

〈원저〉

성인의 좌심방과 좌심실 크기변화에 미치는 영향 요인 분석

김선화¹⁾·양성희²⁾¹⁾화명일신기독병원 영상의학과·²⁾부산가톨릭대학교 방사선학과

Analysis of Factors Influencing Changes in Left Atrium and Left Ventricle Size in Adults

Sun-Hwa Kim¹⁾·Sung-Hee Yang²⁾¹⁾Department of Radiology, HwaMyeong Ilsin christian Hospital²⁾Department of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan

Abstract This study analysed the factors that predict and influence heart disease through key indicators related to changes in left atrial and left ventricular size. Measurements recommended by the American Society of Echocardiography were used, and the influence of variables was assessed using multiple regression analysis. The results showed that left atrial volume index(LAVI) was significantly different by age, obesity, diabetes, hypertension, dyslipidaemia, and left ventricular relaxation dysfunction($p<0.05$). Left ventricular mass index(LVMI) was significantly different according to age, body mass index, hypertension, diabetes, dyslipidaemia, and left ventricular relaxation dysfunction($p<0.05$). Increases in LVMI and relative ventricular wall thickness(RWT) were associated with changes in LAVI($p<0.05$). Age, systolic blood pressure, increased LAVI, and RWT influenced changes in LVMI, and left ventricular dysfunction was analysed as an influencing factor for both changes in LAVI and LVMI. Therefore, changes in left atrial and left ventricular size are indicators for early diagnosis and prevention of heart disease, and it is necessary to carefully observe structural changes in the heart and actively manage risk factors for the prevention and management of heart disease.

Key Words : Left atrium, Left Ventricle, Left Atrial Volume Index, Left Ventricle Mass Index, Diastolic Dysfunction

중심 단어 : 좌심방, 좌심실, 좌심방용적지수, 좌심실질량지수, 이완기능장애

1. 서론

기대수명 증가와 함께 건강한 삶을 추구하려는 사회적 관심이 높아지고 있다. 이러한 긍정적인 변화에도 불구하고 심장질환의 발병률은 여전히 증가하는 추세에 있으며 2023년 11월 심사평가원 발표자료에 따르면 2022년 심장질환 진료비는 2조 5,391억원으로 2018년 대비 38.5%증가하여 개인의 삶뿐만 아니라 국가의료비용에도 큰 영향을 미치고 있다[1]. 심장질환의 원인으로는 음주, 비만, 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증으로 알려져 있으며 그 중 고혈압과 당뇨병이 비만에 이어 큰 비중을

차지하고 있다[2].

심장은 우리 몸의 핵심 기관으로 산소가 풍부한 혈액을 전신에 직접적으로 공급하는 중요한 역할을 한다. 이 과정에서 좌심실은 특히 중요한 구조로, 그 용적과 박출률은 환자의 건강 상태를 평가하고 임상적 결과를 예측하는데 있어서 매우 중요한 지표로 알려져 있으며 광범위한 환자와 임상 시나리오에서 심장질환의 이환율과 사망률을 예측하는데 활용된다[3-5].

좌심실비대(Left Ventricular Hypertrophy, LVH)는 좌심실벽의 두께가 증가하거나 좌심실 용적이 확대되어 좌심실 질량이 증가하는 상태를 의미하며 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등과

This paper was supported by RESEARCH FUND offered from Catholic University of Pusan in 2023

Corresponding author: Sung-Hee Yang, Department of Radiological Science, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan, 57, Oryundae-ro, Geumjeong-gu, Busan, 46252, Republic of Korea / Tel: +82-51-510-0582 / E-mail: sonoyang@cup.ac.kr

Received 15 February 2024; Revised 7 March 2024; Accepted 8 March 2024

Copyright ©2024 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

같은 기타 요인과 무관하게 독립적인 위험인자로 밝혀졌다 [6,7]. 좌심실의 기능평가로는 수축기능평가와 이완기능평가가 있으며 기능 저하는 좌심방과 좌심실의 크기에 변화를 초래한다. 좌심실의 이완기능을 평가하기 위해 도플러검사는 유용한 도구이나 좌심실 충만 압력과 심실 순응성의 박동 간 상호작용을 반영하기 때문에 좌심실의 전부하(preload)와 후부하(afterload)에 민감하게 작용한다[8-10].

좌심방의 크기는 이완기 좌심실의 혈액 충만에 영향을 미치는 요소와 동일하게 영향을 받으며 좌심실의 이완기 동안 좌심방은 승모판을 통해 좌심실 압력에 직접 노출되어 좌심실의 충만 상태와 직접적인 연관을 가진다[11]. 좌심방의 확장은 좌심실 이완기 기능에 의해 영향을 받으며 승모판 협착증이나 좌심실의 협착이 있는 경우 좌심방 확장의 주요 원인이 된다. 따라서 좌심방 확장은 좌심실 기능장애가 발생하는 모든 심장질환과 관련이 있으며 심장질환의 유의한 예측인자로 알려져 있다 [12]. 또한 좌심실의 크기변화와 기능 저하는 좌심방의 확장을 초래할 수 있는 주요 요인이 되며, 심장질환의 발병과 병의 진행과정을 평가하는데 매우 중요한 역할을 하고 있다[3,4]. 좌심방의 크기를 측정하는 것은 심방세동, 뇌졸중, 좌심실 수축기능부전, 승모판 폐쇄부전, 심근경색, 비후성 심근병증 등의 다양한 질병을 평가하는데 중요한 도구가 되며 환자의 임상적 특성이나 예후를 예측하는데 중요한 정보를 제공한다[13,14]. 특히 좌심방용적을 나타내는 좌심방말기수축기용적지수(Left Atrial End Systolic Volume Index, LAESVI)는 심혈관질환의 예측 지표로 잘 알려져 있어 심장건강의 전반적인 상태를 평가하는데 유용하다. 그러므로 좌심방의 크기를 평가하는 것은 좌심실의 기능저하 변화를 인식하는데 유용한 지표로 이용될 수 있다[15,16].

따라서 본 연구에서는 심장질환을 예측할 수 있는 좌심방과 좌심실의 크기변화에 영향을 미치는 요인들을 분석하고,

이들 간의 상관관계를 규명함으로써 심장질환의 조기 진단 및 건강관리에 중요한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 후향적 연구로 2022년 1월부터 2022년 12월까지 부산소계 H병원 내과를 방문하여 심장 관련 검사 즉 흉부 X-선 촬영, 심전도검사, 심장초음파를 시행한 성인 남성 411명을 대상으로 하였다. 외래 진료를 통해 검사의 필요성에 대한 설명을 충분히 듣고 검사에 동의한 환자를 대상으로 심장초음파를 시행하였으며 내과 전문의의 판독을 마친 후 의료영상저장전송시스템(PACS)에 저장된 측정값을 사용하여 분석하였다. 심장혈관질환이 의심되거나, 유전적 요인에 의한 심근병증, 인공판막 수술을 받은 자, 심방세동 등과 같은 부정맥으로 진단받은 자, 중증 이상의 판막 질환자, 특별한 질환 없이 좌심실구혈률(Ejection Fraction, EF) <50% 인자는 연구대상자에서 제외하였으며 C 대학 기관생명윤리위원회(CUPIRB-2023-006)의 승인을 받아 진행하였다.

2. 연구방법

1) 심장초음파

모든 환자들은 내과전문가가 진료를 실시하고 병력 문진을 통해 고혈압, 당뇨, 고지혈증 등의 과거력을 확인하였다. 미국심장초음파사자격증(Registred Diagonistic Cardiac Sonographer, RDCS)을 취득한 1명의 방사선사가 경흉부심장초음파검사(Transthoracic Echocardiography, TTE)를 실시

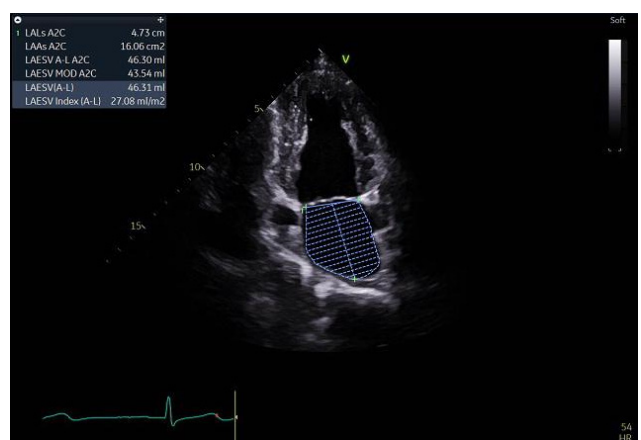
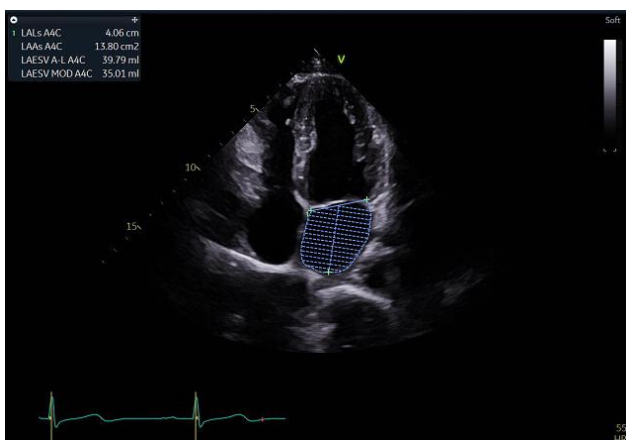


Fig. 1. Measurement by modified simpson method of LAVI

하고 내과전문의가 판독한 표준영상을 연구에 사용하였다. 표준영상의 기준은 미국심장초음파학회(American society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the chamber quantification Writing Group)와 한국심초음파학회에서 제시한 가이드라인을 참조로 하였다[15,16]. 고 해상도의 심장초음파기(Vivid E9 S5-1 probe, GE healthcare, United States), 주파수 1.5~4.6 MHz를 이용하여 표준영상을 획득하였다.

좌심방(Left Artrium, LA)의 2차원 단면 길이를 측정하기 위하여 복장뼈옆짧은축단면도(Parasternal Short Axis View)에서 M-mode를 이용하여 좌심방의 길이를 측정하였다. 좌심방용적지수(LAVI)를 측정하기 위하여 심첨4방도(Apical 4 chamber view)와 심첨2방도(Apical 2 chamber view)에서좌심방말기수축기용적지수(Left Artrial End Systolic Volume Index, LAESVI) Simpson's method를 이용하여 좌심방용적지수(left Atrial Volume Index, LAVI)를 Fig. 1과 같이 측정하였다.

좌심실질량지수(Left Volume Mass Index, LVMI)는 복

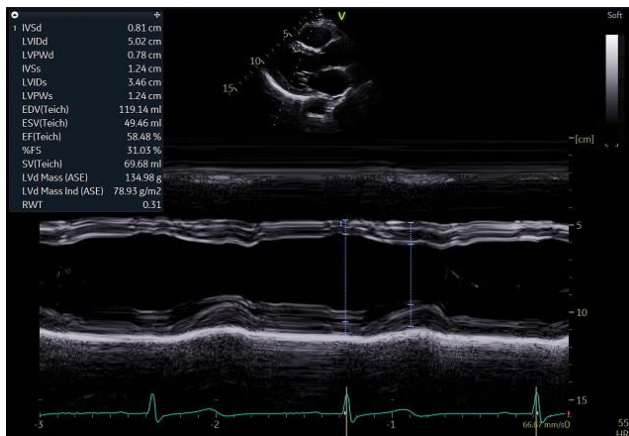


Fig. 2. Measurement by M mode of LVMI

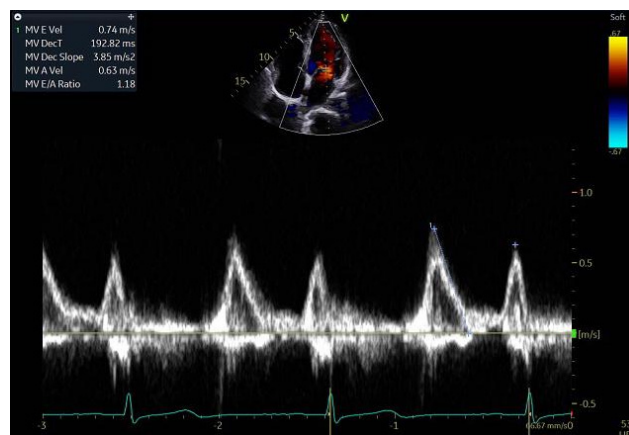


Fig. 3. Measurement of relaxation function index(E/A, E/E')

장뼈옆긴축단면도(Parasternal Long Axis View, PLAX)에서 M-mode를 이용하여 Fig. 2와 같이 측정하였다.

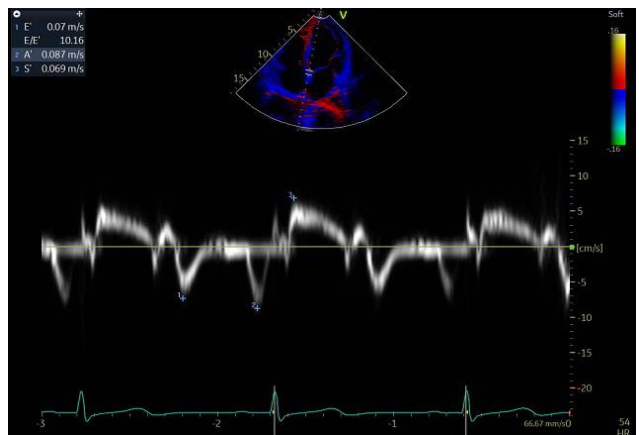
좌심실의 이완기능은 도플러 심초음파를 이용하여 승모판첨부에 표본 용적(Sample Volume)을 위치시키고 이완초기 속도 E와 이완후기속도 A의 비율 E/A를 측정하였고, 조직도플러 심초음파를 이용하여 이완초기속도 E와 조기조직이완기파 E'의 비율 E/E'를 Fig. 3과 같이 측정하여 평가하였다

2) 신체 계측

모든 대상자의 신체 계측은 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. 신장과 체중은 가운을 착용 후 계측하였으며, 체질량지수(Body Mass Index, BMI, Kaup index)는 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나눈 값으로, 비만은 대한비만학회의 기준인 BMI 25 kg/m² 이상으로 분류하였다[17]. 혈압은 5분의 충분한 휴식 후 3회 측정하여 수축기/이완기 측정값 중 가장 낮은 값을 분석에 사용하였다. 고혈압은 수축기혈압 140 mmHg 이상 또는 이완기혈압 90 mmHg 이상으로 정의하였다[18]. 고혈압, 당뇨병, 이상지질혈증 과거력은 치료를 위해 약을 복용하고 있는 경우로 정의하였다.

3) 통계분석

본 연구의 자료는 SPSS Window Ver. 28(IBM Corp, NY, USA)을 이용하여 분석하였으며 모든 변수는 평균과 표준편차 또는 빈도와 백분위로 나타났다. 대상자의 일반적 특성에 따른 차이검증은 독립표본 t 검정(independent t-test)과 일원분산분석(One-way ANOVA)을 통해 제시하였으며 각 변수 간의 상관관계는 피어슨상관계분석을 이용하였다. 좌심방 및 좌심실 크기변화에 영향을 미치는 변수 간의 영향력 분석은 다중회귀분석(multiple regression analysis)을 실시하였으며 분산팽창계수(variance inflation factor, VIF)기준 10이하, 공차



한계(tolerance) 0.1이하로 제시하여 회귀모형의 다중공선성(multicollinearity)은 없음을 판단하였다. 모든 분석에서 *p*값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

III. 결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

연구대상자의 평균 나이는 54.73세이며, 남자가 25.5% (105명) 여자가 74.5%(306명)으로 조사되었다. 체질량지수는

평균 24.38 ± 3.73 kg/m², 수축기 평균압력 128.03 ± 18.06 mmHg, 이완기 평균압력 77.80 ± 36.89 mmHg로 조사되었다. 심장초음파 검사를 통해 얻은 좌심실질량지수(Left Ventricular Mass Index, LVMI)의 평균은 85.82 ± 20.53 g/m², 좌심실의 상대적벽두께(Relative Wall Thickness, RWT)의 평균은 0.34 ± 0.62 mm, 좌심방 직경(Left Atrium Diameter) 크기의 평균은 33.99 ± 4.75 mm, 좌심방용적지수(Left Atrium Volume Index, LAVI)의 평균값은 21.53 ± 6.97 ml/m²로 평가되었다. 심장의 수축기능지표인 좌심실구혈율(Left Ventricle Ejection Fraction, EF)의 평균값은 59.78%이며, 이완기능지표인 E/A ratio의 평균값은 1.04 ± 3.19 , E/E' ratio의 평균값은

Table 1. Characteristics of subjects

Variable		Mean±SD or No(%)
Gender	Male	105(25,5)
	Female	306(74,5)
Age(years)		54.73±16,44
Height(cm)		160,60±8,94
Weight(cm)		63,12±12,41
BMI(Kg/m ²)		24,38±3,73
Systolic pressure(mmHg)		128,03±18,06
Diastolic pressure(mmHg)		77,80±36,89
IVSd(mm)		9,53±3,63
LVIDd(mm)		47,45±4,13
LVPWd(mm)		8,14±1,38
LVMI(g/m ²)		85,82±20,53
RWT(mm)		0,34±0,62
LAD(mm)		33,99±4,75
LAVI(ml/m ²)		21,53±6,97
E wave velocity(m/s)		71,67±17,48
A wave velocity(m/s)		74,94±20,79
E/A ratio		1,04±3,18
E'(m/s)		7,75±3,18
E/E' ratio		10,55±4,23
EF(%)		59,78±4,87
Diabetes mellitus	Yes	51(12,4)
	No	360(87,6)
Dyslipidemia	Yes	136(33,1)
	No	275(66,9)
Hypertension	Yes	136(33,1)
	No	275(66,9)

IVSd: Interventricular septum thickness, LVPWd: Left ventricular posterior wall, LVMI: Left ventricular mass index, RWT: Relative wall thickness, LAD: Left atrium dimension(2-dimension), LAVI: Left atrium volume index, TAPSE: Tricuspid annular plane systolic excursion, E': Mitral annular tissue doppler velocity, EF: Ejection fraction

10.55±4.23으로 평가되었다. 과거 병력에 대한 조사에서 당뇨병은 총 411명 중 51명(12.4%), 이상지질혈증은 136명(33.1%), 고혈압은 136명(33.1%)으로 나타났다.

2. 대상자의 일반적 특성과 변수 간의 차이 검증

Table 2는 대상자의 특성과 좌심방의 크기 관련 인자 즉 좌심방크기(LA)와 좌심방용적지수(LAVI)와의 차이 검증 결과이다. LA는 성별, 연령, 체질량지수, 이완기능장애, 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 유무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. LA는 남자가 여자보다 크게 나타났고, 연령대가 증가할수록 증가하는 것으로 나타났다. 특히 70대 이상은 30대, 40대, 50대와 비교하여 LA가 증가하였으며 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). BMI≥25는 BMI<25와 비교하여 LA는 증가하였고, 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 유무에 따라 LA는 모두 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다($p<0.001$). 이완기능장애 지표인 E/E' ≥15는 E/E' <15와 비교하여 LA는 증가하였고 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). LAVI는 연령, 체질량지수, 이완기능장애, 당뇨, 고혈압 유무에 따라 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. LAVI는 연령이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났고, 특히 30대는 40대 60대 70대 이상과 차이가 40대는 70대와 50대는 60대 이상과 비교하여 LAVI가 증가하였으며 유의

한 차이를 보였다($p<0.001$). BMI≥25는 BMI<25와 비교하여 LAVI가 증가하였고($p<0.05$), 당뇨, 고혈압의 유무에 따라 LAVI는 증가하는 것으로 나타났다($p<0.001$). 이완기능장애 지표인 E/E' ≥15는 E/E' <15와 비교하여 LAVI는 유의한 차이가 있었다($p<0.001$).

Table 3은 대상자의 특성과 좌심실의 크기 관련 인자 즉 좌심실 크기(LV), 좌심실질량지수(LVMI), 상대적벽두께(RWT)와의 차이 검증 결과이다. LV는 성별, 체질량지수, 이완기능장애, 고혈압의 유무에 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. LV는 남자가 여자보다 크게 나타났고, BMI≥25는 BMI<25와 비교하여 LV가 증가하였다($p<0.001$). 고혈압의 유무에 따라 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 이완기능장애 지표인 E/E' ≥15는 E/E' <15와 비교하여 LV의 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). LVMI는 연령, 체질량지수, 이완기능장애, 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증의 유무와 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. LVMI는 연령이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났고, 특히 30대와 40대는 50대 이상과 비교하여 LVMI의 유의한 차이가 나타났다($p<0.001$). BMI≥25는 BMI<25와 비교하여 LVMI가 증가하였고($p<0.001$), 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 유무에 따라 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 이완기능장애 지표인 E/E' ≥15는 E/E' <15와 비교하여 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). RWT는 성별, 연령, 체질량지수, 이완

Table 2. Difference verification between the Characteristics of subjects and variables (n=411)

Variables	n	LA(mm)		LAVI(ml/m ²)	
		Mean±SD	t/F	Mean±SD	t/F
Gender	Male	105	35.07±4.06	2.714**	20.76±5.77
	Female	306	33.62±4.75		21.79±7.32
Age (years)	30(a)	82	31.50±4.37	17.543*** a<d,e b<e c<d,e Scheffe	18.02±4.93
	40(b)	63	33.30±4.30		21.14±5.91
	50(c)	92	32.98±4.04		19.70±4.60
	60(d)	92	35.34±4.44		23.26±7.35
	70≤e)	82	36.62±4.88		25.44±8.65
BMI (Kg/m ²)	BMI<25	261	33.72±4.60	-7.603***	21.01±6.64
	BMI≥25	150	36.19±4.19		22.43±7.44
Diastolic dysfunction	E/E' <15	357	33.43±4.42	-6.457***	20.49±5.61
	E/E' ≥15	54	37.70±5.22		28.37±10.43
DM	Without DM	360	33.68±4.63	-3.494***	20.94±6.37
	With DMD	51	36.14±5.07		25.69±9.29
HTN	without HTN	275	32.88±4.54	-7.133***	20.38±6.20
	with HTN	136	36.24±4.38		23.85±7.83
Dyslipidemia	without dyslipidemia	275	33.42±4.90	-3.476***	21.26±6.96
	with dyslipidemia	136	35.13±4.23		22.07±6.97

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, DM: Diabetes mellitus, HTN: Hypertension

Table 3. Difference verification between the Characteristics of subjects and variables (n=411)

Variables	n	LV(mm)		LVMI(g/m ²)		RWT(mm)		
		Mean±SD	t/F	Mean±SD	t/F	Mean±SD	t/F	
Gender	Male	105	48.82±4.14	4.017***	86.71±17.73	0.517	0.35±0.06	2.468**
	Female	306	46.98±4.02		85.51±21.42		0.34±0.61	
Age (years)	30(a)	82	47.34±3.74	0.644	74.63±15.73	33.249*** a,b,c,d,e Dunneff	0.32±0.54	11.392*** a<d,e b,c<e Dunneff
	40(b)	63	47.31±4.06		75.49±13.73		0.32±0.50	
	50(c)	92	46.99±4.08		82.32±15.12		0.33±0.53	
	60(d)	92	47.92±4.40		92.16±19.93		0.35±0.62	
	70≤(e)	82	47.64±4.30		101.76±22.61		0.37±0.62	
BMI (Kg/m ²)	BMI <25	261	46.76±4.06	-4.588***	83.04±19.89	-3.673***	0.33±0.63	-3.472***
	BMI ≥25	150	48.65±3.96		90.65±20.77		0.35±0.58	
Diastolic dysfunction	E/E' < 15	357	42.25±4.00	2.438**	82.22±17.52	-10.227***	0.33±0.58	-5.869***
	E/E' ≥ 15	54	48.72±4.73		109.61±23.10		0.38±0.68	
Diabetes Mellitus	without DM	360	47.41±4.02	-0.449	84.01±18.98	-4.892***	0.34±0.61	-3.941***
	with DM	51	47.73±4.85		98.63±26.02		0.37±0.56	
Hypertension	without HTN	275	47.20±3.98	-1.754*	80.71±1.11	-7.666***	0.33±0.53	-6.497***
	with HTN	136	47.95±4.37		96.15±21.28		0.37±0.70	
Dyslipidemia	without dyslipidemia	275	47.50±4.20	0.403	83.00±19.77	-4.028*	0.33±0.60	-4.261***
	with dyslipidemia	136	47.33±3.97		91.51±20.92		0.36±0.61	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001, DM: Diabetes mellitus, HTN: Hypertension

기능장애, 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 유무와 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다. RWT는 남자가 여자보다 크게 나타났고 (p<0.01), 연령이 증가할수록 RWT는 증가하는 것으로 나타났고 (p<0.001). 특히 30대는 60대 이상과 40대 50대는 70대 이상과 비교하여 RWT의 유의한 차이가 나타났고(p<0.001). BMI ≥25는 BMI <25와 비교하여 RWT는 증가하였고(p<0.001), 당뇨, 고혈압, 이상지질혈증 유무에 따라 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(p<0.001). 이완기능장애 지표인 E/E' ≥15는 E/E' <15와 비교하여 RWT의 유의한 차이가 있었다(p<0.001)

LAVI와 LVMI는 체표면적(Body Surface Area, BSA)으로 보정하여 계산된 지표이며 차이 검증 결과 좌심방과 좌심실의 크기는 성별에 따라서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 비만지표인 BMI는 좌심방과 좌심실의 크기에서 모두에서 유의한 차이가 나타났다. 한국심초음파학회에서 제시한 이완기능장애의 지표 중 E/E' ≥15를 기준으로 하여 차이 검증을 실시한 결과 이완기능장애의 유무에 따라 좌심방과 좌심실의 크기변수 모두에서 유의한 차이가 나타났다.

3. 상관관계 분석

대상자의 일반적 특성과 변수간의 상관관계 분석을 시행하였

으며 결과는 Table 4와 같다. 좌심방(LA)크기는 나이, 몸무게, BMI, 수축기혈압, IVSd, LVIDd, LVPWd, LVMI, RWT, 좌심실이완기능 지표인 A, E/A, E', E/E'와 상관관계가 있으며, 좌심방질량지수(LAVI)는 나이, 키, 수축기혈압, IVSd, LVIDd, LVPWd, LVMI, RWT, 좌심실이완기능지표인 E, A, E', E/E'와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 좌심실용적지수(LVMI)는 나이, 키, BMI, 수축기혈압, LAVI, IVSd, LVIDd, LVPWd, RWT, LA, 좌심실이완기능지표인 E, A, E/A, E', E/E'와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 좌심실의 상대적벽두께(RWT)는 나이, 몸무게, BMI, 수축기혈압, IVSd, LVIDd, LVPWd, LA, LAVI, LVMI, 좌심실이완기능지표인 E, A, E/A, E', E/E'와 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 상관관계 계수에서는 좌심방(LA)크기는 좌심실질량지수(LVMI)와 0.604의 높은 상관계수 값을 보였고, 좌심방용적지수(LAVI)는 좌심실질량지수(LVMI)와 0.621의 높은 상관계수 값을 보였고(p<0.01). 좌심실질량지수(LVMI)는 좌심방용적지수(LAVI)와 0.610의 높은 상관계수 값을 보였고, 상대적벽두께(RWT)는 좌심방(LA)과 0.253, 좌심방용적지수(LAVI)와 0.155, 좌심실질량지수(LVMI)와 0.373의 양의 상관관계를 보였다(p<0.01).

Table 4. Pearson correlation analysis between subject's general characteristics and variables

Variable	Age	Height	Weight	BMI	SP	DP	IVSd	LVIDd	LVPWd	LVMi	RWT	LA	E	A	E/A	E	E/E	LAVI	EF	
Age	1																			
Height	-0.508**	1																		
Weight	-0.261**	0.618**	1																	
BMI	0.054	0.044	0.807**	1																
SP	0.178**	0.006	0.222**	0.286**	1															
DP	-0.045	0.052	0.027	-0.005	0.142**	1														
IVSd	0.061	0.040	0.150	0.164**	0.112**	-0.03	1													
LVIDd	0.057	0.220**	0.315**	0.241**	0.195**	0.053	0.33	1												
LVPWd	0.353**	0.022	0.290**	0.361**	0.241**	0.007	0.218**	0.186**	1											
LVMi	0.508**	-0.221**	0.007	0.179**	0.264**	0.001	0.192**	0.596**	0.701**	1										
RWT	0.313**	-0.084	0.115	0.216**	0.132**	-0.021	0.193**	-0.319**	0.864**	0.373**	1									
LA	0.385**	-0.064	0.307**	0.438**	0.229**	-0.028	0.110**	0.422**	0.490**	0.604**	0.255**	1								
E	-0.335**	-0.009	-0.076	-0.090	-0.127*	-0.007	-0.44	0.012	-0.158**	-0.134**	-0.157**	-0.068	1							
A	0.633**	-0.405**	-0.095	0.194**	0.266**	-0.035	0.133**	0.046	0.315**	0.384**	0.284**	0.287**	-0.016	1						
E/A	-0.655**	0.261**	-0.003	-0.209**	-0.267**	0.015	-0.114*	-0.020	-0.290**	-0.297**	-0.279**	-0.236**	0.652**	-0.682**	1					
E'	-0.747**	0.331**	-0.017	-0.275**	-0.293**	0.007	-0.121*	-0.132**	-0.461**	-0.536**	-0.386**	-0.448**	0.482**	-0.569**	0.711**	1				
E/E'	0.590**	-0.402**	-0.082	0.202**	0.227**	-0.022	0.112	0.139**	0.455**	0.583**	0.372**	0.453**	0.118*	0.651**	-0.327**	-0.722**	1			
LAVI	0.368**	-0.221**	-0.078	0.063	0.139**	0.041	0.108**	0.366**	0.351**	0.610**	0.155**	0.621**	0.166**	0.280**	-0.052	-0.294**	0.478**	1		
EF	0.080	-0.185**	-0.149**	-0.053	-0.147**	-0.047	0.007	-0.150**	-0.106**	-0.123*	-0.042	-0.007	0.230**	0.056	0.093	0.087	0.029	-0.021	1	

** $p < 0.01$, * $p < 0.05$, SP: Systolic pressure, DP: Diastolic pressure, IVSd: interventricular septal thickness diastolic, LVIDd:left ventricular internal dimension, LVPWd:left ventricular posterior thickness diastolic, LVMi:left ventricular mass index, RWT:relative wall thickness, LA:left atrium dimension, LAVI:left atrium volume index

4. 좌심방과 좌심실의 크기 변화에 영향을 미치는 변수간의 연관성 분석

좌심방과 좌심실의 크기 변수 중 체표면적(BSA)를 이용한 지표인 좌심방용적지수(LAVI)와 좌심실질량지수(LVMI)변화에 영향을 미치는 변수들을 파악하기 위해 Table 5와 같이 다중회귀분석을 시행하였다. LAVI와 좌심실질량지수의 회귀계수(β) 0.537, 이완기능장애의 회귀계수(β) 0.216로 양의 관련성을 보이며, 상대적심실벽두께 회귀계수(β) -0.117로 음의 연관성을 보이는 것으로 나타났다. LAVI와 전체모델의 설명력은 Adjusted $R^2=0.402$ 로 약 40.2%로 설명할 수 있으며, F값이 46.937로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.001$). LVMI와 나이의 회귀계수(β) 0.171, 수축기혈압의 회귀계수(β) 0.099, 좌심방용적지수의 회귀계수(β) 0.414, 상대적심실두께 회귀계수(β) 0.162, 이완기능장애의 회귀계수(β) 0.193로 양의 연관성을 보이는 것으로 나타났다. LVMI와 전체모델의 설명력은 Adjusted $R^2=0.539$ 로 약 53.9%로 설명할 수 있으며, F값이 81.028로 통계적으로 유의하게 나타났다($p<0.001$).

좌심방용적이 증가함에 따라 좌심실질량과 상대적벽두께가 유의미하게 증가되었다. 또한 좌심실질량은 나이가 들수록, 수축기혈압이 높을수록 증가하는 경향을 나타냈으며 좌심실질량이 증가함에 따라 좌심방용적이 유의미하게 증가되며 좌심실의 벽두께도 증가하였다.

IV. 고찰

심혈관 질환의 예측 지표로 알려져 있는 좌심방수축기말기에 측정하는 용적지수는 미국심초음파학회(ASE)에서 권장하는 좌심방크기의 표준화된 측정방법이다[15]. 심실의 수축기에 측정된 좌심방용적지수(LAVI)는 좌심방 단순길이 측정(LA)값보다 체표면적(BSA)을 보정하므로 단순 LA diameter 측정값보다 더 정확한 좌심방의 크기변수라고 할 수 있다. Meris 등의 심장초음파 연구에서는 심근경색증(Myocardial Infarction, MI)발생 후 환자 610명을 전향적으로 추적한 결과, BSA에 의해 보정된 좌심방용적이 모든 원인으로 인한 사망률 또는 심부전 입원에 대한 독립적인 예측변수임을 보여주었다[19]. 또한 M-mode를 활용한 좌심방 내경 측정이 좌심방 측정에서 가장 흔히 사용되는 방법이지만 좌심방 용적 측정이 보다 부가적인 정보를 제공한다고 알려져 있다[20]. 이러한 배경을 바탕으로 본 연구에서는 이와 같은 지표들을 활용하여 좌심방 크기 변화와 이와 관련된 위험인자를 규명하고자 하였다. 좌심방의 크기는 좌심실 충만 압력과 연관되어 있으며 이는 좌심방의 이완기능장애와 관련이 있다. 좌심방은 심장기능장애가 진행되는 동안 이완기 기능이 조기에 손상될 가능성이 높기에 임상적 심장질환이 발생 전에 좌심방 크기에 변화가 나타날 수 있다[20]. 특히 고령의 환자에서 좌심방용적이 클 경우 심방세동 발생 위험도가 높아지며 이는 심방세동의 주요 임상적 위험요인 중 하

Table 5. Multiple regression analysis of variables affecting changes in LAVI and LVMI

Dependent variables	Independent variables	B±SE	β	t	p	Tolerance	VIF
LAVI	Constant	9.673±2.578	-	3.753	<0.001	-	-
	Age	0.005±0.021	0.011	0.229	0.819	0.598	1.672
	BMI	-0.083±0.077	-0.044	-1.081	0.281	0.866	1.155
	Systolic pressure	-0.010±0.016	-0.026	-0.627	0.531	0.866	1.155
	LVMI	0.182±0.017	0.537	10.743	<0.001	0.583	1.714
	RWT	-13.086±4.775	-0.117	-2.741	0.006	0.800	1.249
	E/E'	0.356±0.087	0.216	4.081	<0.001	0.520	1.923
R=0.641, R ² =0.411, Adjusted R ² =0.402, F=46.937, p<0.001, Durbin-Watson=1.936							
LVMI	Constant	-0.375±6.778	-	-0.055	0.956	-	-
	Age	0.213±0.053	0.171	4.019	<0.001	0.622	1.608
	BMI	0.227±0.198	0.041	1.142	0.254	0.866	1.155
	Systolic pressure	0.113±0.041	0.099	2.785	0.006	0.882	1.134
	LAVI	1.219±0.113	0.414	10.743	<0.001	0.758	1.215
	RWT	53.406±12.170	0.162	4.388	<0.001	0.823	1.920
	E/E'	0.937±0.225	0.193	4.164	<0.001	0.521	1.320
R=0.739, R ² =0.546, Adjusted R ² =0.539, F=81.028, p<0.001, Durbin-Watson=1.989							

SE: Standard error, VIF: Variance inflation factor

나이대[21]. 좌심방 확장을 매개로 하는 요인들 중에서, 비만은 심방세동과 연관되어 있으며 주로 좌심방 확장을 통해 그 영향이 나타나는 것으로 알려져 있다[22,23]. 또한 심혈관 질환으로 인한 사망률, 심근경색, 심부전, 뇌졸중 및 심방세동과 같은 증상들은 다양한 인구집단에서 좌심방의 크기를 통해 예측될 수 있었다[24]. Harry 등의 연구결과에서 좌심방의 구조와 기능이 좌심실의 기능장애와 밀접하게 연관되어 있었다[25]. 이는 본 연구결과에서 나이가 증가할수록, 체질량지수가 25 kg/m² 이상으로 비만인 경우, 혈압, 당뇨와 같은 만성질환자에서 좌심방용적지수에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었고, 좌심방용적 변화는 좌심실질량지수의 증가와 좌심실의 심근벽 두께가 증가하는 데에 영향을 미치며 이는 결국 좌심실의 이완기능장애로 이어질 수 있다는 이전연구와 일치하는 결과를 얻었다.

심근비후는 심실의 유연성 감소 즉 경직도 증가의 수동적 변화를 초래하고 이로 인해 이완기 말에 좌심실로 유입되는 혈류량과 심박출량이 감소하며 결과적으로 혈액의 저류와 울혈이 발생하여 심부전과 같은 징후가 나타날 수 있다[26]. 좌심실비대는 고혈압이 있는 사람에게 뿐만 아니라 평균수명이 연장됨에 따라 노인인구 및 비만인구 증가로 인해 건강한 사람에게도 발생할 수 있으며 이러한 좌심실비대는 자체적으로 새로운 심혈관질환 발생과 합병증의 위험인자가 될 수 있다[7]. 박성미 등의 연구에 의하면 한국인 좌심실 비대 기준을 좌심실 질량으로 새롭게 설정할 경우 신장, 체중, 체표면적, 체질량지수가 높을수록 좌심실 질량이 증가하는 경향을 보였다[28]고 보고하였으며 본 연구결과에서도 좌심실질량지수(LVMI)와 상대적심실벽두께(RWT)는 나이가 들수록, 비만일수록 당뇨와 고혈압, 이상지질혈증과 같은 만성질환이 있는 경우 증가하여 이전 연구결과와 일치하는 결과를 나타냈다. 좌심방용적의 변화가 좌심실의 질량변화와 심근벽 두께 변화와 직접적으로 연관이 있는 것으로 규명되었으며 이와 같은 변화들이 좌심실의 이완기능장애를 유발할 수 있을 것으로 분석되었다. 좌심방과 좌심실은 혈액을 공급할 때 유입되는 혈류량과 혈류의 압력에 영향을 받는 기관이다. 연구결과 혈류량과 혈류의 압력에 영향을 미치는 외부요인인 연령, 비만, 혈압등과 같은 만성질환이 심장의 구조적 이상의 직접적 영향요인으로 분석되었다. 또한 이러한 구조적 이상은 심장의 기능장애로 이어져 심장질환을 유발하게 된다. 따라서 이러한 결과는 심장질환의 조기 진단과 관리 전략에 있어서 중요한 시사점을 제공하며 심장 건강을 유지하기 위해서는 정기적인 건강검진을 통해 심장의 구조적 변화를 모니터링하고 적절한 생활 습관을 유지하는 것이 필수적이다.

V. 결론

본 연구는 성인의 좌심방 및 좌심실 크기변화에 영향을 미치는 요인들을 분석함으로써 심장질환의 조기진단 및 예방에 기여할 수 있는 기초자료를 제공하고자 하였다. 심장질환을 예방하기 위해서는 규칙적인 운동이나 식습관 등의 건강관리도 중요하지만 정기적인 검진을 통해 심장의 구조적 상태를 평가받는 것은 필수적이다. 좌심방과 좌심실의 크기변화는 심장질환을 예측할 수 있는 좋은 지표로 활용될 수 있으며, 이들의 상호작용은 심장의 혈액학적 기능에 서로 유기적인 영향을 미치기 때문에 크기변화에 영향을 미치는 요인을 분리하여 단독으로 평가하기는 힘들다. 또한 일부지역의 성인을 대상으로 연구 분석하였기에 결과 값을 일반화 할 수 없다는 한계점이 있다. 그럼에도 불구하고 비만이나 만성질환과 같이 관리가 가능한 요인들을 적절히 치료, 관리함으로써 좌심방 확장과 좌심실의 구조적 변화를 예방하고 이를 통해 심장질환의 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] HRA Releases 'State of Heart Disease Care'. Health Insurance Review and Assessment Service, 2023,11,7.
- [2] Ferket BS, Colkesen EB, Visser JJ, Spronk S, Kraaijenhagen RA, Steyerberg EW, et al. Systematic review of guidelines on cardiovascular risk assessment: Which recommendations should clinicians follow for a cardiovascular health check? Archives of Internal Medicine. 2010;170(1):27-40. DOI: 10.1001/archinternmed.2009.434
- [3] Otterstad JE, St John Sutton MG, Froeland GS, Holme I, Skjaerpe T, Hall C. Prognostic value of two-dimensional echocardiography and N-terminal proatrial natriuretic peptide following an acute myocardial infarction. Assessment of baseline values(2-7days) and changes at 3 months in patients with a preserved systolic function, European Heart Journal, 2002; 23(13):1011-20. DOI: 10.1053/ehj.2001.2969
- [4] St John Sutton MS, Pfeffer MA, Plappert T, Rouleau JL, Moye LA, Dagenais GA, et al. Quantitative two-dimension echocardiographic measurements are major predictors of adverse cardiovascular events after acute myocardial infarction. The protective effects of

- captopril. *Circulation*. 1994;89(1):68–75. DOI: 10.1161/01.CIR.89.168
- [5] Wong M, Johnson G, Shabetai R, Hughes V, Bhat G, Lopez B, et al. Echocardiographic variables as prognostic indicators and therapeutic monitors in chronic congestive heart failure. Veterans affairs cooperative studies V–HeFT I and II, V–HeFT VA cooperative studies group. *Circulation*. 1993;87(6 Suppl):V165–70.
- [6] Woroniecki RP, Kahnauth A, Panesar LE, Markovina KS. Left ventricular hypertrophy in pediatric hypertension: A mini review. *Frontiers in Pediatrics*. 2017;5(101):1–7. DOI: 10.3389/fped.2017.00101
- [7] Levy D, Garrison RJ, Savage DD, Kannel WB, Castelli WP. Prognostic implications of echocardiographically determined left ventricular mass in the Framingham Heart Study. *New England Journal of Medicine*. 1990;322(22):1561–6. DOI: 10.1056/NEJM199005313222203
- [8] Nishimura RA, Tajik AJ. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's Rosetta Stone. *Journal of the American College of Cardiology*. 1997;30(1):8–18. DOI: 10.1016/S0735-1097(97)00144-7
- [9] Oh JK, Appleton CP, Hatle LK, et al. The noninvasive assessment of left ventricular diastolic function with two-dimensional and Doppler echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 1997;10(3):246–70. DOI: 10.1016/s0894-7317(97)70062-2
- [10] Garcia MJ, Thomas JD, Klein AL. New Doppler echocardiographic applications for the study of diastolic function. *Journal of the American College of Cardiology*. 1998;32(4):865–75. DOI: 10.1016/s0735-1097(98)00345-3
- [11] 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. *Journal of the American College of Cardiology*. 1993;22(7):1972–82. DOI: 10.1016/0735-1097(93)90787-2
- [12] Bae HJ, Ha MJ, Kim JK. Correlation of left atrial enlargement and metabolic syndrom risk factors in echocardiography. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2020;343(3):177–85. DOI: 10.17946/JRST.2020.43.3.177
- [13] Patel DA, Lavie CJ, Milani RV, Shah S, Gilliland Y. Clinical implication of left atrial enlargement: A review. *The Ochsner Journal*. 2009;9(4):191–6. DOI: 1031486/toj.18.0148
- [14] Stritzke J, Markus MRP, Duderstadt S, Lieb W, Luchner A, Doring A, et al. The aging process of the heart: Obesity is the main risk factor for left atrial enlargement during aging: The MONICA/KORA(monitoring of trends and determinations in cardiovascular disease/cooperative research in the region of augsburg) study. *Journal of American College of Cardiology*. 2009;54(21):1982–9. DOI: 10.1016/j.jacc.2009.07.034
- [15] Lang R, Badano L, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: An update from the american society of echocardiography and the european association of cardiovascular imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2015;28(1):1–39. DOI: 10.1016/j.echo.2014.10.003
- [16] Galderisi M, Cosyns B, Edvardsen T, Cardim N, Delgado V, Di Salvo G, et al. Standardization of adult transthoracic echocardiography reporting in agreement with recent chamber quantification, diastolic function, and heart valve disease recommendations: An expert consensus document of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal–Cardiovascular Imaging*. 2017;18(12):1301–10. DOI: 10.1093/ehjci/jex244
- [17] Kim KK, Haam JH, Kim BT, Kim EM, Park JH, Rhee SY, et al. Evaluation and treatment of obesity and its comorbidities: 2022 update of clinical practice guidelines for obesity by the Korean society for the study of obesity. *Journal of Obesity & Metabolic Syndrome*. 2023;32(1):1–24. DOI: 10.7570/jomes23016
- [18] McCormack T, Boffa RJ, Jones NR, Carville S, McManus RJ. The 2018 ESC/ESH hypertension guideline and the 2019 NICE hypertension guideline, how and why they differ. *European Heart Journal*. 2019;40:3456–8. DOI: 10.1093/eurheartj/ehz681
- [19] Meris A, Amigoni M, Uno H, Thune JJ, Verma A, Kober L, et al. Left atrial remodelling in patients

with myocardial infarction complicated by heart failure, left ventricular dysfunction, or both: The VALIANT Echo study. *European Heart Journal*, 2009;30(1):56-65. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn499

[20] Teresa SMT, Marion EB, Bernard JG, Kent RB, James BS. Left atrial volume as a morphophysiologic expression of left ventricular diastolic dysfunction and relation to cardiovascular risk burden. *The American Journal of Cardiology*. 2002;90(12):1284-9. DOI: 10.1016/s0002-9149(02)02864-3

[21] Anderson CA, Kiang L, Cora E, Lewis CE, Sidney S, Colangelo LA, et al. Left atrial dimension and traditional cardiovascular risk factors predict 20-year clinical cardiovascular events in young healthy adults: The CARDIA study. *European Heart Journal-Cardiovascular Imaging*. 2014;15(8):893-9. DOI: 10.1093/ehjci/jeu018

[22] Zia I, Johnson L, Memarian E, Borne Y, Engstrom G. Anthropometric measures and the risk of developing atrial fibrillation: A Swedish cohort study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2021;21(1):1-10. DOI: 10.1186/s12872-021-02415-6

[23] Wang TJ, Parise H, Levy D, D'Agostino Sr RB, Wolf PA, Vasan RS, et al. Obesity and the risk of new-onset atrial fibrillation. *JAMA*. 2004;292 (20):2471-7. DOI: 10.1001/jama.292.20.2471

[24] Osranek M, Bursi F, Bailey KR, Grossardt BR, Brown Jr RD, Kopecky SL, et al. Left atrial volume predicts cardiovascular events in patients originally diagnosed with lone atrial fibrillation: Three-decade follow-up. *European Heart Journal*. 2005;26(23):2556-61. DOI: 10.1093/eurheartj/ehi483

[25] Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Left atrial size: A structural expression of abnormal left ventricular segmental relaxation evaluated by strain echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10(7):865-71. DOI: 10.1093/ejehocardiology/jep093

[26] Oh MS, Ahn JH, Lee WS. Echocardiographic diagnosis of diabetic cardiomyopathy. *Clinical Ultrasound*. 2020;5(1):17-23. DOI: 10.18525/cu.2020.5.1.17

[27] Jung CH, Son JW, Kang S, Kim WJ, Kim HS, Kim HS, et al. Diabetes fact sheets in Korea, 2020: An appraisal of current status. *Diabetes & Metabolism Journal*. 2021;45(1):1-10. DOI: 10.4093/dmj.2020.0254

[28] Park SM, Ro YM, Ahn JC, Lim DS, Park CG, Kim YH, et al. An appraisal of the electrocardiographic criteria for diagnosis of left ventricular hypertrophy in Koreans: Comparison to echocardiographic measurement of left ventricular mass. *Korean Circulation Journal*. 2004;34(8):775-83. DOI: 10.4070/kcj.2004.34.8.775

구분	성명	소속	직위
제1저자	김선화	회명일신기독병원 영상의학과	박사
교신저자	양성희	부산가톨릭대학교 방사선학과	조교수