

# 건강한 청소년에서 맥압과 경동맥 내중막 두께의 관련성

최동필, 이주영, 안성복, 김현창

연세대학교 의과대학 예방의학교실

## Association between Pulse Pressure and Carotid Intima-Media Thickness in Healthy Adolescents: Jangseong High School Study

Dong Phil Choi, MD, Joo Young Lee, MD, Vogue Ahn, MD, Hyeon Chang Kim, MD

Department of Preventive Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

### ABSTRACT

**Background:** Wide pulse pressure associates with atherosclerosis, but it is unclear whether pulse pressure within a relatively normal range is associated with atherosclerosis in younger populations. The aim of this study was to investigate the association between pulse pressure and the carotid intima-media thickness (IMT) in healthy adolescents. **Methods:** Study participants included 250 (129 males and 121 females) adolescents who were 17 to 19 years old and in the third grade of a high school in Jangseong, Korea between November 20 and December 1, 2009. Pulse pressure was determined as the difference between systolic blood pressure and diastolic blood pressure which were measured with an oscillometric sphygmomanometer. IMT values were ultrasonographically measured at right and left common carotid arteries, and average of the mean IMT at each artery was used for analysis. **Results:** There was a significant correlation between pulse pressure and carotid IMT before (Pearson coefficient  $r = 0.2037$ ,  $p = 0.001$ ) and after ( $r = 0.1479$ ,  $p = 0.020$ ) adjustment for sex. When adjusted for sex, age, waist circumference, fasting blood glucose, and total/high-density lipoprotein cholesterol ratio, 10 mm Hg increase in pulse pressure was associated with increase of IMT in total ( $\beta = 10.9 \mu\text{m}$ ,  $p = 0.003$ ), in males ( $\beta = 17.3 \mu\text{m}$ ,  $p < 0.001$ ), but not in females ( $\beta = 3.609 \mu\text{m}$ ,  $p = 0.518$ ). **Conclusions:** This study suggests that higher pulse pressure may be associated with increased carotid IMT even in healthy male adolescents.

(J Korean Soc Hypertens 2012;18(1):29-37)

**Key Words:** Pulse pressure; Carotid intima-media thickness; Adolescent

### 서론

초음파를 이용한 큰 동맥벽에서의 내중막 두께(intima-

media thickness, IMT) 측정법은 비침습적이며 정확성과 재현성이 있는 검사로 무증상 환자에서도 일차 선별검사로 심혈관 질환의 위험성을 예측하는데 사용된다.<sup>1,2)</sup> 성인에서는 고혈압 환자를 대상으로 초음파를 이용하여 측정된 큰 동맥의 혈관 두께를 측정하여 혈관 손상 여부를 파악할 수 있으며, 경동맥 IMT가 혈압 및 주요 심혈관 질환의 위험요인과 관련이 있다고 보고되었다.<sup>3-5)</sup> 성인에서

논문접수일: 2012.1.27, 수정완료일: 2012.3.21, 게재승인일: 2012.3.29

교신저자: 김현창

주소: 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 의과대학 예방의학교실

Tel: 02) 2228-1873, Fax: 02) 392-8133

E-mail: hckim@yuhs.ac

맥압이 증가할수록 경동맥 IMT가 증가한다는 보고가 있지만 그 기전은 아직 불명확하며<sup>6-9)</sup> 청소년기에서는 비만, 고콜레스테롤혈증, 당뇨병, 말기신부전증 등이 경동맥 IMT와 관련성이 보고되었으나<sup>10-14)</sup> 맥압과 경동맥 IMT의 관련성에 대한 연구는 부족하다. 소아청소년기 맥압 관련 기존 연구에서는 소아청소년기에 측정된 맥압과 향후 성인이 된 이후에 측정된 경동맥 IMT가 관련성이 있으며, 소아 고혈압 환자에서 맥압과 경동맥 내중막 비후의 관련성이 보고되었을 뿐,<sup>15-17)</sup> 질병이 없는 건강한 청소년에서 맥압이 경동맥 IMT와 관련성이 있는지는 잘 알려지지 않았다. 이에 본 연구에서 건강한 17세의 청소년에서 주요 심혈관 질환 위험요인을 보정하여 맥압과 경동맥 IMT의 관련성에 대해 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

이 연구는 청소년기 심혈관 위험요인과 조기 혈관변성의 관련성을 밝히기 위한 청소년 코호트의 자료를 단면적으로 분석한 것이다. 전남 장성의 한 개 고등학교 3학년 학생 전체를 대상으로 2009년 11월 20일부터 12월 1일까지 설문조사와 건강검사를 실시하였으며, 3학년 재학생 276명 중에서 조사 거부 23명, 공복혈당 또는 경동맥 초음파 검사 기록이 없는 3명을 제외하고 최종 250명을 연구대상으로 하였다. 이 가운데 고혈압 또는 당뇨병을 진단받았거나 치료받고 있는 사람은 없었다. 본 연구의 프로토콜은 연세대학교 의과대학 세브란스병원 임상연구심의위원회의 승인을 받았으며, 대상자 모두에게 연구에 대한 충분한 설명 후 본인과 보호자의 서면 동의를 구한 후 연구를 시행하였다.

### 2. 조사방법

자가기입식 설문지를 통하여 인구학적 특성, 음주 및 흡연 여부, 신체활동량, 질병력, 가족력 등을 측정하였다. 신체계측의 신뢰도와 타당도를 높이기 위해 표준화된 측정방법으로 조사자들을 훈련하였다. 신장은 대상자의 발

뒤꿈치와 엉덩이, 어깨, 뒤통수가 신장계의 기둥 면에 닿게 하고 똑바로 선 자세에서 시선은 정면을 향하게 한 후 조사자가 대상자의 우측 측면에 서서 대상자의 자세를 확인하고 누름대로 머리를 아프지 않을 정도로 완전히 누른 상태에서 신장계(SECA-225; SECA, Hamburg, Germany) 눈금을 눈높이에서 확인하여 센티미터 단위로 소수 첫째 자리까지 측정하였다. 체중은 대상자가 체중계(GL-60000-20; CAS Korea, Seoul, Korea)에 올라 양발의 무게를 동일하게 하고 시선은 정면을 향하게 하였으며 체중계 전자눈금이 3초 이상 동일한 값으로 정지한 시점의 체중을 킬로그램 단위로 소수 첫째 자리까지 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 체중(kg)/신장(m)<sup>2</sup>으로 계산하였다. 허리둘레는 늑골 하단부와 장골능 상부의 중간 부위를 측정하였다. 공복혈액은 8시간 이상 금식 후 전주정맥에서 채혈하여 혈당, 인슐린, 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도지단백 콜레스테롤 등을 측정하였다.

### 3. 혈압측정

혈압은 검사 전에 5분 이상 안정을 취하게 한 다음 의자에 앉은 상태에서 팔을 심장높이로 취하고 자동혈압계(Dinamap 1846 SX/P; GE Healthcare, Waukesha, WI, SA)를 이용하여 측정하였다. 혈압은 두 번 측정하여 평균을 이용하였고 첫 번째와 두 번째 혈압측정 사이에는 5분 이상 편안한 자세로 앉아서 안정을 취하도록 하였다. 첫 두 번 측정된 혈압의 차이가 10 mm Hg 이상인 경우에는 한 번 더 측정하여 마지막 두 번의 측정값을 이용하였다. 맥압은 수축기혈압에서 이완기혈압을 뺀 값으로 정의하였다.

### 4. 경동맥 intima-media thickness 검사

경동맥 초음파에 의한 IMT 측정은 대상자를 앙와위 상태로 눕히고 고해상도 B-mode 초음파기(SSAD-3500SV; Aloka, Tokyo, Japan)를 이용해 측정하였다. 경동맥 IMT의 측정은 원벽의 내막에 해당하는 첫 번째 반향선과 중막과 외막의 경계를 나타내는 두 번째 반향선 사이의 거리를 Intima Scope (Media Cross Co. Ltd., Tokyo, Japan)

를 이용하였다. 측정값은 좌측과 우측 경동맥 중단면을 따라 스캔하여 총경동맥이 내경동맥과 외경동맥으로 분리되는 분지점의 근위부에 있는 총경동맥의 원벽에서 IMT의 평균치를 기록하고 좌측과 우측 경동맥 두께 평균치의 평균값을 분석에서 사용하였다.

## 5. 통계분석방법

자료의 통계학적 처리는 SAS ver. 9.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 프로그램을 이용하였고 측정치는 평균과 표준편차로 표기하였다. 성별 차이를 검정할 때 연속변수의 비교에는 Student t-test를, 범주형 변수의 비교에는 chi-square test를 이용하였다. 경동맥 IMT와 맥압 및 다른 변수와의 관련성을 알아보기 위하여 Pearson 상관분석법을 이용하여 단순상관분석과 성별을 보정한 편

상관분석을 하였다. 다른 심혈관 질환 위험요인의 영향을 통제한 상태에서 맥압과 경동맥 IMT의 관련성을 알아보기 위하여 일반선형분석 및 다중선형회귀분석을 시행하였다. 다중회귀분석에서는 경동맥 IMT와 관련성이 높은 성별(전체 분석에서만), 연령, 허리둘레, 혈당, 총 콜레스테롤/고밀도지단백 콜레스테롤 비 등을 보정하였으며, 흡연 및 음주는 빈도가 매우 낮고 IMT와의 관련성도 보이지 않아서 보정하지 않았다.

## 결 과

연구대상 청소년 250명 중 남자가 129명, 여자가 121명이었으며, 평균 연령은 17.8세였다. 신장, 체중, BMI, 허리둘레, 수축기와 이완기혈압, 맥압과 경동맥 IMT는 남

**Table 1.** Characteristics of study participants

Variable	Total (n=250)	Male (n=129)	Female (n=121)	p-value
Age (yr)	17.8 ± 0.5	17.8 ± 0.4	17.9 ± 0.5	0.236
Height (cm)	166.9 ± 7.8	172.8 ± 4.8	160.7 ± 5.0	<0.001
Weight (kg)	61.1 ± 10.1	66.4 ± 9.5	55.5 ± 7.4	<0.001
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	21.8 ± 2.8	22.2 ± 2.9	21.5 ± 2.7	0.038
Waist circumference (cm)	73.0 ± 6.5	75.3 ± 6.9	70.6 ± 5.0	<0.001
SBP (mm Hg)	118.6 ± 12.7	124.8 ± 12.3	112.0 ± 9.3	<0.001
DBP (mm Hg)	66.7 ± 7.7	68.1 ± 7.8	65.2 ± 7.4	0.003
Pulse pressure (mm Hg)	51.9 ± 9.9	56.7 ± 9.2	46.8 ± 8.0	<0.001
Fasting glucose (mg/dL)	86.5 ± 6.6	87.1 ± 6.1	85.7 ± 7.0	0.083
Fasting insulin (uIU/mL)	9.7 ± 5.0	9.4 ± 3.9	10.0 ± 5.9	0.370
Total cholesterol (mg/dL)	163.1 ± 28.1	159.5 ± 31.4	167.0 ± 23.5	0.034
Triglyceride (mg/dL)	86.1 ± 37.0	84.0 ± 36.0	88.4 ± 38.0	0.350
HDL cholesterol (mg/dL)	46.4 ± 8.9	44.4 ± 8.3	48.6 ± 8.9	<0.001
Total/HDL cholesterol ratio	3.6 ± 0.7	3.7 ± 0.8	3.5 ± 0.6	0.082
Carotid IMT (mm)	0.50 ± 0.05	0.51 ± 0.05	0.49 ± 0.04	0.014
Body mass index ≥ 25 kg/m <sup>2</sup>	29 (11.6)	19 (14.8)	10 (8.2)	0.128
SBP ≥ 120 mm Hg or DBP ≥ 80 mm Hg	11 (4.4)	10 (7.8)	1 (0.8)	<0.001
High fasting glucose ≥ 100 mg/dL	5 (2.0)	4 (3.1)	1 (0.8)	0.371
High total cholesterol ≥ 200 mg/dL	19 (7.6)	11 (8.5)	8 (6.6)	0.568
Ever smoking ≥ 100 cigarettes	8 (3.2)	7 (5.4)	1 (0.8)	0.067
Alcohol intake ≥ 1 time/mo	40 (16.0)	37 (28.7)	3 (2.5)	<0.001
Regular exercise ≥ 1 time/wk	100 (40.0)	69 (53.5)	31 (25.6)	<0.001

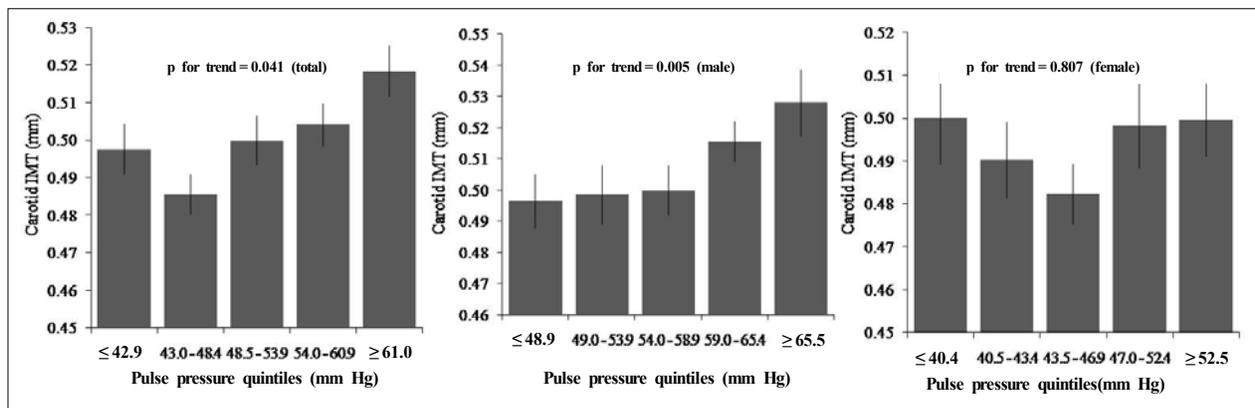
Values are presented as mean ± standard deviation or number (%).

SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL, high density lipoprotein; IMT, intima-media thickness.

**Table 2.** Correlations between major cardiovascular risk factors and carotid IMT in 250 adolescents

Variable	Unadjusted		Sex-adjusted	
	Coefficient	p-value	Coefficient	p-value
Body mass index	0.0073	0.909	-0.0133	0.834
Waist circumference	0.0012	0.985	-0.0590	0.354
Systolic blood pressure	0.1642	0.009	0.1008	0.113
Diastolic blood pressure	0.0072	0.911	-0.0229	0.720
Pulse pressure	0.2037	0.001	0.1479	0.020
Fasting glucose	-0.0043	0.946	-0.0217	0.734
Fasting insulin	-0.0482	0.448	-0.0399	0.531
Total cholesterol	0.1552	0.014	0.1795	0.005
Triglyceride	-0.0336	0.598	-0.0247	0.698
HDL cholesterol	0.0709	0.264	0.1115	0.079
Total/HDL cholesterol ratio	0.0768	0.226	0.0610	0.338

IMT, intima-media thickness; HDL, high density lipoprotein.



**Fig. 1.** Carotid intima-media thickness (IMT) across pulse pressure quintiles. Columns indicate mean levels and lines indicate standard errors.

자에서, 총 콜레스테롤과 고밀도지단백 콜레스테롤은 여자에서 더 높았다. 수축기혈압 120 mm Hg 이상 또는 이완기혈압 80 mm Hg 이상인 대상자는 총 11명(4.4%)이었으며, BMI 25 kg/m<sup>2</sup> 이상인 경우는 29명(11.6%), 공복혈당 100 mg/dL 이상은 5명(2.0%), 총 콜레스테롤 200 mg/dL 이상은 19명(7.6%)이었다. 평생 100개피 이상 흡연을 한 청소년이 8명(3.2%)이었으며, 한 달에 한 번 음주를 하는 청소년은 40명(16%), 일주일에 한 번 이상 운동을 하는 청소년은 100명(40%)이었다(Table 1).

경동맥 IMT의 범위는 최소 0.380 mm에서 최대 0.615

mm였으며, 남자에서 25백분위수, 50백분위수, 75백분위수에 해당하는 IMT는 각각 0.475 mm, 0.510 mm, 0.535 mm이었으며 여자에서는 0.460 mm, 0.495 mm, 0.520 mm이었다. 심혈관 질환 위험요인으로 알려진 변수들과 경동맥 IMT의 상관관계를 보면(Table 2), 맥압이 IMT와 가장 높은 상관성을 보였으며(Pearson 상관계수  $r = 0.2037$ ,  $p = 0.001$ ), 수축기혈압( $r = 0.1642$ ,  $p = 0.009$ )과 총 콜레스테롤( $r = 0.1552$ ,  $p = 0.014$ )도 유의한 상관성을 보였다. 성별을 보정한 이후에는 맥압( $r = 0.1479$ ,  $p = 0.020$ )과 총 콜레스테롤( $r = 0.1795$ ,  $p = 0.005$ )만이 IMT와 유의한 상

**Table 3.** Relationships between pulse pressure and carotid IMT in 250 adolescents

Pulse pressure (mm Hg)	Carotid IMT				
	Means $\pm$ SD (mm)	Unadjusted difference* ( $\mu$ m)	p-value	Adjusted difference <sup>†</sup> ( $\mu$ m)	p-value
<b>Total</b>					
Q1, <43.0	0.498 $\pm$ 0.047	Reference	–	Reference	–
Q2, 43.0–48.4	0.485 $\pm$ 0.038	–13.303	0.138	–13.423	0.133
Q3, 48.5–53.9	0.500 $\pm$ 0.047	–0.295	0.974	3.522	0.703
Q4, 54.0–60.9	0.504 $\pm$ 0.041	2.309	0.811	8.125	0.411
Q5, $\geq$ 61.0	0.518 $\pm$ 0.048	15.774	0.113	24.791	0.022
p for trend	0.003		0.041		0.005
Continuous (per 10 mm Hg increase of PP)		7.645	0.020	10.906	0.003
<b>Male</b>					
Q1, <49.0	0.496 $\pm$ 0.042	Reference	–	Reference	–
Q2, 49.0–53.9	0.498 $\pm$ 0.048	2.003	0.873	10.223	0.418
Q3, 54.0–58.9	0.500 $\pm$ 0.041	3.356	0.787	13.298	0.285
Q4, 59.0–65.4	0.516 $\pm$ 0.033	19.119	0.129	35.710	0.007
Q5, $\geq$ 65.5	0.528 $\pm$ 0.054	31.619	0.013	45.341	0.001
p for trend			0.005		<0.001
Continuous (per 10 mm Hg increase of PP)		11.723	0.006	17.276	<0.001
<b>Female</b>					
Q1, <40.5	0.500 $\pm$ 0.050	Reference	–	Reference	–
Q2, 40.5–43.4	0.490 $\pm$ 0.046	–9.815	0.443	–8.430	0.523
Q3, 43.5–46.9	0.482 $\pm$ 0.034	–17.708	0.180	–16.746	0.219
Q4, 47.0–52.4	0.498 $\pm$ 0.049	–1.875	0.887	–1.288	0.924
Q5, $\geq$ 52.5	0.500 $\pm$ 0.041	–0.417	0.975	3.436	0.804
p for trend			0.807		0.646
Continuous (per 10 mm Hg increase of PP)		1.814	0.722	3.609	0.518

IMT, intima-media thickness; SD, standard deviation; PP, pulse pressure.

\*Adjusted for sex when analyzed for total participants.

<sup>†</sup>Adjusted for age, waist circumference, fasting plasma glucose, and total / high density lipoprotein cholesterol ratio.

관관계를 보였다.

맥압을 오분위수(quintiles)로 구분하여 경동맥 IMT와의 관련성을 평가한 결과, 맥압이 증가할수록 IMT가 증가하는 경향성이 전체( $p = 0.041$ )와 남자청소년( $p = 0.005$ )에서는 관찰되었으나 여자청소년 ( $p = 0.807$ )에서는 유의한 관련성을 볼 수 없었다(Fig. 1). 주요 심혈관 질환 위험요인인 성, 연령, 허리둘레, 혈당, 총 콜레스테롤/고밀도지단백 콜레스테롤 비 등을 보정한 이후에도 전체( $p = 0.005$ ) 및 남자( $p < 0.001$ )에서는 유의한 경향성이 관찰되었다. 맥압을 연속변수로 처리하여 분석한 결과, 맥압이 10 mm Hg 증가할 때마다 IMT가 전체에서는 7.6  $\mu$ m ( $p = 0.020$ ), 남자에서는 11.7  $\mu$ m ( $p = 0.006$ )씩 증가하였다.

성, 연령, 허리둘레, 혈당, 총 콜레스테롤/고밀도지단백 콜레스테롤 비 등을 보정하면 맥압이 10 mm Hg 증가는 전체에서는 IMT 10.9  $\mu$ m 증가( $p = 0.003$ ), 남자에서는 IMT 17.3  $\mu$ m 증가( $p < 0.001$ )와 관련되어 있었다. 여자청소년에서는 연속변수로 분석할 때에도 IMT와 유의한 관련성이 관찰되지 않았다(Table 3).

## 고찰

본 연구는 건강한 17-19세 청소년에서 맥압과 경동맥

**Table 4.** Association between pulse pressure and carotid intima-media thickness (IMT) among adolescents in the current study and previous studies

Study	Sex	Number	Pulse pressure		Carotid IMT		Correlation coefficient (p-value)
			Mean in mm Hg	Age (yr)	Mean in mm Hg	Age (yr)	
Current study	Total	249	52.0	17.8	0.50	17.8	0.197 (p = 0.002) 0.143 (p = 0.025)*
Jourdan et al. <sup>18)</sup>	Total	247	54.6	10-20	0.39	10-20	0.34 (p < 0.001)
Raitakari et al. <sup>8)</sup>	Male	961	48.0	12-18	0.59	32	0.125 (p < 0.001)
	Female	1,185	44.0	13	0.57	32	
Vos et al. <sup>9)</sup>	Total	750	43.5	28.4	0.49	28.4	NA (p < 0.05)

\*Adjusted for sex.

IMT 간에 양의 관련성이 있는 것을 관찰하였다. 성인을 대상으로 한 여러 연구에서 맥압과 경동맥 IMT의 관련성이 보고되었으며,<sup>6,7)</sup> 청소년기 또는 초기 성인기에서도 맥압이 경동맥 IMT와 양의 관련성이 있음을 보고한 연구가 일부 있다. Jourdan 등<sup>18)</sup>의 연구에 따르면 성장기 아이들에서 측정된 맥압과 경동맥 IMT가 관련성을 보이고 있으며, 일부 다른 연구에는 어렸을 때 높은 맥압을 가지고 있었던 경우 성인이 된 후에 경동맥 IMT의 크기가 큰 것을 확인할 수 있다(Table 4).<sup>8,9)</sup> 이 연구들이 청소년들의 맥압과 경동맥 IMT를 같이 측정한 것은 아니지만, 청소년이었을 때 높은 맥압이 성인이 된 후의 경동맥 IMT에 영향을 미친다는 것이다. 이것은 이미 높은 맥압을 가지고 있는 사람들은 나이가 들어서도 지속적으로 높은 맥압을 유지하기 때문으로 해석되며, 우리 연구에서의 높은 맥압을 가지고 있는 대상자들에 대한 추적연구가 필요하겠다.

우리 연구대상자에서는 남자가 여자보다 높은 맥압 분포를 보였는데 이완기혈압은 남녀에서 비슷한 수준을 가지는 반면 수축기혈압은 남자가 여자보다 높은 분포를 가지기 때문이다. 이처럼 청소년에서 성별에 따른 혈압치의 차이는 이미 여러 차례 관찰되었다.<sup>19-21)</sup> 이러한 원인은 식습관, 신체활동, 생리적 차이 등 여러 가지의 이유가 있지만, 체질량지수, 비만의 증가가 가장 중요한 요인이 된다고 설명하고 있다.<sup>22-24)</sup> 우리나라 소아청소년 표준성장도표를 보면 남자에서 성 발육 가속현상이 반영되어 체질량지수 및 비만이 여자와 비교하면 현저히 높았다.<sup>25)</sup> 본

연구에서도 체질량지수 및 허리둘레가 수축기혈압과 양의 관련성이 있었다.

이 연구의 연구대상자는 모두 고등학교 3학년 재학생으로 연령이 17-19세로 한정되었기 때문에 맥압과 경동맥 IMT에 가장 큰 영향을 주는 연령으로 인한 혼란 효과를 통제할 수 있었다. 또한 질병이 없는 건강한 청소년의 맥압과 경동맥 IMT의 관련성을 본 첫 국내 연구라는 점에서 의의가 있다 하겠다. 그러나 몇 가지 제한점도 가지고 있는데, 첫째, 이 연구는 단면 연구이기 때문에 맥압과 경동맥 IMT 증가 사이의 선후관계를 평가하기 어렵다. 이 연구는 장기간 추적조사로 계획되었으므로 향후 추적조사를 통하여 반복적으로 맥압의 변화와 경동맥 IMT의 변화를 측정하면 맥압과 경동맥 IMT 증가의 인과관계를 입증하는데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 둘째, 역학적 연구들에서 IMT 측정방법의 차이로 인하여 우리 연구결과를 다른 연구와 직접 비교하기에 어려운 제한점이 있다. 우리 연구에서 17-19세 청소년의 경동맥 IMT를 측정한 결과 평균 및 표준편차는  $0.50 \pm 0.05$  mm이었으나, 건강한 우리나라 청소년들의 연령별 경동맥 IMT의 분포를 정확히 알기는 어렵다. 그러나 국내에서 청소년층을 포함한 건강인에서 경동맥 IMT가  $0.53 \pm 0.58$  mm로 우리 연구결과와 유사하였고,<sup>26)</sup> 국외 연구에서는 17-20세의 대상자에서  $0.39 \pm 0.03$  mm였고,<sup>18)</sup> 프랑스<sup>27)</sup>의 10-24세의 대상자에서  $0.49 \pm 0.05$  mm, 25-40세의 건강한 젊은 대상자에서는  $0.67$  mm로 측정되었다.<sup>28)</sup> 우리 연구에서는

양측 경동맥에서 각각 평균 IMT를 계산하고 두 값의 평균을 분석에 이용하였는데, 각 연구마다 평균값에 대한 정의의 내리는 방법은 서로 다양했으며,<sup>18,27,28)</sup> 또한 경동맥 IMT의 측정방법 및 측정자마다 서로 다른 값을 나타내는 경우가 많으므로 서로 다른 연구의 경동맥 IMT 값을 직접적으로 비교하기에는 무리가 있다. 셋째, 본 연구에서는 수은주혈압계를 사용하지 않고 자동화된 혈압계를 사용하여 수축기 및 이완기혈압을 측정하였다. 이 혈압계는 성인 연구에서는 타당성이 입증되었으나, 소아청소년 연구에서의 타당성은 아직 확립되지 않았다.<sup>29-31)</sup> 최근 국내 연구에서 7-18세 소아청소년을 대상으로 한 연구에서 Dinamap Procare는 수축기혈압은 International Protocol of European Society of Hypertension 기준을 통과하였으나, 이완기혈압은 수은주혈압계에 비하여 더 낮게 측정하며 특히 혈압이 낮은 경우 차이가 큰 것으로 보고되었다.<sup>32)</sup> 본 연구에서도 이완기혈압이 실제보다 낮게 측정되었을 가능성이 있으나 본 연구의 대상자는 17-19세로 성인에 거의 근접한 수준이기 때문에 다른 소아청소년 연구보다는 혈압측정 오차의 영향이 적을 것이다. 또한 본 연구의 주목적은 청소년의 평균 혈압수준이나 고혈압 유병률을 추정하는 것이 아니고, 맥압과 경동맥 IMT의 관련성을 평가하는 것으로 연구결과가 혈압측정 방법에 의하여 크게 왜곡되었을 것으로 생각되지는 않는다. 마지막으로 한 개 고등학교의 재학생만을 연구대상으로 하였기 때문에 연구결과를 일반화하기에는 무리가 있다. 하지만 대상자들의 신체계측은 대한소아과학회와 보건복지부가 발표한 2007년 소아청소년 표준성장도표와 비교했을 때 유사했다.<sup>25)</sup> 본 연구에서 평균신장 및 체중은 남자 172.8 cm, 66.4 kg, 여자 160.7 cm, 55.5 kg이었고, 표준성장도표는 남자 172.8 cm, 64.5 kg, 여자 160.4 cm, 53.9 kg이었다. 따라서 본 연구에서 관찰한 맥압과 경동맥 IMT의 관련성이 연구대상자의 특수성 때문에 발생한 것으로 보기는 어렵다.

요약하면 이 연구는 질병력이 없는 건강한 청소년에게서도 맥압의 증가가 경동맥 IMT와 관련성이 있음을 보여주고 있다. 맥압이 수축기혈압보다도 경동맥 내중막 두께

와 관련성이 더 강하였으며 이는 맥압이 초기 혈관변성에 중요한 역할을 할 수 있음을 지지하는 결과이다.

## 요 약

**연구배경:** 맥압과 죽상동맥경화증의 관련성이 보고되었지만 비교적 낮은 맥압(pulse pressure)수준을 가지는 소아나 청소년에서의 관련성에 대한 연구는 부족하다. 본 연구는 건강한 청소년을 대상으로 맥압과 경동맥 내중막 두께(intima-media thickness, IMT)의 관련성을 평가하고자 수행되었다.

**방법:** 연구 대상자는 2009년 11월 20일부터 12월 1일까지 조사된 250명(남자 129명, 여자 121명)으로 한국의 전남 장성 고등학교 3학년에 재학중인 건강한 청소년(평균연령: 17.8세)을 대상으로 하였다. 맥압은 안정시 수축기혈압과 이완기혈압의 차이로 정의하였다. 경동맥 IMT는 B-mode 초음파기(SSAD-3500SV, Aloka)를 이용하여 총경동맥이 내경동맥과 외경동맥으로 분리되는 분지점의 근위부에 있는 총경동맥의 원벽에서 측정하였으며, 왼쪽과 오른쪽 경동맥에서 측정된 평균두께의 평균값을 분석에 이용하였다.

**결과:** 맥압은 전체에서 경동맥 IMT와 유의한 상관성( $r = 0.2037$ ,  $p = 0.001$ )을 보였으며, 성별을 보정한 이후에도 유의한 상관성( $r = 0.1479$ ,  $p = 0.020$ )이 있었다. 성, 연령, 허리둘레, 공복혈당, 총 콜레스테롤/고밀도지단백 콜레스테롤 비를 보정한 다변량회귀분석 결과, 맥압 10 mm Hg는 전체에서는 IMT 10.9  $\mu\text{m}$  증가( $p = 0.003$ ), 남자 청소년에서는 17.3  $\mu\text{m}$  증가( $p < 0.001$ )와 관련되었으나, 여자청소년에서는 유의한 관련성이 관찰되지 않았다( $p = 0.518$ ).

**결론:** 본 연구결과는 건강한 남자청소년에서 맥압 증가와 경동맥 IMT 증가가 관련성이 있음을 보여준다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년 대한고혈압학회 학술연구비 지원으로 시행되었습니다.

## References

1. Sohn IS, Lee JB, Cho BH, Park JH, Jin ES, Cho JM, et al. Carotid intima-media thickness and arterial stiffness in hypertensive patients with first attack of ischemic stroke. *J Korean Soc Hypertens.* 2010;16:14-21.
2. Jun HJ, Kim DS, Park YJ, Choi GN, Jang JH, Noh EJ, et al. The analysis with aortic stiffness, carotid intima-media thickness and aortic valve sclerosis according to existence and severity of coronary artery disease in hypertensive patients. *J Korean Soc Hypertens.* 2008;14:19-27.
3. Simon A, Garipey J, Chironi G, Megnien JL, Levenson J. Intima-media thickness: a new tool for diagnosis and treatment of cardiovascular risk. *J Hypertens.* 2002;20:159-69.
4. Vaudo G, Schillaci G, Evangelista F, Pasqualini L, Verdecchia P, Mannarino E. Arterial wall thickening at different sites and its association with left ventricular hypertrophy in newly diagnosed essential hypertension. *Am J Hypertens.* 2000;13(4 Pt 1):324-31.
5. Sorof JM, Alexandrov AV, Cardwell G, Portman RJ. Carotid artery intimal-medial thickness and left ventricular hypertrophy in children with elevated blood pressure. *Pediatrics.* 2003;111:61-6.
6. Riley WA, Evans GW, Sharrett AR, Burke GL, Barnes RW. Variation of common carotid artery elasticity with intimal-medial thickness: the ARIC Study. *Atherosclerosis Risk in Communities. Ultrasound Med Biol.* 1997;23:157-64.
7. Zureik M, Touboul PJ, Bonithon-Kopp C, Courbon D, Berr C, Leroux C, et al. Cross-sectional and 4-year longitudinal associations between brachial pulse pressure and common carotid intima-media thickness in a general population. The EVA study. *Stroke.* 1999;30:550-5.
8. Raitakari OT, Juonala M, Taittonen L, Jula A, Laitinen T, Kahonen M, et al. Pulse pressure in youth and carotid intima-media thickness in adulthood: the cardiovascular risk in young Finns study. *Stroke.* 2009;40:1519-21.
9. Vos LE, Oren A, Uiterwaal C, Gorissen WH, Grobbee DE, Bots ML. Adolescent blood pressure and blood pressure tracking into young adulthood are related to subclinical atherosclerosis: the Atherosclerosis Risk in Young Adults (ARYA) study. *Am J Hypertens.* 2003;16:549-55.
10. Fang J, Zhang JP, Luo CX, Yu XM, Lv LQ. Carotid Intima-media thickness in childhood and adolescent obesity relations to abdominal obesity, high triglyceride level and insulin resistance. *Int J Med Sci.* 2010;7:278-83.
11. Lebenthal Y, Horvath A, Dziechciarz P, Szajewska H, Shamir R. Are treatment targets for hypercholesterolemia evidence based? systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Arch Dis Child.* 2010;95:673-80.
12. Krebs A, Schmidt-Trucksass A, Alt J, Doerfer J, Krebs K, Winkler K, et al. Synergistic effects of elevated systolic blood pressure and hypercholesterolemia on carotid intima-media thickness in children and adolescents. *Pediatr Cardiol.* 2009;30:1131-6.
13. Shah AS, Dolan LM, Kimball TR, Gao Z, Khoury PR, Daniels SR, et al. Influence of duration of diabetes, glycemic control, and traditional cardiovascular risk factors on early atherosclerotic vascular changes in adolescents and young adults with type 2 diabetes mellitus. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009;94:3740-5.
14. Bilginer Y, Ozaltin F, Basaran C, Aki TF, Karabulut E, Duzova A, et al. Carotid intima-media thickness in children and young adults with renal transplant: Internal carotid artery vs. common carotid artery. *Pediatr Transplant.* 2007;11:888-94.
15. Litwin M, Trelewicz J, Wawer Z, Antoniewicz J, Wierzbicka A, Rajszyz P, et al. Intima-media thickness and arterial elasticity in hypertensive children: controlled study. *Pediatr Nephrol.* 2004;19:767-74.
16. Viazzi F, Leoncini G, Parodi D, Ravera M, Ratto E, Vettoretti S, et al. Pulse pressure and subclinical cardiovascular damage in primary hypertension. *Nephrol Dial Transplant.* 2002;17:1779-85.
17. Fang J, Madhavan S, Cohen H, Alderman MH. Measures of blood pressure and myocardial infarction in treated hypertensive patients. *J Hypertens.* 1995;13:413-9.
18. Jourdan C, Wuhl E, Litwin M, Fahr K, Trelewicz J, Jobs K, et al. Normative values for intima-media thickness and distensibility of large arteries in healthy adolescents. *J Hypertens.* 2005;23:1707-15.
19. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004;114(2 Suppl 4th Report):555-76.
20. Muntner P, He J, Cutler JA, Wildman RP, Whelton PK. Trends in blood pressure among children and adolescents. *JAMA.* 2004;291:2107-13.
21. Jackson LV, Thalange NK, Cole TJ. Blood pressure centiles for Great Britain. *Arch Dis Child.* 2007;92:298-303.

22. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 1999;103(6 Pt 1):1175-82.
23. Field AE, Cook NR, Gillman MW. Weight status in childhood as a predictor of becoming overweight or hypertensive in early adulthood. *Obes Res*. 2005;13:163-9.
24. Dasgupta K, O'Loughlin J, Chen S, Karp I, Paradis G, Tremblay J, et al. Emergence of sex differences in prevalence of high systolic blood pressure: analysis of a longitudinal adolescent cohort. *Circulation*. 2006;114:2663-70.
25. Moon JS, Lee SY, Nam CM, Choi JM, Choe BK, Seo JW, et al. 2007 Korean National Growth Charts: review of developmental process and an outlook. *Korean J Pediatr*. 2008;51:1-25.
26. Kim JY, Kim ES, Jeon JY, Jekal Y. Improved insulin resistance, adiponectin and liver enzymes without change in plasma vaspin level after 12 weeks of exercise training among obese male adolescents. *Korean J Obes*. 2011;20:138-46.
27. Sass C, Herbeth B, Chapet O, Siest G, Visvikis S, Zannad F. Intima-media thickness and diameter of carotid and femoral arteries in children, adolescents and adults from the Stanislas cohort: effect of age, sex, anthropometry and blood pressure. *J Hypertens*. 1998;16:1593-602.
28. Stein JH, Douglas PS, Srinivasan SR, Bond MG, Tang R, Li S, et al. Distribution and cross-sectional age-related increases of carotid artery intima-media thickness in young adults: the Bogalusa Heart Study. *Stroke*. 2004;35:2782-7.
29. Wong SN, Tz Sung RY, Leung LC. Validation of three oscillometric blood pressure devices against auscultatory mercury sphygmomanometer in children. *Blood Press Monit*. 2006;11:281-91.
30. Reinders A, Reggiori F, Shennan AH. Validation of the DINAMAP ProCare blood pressure device according to the international protocol in an adult population. *Blood Press Monit*. 2006;11:293-6.
31. de Greeff A, Reggiori F, Shennan AH. Clinical assessment of the DINAMAP ProCare monitor in an adult population according to the British Hypertension Society Protocol. *Blood Press Monit*. 2007;12:51-5.
32. Lee CG, Park HM, Shin HJ, Moon JS, Hong YM, Kim NS, et al. Validation study of the Dinamap ProCare 200 upper arm blood pressure monitor in children and adolescents. *Korean J Pediatr*. 2011;54:463-9.