

심부전증에서 심초음파술을 이용한 관정맥동의 변화에 관한 연구

조선대학교 의과대학 내과학교실

강민정 · 장경식 · 박근호 · 서영욱 · 김영대 · 김영훈 · 장재혁 · 고영엽 · 홍순표

Echocardiographic Findings of Coronary Sinus in Heart Failure

Min Jung Kang, MD, Kyoung Sig Chang, MD, Keun Ho Park, MD,
Young Uk Seo, MD, Young Dae Kim, MD, Young Hun Kim, MD,
Jae Hyuk Chang, MD, Young Youp Koh, MD and Soon Pyo Hong, MD

Department of Internal Medicine, College of Medicine, Chosun University, Gwangju, Korea

ABSTRACT

Background and Objectives : The coronary sinus (CS) is a small tubular structure just below the tricuspid valve. The dilatation of the coronary sinus as well as the inferior vena cava and the hepatic vein may provide echocardiographic signs of systemic congestion. The aim of this study was to evaluate the correlation of size of coronary sinus that had abnormal echocardiographic findings with or without congestive heart failure. **Subjects and Methods** : Echocardiographic examinations of coronary sinus were performed on 58 patients (M : F=20 : 38) who had abnormal echocardiographic findings with current or previous symptoms or signs of congestive heart failure (group 1), and on 63 patients (M : F=27 : 36) who had abnormal echocardiographic findings but that had never had symptoms or signs of heart failure (group 2) and 94 healthy volunteers (control group, M : F=52 : 42). The CS was measured using a two-dimensional echocardiogram in the right ventricular inflow view (5–10 mm below the Thebesian valve at end-systolic phase). **Results** : In the normal control group, the median size of the CS was 6.2 ± 1.2 mm, and showed no difference between gender and age. The sizes of the CS in groups 1 and 2 were 9.0 ± 2.3 and 6.4 ± 1.3 mm, respectively. There were differences between groups 1 and the normal control group ($p < 0.001$), and between groups 1 and 2 ($p < 0.001$), but a slight change between group 2 and the normal control group. In group 1, the size of the coronary sinus was related with the duration of heart failure ($r=0.32$, $p=0.016$), but no correlations to body surface area, left ventricle dimension and TR peak velocity were shown. In the presence of heart failure, as diagnosed according to the size of the CS, the predictive value was high when the size of the CS exceeded 8.0 mm, with an accuracy of 84%. In heart failure, the median size of the IVC was 16.6 ± 5.4 mm, the variation rate of the IVC during the respiratory cycle was 0.40 ± 0.13 , and the variation rate of the CS during cardiac cycle was 0.31 ± 0.20 . The size of the CS was not related with the size of the IVC, but there was an inverse correlation between the size of the IVC and its variation rate ($r=-0.434$, $p=0.037$). The size of the IVC was inversely correlated with the variation rate of the CS ($r=-0.490$, $p=0.024$). There was a correlation between the variation rate of the CS and that of the IVC ($r=0.411$, $p=0.021$). Comparing the groups with and without systolic flow reversal into the CS in congestive heart failure patients with tricuspid regurgitation, in the former there were distensions of the CS, IVC and LA dimensions and reductions in the variation rates of the CS. **Conclusion** : The measurement of the size of the CS and the variation rate of CS may provide valuable information concerning the presence and duration of congestive heart failure. (Korean Circulation J 2004;34(11):1056–1062)

KEY WORDS : Inferior vena cava ; Heart failure ; Echocardiography.

논문접수일 : 2004년 6월 18일

수정논문접수일 : 2004년 8월 9일

심사완료일 : 2004년 9월 1일

교신저자 : 장경식, 501-717 광주광역시 동구 서석동 588번지 조선대학교 의과대학 내과학교실

전화 : (062) 220-3738 · 전송 : (062) 228-3254 · E-mail : kschang@chosun.ac.kr

서 론

관정맥동(coronary sinus)은 해부학적으로 방실 접합부의 약 1 cm 상방에서 직경 약 1 cm, 길이 약 2~3 cm 정도로 알려진 작은 관 모양의 구조물이다.¹⁾ 다른 정맥과는 달리 관정맥동의 벽은 비교적 두꺼우며, 심방과 연결된 횡문근으로 구성되어 있고, 관정맥동의 입구에는 관상정맥동판(Thebesian valve)이 위치해 있다.²⁾ 관정맥동은 선천적 심혈관 기형에서 관정맥동으로 혈액이 유입되는 경우에 확장되어 나타나는데, 심부전증에서 하대정맥과 간정맥이 확장되는 것처럼, 관정맥동도 확장된다³⁾고 알려져 있으나, 이에 대한 많은 보고는 없다.

이에 저자는 심초음파상 비정상소견을 보이면서 심부전의 증상이나 징후를 지닌 환자와 심부전의 증상이나 징후를 보이지 않으면서 심초음파상 비정상적 소견을 보이는 환자를 정상 대조군의 관정맥동의 크기와 비교 관찰하였다.

대상 및 방법

대 상

기술적으로 심초음파로 관정맥동 크기를 확인할 수 있었던 환자를 대상으로, Framingham criteria⁴⁾에 근거하여 현병력이나 신체검사상 심부전 증상 및 징후가 있으면서 심초음파 상 수축기능 저하나 이완기능 이상, 판막질환 등이 확인된 심부전증환자 58예를 1군으로 선정하였고, 심초음파상 이러한 비정상적 소견이 확인되었으나 특별한 심부전의 증상 및 징후가 없었던 환자 63예를 2군으로, 정상 동맥동을 보이면서 심초음파상 좌심실 수축 및 이완기능이 정상이고 다른 비정상적 소견이 없으며 심부전의 증상이 없는 94명의 정상인을 대조군으로 선정하였다. 평균연령은 1군은 58.5 ± 15.7 세(남 : 녀 20 : 37)였고, 2군은 46.6 ± 15.4 세(남 : 녀 27 : 36)였으며, 정상 대조군은 49.7 ± 13.5 세(남 : 녀 42 : 52)였다. 심초음파상 수축기능 이상을 보이는 경우는 1군에서는 26명(44.8%), 2군은 31명(49.2)이었고 이완기능 이상의 경우 1군에서는 43명(74.1), 2군에서는 47명(74.6%)에서 관찰되었으며 판막질환은 1군에서는 47명(81.0%), 2군에서는 51명(80.9%)에서 확인되었고 각 군간에는 유의한 차이는 없었다(Table 1).

Table 1. Baseline characteristics of patients

	Group 1*	Group 2†	Control	p
Number of patient	58	63	94	
Sex (Male : Female)	38 : 20	36 : 27	52 : 42	NS
Age	58.5 ± 15.7	46.6 ± 15.4	49.7 ± 13.5	NS
Systolic dysfunction (%)	26 (44.8%)	31 (49.2%)		NS
Diastolic dysfunction (%)	43 (74.1%)	47 (74.6%)		NS
VHD (%)	47 (81.0%)	51 (80.9%)		NS

Group 1*: patients who have structural abnormality of heart and current or previous symptoms of heart failure, Group 2†: patients who have heart disease but have never had symptoms of heart failure, VHD: valvular heart disease, NS: non-significant

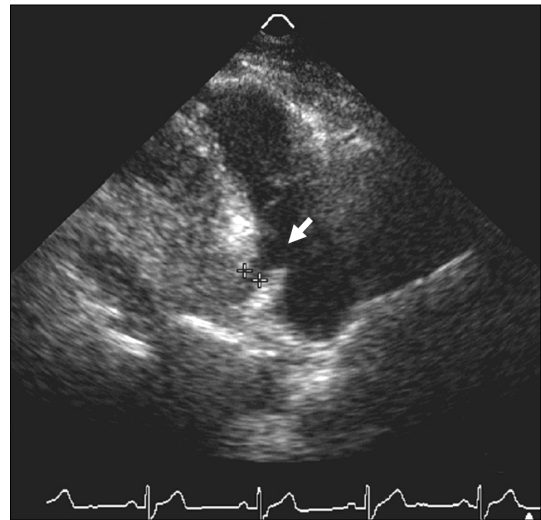


Fig. 1. RV inflow view: measurement of size of the coronary sinus. A small tubular structure just below the tricuspid valve, the coronary sinus is clearly visible. RV: right ventricle.

방 법

심초음파기의 탐촉자를 흉골좌연에 위치하여, 이면상 심초음파도의 우심실 유입로상에서 심실 수축기 말기에 관정맥동의 입구 부위의 5~10 mm 하방에서 관정맥동의 최대크기를 측정하였고(Fig. 1), M형 심초음파를 이용하여 관정맥동에서 심실 수축 말기에 가장 커진 크기(a)와 심실 확장 말기에 가장 작아진 크기(b)의 차이를 심실 수축 말기에 가장 커진 크기(a)로 나눈 비((a-b)/a)를 관정맥동의 변화율이라 하였다(Fig. 2).

하대정맥은 늑골하상으로 간염영 아래에서 보이는 하대정맥을 확인하여, 가장 확장됐을 때의 크기를 측정하

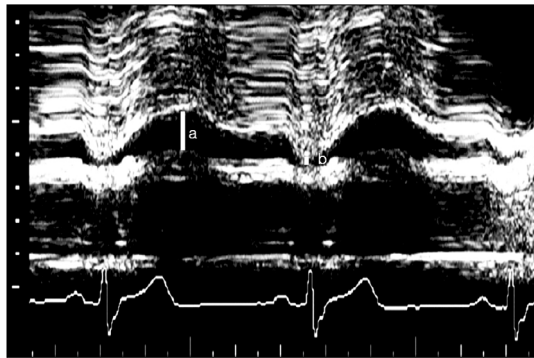


Fig. 2. M-mode echocardiogram: coronary sinus has cyclic changes during the cardiac cycle. During the late ventricular diastolic phase, the size of the coronary sinus is minimum (b), and during the end of the ventricular systolic phase, the size of the coronary sinus is maximized (a).

었다. 하대정맥에서 호기시 가장 커졌을 때의 크기(c)에서 흡기시 가장 작아졌을 때의 크기(d)를 뺀 값을 호기시 가장 커졌을 때의 크기(c)로 나눈 비((c-d)/c)를 하대정맥의 변화율이라 하였다.

통계적 분석

통계적 분석은 통계프로그램인 SPSS version 11을 이용하여 시행하였다. 측정한 결과는 평균과 표준편차로 표시하였고, 각 군간의 비교는 ANOVA를 이용하여 검정하였으며, 상관분석은 Pearson 상관관계수에 의한 분석법을 이용하였다. 통계적 유의성은 p값 0.05 미만을 기준으로 하였다.

결 과

관정맥동의 평균 크기는 정상 대조군에서 6.2 ± 1.2 mm로, 연령의 증가에 따른 증감을 보이지 않았다.

심부전증이 있는 제 1군에서의 관정맥동의 평균 크기는 9.0 ± 2.3 mm로, 심부전증이 없이 심초음파상 이상 소견을 가진 환자군인 제 2군의 6.4 ± 1.3 mm과 정상 대조군의 6.2 ± 1.2 mm보다 유의하게 증가되었다($p < 0.01$). 제 2군과 정상 대조군 간에는 별다른 차이점을 찾을 수 없었다(Fig. 3).

심부전의 유병 기간은 심부전이 있는 제 1군에서는 평균 4.9 ± 2.2 년 이었고, 관정맥동의 크기는 심부전의 유병 기간과 유의한 상관관계가 보였으나($r = 0.32$, $p = 0.016$, Fig. 4), 체표면적, 좌심실의 크기, 삼첨판 역류

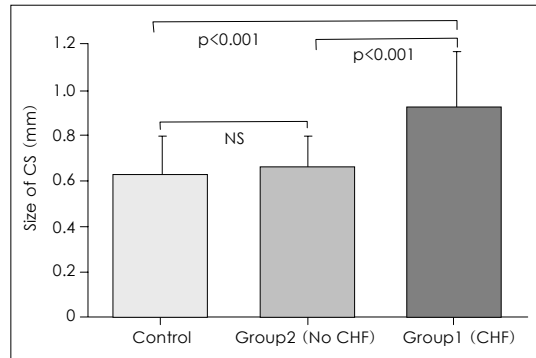


Fig. 3. Comparison with the mean size of the coronary sinus among congestive heart failure patients, control groups and patients with various heart diseases without congestive heart failure. CS: coronary sinus, CHF: congestive heart failure, NS: non-significant.

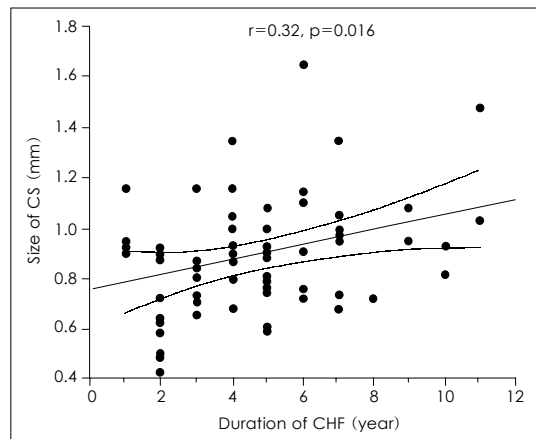


Fig. 4. There is significant correlation between size of the CS & duration of CHF (Group 1). CS: coronary sinus, CHF: congestive heart failure.

최고 속도(TR peak velocity) 등과는 연관성이 없었다.

관정맥동의 크기에 따른 심부전증 유무의 진단은 관정맥동의 크기가 8.0 mm 이상일 때 예측값이 가장 높았으며, 민감도는 64%, 특이도는 92%, 양성예측도는 74%, 음성예측도는 87%, 정확도는 84%였다.

심부전증 환자에서 하대정맥의 평균 크기는 16.6 ± 5.4 mm 였고, 하대정맥의 크기의 변화율은 0.40 ± 0.13 였으며, 관정맥동의 크기의 변화율은 0.31 ± 0.20 였다. 관정맥동의 크기와 하대정맥의 크기와는 유의한 상관관계가 없었으나(Fig. 5), 하대정맥의 크기와 하대정맥의 변화율은 역상관 관계가 있었고($r = -0.434$, $p = 0.037$), 하대정맥의 크기와 관정맥동의 변화율도 역상관 관계가 있었으며($r = -0.490$, $p = 0.024$, Fig. 6), 관정맥동의 변

화율과 하대정맥의 변화율도 상관관계가 있었으나($r=0.411$, $p=0.021$, Fig. 7), 관정맥동의 크기와 관정맥동의 변화율, 관정맥동의 크기와 하대정맥의 변화율에서는 연관성이 보이지 않았다.

심부전증 환자중 수축기시 삼첨판에서 역류된 혈류가 관정맥동으로 들어가는 것이 8예에서 관찰되었으며(Fig. 8), 이 환자군에서 관정맥동의 크기는 15.0 ± 6.1 mm이고, 하대정맥의 크기는 21.1 ± 6.5 mm로 다른 심부전증 환자군에 비해 증가되었고($p<0.05$), 좌심

방의 크기와 관정맥동의 변화율은 유의한 차이가 있었으나, 하대정맥의 변화율, 압력차, Tei index(left), 확장기말 좌심실 크기, 심장 구출율은 차이를 보이지 않았다(Table 2).

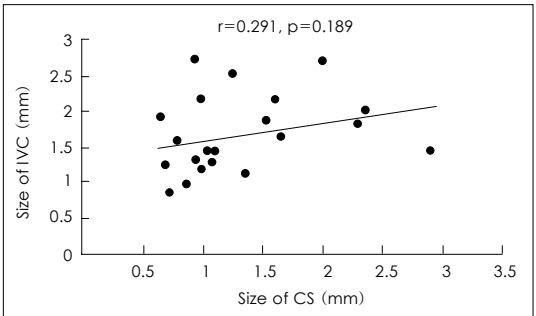


Fig. 5. It shows little correlation between size of the IVC & size of the CS. IVC: inferior vena cava, CS: coronary sinus.

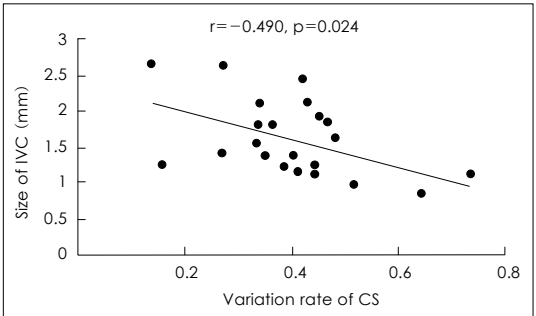


Fig. 6. It shows inversed correlation between size of the IVC and variation rate of the CS. IVC: inferior vena cava, CS: coronary sinus.

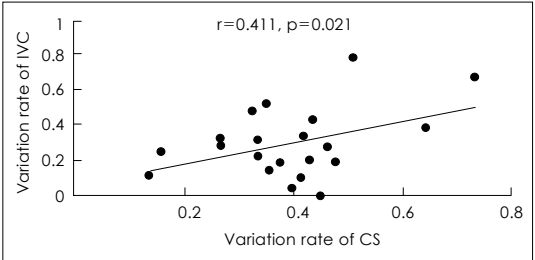


Fig. 7. There is positive correlation between variation rate of CS and variation rate of the IVC. CS: coronary sinus, IVC: inferior vena cava.

Table 2. Comparing the groups with and without systolic reversal flow into the CS. There are significant distention of the CS, IVC and LA dimension and reduction of variation rates of the CS in group with systolic reversal flow into the CS

	TR inflow (+)	TR inflow (-)	p
Size of IVC (mm)	21.1 ± 6.5	15.6 ± 4.9	<0.05
Size of CS (mm)	15.0 ± 6.1	10.0 ± 3.3	<0.05
Variation rate of IVC	0.30 ± 0.20	0.32 ± 0.21	NS
Variation rate of CS	0.32 ± 0.12	0.43 ± 0.13	<0.05
LA size (mm)	64.3 ± 19.4	47.5 ± 8.5	<0.05
Pressure gradient	36.0 ± 9.6	37.9 ± 9.5	NS
Tei index (Left)	0.43 ± 0.17	0.45 ± 0.18	NS
LVEDD (mm)	50.5 ± 15.6	50.3 ± 9.8	NS
Ejection fraction (%)	63.3 ± 13.6	59.1 ± 13.3	NS

TR inflow (+): presence of systolic flow reversal into the coronary sinus in patients with tricuspid regurgitation, TR inflow (-): absence of systolic flow reversal into the coronary sinus in patients with tricuspid regurgitation. IVC: inferior vena cava, CS: coronary sinus. LA: left atrium, LVEDD: left ventricle end-diastolic dimension, NS: non-significant

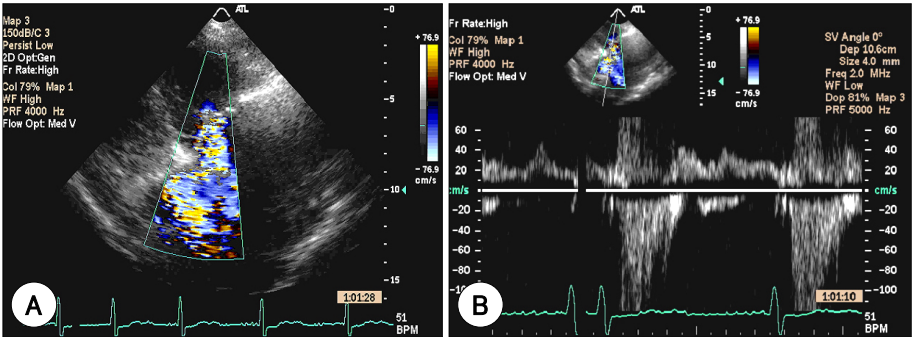


Fig. 8. Tricuspid regurgitation flow reversal into large coronary sinus. A: color Doppler view. B: pulsed wave Doppler.

고 찰

관정맥동은 삼첨판 바로 아래 위치한 작은 관 모양의 구조물으로써, 심장의 정맥혈을 우심방으로 전달하는 역할을 하고 있는 것으로 알려져 있다. 최근 들어, 전기 생리학 검사에서 심장도표화(cardiac mapping procedure)에 경계표가 되고 있으며, 심장수술시 심장정지용액을 투여하거나, 심장대사물질을 연구하기 위한 혈액채취의 장소로 이용되고 있다.⁵⁾ 이런 관정맥동은 여러 가지 심장기형에서 심초음파상 확장되어 관찰되는 데, 이런 심장기형으로는 좌 상대정맥 개존(persistent left SVC),^{6,7)} 폐정맥이 관정맥동으로 유입되는 경우,⁸⁾ 관상 동정맥루(coronary arteriovenous fistula) 등⁹⁾이 있으나 비교적 드물다. 그 외에는 여러 연구에서 관정맥동의 크기에 대한 연구가 시행되었는데, Potkin 등¹⁰⁾은 심장 생검을 통한 연구에서 고혈압이나 대동맥 협착증, 비후성 심근증, 폐정맥의 환자에서의 관정맥동은 정상 크기였으나 좌심실의 수축기능의 장애를 가진 확장성 심근증을 가진 환자에서는 경도로 관정맥동의 확장을 보고하였다. 심초음파기를 이용한 연구에서는 Mahmud 등¹¹⁾은 폐고 혈압이 있는 환자에서 관정맥동의 확장을 보고하였으며, 이는 우심방의 크기나 우심방압과 상관관계가 있으나, 우심실압이나 삼첨판의 역류정도와는 큰 관계가 없음을 보고하였다. 특히, D'Cruz 등³⁾은 심방 세동이 있거나, 울혈성 심부전이나 심초음파상 하대정맥의 확장을 보이는 심한 정맥울혈이 있는 환자에서 의미있는 관정맥동의 확장을 보고하였다. 본 연구에서 심부전증 환자에서 관정맥동은 확장되었고, 이것은 심질환의 종류나 연령, 체표면적, 좌심실의 크기, 삼첨판 역류 최고 속도 보다는 유병기간과 상관관계가 있었다(Fig. 4). 심부전이 심한 환자에서의 관정맥동의 M형 심초음파에서는 정상인에서 보여지던 심주기동안의 관정맥동의 크기의 변화는 작았다(Fig. 7). 관정맥동의 크기는 단순히 심부전의 유무뿐만이 아니라 심부전의 유병기간과 연관이 있어 이에 대한 중요한 정보를 줄 수 있을 것으로 생각된다. 관정맥동의 크기로 환자의 울혈성 심부전의 유무를 진단한다면, 관정맥동의 크기가 8.0 mm 이상이면, 울혈성 심부전의 병력이 있거나, 오랜 기간 심부전을 앓은 환자로 진단할 수 있을 것으로 생각된다.

우심방 입구부 근처의 정상 하대정맥의 크기는 12.0~

23.0 mm(평균 17.0 mm)으로 알려져 있다.¹²⁾ 본 연구에서는 평균 하대정맥의 크기는 16.6 ± 5.4 mm였다. Mintz 등¹³⁾은 하대정맥의 크기는 평균 우심방압과 관계가 있고, 하대정맥의 호흡주기에 따른 변화도 우심실의 구출율과 상관관계가 있다고 보고하였다. 하대정맥의 크기의 확장이나, 정상적인 호흡주기에 따른 변화의 감소는 중심정맥압을 상승을 의미하고, 이는 울혈성 심질환을 의미하는 것이기도 하다.¹⁴⁾

본 연구에서는 관정맥동의 심주기에 따른 크기의 변화율과 하대정맥의 호흡주기에 따른 크기의 변화율을 측정하였다. 관정맥동의 크기와 하대정맥의 크기와의 상관관계를 찾을 수 없었고, 관정맥동의 크기와 변화율과는 관련성은 없었으나, 하대정맥의 크기는 하대정맥의 변화율과 관정맥동의 변화율과 역상관 관계가 있었고, 관정맥동의 변화율과 하대정맥의 변화율과도 상관관계가 있었다. 이는 울혈성 심부전에서 하대정맥의 크기와 관정맥동의 크기는 둘 다 증가하지만, 관정맥동은 하대정맥에 비해 벽이 두껍고, 조직학적으로 횡문근으로 구성되어, 하대정맥에 비해 비교적 높은 압력에 내성이 강해서 단순히 크기만으로는 정확히 울혈성 심질환을 반영하지는 못하여 하대정맥의 크기와 관정맥동의 크기 사이에는 상관관계가 없어 보이나, 하대정맥의 크기와 변화율은 관정맥동의 변화율과는 유의해서 심주기에 따른 관정맥동의 변화율을 감소를 일으킨 것으로 사료되며, 관정맥동의 변화율이 울혈성 심부전을 더 잘 반영하는 것으로 생각된다. 이로써, 관정맥동의 크기와 변화율은 하대정맥의 크기와 더불어 울혈성 심부전의 유무를 나타내는 지표로서 중요한 역할을 하는 것으로 보인다.

본 연구중 심부전 환자의 몇례에서 심장 수축기시 삼첨판에서 역류된 혈류가 관정맥동으로 들어가는 것을 관찰 할 수 있었는데, 이 경우에는 다른 심부전 환자에 비해 관정맥동의 크기와 하대정맥의 크기, 좌심방의 크기가 유의하게 더 커져 있었고, 관정맥동의 심주기에 따른 변화율은 감소되었다. 이는 관정맥동으로 역류된 혈류가 관찰되는 심부전은 더 심한 울혈성 심질환을 의미할 수 있으며, 이렇게 관정맥동으로 역류된 혈류는 관상정맥의 압력을 상승시켜, 관상동맥의 혈류량에도 영향을 주게 되고, 이차적으로 관상동맥의 혈류량 감소에 따른 허혈성 심질환을 야기하며 울혈성 심질환을 악화시킬

수 있을 가능성이 높은 것으로 생각되고 향후 지속적인 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

요 약

배경 및 목적:

관정맥동은 삼첨판 바로 아래에 위치한 작은 관 모양의 구조물로서, 심부전증에서 간정맥과 하대정맥과 같이 확장되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 비정상적인 심초음파 소견을 보이는 환자에서 심부전 동반 여부를 조사하여 관맥동의 크기와 관련성을 알아보고자 하였다.

방 법:

본원에서 심부전 증상 및 징후가 있으면서, 심초음파상 이상소견이 있었던 환자 58명(남 : 녀=20 : 38)을 1군으로, 심부전증상이 없이 심초음파상 이상소견이 보였던 환자 63명(남 : 녀=20 : 36)을 2군으로 하였고, 건강한 정상인 94명(남 : 녀=42 : 52)을 정상대조군으로 하였다. 관정맥동의 크기는 이면성 심초음파의 우심실 유입로상에서 수축말기에 관정맥동이 가장 확장되었을 때, 관정맥동판 아래에서 약 5~10 mm 위치에서 측정하였다.

결 과:

관정맥동의 평균크기는 정상 대조군에서 6.2 ± 1.2 mm로 연령이나 성에 따라서는 상관관계가 없었고, 1군에서는 9.0 ± 2.3 mm, 2군에서는 6.4 ± 1.3 mm으로, 제1군과 정상 대조군($p < 0.001$), 1군과 2군($p < 0.001$) 사이에는 차이가 있었으나, 2군과 정상 대조군 사이에는 유의한 차이는 없었다. 1군에서 관정맥동의 크기는 심부전증의 유병기간과 상관관계가 있었으나($r = 0.32$, $p = 0.016$), 체표면적, 좌심실의 크기, 삼첨판 역류 최고 속도와는 상관관계가 없었다. 관정맥동의 크기에 따른 심부전증 유무의 진단은 관정맥동의 크기가 8.0 mm 이상일 때 예측값이 가장 높았으며, 진단율은 84%였다. 심부전증 환자에서 하대정맥의 평균크기는 16.6 ± 5.4 mm였고, 하대정맥의 호흡주기에 따른 변화율은 0.40 ± 0.13 였으며, 관정맥동의 심주기에 따른 변화율은 0.31 ± 0.20 였다. 관정맥동의 크기와 하대정맥의 크기와의 상관관계가 없었으나, 하대정맥의 크기와 하대정맥의 변화율은 관계가 있었고($r = -0.434$, $p = 0.037$), 하대정맥의 크기와 관정맥동의 변화율도 역상관 관계가 있었

으며($r = -0.490$, $p = 0.024$), 하대정맥의 변화율과 관정맥동의 변화율도 유의한 상관관계가 있었다($r = 0.411$, $p = 0.021$). 심장 수축기시 삼첨판에서 역류된 혈류가 관정맥동으로 흘러가는 것이 관찰된 심부전증 환자군에서는 그렇지 않은 환자군에 비해 관정맥의 크기, 하대정맥의 크기, 좌심방의 크기가 유의하게 증가 되었고, 관정맥동의 변화율은 유의하게 감소하였다.

결 론:

관정맥동의 크기와 변화율의 측정이 심부전의 진단에 도움이 되며, 심부전증의 유병기간에 대한 유용한 정보를 제공 할 수 있을 것으로 생각된다.

중심 단어 : 하대정맥 ; 심부전 ; 심초음파.

본 논문은 1999년 조선대학교 학술연구회 연구비 보조로 이루어 졌음.

REFERENCES

- 1) Williams P, Dyson M, Bannister LH, Collins P, Berry MM, Ferguson MW. *Gray's Anatomy*. 38th ed. Churchill Livingstone: 1996. p.621.
- 2) Coakley JB, King TS. Cardiac muscle relations of the coronary sinus, the oblique vein of the left atrium and the left precaval vein in mammals. *J Anat* 1959;93:30-5.
- 3) D'Cruz IA, Johns C, Shala MB. Dynamic cyclic changes in coronary sinus caliber in patients with and without congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1999;83:275-7.
- 4) Ho KK, Anderson KM, Kannel WB, Grossman W, Levy D. Survival after the onset of congestive heart failure in Framingham Heart Study subjects. *Circulation* 1993;88:107-15.
- 5) D'Cruz IA, Shala MB, Johns C. Echocardiography of the coronary sinus in adults. *Clin Cardiol* 2000;23:149-54.
- 6) Cohen BE, Winer HE, Kronzon I. Echocardiographic findings in patients with left superior vena cava and dilated coronary sinus. *Am J Cardiol* 1979;44:158-61.
- 7) Stewart JA, Franker TD Jr, Slosky DA, Wise NK, Kisslo JA. Detection of persistent left superior vena cava by two-dimensional contrast echocardiography. *J Clin Ultrasound* 1979;7:357-60.
- 8) Orsmond GS, Runtenberg HD, Bessinger FB, Moller JH. Echocardiographic features of total anomalous pulmonary venous connection to the coronary sinus. *Am J Cardiol* 1978;41:597-601.
- 9) Williams R, Bierman F, Sanders S. *Echocardiographic diagnosis of cardiac malformations*. Boston: Little Brown: 1986. p.36-50.
- 10) Potkin BN, Roberts WC. Size of coronary sinus at necropsy in subjects without heart disease and in patients with various cardiac conditions. *Am J Cardiol* 1987;60:1418-21.
- 11) Mahmud E, Keramati S, Raisinghani A, Auger W, Blanchard DG, DeMaria AN. Dilatation of the coronary sinus on echocardiogram: prevalence and significance in patients with chronic pulmonary hypertension. *J Am Soc Echocardiogr*

- 2001;14:44-9.
- 12) Shala MB, D'Cruz IA, Johns C, Kaiser J, Clark R. *Echocardiography of the inferior vena cava, superior vena cava, and coronary sinus in right heart failure. Echocardiography* 1998;15:787-94.
- 13) Mintz GS, Kane SA, Iskandrian AS, Kotler MN, Parry WR. *Real-time inferior vena caval ultrasonography: normal and abnormal findings and its use in assessing right heart function. Circulation* 1981;64:1018-25.
- 14) Moreno FL, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland FD, Castle CH. *Evaluation of size and dynamics of the inferior vena cava as a index of right-sided cardiac function. Am J Cardiol* 1984;53:579-85.