

64 절편 MDCT를 이용한 심장CT에서 측정된 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인

Affecting Factors on Left Ventricle Ejection Fraction Measured using 64-slice MDCT

강영한*, 김경욱*, 조광호**

대구가톨릭대학교병원 영상의학과*, 대구가톨릭대학교 방사선학과**

Yeong-Han Kang(glamens@paran.com)*, Kyung-Wook Kim(cineangio@hanmail.net)*,
Kwang-Ho Cho(ghcho639@hanmail.net)**

요약

64 절편 MDCT를 이용하여 측정된 좌심실 구혈률에 성별과 연령, 체질량지수, 혈압, 심박동수 등의 요인이 영향을 미치는지 비교 분석하였다. 164명(남자 84명, 여자 80명)을 대상으로 혈압, 체질량지수, 심박동수를 측정하였고, 심장 CT 검사를 실시하여 좌심실 구혈률을 구하였다. 체질량지수 25kg/m² 미만 군에서 좌심실 구혈률은 52.00±18.95%, 25 kg/m²이상 군에서 59.50±16.05%였다(p<0.05). 정상 혈압군에서 좌심실 구혈률이 57.26±17.84%, 고혈압군에서는 49.95±17.63%로 고혈압군에서 유의하게 낮았다(p<0.05). 분당 심박동수 60회 미만 군에서는 60.76±17.26%, 60-70회군에서 54.14±16.56%, 70회 이상 군에서 50.83±20.56%였다(p<0.05). 좌심실 구혈률과 연령(r=-0.283), 심박동수(r=-0.231)는 각각 음의 상관관계가 있었고, 체질량지수(r=0.228)와는 양의 상관관계가 있었다. 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인으로는 연령, 체질량지수, 수축기혈압, 심박동수 등이었다. 결론적으로 연령, 체질량지수와 혈압, 심박동수에 따라서 구혈률이 차이가 나므로 이를 확인하여 평가하여야 한다.

■ 중심어 : | 64절편 심장 CT | 좌심실 구혈률 | 체질량지수 | 심박동수 |

Abstract

This study was to analysis what factors could affect left ventricle ejection fraction(LVEF) using 64-slice multidetector CT. 164 patients(84 men, 80 women) had a cardiac CT in this study, and their blood pressure, body mass index(BMI), heart rate(HR) measured. LVEF was 52.00±18.95% in below 25kg/m², 59.50±16.05% in above 25kg/m² of BMI. LVEF was 57.26±17.84% in normal blood pressure group(NBPG), 49.95±17.63 in hypertension group(HG). LVEF was 60.76±17.26 in below 60 beats/min, 54.14±16.56 in 60-70 beats/min, 50.83±20.56 in above 70 beats/min of HR. LVEF was negatively correlated with age, HR(r=-0.283 p<0.05, r=-0.231 p<0.05, respectively). And LVEF was positively correlated with BMI(r=0.228 p<0.05). A measurement of LVEF at cardiac CT by using MDCT may be considered to age, blood pressure, heart rate and BMI.

■ keyword : | 64-slice Multidetector CT | Left Ventricle Ejection Fraction | Body Mass Index | Heart Rate |

I. 서론

구혈률(ejection fraction)은 확장기말 부피(end diastolic volume)에서 수축기말 부피(end systolic volume)의 차이에 대한 확장기말 부피의 백분을 지표로 좌심실의 기능을 잘 나타낸다. 좌심실 구혈률은 심장 판막질환의 치료, 경과 관찰 및 예후판정, 관상동맥 질환과 비후성 심근증의 예후판정, 심부전 환자의 경과 관찰에 매우 중요한 정보를 제공한다[1][2]. 특히 심근경색 후 좌심실 구혈율의 측정은 좌심실의 재형성에 관한 중요한 정보를 제공하고 치료효과를 예측할 수 있다[3]. 최근 Sharir 등은 허혈성 심질환 환자에서 부하 후 좌심실 구혈률이 심인성 사망을 예측할 수 있는 가장 좋은 지표라는 연구 결과를 발표하였다[4]. 좌심실 구혈율의 측정은 관상동맥 조영술의 침습적 방법과 3차원 심장초음파 검사술, 다절편 전산화 단층촬영, 방사선핵종 심실조영술 및 자기공명영상술 등의 비침습적 방법으로 가능하다. 그 중 64절편 다중검출기 전산화단층촬영장치(multi-detector computed tomography, MDCT)를 이용한 좌심실 기능의 측정 결과는 좌심실 기능 측정의 가장 정확한 검사인 심혈관자기공명(cardiovascular magnetic resonance, CMR) 결과와 높은 상관관계($r=0.97$)가 있고, 심초음파와 단일광자방출 전산화단층촬영(single photon emission computed tomography, SPECT)을 이용한 좌심실 기능 측정 결과보다 정확도가 높다고 하여[5], 좌심실 구혈률의 측정에 64 절편 MDCT를 많이 이용하고 있다.

한편, 좌심실 구혈률은 성별에 따라 차이가 있을 수 있고[6][7], 비만에 따라서도 결과가 달라질 수 있다는 보고가 있지만[8][9], 국내에서는 구혈률에 영향을 미치는 요인으로 알려진 성별, 체질량지수, 혈압, 심박동수 등에 관한 연구가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 64 절편 MDCT를 이용하여 측정된 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인에 대해 비교 분석하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구 대상

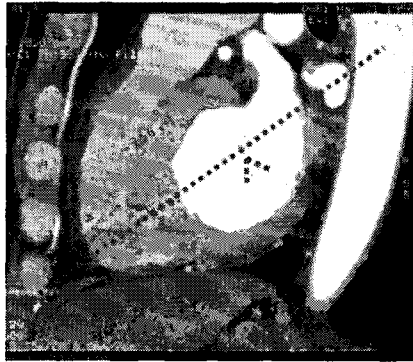
본 연구는 2009년 2월부터 2009년 7월까지 6개월 동안 대구지역 한 대학병원에서 순환기 내과 진료 후 심장 CT 검사를 받은 사람 208명 중 급성심근경색증, 혈액학적으로 불안정한 상태 또는 심인성 쇼크, 불규칙한 심장 박동(심방세동 등), 조영제 사용 시 위험성이 있는 환자(심부전, 약물 알레르기, 혈청 크레아티닌 >2.0 mg/dL), 베타차단제 사용이 금지인 환자(기관지 천식, 2도 이상의 방실차단) 등의 44명을 제외한 164명(남자 84명, 여자 80명)의 영상을 후향적으로 분석하였다.

2. 심장 CT 검사 및 좌심실 구혈률 측정

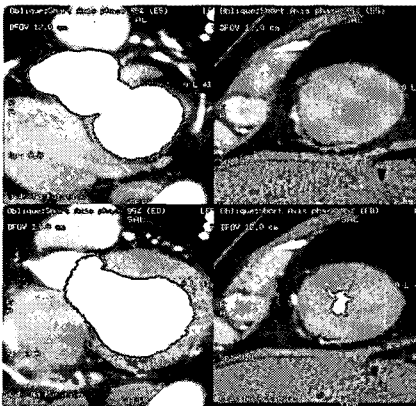
심장 CT 검사는 최소 6시간 금식한 상태에서 64절편 MDCT(GE, Lightspeed VCT, USA)를 이용하여 검사를 실시하였다. 관상동맥 조영 검사를 위해 사용되는 표준 프로토콜(64×0.625 mm slice collimation, 0.35sec rotation time(cine mode), 120 kVp tube voltage, 600-700 mA tube current)을 이용하여 영상을 획득하였다. 전향적 동조화(prospectively gating) 하에서 칼슘화(calcium scoring) 수치를 구하였고, 심전도 동조화(ECG gating) 하에 검사를 시행하였다. 심박동수가 70 회/min 이상인 경우 atenolol 25-75 mg을 촬영 1시간 전에 복용하였고, 니트로글리세린 설하정 0.6mg을 촬영 1분 전에 투여하였다. 전완동맥을 통해 자동주입기를 이용하여 조영제(Iopromide, Ultravist 370mg I/mL; Schering AG, Berlin, Germany)를 초당 5.0mL로 총 60 mL를 정주한 후 같은 속도로 생리식염수를 40 mL를 추가로 주입하였다. 검사 시작은 주폐동맥 위치의 하행동맥에서 ROI를 설정한 후 CT number가 100HU에 도달한 시간부터 7초 후 주폐동맥 분기부 중앙부위에서 횡격막까지 한번의 호흡으로 시행하였다. 영상 획득 시 함께 기록된 심전도에 따라 multi-segment algorithm을 이용하여 이완중기(mid-diastolic phase, 75% of R-R interval)에 영상을 재구성하였으며, 심장 움직임에 의한 인공물(motion artifact)로 인해 필요한 경우 추가로 영상을 재구성하였다.

심박출계수를 구하기 위해 ADW 4.3 workstation 프로그램을 이용하여 심장기능분석(functional analysis)

과정에서 수축기말 위상(end systolic phase)은 35%, 이완기말 위상(end diastolic phase)은 95%에서 용적(volume)을 얻어 좌심실 구혈률을 측정하였다[그림 1].



a)



b)



c)



d)

그림 1. 좌심실 구혈률 측정을 위한 기능분석 절차(KADW 4.3 workstation)

- a) 심장 장축 영상에서 승모판에 중심을 맞춘다.
- b) 35% 수축기말 위상과 95% 이완기말 위상을 선택한다.
- c) 35% 수축기말 위상 좌심실 구혈률
- d) 95% 이완기말 위상 좌심실 구혈률

3. 체질량지수 및 혈압의 측정

체질량지수(BMI, body mass index, kg/m^2)는 체성분 분석기인 Inbody 2.0 (Biospace C., Korea)를 이용하여 측정하였다. 아시아-태평양 비만기준[10]을 적용하여 체질량지수가 18.5~22.9 정상군, 23.0~24.9를 과체중군, 25.0 이상을 비만군으로 구분하였다. 본 연구에서는 정상군과 과체중군을 비비만군으로 정의하여 2 그룹으로 분류하였다. 혈압은 대상자가 최소 10분 이상 안정하도록 한 후 앉은 자세에서 숙련된 간호사가 자동혈압 측정기(BP-8800, Colin Electronics Co. Japan)를 이용하여 좌우측 상완 구분 없이 두 번 측정된 혈압의 평균 값을 취하였다. 수축기 혈압 140 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 90 mmHg 이상을 고혈압군으로 분류하였다.

4. 통계 및 분석

통계분석은 SPSS 프로그램(SPSS 11.0 for windows, SPSS Incorporation, Chicago, IL, USA)을 이용하였고, 모든 연속형 자료는 평균±표준편차로 표시하였다. 집

단 간 유의성 검증을 위해 평균차이 검증(t-test, one-way ANOVA)을 실시하였다. 통계적 유의수준은 0.05를 기준으로 하였다. 임상적 특성과 좌심실 구혈률과 관련성은 상관분석(Pearson's Correlation Coefficient)을 하였고, 구혈률에 영향을 미치는 요인은 단변량분석에서 유의하게 나온 변인을 독립변수로 지정하고 좌심실 구혈률을 종속변수로 지정하여 단계적 다중 회귀분석(Stepwise Multiple regression analysis)을 시행하였다.

III. 결과

1. 대상자의 임상적 특성

대상자의 평균 연령은 남성 58.31±13.34세, 여성 63.73±12.41세 이었다. 체질량지수의 평균은 남성 24.28±2.90 kg/m², 여성 24.62±3.52 kg/m² 이었고, 심박동수(heart rate/min)의 평균은 남성 63.60±9.58, 여성 63.14±8.20 이었다. 이완기말 용적(end diastolic volume, EDV)의 평균은 남성 141.62±49.58, 여성 114.45±24.97 이었고, 수축기 말 용적(end systolic volume, ESV)의 평균은 남성 66.10±43.26, 여성 48.27±26.37 이었다. 연령과 신장, 체중, 이완기말 용적 지수, 수축기말 용적 지수 등은 남성과 여성에서 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 체질량지수, 혈압, 심박동수 등은 차이가 없었다(p<0.05)[표 1].

표 1. 대상자의 임상적 특성

	Men	Women	p
N	84	80	
Age(years)	58.31±13.34	63.73±12.41	0.008
Height(cm)	164.55±18.51	153.33±5.97	0.000
Weight(kg)	67.90±10.92	58.15±10.36	0.000
BMI(kg/m ²)	24.28±2.90	24.62±3.52	0.504
SBP(mmHg)	129.10±16.08	125.75±15.92	0.183
DBP(mmHg)	76.89±7.74	74.30±8.98	0.050
Heart Rate(/min)	63.60±9.58	63.14±8.20	0.743
EDV	141.62±49.58	114.45±24.97	0.000
ESV	66.10±43.26	48.27±26.37	0.002

BMI: body mass index, SBP: Systolic blood pressure, DBP: Diastolic pressure, EF: ejection fraction

2. 임상적 특성에 따른 좌심실 구혈률 차이

연령에 따른 좌심실 구혈률 평균은 59세 이하에서 58.52±17.25%, 60-69세에서 60.72±19.35%, 70세 이상은 45.46±12.72%로 70세 이상에서 유의하게 낮게 나타났다(p<0.05). 남성과 여성에서 좌심실 구혈률의 평균은 각각 53.14±17.72%, 57.92±18.09%로 나타나 여성이 약간 높았으나 유의한 차이는 없었다(p<0.05). 체질량지수가 25 kg/m² 미만 군에서는 평균 52.00±18.95%, 25 kg/m² 이상 군에서는 평균 59.50±16.05%로 나타났다. 체질량지수가 비만군에서 좌심실 구혈률이 유의하게 높았다(p<0.05). 정상 혈압군에서의 구혈률은 57.26±17.84%, 고혈압군에서 49.95±17.63이었고, 고혈압군에서 좌심실 구혈률의 평균이 유의하게 낮았다(p<0.05). 분당 심박동수 60회 미만 군에서의 구혈률은 평균 60.76±17.26% 이었고, 60-70회군에서는 평균 54.14±16.56%, 70회 이상군에서는 평균 50.83±20.56%로 나타났다. 심박동수가 빠른 군에서 좌심실 구혈률이 유의하게 낮았다(p<0.05)[표 2].

표 2. 임상적 특성에 따른 좌심실구혈률 차이

Factor	N	EF(%)	p
Gender	Men	84 53.14±17.72	0.089
	Women	80 57.92±18.09	
Age	60-69	58 60.72±19.35	0.000
	>70	48 45.46±12.72	
Body mass index	<25kg/m ²	88 52.00±18.95	0.007
	≥25kg/m ²	76 59.50±16.05	
Blood pressure	Normal	124 57.26±17.84	0.025
	Hypertension	40 49.95±17.63	
Heart rate	<60/min	51 60.76±17.26	0.026
	60-70/min	77 54.14±16.56	
	≥70/min	36 50.83±20.56	

Calculated by ANOVA test and student t-test
EF: ejection fraction

3. 임상적 특성과 좌심실 구혈률과의 상관관계

대상자의 임상적 특성과 좌심실 구혈률과의 상관관계를 알아본 결과, 연령(r=-0.283)과 심박동수(r=-0.231)는 각각 음의 상관관계가 있었다. 체질량지수(r=0.228)는 양의 상관관계가 있었다[표 3].

표 3. 임상적 특성과 좌심실 구혈률 상관관계

	Age	BMI	SBP	DBP	Heart rate	EDV	ESV
Age	1						
BMI	-0.035	1					
SBP	-0.015	-0.048	1				
DBP	-0.207**	-0.073	0.608**	1			
Heart rate	0.037	-0.081	0.028	0.080	1		
EDV	0.043	-0.096	0.087	0.041	0.140	1	
ESV	0.228**	-0.198*	0.148	0.119	0.235*	0.638**	1
EF	-0.283**	0.228**	-0.112	-0.131	-0.231**	-0.137	-0.783**

*.Correlation is significant at the 0.05 level(2-tailed). **.Correlation is significant at the 0.01 level(2-tailed).
 BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure, DBP: diastolic blood pressure, EDV: end diastolic volume,
 ESV: end systolic volume, EF: ejection fraction

4. 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인

단계적 다중회귀분석 결과, 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인으로는 연령, 체질량지수, 수축기혈압, 심박동수 등이었다[표 4]. 연령과 수축기혈압, 심박동수가 높을수록 구혈률이 낮았고, 체질량지수가 높을수록 좌심실 구혈률도 낮았다.

표 4. 좌심실 구혈률에 영향을 미치는 요인

Factor	B	S.E	Beta	p
Age	-0.416	0.100	-0.304	0.000
BMI	1.062	0.402	0.189	0.009
SBP	-0.351	0.156	-0.164	0.026
Heart rate	-0.387	0.145	-0.192	0.008

BMI: body mass index, SBP: systolic blood pressure
 S.E: standard error,
 Calculated by stepwise multiple regression analysis

IV. 고찰

좌심실의 구혈률은 심장판막질환에서의 예후 판정, 여러 가지 약제의 좌심실 기능 개선에 대한 효과 판정, 심부전 환자 또는 심근 수축 능력이 저하된 환자의 경과 관찰에 매우 중요한 역할을 한다.

성별에 따른 구혈률은 관상동맥 질환이 없는 사람을 대상으로 한 Yamada 등[7]의 연구에서도 남성의 심박출계수 평균은 58.52%였고, 여성은 62.67%로 여성에서

유의하게 높았다고 하였다. 본 연구에서 구혈률의 평균은 여성에서 높게 나타났지만 통계적으로 유의하지는 않았다. 게이트폴 스캔을 이용한 강제황 등[12]의 연구에서 좌심실 구혈률은 남성과 여성에서 유의한 차이가 없다는 보고도 있어, 측정방법에 따른 구혈률의 차이에 대한 광범위한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 사료된다.

비만은 비만 조직의 증가로 인해 발생하는 대사 요구의 생리적 반응으로 산소 소모를 증가시키고 이로 인해 혈류 용적과 심박출량을 증가시킨다[13][14]. Coffey 등의 연구에서는 체질량지수가 30 이상인 고도비만군에 구혈률이 62.5%였고, 체질량지수 30미만인 군에서 58%였다고 하여 비만군에서 좌심실 구혈률이 더 높게 나타난다고 하였다[15]. 본 연구에서는 체질량지수 25kg/m² 이상을 비만군으로 적용하여 체질량지수 25kg/m² 이하에서는 구혈률이 52%, 비만군에서는 59%로 비만군에서 좌심실 구혈률이 높게 나타났다. 체질량지수 18 kg/m²미만의 저체중군에서는 대상자 수가 너무 적어 비만군과 비교하지 못한 한계점이 있지만 아시아 태평양 비만 기준을 적용 하였을 때 비만군에서 좌심실 구혈률이 높음을 확인하는데 의미가 있다 하겠다.

심초음파를 이용하여 측정한 연구에서 고혈압이 지속되면 좌심실은 비후 또는 확장되고 좌심부전으로 발전할 수 있고, 심실 수축 및 이완기능에 영향을 미칠 수 있지만, 좌심실 구혈률은 정상혈압군과 고혈압군 사이에 유의한 차이가 없다고 하였다[16]. 64 절편 MDCT를

이용하여 측정된 본 연구에서는 고혈압군에서 좌심실 구혈률이 유의하게 낮게 나타나 구혈률 측정기준에 따라 차이가 나는지 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이전의 연구에서 심박동수의 증가는 심주기를 짧게 하여 더 큰 부하를 유발시켜 심기능지표들의 변화를 초래하며 이는 각 최대이완율과 최대이완율에 이르는 시간과의 연관성으로 나타나나 심박출계수와 연관이 없다는 결과를 얻었다[17][18]. 본 연구에서는 심박동수가 분당 70회 이상 군에서 분당 60회 미만인 군보다 좌심실 구혈률이 낮게 측정 되어 기존의 연구와 다소 차이가 있었다. 하지만 Mochizuki 등[19]의 연구에서도 심박동수가 좌심실 기능과 관련이 있다고 하였기에 배타 차단제를 이용하지 않은 상태에서 좌심실 구혈률을 측정하여 비교하는 등의 연구가 필요하다고 생각된다.

좌심실 구혈률이 연령에 따른 상관관계를 보이지 않는다는 이전의 연구[20]와 다르게 본 연구에서는 연령이 높아질수록 구혈률은 낮아지는 음의 상관관계가 있어 연령이 증가함에 따른 심혈관계의 혈액학적인 변화가 있는지 확인하기 위해 저연령과 고연령을 포함하는 광범위한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 몇 가지 제한점이 있다. 첫째, 심장 CT를 시행한 사람을 대상으로 한 후향적 연구이고, 연구 대상에 관상동맥 질환이 의심되거나 가지고 있는 사람들이 많이 포함되었기 때문에, 본 연구 결과를 일반인에게 적용시키기에는 무리가 있을 수 있다. 둘째, 시간 해상도가 향상된 64 절편 MDCT이더라도 환자의 움직임, 호흡 등으로 인한 인공물이 생길 수 있기 때문에 정확한 구혈률이 측정하기에는 기계적인 한계가 따른다. 셋째, 본 연구에서 심박동수가 변수로 사용되었는데 심박동수가 70회 이상인 경우 atenolol 과 니트로글리세린을 사용하였다.

V. 결론

본 연구는 64 절편 MDCT를 이용하여 측정된 좌심실 구혈률이 성별과 연령, 체질량지수, 혈압, 심박동수 등

에 따라 차이가 있는지 확인하고자 하였다. 결론적으로 좌심실 구혈률은 성별에 따라서는 차이가 없었지만 체질량지수가 비만일수록 좌심실 구혈률이 높았다. 그리고 연령, 수축기혈압, 심박동수가 높은 군에서 좌심실 구혈률은 낮았다. 따라서 연령, 체질량지수와 혈압, 심박동수에 따라 좌심실 구혈률이 차이가 나므로 이를 확인하여 평가하여야 한다. 본 연구 결과는 CT 촬영에 의한 좌심실 구혈률에 관련된 연구를 하는데 기초자료로 제공하고, 좌심실 기능평가에 참고자료로 사용될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] L. Pilote, J. Silberberg, R. Lisbona, and A. Sniderman, "Prognosis in patients with low left ventricular ejection fraction after myocardial infarction. Importance of exercise capacity," *Circulation*, Vol.80, No.6, pp.1636-1641, 1989.
- [2] K. Hina, S. Kusachi, and K. Iwasaki, "Progression of left ventricular enlargement in patients with hypertrophic cardiomyopathy: incidence and prognostic value," *Clin Cardiol*, Vol.16, No.5, pp.403-407, 1993.
- [3] P. Garot, O. Pascal, and M. Simon, "Impact of microvascular integrity and local viability on left ventricular remodelling after reperfused acute myocardial infarction," *Heart*, Vol.89, No.4, pp.393-397, 2003.
- [4] T. Sharir, G. Germano, and P. B. Kavanagh, "Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography," *Circulation*, Vol.100, No.10, pp.1035-1042, 1999.
- [5] Y. W. Wu, M. Tadamuro, and M. Yamamuro, "Estimation of global and regional cardiac function using 64-slice computed tomography: a

- comparison study with echocardiography, gated- SPECT and cardiovascular magnetic resonance," *Int J Cardiol*, Vol.128, No.1, pp.69-76, 2008.
- [6] A. K. Chung, S. R. Das, and D. Leonard, "Women have higher left ventricular ejection fractions than men independent of differences in left ventricular volume: the Dallas Heart Study," *Circulation*, Vol.113, No.12, pp.1597-1604, 2006.
- [7] A. T. Yamada, Campos Neto Gde C., and Soares J. Jr, "Gender difference in ventricular volumes and left ventricle ejection fraction estimated by myocardial perfusion imaging: comparison of Quantitative Gated SPECT(QGS) and Segami software programs," *Arg Bras Cardiol*, Vol.88, No.3, pp.285-290, 2007.
- [8] S. Dobala, S. Crugnale, D. Yang, and M. F. Di Cali, "Effect of body mass index on left ventricular cavity size and ejection fraction," *Am J Cardiol*. Vol.97, No.5, pp.725-729, 2006.
- [9] B. D. Powell, M. M. Redfield, K. A. Bvbee, W. K. Freeman, and C. S. Rihal, "Association of obesity with left ventricular remodelling and diastolic dysfunction in patients without coronary artery disease," *Am J Cardiol*, Vol.98, No.1, pp.116-120, 2006.
- [10] World Health Organization western pacific region, "The asia-pacific perspectives: redefining obesity and its treatment," 2000.
- [11] D. Mele, M. Campana, and M. Sclavo, "Impact of tissue harmonic imaging in patients with distorted left ventricles: improvement in accuracy and reproducibility of visual, manual and automated echocardiographic assessment of left ventricular ejection fraction," *Eur J Echocardiogr*, Vol.4, No.1, pp.59-67, 2003.
- [12] 강재황, 박은숙, 강병선, 임현옥, 최동주, 이근우 등, "정상 한국인에서 게이트혈액플스캔을 이용한 좌심실 심기능지표들의 분석", *대한핵의학회지*, 제28권, 제1호, pp.52-61, 1994.
- [13] B. Berkalp, V. Cesur, D. Corapcioglu, C. Erol, and N. Baskal, "Obesity and left ventricular diastolic dysfunction," *Int J Cardiol*, Vol.52, No.1, pp.23-26, 1995.
- [14] F. H. Messerli, K. Sundugaard-Ruise, E. Reisiu, G. Dreslinski, F. G. Dunn, and E. Frohlich, "Disparate cardiovascular effects of obesity and arterial hypertension," *Am J Med*, Vol.74, No.5, pp.808-812, 1983.
- [15] J. P. Coffey and J. C. Hill, "Gated single photon emission tomography MIBI stress perfusion imaging for assessing cardiac output and index in obese and non-obese patients," *Ir J Med Sci*, Vol.176, No.4, pp.297-303, 2007.
- [16] 강덕희, "고혈압환자에서 도플러 심초음파를 이용한 좌우심실 이완기능에 관한 연구", *이화여자대학교 대학원 석사학위논문*, 1991.
- [17] R. O. Bonow, E. Lakatos, B. J. Maron, and S. E. Epstein, "Serial long-term assessment of the natural history of asymptomatic patients with chronic aortic regurgitation and normal left ventricular systolic function," *Circulation*, Vol.84, No.4, pp.1625-1635, 1991.
- [18] R. J. Rodeheffer, G. Gerstenblith, L. C. Becker, J. L. Fleg, M. L. Weisfeldt, and E. G. Lakatta, "Exercise cardiac output is maintained with advancing age in healthy human subjects: Cardiac dilatation and increased stroke volume compensate for a diminished heart rate," *Circulation*, Vol.69, No.2, pp.203-213, 1984.
- [19] T. Mochizuki, K. Murase, and H. Higashino, "Two- and three dimensional CT ventriculography: a new application of helical CT", *AJR*, Vol.174, No.1, pp.203-208, 2000.
- [20] M. L. Weisfeldt, "Left ventricular function,

The aging heart," New York Raven Press,
pp.297-316, 1980.

저자 소개

강영한(Yeong-Han Kang)

정회원



- 2005년 2월 : 대구가톨릭대학교
보건과학과(보건학석사)
- 2009년 2월 : 경북대학교 보건학
과(보건학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대구가톨릭
대학교병원 영상의학과 재직

<관심분야> : 보건응용, 의료영상컨텐츠

김경욱(Kyung-Wook Kim)

정회원



- 2007년 2월 : 경북대학교 보건학
석사
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대구가톨
릭대학교병원 영상의학과 재직

<관심분야> : 보건응용, 의료영상컨텐츠

조광호(Kwang-Ho Cho)

정회원



- 1996년 2월 : 대구가톨릭대학교
생물학과(이학석사)
- 2005년 8월 : 대구가톨릭대학교
생물학과(이학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 대구가톨
릭대학교 방사선학과 재직

<관심분야> : 보건응용, 의료영상컨텐츠