

<원저>

정상 성인의 좌심실 벽두께와 내강 크기에 대한 심초음파영상과 전산화단층영상의 비교

지명훈·김성환·성열훈

청주대학교 보건의료과학대학 방사선학과

Comparison of Echocardiography and Computed Tomography on Cardiac Wall Thickness and Internal Dimension Size of Left Ventricle in Normal Adults

Myeong-Hoon Ji·Seoung-Hwan Kim·Youl-Hun Seoung

Department of Radiological Science, College of Health Medical Science, Cheongju University

Abstract The purpose of this study was evaluated the relationship between echocardiography and cardiac computed tomography in normal adults by visual assessment, and evaluated the effective doses of cardiac computed tomography. The subjects were 100 normal patients who visited two general hospitals in Chungnam, from January 1 to May 30, 2018. We obtained images by using these modalities and evaluated the wall thickness and internal dimension of the Left Ventricle with visual assessment. To evaluate the appropriateness of the visual evaluation, two evaluators who were trained for one week were measured and the agreement between the evaluators were verified by statistical analysis. The effective doses of computed tomography were evaluated using the dose length product. As a result, there was a high correlation between the two modalities. The agreement between the two visual evaluator were also highly agreed. The mean X-ray dose of the subjects was 11.1 ± 3.1 mSv. Although the purpose of imaging is somewhat different in the clinical setting, echocardiography could achieve the same results as radiation-invasive computed tomography. It is thought that utilization will become even larger.

Key Words: Echocardiography, Computed tomography, Cardiac wall thickness, Cardiac internal dimension, X-ray dose

중심 단어: 심초음파, 전산화단층영상, 좌심실 벽두께, 좌심실 내강 크기, 피폭 선량

I. 서 론

동맥 고혈압은 심장의 구조적 재구성 및 심장 손상에 주요 원인 중 하나이다. 심장 구조적 재구성은 심장 내강이 커지는 확장성 심근병증(dilated cardiomyopathy)과 심근이 두꺼워지는 좌심실 비대(left ventricular hypertrophy)로 크게 분류할 수 있다. 심혈관계의 이상 변화 및 돌연 심장사(sudden cardiac death)의 독립적인 예측 인자로 평가되어 왔으며 조기에 질환을 진단하고 적절한 치료를 진행하기 위해서는 좌심실 내강 및 좌심실 두께의 측정이 중요하다[1].

심장의 내강 및 심근 두께 측정이 가능한 방법은 크게 3가지가 있다. 첫 번째 방법은 전산화단층영상(computed tomography; CT)을 이용하여 측정하는 방법이다. CT로 심장 질환을 평가하기 위한 시도는 1970년부터 시작되었으며, 초기에는 전자선 전산화단층영상(electron beam CT; EBCT)으로 심장을 검사하였지만 고가이면서 환자 크기에 대비하여 신호대잡음비(signal to Noise ratio; SNR)가 떨어졌으며, 관상동맥에 생긴 칼슘을 보는 정도로 제한적이었다. 그 후에 개발된 다중검출기 CT (multidetector CT; MDCT)는 더 높은 해상도와 짧은 스캔 시간으로 심장 CT분야에 많은

Corresponding author: Youl-Hun Seoung, Department of Radiological Science, College of Health Medical Science, Cheongju University, 298, Daesung-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, 363-764, Korea / Tel: +82-43-229-7993 / E-mail: radimage@cju.ac.kr

Received 01 November 2018; Revised 16 November 2018; Accepted 18 November 2018

Copyright ©2018 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

기여를 하였다[2]. 그러나 심장 CT 검사는 심장의 구조 측정에 한해서 기준검사(gold standard study)로 객관적인 정보를 제공해 주지만 고해상력을 획득하기 위해서는 조영제 주입과 함께 많은 방사선 피폭의 단점이 있다[3]. 두 번째 방법은 자기공명영상(magnetic resonance imaging; MRI)을 이용하는 방법이다. 심장 자기공명영상(cardiac magnetic resonance imaging; CMRI)는 1980년부터 시도되어 왔지만 지속적인 움직임이 있는 심장의 활동에 대한 위상 차이가 발생하고 이것의 결과로 위상오류가 발생하게 된다. 하지만 이러한 기술적 한계를 실시간 영상 획득이 parallel imaging 기법 개발로 극복하면서 영상획득 시간이 크게 줄어들어 심장 부분에 대한 MRI의 영역이 확대되었다[4-6]. 현재 CMRI는 심장 근육 및 심장 판막의 움직임을 영상화할 수 있고, 속도 기록법을 이용하여 판막 협착증이나 폐쇄 부전증 정도를 정량화 할 수 있으며, 특히 심근경색(myocardial infarction; MI)에서 죽은 심장 근육 조직의 정확한 위치와 두께를 평가 할 수 있다. 하지만 호흡에 의한 움직임, 심장의 움직임 등에 영향이 많고 검사 비용이 비교적 고가이며 검사 시간이 오래 걸리는 단점이 있다[7]. 세 번째 방법은 초음파 영상(ultrasound imaging)을 이용하는 방법이다. 1954년도에 Inge Edler와 Hellmuth Hertz가 처음으로 초음파를 이용하여 심장의 구조를 탐색하여 심장초음파(echocardiography) 검사를 실시하였고, 이 시기에는 M형(motion) 기록이라는 일차원적인 영상을 얻을 수 있었다. 그 후 1960년대 Feigenbaum은 심혈관조영실에서 심도자술과 심장초음파 비교를 통해 유용성을 확인하였다. 제한적인 부분에서 시행하던 심장초음파는 Barber 등이 Duplex scanner를 개발함으로써 도플러 기술을 적용하여 심장 내 압력 변화 및 혈류역학적인 상태를 표현하는데 비약적인 발전을 이루었다[8]. 이러한 심장초음파는 추가적인 조영제 필요하지 않으며, 저 에너지 사용으로 인체에 무해하고 비교적 저렴한 검사 비용으로 검사할 수 있다. 또한 심장 내에서 발생하는 혈역학적 변화 및 심장 기능에 대한 포괄적인 정보를 제공하는 가장 중요한 단일 검사로 평가되고 있다[9]. 그러나 CT와 MRI 보다 해상력이 떨어지고 심장 내강 및 심근의 두께 측정 시 검사자의 주관적인 영향을 받는 단점이 있다.

최근 건강보험심사평가원에 따르면 5년간 심장질환 환자 수는 2012년도에 1,199,449명, 2013년 1,232,123명, 2014년 1,293,882명, 2015년 1,311,980명, 2016년 1,390,024명이었다[10]. 또한 심장으로 인한 대표적인 사망 원인인 심근경색의 경우 최근 5년간 30%이상 증가하는 추세이다. 따라서 많은 국민들이 심장 검사를 요구하고 있다[11]. 그럼에도

불구하고 많은 의료기관에서는 심장 CT검사를 시행하고 있어 의료방사선의 피폭량을 가중시키고 있다. 그러나 최근 초음파영상 기술의 비약적인 발전으로 높은 해상도의 영상 획득이 가능해지면서 기하학적인 측정에 정확한 정보 제공이 가능해졌다[12].

이에 본 연구에서는 방사선에 비침습적인 검사 방법 중 하나인 심장초음파로 좌심실의 크기 및 심근의 두께를 측정하고 이를 심장 CT영상과 비교하여 정확도와 유용성을 평가하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대 상

본 연구는 2018년 1월 1일부터 5월 30일까지 충청남도 소재의 A, B 종합병원을 내원하여 검사받은 피검사들 중 시간적 동일성을 위해 심장 초음파검사와 심장 CT검사를 일주일 이내 동시에 진행한 대상자들을 선택하였다. 그리고 영상의학과 전문의에 의하여 확장성 심근병증, 심장 비대증, 급성심근경색증, 혈역학적으로 불안정한 상태(판막 질환), 불규칙한 심장 박동(심방 세동, 부정맥) 등이 없다고 판정된 정상인 100명을 대상으로 후향적 분석을 실시하였다.

2. 실험 장비

본 연구에서는 심장초음파(Affiniti 70C, Philips, USA) 장비와 주파수가 1.6~3.2 MHz인 위상 배열 탐촉자(S5-1, Philips, USA)를 사용하였고, 심장 CT검사는 64 channel 다중검출기 CT (Ingenuity, Philips, USA)를 이용하였다.

3. 심장초음파 영상의 획득

심장 초음파검사는 미국 심장초음파사(registered diagnostic cardiac sonographer; RDCS) 자격을 취득한 5년 이상의 경력이 있는 방사선사 한 명이 실시하여 데이터의 일관성을 확보하였다. 심장초음파는 2015년 미국 심초음파학회 지침(american society of echocardiography guidelines; ASEG)에 따라 좌측와위(left lateral decubitus) 자세에서 경흉부 심장초음파(transsthoracic echocardiography; TTE)기법으로 Fig. 1(a)과 같이 흉골 주위 단축 단면도(parasternal short axis view; PSAX)의 유두근(papillary muscle) 위치 영상을 심장의 확장기말(end diastolic)에서 획득하였다[13].

ASEG에서는 흉골 주위 장축 단면도(parasternal long

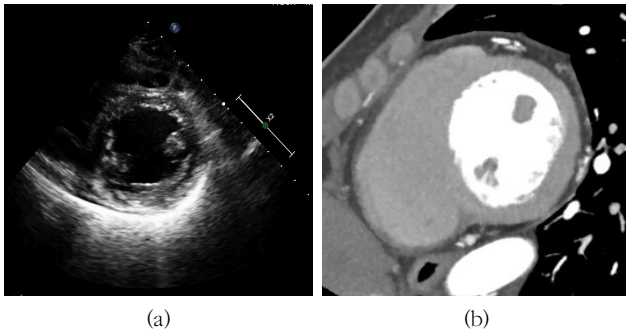


Fig. 1. (a) parasternal short axis view at papillary muscle level by echocardiography (b) cardiac short axis view at papillary muscle level by cardiac CT

axis view; PLAX)에서 선형 측정(linear measurements)을 권고했지만 심장 CT와 비교를 위해 흉골 주위 PSAX를 획득하였다. 이때 기하학적으로 왜곡될 수 있는 영상을 보완하고자 흉골 주위 PLAX에서 심실 내강(left ventricle internal dimension; LVID)을 정확히 측정한 후 그 크기를 흉골 주위 PSAX에서 일치시켜 영상을 획득하였다.

4. 심장 CT 영상의 획득

심장 CT검사 조건은 slice collimations 64×0.625 mm, gantry rotation time 0.4 sec, length 150 mm, pitch 0.2, matrix 512×512, FOV 220 mm, 120 kVp, 400 mAs로 영상을 획득하였다. 심장 CT검사 시 심박동수가 70회를 넘는 환자는 헤르벤 서방정 90 mg을 경구 투여하고 1시간 뒤에 심박 수 측정 후 검사하였다. 심장 CT의 조영효과는 90 ml 조영제 (Optiray 320, Liebel-Flarsheim Canada Inc., Canada)를 정맥을 통하여 5 ml/sec의 속도로 18 gauge 주사침을 통해 주입 후에 동일한 속도로 생리식염수 40 ml를 추가로 주입하였다. 이때 상해대동맥에서 CT 값이 110 HU이상 도달한 후 7초 뒤에 스캔하는 real time bolus tracking technique을 사용하였다. 심장의 움직임에 대한 영상보정은 심전도 (electrocardiogram; ECG) gated modulation technique의 전향적 동조화(prospective gating)를 사용하였다. 최종 획득된 영상은 영상분석 워크스테이션(Intellispace Portal 6.03, Philips, USA)을 이용하여 Fig. 1(b)과 같이 심장의 단축상(short axis view)으로 재구성 하였다.

5. 좌심실 벽의 두께 및 내강 측정 방법

영상평가는 RDCS 취득을 취득한 임상경력 5년 이상의 방사선사 두 명이 PACS 프로그램에서 디지털미터를 이용하여 측정하였다. 선행 연구에 따르면 육안으로 측정하는 측정법

에는 INT (Internal to Internal Edge), MIX (External to Internal Edge), EXT (External to External Edge) 세 가지 측정법이 있으며, INT 측정법은 측정하려는 대상의 두께에서 가장 안쪽 경계에서 반대편 가장 안쪽 경계를 선택하는 방법이며, EXT 측정법은 가장 바깥쪽 경계에서 반대편 가장 바깥쪽 경계를 선택하는 방법이다. MIX 측정법은 가장 바깥쪽 경계에서 반대편 가장 안쪽 경계까지의 두께를 기준으로 측정하는 방법으로 두 기기 간 차이가 가장 적고 유용한 방법이다 [14]. 측정 평가에 앞서서 차이를 줄이기 위해 MIX method를 약 1주간 영상 측정자 두 명이 훈련하였고, 이들에 의해 교차 분석된 측정값은 평균값으로 최종 두께를 정의하였다.

본 연구에서는 심장기능(ejection fraction; EF) 및 해부학적 평가의 기준이 되는 심실중격두께(interventricular septal wall thickness; IVSWT)와 심실후벽두께(posterior wall thickness; PWT)와 이완기말 좌심실 내강(left ventricle internal dimension; LVID)을 대상으로 측정하였다. IVSWT, LVID, PWT 측정 위치의 정의는 다음과 같다. IVSWT는 심근 벽의 가장 외측에서부터 심내막의 가장 외측까지이고, LVID는 심장 내강의 가장 외측에서부터 심내막의 가장 외측까지이며, PWT는 심내막의 가장 외측에서부터 심근벽의 가장 외측까지이며 실제 측정방법은 Fig. 2와 같다.

6. 심장 CT검사의 유효선량 평가

심장 CT검사의 유효선량은 CT검사 조사된 인체부위를 대상으로 평가하였다. CT 장비에서 기록되는 선량보고서의 CT의 선량은 선적분선량(dose length product; DLP)를 수집하였으며, 유효선량은 아래 식(1)을 이용하여 구하였다.

$$Effective\ dose = DPL \times k \tag{1}$$

이때 k는 신체 부위별로 방사선에 의한 장기의 영향을 평가하기 위한 환산인자이며, 본 연구에서는 ICRP120의 권고에 따라 유럽위원회의 2004년 CT 품질기준에서 흉부 인자 (0.014 mSv)를 적용하였다[15].

7. 통계분석

통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 21.0 for windows, SPSS incorporation, Chicago, USA)을 사용하였다. 대상자들의 임상적 특성의 유의한 차이를 검정하기 위해 대응 표본 t-검정을 실시하였다. 또한 2명 평가자들의 두 영상장비의 심장 근육의 두께 평가 일치도를 분석하기 위해 급내 상관

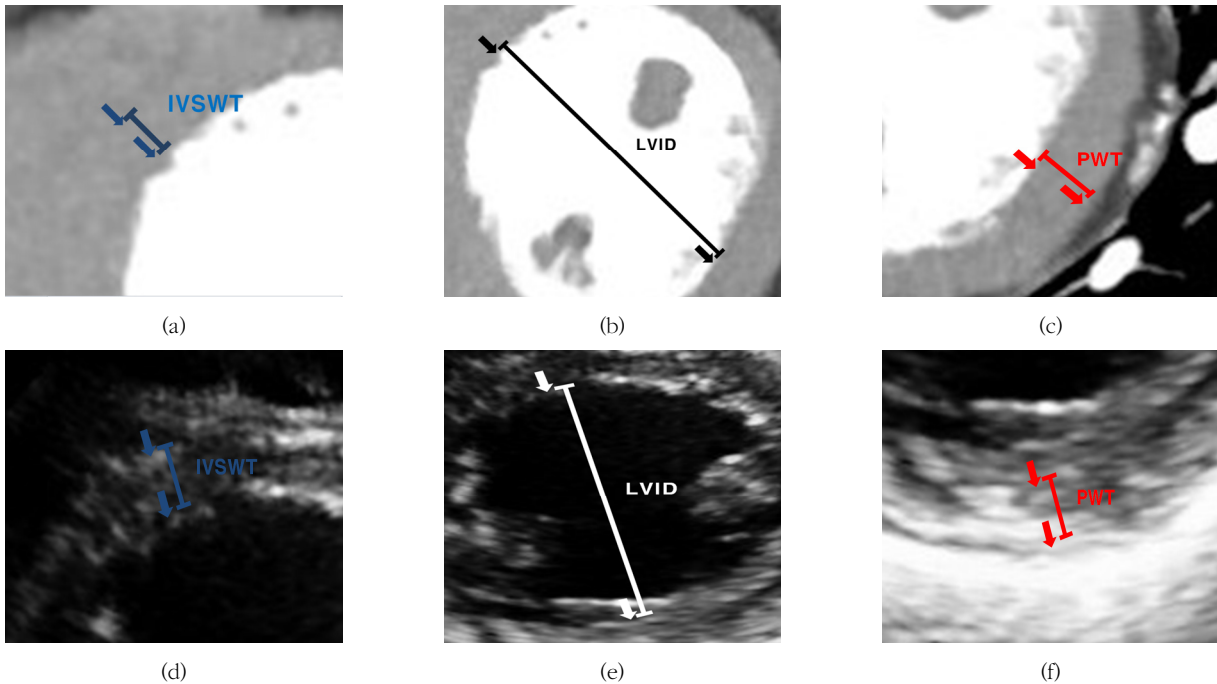


Fig. 2. The Measurement of cardiac thickness by mix method using echocardiography and computed tomography: (a) and (d) IVSWT from the leading edge of the myocardial wall to the leading edge of the endocardium, (b) and (e) LVID from the leading edge of internal cavity to the leading edge of endocardium, (c) and (f) PWT from the leading edge of endocardium to the leading edge of the myocardial wall.

계수(intra-class correlation, ICC)를 이용하여 단일 측도 값 K가 0.8 이상이면 매우 우수, 0.6 이상이면 우수, 0.4 이상이면 보통, 0.2 이상이면 불량, 0.2 이하이면 매우 불량한 것으로 정의하였다[16]. 두 장비에 측정된 IVSWT와 PWT 그리고 LVID의 두께에 대한 비교와 남녀 간의 심장 CT의 유효 선량 비교는 대응표본 *t*-검정을 실시하여 *p* 값이 0.05 보다 작게 나오면 그룹들 사이에 유의한 차이가 있다고 정의하였다. 두 기기 간의 관련성은 상관 분석(Pearson's correlation coefficient)을 통해 평가하였으며, 상관관계 계수가 ±1에 가까울수록 상관관계 강도는 높다고 판정하였다.

III. 결 과

1. 연구 대상자의 임상적 특성

연구 대상자의 임상적 특성은 Table 1과 같이 남성 49명, 여성 51명으로 100명을 대상으로 하였다. 나이는 20~82세로 분포하였다. 평균 연령은 남성 47.9 ± 14.6 세, 여성 57.7 ± 10.0 세로 전체 평균 연령은 52.8 ± 13.3 세로 *p* 값이 0.001로 유의한 차이가 있었다. 평균 신장은 남성 171 ± 5.0 cm, 여성 156 ± 5.0 cm이었으며, *p* 값이 0.001로 유의한 차이가

있었다. 평균 체중은 남성 72.8 ± 8.5 kg, 여성 58.3 ± 9.5 kg이었으며, *p* 값이 0.001로 유의한 차이가 있었다. 체질량지수(body mass index; BMI)는 남성 24.9 ± 2.9 , 여성 24.0 ± 3.5 이었으며, *p* 값이 0.277로 유의한 차이가 없었다.

2. 평가자 일치도

Table 2는 평가자간 일치도에 대한 급내 상관계수 결과로 CT검사에서 IVSWT와 PWT 그리고 LVID의 두께 모두 단일 측도가 각각 0.831, 0.764, 0.984로 분석되었고, 또한 초음파검사에서 IVSWT와 PWT 그리고 LVID의 두께 모두 단일 측도가 각각 0.788, 0.789, 0.977로 분석되었으며, 모두 *p* 값이 0.001 이하의 유의수준으로 측정자간의 일치도는 우수하다고 판정하였다.

3. 좌심실 벽 두께 및 내강 측정

심장 CT와 심장초음파에서 두 측정자가 측정한 좌심실 벽 두께 및 내강의 평균 결과는 Table 3과 같다. IVSWT의 두께는 심장 CT에서 7.6 ± 0.8 mm이고 심장초음파에서는 7.6 ± 0.8 mm이었으며, *p* 값이 0.286로 유의한 차이가 없었다. PWT의 두께는 심장 CT에서 7.8 ± 0.8 mm이고 심장초음파에서는 7.7 ± 0.8 mm이었으며, *p* 값이 0.613로 유

의한 차이가 없었다. LVID의 두께는 심장 CT에서 49.5 ± 4.2 mm이고, 심장초음파에서는 49.5 ± 4.2 mm이었으며, p 값이 0.260로 유의한 차이가 없었다.

4. 심장초음파와 심장 CT와의 상관관계

좌심실 벽 두께와 내강 측정에 대한 두 검사기기 간의 피어슨 상관 분석 결과는 Fig. 3과 같다. CT-IVSWT와 EH-IVSWT 간에 p 값이 0.001로 상관계수 값은 0.878로 높은 (+) 상관관계를 보였다. 또한 CT-PWT와 EH-PWT

간에서도 p 값이 0.001로 상관계수 값이 0.865로 높은 (+) 상관관계를 보였다. 특히, CT-LVID와 EH-LVID 간에 p 값은 0.001로 상관계수 값은 0.989로 거의 1에 가까운 아주 높은 (+) 상관관계가 있었다.

5. 심장 CT 유효선량 평가

연구 대상자들의 심장 CT검사에 따른 유효선량을 평가한 결과, 평균 피폭 선량은 11.1 ± 3.1 mSv이었고 Fig. 4와 같이 남성의 평균 피폭선량은 11.9 ± 2.9 mSv이었고, 여성의

Table 1. Clinical characteristics of subjects

Variable	Total (N=100)	Male (n=49)	Female (n=51)	p-value
Age(year)	52.8 ± 13.3	47.9 ± 14.6	57.7 ± 10.0	0.001
Height(cm)	163.0 ± 9.0	171.0 ± 5.0	156.0 ± 5.0	0.001
Weight(Kg)	65.4 ± 11.6	72.8 ± 8.5	58.3 ± 9.5	0.001
BMI(kg/m ²)	24.4 ± 3.3	24.9 ± 2.9	24.0 ± 3.5	0.277

Table 2. Interobserver intra-class correlation of IVSWT, PWT and LVID in CT and SONO

Modality	Observer	IVSWT		PWT		LVID	
		single measure	p-value	single measure	p-value	single measure	p-value
CT	1	0.831	0.001	0.764	0.001	0.984	0.001
	2						
SONO	1	0.788	0.001	0.789	0.001	0.977	0.001
	2						

Table 3. Mean results of Left Ventricle wall thickness and internal dimension

	Cardiac CT	Echocardiography	p-value
IVSWT (mm)	7.6 ± 0.8	7.6 ± 0.8	0.286
PWT (mm)	7.8 ± 0.8	7.7 ± 0.8	0.617
LVID (mm)	49.5 ± 4.2	49.5 ± 4.2	0.260

IVSWT : interventricular septum wall thickness, PWT : posterior wall thickness, LVID : Left ventricle internal dimension

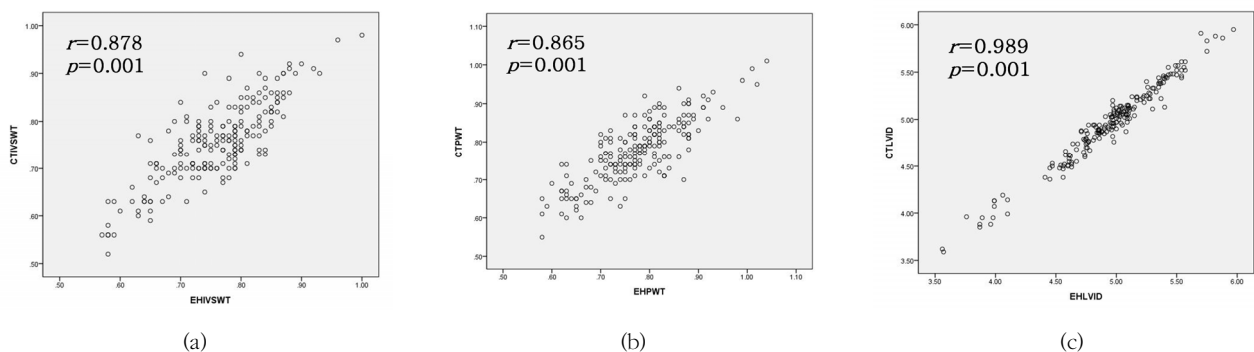


Fig. 3. Pearson's correlation coefficient between CT and ultrasound (a) IVSWT (b) PWT (c) LVID

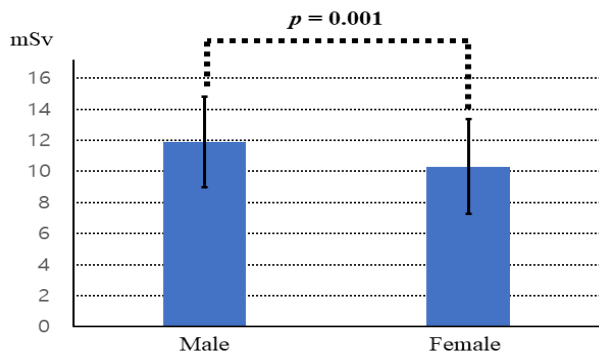


Fig. 4. Difference in effective dose due to gender differences

평균 피폭선량은 10.3 ± 3.1 mSv 이며, p 값이 0.001로 유의한 차이로 남성이 더 많은 피폭이 있는 것으로 조사되었다. 이는 인구학적 특성에서 남자가 여자보다 몸무게가 더 무겁기 때문이다[17].

IV. 고 찰

심장은 흉곽과 폐로 둘러싸여 있고 역동적인 장기이기에 심전도, 청진 등 이학적 검사로 제한된 정보만 얻을 수 있었다. 이러한 심장을 표현하기 위한 많은 연구가 있었지만 실시간 평가가 가능한 초음파는 역동적인 장기인 심장에 적합하다 할 수 있다[18]. 또한 초음파 의료 영상기술의 지대한 발전에 힘입어 심장초음파 영상은 정밀하고 정확해졌으며 고해상도의 영상을 얻을 수 있게 되었다. 하지만 초음파의 가장 큰 단점은 영상을 획득하는 사람에 의해서 영상의 수준이 정해진다는 데 있고 육안 평가가 영상 평가의 대부분을 차지하고 있음에도 불구하고 판독자의 경험에 의한 측정 및 판단이 정확하다는 결과도 있었다[19]. 실제로 육안으로 좌심실 벽의 두께나 내강을 측정하는 방법은 심장 초음파 검사에서는 널리 쓰이는 측정법 중에 하나이다[20]. 이에 본 연구에서는 초음파와 CT를 사용하여 심장 영상을 획득하고, 육안으로 측정하여 두 검사기기 간에 상관성이 있는지 알아보려고 하였다.

먼저 연구 대상의 나이는 무작위로 대상을 포함하였기에 유의한 차이가 있었고, 키와 몸무게는 성별에 의한 차이가 있다고 판단된다. 하지만 남성과 여성의 BMI는 유의한 차이가 없었고, 이는 선행 연구보다 연구 대상을 대폭 늘려 연구하였기에 BMI가 정상 체중에 가깝게 측정되었다고 판단된다. 또한 육안 평가에 의한 객관성을 확보하기 위해 측정자간 1주일정도 측정법을 훈련하고 측정된 결과, 측정자간 일치도가 높게 평가되었다.

2015년 23개 주요 국내 대학병원 내원 환자 1,003명을 대상으로 실시한 한국인의 성인 심장 크기를 심장초음파를 통한 조사와 본 연구에서 실시한 정상 성인의 크기를 비교하면 유사하였다[21]. 따라서 본 연구에서 측정된 수치는 대규모 조사에 의한 결과 값과 표준편차 내로 일치하여 표본선정에 있어서 통계학적으로 의의가 있었다. 이러한 표본을 대상으로 심장 기능 및 해부학적 평가의 기준이 되는 IVSWT, PWT 그리고 LVID 측정을 초음파 영상과 CT 영상을 비교한 결과, IVSWT와 PWT에서 높은 상관관계를 보였고 특히, LVID는 1에 가까운 아주 높은 상관관계를 보였다. 이러한 상관관계는 두 검사기기의 검사에서 환자의 자세가 달라져 심장의 크기와 모양이 달라질 가능성이 있지만 폐로 둘러싸여 있는 심장은 기본적으로 가지고 있는 심장 내 압력에 의해 위치가 변하여도 크기와 모양의 변화가 거의 없음을 보여준다고 판단된다. 이는 사람과 비슷한 장기를 가진 돼지를 대상으로 심장 용적을 초음파와 CT로 비교한 선행연구에서 두 검사기기 간의 차이가 없다고 보고한 연구 결과와도 일치한다[22]. 심장 CT검사는 우수한 진단 방법이지만 많은 피폭선량을 부여함으로써 생애 귀속 위험(lifetime attributable risk; LAR)이 남성 913명 중 1명, 여성 600명 중 1명으로 복부 CT에 비해 약 2배 정도 높게 평가되었다[23]. 따라서 국내·외에서 선량을 감소시키는 방법에 대한 필요성이 대두되고 있다[24-25]. 또한 부정맥 혹은 빈맥을 보이는 환자에게 심장 CT검사의 제한이 있고, 영상의 질 또한 저하된다는 물리적 제한이 있다[26]. 그러나 심장 초음파 검사는 정확성이 우수하고, 방사선에 비침습적으로 안전한 검사로 대두되고 있다. 특히, 좌심실비대 진단에 있어 심전도 검사보다도 심장 초음파검사가 정확성이 높다는 보고도 있다[27].

본 연구에서는 초음파 경력이 있으면서 공인된 국제 초음파자격증을 갖춘 검사자가 실시하였다. 국외에서도 영상의학과 전문의와 초음파사(sonographer)간의 검사능력을 비교한 결과, 큰 차이가 없어 초음파사의 우수성을 입증하고 있지만 이를 위해서는 잘 교육되고, 임상경력이 많은 초음파사가 필요하다고 보고하고 있다[28]. 따라서 정밀한 심장 초음파검사를 위해서는 검사자의 교육과 경험이 선행적으로 이루어져야 할 것이다. 특히, CT와 MRI 등의 다양한 심장 영상을 접하고 있는 방사선사들에게 전문적인 교육을 실시할 때 검사능력은 상대적으로 높을 것이라고 판단된다.

심장 초음파검사 시 주의해야 할 점은 흉골 주위 장축 단면도(parasternal long axis view)를 정확한 늑간 위치에서 검사해야 하고, 장축 단면도의 LVID의 크기와 단축 단면도의 LVID를 일치시켜 검사해야 심장의 기하학적 왜곡을 줄

일 수 있고, 정확한 평가가 가능하다. 본 연구의 제한점은 심장 질환이 있는 환자는 배제하였기 때문에 일반화시키기 어려운 점과 MRI와 비교하기 못한 제한점이 있지만 이는 앞으로 지속적인 추가 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

심장 초음파영상과 심장 전산화단층영상으로 좌심실 벽의 두께와 내강의 크기를 비교 평가한 결과, 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 정상 성인 대상으로 좌심실 벽의 두께와 내강의 크기를 비교한 결과, 심장 초음파영상과 심장 전산화단층영상에서 유의한 차이가 없었다.

둘째, 심장 전산화단층영상검사 시 여성보다는 남성이 더 많은 피폭이 있었지만, 심장 초음파검사에서는 X선의 피폭 없이 영상정보를 획득할 수 있었다.

셋째, 심장 전산화단층영상을 다룰 수 있으면서 영상분석의 이해도가 높은 방사선사에 의한 심장 초음파검사의 타당성 근거를 제시할 수 있었다.

REFERENCES

- [1] Lovic D, Serap E, Alp BÇ. How to estimate left ventricular hypertrophy in hypertensive patients. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi*. 2014;14(4):389-95.
- [2] Choi BW, Cardiac CT, *J Korean Med Assoc*, 2007;50(1):5-17.
- [3] Kim DH, Choi SI, Chun EJ, Jang SA, Choi EG, Jang HJ, et al. Coronary CT Angiography: Focus on a New Algorithm as Diagnostic Tool in Routine Clinical Practice. *J Korean Radiol Soc*. 2007;56(1):461-72.
- [4] Higgins CB, Holt W, Pflugfelder P, Sechtem U. Functional evaluation of the heart with magnetic resonance imaging. *Magnetic Resonance in Medicine*. 1988;6(2):121-39.
- [5] Zhang S, Joseph AA, Voit D, et al. Real-time magnetic resonance imaging of cardiac function and flow—recent progress. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*. 2014;4(5):313-29.
- [6] Weiger M, Pruessmann KP. Cardiac real-time imaging using SENSE. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2000;43(2):177-84.
- [7] Cho SH, Lee SK, Kim PK, Park JH, An CB. Fast Cardiac Magnetic Resonance Imaging Using Compressed Sensing. *J The Korean Institute of Electrical Engineers*. 2010;7(1):1970-71.
- [8] Korean Society of echocardiography. *Textbook of clinical echocardiography*. Edition 3rd. Seoul, Medbook; 2013:1-10.
- [9] Javed B, Michael D, Davindar J, Tomas N, John N, Maros F, et al. Comparison of Multidetector Computed Tomography and Two-Dimensional Transthoracic Echocardiography for Left Ventricular Assessment in Patients With Heart Failure. *J American Cardiology*. 2007;99(1):247-9.
- [10] <http://www.kpanews.co.kr/article/show.asp?idx=188211&table=article&category=C>
- [11] <http://www.aftertherain.kr/medicaltoday/?work=view&idx=43476&cate=40>
- [12] Anitha M, Prabhakar RR, Rajyalaxmi K. High resolution ultrasound imaging of cutaneous lesions. *J Indian of Radiology and Imaging*. 2013;23(3):269.
- [13] Lang RM, Badano LP, 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. *European Heart Journal—Cardiovascular Imaging*. 2015;16(3), 233-71.
- [14] David S, Lubov V, Yair G, Aya A, Alicia N, Simcha RM, et al. Aortic dimensions by multi-detector computed tomography vs. echocardiography. *J cardiology*. 2016;67:365-70.
- [15] Cousin C, Miller DL, Bernardi G, Rehani MM, Schofield EV, Einstein AJ, et al. ICRP Publication 120, 2011;10:101-16.
- [16] Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. 1977; 33:159-74.
- [17] Kwon SO, Dong KR, Kweon DC, Goo EH, Choi JW, Chung WK. Estimate of Radiation Doses in MDCT Using Patient Weight, *PROG. MED. PHYS*. 2010;

- 21(3):246–52.
- [18] Abazid R, Abohamr S, Smettei OA, Qasem MS, Suresh AR, Al Barbi MF, et al. Visual versus fully automated assessment of left ventricular ejection fraction. *J Avicenna of Medicine*. 2018;8(2):41–5.
- [19] Stoodley PW, Costa RJ, Ricards DA, Thomas L. Acute myocardial infarction complicated by LV free wall rupture : benefits of echocardiography. *J European of Echocardiography*. 2007;9(1):188–9.
- [20] Bai AD, Steinberg M, Showler A, Burry L, Bhatia RS, Tomlinson GA, et al. Clinical Investigation: diagnostic Accuracy of Transthoracic Echocardiography for Infective Endocarditis Finding Using Transesophageal echocardiography as the Reference standard: A Meta-analysis. *J American society of Echocardiography*. 2017;30(7):639–46.
- [21] Choi JO, Shin MS, Kim MJ, Jung HO, Park JR, Sohn IS, et al. Normal Echocardiographic Measurements in a Korean Population Study: Part I. Cardiac Chamber and Great Artery Evaluation. *J Cardiovasc Ultrasound*. 2015;23(3):158–72.
- [22] Ballo H, Tarkia M, Haavisto M, Stark C, Strandberg M, Väh silta T, et al. Cardiovasc Ultrasound, Accuracy of echocardiographic area-length method in chronic myocardial infarction: comparison with cardiac CT in pig. *J Cardiovascular Ultrasound*. 2017;15(1):1.
- [23] Kang YH, Park JS. Radiation dose and Lifetime Attributable Risk of Cancer Estimates in 64-slice Multidetector Computed Tomography. *Jour. of KoCon. a*. 2011;11(4):244–52.
- [24] Kim MC. Doses of Coronary Study in 64 Channel Multi-Detector Computed Tomography: Reduced Radiation Dose According to Varity of Examination Protocols. *J of the Korean Society of Radiological Technology*. 2009;32(3):299–306.
- [25] Kim JS, Kim JM, Kwon SM. Basic principles of CT dose index and understanding of CT parameter for dose reduction technique. *J of the Korean Society of Radiological Technology*. 2015;38(1):51–61.
- [26] Juergens KU, Maintz D, Grude M, Boese JM, Heimes B, Fallenberg EM, et al. Multi-detector row computed tomography of the heart: does a multi-segment reconstruction algorithm improve left ventricular volume measurements?. *European radiology*. 2005;15(1):111–7.
- [27] Yang S, Lee JS, Kim C. The Accuracy of Echocardiography and ECG in the Left Ventricular Hypertrophy. *Jour. of KoCon. a*. 2016;16(2):666–72.
- [28] Dawkins A, George N, Ganesh H, Ayoob A, Lee J, Nair R, et al. Radiologist and Sonographer Interpretation Discrepancies for Biliary Sonographic Findings. *Ultrasound Q*. 2017;33(4):261–4.