

Cardio-Ankle Vascular Index(CAVI), Ankle-Brachial Index(ABI)와 동맥경화 관련 요인과의 상관관계 연구

이기향¹, 강수빈², 전상우¹, 강세영¹

¹우석대학교 한의과대학 한방내과학교실, ²우석대학교 한의과대학 신경정신과학교실

The Relationship between Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI), Ankle-Brachial Index (ABI), and Factors Related to Arteriosclerosis

Gi-hyang Lee¹, Su-bin Kang², Sang-woo Jeon¹, Sei-young Kang¹

¹Dept. of Internal Medicine, College of Korean Medicine, Woo-Suk University

²Dept. of Oriental Neuropsychiatry, College of Korean Medicine, Woo-Suk University

ABSTRACT

Objectives: The cardio-ankle vascular index (CAVI) and ankle-brachial index (ABI) are non-invasive methods to evaluate cardiovascular disease and arteriosclerosis. This study investigated the relationship between CAVI, ABI, and factors related to arteriosclerosis.

Methods: This study included 535 healthy adults who underwent health examinations in 2019. We analyzed the correlation between CAVI, ABI and clinical variables. Multiple regression analysis was performed on the independent clinical variables associated with CAVI and ABI.

Results: The correlation analysis of CAVI showed that body mass index (BMI) and HDL-cholesterol (HDL-C) had a negative correlation, and the other variables had a significant positive correlation. The correlation analysis with ABI on the right side showed that age, diastolic blood pressure (DBP), gender, and LDL-cholesterol (LDL-C) had a significant positive correlation, while HDL-C had a significant negative correlation. There was no statistical significance on the left. In the multiple regression analysis, DBP, age, BMI, gender, and HDL-C were proved to be independent factors in CAVI (right) ($R^2=0.365$): DBP, age, gender, BMI, fasting blood sugar, and total cholesterol in CAVI (left) ($R^2=0.357$); and age, gender, DBP, and systolic blood pressure in ABI (right) ($R^2=0.133$). There were no statistically significant factors in ABI (left). It could be inferred that smoking and drinking are determinants that play an important role in CAVI.

Conclusion: CAVI showed a high correlation with gender, age, and blood pressure. A significant correlation between CAVI and serum lipid values could be observed, but this showed a low correlation coefficient. ABI showed a high correlation with age and DBP. These results support the use of CAVI and ABI as primary diagnostic devices in medical treatment.

Key words: cardio-ankle vascular index (CAVI), ankle-brachial index (ABI), arteriosclerosis, cardiovascular disease

1. 서론

· 투고일: 2020.05.30, 심사일: 2020.06.23, 게재확정일: 2020.06.24
· 교신저자: 강세영 전북 전주시 완산구 어은로 46
우석대부속한방병원
TEL: 063-220-8616 FAX: 063-220-8400
E-mail: sharkyoung@hanmail.net

동맥경화증(arteriosclerosis)은 동맥벽이 딱딱해지는 소견을 보이는 질환으로 병리학적으로는 죽상동맥경화, 멘케베르크형 중막석회화, 세동맥경화로 분류되고 있다¹. 동맥경화증은 처음에는 증상

없이 진행되기 때문에 혈관의 변화를 초기에 예측하여 심혈관계 질환을 예방해야한다. 동맥의 변화를 초기에 진단하는 검사방법으로 경동맥 내막-중막 두께(carotid intima-media thickness, carotid IMT), 동맥 혈관 맥파 전달 속도(pulse wave velocity, PWV) 등을 이용하며, 이는 심혈관계 위험도와 높은 상관관계가 있는 것으로 알려져 있다^{2,3}.

동맥경화증을 측정하기 위하여 진동법(Oscillometric Method)에 의해 비침습적으로 동맥의 경직도를 측정하는 방법인 맥파 전달 속도(Pulse Wave Velocity, PWV)와 폐색도를 측정하는 방법인 발목 상완 지수(Ankle-Brachial Index, ABI)를 사용한다^{4,5}.

대동맥파전달속도(Aortic pulse wave velocity, AoPWV)는 임상적인 유용성에도 불구하고 의학기술 및 숙련도가 요구되는 측정 방법으로 검사자에 따라서 그 재현성에 차이가 날 수 있다는 단점이 있었다. 이를 보완하여 동맥 경직도를 좀 더 손쉽게 측정하는 방법으로 상완과 발목에 혈압 커프(pressure cuff)를 감아 측정하는 상완발목동맥파속도(Brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)가 개발되었다^{6,7}. 하지만 baPWV는 혈압에 영향을 받아 측정 후에도 일관성을 유지하기 어려운 문제점이 있다^{8,9}. 이를 보완하기 위한 방법으로 동맥혈관 고유의 경직도 β 에 기초하여 측정하는^{10,11} 심장-발목 혈관지수(Cardio-Ankle Vascular Index, CAVI)가 개발되었다. CAVI는 혈압을 교정하는 Bramwell-Hill 방정식에 의해 계산되므로 PWV보다 동맥경화 지표로서 더 정확하고 재현성이 좋은 것으로 보고된다^{12,13}. 또한 CAVI를 통한 동맥 경직도 측정은 평활근 수축 상태와 동맥벽의 기계적 성질을 모두 반영하는 장점이 있다¹⁴.

ABI는 휴식을 취한 상태에서 양 팔과 양 발목에 혈압계를 감아 전동계식으로 동시에 사지 혈압을 측정하였으며 상완동맥(brachial artery) 및 발등동맥(dorsalis pedis artery), 후경골동맥(posterior tibial artery)에서 각각 수축기혈압을 측정한다. 이후 양측 발목동맥의 수축기 혈압을 양측 상완동맥

의 수축기 혈압 중 높은 쪽으로 나누어 계산한다¹⁵. 주로 하지의 기능 부전이나 질환의 심각성 확인을 위해 이용되는 검사 방법이지만¹⁶ 낮은 ABI는 심혈관 질환의 즉상경화와의 연관성이 있다¹⁷. 0.90 이하의 비정상적인 ABI는 심혈관 질환에 대한 예측력이 있으며 질환 발생의 증가와 연관성이 있다¹⁸.

심혈관계 질환의 조기 진단 및 예방의 중요성이 대두되며, PWV 및 ABI와 심혈관 질환 위험인자와의 상관성을 분석하는 연구가 계속 이어지고 있다. PWV는 연령, 수축기혈압, 성별 및 대사증후군 구성요소¹⁹와 ABI는 고령, 고혈압, 흡연 등²⁰과의 상관관계가 밝혀졌고, 당뇨 환자 또는 말초혈관 질환과 ABI 간의 연관성도 보여진다²¹. PWV와 혈청학적 지질 수치 등의 지표와의 상관성을 밝히고 한의학적 개념으로 해석²²하거나 증풍 환자의 어혈병태모형과 CAVI, 심혈관 질환 위험도와의 상관관계를 보고²³하는 등 한의학에서도 CAVI(또는 PWV)와 심혈관 질환과의 상관성을 분석하여 향후 진단 및 평가의 근거 자료를 만드는 노력을 하고 있다.

따라서 본 연구는 한방병원에 방문한 건강한 성인을 대상으로 CAVI, ABI와 혈청학적 수치, 혈압 등 동맥경화 관련 요인과의 관련성을 분석하여, 한의 의료기관에서 심혈관 질환, 동맥경화증의 진단 및 평가에 CAVI 및 ABI를 활용할 수 있도록 제시하고자 한다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 연구대상

○○대학교부속한방병원에서 2019년 1월 1일부터 12월 31일까지 외래 진료를 받았거나 건강검진을 실시한 자 중 혈액검사와 심장-발목 혈관지수(CAVI), 발목 상완 지수(ABI)를 측정한 성인 756명을 대상으로 하였다. 과거력 및 현병력에 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증, 뇌혈관질환, 간질환, 신장질환, 암 등의 전신질환이 확인된 경우, 혈청 크레아티닌 농도가 1.3 mg/dL 이상인 경우, 과거나 현재에 특별한

치료를 받고 있는 경우, 심전도 소견 상 심각한 심장질환이 있는 자, 지질저하제 또는 혈압강하제 등 CAVI 및 ABI 측정에 영향을 미칠 수 있는 약물 복용력이 있는 대상자는 연구에서 제외시켰다. 최종적으로 535명을 연구 대상으로 선정하였다.

이 연구는 ○○대학교부속한방병원에서 기관생명윤리위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인받았다(WSOH IRB H2005-02).

2. 검사방법

모든 연구 대상자에게 직접 기입 방식의 설문지와 의사 면담을 통해 과거력과 현병력, 최근 약물 복용력, 흡연 및 음주 여부 등을 조사하였다. 신체계측은 체성분 분석기 인바디 720(Biospace Co., Seoul, Korea)을 통해 신장과 체중을 측정하여 체질량 지수(body mass index, BMI)를 계산하였다. 그리고 심전계 Cardiocare 2000(Bionet Co., Seoul, Korea)을 이용하여 심전도를 측정하였다.

CAVI와 ABI 측정은 VaSera VS-2000(Fukuda Denshi, Tokyo, Japan)을 사용하였고, 숙련된 한 명의 검사자에 의해 시행되었다. 대상자를 앙와위에서 안정을 취하게 한 후, 전극을 흉골 좌연에 부착하고, 양측 상완과 족관절에 커프(cuff)를 설치했다. 커프에 연결된 맥파감지기로 용적 맥파를 측정하였으며, 혈압 측정은 커프의 진동 압력 감지기(oscillometric pressure sensor)로 이루어졌다. CAVI와 ABI 값의 측정 및 계산은 VS-2000에 의해 자동으로 수행되었다.

혈청학적 검사를 위해 검사 전일 최소 8시간 공복 후 앉은 자세로 상완의 정맥에서 채혈하여 혈청 지질 수치 및 공복혈당, 간기능, 신기능 등의 수치를 확인하였다.

3. 통계 처리

본 연구의 통계 분석은 SPSS version 18.0 for windows 프로그램을 이용하였다. 남녀 군의 차이는 독립표본 T검정을 이용하여 두 군 간의 차이를

구하였고, Pearson 상관계수를 이용하여 CAVI, ABI와 여러 임상적 인자들(연령, 성별, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 고밀도 지단백콜레스테롤, 저밀도 지단백콜레스테롤, 중성지방, 흡연 및 음주) 간의 상관관계 분석을 실시하였다. 임상적 인자 중 CAVI, ABI에 영향을 미치는 독립적 요인은 단계선택방식 다중회귀분석으로 평가하였다. 흡연 및 음주 여부에 따른 CAVI, ABI의 결과 비교를 위해 ANOVA 검정을 추가로 수행하였다.

통계는 평균과 표준편차(Mean±Standard Deviation)로 나타내고, 상관관계 분석 및 다중회귀분석의 통계치는 소수점 셋째 자리까지 표기하였다. 검정결과 P-value가 0.05 미만인 경우 유의한 것으로 보았다.

III. 결 과

1. 임상적 특성(Table 1)

전체 대상자(N=535) 중 남자는 345명, 여자는 190명이었다. 연령 분포는 19~73세로, 30세 미만 37명, 30~39세 138명, 40~49세 203명, 50~59세 130명, 60세 이상 27명이었다. 흡연자는 155명(29%)이고 음주자는 371명(69%)이었다.

남녀 두 군을 비교한 결과 평균 연령은 남자 43.6세, 여자 44.7세였다. 체질량 지수와 공복혈당은 남자가 여자보다 유의하게 높았다($p < 0.01$). 수축기 혈압은 남자 123.9 ± 11.6 mmHg, 여자 117.4 ± 13.3 mmHg, 이완기 혈압은 남자 81.5 ± 9.1 mmHg, 여자 75.9 ± 9.5 mmHg로, 남자가 유의하게 높게 나타났다($p < 0.001$).

혈청 지질 수치를 비교한 결과 중성지방의 경우 남자가 유의하게 높았으며($p < 0.001$), 고밀도 지단백콜레스테롤은 남자가 여자에 비해 유의성 있게 낮았다($p < 0.001$). 총콜레스테롤과 저밀도 지단백콜레스테롤은 남녀의 평균에서 유의한 차이를 보이지 않았다.

CAVI, ABI의 성별에 따른 차이를 살펴보면 CAVI는 우측과 좌측 모두 남자가 유의성 있게 높

았으며($p<0.001$), ABI는 남자가 여자보다 높게 나타났으나 우측에서만 유의성을 보였다($p<0.001$).

Table 1. Basic Characteristics of the Study Subjects

Variables	All (N=535)	Male (N=345)	Female (N=190)	p-value
Age (years)	44±9.5	43.6±9.7	44.7±9.3	0.25
BMI (kg/m ²)	24.24±3.41	24.8±3.07	23.22±3.75	<0.001
SBP (mmHg)	121.6±12.6	123.9±11.6	117.4±13.3	<0.001
DBP (mmHg)	79.5±9.6	81.5±9.1	75.9±9.5	<0.001
FBS (mg/dL)	100.4±19.4	102.1±18.8	97.5±20.3	0.01
TC (mg/dL)	209.9±39.2	209.8±37.7	209.4±42.1	0.96
TG (mg/dL)	129.1±96.9	146.6±111.2	97.3±50.1	<0.001
HDL-C (mg/dL)	51.5±11.7	48.1±10.4	57.7±11.5	<0.001
LDL-C (mg/dL)	132.4±36.7	132.2±36.9	132.9±36.6	0.83
CAVI(R)	6.57±0.97	6.77±0.91	6.2±0.96	<0.001
CAVI(L)	6.57±1.11	6.86±0.92	6.06±1.24	<0.001
ABI(R)	1.092±0.078	1.102±0.075	1.073±0.079	<0.001
ABI(L)	1.296±4.453	1.413±5.548	1.084±0.08	0.42

The data are presented as means±standard deviations.

p-values are calculated by independent t-test between the male and female.

BMI : body mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, FBS : fasting blood sugar, CAVI : cardio-ankle vascular index, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

2. CAVI와 임상적 인자들과의 상관관계

전체 연구 대상자 535명의 임상적 인자들과 CAVI와의 상호 연관성을 알아보기 위해 상관분석을 시행하였다. 그 결과 성별, 연령, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 중성지방, 총콜레스테롤, 저밀도 지단백콜레스테롤, 공복혈당은 CAVI(R)과 CAVI(L) 모두와 유의성 있는 양의 상관관계를 보였고, 고밀도 지단백콜레스테롤은 유의한 음의 상관관계를 보였다. BMI는 음의 상관관계를 보였으나 CAVI(R)에서만 통계적으로 유의했다(Table 2).

CAVI(R)의 경우 이완기 혈압, 연령, 성별, 수축기 혈압, 중성지방, 고밀도 지단백콜레스테롤, 공복혈당, 총콜레스테롤 순으로 유의한 상관관계가 있었다(Table 2). CAVI(L)의 경우 이완기 혈압, 성별, 연령, 수축기 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 중

성지방, 저밀도 지단백콜레스테롤, 고밀도 지단백콜레스테롤 순으로 유의한 상관관계를 보였다(Table 2).

성별에 따른 상관관계(Table 3)를 보면 남자의 경우는 연령, BMI, 이완기 혈압, 총콜레스테롤이 CAVI(R), CAVI(L) 모두와 유의한 상관성을 보였다. 수축기혈압은 우측 측정값($p<0.01$)에서만, 공복혈당($p<0.05$)과 저밀도 지단백콜레스테롤($p<0.01$)은 좌측 측정값에서만 유의한 상관성을 보였다. 여자의 경우는 연령, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 공복혈당이 CAVI(R), CAVI(L) 모두와 유의한 상관성을 보였다. 체질량 지수($p<0.01$)는 우측 측정값에서만, 총콜레스테롤($p<0.01$), 중성지방($p<0.05$), 저밀도 지단백콜레스테롤($p<0.05$)은 좌측 측정값에서만 유의한 상관성을 보였다.

Table 2. The Correlation between CAVI and Clinical Variables

Variables	CAVI (R)		CAVI (L)	
	r [†]	p-value	r [†]	p-value
Age (years)	0.345**	<0.001	0.335**	<0.001
BMI (kg/m ²)	-0.106*	0.01	-0.065	0.13
SBP (mmHg)	0.264**	<0.001	0.275**	<0.001
DBP (mmHg)	0.424**	<0.001	0.42**	<0.001
FBS (mg/dL)	0.14**	0.001	0.196**	<0.001
TC (mg/dL)	0.115**	0.01	0.182**	<0.001
TG (mg/dL)	0.148**	0.001	0.164**	<0.001
HDL-C (mg/dL)	-0.146**	0.001	-0.137**	0.001
LDL-C (mg/dL)	0.089*	0.04	0.149**	0.001

*p<0.05, **p<0.01

†pearson's correlation coefficient

BMI : body mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, FBS : fasting blood sugar, CAVI : cardio-ankle vascular index, R : right, L : left

Table 3. The Correlation between CAVI and Clinical Variables according to Sex

Variables	CAVI (R)				CAVI (L)			
	Male		Female		Male		Female	
	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]
Age (years)	0.34**	<0.001	0.44**	<0.001	0.352**	<0.001	0.421**	<0.001
BMI (kg/m ²)	-0.17**	0.001	-0.19**	0.01	-0.194**	<0.001	-0.111	0.13
SBP (mmHg)	0.15**	0.004	0.29**	<0.001	0.105	0.05	0.333**	<0.001
DBP (mmHg)	0.36**	<0.001	0.41**	<0.001	0.327**	<0.001	0.408**	<0.001
FBS (mg/dL)	0.07	0.17	0.18*	0.02	0.129*	0.02	0.22**	0.002
TC (mg/dL)	0.12*	0.02	0.12	0.11	0.189**	<0.001	0.204**	0.01
TG (mg/dL)	0.1	0.08	0.07	0.32	0.073	0.18	0.173*	0.02
HDL-C (mg/dL)	-0.07	0.22	-0.00	0.96	-0.015	0.78	-0.01	0.89
LDL-C (mg/dL)	0.08	0.12	0.12	0.11	0.151**	0.01	0.183*	0.01

†pearson's correlation coefficient

‡p-value *p<0.05 **p<0.01

BMI : body mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, FBS : fasting blood sugar, CAVI : cardio-ankle vascular index, R : right, L : left

3. ABI와 임상적 인자들과의 상관관계

전체 연구 대상자 535명의 임상적 인자들과 ABI와의 상관성을 살펴보았다. 성별, 체질량지수, 총콜레스테롤, 저밀도 지단백콜레스테롤은 ABI(R)과 ABI(L) 모두와 양의 상관관계를 보였고, 고밀도

지단백콜레스테롤은 ABI(R)과 ABI(L) 모두와 음의 상관관계를 보였다.

좌우 측정값 각각의 상관성은 ABI(R)는 연령, 이완기 혈압, 성별, 고밀도 지단백콜레스테롤, 저밀도 지단백콜레스테롤의 순으로 유의한 상관관계를

보였고, ABI(L)는 통계적 유의성이 나타나지 않았다(Table 4).

성별에 따른 상관관계를 보면 남녀 각각에서 ABI(R)의 경우 연령, 이완기 혈압의 유의한 연관성을 확인하였다. ABI(L)는 여자의 경우 연령에서 유의한 연관성을 보였지만, 다른 임상적 인자와의 통계학적인 의의가 없었다(Table 5).

Table 4. The Correlation between ABI and Clinical Variables

Variables	ABI (R)		ABI (L)	
	r [†]	p-value	r [†]	p-value
Age (years)	0.255	<0.001**	-0.049	0.26
BMI (kg/m ²)	0.062	0.15	0.028	0.51
SBP (mmHg)	0.04	0.36	-0.006	0.89
DBP (mmHg)	0.197	<0.001**	-0.027	0.54
FBS (mg/dL)	0.013	0.77	-0.018	0.67
TC (mg/dL)	0.073	0.09	0.004	0.93
TG (mg/dL)	0.048	0.26	-0.003	0.94
HDL-C (mg/dL)	-0.102	0.019*	-0.025	0.57
LDL-C (mg/dL)	0.085	0.049*	0.014	0.75

*p<0.05 **p<0.01

†pearson's correlation coefficient

BMI : body mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, FBS : fasting blood sugar, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

Table 5. The Correlation between ABI and Clinical Variables according to Sex

Variables	ABI (R)				ABI (L)			
	Male		Female		Male		Female	
	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]	r [†]	p [‡]
Age (years)	0.302**	<0.001	0.21**	0.004	-0.061	0.26	0.319**	<0.001
BMI (kg/m ²)	0.048	0.37	-0.01	0.89	0.029	0.59	-0.072	0.32
SBP (mmHg)	-0.035	0.51	0.044	0.55	-0.02	0.72	-0.07	0.33
DBP (mmHg)	0.164**	0.002	0.146*	0.05	-0.048	0.38	0.015	0.83
FBS (mg/dL)	-0.009	0.87	-0.004	0.96	-0.029	0.60	-0.01	0.89
TC (mg/dL)	0.071	0.19	0.08	0.27	0.004	0.94	0.125	0.09
TG (mg/dL)	0.02	0.71	-0.047	0.52	-0.013	0.82	-0.077	0.29
HDL-C (mg/dL)	-0.055	0.31	-0.009	0.9	-0.017	0.76	0.107	0.14
LDL-C (mg/dL)	0.077	0.15	0.107	0.14	0.017	0.76	0.131	0.07

†pearson's correlation coefficient

‡p-value *p<0.05 **p<0.01

BMI : body mass index, SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, TG : triglyceride, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, LDL-C : low density lipoprotein cholesterol, FBS : fasting blood sugar, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

4. CAVI, ABI에 영향을 미치는 요인

임상적 인자들 중 CAVI 및 ABI에 독립적으로 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 단계 선택법

(stepwise method)을 이용한 다중회귀분석을 시행하였다. CAVI(R)에 독립적 영향을 미치는 인자는 이완기 혈압, 연령, BMI, 성별, 고밀도 지단백콜레

스테롤 순이었으며 총 35.7%의 설명력을 가졌다 (Table 6). CAVI(L)는 이완기 혈압, 연령, 성별, BMI, 공복혈당, 총콜레스테롤 순으로 총 36.5%의 설명력을 보였다(Table 7). ABI(R)는 연령, 성별, 이완기 혈압, 수축기 혈압 순으로 총 13.3%의 설명력을 가지는 것으로 나타났고(Table 8), ABI(L)에서는 통계적 유의성이 없었다. 이외의 다른 변수들은 CAVI와 ABI에 독립적 영향을 미치지 않았다.

Table 6. Independent Clinical Variables Associated with CAVI (R) by Multiple Regression Analysis

Variables	β^{\dagger}	S.E [‡]	t-value	p-value
DBP (mmHg)	0.039	0.039	9.854	<0.001
Age (years)	0.027	0.004	7.406	<0.001
BMI	-0.087	0.011	-7.971	<0.001
Gender	0.443	0.079	-5.616	<0.001
HDL-C (mg/dL)	-0.008	0.003	-2.533	0.012
Adjusted R ² =0.357, F=60.293 (p<0.001)				

[†]regression coefficient

[‡]standard error

BMI : body mass index, DBP : diastolic blood pressure, HDL-C : high density lipoprotein cholesterol, CAVI : cardio-ankle vascular index, R : right

Table 7. Independent Clinical Variables Associated with CAVI (L) by Multiple Regression Analysis

Variables	β^{\dagger}	S.E [‡]	t-value	p-value
DBP (mmHg)	0.037	0.005	8.132	<0.001
Age (years)	0.029	0.004	6.843	<0.001
Gender	0.733	0.085	-8.623	<0.001
BMI	-0.083	0.012	-6.878	<0.001
FBS (mg/dL)	0.005	0.002	2.719	0.03
TC (mg/dL)	0.002	0.001	2.021	0.04
Adjusted R ² =0.365, F=52.189 (p<0.001)				

[†]regression coefficient

[‡]standard error

BMI : body mass index, DBP : diastolic blood pressure, TC : total cholesterol, FBS : fasting blood sugar, CAVI : cardio-ankle vascular index, L : left

Table 8. Independent Clinical Variables Associated with ABI (R) by Multiple Regression Analysis

Variables	β^{\dagger}	S.E [‡]	t-value	p-value
Age (years)	0.002	0.000	5.061	<0.001
Gender	0.027	0.007	-3.881	<0.001
DBP (mmHg)	0.003	0.001	4.812	<0.001
SBP (mmHg)	-0.002	0.000	-4.312	<0.001
Adjusted R ² =0.133, F=21.447(p<0.001)				

[†]regression coefficient

[‡]standard error

SBP : systolic blood pressure, DBP : diastolic blood pressure, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

5. 흡연 및 음주 유무에 따른 CAVI, ABI의 비교

흡연 및 음주 유무는 설문 당시를 기준으로 체크하여 흡연자와 비흡연자로 나누었고, 음주자와 비음주자로 나누어 평가하였다. 전체 대상자 중 흡연자는 155명(29%), 음주자는 371명(69%)이었으며, 이를 4개의 군으로 다시 분류하여 ANOVA 검정을 시행하였다. 4개의 군은 흡연과 음주를 같이 하는 군(A군) 131명, 흡연만 하는 군(B군) 24명, 음주만 하는 군(C군) 240명, 흡연과 음주를 모두 하지 않는 군(D군) 140명으로 조사되었다. CAVI에서는 우측과 좌측 모두 유의성 있게 A군이 가장 높고 D군이 가장 낮게 나타났으며, ABI는 우측의 경우만 통계적으로 유의하게 C군이 가장 높고 D군이 가장 낮았고, 좌측의 경우는 유의성이 나타나지 않았다(Table 9).

CAVI, ABI와의 연관성을 알아보기 위해 상관관계를 분석한 결과 흡연의 경우 비록 상관관계수 값이 낮았으나 CAVI(L)만이 $r=-0.099(p=0.022)$ 으로 유의한 상관관계를 나타내었다. 음주 유무에 대해서는 ABI(R)만이 $r=0.1(p=0.021)$ 으로 유의한 상관성을 보였다(Table 10). 추가적으로 CAVI, ABI에 독립적 영향을 미치는 요인을 알아보기 위해 시행한 다중회귀분석에서는 흡연 및 음주 유무가 변수로 채택되지 않았다.

Table 9. CAVI, ABI according to Smoking and Alcohol

	Group A (N=131)	Group B (N=24)	Group C (N=240)	Group D (N=140)	p-value [†]
CAVI (R)	6.72±0.88	6.65±0.93	6.7±0.97	6.17±0.94	<0.001**
CAVI (L)	6.82±0.98	6.69±1.18	6.66±1.14	6.17±1.09	<0.001**
ABI (R)	1.09±0.08	1.08±0.06	1.11±0.08	1.07±0.08	<0.001**
ABI (L)	1.11±0.08	1.03±0.24	1.12±0.08	1.81±8.7	0.47

The data are presented as means±standard deviations.

[†]p-values are obtained by ANOVA test.

*p<0.05 **p<0.01

CAVI : cardio-ankle vascular index, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

Group A : group smoking and drinking, Group B : group drinking only, Group C : group smoking only, Group D : group not smoking and drinking

Table 10. The Correlation between CAVI, ABI and Smoking, Alcohol

	CAVI (R)		CAVI (L)		ABI (R)		ABI (L)	
	r [†]	p-value	r [†]	p-value	r [†]	p-value	r [†]	p-value
Smoking	-0.062	0.15	-0.099*	0.02	-0.07	0.11	-0.029	0.51
Alcohol	0.000	1.00	-0.028	0.51	0.1*	0.02	-0.063	0.14

*p<0.05 **p<0.01

[†]pearson's correlation coefficient

CAVI : cardio-ankle vascular index, ABI : ankle brachial index, R : right, L : left

V. 고찰 및 결론

2017년 국내의 주요사망원인별 사망자수에 의하면 심장질환과 뇌혈관질환은 악성신생물에 이어 국내 사망원인의 2, 3위를 차지하고 있다²⁴. 심장 및 뇌혈관 질환은 동맥경화에 의한 혈관 퇴행성 변화로 발생하기 때문에 동맥경화의 조기 발견 및 치료는 전체 사망률을 낮추는데 중요하다. 한의학에서는 '동맥경화증'이라는 동일한 병명 표현이 없지만 문헌적으로 頭痛, 眩暈, 記憶力障碍 등 동맥경화와 관련된 임상증상에 대한 치료가 기술되었으며²⁵, 주로 虛證, 瘀血, 痰飲 등으로 변증하여 치료하고 있다²⁶⁻²⁸.

동맥 경직도를 측정하는 방법 중 하나가 맥파 전달 속도의 측정이다. 이는 간접적인 방법이지만 동맥 경직도를 알 수 있는 가장 좋은 지표 중 하나로 알려져 있다²⁹. 혈관 질환을 지닌 경우 혈관의

구조적, 기능적 변화에 의하여 맥파가 증가한다³⁰. CAVI에 영향을 주는 인자들로는 신 등³¹은 성별(남성), 높은 혈압, 고혈당이 CAVI의 독립적인 정적 예측 인자라고 하였고, Ohashi 등³²은 CAVI의 증가와 연령, 혈압, HbA1c가 연관성이 있음을 보고하였다. 이는 동맥경화와 관련한 여러 임상요인과의 연관성을 바탕으로 CAVI가 심혈관질환의 예방과 조기 평가에 유용하게 사용될 수 있음을 시사하고 있다. ABI는 맥파 전달 속도와 마찬가지로 간단하고, 비침습적이며 저렴한 방법으로, 하지 말초 혈관 질환의 지표로서 널리 이용되어 왔다. 이는 무증상 집단에서 추후 심혈관 질환의 강력한 예측 인자로서 인정되어 왔다³³. 반면에, Doobay 등³⁴은 ABI가 특이도는 높지만 민감도는 높지 않기 때문에 일반 인구 집단에서 선별 검사로 이용하기보다는 고위험 집단에서 선택적으로 질환의 심각성 확인을 위해 활용되어야 한다고 하였다.

본 연구는 한방병원에 내원하여 검사를 진행한

건강한 성인 535명(남자 345명, 여자 190명)을 대상으로 동맥경화도의 위험요소로 작용할 수 있는 임상적 인자들과 CAVI 및 ABI와의 연관성을 각각 분석하였다. 검사 결과 얻은 측정값을 확인하였을 때, CAVI의 경우 좌우측 평균값의 차이가 없었으나 ABI의 경우 좌측 1.296 ± 4.453 , 우측 1.092 ± 0.078 의 값으로 차이가 보였기에 좌우 측정값을 모두 분석에 이용하였다.

분석 결과 성별, 연령, 수축기혈압, 이완기혈압은 CAVI와 연관성이 높은 인자로 확인되었다. 성별에 따른 CAVI 비교 결과, 기존 선행연구와 유사한 결과³⁵로 우측과 좌측 모두 남자가 여자보다 유의성 있게 높았다($p < 0.001$). 좌우 측정치 또는 성별에 따라 상관성 및 통계적 유의성의 차이가 있었으나, 남자에서는 연령, 체질량 지수, 이완기혈압, 총콜레스테롤이, 여자에서는 연령, 수축기혈압, 이완기혈압, 공복혈당이 CAVI(R), CAVI(L) 모두와 유의한 상관관계를 보이는 것으로 나타났다(Table 3). 다중회귀분석 결과 CAVI에 독립적으로 영향을 미치는 요인으로는 CAVI(R)의 경우 이완기혈압, 연령, 체질량 지수, 성별, 고밀도 지단백콜레스테롤 순이었고, CAVI(L)의 경우 이완기혈압, 연령, 성별, 체질량 지수, 공복혈당, 총콜레스테롤 순으로 나타났다. 각각의 모형에 포함된 모든 변수들에 의한 설명력은 CAVI(R)가 35.7%, CAVI(L)가 36.5%이었다.

본 연구에서는 추가적으로 ABI를 이용하여 여러 임상적 인자들과의 연관성을 살펴보았다. 그 결과 ABI의 좌측 측정값에서는 모든 분석에서 통계적 유의성이 없었다. 우측의 경우는 남자가 여자보다 유의하게 높았으나($p < 0.001$) 미미한 차이였고, 연령, 이완기혈압, 성별, 고밀도 지단백콜레스테롤, 저밀도 지단백콜레스테롤 순으로 유의한 상관관계를 확인할 수 있었다. 성별에 따른 비교에서는 남녀 모두 연령, 이완기 혈압이 유의한 요인으로 확인되었다. 다중회귀분석 결과는 ABI(R)에 독립적으로 영향을 미치는 요인으로 연령, 성별, 이완기

혈압, 수축기혈압이 총 13.9%의 설명력을 가지는 것으로 나타났다. 우측 측정값에서 유의하지만 낮은 상관계수를 보였으며, 다중회귀분석에서의 설명력도 13.3%로 상대적으로 낮았고 좌측에서는 통계적 유의성이 없었다. 그 이유는 본 연구가 건강인을 대상으로 진행되어 말초 혈관 질환의 유병률이 낮은 집단이었으며, ABI 0.9 이하의 비정상 소견은 전체 환자의 1.3%에 불과했기 때문에 고위험 환자의 예측에서 보다 높은 민감도를 보이는 ABI의 특성³⁴으로 인한 것으로 사료된다.

동맥경화와 심혈관질환의 위험인자로 알려진 혈청 콜레스테롤 상승^{36,37} 및 흡연과 음주³⁸와 CAVI, ABI의 상관성을 확인하였다. 첫째, 혈청 콜레스테롤 상승과의 연관성을 살펴보면, CAVI와 혈청 지질 수치간의 유의한 상관관계를 관찰할 수 있었으나 낮은 상관계수 값을 보였다. 그 이유는 건강한 성인을 대상으로 분석한 본 연구에서는 혈액검사 결과 상 이들 수치가 정상 또는 경계 범위에 포함되어(Table 1) 대상자 중 이상지질혈증을 보이는 비율이 약 13%에 불과했기 때문이라 사료되며, 기존의 연구에서도 유사한 결과를 보고하였다²¹.

둘째, 흡연과 음주 여부에 따라 전체 대상자를 총 4개의 군으로 나누어 분석하였다. 그 결과 CAVI의 경우 좌우측 모두 흡연과 음주를 같이 하는 군이 가장 높은 결과를 보였고 흡연과 음주를 모두 하지 않는 군은 가장 낮게 나타났다($p < 0.001$). 이를 통해 흡연이나 음주 여부가 CAVI 변화에 중요한 역할을 하는 연관성 높은 결정인자임을 추론해 볼 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 흡연 및 음주의 여부만을 확인했을 뿐 일일 흡연 및 음주량, 기간, 횟수 등의 자세한 정보 수집이 이루어지지 않아 정확한 연관성을 파악하기는 어려웠으며, 본 연구에서 유의미한 결과를 도출해내지 못한 ABI와 관련해서는 추가 연구가 더 필요할 것으로 생각된다. Noike 등³⁹은 흡연 시 CAVI가 증가하고 금연 시에 다시 감소하며 이러한 가역적 변화는 흡연이 동맥벽의 평활근을 수축하는 작용이 있기 때문이라고

하였다. Kubozono 등⁴⁰은 흡연의 급·만성효과를 입증하여 흡연이 CAVI에 영향을 미치는 독립적 요인임을 제시하였다. 다양한 연령대의 남성 음주자를 대상으로 한 현 등⁴¹의 연구에서는 음주가 CAVI, ABI 등을 포함한 생리학적 변수들의 변화와 밀접하다고 보고하였다.

결론적으로 본 연구에서는 성별, 연령, 혈압 등 현재까지 알려진 동맥경화증 관련 인자들에서 유의한 상관관계를 확인할 수 있었으며, 그 중에서도 연령 및 이완기 혈압이 CAVI 및 ABI에 영향을 미치는 가장 중요한 독립인자로 나타났다. 또한 연관성을 확인하고자 했던 혈청 지질 수치들에서도 낮지만 유의한 상관관계를 관찰할 수 있었으며, 성별에 따른 비교에서는 변수별로 각각 통계적 유의성에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 본 연구가 자발적으로 건강검진을 받은 수검자들을 대상으로 하였기 때문에 3~50대(88%)에 편중된 연령대와 치우친 남녀의 성별 비율(남자 64.5%, 여자 35.5%)로 인하여 대상자 선정에 영향을 미쳤을 가능성을 배제할 수 없으며, 노년 인구 및 남녀의 관련 특성이 서로 다를 것을 고려해야 할 필요가 있다. 상관계수가 낮게 나타난 것은 선행연구들과의 연구대상 범위나 목적이 달라 결과에 차이를 보였을 가능성이 있으며, 대상자의 정보 수집 시 자료의 정확성이나 양이 충분하지 못했던 점도 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

대부분의 기존 연구들은 동맥경화의 정도를 반영할 수 있는 다양한 비침습적 지표들 가운데 맥파 전달 속도에 치중되어 있으며, 그와 임상적 요인과의 연관성을 살펴보는 연구들은 국내에서도 많이 진행되어 왔다. 하지만 심혈관 질환이나 동맥경화 위험요인과의 상관성을 연구하는데 CAVI와 ABI를 함께 이용하여 각각의 측정지표가 가지고 있는 진단 도구로서의 의미를 보고한 연구는 아직 미비한 편이다. CAVI와 ABI 두 가지 측정지표를 모두 이용한 관련 국내연구들로는 제 2형 당뇨병 환자들을 대상으로 baPWV, ABI, augmentation

index(AI)를 분석하여 심혈관 질환의 중증도와 연관된 요인들을 밝힌 김 등²¹의 연구, 갱년기 여성을 대상으로 PWV, ABI를 분석하여 폐경 여부에 따른 결과를 살펴본 김 등⁴²의 연구, 본태성 고혈압⁴³, 비만⁴⁴, 정상⁴⁵ 청소년을 각각 연구대상으로 baPWV, ABI를 함께 분석한 3편의 연구 등이 있으나 그 자료가 부족한 실정이다. 특히 건강한 성인을 포함한 일반적인 인구집단을 대상으로 한 연구 결과는 더욱이 많지 않다. 관련된 국내연구들은 2년간 종합검진에 참여한 40세 이상의 건강한 성인 남녀들을 대상으로 CAVI를 이용하여 동맥혈관경직도에 영향을 미치는 요인을 살펴본 이 등⁴⁶의 연구와 정상 청소년을 대상으로 baPWV, ABI를 분석한 김 등⁴⁵의 연구, 1년간 종합검진한 65세 이상 건강한 노인을 대상으로 CAVI로 측정된 동맥 경직도와 체질량 지수간의 상관관계를 분석한 신 등³¹의 연구 등 밖에 그친다.

본 연구는 후향적 단면연구로서 변수별 인과관계를 명확하게 설명하는 데 한계가 있고, 대상자의 장기적 추적관찰을 하지 못했으며, 특정 지역에서 수집한 임상 데이터를 기반으로 하여 일반적인 한국인을 대표하기에는 어려운 제한점이 있다. 그러므로 전향적으로 정확한 병리생리학적 기전을 밝힐 수 있는 추가 연구가 필요하다. 또한, 무증상인 건강한 성인 남녀를 대상으로 CAVI 및 ABI 측정값과 관련 인자들의 상관성을 단순 분석하였다는 아쉬움이 있으나, 실제 한의 의료기관에서 행해진 검사 결과를 확인할 수 있음에 의의가 있다. 동맥경화증을 포함한 혈관의 변화는 증상 없이 시작되므로, 이를 조기에 발견하면 미리 심혈관 질환을 예방할 수 있다는 점을 고려해본다면, CAVI 및 ABI가 동맥경화를 예측할 수 있는 임상지표로의 활용도가 더 높아질 필요가 있다고 사료된다. 그러기 위해 동맥경화 관련 요인과의 상관성을 바탕으로 CAVI 및 ABI의 활용도를 높이기 위한 연구의 범위를 확대해 나가야 할 것이다.

참고문헌

1. Viles-Gonzalez JF, Anand SX, Valdiviezo C, Zafar MU, Hutter R, Sanz J, et al. Update in atherothrombotic disease. *Mt Sinai J Med* 2004; 71(3):197-208.
2. Simons PCG, Algra A, Bots ML, Grobbee DE, van der Graaf Y. Common carotid intima-media thickness and arterial stiffness: indicators of cardiovascular risk in high-risk patients. The SMART Study (Second Manifestations of ARterial disease). *Circulation* 1999;100(9):951-7.
3. Safar ME, Levy BI, Struijker-Boudier H. Current perspectives on arterial stiffness and pulse pressure in hypertension and cardiovascular disease. *Circulation* 2003;107(22):2864-9.
4. O'Neal DN, Dragicevic G, Rowley KG, Ansari MZ, Balazs N, Jenkins A. A cross-sectional study of effects of type 2 diabetes and other cardiovascular risk factor on structure and function of nonstenotic arteries of lower limbs. *Diabetes care* 2003;26(1):199-205.
5. Kezhu S, Masao D, Shigeru W, Issei K, Yoshiaki M. The relationship of pulse wave velocities measured by oscillometric and tonometric methods and clinical application studies. *Jpn J Appl physiol* 2002;32(2):81-6.
6. Yamnashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, et al. Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res* 2002;25(3):359-64.
7. Koh KD, Lee JH, Han SH, Kim KH, Han SY, Jeong SH, et al. Comparison of Blood Stasis Syndrome in Acute Cerebral Ischemic Patients and Normal Persons. *Korean J Orient Int Med* 2002;23(3):433-9.
8. Ibata J, Sasaki H, Kakimoto T, Matsuno S, Nakatani M, Kobayashi M, et al. Cardio-anklevascular index measures arterial wall stiffness independent of blood pressure. *Diabetes Res Clin Pract* 2008; 80(2):265-70.
9. Yambe T, Yoshizawa M, Saijo Y, Yamaguchi T, Shibata M, Konno S, et al. Brachio-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index (CAVI). *Biomed Pharmacother* 2004;58(1):S95-8.
10. Shirai K, Hiruta N, Song M, Kurosu T, Suzuki J, Tomaru T, et al. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as a novel indicator of arterial stiffness: theory, evidence and perspectives. *J Atheroscler Thromb* 2011;18(11):924-38.
11. Saiki A, Sato Y, Watanabe R, Watanabe Y, Imamura H, Yamaguchi T, et al. The role of a novel arterial stiffness parameter, cardio-ankle vascular index (CAVI), as a surrogate marker for cardiovascular diseases. *J Atheroscler Thromb* 2016;23(2):155-68.
12. Shirai K, Utino J, Otsuka K, Takata M. A novel blood pressure-independent arterial wall stiffness parameter: cardio-ankle vascular index (CAVI). *J Atheroscler Thromb* 2006;13(2):101-7.
13. Gómez-Marcos MÁ, Recio-Rodríguez JI, Patino-Alonso MC, Agudo-Conde C, Gómez-Sánchez L, Gomez-Sanchez M, et al. Cardio-ankle vascular index is associated with cardiovascular target organ damage and vascular structure and function in patients with diabetes or metabolic syndrome. LOD-DIABETES study: A case series report. *Cardiovasc Diabetol* 2015;14:7.
14. Sun CK. Cardio-ankle vascular index (CAVI) as an indicator of arterial stiffness. *Integr Blood Press Control* 2013;6:27-38.
15. WOCN Clinical Practice Wound Subcommittee.

2005. Ankle Brachial Index: quick reference guide for clinicians. *J Wound Ostomy Continence Nurs* 2012;39(2):S21-9.
16. Formosa C, Gatt A, Chockalingam N. Screening for peripheral vascular disease in patients with type 2 diabetes in Malta in a primary care setting. *Qual Prim Care* 2012;20(6):409-14.
 17. Sebastianski M, Narasimhan S, Graham MM, Toleva O, Shavadia J, Abualnaja S, et al. Usefulness of the ankle-brachial index to predict high coronary SYNTAX scores, myocardium at risk, and incomplete coronary revascularization. *Am J Cardiol* 2014;114(11):1745-9.
 18. Criqui MH, McClelland RL, McDermott MM, Allison MA, Blumenthal RS, Aboyans V, et al. The ankle-brachial index and incident cardiovascular events in the MESA(Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis). *J Am Coll Cardiol* 2010;56(18):1506-12.
 19. Kubo T, Miyata M, Minagoe S, Setoyama S, Maruyama I, Tei C. A simple oscillometric technique for determining new indices of arterial distensibility. *Hypertens Res* 2002;25(3):351-8.
 20. Kweon SS, Shin MH, Park KS, Nam HS, Jeong SK, Ryu SY, et al. Distribution of the ankle-brachial index and associated cardiovascular risk factors in a population of middle-aged and elderly Koreans. *J Korean Med Sci* 2005;20(3):373-8.
 21. Kim HJ. Utility of brachial-ankle pulse wave velocity, ABI, AI as independent predictor of cardiovascular disease in Korean type2 DM patients. *Department of Medicine The Graduate School' Yonsei University* 2005.
 22. Jeong SH, Um EH, Park WR, Lee BJ, Na BJ. The relationship between pulse wave velocity (PWV) and risk factor of cardiovascular disease including serum lipid values. *Korean J Orient Int Med* 2009;30(3):525-33.
 23. Kim SM, Sun JJ, Choi CM, Jung JH, Hwang JW, Min IK, et al. The Relationship among Blood-stasis, CAVI and Cardiovascular Risk in Stroke Patients. *Korean J Orient Int Med* 2007;28(3):421-33.
 24. Statistics Korea. 2017 Cause of Death Statistics. 2018.
 25. Shin WJ, Park YM, Jeong DW, Hong JW, Sun JJ, Lee JW, et al. Relationship between arteriosclerosis and Oriental medical diagnosis in ischemic stroke patients. *Korean J Orient Int Med* 2006;27(1):197-207.
 26. Ko SG, Jeong YS, Sun SH. Effects of KanghwalSokdantang(KS) on LDL Oxidation in Macrophage Cell. *Korean J Orient Int Med* 2003;24(2):203-12.
 27. Choi YK, Go JC, Baek EK, Hong US, Han JW, Park SK, et al. Effects of Hyeolbuchukeo-Tang on LDL oxidation in Macrophage Cell. *Korean J Orient Int Med* 2002;23(3):406-14.
 28. Cho HK, Lim SM, An JJ, Choi Y, Kim YJ, Yoo HR, et al. The Effect of Dodamtang (DDT) on Brain damage and Hypertension. *Korean J Orient Int Med* 2001;22(4):503-12.
 29. O'Rourke MF, Staessen JA, Vlachopoulos C, Duprez D, Plante GE. Clinical applications of arterial stiffness: definitions and reference values. *Am J Hypertens* 2002;15(5):426-44.
 30. Lehmann ED, Hopkins KD, Rawesh A, Joseph RC, Kongola K, Coppack SW, et al. Relation between number of cardiovascular risk factors/events and noninvasive Doppler ultrasound assessments of aortic compliance. *Hypertension* 1998;32(3):565-9.
 31. Shin KA. Relationship between arterial stiffness

- as measured by the cardio-ankle vascular index with body mass index in healthy elderly subjects. *Korean J Clin Lab Sci* 2019;51(3):277-85.
32. Ohashi N, Ito C, Fujikawa R, Yamamoto H, Kihara Y, Kohno N. The impact of visceral adipose tissue and high-molecular weight adiponectin on cardio-ankle vascular index in asymptomatic Japanese subjects. *Metabolism* 2009;58(7):1023-9.
 33. Koji Y, Tomiyama H, Ichihashi H, Nagae T, Tanaka N, Kenji T, et al. Comparison of ankle-brachial pressure index and pulse wave velocity as markers of the presence of coronary artery disease in subjects with a high risk of atherosclerotic cardiovascular disease. *Am J Cardiol* 2004;94(7):868-72.
 34. Doobay AV, Anand SS. Sensitivity and specificity of the ankle-brachial index to predict future cardiovascular outcomes: a systematic review. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2005;25(7):1463-9.
 35. Koivisto T, Kööbi T, Jula A, Hutri-Kähönen N, Raitakari OT, Majahalme S, et al. Pulse wave velocity reference values in healthy adults aged 26-75 years. *Clin Physiol Funct Imaging* 2007;27(3):191-6.
 36. Lipid Research Clinics Program; The Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial Results: II Reduction in the incidence of coronary heart disease due to cholesterol lowering. *JAMA* 1984;251(3):351-64.
 37. Lee HJ, Min CH, Park SH, Kim SU, Kang ET, Ryu WS, et al. The Change of Serum Lipid Profiles in Korea during 18 Years. *Korean J Intern Med* 1992;42(4):500-14.
 38. Kannel WB. Update on the role of cigarette smoking in coronary artery disease. *Am Heart J* 1981;101(3):319-28.
 39. Noike H, Nakamura K, Sugiyama Y, Iizuka T, Shimizu K, Takahashi M, et al. Changes in cardio-ankle vascular index in smoking cessation. *J Atheroscler Thromb* 2010;17(5):517-25.
 40. Kubozono T, Miyata M, Ueyama K, Hamasaki S, Kusano K, Kubozono O, Chuwa T. Acute and chronic effects of smoking on arterial stiffness. *Circ J* 2011;75(3):698-702.
 41. Hyun KY. Comparison of physiological variables by age group in drinking men. *Journal of Life Science* 2009;19(10):1374-81.
 42. Kim EG, Hwang DS, Cho JH, Jang JB, Lee JM, Lee CH, et al. A Study about Correlation between Hot Flush and Pulse Wave Velocity (PWV)/Ankle-Brachial Index(ABI) in the Climacteric Women. *J Oriental Obstetrics & Gynecology* 2010;23(1):53-64.
 43. Joo SY, Cho KY, Cho SJ, Hong YM. Pulse wave velocity and ankle brachial index in adolescents with essential hypertension. *Korean Journal of Pediatrics* 2006;49(7):769-76.
 44. Kim JH, Koo HS, Hong YM. Pulse wave velocity and ankle brachial index in obese adolescents. *Korean Journal of Pediatrics* 2007;50(11):1078-84.
 45. Kim JH, Gil TY, Lee HW, Hong YM. Pulse wave velocity and ankle brachial index in normal adolescents. *Korean Journal of Pediatrics* 2007;50(6):549-55.
 46. Lee JS. The factors associated with arterial stiffness using the Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) of healthy adults in a University hospital screening center. *The Graduate School of Public health of the Catholic University* 2013.