

<원저>

초음파검사의 경동맥내중막두께와 심장이완기능의 상관관계 분석

오송미·이상훈·지태정

가야대학교 방사선학과

Correlation Analysis of Cardiac Diastolic Function and Intima-Media Thickness in the Common Carotid Artery of Ultrasonography

Song-Mi Oh·Sang-Hun Lee·Tae-Jeong Ji

Department of Radiological Science, Kaya University

Abstract In this study, 230 subjects of medical examination were investigated to figure out the relationship with common carotid artery intima-media thickness and cardiac diastolic function. In addition, the change in the carotid artery intima-media thickness according to the presence or absence of metabolic syndrome was examined. As a result of the study the carotid artery intima-media thickness was thick as the age increased and there was a large difference in those in their 60s and over. There was no gender difference. As for metabolic syndrome the carotid artery intima-media thickness was thicker in the study subjects with high blood pressure diabetes and dyslipidemia. The correlation between the carotid artery intima-media thickness and diastolic function indexes was significant. As a result of hierarchical regression analysis the thicker the intima-media thickness in the carotid artery the lower cardiac diastolic function.

Key Words : Carotid artery ultrasonography, Intima-media thickness, Echocardiography, Diastolic function, Metabolic syndrome

중심 단어 : 경동맥초음파, 내중막두께, 심장초음파, 이완기능, 대사증후군

1. 서론

경동맥초음파는 경동맥에 죽상경화관, 동맥류, 박리 등 병변이 있는지 확인하고 협착 정도를 진단하는데 활용되고 있다[1]. 경동맥의 혈관벽은 내막(intima), 중막(media), 외막(adventitia)의 세 층으로 구성되어있다. 이러한 혈관내강과 내막 사이의 경계면에서 중막과 외막 사이의 경계면까지의 두께를 내중막두께(Intima-Media Thickness;IMT)라고 한다[2]. 경동맥내중막두께는 무증상환자에서 심혈관 질환의 위험도를 평가하는 데 유용하다. 미국심장초음파학회(American Society of Echocardiography;ASE)에 의하면 경동맥내중막두께는 정상적인 인구집단에서 75번째 백분위수(75th percentile) 이상인 값을 두껍다고 정의하고 있고 이 값을 초과할 경우 심혈관질환 위험이 증가되는 것

으로 보고하였다[3]. 2016년 한국표준과학연구원의 내중막두께 참조 표준에 따르면 심뇌혈관 질환이 없는 성인 남녀 2,204명을 조사한 결과에서 내중막두께의 75번째 백분위수는 남자의 경우 오른쪽이 0.778 mm, 왼쪽을 0.797 mm, 여자는 오른쪽이 0.771 mm, 왼쪽을 0.769 mm로 정의하였다[4]. 국내 시골지역 코호트 연구(ARIRANG study)에서 건강한 사람 433명에서 측정된 평균 경동맥내중막두께는 남자가 여자보다 두꺼웠으며, 대사증후군인 체질량지수(Body Mass Index;BMI), 저밀도콜레스테롤(Low Density Lipoprotein; LDL), 당뇨와 관련 있다고 보고하였다[5]. 안 등(2019)의 연구에 의하면 경동맥내중막두께가 0.8 mm 이상 집단과 0.8 mm 이하 집단에서 연령, 허리둘레, 혈당에서 유의한 차이를 나타내었다[6]. 이러한 내중막두께는 심장질환과 관련된 것으로 조사되었다. Irene 등(2004)은 55세 이상 대상

Corresponding author: Tae-Jeong Ji, Department of Radiological Science, Kaya University, 208 Samgye-ro, Gimhae-si, Gyeongsangnam-do, 50830, Republic of Korea / Tel: +82-55-3300-1146 / E-mail: tjee@kaya.ac.kr

Received 26 July 2022; Revised 26 August 2022; Accepted 24 September 2022

Copyright ©2022 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

자를 연구한 결과 심근경색에 대한 위험이 죽종(plaque)군은 1.83배, 경동맥내중막두께가 두꺼운 대상자는 1.95배 증가하였다고 보고되었다[7]. Park (2003) 등의 보고에 의하면 심장혈관질환 대상자가 내중막두께가 두꺼웠으며 병변 혈관수가 많을수록 내중막두께가 유의하게 증가하는 것으로 조사되었다[8].

심장의 기능에는 수축기능과 이완기능이 있으며 심장기능이 신체가 요구하는 심박출량(stroke volume)을 충족시키지 못하는 경우를 심부전(heart failure)이라고 한다[9]. 심부전 중 이완기 심부전은 좌심실 박출률(left ventricular ejection fraction;LVEF)은 정상이지만 심실의 경직성(stiffness)이 증가하여 심실의 이완능력이 떨어져 증상으로 발현되는 것이다[10]. 이완기능이 저하되어 좌심실 확장기압이 높다는 것은 좌심방 압력이 높다는 것으로 폐울혈을 유발하며 부종과 호흡곤란은 일으킬 수 있다[11]. 이완기 심부전은 전체 심부전의 30~50%를 차지하여 꾸준히 중요도가 증가하고 있다[12]. 심장초음파를 이용한 이완기능 평가는 이면성(2D)과 도플러 지표를 이용해 이완기능의 저하단계와 심실충만압을 판단할 수 있다[13].

심장질환과 내중막두께의 연관성은 많은 연구에서 확인되었으나 심장이완기능과의 관련된 연구는 부족한 실정이다. 심장질환은 심장기능에도 장애를 초래하고 이완기능에도 영향을 미친다고 보인다. 이에 본 연구는 혈압, 당뇨, 콜레스테롤, 비만 유무에 따른 경동맥내중막두께의 차이를 알아보고 경동맥내중막두께와 심장이완기능지수를 분석하여 심장이완기능의 장애를 예측하고자 하였다.

한 230명을 대상으로 하였다. 대상자의 검진 기간은 2020년 6월~2021년 12월까지로 하였다. 선정기준은 심장초음파와 경동맥초음파를 함께 시행한 대상으로 선정하였다. 성별은 남자 148명(63.2%), 여자 82명(35.7%)이었으며 대상자 연령 비율은 39세 이하 19명(8.3%), 40~49세 56명(24.3%), 50~59세 74명(32.2%), 60~69세 67명(29.1%), 70세 이상 14명(6.1%)으로 구분하였다<Table 1>.

본 연구는 일반검진대상자를 중심으로 선정하였으며 심근경색, 뇌졸중, 뇌출혈 등 혈관 시술을 받은 환자는 제외하였다.

2) 대상자 자료수집 방법

본 연구의 자료를 수집하기 전에 연구계획서에 관하여 연구윤리심의위원회(IRB)의 승인(승인번호 Kaya IRB 352-1)을 취득하였다.

경동맥내중막두께와 심장이완기능지수 분석을 위한 연구 방법으로는 전자의무기록을 이용하여 후향적 방법으로 수집하였다. 연구대상자 기초자료로 신장, 몸무게, BMI 수치를 수집하였고, 혈압, 당뇨를 활용하였으며 경동맥초음파 검사를 시행해 경동맥내중막두께를 지표로 활용하였다.

심장초음파 검사를 시행해 간헐파도플러를 이용하여 이완기초기최고혈류속도(peak early diastolic transmitral inflow velocity, E), 이완기후기최고혈류속도(peak late diastolic transmitral inflow velocity, A), E/A 비를 구하였다. 또한, 조직도플러를 이용하여 초기이완기승모판륜최대운동속도(early diastolic peak mitral annular velocity, E'), E/E' 비를 구하여 연구자료로 활용하였다.

II. 연구대상 및 방법

1. 연구대상

1) 연구대상자 선정

본 연구는 부산 사상구 S 종합병원에 건강검진으로 내원

2. 연구방법

1) 경동맥초음파 검사

경동맥초음파 검사는 환자를 반듯이 누운 상태에서 목 밑에 수건을 놓고 머리를 검사하는 반대쪽으로 약간 돌려서

Table 1. The plan of study members by age and sex distribution

Age	Sex		Total(%)
	Male(%)	Female(%)	
Under 39	14(6.2)	5(2.1)	19(8.3)
40~49	38(16.5)	18(7.8)	56(24.3)
50~59	43(18.7)	31(13.5)	74(32.2)
60~69	44(19.1)	23(10.0)	67(29.1)
Over 70	9(3.9)	5(2.2)	14(6.1)
Total	148(63.2)	82(35.7)	230

검사한다. 경동맥 내강에 에코가 보이지 않고 깊이가 3~4cm 정도로 적절하게 되도록 계인과 깊이 설정을 한다. 시간 계인 보상은 경동맥의 가까운 벽(near wall)과 먼 쪽 벽(far wall)이 명확하게 보이면서 내강이 깨끗하게 보이게 설정한다. 목이 두꺼운 환자에서 경정맥이 경동맥 위에 놓이게 하여 검사하면 해상도 높은 영상을 얻을 수 있다[1]. 사용된 장비는 Affiniti 70(Philips, USA) 탐촉자는 5~10 MHz 직선형을 사용하였다.

(1) 내중막두께 측정

혈관 벽은 내막(intima), 중막(media), 외막(adventitia)의 세 층으로 구성되어있다. 첫 번째 선은 내막을 나타내는 선이고 두 번째 밝은 선은 혈관 외막을 나타낸다. 중간의 검은 선은 중막(media), 즉 근육층을 나타내게 된다. 혈관 내강의 내막 사이의 경계면에서 중막과 외막 사이의 경계면까지의 두께를 내중막두께라고 한다. 이러한 혈관 벽 구조는 피부 쪽에 근접한 벽보다는 깊은 쪽 먼 벽이 더 선명하게 관찰되기 때문에 일반적으로 총경동맥이 분기되기 직전 부위 10 mm에서 먼 벽의 내중막두께를 측정한다[Fig. 1].

내중막두께는 가까운 벽과 먼 벽의 이중선이 평행하게 보이는, 혈관이 종단면으로 스캔된 영상에서 측정한다. 내중막두께는 내경동맥이나 경동맥 팽대보다는 총경동맥에서 주로 측정하는데, 총경동맥은 혈관이 크며 표면에 위치하고 움직임이 적어서 쉽게 검사할 수 있다[2].

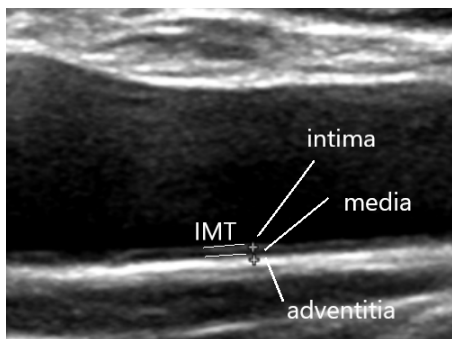


Fig. 1. Measurement of intima-media thickness in the common carotid artery

(2) 내중막두께 참고치

ASE(American Society of Echocardiography) 권고안 [3]에 의하면 내중막두께는 정상적인 인구집단에서 75번째 백분위 수 이상인 경우를 증가하였다고 보며, 심혈관질환이 없는 2,204명의 한국인을 대상으로 한 한국표준과학연구원

의 자료[4]에 따라 75번째 백분위를 기준으로 오른쪽 내중막두께는 남자 0.778 mm, 여자 0.771 mm(왼쪽 내중막두께 남자 0.797 mm, 여자 0.769 mm)를 참고치로 활용하였다<Table 2>.

Table 2. Reference value of Intima-media thickness(ASE)

	Male	Female
IMT(Right)	0.778 mm	0.771 mm
IMT(Left)	0.797 mm	0.769 mm

2) 심장초음파 검사

심장초음파 검사를 받을 수검자는 좌측으로 돌아누운 뒤 좌측 팔은 머리 아래를 받치고 우측 팔은 자연스럽게 내린 상태에서 검사하였다. 사용된 장비는 Vivid S70N, Vivid S5, Vivid T8(GE, USA)이며, 1~5 MHz 탐촉자를 사용하였다.

(1) 간헐과도플러에서 이완기능 평가

심첨4방도에서 승모판의 말단 높이에 표본용적을 두고 승모판을 지나는 혈류의 속도를 측정한다. 초기급속충만 시기에 해당하는 E파 : 이완기초기최고혈류속도(peak early diastolic transmitral inflow velocity)가 나타나고 좌심방 수축에 따른 저속의 A파 : 이완기후기최고혈류속도(peak late diastolic transmitral inflow velocity)가 뒤이어 나타난다. E속도와 A속도를 나눈 값이 E/A 비이다[Fig. 2].

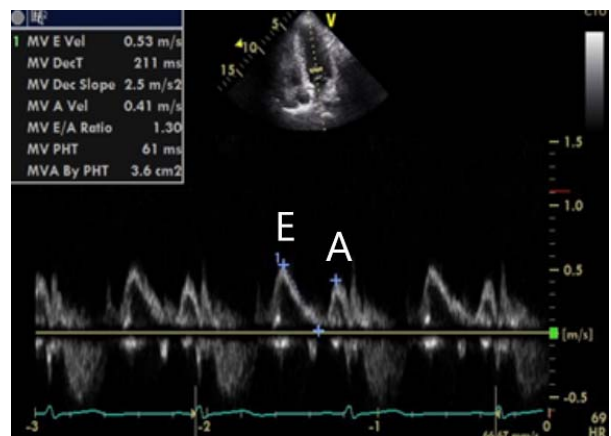


Fig. 2. E wave, A wave, E/A ratio measured by Pulse doppler

정상(normal)에서 용적과 속도라는 면에서 볼 때 수동적인 초기 급속 충만이 뚜렷하지만 (E>A파 속도) 이완에 장애가 생기면 초기 급속 충만이 감소되고 연장되어 E파 최고속도가 감소하고 좌심방 수축에 좌우되므로 A파 속도가 높아

진다(E'A파 속도). 이완기능 장애가 더 심해지면 좌심방 압력이 증가하여 E파 최고속도가 다시 높아진다(E'A파 속도).

장애가 매우 심해지면 좌심실 충만이 초기에만 일어나고 다른 시기에서는 거의 없을 만큼 좌심방 압력이 훨씬 높아 질 수 있다(E'A파 속도). 단순분류를 기본으로 사용해도 충분하지만 위정상충만(pseudonormal filling)이 의심되는 경우에는 조직도플러 변수들이 도움이 된다[14].

(2) 조직도플러에서 이완기능 평가

특정 부위에서 심근의 벽운동을 찾고 그 속도를 재는 데 초점을 맞춘 검사이다. 심첨4방도에서 승모판륜의 내측 또는 외측부위에 표본용적을 위치시키고 승모판륜의 속도를 측정하였다[Fig. 3, 4]. 초기이완기승모판륜최대운동속도 E' (early diastolic peak mitral annular velocity)는 심근의 이완을 반영하므로 E' 속도의 저하는 이완 장애의 가장 초기증상이라고 할 수 있다.

E' 속도는 계속 감소한 상태로 있고 높아진 충만 압력으로 인해 승모판 E 속도가 상승하기 때문에 E와 E'의 비율인 E/E'는 좌심실 충만 압력이나 폐 모세혈관 폐기압력과 마찬가지로 상승한다[14].

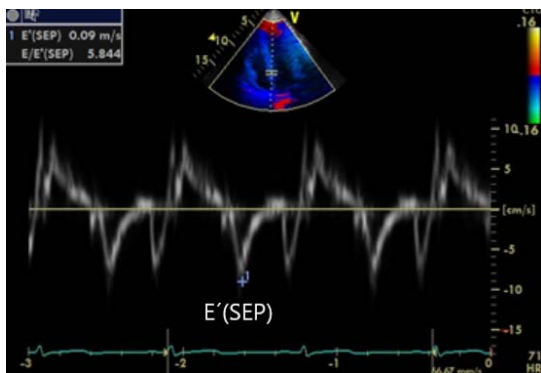


Fig. 3. E'(Sep) wave measured by Tissue Doppler

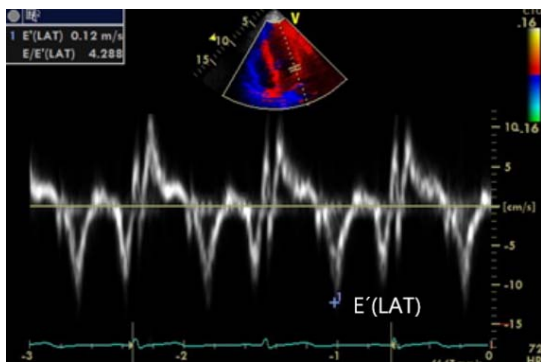


Fig. 4. E'(Lat) wave measured by Tissue Doppler

3) 대사증후군

(1) 고혈압 측정

대한고혈압학회의 고혈압 진료지침[15]에 따라 안정 시 수축기 혈압 140 mmHg 이상 또는 이완기 혈압 90 mmHg 이상인 경우를 고혈압 대상으로 선정했다. 본 연구에서는 약물을 복용하는 사람도 고혈압 대상으로 포함했다.

(2) 당뇨 측정

대한당뇨학회 당뇨병 진료지침[16]에 따라 8시간 이상 공복 상태에서의 혈당이 126 mg/dL 이상인 경우를 당뇨 대상으로 선정하였으며 본 연구에서는 약물을 복용하는 사람도 대상으로 포함했다.

(3) 이상지질혈증 측정

이상지질혈증 치료지침의 진단기준[17]에 따라 이상지질혈증은 고콜레스테롤혈증(total cholestereol, TC ≥240 mg/dL이거나 지질저하치료제 복용중), 고중성지방혈증(triglyceride, TG≥200 mg/dL), 고LDL콜레스테롤혈증(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C ≥160 mg/dL이거나 지질 저하 치료제 복용중), 저HDL콜레스테롤혈증(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C <40 mg/dL) 중 하나 이상에 해당되는 경우를 이상지질혈증 대상으로 선정하였다. 본 연구에서는 이상지질혈증약을 복용하는 사람도 대상자에 포함했다.

(4) 비만도 측정

표준화된 측정 방법을 이용하여 신장과 몸무게를 측정한 값으로 체질량지수(Body mass index;BMI)식을 사용하였다. 대한비만학회의 비만 진료지침 기준[18]에 따라 체질량지수 25 kg/m² 이상을 비만으로 정의했다.

$$BMI = \frac{\text{체중}(kg)}{\text{신장}(m)^2}$$

4) 통계분석

본 연구를 위해 수집된 자료는 SPSS 22.0 통계 프로그램을 활용하였다.

첫째, 내중막두께와 심장이완기능지수들을 연령, 성별에 따라 평균 분석하였다.

둘째, 교차분석을 하여 대사증후군 유무에 따른 내중막두께의 차이를 알아보았다.

셋째, 상관관계를 분석하여 내중막두께와 심장이완기능

지수 간의 연관성을 확인하였다.

넷째, 내중막두께가 심장이완기능에 영향을 미치는지 알아보기 위해 일반적 특성 중 성별과 대사증후군을 통제변수로 사용하여 위계적회귀분석(hierarchical analysis)을 실시하였다.

III. 결 과

1. 경동맥내중막두께 분석

연령과 성별에 따른 대상자의 경동맥내중막두께를 평균 분석 한 결과 대상자의 연령이 증가함에 따라 내중막두께는 두꺼워졌다. 경동맥내중막두께는 70세 이상 대상자가 39세 이하 대상자와 비교하면 남자는 25% 증가하였고 여자는 38% 증가하였다. 전체 내중막두께 평균은 오른쪽 0.74 mm 왼쪽 0.75 mm로 큰 차이 없었으며 성별에 따른 평균도 양쪽 모두 차이가 없었다<Table 3>.

2. 심장이완기능 분석

이완기초기최고혈류속도(E:peak early diastolic transmitral inflow velocity)와 이완기후기최고혈류속도(A:peak late diastolic transmitral inflow velocity)의 비(E/A)는 남자, 여자 모두 연령이 증가할수록 낮아졌으며 39세 이하와 비교하면 70세 이상의 E/A 비가 44% 감소하였다. ASE(American Society of Echocardiography 2016) 가이드라인[19] 에서 E/A 비는 참고치 0.8을 기준으로 남자는 70세 이상에서 기준치보다 낮게 측정되었고, 여자는 60대, 70세 이상에서 기준치보다 낮게 나타났다.

초기이완기승모판류최대운동속도(E')는 외측부위(Lat)가 내측부위(Sep)보다 전체적으로 높았으며, 연령이 증가할수

록 E'(Sep), E'(Lat)값 모두 감소했다. E/E'비는 높아지므로 이는 조직도플러검사에서도 연령에 따라 좌심실이완기능이 저하된다고 분석할 수 있다. E'(Sep) 참고치는 7 cm/s, E'(Lat) 참고치는 10 cm/s 기준으로 남자, 여자 모두 60대, 70세 이상에서 참고치보다 낮게 나타났다. E/E'(Sep) 참고치는 13 이상, E/E'(Lat) 참고치는 15 이상 기준으로 분석한 결과 연령에 따라 이완기능이 감소하는 것으로 분석되었으나 참고치를 초과하지 않았다<Table 4, 5>.

3. 내중막두께와 대사증후군 분석

내중막두께 참고치를 기준으로 구분한 대상자와 대사증후군 유무의 연관성을 알아보았다. 분석결과 고혈압이 있는 연구대상자 77명 중 내중막두께가 기준치 범위 내 24명(31.2%), 범위초과는 53명(68.8%)으로 범위초과 대상자가 더 많았다.

당뇨가 있는 연구대상자 34명 중 내중막두께 범위 내 8명(23.5%), 범위초과 26명(76.5%)으로 범위초과 대상자가 더 많은 비중을 차지하였다. 이상지질혈증이 있는 연구대상자 119명 중 범위 내 48명(40.3%), 범위초과 71명(59.7%)으로 범위초과 대상자가 더 많았다. 비만의 경우 범위초과 대상자가 많았지만, 통계적으로 유의하지는 않았다<Table 6>.

4. 내중막두께와 심장이완기능지수의 상관관계 분석

초기이완기승모판류최대운동속도 E'의 내측, 외측에서 양쪽 내중막두께와 높은 상관관계가 나타났으며, 다음으로 이완기초기최고혈류속도/이완기후기최고혈류속도(E/A 비)가 상관관계를 보였다.

내중막두께와 E/A 비, E'(Sep), E'(Lat)는 음의 상관관계를 보여 이완기능이 저하되는 것으로 확인되었다. 내중막두께와 E/E'(Sep), E/E'(Lat)는 양의 상관관계를 보이는 것으

Table 3. Average of intima-media thickness measurement by age distribution

	Rt IMT(mm)		Lt IMT(mm)	
	Male	Female	Male	Female
Under 39	0.67±0.10	0.60±0.12	0.65±0.09	0.58±0.13
40~49	0.67±0.09	0.71±0.10	0.69±0.12	0.69±0.08
50~59	0.76±0.10	0.74±0.08	0.76±0.10	0.75±0.10
60~69	0.79±0.11	0.78±0.09	0.80±0.11	0.82±0.19
Over 70	0.84±0.10	0.83±0.10	0.81±0.10	0.80±0.10
Total Average	0.74±0.12	0.74±0.10	0.75±0.12	0.75±0.14

values are presented as mean±standard deviation
IMT, Intima-media thickness;

Table 4. Average of Diastolic function index by age distribution(Male)

Age	Male				
	E/A	E'(Sep)	E'(Lat)	E/E'(Sep)	E/E'(Lat)
Under 39	1.23±0.32	0.09±0.02	0.12±0.03	6.66±1.40	4.56±0.96
40~49	1.12±0.34	0.08±0.02	0.11±0.03	7.57±2.03	5.56±1.54
50~59	0.98±0.29	0.07±0.02	0.10±0.03	8.00±2.03	5.80±1.58
60~69	0.81±0.23	0.06±0.02	0.09±0.02	8.52±2.23	6.25±2.37
Over 70	0.69±0.14	0.05±0.01	0.08±0.02	9.19±1.97	6.61±1.65
Avg	0.97±0.32	0.07±0.02	0.10±0.03	7.99±2.11	5.80±1.86

values are presented as mean±standard deviation
 values are presented as m/s

Table 5. Average of Diastolic function index by age distribution(Female)

Age	Female				
	E/A	E'(Sep)	E'(Lat)	E/E'(Sep)	E/E'(Lat)
Under 39	1.21±0.57	0.10±0.01	0.14±0.01	6.30±0.99	4.36±0.50
40~49	1.23±0.25	0.10±0.02	0.13±0.02	7.79±1.43	5.61±1.10
50~59	1.05±0.57	0.07±0.02	0.10±0.02	8.78±2.22	6.02±1.22
60~69	0.80±0.30	0.06±0.02	0.09±0.02	10.40±3.74	7.05±2.70
Over 70	0.68±0.13	0.05±0.01	0.06±0.01	11.82±3.92	8.75±2.10
Avg	1.01±0.46	0.07±0.02	0.10±0.03	9.05±2.95	6.29±1.98

values are presented as mean±standard deviation
 values are presented as m/s

Table 6. Chi-square analysis of intima-media thickness and metabolic syndrome

		IMT		χ^2	p
		within the reference value	over the reference value		
Hypertension	Nonexistence(n=153)	89(58.2)	64(41.8)	14.942	0.000***
	Existence(n=77)	24(31.2)	53(68.8)		
Diabetes	Nonexistence(n=196)	105(53.6)	91(46.4)	10.463	0.001**
	Existence(n=34)	8(23.5)	26(76.5)		
Dyslipidemia	Nonexistence(n=111)	65(58.6)	46(41.4)	7.630	0.004**
	Existence(n=119)	48(40.3)	71(59.7)		
Obesity	Nonexistence(n=148)	75(50.7)	73(49.3)	0.397	0.311
	Existence(n=82)	38(46.3)	44(53.7)		

p<.01, *p<.001
 values are presented as number (%)
 IMT, Intima-media thickness

로 분석되었다. 양쪽 내중막두께 모두 심장이완기능과 유의한 상관관계가 있었다(Table 7, 8).

5. 내중막두께와 심장이완기능의 위계적 회귀분석

경동맥내중막두께와 심장이완기능지수의 영향 관계를 분석하기 위하여 2단계의 위계적 회귀분석을 실시하였다.

model 1 에서 성별, 대사증후군을 투입하고 model 2에서 내중막두께를 추가 투입하였다. Durbin-Watson(DW)지수는 1.8~1.88로 독립변수 간 상관관계가 없이 독립적으로 볼 수 있었다(1.8<d<2.2). 독립변인간 다중공선성을 진단하는 VIF(분산팽창요인)지수는 1.073~1.376로 나타나 다중공선성이 없는 것으로 확인되어 본 회귀모형이 적합하다고 해석할 수 있다[20].

Table 7. Correlation analysis of Intima-media thickness and Diastolic function index(Right)

	E/A	E'(Sep)	E'(Lat)	E/E'(Sep)	E/E'(Lat)	Rt IMT
E/A	1					
E'(Sep)	.639 ^{***}	1				
E'(Lat)	.546 ^{***}	.684 ^{***}	1			
E/E'(Sep)	-.081	-.585 ^{***}	-.320 ^{***}	1		
E/E'(Lat)	-.013	-.305 ^{***}	-.564 ^{***}	.710 ^{***}	1	
Rt IMT	-.277 ^{***}	-.293 ^{***}	-.342 ^{***}	.211 ^{**}	.241 ^{***}	1

^{**} $p < .01$, ^{***} $p < .001$

Table 8. Correlation analysis of Intima-media thickness and Diastolic function index(Left)

	E/A	E'(Sep)	E'(Lat)	E/E'(Sep)	E/E'(Lat)	Lt IMT
E/A	1					
E'(Sep)	.639 ^{***}	1				
E'(Lat)	.546 ^{***}	.684 ^{***}	1			
E/E'(Sep)	-.081	-.585 ^{***}	-.320 ^{***}	1		
E/E'(Lat)	-.013	-.305 ^{***}	-.564 ^{***}	.710 ^{***}	1	
Lt IMT	-.327 ^{***}	-.331 ^{***}	-.332 ^{***}	.242 ^{***}	.229 ^{***}	1

^{***} $p < .001$

Table 9. Hierarchical Refression Analysis of intima-media thickness and E/A ratio

	Model 1				Model 2			
	B	β	t	ρ	B	β	t	ρ
Sex	0.015	0.019	0.287	0.774	0.018	0.023	0.355	0.723
Hypertension	-0.124	-0.157	-2.306	0.022 [*]	-0.089	-0.112	-1.703	0.090
Diabetes	-0.106	-0.100	-1.465	0.144	-0.071	-0.067	-1.022	0.308
Dyslipidemia	-0.098	-0.130	-1.954	0.052	-0.062	-0.082	-1.271	0.205
Obesity	0.019	0.024	0.363	0.717	-0.010	-0.012	-0.188	0.851
Rt IMT					-0.423	-0.125	-1.751	0.081
Lt IMT					-0.665	-0.225	-3.112	0.002 [*]
F(p)		3.430(0.005) ^{**}				5.956(0.000) ^{***}		
R ² (ΔR^2)		0.071				0.158(0.087)		
ΔR^2 F(p)						11.468(0.000) ^{***}		

^{*} $p < 0.05$, ^{**} $p < 0.01$, ^{***} $p < 0.001$

reference group : sex(Female), Hypertension, Diabetes, Dyslipidemia, Obesity(Existence)

IMT, Intima-media thickness

1) 내중막두께와 E/A비의 회귀분석

model 1에서 혈압이 있는 연구대상자가 E/A 비가 낮게 나타났으며 설명력은 7.1%로 나타났다. model 2는 model 1에서 내중막두께를 추가하여 회귀시킨 것으로 model 1에 비해 8.7% 설명력이 높아졌으며 R제곱 F변화량(F=11.468) ($p < 0.001$)로 성별과 대사증후군을 제외한 내중막두께가 E/A 비에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

왼쪽 내중막두께가 두꺼울수록 E/A 비가 낮아지는 것으

로, 이는 이완기능이 저하된다고 보여진다. 오른쪽 내중막 두께도 이완기능이 저하되는 것으로 확인되었으나 유의성은 없었다(Table 9).

2) 내중막두께와 E'(Sep,Lat)의 회귀분석

Model 1에서 성별과 대사증후군 연구대상자와 E'(Sep)은 개별적인 지수의 유의성은 없었으나 전체적인 유의성은 검정 되어 이완기능이 저하된 것으로 나타났으며 설명력은

4.0%로 나타났다. model 2는 model 1과 비교하면 9.4% 설명력이 높아졌으며 R제곱 F변화량(F=13.183)($p<0.001$)으로 성별과 대사증후군을 제외한 내중막두께가 E'(Sep)에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

양쪽 내중막두께 모두 두꺼울수록 E'(Sep)는 낮아지므로 이완기능이 저하된다고 보여진다. 왼쪽 내중막두께가 오른쪽 내중막두께 보다 높은 영향이 있는 것으로 확인되었다 <Table 10>.

E'(Lat)의 경우 model 1 에서 당뇨, 이상지질혈증이 있는 대상자가 E'(Lat)가 낮았으며 설명력은 8.6%로 나타났다. model 2는 model 1과 비교하면 설명력이 10.6%가 증가한 19.2%로 이완 기능지수 중 가장 높은 설명력을 나타냈다.

양쪽 나중 막 두께가 두꺼울수록 E'(Lat)는 낮아지는 것

으로 나타났으며 이는 이완 기능이 저하된다고 볼 수 있다. 오른쪽 나중 막 두께가 왼쪽 내중막두께 보다 높은 영향이 있는 것으로 확인되었다<Table 11>.

IV. 고찰

본 연구는 경동맥내중막두께와 심장이완기능의 상관관계를 알아보고자 건강검진 대상자 230명을 대상으로 조사하였다.

조 등(2003)의 연구결과는 경동맥내중막두께 평균치는 연령이 증가함에 따라 두꺼워졌으며 성별의 차이는 없었다 [21], 본 연구결과 또한 성별 차이는 없었으나 연령에 따라

Table 10. Hierarchical Regression Analysis of intima-media thickness and E'(Sep)

	Model 1				Model 2			
	B	β	t	ρ	B	β	t	ρ
Sex	-0.001	-0.014	-0.206	0.837	0.000	-0.010	-0.157	0.875
Hypertension	-0.005	-0.121	-1.768	0.078	-0.003	-0.073	-1.114	0.267
Diabetes	-0.007	-0.124	-1.807	0.072	-0.005	-0.089	-1.354	0.177
Dyslipidemia	-0.004	-0.104	-1.555	0.121	-0.002	-0.052	-0.809	0.419
Obesity	-0.001	-0.025	-0.373	0.710	-0.003	-0.064	-0.980	0.328
Rt IMT					-0.026	-0.145	-2.026	0.044*
Lt IMT					-0.037	-0.233	-3.223	0.001**
F(p)		2.884(0.015)**				6.051(0.000)***		
R ²		0.040				0.134(0.094)		
ΔR^2 F(p)						13.183(0.000)***		

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

reference group : sex(Female), Hypertension, Diabetes, Dyslipidemia, Obesity(Existence)

IMT, Intima-media thickness

Table 11. Hierarchical Regression Analysis of intima-media thickness and E'(Lat)

	Model 1				Model 2			
	B	β	t	ρ	B	β	t	ρ
Sex	0.001	0.023	0.346	0.730	0.002	0.027	0.430	0.667
Hypertension	-0.007	-0.122	-1.808	0.072	-0.005	-0.075	-1.163	0.236
Diabetes	-0.013	-0.156	-2.298	0.022*	-0.010	-0.119	-1.850	0.066
Dyslipidemia	-0.009	-0.151	-2.282	0.023*	-0.005	-0.096	-1.512	0.132
Obesity	0.002	0.032	0.475	0.635	0.000	-0.003	-0.044	0.965
Rt IMT					-0.052	-0.204	-2.907	0.004**
Lt IMT					-0.042	-0.188	-2.662	0.008**
F(p)		4.228(0.001)**				7.550(0.000)***		
R ² (ΔR^2)		0.086				0.192(0.106)		
ΔR^2 F(p)						14.573(0.000)***		

* $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

reference group : sex(Female), Hypertension, Diabetes, Dyslipidemia, Obesity(Existence)

IMT, Intima-media thickness

내중막두께는 두꺼워졌으며 참고치를 기준으로 하였을 때 60세 이상에서 기준치 범위를 초과한 것으로 나타났다. 경동맥내중막두께와 심혈관질환 위험인자의 연관성에 관한 연구들은 다양하게 보고되어있다. 공 등(2013)의 연구에 따르면 정상군보다 대사증후군에서의 내중막두께가 두꺼워질 확률이 약 2.7배로 대사증후군에서 동맥경화증 발병위험률이 높은 것으로 나타났다[22]. 김 등(2013)은 총콜레스테롤(total cholesterol;TC)이 증가함에 따라 경동맥내중막두께가 증가하는 것으로 나타났으며[23], 이 등(2006)은 50세 이상에서 혈압이 높을수록 내중막두께가 두꺼워졌다. 50세 미만 남자에서는 총콜레스테롤이 높을수록 증가하였고 50세 이상 여자에서는 HDL콜레스테롤이 낮을수록 내중막두께가 증가하였다고 보고하였다[24]. 본 연구는 대사증후군의 인자인 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 비만에 따른 내중막두께 차이를 알아보기 위해 내중막두께를 참고치 기준으로 범위 내, 범위초과로 나누어 교차분석을 시행한 결과 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증이 있는 대상자에서 내중막두께의 범위초과 대상자가 더 많았다.

심장이완기능에 대한 이 등(2000)의 연구결과에서는 승모판막륜 각 부위 운동속도는 연령증가에 따라 좌심실이완기능의 저하를 나타냈으며 이완기초기승모판륜운동속도(E)와 E/A 비가 감소하였다[25]. 본 연구결과 이완기초기 최고혈류속도/이완기후기최고혈류속도(E/A), 이완기초기 승모판륜최대운동속도 E'의 내측(Sep), 외측(Lat) 모두 낮아졌으며 참고치를 기준으로 60세부터 감소하는 것으로 확인되었다. 또한, E/E'비도 높아지는 것으로 분석되었으며 연령이 증가함에 따라 이완기능이 떨어지는 것으로 나타났다. 선행연구와 마찬가지로 심실외측(Lateral)부위 승모판막륜 속도가 내측(Septal) 승모판막륜 보다 전체적으로 높은 것으로 확인되었다. 내중막두께와 심장이완기능지수는 모두 상관관계가 있었으며 위계적 회귀분석을 한 결과 내중막두께가 두꺼울수록 이완기능지수가 낮아졌고 이는 심장이완기능이 저하된다고 할 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 첫째, 내중막두께 기준치에 연령대 구분이 되지 않았다는 점과 둘째, 심장초음파 검사자가 세 명으로 각기 다른 장비를 이용함으로써 측정에 약간의 오차가 발생할 수 있다는 것이다.

더불어 심장이완기능을 평가하는 데에 좌심방 최대용적지수(volume index)와 최고 삼첨판 역류(tricuspid regurgitation;TR)속도 등의 변수를 고려하여 심장이완기능을 진단하는 연구를 진행한다면 많은 도움이 될 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구에서는 내중막두께로 좌심실 이완기능 장애를 예측하고자 하였으며 내중막두께와 심장이완기능지수는 상관관계가 있는 것으로 분석되었다. 내중막두께와 심장이완기능지수와의 영향 관계를 알아보고자 위계적 회귀분석을 한 결과 내중막두께가 두꺼워질수록 이완기능지수가 낮아졌으며 심실의 이완기능이 저하된다고 할 수 있다. 60세 이상이거나 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 등 대사증후군 소견을 보인다면 경동맥초음파검사를 통하여 나중 막 두께(IMT) 변화를 살펴볼 필요가 있다. 내중막두께는 심장이완기능과 연관관계가 있으므로 심장질환의 조기진단에 도움을 줄 것으로 기대된다.

REFERENCES

- [1] Kim HK. Perfect Carotid Ultrasonography. Daehan Medical Book; 2009.
- [2] Lee SJ, Yoo SU, Hong JM, Ahn SH, Jeong SK, Lee JY, et al. Extracranial Carotid Duplex Ultrasonography Part I-Basic Principles and Standard Examination for Carotid and Vertebral Arteries, and Jugular Veins. The Korean Society of Neurosonology. 2018;10(2):47-60.
- [3] Stein JH, Korcarz CE, Hurst RT, Lonn E, Kendall CB, Mohler ER, et al. Use of carotid ultrasound to identify subclinical vascular disease and evaluate cardiovascular disease risk: A consensus statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force endorsed by the Society for Vascular Medicine. Journal of the American Society of Echocardiography. 2008;21(2):93-111.
- [4] Bae JH, Kim WS, Lee MS, Kin KS, Park JB, Youn HJ, et al. The changes of individual carotid artery wall layer by aging and carotid intima-media thickness value for high risk. Cardiovascular Therapeutics. 2016;34(6):397-403.
- [5] Youn YJ, Lee NS, Kim JY, Lee JW, Sung JK, Ahn SG, et al. Normative Values and Correlates of Mean Common Carotid Intima-Media Thickness in the Korean Rural Middle-aged Population: The Atherosclerosis

- Risk of Rural Areas in Korea General Population (ARIRANG) Study. *Journal of Korean Medical Science*. 2011;26(3):365–71.
- [6] An H, Lee HY. Correlation between Carotid Intima-media Thickness and Risk Factors for Atherosclerosis. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2019;13(3):339–48.
- [7] Irene M, Van Der Meer, Michiel L, Albert H, Antonio I, Deirdre AM, et al. Predictive value of noninvasive measures of atherosclerosis for incident myocardial infarction: The Rotterdam Study. *Circulation*. 2004;109(9):1089–94.
- [8] Park KR, Kim KY, Yoon SM, Bae JH, Seong IH. Correlation between Intima-Media Thickness in Carotid Artery and the Extent of Coronary Atherosclerosis. *Korean Circulation Journal*. 2003;33(5):401–08.
- [9] <https://www.khfs.or.kr>
- [10] Zile MR, Baicu CF, Gaasch WH. Diastolic heart failure—abnormalities in active relaxation and passive stiffness of the left ventricle. *New England Journal of Medicine*. 2004;350(19):1953–9.
- [11] Shim HS. *Ultrasound imaging*. Hanmi Medical Book; 2020.
- [12] Gaasch WH, Zile MR. Left ventricular diastolic dysfunction and diastolic heart failure. *Annual Review of Medicine*. 2004;55:373–94.
- [13] Nagueh SF, Appleton CP, Gillebert TC, Marino PN, Oh JK, Smiseth OA, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography. *European Journal of Echocardiography*. 2009;10(2):165–93.
- [14] Ryding A. *Essential Echocardiography*. Daehan Medical Book; 2009.
- [15] The Korean Society of Hypertension. *Hypertension treatment guidelines*; 2018.
- [16] The Korean Society of Diabetes. *Diabetes treatment guidelines*; 2021.
- [17] The Korean Society of Lipid and Arteriosclerosis. *Dyslipidemia treatment guidelines*; 2018.
- [18] The Korean Society of Obesity. *Obesity treatment guidelines*; 2018.
- [19] Nagueh SF, Smiseth OA, Appleton CP, Byrd BF, Dokainish H, Edvardsen T, et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: An update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Journal of Echocardiography*. 2016;17(12):1321–60.
- [20] Lee IH. *EasyFlow Regression Analysis*. Hannarae Academy; 2014.
- [21] Jo YL, Kim DJ, Hoe GB, Lee HC, Kim KR, Lim SK, et al. Reference values of carotid artery intima-media thickness and association with atherosclerotic risk factors in healthy subjects in Korea. *Korean Journal of Medicine*. 2003;64(3):275–83.
- [22] Kong HJ, Kang YH, Jo PG. A Study on the Carotid Artery Ultrasonography for the Metabolic Syndrome. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2013;36(3):219–25.
- [23] Kim MY, Kim HS, Kim SY. Association of Carotid Artery Intima-Media Thickness and Cardiovascular Risk Factors in Adult. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2013;36(1):25–30.
- [24] Lee YH, Cui LH, Shin MH, Kweon SS, Park KS, Jeong SK, et al. Associations between Carotid Intima-media Thickness, Plaque and Cardiovascular Risk Factors. *Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2006;39(6):477–84.
- [25] Lee SC, Park SW, Choi YH, Oh JH, Gwon HC, Kim JS, et al. Age-Associated Changes in Parameters of Left Ventricular Diastolic Function Assessed by Pulsed Doppler Myocardial Imaging of Mitral Annulus in Healthy Korean Adults. *Korean Society of Echocardiography*. 2000;8(2):138–45.

구분	성명	소속	직위
제1저자	오송미	가야대학교	대학원 석사
공동저자	이상훈	가야대학교	교수
교신저자	지태정	가야대학교	교수