3	61±2	63±2	60±2	63±1*

All values are mean±SEM. * : p<0.05, † : p<0.01, ‡ : p<0.001, EF : ejection fraction, HD : hemodialysis, LVDd : left ventricle diastolic dimension, LA : left atrium

찰할 수 없었다(Table 6).

도플러 조직영상 검사결과

승모판륜 내륜과 외륜에서 시행된 운동속도 파형 분석에서, 내륜은 E 파의 경우 전체군은 투석 전 6.5±0.3 cm/s에서 투석 후 5.4±0.2 cm/s(p=0.0001), I군은 투석 전 6.4±0.6 cm/s, 투석 후 5.7±0.5 cm/s(p=0.043), II군은 투석 전 6.5±0.4 cm/s, 투석 후 5.2±0.2 cm/s(p=0.001)로 변화를 보여 모든 군에서 유의한 감소가 관찰되었지만 특히 전부하 감소가 많은 II군에서 투석전후 지표의 감소가 뚜렷하였다. A 파의 경우는 전체군은 8.7±0.3 cm/s에서 8.4±0.44 cm/s (NS), I군은 7.8±0.5 cm/s에서 9.4±0.9 cm/s(NS), II군은 9.2±0.4 cm/s에서 7.9±0.3 cm/s(p=0.010)로 변화를 보여 역시 II군에서만 유일하게 유의한 감소를 보였다. E'/A 비는 전체군에서만 유의한 감소가 있었

Table 6. Hemodialysis effects on transmitral inflow and pulmonary venous inflow

	Group I		Group II		Total	
	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD
Transmitral inflow						
E (cm/sec)	97±12	86±11	85± 5	63± 5‡	89± 5	70± 5‡
A (cm/sec)	82±12	84± 9	86± 4	75± 4*	85± 5	78± 4
E/A	1.38±0.24	1.21±0.27	1.04±0.1	0.86±0.1†	1.15±0.1	0.97±0.1
A - duration (ms)	137± 6	148± 8	139± 6	137± 6	139± 4	141± 4
IVRT (ms)	99± 5	104± 4	99± 4	113± 5*	99± 3	110± 3†
DT (ms)	198±19	240±25	220±15	244±14	212±12	243±12*
Pul. v. inflow						
S (cm/sec)	52± 5	59± 8	57± 4	52± 3	55± 3	55± 3
D (cm/sec)	51± 5	46± 4	46± 3	43± 3	47± 2	44± 2
a (cm/sec)	25± 2	28± 4	24± 1	23± 1	24± 1	25± 1
a - duration (ms)	176±10	168±12	160± 5	166± 9	166± 5	166± 7

All values are mean±SEM. * : p<0.05, † : p<0.01, ‡ : p<0.001, HD : hemodialysis, E : peak velocity of early transmitral inflow, A : peak velocity of late transmitral inflow, IVRT : isovolumic relaxation time of transmitral inflow, DT : deceleration time of transmitral inflow, S : peak velocity of systolic pulmonary venous inflow, D : peak velocity of diastolic pulmonary venous inflow, a : peak velocity of pulmonary vein reversal flow during atrial contrac-tion

Table 7. Hemodialysis effects on mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging

	Group I		Group II		Total	
	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD	Pre - HD	Post - HD
Septal annulus						
S' (cm/sec)	6.7 ±0.5	7.0 ±0.5	6.9 ±0.2	6.6 ±0.2	6.8 ±0.2	6.7 ±0.2
E' (cm/sec)	6.4 ±0.6	5.7 ±0.5*	6.5 ±0.4	5.2 ±0.2‡	6.5 ±0.3	5.4 ±0.2‡
A' (cm/sec)	7.8 ±0.5	9.4 ±0.9	9.2 ±0.4	7.9 ±0.3†	8.7 ±0.3	8.4 ±0.4
E'/A'	0.86±0.11	0.67±0.10	0.72±0.11	0.67±0.10	0.77±0.11	0.67±0.10*
E/E'	17.0 ±3.7	16.2 ±3.1	14.1 ±1.2	12.5 ±1.2	15.1 ±1.4	13.8 ±1.3
Lateral annulus						
S' (cm/sec)	8.7 ±0.7	9.7 ±1.0	8.1 ±0.4	8.3 ±0.6	8.3 ±0.4	8.8 ±0.5
E' (cm/sec)	9.3 ±0.6	8.3 ±1.1	8.6 ±0.6	7.9 ±0.6	8.9 ±0.4	8.0 ±0.5
A' (cm/sec)	10.4 ±0.7	12.0 ±0.8	11.0 ±0.7	9.9 ±0.5	10.8 ±0.5	10.6 ±0.4
E'/A'	0.99±0.15	0.75±0.14	0.83±0.15	0.85±0.14	0.88±0.15	0.82±0.14
E/E'	10.8 ±1.6	11.6 ±1.9	10.7 ±1.0	9.0 ±1.2	10.7 ±0.8	9.9 ±1.0

All values are mean±SEM. * : p<0.05, † : p<0.01, ‡ : p<0.001, HD : hemodialysis, S' : peak systolic velocity of mitral annulus, E' : peak early diastolic velocity of mitral annulus, A' : peak late diastolic velocity of mitral annulus, E : peak velocity of early transmitral inflow

으나 세분한 Ⅰ군과 Ⅱ군에서는 유의한 변화를 관찰할 수 없었다. 또한 S 파 및 E/ E 비는 혈액투석 전후 모든 군에서 유의한 변화를 관찰할 수 없었다(Table 7).

반면 외륜에서 시행된 도플러 조직영상의 결과는 혈액투석 전후 비교 분석에 있어서 S 파, E '/A 비, E/E ' 비는 물론이고 내륜에서는 전부하 감소가 심할 때 더욱 큰 변화를 보였던 E 파, A 파의 경우도 전체군, Ⅰ군, Ⅱ군 즉 모든 군에서 유의한 변화를 보이지 않아 승모판 외륜은 내륜에 비해 전부하 변화에 상대적으로 영향을 받지 않는 유용한 이완기능 지표임을 확인할 수 있었다 (Table 7).

고 찰

좌심실 이완기능 평가에 있어 승모판 혈류파형의 유용성이 고혈압을 비롯한 여러 질환에서 보고 되었으나,[11] 여러 환경요인에 의해 영향을 받으므로 이것만으로 이완기능을 평가하는 것은 정확도가 떨어지며, 심방세동이나 동성빈맥, 방실전도장애 등이 있는 경우 정확한 측정이 용이하지 않다는 단점이 있다.[12] 이러한 승모판 혈류파형을 이용한 혈액투석 후 좌심실 이완기능의 변화에 대한 이전 연구결과들은 다양하게 보고되고 있다. Gupta 등[13]은 IVRT와 DT가 감소되었고, 최 등[14]은 E파, A파가 감소하였고, E/A비는 증가하여 좌심실 이완기능이 호전된 증거라고 한 반면, Rozich 등[15]과 Sadler 등[16]은 A파는 변화없이 E파와 E/A비가 감소하였다고 하였다. 본 연구결과, 전체군은 E파 감소, A파와 E/A비 불변, IVRT와 DT 증가하였고, 전부하 감소가 적은 Ⅰ군은 모든 지표가 불변한 반면, 현저한 전부하 감소가 있었던 Ⅱ군은 E파, A파와 E/A비 감소, IVRT 증가 등 뚜렷한 지표 변화를 관찰할 수 있었다. 이는 정상인에서 nitroglycerin를 연속 정주하여 전부하를 감소시켰을 때 E와 E/A비가 감소되었다는 이전 연구결과들과 유사하며,[17][18] 혈액투석의 효과로 전부하가 감소되어 승모판 혈류파형의 변화가 일어난다고 이해할 수 있겠다. 하지만 Ⅰ군과 같이 전부하 감소가 상대적으로 적은 경우는 승모판 유입혈류 지표의 유의한 변화를 관찰할 수 없었는데 반해, Ⅱ군과 같이 전부하 감소가 심한 경우는 승모판 유입혈류 지표의 현저한 변화가 관찰됨으로써 승모판 유입혈류의 전부하 의존성도 전부하 감소 정도와 깊은 관계가 있음을 알 수 있었다.

폐정맥 혈류파형은 좌심방의 압력이나 좌심실 이완기 말압을 예측하는데 유용함이 알려지면서,[3][19] 좌심실 이완기능을 평가하는 데 도움을 주고 있으나 승모판 혈류파형과 마찬가지로 여러 환경요인에 영향을 받는다.[3][20][21] 하지만, 본 연구에서는 혈액투석 전후 폐정맥 혈류파형의 S파, D파, a파, a파 기간 모두 모든 군에서 유의한 변화가 없었는데, 이는 좌심방이 폐정맥과 좌심실의 open conduit 기능 이외에 다른 내적 속성을 가지는 결과일 수도 있고 혈액투석 자체가 폐정맥 혈류변화에 영향을 미칠 수도 있다고 생각된다.[20]

1989년부터 Isaaz 등[22]에 의해 시작된 도플러 조직영상은 기존의 색채 도플러 영상기법과 정반대되는 기법을 통하여 혈류에 대한 신호를 제거하고 저속의 심근벽 속도만을 측정, 이를 이면성 심초음파도에 중첩시키는 방법으로 승모판륜이나 좌심실 후벽, 심첨부 등에서 심근의 속도를 측정하여 이완기능을 평가한다. 승모판륜을 이용한 이완기능의 평가 방법으로 승모판륜의 일탈(excursion) 정도, 승모판륜의 운동속도를 측정하는 방법이 있는데 이 중 도플러 조직영상을 이용한 승모판륜 운동속도 측정이 바람직하다.[23] 승모판륜은 심첨부가 비교적 고정되어 있기 때문에 좌심실 장축을 따라 운동하여 동율동 환자에서 수축기에는 심실을 향하여 움직여서 양성 S 파를, 초기 급속 충혈기와 후기 심방 수축기에는 심방을 향해 움직여서 승모판 혈류파형과 유사한 두 개의 음성 E 파, A 파를 보인다. 승모판륜 운동속도의 평가는 좌심실의 부피 변화 속도를 나타내기 때문에 압력차의 변화를 관찰하는 승모판 유입혈류 평가에 비하여 비교적 부하조건에 영향을 받지 않아 위정상화와 정상 이완기능의 감별에 유용하다는 것이다.[23] Garcia 등[24]은 28명의 교착성 심낭염, 제한성 심근병증 및 정상인에서 승모판 외륜의 E 파을 측정하여, 승모판 유입혈류의 E파와 상관관계가 없으므로 E 파은 전부하에 비교적 영향을 덜 받는다고 하였고, Nagueh 등 [25]은 우심도자술을 시행받았던 60명의 환자에서 폐모세혈관쐐기압과 승모판 외륜의 E 파 간에 상관관계가 없으므로 E 파는 전부하의 영향을 받지 않는다고 하였다. 한편 손 등[9]은 생리식염수나 nitroglycerine을 이용하여 전부하 변화를 유도한 연구에서 승모판 유입혈류의 E파가 유의한 변화를 보였음에도 불구하고 승모판 내륜의 E 파는 변화가 없었다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 승모판 내륜과 외륜에서 운동속도를 측정하여 비교한 결과, 승모판

내륜의 경우, 전부하 감소가 적은 Ⅰ군과 달리 전부하 감소가 많은 Ⅱ군은 각 이완기능 지표의 유의한 변화를 관찰할 수 있었지만, 외륜의 경우는 모든 군에서 투석전후 모든 지표의 변화가 없었다. 즉 이완기능 지표로서 승모판 외륜에서 측정한 운동속도는 상당한 전부하의 변화에도 영향을 받지 않음을 확인할 수 있었다.

승모판륜 운동속도 분석에 있어 내륜과 외륜 어느 것이 더 정확하다고 단정할 수는 없겠지만, 본 연구에서와 같이 내륜에 비해 승모판 외륜의 이완기능 지표가 전부하 변화에 상대적으로 영향을 받지 않는 것은 두 륜의 해부학적 위치가 다르고(anatomical dependency), 탐촉자로부터 도플러 각도가 다르게 적용 되기(angle dependency) 때문으로 추정해 볼 수 있겠다. 즉, 승모판 내륜은 외륜에 비하여 해부학적으로 전부하 변화에 의존적인 우심방 및 우심실 심근의 운동변화에 보다 영향을 받을 것으로 생각되고, 또한 승모판 내륜의 움직임은 외륜에 비해 좀 더 도플러 빔과 평행을 이룰 수 있으므로 전부하 변화에 보다 예민하게 변화하는 것으로 생각할 수 있겠다.

결론적으로, 좌심실 이완기능 평가 지표로 널리 사용되는 승모판 유입혈류 분석 뿐만 아니라, 내륜에서 시행한 승모판륜의 운동속도 분석도 전부하 감소에 유의한 영향을 받는 반면, 승모판 외륜에서 시행하는 운동속도 분석은 이완기능 평가에 있어 상당한 전부하 감소에도 영향을 받지 않는 유용한 지표임을 알 수 있었다. 따라서 좌심실 이완기능 평가를 위한 승모판륜 운동속도의 분석에서는 내륜보다는 외륜을 이용하는 것이 바람직하다고 생각된다. 또한, 간헐파형 도플러, 도플러 조직영상 두 방법 모두 전부하의 감소 정도에 따라 해당 지표의 독립성이 달라짐을 확인함으로써, 도플러를 이용하여 좌심실 이완기능을 평가할 때는 항상 전부하 상태를 고려하여야 하겠다.

본 연구의 제한점으로는 혈역학적으로 불안정하거나 좌심실구혈율이 50% 이하이거나 국소벽운동장애가 있거나 부정맥이 있는 환자들은 연구대상에서 제외하였으므로, 이러한 환자들에서는 본 연구결과를 적용시킬 수 없다는 점과, 대상환자들에서 심도자술이 시행되지 않았으므로 혈역학적 지표와의 비교가 이루어지지 못하였다는 점이다. 또한 대상환자 수가 많지 않았고, Ⅰ군과 Ⅱ군의 환자 수가 달랐으며 두 군간의 만성신부전 유병기간에도 차이가 있어 이러한 차이가 혈역학적 결과에 영향을 주었을 수도 있을 것이다. 그러나 아직까지 이에 관련된 연구결과는 보고된 바가 없다.

결론적으로, 향후 심도자술과 병행하는 보다 큰 규모의 연구를 통해 승모판 외륜의 운동속도가 전부하 변화에 독립적인 이완기능 지표로서 임상적 유용성을 갖을 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

배경 및 목적 :

좌심실 이완기능을 평가하고자 사용되는 간헐파형 도플러를 이용한 승모판 혈류속도의 평가는 가장 광범위하게 사용되지만 다른 요인 특히 부하조건에 의해 쉽게 영향을 받는 단점을 가진다. 저자 등은 전부하 감소 정도가 과도하고 다양한 혈액투석을 받는 만성신부전 환자를 대상으로 간헐파형 도플러를 이용한 승모판 유입혈류 분석 및 도플러 조직영상을 이용한 승모판륜 운동속도 분석을 시행하여, 전부하 감소 정도에 따라 환자를 세분함으로써 전부하 변화 정도에 따른 지표 특히, 승모판륜 운동속도의 독립성 및 유용성을 알아보고자 하였다.

방 법 :

삼성서울병원에서 혈액투석을 받고 있는 만성신부전 환자 30명을 대상으로, 혈액투석 전후 각각 30분 이내에 체중, 혈압, 심박수 측정 및 심초음파도 검사를 시행하였다. 전체 대상환자를 전체군이라 하였고, 전부하 감소 정도에 따라, Ⅰ군(preload reduction 2.0≤kg), Ⅱ군(preload reduction 2.0>kg)으로 구분하여 세군간의 혈액투석 전후 M형, 이면성, 간헐파형 도플러 및 도플러 조직영상의 변화를 각각 비교 분석하였다.

결 과 :

승모판 혈류파형 분석에서 E파의 경우, Ⅰ군은 투석 전 97±12 cm/s, 투석 후 86±11 cm/s(NS), Ⅱ군은 투석 전 85±5 cm/s, 투석 후 63±5 cm/s(p=0.0001)의 변화를 보여 Ⅱ군에서 유의한 변화를 보였고, A파 역시 Ⅱ군에서 변화를 보였다. 승모판 내륜의 운동속도 파형 분석에서 E '파는 Ⅰ군과 Ⅱ군 모두에서, A '파는 Ⅱ군에서 변화를 보였다. 그러나, 승모판 외륜의 운동속도 파형 분석에서는 혈액투석 전후 S '파, E '/A '비, E/E '비는 물론 E 파, A 파도 모든 군에서 유의한 변화를 보이지

않았다.

결 론 :

좌심실 이완기능 평가 지표로 널리 사용되는 승모판 유입혈류 분석 뿐만 아니라, 내륜에서 시행한 승모판륜의 운동속도 분석도 전부하 감소에 유의한 영향을 받는 반면, 승모판 외륜에서 시행하는 운동속도 분석은 이완기능 평가에 있어 전부하 감소에 영향을 받지 않는 유용한 지표임을 알 수 있었다. 따라서 향후, 심도자술을 병행하는 승모판륜 운동속도에 대한 보다 큰 규모의 연구가 좌심실 이완기능 평가에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

중심 단어 : 도플러 조직 영상 ; 승모판륜 운동속도 ; 심부전증.

REFERENCES

1) Rokey R, Kuo L, Zoghbi WA, Limacher MC, Quinones MA. *Determination of parameters of left ventricular diastolic filling with pulsed Doppler echocardiography: comparison with cineangiography. Circulation 1985;71:543-50.*
2) Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. *Relation of transmitral flow velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. J Am Coll Cardiol 1988;12:426-40.*
3) Rossvoll O, Hatle LK. *Pulmonary venous flow velocities recorded by transthoracic Doppler ultrasound: relation to left ventricular diastolic pressures. J Am Coll Cardiol 1993;21:1687-96.*
4) Friedman BJ, Drinkovic N, Miles H, Shih WJ, Mazzoleni A, DeMaria AN. *Assessment of left ventricular diastolic function: comparison of Doppler echocardiography and gated blood pool scintigraphy. J Am Coll Cardiol 1986;8:1348-54.*
5) 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 1986;7:518-26.*
6) Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. *Assessment of diastolic function of the heart: background and current applications of Doppler echocardiography. Mayo Clin Proc 1989;64:181-204.*
7) Isaaz K, Munoz del Romeral L, Lee E, Schiller NB. *Quantitation of the motion of the cardiac base in normal subjects by Doppler echocardiography. J Am Soc Echocardiogr 1993;6:166-76.*
8) Rodriguez L, Garcia M, Ares M, Griffin BP, Nakatani S, Thomas JD. *Assessment of mitral annular dynamics during diastole by Doppler tissue imaging: comparison with mitral Doppler inflow in subjects without heart disease and in patients with left ventricular hypertrophy. Am Heart J 1996;131:982-7.*
9) Sohn DW, Chai IH, Lee DJ, Kim HC, Kim HS, Oh BH, Lee MM, Park YB, Choi YS, Seo JD, Lee YW. *Assessment of mitral annulus velocity by Doppler tissue imaging in the evaluation of left ventricular diastolic function. J Am Coll Cardiol 1997;30:474-80.*
10) Sahn DJ, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. *Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiograhic measurements. Circulation 1978;58:1072-83.*
11) Ha JW, Chung NS, Lim SW, Kwan J, Kim JY, Oh EK. *Doppler echocardiographic evaluation of diastolic function in different patterns of ventricular hypertrophy and topography in essential hypertension. J Korean Soc Echocardiol 1995;3:168-78.*
12) Taylor R, Waggoner AD. *Doppler assessment of left ventricular diastolic function: a review. J Am Soc Echocardiogr 1992;5:603-12.*
13) Gupta S, Dev V, Kumar V, Dash SC. *Left ventricular diastolic function in end-stage renal disease and the impact of hemodialysis. Am J Cardiol 1993;71:1427-30.*
14) Choi CH, Lee JK, Park YM, Kim W, Choi JC, Seo DR. *M-mode and Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular function in dialysis patients. Korean J Intern Med 1990;38:304-11.*
15) Rozich JD, Smith B, Thomas JD, Zile MR, Kaiser J, Mann DL. *Dialysis-induced alterations in left ventricular filling: mechanisms and clinical significance. Am J Kidney Dis 1991;17:277-85.*
16) Sadler DB, Brown J, Nurse H, Roberts J. *Impact of hemodialysis on left and right ventricular Doppler diastolic filling indices. Am J Med Sci 1992;304:83-90.*
17) Stoddard MF, Pearson AC, Kern MJ, Ratcliff J, Mrosek D, Labovitz AJ. *Influence of alternation in preload on the pattern of left ventricular diastolic filling as assessed by Doppler echocardiography in humans. Circulation 1989;79:1226-36.*
18) Berk MR, Xie GY, Kwan OL, Knapp C, Evans J, Kotchen T, Kotchen JM, DeMaria AN. *Reduction of left ventricular preload by lower body negative pressure alters Doppler transmitral filling patterns. J Am Coll Cardiol 1990;16:1387-92.*
19) Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, Gaballa M, Basnight MA. *Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. J Am Coll Cardiol 1993;22:1972-82.*
20) Nishimura RA, Abel MD, Hatle LK, Tajik AJ. *Relationship of pulmonary vein to mitral flow velocities by transesophageal Doppler echocardiography: effects of different loading condi-tions. Circulation 1990;81:1488-97.*
21) Klein AL, Tajik AJ. *Doppler assessment of pulmonary venous flow in healthy subjects and in patients with heart disease. J Am Soc Echocardiogr 1991;4:379-92.*
22) Isaaz K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pernot C. *Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior wall. Am J Cardiol 1989;64:66-75.*
23) Sohn DW. *Mitral annulus velocity in the estimation of left ventricular filling pressure. Echo Seoul 99:163-69.*
24) Garcia MJ, Rodriguez L, Ares M, Griffin BP, Thomas JD, Klein AL. *Differentiation of constrictive pericarditis from restrictive cardiomyopathy: assessment of left ventricular diastolic velocities in longitudinal axis by Doppler tissue imaging. J Am Coll Cardiol 1996;27:108-14.*
25) Nagueh SF, Middleton KJ, Kopelen HA, Zoghbi WA, Quinones MA. *Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. J Am Coll Cardiol 1997;30:1527-33.*