

노인에서 동맥경화지표와 단문형 국제신체활동설문지(IPAQ-SF)로 평가한 신체활동수준과의 관계

이현주¹⁾ · 괘지연²⁾ · 전하연²⁾ · 김은경^{3)†}

¹⁾강릉아산병원 영양과, 임상영양사, ²⁾강릉원주대학교 식품영양학과, 대학원생, ³⁾강릉원주대학교 식품영양학과, 교수

Relationship between Arterial Stiffness and Physical Activity Level Assessed by International Physical Activity Questionnaire-short form (IPAQ-SF) in the Elderly

Hyun-Ju Lee¹⁾, Ji-Yeon Gwak²⁾, Ha-Yeon Jun²⁾, Eun-Kyung Kim^{3)†}

¹⁾Clinical Dietitian, Department of Nutrition and Dietetics, Gangneung Asan Hospital, Gangneung, Korea

²⁾Graduate Student, Department of Food and Nutrition, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea

³⁾Professor, Department of Food and Nutrition, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea

†Corresponding author

Eun-Kyung Kim
Department of Food and Nutrition, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheongil, Gangneung, Gangwon 25457, Korea

Tel: (033) 640-2336
Fax: (033) 640-2330
E-mail: ekkim@gwnu.ac.kr

Acknowledgments

This study was supported by 2018 Academic Research Support Program in Gangneung-Wonju National University (2018100259).

Received: May 15, 2020

Revised: June 18, 2020

Accepted: June 19, 2020

ABSTRACT

Objectives: Cardiovascular disease is a major cause of death in the elderly in Korea. Increased arterial stiffness is linked to risk of cardiovascular disease and mortality. The purpose of this study was to investigate the relationship between arterial stiffness and physical activity in the elderly.

Methods: A total of 209 older adults (110 men and 99 women) participated in this study. Arterial stiffness of subjects such as brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) and ankle brachial pressure index (ABI) was measured using a non-invasive vascular screening device (VP-1000 Plus, Omron, Kyoto, Japan). The interviewed Korean version of the international physical activity questionnaire short form (IPAQ-SF) was used to evaluate subject's physical activity level and classify subjects as active or inactive group based on the time spent doing moderate to vigorous physical activity (MVPA).

Results: The mean age of total subjects was 75.3 ± 5.6 years. There was no significant difference in sex distribution between the active group (39.7%) and inactive group (60.3%). The baPWV ($1,758.1 \pm 375.2$ cm/sec) of the active group was significantly lower than that ($1,969.7 \pm 372.3$ cm/sec) of the inactive group ($P < 0.05$). There was a significant inverse association between time spent in MVPA and baPWV ($r = -0.245$, $P < 0.01$).

Conclusions: This study suggests that physical activity programs for older adults are needed to prevent arteriosclerosis.

Korean J Community Nutr 25(3): 236~245, 2020

KEY WORDS arterial stiffness, pulse wave velocity, physical activity

서 론

Global Burden of Diseases 2017 연구 [1]에 따르면 전 세계적으로 심혈관질환은 비전염성 질병으로 인한 사망의 주요 원인으로 보고되었다. 또한 우리나라 2018년 생명표에 의하면 노인(60~79세)의 사망원인 2위와 3위는 심장질환과 뇌혈관 질환으로 나타난바 심혈관질환은 우리나라에서도 노인의 주요 사망 원인 중 하나이다. 이러한 심혈관질환의 주요 위험 요인은 고령, 남성, 고혈압, 이상지질혈증, 당뇨병, 비만, 조기 심혈관질환의 가족력, 흡연 및 신체활동 부족으로 알려져 있다 [2]. 신체활동 부족은 고혈압, 이상지질혈증 및 비만과 같은 심혈관질환의 위험 인자에 영향을 미치고 결과적으로 관상 동맥 심장 질환의 위험을 증가시킨다 [3-5].

심혈관질환 및 이로 인한 사망률의 증가 위험을 예측하는 지표로 동맥경화가 알려져 있다 [6]. 동맥경화는 동맥벽의 경도를 표현하는 용어로 연령이 증가함에 따른 혈관 탄성섬유의 퇴화, 칼슘 침착, 콜라겐 축적 등에 의하여 증가한다 [7]. 동맥경화를 진단하는 방법으로는 관상동맥조영술과 같은 침습적인 방법과 초음파 영상진단이나 컴퓨터단층촬영 등과 같이 고가의 장비를 이용하는 비침습적인 방법이 있는데, 이들은 시술상의 위험 및 고비용 등으로 임상적 활용에 있어 제약이 따른다 [8].

이에 맥파전달속도(pulse wave velocity, PWV) [9] 및 상완-발목간 혈압비(ankle brachial pressure index, ABI) [10]와 같이 측정이 용이하고 재현성이 높은 비침습적 진단 방법이 동맥경화지표로 사용되고 있으며 최근 이들을 이용하여 심혈관질환의 위험인자를 분석한 연구들이 보고되고 있다 [9-13]. PWV를 측정하는 방법으로는 경동맥-대퇴동맥 맥파전달속도(carotid-femoral PWV, cfPWV)가 가장 오래된 방법으로 많은 연구가 진행되어 왔으나, 경동맥과 대퇴동맥에 센서를 일정한 압력으로 부착하여 명확한 파형을 기록하는 것이 어렵다. 따라서 최근에는 혈압 cuff에 부착된 oscillometric sensor로 맥파를 기록하여 측정하는 방법인 상완-발목간 맥파전달속도(brachial-ankle PWV, baPWV)가 사용되고 있다 [14].

또한 교정 가능한 심혈관질환의 위험 인자인 신체활동과 동맥경화지표와의 관계를 규명하기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 평소 신체활동수준을 평가하는 방법으로는 신체활동 일기 또는 국제신체활동설문지(international physical activity questionnaire, IPAQ)와 같은 설문지를 이용하여 기록하는 자가기록법(self reporting method)

과 동작가속도계(accelerometer)를 이용하여 신체의 움직임을 측정하는 방법 등이 있다. 자가기록법의 경우 수행된 활동 유형을 조사하므로 평소 활동 패턴을 상세히 수집할 수 있다는 장점이 있으나 대상자의 기억에 의존해 기록된다는 단점이 있다. 반면 동작가속도계는 신체의 움직임에 의한 가속도를 측정하는 것으로 신체활동량에 대한 객관적인 분석이 가능하나 [15] 구체적인 활동 유형의 파악이 어렵다는 단점이 있다 [16].

외국의 경우, 평소 신체활동수준을 평가 후 PWV와의 관계를 조사한 단면 연구 [17-20], 5~10년 단위로 신체활동수준 및 PWV의 변화를 추적 관찰한 코호트 연구 [21-23] 및 운동프로그램 중재 후 PWV를 비교한 연구 [24, 25] 등 다양한 연구들이 진행되고 있다. 반면, 국내에서는 대학생 [26] 및 성인여자 [27, 28]를 대상으로 신체활동설문지 및 가속도계로 평가한 신체활동수준과 PWV와의 관계를 분석한 연구들이 수행되었으나, 동맥경화의 위험이 높은 노인을 대상으로 한 연구는 미비한 실정이다. 국내에서 노인을 대상으로 한 연구는 운동참여 여부에 따른 PWV를 비교한 연구만 보고되었다 [29].

이에 본 연구에서는 심혈관질환으로 사망률이 높은 노인을 대상으로 타당도가 검증된 단문형 국제신체활동설문지(IPAQ-short form) [30]를 이용하여 평소 신체활동수준을 조사하고, 동맥경화지표인 PWV 및 ABI와의 관련성을 알아보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상자

강릉시의 노인복지회관 및 경로당 등을 통해 만 65세 이상의 노인을 연구대상자로 모집하였다. 이들에게 연구 내용을 설명한 후 자발적으로 연구 참여 동의서를 작성한 노인 225명을 본 연구대상자로 하였다. 이 중 측정자료 오류로 13명, 신체활동설문지 작성 미비로 3명 등 총 16명을 제외하고 209명(남자 110명, 여자 99명)을 최종 연구대상자로 하였다. 본 연구는 강릉원주대학교 생명윤리심의위원회의 승인(GWNUIRB-2018-16)을 받은 후 진행하였다.

2. 신체계측

신장은 가벼운 옷차림으로 신발을 벗은 상태에서 직립한 자세로 자동신장계(BSM 330, Inbody, Korea)를 이용하여, 체중 및 체성분은 체성분 분석기(Inbody 620, Inbody, Korea)를 이용하여 측정하였다. 체질량지수(body mass index, BMI)는 측정된 신장과 체중을 이용하여 다음과 같

은 방법으로 산출하였으며 비만도는 BMI를 이용하여 세계 보건기구 아시아-태평양지역 기준 [31]에 따라 평가하였다.

$$\cdot \text{BMI} = \text{체중 (kg)} / [\text{신장 (m)} \times \text{신장 (m)}]$$

3. 신체활동 조사

연구대상자의 신체활동은 노인에서 타당도가 검증된 한글판 IPAQ-SF [30]를 이용하여 자가 기입 및 연구원과의 일대일 면담을 통하여 조사되었다. IPAQ-SF는 최근 일주일 동안의 활동량을 기준으로 설계되었으며, 설문 문항은 직업 및 일과 관련된 고/중강도 활동 횟수 및 소비한 시간, 운동 및 여가활동과 관련된 고/중강도 활동 횟수 및 소비한 시간, 걷는 시간, 앉아 있거나 누워 있는 시간 등으로 구성되었다. 신체활동 수준에 대한 이해를 돕기 위해 각 수준의 활동별 예시(고강도활동: 건설노동, 달리기, 등산 및 수영 등, 중강도활동: 청소, 육아, 골프 및 댄스 등, 좌식활동: TV 시청, 책읽기 및 음악 감상 등)를 제공하였다. 신체활동 수준에 따른 연구대상자의 분류는 세계보건기구(world health organization, WHO)의 신체활동 지침 [32]에 따라 구분하였다. 즉, 중·고강도 신체활동(moderate to vigorous physical activity, MVPA)을 일주일간 총 150분 이상 소비하는 경우는 ‘활동군’으로, 그 미만인 경우는 ‘비활동군’으로 구분하였다. MVPA에 소비하는 시간은 IPAQ scoring protocol [33]에 따라 중강도활동과 고강도활동에 소요한 시간의 합으로 계산하였다.

4. 동맥경화지표 측정

1) 상완-발목간 맥파 전달 속도

동맥경화도를 측정하는데 있어서 가장 보편적이며 신뢰성 있는 생리학적인 변수는 PWV이다 [11]. 동맥의 일정거리를 지나가는 혈류의 속도인 PWV는 속도가 빠를수록 동맥경화를 나타내며 PWV의 변화 정도는 동맥부위 전체의 경화도를 반영한다 [12]. 본 연구에서는 기존의 침습적 방법에 비하여 편이성과 경제성이 월등할 뿐만 아니라 조사자에게 특별한 훈련이나 별도의 자격증이 필요하지 않은 장점이 있는 baPWV를 측정하였다 [13]. BaPWV 측정은 혈압 맥과 검사장비(VP-1000 Plus, Omron, Kyoto, Japan)를 이용하여 대상자가 침대에 반듯이 누운 자세로 안정을 취한 후, 양 손목에는 심전도 전극을 부착하고, 흉골의 왼쪽 가장자리에는 심장 소리를 감지하기 위한 송화기를 부착하고, 양 팔 상완과 양 발목에 cuff를 감싼 상태에서 측정하였다. BaPWV 계산식은 다음과 같다.

$$\cdot \text{BaPWV (cm/sec)} = \text{혈관길이} / (\text{상완과 발목 간 맥파 전달시간의 차이})$$

BaPWV값은 왼쪽과 오른쪽의 평균값을 이용하여 분석하였다. 전체 대상자를 Tomiyama 등 [34]이 제시한 baPWV의 성별 및 연령별 평균값을 기준으로 ‘정상군 (< Mean + 1SD)’, ‘경미한 경화군 ($\geq \text{Mean} + 1\text{SD}$ and < Mean + 2SD)’, 및 ‘경화군 ($\geq \text{Mean} + 2\text{SD}$)’으로 구분하여 비교하였다.

2) 상완-발목간 혈압비

ABI는 Winsor [35]에 의해 개발되었으며 말초동맥질환의 비침습적 진단 방법으로 제안되었다 [36]. ABI는 상완과 발목의 혈압을 측정하여 발목의 수축기 혈압을 상완의 수축기 혈압으로 나눈 수치로 수치가 낮을수록 말초동맥질환의 위험이 높은 것으로 알려져 있다 [36]. ABI도 혈압 맥과 검사장비(VP-1000 Plus, Omron, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였으며 왼쪽과 오른쪽의 평균값을 이용하여 분석하였다.

5. 병력 및 흡연 조사

설문지를 이용하여 관상동맥질환의 위험인자인 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증의 병력과 성별, 연령 및 흡연상태 등 [2]을 자가 기입 또는 연구원과의 일대일 면담을 통하여 조사하였다.

6. 통계분석

수집된 자료는 IBM SPSS statistics 25.0(IBM Corporation, Armonk, NY, USA)을 이용하여 통계 처리하였다. 성별 및 신체활동수준에 따른 신체계측치, 혈압 및 각 신체활동에 소비한 시간의 비교를 위하여 independent t-test를 시행하였다. 신체활동수준별 동맥경화지표의 비교를 위하여 성별, 연령, 체질량지수, 혈압 및 병력을 보정한 후 generalized linear model을 시행하였다. 정규성 검정은 kolmogorov-smirnov test를 시행하였고, 정규성을 보이지 않는 변수는 log 변환 후 분석하였다. 신체활동과 동맥경화지표와의 상관관계 분석을 위하여 성별, 연령, 체질량지수, 혈압, 병력 및 좌식활동에 보내는 시간을 보정한 후 partial correlation을 시행하였고, 신체활동수준에 따른 동맥경화 위험도의 비교는 chi-square test를 시행하였다. 유의성 검정은 양측검정을 시행하였고, $P < 0.05$ 일 때 통계적으로 유의한 것으로 평가하였다.

결 과

연구 대상자의 신체계측치, 병력 및 흡연 상태 등을 Table 1에 제시하였다. 남자의 평균 연령은 76.7 ± 4.9 세로 여자(73.8 ± 5.9 세)에 비해 유의하게 높았다 ($P < 0.001$). BMI는 $25.5 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ 로 남·여간의 유의한 차이를 보이지

Table 1. Anthropometric and clinical characteristics of subjects by sex

Variables	Men	Women	Total	P-value ¹⁾
Number of subjects	110	99	209	
Age (years)	76.7 ± 4.9	73.8 ± 5.9	75.3 ± 5.6	< 0.001
Height (cm)	164.1 ± 5.1	152.0 ± 5.4	158.3 ± 8.0	< 0.001
Body weight (kg)	68.1 ± 9.1	59.3 ± 8.2	63.9 ± 9.7	< 0.001
Body fat (%) ²⁾	28.8 ± 5.8	36.9 ± 6.2	32.6 ± 7.2	< 0.001
Body mass index (kg/m ²)	25.2 ± 2.9	25.7 ± 3.4	25.5 ± 3.2	0.285
Weight status				
Underweight (< 18.5 kg/m ²)	2 (1.8)	0 (0.0)	2 (1.0)	
Normalweight (18.5~22.9 kg/m ²)	21 (19.1)	19 (19.2)	40 (19.1)	
Overweight (23.0~24.9 kg/m ²)	30 (27.3)	25 (25.3)	55 (26.3)	
Obese (≥ 25.0 kg/m ²)	57 (51.8)	55 (55.6)	112 (53.6)	
Hypertension	62 (56.4)	58 (58.6)	120 (57.4)	
Dyslipidemia	10 (9.1)	22 (22.2)	32 (15.3)	
Diabetes mellitus	19 (17.3)	18 (18.21)	37 (17.7)	
Smoking				
Current	8 (7.4)	0 (0.0)	8 (4.0)	
Former	77 (72.0)	0 (0.0)	77 (37.9)	
Never	22 (20.6)	96 (100.0)	118 (58.1)	

Mean ± SD or n (%)

1) By independent t-test

2) Measured by Inbody 620

않았다. BMI를 기준으로 비만도를 평가한 결과, 저체중은 2명 (1.0%), 정상체중은 40명 (19.1%), 과체중은 55명 (26.3%), 비만은 112명 (53.6%)이었다. 병력에 대한 설문 결과, 고혈압이 있는 사람은 120명 (57.4%), 이상지질혈증은 32명 (15.3%), 당뇨병은 37명 (17.7%)이었다. 이 중 고혈압, 이상지질혈증 및 당뇨병이 모두 있다고 응답한 사람은 남녀 각각 5명씩, 총 10명이었으며 고혈압과 이상지질혈증이 있는 사람은 12명 (남자 1명, 여자 11명), 고혈압과 당뇨병이 있는 사람은 19명 (남자 10명, 여자 9명)이었다. 흡연 실태를 조사한 결과, 여자의 경우에는 흡연자가 없었으며 남자 중 현재 흡연 중인 사람은 8명 (7.4%), 과거 흡연을 하였으나 현재는 금연 중인 사람은 77명 (72.0%), 비흡연

자는 22명 (20.6%)이었다.

Table 2는 성별에 따른 혈압, 동맥경화지표 및 각 신체활동에 소비한 시간 등을 나타냈다. 남·녀의 수축기혈압 및 이완기혈압은 각각 141.3±17.5 mmHg와 78.6±9.2 mmHg로 성별에 따른 유의한 차이는 없었다. 동맥경화지표 중 baPWV는 남자가 1,978.4± 426.4 cm/초로 여자 (1,782.7±308.0 cm/초) 보다 유의하게 높게 나타났다 ($P < 0.001$). 그러나 말초동맥질환 지표인 ABI는 여자가 1.12±0.09로 남자 (1.15±0.11)에 비해 유의하게 낮게 ($P < 0.05$) 나타났다. 좌식활동에 소비한 시간 (sedentary behavior)은 평균 11.0 시간/일이었으며, MVPA는 평균 21.1 분/일로 남·녀간 신체활동 수준의 유의한 차이는 없

Table 2. Blood pressure, arterial stiffness indicators and physical activity of subjects by sex

Variables	Men	Women	Total	P-value ¹⁾
SBP (mmHg) ²⁾	141.9 ± 18.2	140.6 ± 16.6	141.3 ± 17.5	0.515
DBP (mmHg) ³⁾	79.6 ± 9.7	77.6 ± 8.5	78.6 ± 9.2	0.092
baPWV (cm/sec) ⁴⁾	1,978.4 ± 26.4	1,782.7 ± 308.0	1,885.7 ± 386.7	< 0.001
ABI ⁵⁾	1.15 ± 0.11	1.12 ± 0.09	1.13 ± 0.10	< 0.05
Sedentary behavior (hour/day)	11.0 ± 2.3	11.09 ± 2.0	11.0 ± 2.2	0.785
MVPA (min/week) ⁶⁾	166.6 ± 236.6	170.4 ± 258.1	168.4 ± 246.4	0.912
MVPA (≥ 150 min/week)	42 (38.2)	41 (41.4)	83 (39.7)	

Mean ± SD or n (%)

1) By independent t-test

2) Systolic blood pressure, 3) Diastolic blood pressure, 4) Brachial-ankle pulse wave velocity, 5) Ankle brachial Index, 6) Moderate to vigorous physical activity.

었다. 대상자 중 WHO의 신체활동 지침(MVPA \geq 150 분/주)을 준수한 사람은 83명으로 전체의 39.7%를 차지하였는데 이는 남자의 38.2%(42명)였고, 여자의 41.1%(41명)에 해당하였다.

신체활동수준에 따른 분류는 WHO의 신체활동 지침 [32]에 따라 ‘활동군’과 ‘비활동군’으로 구분하였다. WHO 신체활동 지침 준수 여부에 따른 두 군의 신체계측, 혈압 및 각 신체활동에 소비한 시간은 Table 3과 같다. 활동군과 비활동군은 각각 83명과 126명이었으며, 두 군 중 여자의 비율은 각각 49.4%와 46%로 두 군간의 성별 분포의 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$). 활동군의 평균 연령은 73.3세로 비활동군의 76.5세에 비해 유의하게 낮았으나($P < 0.001$), 신체활동수준별 신체조성 및 혈압은 유의한 차이가 없었다. 활동군의 MVPA는 384.0 ± 271.2 분/주로 비활동군의 26.4 ± 40.4 분/주에 비해 유의하게 높았고($P < 0.001$), 좌식활동에 소비한 시간은 활동군이 10.3 ± 2.2 시간/일로 비활동군의 11.4 ± 2.0 시간/일에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.001$).

신체활동수준이 다른 두 군의 동맥경화지표를 살펴보면 (Table 4), 동맥경화의 위험인자인 성별, 연령, 체질량지수, 혈압 및 병력을 보정한 후에도 활동군의 baPWV는 $1,758.1 \pm 375.2$ cm/초로 비활동군의 $1,969.7 \pm 372.3$

cm/초에 비해 유의하게 낮았다($P < 0.05$). 그러나 ABI는 신체활동수준에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다.

동맥경화의 위험인자인 성별, 연령, 체질량지수, 병력 및 혈압과 좌식활동에 소비하는 시간을 보정한 후 MVPA와 baPWV와의 상관관계를 분석한 결과, 역의 상관관계($r = -0.245$, $P < 0.01$)가 나타났다(Fig. 1). 하지만, 좌식활동에 소비한 시간과 baPWV간에는 의미 있는 상관관계를 보이지 않았다.

신체활동수준이 다른 두 군에서 baPWV로 예측한 동맥경화 위험도에 따른 분포를 비교해 보았다(Fig. 2). baPWV는 Tomiyama 등 [34]이 제시한 baPWV의 성별 및 연령별 평균값을 기준으로 ‘정상군 (< Mean + 1SD)’, ‘경미한 경화군 (\geq Mean + 1SD and < Mean + 2SD)’ 및 ‘경화군 (\geq Mean + 2SD)’으로 구분하여 비교하였다. 활동군과 비활동군의 baPWV에 따른 분포는 유의한 차이를 나타냈다($\chi^2 = 16.072$, $P < 0.001$). 즉, 전체 연구 대상자의 33.0%에 해당되는 69명이 경화군으로 나타났는데, 활동군에서는 20.5%인 17명이 경화군이었으나, 비활동군에서는 41.3%(52명)가 경화군인 것으로 나타났다. 반면, 정상군이 차지하는 비율은 활동군에서 62.7%였으나, 비활동군에서는 34.9%에 불과하였다.

Table 3. Comparison of anthropometric and clinical characteristics between active and inactive groups

Variables	Group		P-value ¹⁾
	Active group	Inactive group	
Number of subjects	83.0	126	
Women (%)	49.4	46	
Age (years)	73.3 \pm 4.9	76.5 \pm 5.7	< 0.001
Height (cm)	158.6 \pm 7.9	158.1 \pm 8.1	0.650
Body weight (kg)	64.5 \pm 9.7	63.5 \pm 9.8	0.449
Body mass index (kg/m ²)	25.6 \pm 3.3	25.4 \pm 3.1	0.524
Body fat (%)	32.5 \pm 7.4	32.8 \pm 7.2	0.782
SBP (mmHg) ²⁾	140.6 \pm 18.2	141.7 \pm 17.1	0.643
DBP (mmHg) ³⁾	78.4 \pm 9.7	78.7 \pm 8.9	0.809
MVPA (min/week) ⁴⁾	384.0 \pm 271.2	26.4 \pm 40.4	< 0.001
Sedentary behavior (hour/day)	10.3 \pm 2.2	11.4 \pm 2.0	< 0.001

Mean \pm SD

1) By independent t-test.

2) Systolic blood pressure, 3) Diastolic blood pressure, 4) Moderate to vigorous physical activity.

Table 4. Comparison of arterial stiffness indicators between active and inactive groups

Variables	Group		P-value ¹⁾
	Active group	Inactive group	
baPWV (cm/sec) ²⁾	1,758.1 \pm 375.2	1,969.7 \pm 372.3	< 0.01
ABI ³⁾	1.14 \pm 0.12	1.13 \pm 0.10	0.557

Mean \pm SD

1) Adjusted for sex, age, BMI, SBP, DBP and medical history using generalized linear model.

2) Brachial-ankle pulse wave velocity, 3) Ankle brachial Index.

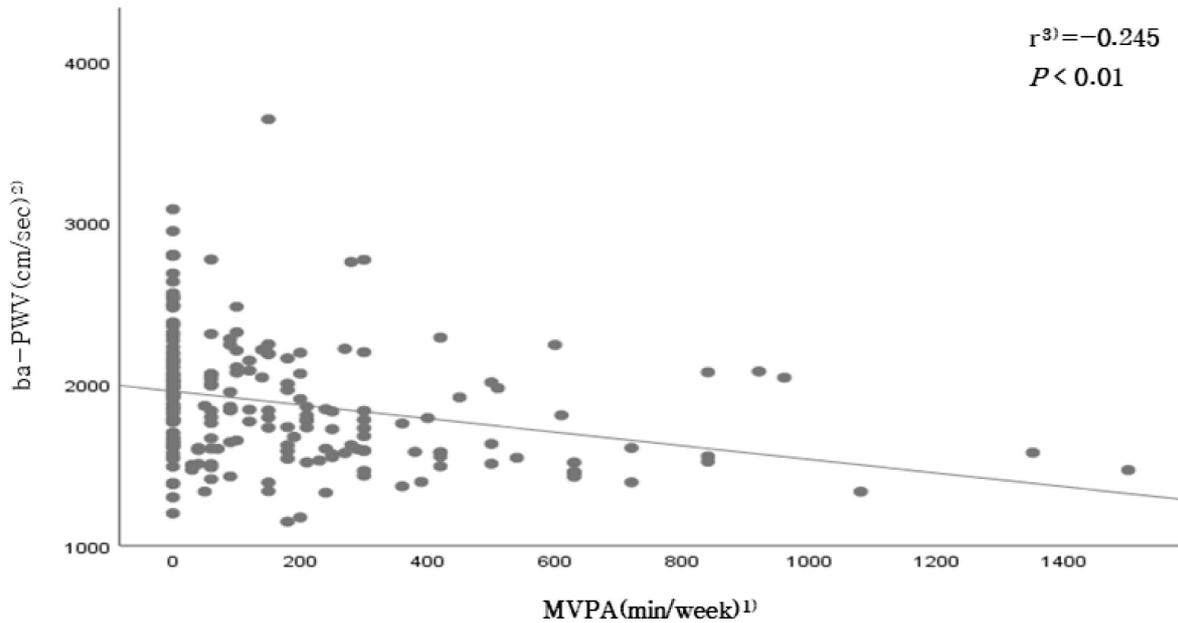


Fig. 1. Correlation between MVPA and baPWV
 1) Moderate to vigorous physical activity, 2) Brachial-ankle pulse wave velocity.
 3) Partial correlation coefficient, adjusted for sex, age, BMI, SBP, DBP, medical history and sedentary behavior.

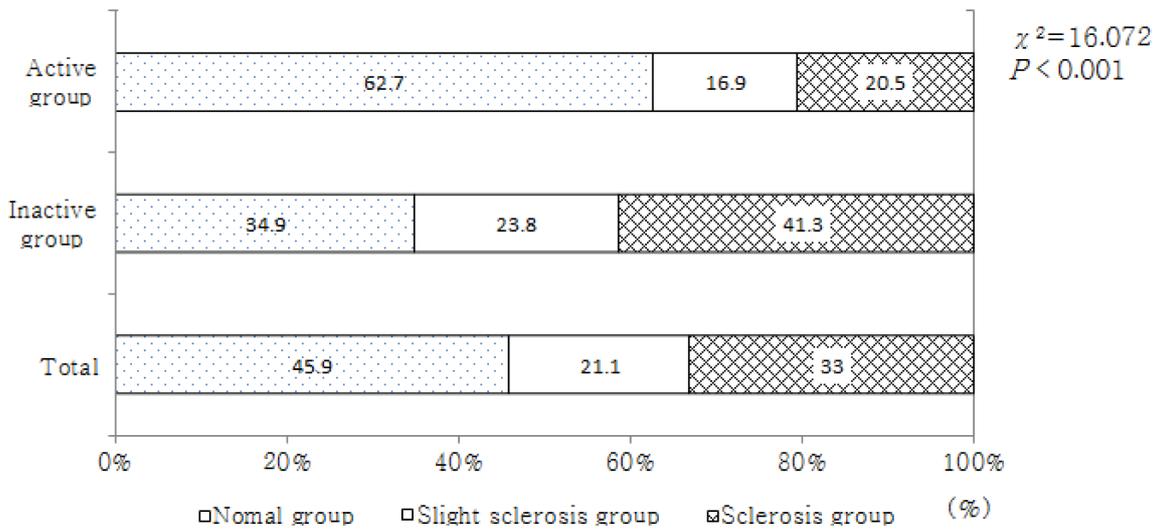


Fig. 2. baPWV group distribution by physical activity level
 Significantly different between active and inactive group by chi-square test.
 Normal group: < mean + 1SD of baPWV; slight sclerosis group: ≥ mean + 1SD and < mean + 2SD; sclerosis group: ≥ mean + 2SD according to age and sex.

고 찰

본 연구는 노인을 대상으로 동맥경화발생의 교정 가능한 위험 인자인 신체활동수준을 조사하여 동맥경화지표와의 관련성을 알아보고자 하였다. 동맥경화지표인 baPWV를 신체활동수준에 따라 비교한 결과, 활동군에서 유의하게 낮았

으며 MVPA에 소비하는 시간과 baPWV간에 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

연구 대상자의 평균 연령은 75.3세였으며 53.6%가 비만으로 나타났다. 이는 동일한 비만 진단 기준을 사용하는 2018년 국민건강영양조사[37] 결과, 65세 이상 노인의 비만율인 38.1%에 비해 15.5% 포인트가 높은 것으로 나타났다. 또한 국민건강영양조사(2018년) 결과, 60세 이상 노인의

고혈압 유병률은 58.1%, 이상지질혈증은 35.9%, 당뇨병은 25.6%였는데, 본 연구에서는 고혈압은 57.4%, 이상지질혈증은 15.3%, 당뇨병은 17.7%로 고혈압의 유병률은 비슷했으나, 이상지질혈증 및 당뇨병의 유병률은 다소 낮은 것으로 나타났다. 또한 본 연구 대상자의 흡연률은 7.4%로 국민건강영양조사(2018년) 결과, 65세 이상 노인의 흡연률인 8.2%와 비슷한 양상 이었다.

동맥경화지표 측정 결과, baPWV는 남자가 여자에 비해 유의하게 높게 나타났는데 한국 성인을 대상으로 한 연구 [38] 결과도 남자가 여자에 비해 높게 나타나 본 연구와 일치하였다. 또한 21~76세의 한국인을 대상으로 baPWV와 동맥경화증 위험요소들과의 관계를 조사한 Kim 등 [39]의 연구 결과, 남자가 여자보다 높게 나타나 성별이 baPWV를 증가시키는 중요한 요소로 나타났다. 이의 결과와 같이 여자가 남자에 비해 baPWV가 느린 이유는 여성 호르몬인 에스트로겐이 동맥경화를 억제하는 역할을 하기 때문인 것으로 알려져 있다 [40].

반면, 본 연구에서 말초동맥질환을 나타내는 지표인 ABI는 여자가 남자에 비해 유의하게 낮게 나타났는데 인도 노인을 대상으로 말초 동맥 질환의 유병률과 위험 요소를 조사한 연구 [41] 결과도 여자가 남자에 비해 유의하게 낮게 나타나 본 연구 결과와 일치하였으며 여자가 남자에 비해 말초동맥질환 유병률이 1.4배 높은 것으로 나타났다. 중국 노인을 대상으로 말초동맥질환 유병률을 조사한 연구 [42] 결과도 여자에서 ABI가 더 높은 것으로 나타났다.

본 연구에서 WHO 신체활동 지침 [32]을 준수하는 사람은 83명 (39.7%)으로 이 중 남자가 42명 (38.2%), 여자가 41명 (41.4%)이었다. 이는 2018년 국민건강영양조사의 65세 이상 노인의 유산소 신체활동 실천율인 28.1% (남 33.4%, 여 24.3%)에 비해 11.6% 포인트가 높았다. 이는 본 연구 대상자 중에 노인복지회관에서 탁구, 댄스 등 규칙적인 운동 프로그램에 참여하는 노인들이 많았기 때문인 것으로 보인다.

활동군과 비활동군의 신체계측치 및 혈압은 유의한 차이를 보이지 않았다. IPAQ-SF로 우리나라 중년 여성의 신체활동수준을 평가한 Shin 등 [28]의 연구와 가속도계를 이용하여 노인의 신체활동을 평가한 Iemitsu 등 [18]의 연구 결과도 신체활동수준에 따라 혈압이 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 평소 신체활동이 거의 없는 여자를 대상으로 중강도의 유산소 운동을 12주간(주 2~3회, 50분씩) 증재한 Koshiba 등 [24]에 따르면 운동증재 후, 수축기 및 이완기 혈압 모두 유의하게 감소한 바 있어 규칙적인 중강도의 유산소 운동이 혈압감소에 도움이 될 수 있음을 시사 하였다.

동맥경화지표인 baPWV를 신체활동수준에 따라 비교

한 결과, 활동군은 $1,758.1 \pm 375.2$ cm/초로 비활동군 ($1,969.7 \pm 372.3$ cm/초)에 비해 유의하게 낮았다. Iemitsu 등 [18]은 노인을 대상으로 가속도계를 이용하여 평가한 신체활동수준에 따라 두 군으로 분류한 바, 활동군의 baPWV ($1,453 \pm 18$ cm/초)가 비활동군 ($1,510 \pm 21$ cm/초) 보다 유의하게 낮았다. 또한, 노인을 대상으로 12주간의 고강도 운동 증재효과를 연구한 Deiseroth 등 [25]에 따르면 단기간의 고강도 운동보다 장기간의 규칙적인 신체활동이 PWV의 감소와 관련이 있다는 보고도 있으므로 노인을 대상으로 규칙적인 신체활동에 참여시키는 프로그램이 필요하리라 여겨진다.

그러나, 말초동맥질환 지표인 ABI는 신체활동수준에 따른 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 본 연구 대상자 중 말초동맥질환 위험군 (ABI < 0.9)은 단지 3명 (1.4%)으로 대상자의 대부분이 정상으로 나타나 신체활동수준에 따른 유의적인 차이가 없었을 것으로 생각된다. 한편, 노인 남자 945명을 대상으로 가속도계를 이용해 신체활동수준을 평가한 후 ABI를 비교한 연구 [20]에서는 low 그룹 (≤ 0.9)의 중·고강도활동에 소비한 시간이 normal/borderline 그룹 (0.91~1.4)에 비해 유의하게 낮게 나타났다. 그러므로 신체활동수준과 ABI의 관계를 명확히 알아보기 위해서는 대규모 집단을 대상으로 한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

또한, MVPA와 baPWV와의 상관관계를 분석한 결과, 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났는데, 성인 여자를 대상으로 한 O'Donovan 등 [19]의 연구에서도 가속도계로 측정된 중강도활동에 소비된 시간과 cfPWV간에 역의 상관관계가 나타나 본 연구 결과와 일치하였다. 한편, O'Donovan 등 [19]의 연구에서는 좌식활동에 소비된 시간과 cfPWV간에 양의 상관관계가 나타났는데, 본 연구에서는 좌식활동에 소비된 시간과 baPWV간에는 상관관계가 나타나지 않았다. 반면, 우리나라 대학생을 대상으로 IPAQ-LF로 신체활동을 평가한 Jang 등 [26]의 연구에서는 지속적 신체활동과 baPWV간에 상관관계가 나타나지 않았으나, 좌식활동에 소비된 시간과 baPWV간에는 양의 상관관계가 나타나 본 연구 결과와 상반된 결과를 보였는데, 이는 연구대상자의 연령대 차이 (대학생과 노인)와 관련이 있을 것으로 보인다. 그러므로 신체활동수준과 PWV와의 상관관계를 규명하기 위해서는 다양한 연령대의 집단을 대상으로 보다 객관적인 측정 도구를 이용한 연구의 진행이 필요할 것으로 보인다.

baPWV를 이용하여 동맥경화 위험도를 '정상군', '경미한 경화군' 및 '경화군'으로 분류한 후 신체활동수준이 다른 두 군을 비교한 결과, 활동군과 비활동군 중에서 경화군이 차지하는 비율은 각각 20.5%와 41.3%로 유의한 차이를 나타냈

다. 국내·외에서 PWV를 이용하여 동맥경화도와 신체활동 수준과의 관계를 조사한 연구 [17-23]는 많으나 본 연구와 같이 동맥경화위험도를 구분하여 조사한 경우는 드물다. 이에 타 연구와 비교가 불가능하지만 신체활동지침을 준수하는 노인이 신체활동이 부족한 노인에 비해 동맥경화위험이 낮다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 다음과 같은 제한점이 있다. 첫째, 연구 대상자의 신체활동 평가가 가속도계와 같은 객관적인 측정법으로 이루어지지 않았다는 점이다. 본 연구에서는 노인대상으로 타당도가 검증 [30]된 한글판 IPAQ-SF를 이용하여 연구원이 일대일 면담을 통하여 신체활동수준을 조사하였으나, 객관성에는 한계가 있을 수 있다. 따라서 앞으로 가속도계와 같이 객관적인 측정도구를 이용한 신체활동 평가가 필요하리라 본다. 둘째, 신체활동 평가 기간이 최근 일주일로 현재 시점의 단기간 신체활동만으로 동맥경화지표와의 연관성을 평가하기에 어려움이 있었다. 따라서 향후에는 보다 장기적인 기간의 코호트 연구가 필요하리라 본다.

그럼에도 불구하고, 본 연구는 노인을 대상으로 동맥경화 지표를 측정하고 심혈관질환의 위험 인자 중 교정 가능한 인자인 신체활동과의 연관성을 조사한 연구로 그 의미가 크다. 국내에서도 신체활동수준과 동맥경화지표와의 관계를 분석한 연구 [26-29]가 수행된 바 있으나, 심혈관질환으로 인한 사망률이 높은 노인을 대상으로 체계적으로 신체활동수준을 평가하고 동맥경화지표와의 관계를 조사한 연구는 찾아보기 어려운 실정이었다. 따라서 본 연구에서 노인에 있어서 동맥경화도, 더 나아가 심혈관 질환 예방에 있어서 신체활동의 중요성이 지적된 바, 개인은 물론 지역사회를 통한 신체활동 프로그램이 개발 및 보급되어야 할 것이다.

요약 및 결론

본 연구는 만 65세 이상 노인을 대상으로 동맥경화의 위험인자이자 교정 가능한 위험 인자인 신체활동을 조사하고, 동맥경화지표와의 관련성을 알아보고자 하였다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 동맥경화지표인 baPWV를 신체활동수준에 따라 비교한 결과, 활동군은 $1,758.1 \pm 375.2$ cm/초로 비활동군의 $1,969.7 \pm 372.3$ cm/초에 비해 유의하게 낮았다 ($P < 0.01$).
2. MVPA에 소비하는 시간과 baPWV간에 역의 상관관계가 있는 것으로 나타났다 ($r = -0.245, P < 0.01$).
3. baPWV를 이용하여 동맥경화 위험도를 ‘정상군’, ‘경미한 경화군’ 및 ‘경화군’으로 분류한 후 신체활동수준이 다른 두 군을 비교한 결과, 활동군의 경화군은 20.5%, 비활동

군의 경화군은 41.3%로 유의한 차이를 나타냈다 ($\chi^2 = 16.072, P < 0.001$).

본 연구결과는 중·고강도활동에 보내는 시간이 일주일동안 150분 이상인 노인이 신체활동이 부족한 노인에 비해 유연한 혈관의 유지가 가능함으로써 향후 동맥경화로 진행을 예방할 수 있다는 의미가 될 수 있다.

ORCID

Hyun-Ju Lee: <https://orcid.org/0000-0002-1063-0255>
 Ji-Yeon Gwak: <https://orcid.org/0000-0002-3624-0810>
 Ha-Yeon Jun: <https://orcid.org/0000-0002-8531-8493>
 Eun-Kyung Kim: <https://orcid.org/0000-0003-1292-7586>

References

1. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990?: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018; 392: 1789-1858.
2. O'Donnella CJ, Elosuab R. Cardiovascular risk factors. Insights from Framingham heart study. *Rev Esp Cardiol* 2008; 61(3): 299-310.
3. Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT et al. Effect of physical inactivity on major noncommunicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380(9838): 219-229.
4. Durstine JL, Grandjean PW, Davis PG, Ferguson MA, Alderson NL, DuBose KD. Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise: a quantitative analysis. *Sports Med* 2001; 31(15): 1033-1062.
5. Thune I, Njolstad I, Lochen ML, Ford OH. Physical activity improves the metabolic risk profiles in men and women: the Tromso Study. *Arch Intern Med* 1998; 158(15): 1633-1640.
6. Vlachopoulos C, Aznaouridis K, Stefanadis C. Prediction of cardiovascular events and all-cause mortality with arterial stiffness: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2010; 55(13): 1318-1327.
7. Payne RA, Wilkinson IB, Webb DJ. Arterial stiffness and hypertension: emerging concepts. *Hypertension* 2010; 55(1): 9-14.
8. Lee NB, Im JJ, Park YB, Jeon YJ. Development of a pulse wave velocity measurement system and assessment of the system reproducibility for the diagnosis of arteriosclerosis. *J Korea Instit Orient Med Diagn* 2005; 9(1): 112-124.
9. Laurent S, Cockcroft J, Van BL, Boutouyrie P, Giannattasio C, Hayoz D et al. Expert consensus document on arterial stiffness: methodological issues and clinical applications. *Eur Heart J* 2006; 27(21): 2588-2605.
10. Carter SA. Indirect systolic pressures and pulse waves in arterial

- occlusive diseases of the lower extremities. *Circulation* 1968; 37(4): 624-637.
11. Tanko LB, Bagger YZ, Christiansen C. Low bone mineral density in the hip as a marker of advanced atherosclerosis in elderly women. *Calcif Tissue Int* 2003; 73(1): 15-20.
 12. Shin JW, Seok SJ, Lee GH, Choi SC, Hyun KY. Correlation between arterial stiffness and physiological parameters. *Korean J Health Serv Manag* 2013; 7(3): 71-82.
 13. Munakata M, Ito N, Nunokawa T, Yoshinaga K. Utility of automated brachial ankle pulse wave velocity measurements in hypertensive patients. *Am J Hypertens* 2003; 16(8): 653-657.
 14. Korean Vascular Research Working Group. Clinical angiology. 1st revision. Seoul: Korean Vascular Research Working Group; 2009. p. 109-124.
 15. Ndahimana D, Kim EK. Measurement methods for physical activity and energy expenditure: a review. *Clin Nutr Res* 2017; 6(2): 68-80.
 16. Bonomi AG, Goris AH, Yin B, Westertep KR. Detection of type, duration, and intensity of physical activity using an accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(9): 1770-1777.
 17. Riegel GR, Martins GB, Schmidt AG, Rodrigues MP, Nunes GS, Correa V Jr et al. Self-reported adherence to physical activity recommendations compared to the IPAQ interview in patients with hypertension. *Patient Pref Adher* 2019; 13: 209-0214.
 18. Iemitsu M, Maeda S, Otsuki T, Sugawara J, Kuno S, Ajisaka R et al. Arterial stiffness, physical activity, and atrial natriuretic peptide gene polymorphism in older subjects. *Hypertens Res* 2008; 31(4): 767-774.
 19. O'Donovan C, Lithander FE, Raftery T, Gormley J, Mahmud A, Hussey J. Inverse relationship between physical activity and arterial stiffness in adults with hypertension. *J Phys Act Health* 2014; 11(2): 272-277.
 20. Parsons TJ, Sartini C, Ellins EA, Halcox JP, Smith KE, Ash S et al. Objectively measured physical activity and sedentary behaviour and ankle brachial index: cross-sectional and longitudinal associations in older men. *Atherosclerosis* 2016; 247: 28-34.
 21. Endes S, Schaffner E, Caviezel S, Dratva J, Autenrieth CS, Wanner M et al. Long-term physical activity is associated with reduced arterial stiffness in older adults: longitudinal results of the SAPALDIA cohort study. *Age Ageing* 2016; 45(1): 110-115.
 22. Ahmadi-Abhari S, Sabia S, Shipley MJ, Kivimäki M, Singh-Manoux A, Tabak A et al. Physical activity, sedentary behavior, and long-term changes in aortic stiffness: the Whitehall II study. *J Am Heart Assoc* 2017; 6(8): e005974.
 23. Maddock J, Ziauddeen N, Ambrosini GL, Wong A, Hardy R, Ray S. Adherence to a dietary approaches to stop hypertension (DASH)-type diet over the life course and associated vascular function: a study based on the MRC 1946 British birth cohort. *Br J Nutr* 2018; 119(5): 581-589.
 24. Koshiha H, Maeshima E. Effects of exercise intervention on arterial stiffness in middle-aged and older females: evaluation by measuring brachial-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index. *J Phys Ther Sci* 2019; 31(1): 88-92.
 25. Deiseroth A, Streese L, Kochli S, Wust RS, Infanger D, Schmidt-Trucksass A et al. Exercise and arterial stiffness in the elderly: a combined cross-sectional and randomized controlled trial (EXAMIN AGE). *Front Physiol* 2019; 10: 1119.
 26. Jang DG, Shin SK, Park SH. Relationship between Korean undergraduate students' arterial stiffness and their continuous physical activity and sitting scores. *Korean J Sport Stud* 2013; 52(6): 477-486.
 27. Lee RD, Kanf YJ, Hwang MH. The relationship between physical activity level and arterial stiffness in young female adults. *Exerc Sci* 2019; 28(3): 232-239.
 28. Shin HK, Lee SH, Yang JH. Effects of physical activity level on blood pressure response during graded exercise test and pulse wave velocity in the healthy middle-aged women. *Korean Soc Growth Dev* 2014; 22(2): 143-149.
 29. Lee JW, Kim DS, Cho EK. Interrelationships and differences of brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV), body composition and cardiovascular variables between genders who have been exercised or not in elderly. *Korean J Clin Lab Sci* 2016; 48(4): 378-387.
 30. Chun MY. Validity and reliability of Korean version of international physical activity questionnaire short form in the elderly. *Korean J Fam Med* 2012; 33(3): 144-151.
 31. World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. 1st revision. Australia: World Health Organization, Regional Office for the Western Pacific; 2000. P. 15-20.
 32. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: World Health Organization; 2010.
 33. IPAQ Research Committee. Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) – Short and Long Forms. 2005:1-15.
 34. Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Hirose K, Koji Y, Chikamori T et al. Influence of age and gender on result of noninvasive brachial ankle pulse wave velocity measurement a survey 12517 subjects. *Atherosclerosis* 2003; 166(2): 303-309.
 35. Winsor T. Influence of arterial disease on the systolic blood pressure gradients of the extremity. *Am J Med Sci* 1950; 220: 117-126.
 36. Aboyans V, Criqui MH, Abraham P, Allison MA, Creager MA, Diehm C et al. Measurement and interpretation of the ankle-brachial index: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012; 126(24): 2890-2909.
 37. Korea National Health and Nutrition Examination Surveys. Korea health statistics 2018 [Internet]. Korea National Health and Nutrition Examination Survey; 2020 [cited 2020 Jan 16]. Available from: <http://knhanes.cdc.go.kr/>.
 38. Choi HS, Cho YH, Lee SY, Park EJ, Kim YJ, Lee JG et al. Association between new anthropometric parameters and arterial stiffness based on brachial-ankle pulse wave velocity. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2019; 12: 1727-1733.
 39. Kim SW, Kim KH, Hwang SY, Choi SH, Lee SJ, Choi YC et al. The relationship between brachial ankle pulse wave velocity and atherosclerotic risk factors. *Vasc Spec Int* 2008; 24(1): 6-10.
 40. Yamamoto A, Katayama Y, Tomiyama K, Hosoi H, Hirata F, Yasuda H. A short-term admission improved brachial-ankle pulse wave velocity in type 2 diabetic patients. *Diabetes Res Clin Pract* 2005; 70(3): 248-252.
 41. Krishnan MN, Geevar Z, Mohanan PP, Venugopal K, Devika S.

Prevalence of peripheral artery disease and risk factors in the elderly: A community based cross-sectional study from northern Kerala, India. Indian Heart J 2018; 70(6): 808-815.

42. He Y, Jiang Y, Wang J, Fan L, Li X, Hu FB. Prevalence of

peripheral arterial disease and its association with smoking in a population-based study in Beijing. China J Vasc Surg 2006; 44(2): 333-338.