

## 제2형 당뇨병 환자의 상완-발목 맥파 속도(Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity)에 영향을 미치는 인자

부산성모병원 내과학교실

이성우 · 윤경원 · 유연식 · 임홍규 · 배영필 · 이병도 · 김보현 · 이창원

### Determinants of the Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity (baPWV) in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus

Seong Woo Lee, Kyung Won Yun, Yun Sik Yu, Hong Kyu Lim,  
Yung Pil Bae, Byung Do Lee, Bo Hyun Kim, Chang Won Lee

*Department of Internal Medicine, Busan St. Mary's Medical Center*

#### ABSTRACT

**Background:** Pulse wave velocity (PWV) correlates with arterial distensibility and stiffness and is a useful method for evaluating the severity of systemic atherosclerosis in adults. Brachial-ankle PWV (baPWV) is affected by many different factors such as age, systolic blood pressure (SBP), sex, body mass index, waist to hip ratio, and HbA<sub>1c</sub>. We evaluated the determinants of baPWV in patients with type 2 diabetes mellitus.

**Methods:** The study included 803 type 2 diabetic patients over age 30 who had their ankle brachial pressure index (ABI) and baPWV measured at Busan St. Mary's Medical Center, Busan, Korea. Anthropometric parameters, blood pressure, pulse pressure, fasting plasma glucose, fasting insulin, HbA<sub>1c</sub>, lipid profile, high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), and microalbuminuria were checked concurrently. We also investigated tobacco and alcohol use by means of questionnaire. We then retrospectively analyzed the relationships between baPWV and various risk factors.

**Results:** Differences between men and women were measured using the independence sample probate. Pearson correlation analysis confirmed the factors affecting the baPWV as follows: SBP, diastolic blood pressure, pulse pressure, age, waist circumference, gender, and duration of diabetes mellitus were positively correlated, and height and weight were negatively correlated. On aged-adjusted partial correlation, HbA<sub>1c</sub>, SBP, diastolic blood pressure, and pulse pressure were correlated. By multiple linear regression analysis, SBP, age, HbA<sub>1c</sub>, and weight were independent predictors of baPWV.

**Conclusion:** The baPWV is principally affected by SBP and age in patients with type 2 diabetes mellitus.  
(J Korean Endocr Soc 23:253~259, 2008)

**Key Words:** atherosclerosis, pulse wave velocity, type 2 diabetes mellitus

#### 서 론

동맥경화증은 심혈관 질환의 원인으로서 심근경색증, 협심증 그리고 뇌경색, 뇌출혈, 말초혈관 폐색 등을 일으킨다[1,2].

당뇨병 환자에게서 동맥경화증은 관상동맥 질환이나 뇌졸중, 기타 말초혈관 질환을 초래하여 이환율과 사망률의 주요 원

접수일자: 2008년 1월 25일

통과일자: 2008년 5월 20일

책임저자: 이성우, 부산성모병원 내과학교실

인이 되고 있다[3]. 말초동맥 질환은 동맥경화증의 진행을 나타내는 중요한 임상양상이며 심혈관 질환과도 깊은 관계가 있다[4].

제2형 당뇨병 환자에게서 심혈관 질환의 위험이 증가하는 이유는 고혈당에 고혈압, 이상지혈증, 고인슐린혈증, 비만 등의 위험 인자가 흔히 동반되어 있기 때문이다[5]. 따라서 이러한 위험인자와 동맥 경화를 조기에 진단하고 관리하는 것이 무엇보다도 중요하다. 동맥의 경직도는 심혈관 질환의 독립된 위험인자이며 동맥 맥파속도(pulse wave velocity, PWV)는 동맥의 경직도를 반영하는 지표로서, 맥파속도의 이상은 전반적인 동맥경화의 지표가 될 수 있다[5]. 최근 상완-발목 맥파속도(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)는 동맥의 죽상동맥경화증을 측정하기 위하여 진동법(oscillometric method)에 의해 비침습적으로 동맥의 경직도를 측정하는 방법으로[6,7] 비교적 간단하게 혈압과 맥파속도를 측정할 수 있게 되었다. 그 동안 동맥 맥파속도와 심혈관 질환 간의 연관관계에 대해서 여러 연구들이 발표되었고[8~10] 최근 연구들에 의하면[10,11] 연령 및 다른 보편적인 죽상경화의 위험인자와는 독립적으로 심혈관 질환의 강력한 예측인자이며, 사망률을 예측할 수 있을 것으로 보고되고 있다.

당뇨병, 고혈압, 기타 심혈관 위험인자들과 맥파속도와의 연관성을 보여주는 여러 연구가 있으며 주로 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자로서 나이, 수축기혈압 등이 관여하는 것으로 알려져 있다. 그러나 제2형 당뇨병 환자만을 대상으로 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자들에 관한 연구는 드물었다. 따라서 본 연구에서는 제2형 당뇨병 환자만을 대상으로 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자에 대해 알아보기자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

2005년 6월에서 2007년 4월까지 상완-발목 맥파속도를 측정한 30세 이상의 제2형 당뇨병 환자 834명을 대상으로 하였다. 제2형 당뇨병의 진단은 미국당뇨병학회(American Diabetic Association)의 진단 기준[12]에 따라 이루어졌다. 발목-상완 혈압지수(ankle brachial pressure index, ABI)가 한쪽에서라도 0.9 이하인 경우나 NYHA (New York Heart Association) Functional Classification III 이상의 중증의 심부전 환자, 투석 중인 만성신부전 환자, 기초검사가 미비했던 환자는 제외하였다. 모든 대상자에서 일반적인 신체계측, 혈병력을 조사하였으며, 공복 상태에서 혈청 지질검사를 포함한 일반화학검사를 시행하였다. 최종적으로 801명의 환자가 연구 대상자에 포함되었다.

## 2. 방법

### 1) 문진, 신체계측

모든 환자에게서 연령, 성별, 나이, 흡연 유무, 음주력, 과거병력 및 약물 복용력 등을 조사하였으며 앙와위에서 5분간 휴식 후에 혈압 및 맥박을 측정하였고, 신장, 체중, 허리둘레, 체질량지수를 측정하였다. 체질량지수는 몸무게(kg)를 키의 제곱( $m^2$ )으로 나누어 계산하였다. 음주력은 소주는 1홉(180 mL)을 알코올 45 g, 막걸리는 1도(1,800 mL)를 144 g, 맥주는 1병(640 mL)을 25.6 g으로 환산하였으며, 일일 평균 음주량이 20 g 이상인 경우 음주력이 있는 것으로 판단했다.

### 2) 생화학적 검사

최소 8시간 이상 공복 후 혈액을 채취하여 총 콜레스테롤, 중성지방, 고밀도 지단백 콜레스테롤 (high density lipoprotein cholesterol, HDL-cholesterol), 저밀도 지단백 콜레스테롤 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-cholesterol)을 측정하였고, 공복혈당, 당화혈색소, 고민감도 C-반응성 단백 (high sensitivity C-reactive protein, hs-CRP), aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), 미세단백뇨, gamma-glutamyltranspeptidase (r-GTP)를 측정하였다.

### 3) 상완-발목 맥파속도의 측정

5분간 누워 휴식을 취한 후 맥파 과형 분석기(pulse wave form analyzer, Colin Co, Ltd. Komaki, Japan)를 사용하여 다음의 변수들을 측정하였다. 사지의 혈압은 진동식방법을 사용하여 측정하였고, 이를 통해 발목-상완 혈압지수가 자동으로 계산되었으며, 우측 상완-발목 맥파속도, 좌측 상완-발목 맥파속도 및 평균 상완-발목 맥파속도도 동시에 측정되었다.

### 4) 통계분석

통계분석은 SPSS for window (version 14.0; SPSS Inc, Chicago, IL)을 이용하였고 측정치는 평균과 표준편차로 표시하였다. 남녀 간의 차이는 독립표본 검증을 이용하였다. 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자를 확인하기 위해서 Pearson 및 Spearman 상관분석을 시행하였고, 통계적으로 유의한 결과를 보인 변수들은 나이를 보정하여 age-adjusted partial correlation을 분석하였다. 또한 남녀를 분리하여 Pearson 및 Spearman 상관분석을 시행하였다. 상완-발목 맥파속도를 종속 변수로 하여 다중회귀분석을 실시하였다.  $P < 0.05$ 인 경우에 통계적으로 유의성이 있는 것으로 판정하였다.

## 결 과

### 1. 임상적 특징

연구 대상자는 총 801명으로 남자 371명( $53.9 \pm 10.9$ 세), 여자 430명( $53.9 \pm 10.9$ 세) 이었으며, 흡연자는 남자 38.4%, 여자 17.7%, 음주자는 남자 58.5%, 여자 23.8%로 남자에서 많은 것으로 나타났다. 상완-발목 맥파속도는 여자에서 오른쪽  $1,681.5 \pm 360.1$ , 왼쪽  $1,687.9 \pm 377.8$ 로 여자에서 유의하게 높았다. 수축기 혈압은 남자  $134.4 \pm 15.5$  mmHg, 여자  $138.7 \pm 19.8$  mmHg로 여자에서 유의하게 높았으며( $P < 0.01$ ), 이완기 혈압은 남자  $82.6 \pm 9.3$  mmHg, 여자  $79.7 \pm 10.6$  mmHg로 남자에서 유의하게 높았다( $P = 0.005$ ). 맥압은 남자  $51.9 \pm 10.8$  mmHg, 여자  $58.0 \pm 13.4$  mmHg로 여자에서 유의하게 높았다( $P < 0.01$ ). AST ( $P = 0.004$ ), r-GTP는 남자에서 유의하게 높게 나타났다( $P = 0.002$ ). 하지만 체질량지수, 당화혈색소, 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레

스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복 인슐린, 미세단백뇨, 고민감도 C-반응성 단백, ALT, 당뇨병 유병기간 등은 양 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 발목-상완 혈압지수는 좌, 우측 모두 남자에서 유의하게 높았으며 상완-발목 맥파속도는 여자에서 높은 경향을 보였으나 통계적인 의미는 없었다(Table 1).

### 2. 상완-발목 맥파속도와 관련된 요인들

상완-발목 맥파속도와 관련된 변수를 확인하기 위해 Pearson 및 Spearman 상관분석을 시행한 결과, 나이( $r = 0.586, P < 0.01$ ), 성별( $r = 0.166, P < 0.01$ ), 수축기 혈압( $r = 0.651, P < 0.01$ ), 이완기 혈압( $r = 0.427, P < 0.01$ ), 맥압( $r = 0.587, P < 0.01$ ), 허리둘레( $r = -0.095, P < 0.01$ ), 당뇨병 유병기간( $r = 0.11, P = 0.002$ ) 등이 의미 있는 양의 상관관계를 보였고, 키( $r = -0.267, P < 0.01$ ), 몸무게( $r = -0.202, P < 0.01$ )는 음의 상관관계를 보였다. 그 외 체질량

**Table 1.** Comparison of clinical characteristics of patients underwent brachial ankle pulse wave velocity

	Male (n = 371)	Female (n = 430)	P-value	Total (n = 801)
Age (year)	$53.9 \pm 10.9$	$58.8 \pm 10.5$	0.096	$56.9 \pm 11.0$
Height (cm)	$168.1 \pm 6.5$	$155.9 \pm 6.9$	0.123	$161.5 \pm 9.1$
Weight (kg)	$68.7 \pm 10.2$	$60.4 \pm 8.8$	< 0.01	$64.3 \pm 10.2$
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	$24.2 \pm 3.0$	$24.7 \pm 2.9$	0.751	$24.5 \pm 3.0$
Waist (cm)	$89.3 \pm 8.0$	$86.8 \pm 8.8$	0.375	$87.9 \pm 8.6$
Smoking (Y:N)	38.4%	17.7%	< 0.01	36.1%
Alcohol (Y:N)	58.5%	23.8%	< 0.01	39.9%
HbA <sub>1c</sub> (%)	$7.5 \pm 1.6$	$7.4 \pm 1.5$	0.253	$7.5 \pm 1.6$
ABI, Rt	$1.14 \pm 0.08$	$1.12 \pm 0.07$	0.016	$1.1 \pm 30.07$
ABI, Lt	$1.13 \pm 0.09$	$1.12 \pm 0.07$	0.017	$1.1 \pm 20.08$
ba-PWV, Rt (cm/sec)	$1,580.6 \pm 340.5$	$1,681.5 \pm 360.1$	0.022	$1,634.8 \pm 354.5$
ba-PWV, Lt (cm/sec)	$1,576.0 \pm 343.7$	$1,687.9 \pm 377.8$	0.029	$1,636.1 \pm 366.4$
Maximalba-PWV (cm/sec)	$1,608.9 \pm 356.0$	$1,718.8 \pm 382.4$	0.159	$1,667.9 \pm 374.2$
Systolic BP (mmHg)	$134.4 \pm 15.5$	$138.7 \pm 19.8$	< 0.01	$136.2 \pm 18.0$
Diastolic BP (mmHg)	$82.6 \pm 9.3$	$79.7 \pm 10.6$	0.005	$81.0 \pm 10.1$
Pulse pressure (mmHg)	$51.9 \pm 10.8$	$58.0 \pm 13.4$	< 0.01	$55.2 \pm 12.6$
Total cholesterol (mg/dL)	$173.3 \pm 42.4$	$173.5 \pm 37.6$	0.361	$173.4 \pm 39.9$
HDL cholesterol (mg/dL)	$49.7 \pm 14.0$	$52.5 \pm 14.6$	0.813	$51.2 \pm 14.4$
LDL cholesterol (mg/dL)	$102.6 \pm 35.6$	$102.1 \pm 43.5$	0.342	$102.3 \pm 40.0$
Triglyceride (mg/dL)	$139.7 \pm 85.9$	$132.1 \pm 69.5$	0.909	$135.6 \pm 277.6$
Fasting glucose (mg/dL)	$149.4 \pm 54.2$	$142.5 \pm 48.3$	0.248	$145.7 \pm 51.2$
Fasting insulin (mU/L)	$7.8 \pm 8.6$	$8.1 \pm 7.6$	0.487	$8.0 \pm 8.1$
Microalbumin (ug/mg Cre)	$46.0 \pm 185.9$	$50.3 \pm 264.1$	0.541	$48.3 \pm 231.1$
hs-CRP (mg/L)	$1.630 \pm 3.203$	$1.472 \pm 2.948$	0.442	$1.546 \pm 3.069$
DM duration (year)	$7.30 \pm 5.93$	$7.75 \pm 5.98$	0.417	$7.54 \pm 5.96$

Data are expressed in the mean  $\pm$  SD.  $P$  value  $< 0.05$  were considered significant. BMI, body mass index; Smoking, current smoker; ABI, Ankle-Brachial pressure index; ba-PWV, brachial Ankle pulse wave velocity; BP, blood pressure; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; Cre, Creatinine; hsCRP, high sensitivity C-reactive protein; DM, diabetes mellitus.

지수, 발목-상완 혈압지수, 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방, 미세단백뇨, 당화혈색소, 공복혈당 및 공복 인슐린, 고민감도 C-반응성 단백, AST, ALT, r-GTP는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

다(Table 2). 유의한 상관관계를 보인 변수를 나이를 보정하여 분석한 aged-adjusted correlation에서는 수축기 혈압( $\beta = 0.516, P < 0.01$ ), 이완기 혈압( $\beta = 0.420, P < 0.01$ ), 맥박( $\beta = 0.406, P < 0.01$ ), 당화혈색소( $\beta = 0.09, P < 0.01$ )는 유의

**Table 2.** The correlations between maximal brachial ankle pulse wave velocity (baPWV) and other variables

Variables	Maximal baPWV		Age-adjusted partial correlation		Variables	Maximal baPWV	
	r*	P-value	$\beta^†$	P-value		r*	P-value
Age (year)	0.586	< 0.01			Total cholesterol (mg/dL)	0.046	0.194
Gender (M/F)	0.166	< 0.01	0.00	0.994	HDL cholesterol (mg/dL)	-0.005	0.887
Height (cm)	-0.267	< 0.01	0.007	0.840	LDL cholesterol (mg/dL)	-0.022	0.537
Weight (kg)	-0.202	< 0.01	0.014	0.643	Triglyceride (mg/dL)	0.065	0.067
HbA <sub>1c</sub> (%)	0.066	0.061	0.09	0.002	Fasting insulin (mU/L)	0.045	0.199
Systolic BP (mmHg)	0.651	< 0.01	0.516	< 0.01	Microalbumin (ug/mg Cre)	0.053	0.135
Diastolic BP (mmHg)	0.587	< 0.01	0.406	< 0.01	BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	-0.18	0.601
Pulse pressure (mmHg)	0.587	< 0.01	0.406	< 0.01	ABI, Rt	0.048	0.179
DM duration (years)	0.11	< 0.01	0.22	0.443	ABI, Lt	0.011	0.750
Waist (cm)	0.095	0.007	0.05	0.082			

P values < 0.05 were considered significant. \* Pearson's correlation coefficient. † Standard coefficient. M, male; F, female; BMI, body mass index; ABI, ankle-brachial pressure index; BP, blood pressure; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; Cre, creatinine; hsCRP, high sensitivity C-reactive protein; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; rGTP, gamma glutamyl transpeptidase.

**Table 3.** The correlations between maximal brachial ankle pulse wave velocity (baPWV) and other variables according to sex

Variables	baPWV		Variables	baPWV	
	r*	P-value		r*	P-value
Age (year)	M 0.578	< 0.01	HDL cholesterol (mg/dL)	M 0.013	0.802
	F 0.573	< 0.01		F -0.044	0.361
Height (cm)	M -0.177	< 0.01	LDL cholesterol (mg/dL)	M -0.032	0.536
	F -0.270	< 0.01		F -0.14	0.773
Weight (kg)	M -0.141	< 0.01	Triglyceride (mg/dL)	M 0.027	0.606
	F -0.175	< 0.01		F 0.12	0.13
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	M -0.056	0.282	DM duration (year)	M 0.219	< 0.01
	F -0.013	0.793		F 0.017	0.719
Waist (cm)	M 0.082	0.118	Fasting insulin (mU/L)	M 0.077	0.136
	F 0.148	< 0.01		F 0.012	0.801
HbA <sub>1c</sub> (%) <sup>†</sup>	M 0.096	0.063	Microalbumin (ug/mg Cre)	M 0.049	0.342
	F 0.049	0.308		F 0.054	0.262
ABI, Rt	M -0.079	0.127	hsCRP (mg/L)	M 0.102	0.052
	F 0.045	0.353		F 0.039	0.425
ABI, Lt	M -0.116	0.026	AST (U/L)	M 0.069	0.183
	F -0.083	0.087		F -0.021	0.670
Systolic BP (mmHg)	M 0.643	< 0.01	ALT (U/L)	M -0.043	0.406
	F 0.655	< 0.01		F 0.012	0.806
Diastolic BP (mmHg)	M 0.439	< 0.01	rGTP (U/L)	M 0.206	< 0.01
	F 0.472	< 0.01		F -0.061	0.206
Pulse pressure (mmHg)	M 0.544	< 0.01	Smoking	M 0.028	0.590
	F 0.597	< 0.01		F -0.040	0.404
Total cholesterol (mg/dL)	M 0.013	0.807	Alcohol	M 0.127	0.014
	F 0.076	0.113		F 0.013	0.793

P-values < 0.05 were considered significant. \* Pearson's correlation coefficient. M, male; F, female; BMI, body mass index; ABI, ankle-brachial pressure index; BP, blood pressure; HDL, high density lipoprotein; LDL, low density lipoprotein; Cre, creatinine; DM, diabetes mellitus; hsCRP, high sensitivity C-reactive protein; AST, aspartate aminotransferase; ALT, alanine aminotransferase; rGTP, gamma glutamyl transpeptidase; Smoking, current smoker.

**Table 4.** Multiple regression analysis of the relationship between baPWV and other variables

Variable	$\beta^*$	P-value
Systolic BP (mmHg)	0.526	< 0.01
Age (year)	0.420	< 0.01
Height (cm)	0.069	0.072
Weight (kg)	-0.097	< 0.01
DM duration (year)	-0.012	0.601
HbA <sub>1c</sub> (%)	0.055	0.018
Gender (M/F)	0.007	0.819

P-values < 0.05 were considered significant. \* Standard regression coefficient. DM, diabetes mellitus; BP, blood pressure.

한 상관관계를 보였고, 성별, 허리둘레, 당뇨병 유병기간, 키 몸무게는 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 2). 남녀의 상완-발목 맥파속도가 다르기 때문에 남녀를 각각 분리하여 상완-발목 맥파속도와 관련된 변수를 확인하기 위해 Pearson 상관분석을 시행한 결과, 나이, 키, 몸무게, 수축기 혈압, 이완기 혈압 및 맥박은 남녀 모두, 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 허리둘레는 여자만, 유의한 상관관계를 나타냈다. 왼쪽 발목-상완 혈압지수, 당뇨병의 유병기간, r-GTP는 남자의 경우에만 유의한 상관관계를 나타냈다. 나머지 체질량지수, 오른쪽 발목-상완 혈압지수, 총 콜레스테롤, 고밀도 지단백 콜레스테롤, 저밀도 지단백 콜레스테롤, 공복인슐린, 미세알부민뇨, 고민감도 C반응성 단백, ALT, 흡연력, 음주력은 남녀 모두에서 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 3). 수축기 혈압, 나이, 키, 몸무게, 당화혈색소, 당뇨병 유병기간, 성별에 대한 선형다중회귀분석을 한 결과 상완-발목 맥파속도는 수축기 혈압( $\beta = 0.526$ ,  $P < 0.01$ ), 나이( $\beta = 0.420$ ,  $P < 0.01$ ), 당화혈색소( $\beta = 0.055$ ,  $P = 0.018$ ), 몸무게( $\beta = -0.097$ ,  $P < 0.01$ )와 유의한 상관관계를 보였고, 키, 당뇨병 유병기간, 성별은 유의한 상관관계를 보이지 않았다(Table 4).

## 고 찰

동맥 맥파속도는 동맥의 경직도를 반영하는 지표로서, 전반적인 동맥경화의 지표가 될 수 있으며[3], 상완-발목 맥파속도의 측정을 통해 비교적 간단하게 혈압과 맥파속도를 측정할 수 있게 되었다.

맥파속도의 증가는 연령의 증가, 고혈압, 당뇨병, 이상지혈증, 흡연, 비만 등과 관련이 있다[13,14]. 당뇨병 환자에서 대동맥의 맥파속도는 연령, 성별, 수축기 혈압, 당뇨병의 기간, 혈청 크레아티닌과 관련이 있다고 보고되어 있으며[5,6], 상완-발목 맥파속도의 경우는 연령, 혈압, 당뇨병의 유병기간, 공복혈당 등과 관련이 있다고 보고되어 있다[9,10]. 또한 최 등[15]의 연구에서는 남녀 모두에서 대사증후군의 요소를 많이 가질수록 상완-발목 맥파속도가 높아지는 경향을

보였으며, 상완-발목 맥파속도는 수축기 혈압, 나이, 성별, 체질량지수 및 공복혈당과 유의하게 연관됨을 보고하고 있다. 본 연구에서는 단순 상관관계를 보인 인자들은 나이, 성별, 키, 몸무게, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 당뇨병의 유병기간, 허리둘레였으며, 총 콜레스테롤, 고밀도 및 저밀도 지단백 콜레스테롤, 중성지방, 공복혈당, 미세알부민뇨, 고민감도 C반응단백, AST, ALT, rGTP, 체질량지수, 발목-상완 혈압지수는 상관관계를 보이지 않았다. 나이를 보정한 결과에서는 당화혈색소, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박이 상관관계를 보였다. 그리고 다중회귀분석에서는 수축기 혈압, 나이, 몸무게, 당화혈색소가 유의한 상관관계를 보였으며 가장 의미 있는 변수는 혈압과 나이였다. 또한 남자에서 흡연력이 많기는 하지만 여자에서 남자에 비해 나이 및 수축기 혈압이 높았기 때문에 여자에서 상완-발목 맥파속도가 높게 나타난 것으로 생각된다.

본 연구에서 발목-상완 혈압지수가 0.9 이하인 환자는 연구 대상에서 제외되었다. 상완-발목 맥파속도는 초기 단계에서부터 폐색성 동맥경화증의 존재를 시사한다고 하지만 병태가 진행하면 상완-발목 맥파속도는 상승에서 하강으로 전환하게 된다[16]. 이것은 폐색이 진행한 것으로 대퇴동맥의 혈류 속도가 떨어져 버렸기 때문이다. 발목-상완 혈압지수의 정상치는 0.91에서 1.30 사이로 알려져 있으며, 1.3을 넘는 것은 동맥의 석회화가 높아 커프에 의해 압박이 되지 않는 것을 시사한다고 알려져 있다[17]. 발목-상완 혈압지수가 0.9 이하인 경우는 동맥폐색의 의심이 있는 정도이며, 0.8 이하인 경우는 동맥 폐색의 가능성성이 높으며 0.5에서 0.8 사이인 경우는 동맥 폐색이 한군데 존재하며 0.5 이하인 경우는 다발성 동맥폐색이 존재함을 시사한다고 알려져 있다[17,18]. Asmar 등[19]에 의하면, 상완-발목 맥파속도에 영향을 주는 인자로 단변량 분석에서는 연령, 성별, 당뇨병의 유무, 투석 유무, 흡연, 고지혈증, 수축기 혈압, 확장기 혈압이었으며, 발목-상완 혈압지수를 변수로 한 다중회귀분석에서는 상완-발목 맥파속도는 연령, 투석 유무, 수축기 혈압 순으로 유의한 관련성이 있는 것으로 나타났다.

여러 연구에서 맥파속도는 당뇨병의 합병증과 관계가 있

다고 보고되어 있다. 당뇨병성 신증과 관련하여 대동맥의 맥파속도는 혈청 크레아티닌과 관련이 있으며[20], 신경병증에 대해서는 자율신경병증과 관련이 있다[3,4]. 최근의 보고에 의하면 상완-발목 맥파속도는 알부민뇨증, 말초신경병증, 자율신경병증, 망막병증과 관련이 있음을 보여주고 있다[7,8]. 김 등[21]에 의하면 제2형 당뇨병 환자에게서 당뇨병성 족부 병변은 말초동맥질환 및 신경병증의 상호 작용에 의해 발생되는데, 삶의 질적인 측면뿐만 아니라 경제적인 측면에 막대한 손실을 초래하기 때문에, 무증상의 제2형 당뇨병 환자에게서 죽상경화증에 대한 지표인 발목-상완 혈압지수와 경동맥 내중막 두께(intima-media thickness) 등을 동시에 측정하는 것이 대혈관 합병증의 발생 위험 및 당뇨병성 족부 병변의 예후를 예측하는데 중요한 지표라고 보고하고 있다.

맥파속도와 동맥의 팽창성은 고혈압, 고지혈증, 당뇨병에 대한 약물치료와 저염식으로 호전된 몇몇 보고가 있으며[22], 단기간의 식이요법과 운동요법만으로도 상완-발목 맥파속도를 호전시킨 경우도 보고된 바 있다[16]. 따라서 제2형 당뇨병 환자에게서 상완-발목 맥파속도의 정기적인 측정과 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자들 가운데 조절 가능한 인자들을 조절함으로써 당뇨병 합병증과 그로 인한 사망률을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구의 제한점으로 첫째, 대조군이 설정되지 않아 정상인과의 비교 분석이 없었다. 둘째, 당뇨병 환자에게서 합병증의 유무에 따라 맥파속도에 영향을 미치는 인자가 차이가 날 수 있지만 이를 고려하지 않고 분석하였다. 이러한 제한점이 있지만 당뇨병 환자에게서 상완발목 맥파속도의 측정은 당뇨 환자의 진료에 있어서 혈관기능을 평가하고 혈관 질환의 진행을 추적 관찰 하는데 유용할 것으로 생각된다.

결론적으로 상완-발목 맥파속도는 제2형 당뇨병 환자의 혈관기능이상을 반영하는 지표로서 비침습적인 방법으로 간단하게 측정할 수 있으나 여러 변수에 의해 영향을 받으며 수축기 혈압과 나이에 가장 큰 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

## 요 약

**연구배경:** 동맥파 속도(pulse wave velocity, PWV)는 동맥의 팽창성, 경직도와 연관이 있으며, 성인에서 전신적인 죽상경화증의 중증도를 평가하는데 유용하게 사용할 수 있다. 나이 수축기 혈압 등이 맥파속도에 영향을 주는 인자로 알려져 있으나, 제2형 당뇨병 환자만을 대상으로 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자에 대하여 알아보고자 하였다.

**방법:** 제2형 당뇨병으로 부산성모병원에서 치료 중인 30세 이상의 801명의 환자를 대상으로 ABI (ankle brachial

pressure index), 상완-발목 맥파속도를 측정하였다. 대상자들은 성별, 나이, 흡연력, 음주력을 조사하였고, 혈압, 맥압, 지질농도, 공복혈당 및 공복인슐린, 당화혈색소, 고민감도 C-반응성 단백 등을 측정하였다. 상완-발목 맥파속도와 여러 위험인자들 간의 상관관계를 후향적으로 분석하였다.

**결과:** 남녀간의 차이는 독립표본 검증을 이용하였다. 상완-발목 맥파속도에 영향을 미치는 인자를 확인하기 위해 Pearson 및 Spearman 방법으로 조사한 결과, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압, 나이, 허리둘레, 성별, 당뇨병 유병기간 등이 의미 있는 양의 상관관계를 보였고 키, 몸무게는 음의 상관관계를 보였다. 나이를 보정한 경우에는 당화혈색소, 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥압이 유의한 상관관계를 보였다. 상완-발목 맥파속도를 종속변수로 선형다중회귀분석을 한 결과 수축기 혈압, 나이, 당화혈색소, 몸무게와 유의한 상관관계를 보였다.

**결론:** 상완-발목 맥파속도는 여러 변수에 의해 영향을 받으며 수축기 혈압과 나이에 가장 영향을 받는다는 것을 알 수 있었다.

## 참 고 문 헌

- McGovern PG, Pankow JS, Shahar E, Doliszny KM, Folsom AR, Blackburn H, Luepker RV: Recent trends in acute coronary heart disease-mortality, morbidity, medical care, and risk factors. The Minnesota Heart Survey Investigators. N Eng J Med 334:884-890, 1996
- Ridker PM, Rifai N, Rose L, Burning JE, Cook NR: Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol level in the prediction of first cardiovascular events. N Engl J Med 347:1557-1565, 2002
- Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, Gautier I, Laloux B, Guize L, Ducimetiere P, Benetos A: Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients. Hypertension 37:1236-1241, 2001
- Timer O, Sestier F, Levy E: Metabolic syndrome X: a review Can J Cardiol 16:779-789, 2000
- Alexander CM, Landsman PB, Teutsch SM, Haffner SM: NCEP-defined metabolic syndrome, diabetes, and prevalence of coronary heart disease among NHANES III participants age 50 years and older. Diabetes 52:1210-1214, 2003
- O'Neal DN, Dragicevic G, Rowley KG, Ansari MZ, Balazs N, Jenkins A, Best JD: A cross-sectional study of the effects of type 2 diabetes and other

- cardiovascular risk factor on structure and function of nonstenotic arteries of the lower limb. *Diabetes Care* 26:199-205, 2003
7. Sun K, Daimon M, Watanabe S, Komuro I, Masuda Y: The relation of pulse wave velocity by oscillometric and tonometric methods and clinical application studies. *Jpn J Appl Physiol* 32:81-86, 2002
  8. Oliver JJ, Webb DJ: Noninvasive assessment of arterial stiffness and risk of atherosclerotic events. *Atheroscler Thromb Vasc Biol* 23:554-566, 2003
  9. Munakata M, Ito N, Nunokawa T, Toshinaga K: Utility of automated brachial ankle pulse wave velocity measurements in hypertensive patients. *Am J Hypertens* 16:653-657, 2003
  10. Kubo T, Miyata M, Minago S, Setoyama S, Maruyama I, Tei C: A simple oscillometric technique for determining new indices of arterial distensibility. *Hypertens Res* 25:351-358, 2002
  11. Benetos A, Waeber B, Izzo J, Mitchell G, Resnick L, Asmar R, Safar M: Influence of age, risk factor and renal disease on arterial stiffness: clinical applications. *Am J Hypertens* 15:1101-1108, 2002
  12. American Diabetic Association: Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 27:5-10, 2004
  13. Shoji T, Emoto M, Shinohara K, Kakiya R, Tsujimoto Y, Kishimoto H, Ishimura E, Tabata T, Nishizawa Y: Diabetes mellitus, aortic stiffness, and cardiovascular mortality in end-stage renal disease. *J Am Soc Nephrol* 12:2117-2124, 2001
  14. de Angelis L, Millasseau SC, Smith A, Viberti G, Jones RH, Ritter JM, Chowienczyk PJ: Sex difference in age-related stiffening of the aorta in subjects with type 2 diabetes. *Hypertension* 44:67-71, 2004
  15. Choi KM, Lee KW, Sul HR, Seo JA, Oh JH, Kim SG, Kim NH, Baik SH, Choi DS: Brachial-ankle pulse wave velocity in Koreans with metabolic syndrome. *J Kor Diabetes Assoc* 28:36-44, 2004
  16. Michel E, Safar E, Frohlich D: The arterial system in hypertension: a prospective view. *Hypertension* 26:10-14, 1995
  17. William R, Hiatt: Medical treatment of peripheral arterial disease and claudication. *N Engl J Med* 344:1608-1621, 2001
  18. Dormandy JA, Rutherford RB: Management of peripheral arterial disease(PAD). TASC Working Group. *TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC)*. *J Vasc Surg* 31:S1-S296, 2000
  19. Asmar R, Benetos A, Topouchian J, Laurent P, Pannier B, Brisac A, Target R, Levy B: Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement: validation and clinical application studies. *Hypertension* 26:485-490, 1995
  20. Yokoyama H, Hirasawa K, Aoki T, Ishiyama M, Koyama K: Brachial-ankle pulse wave velocity measured automatically by oscillometric method is elevated in diabetic patients with incipient nephropathy. *Diabet Med* 20:942-945, 2003
  21. Kim KM, Kang SH, Cho DH, Kang HC, Chung DJ, Chung MY: Relationship between clinical course and measures of atherosclerosis in diabetic foot. *Korean J Med* 70:361-370, 2006
  22. Ohmori K, Emura S, Takashima T: Risk factors of atherosclerosis and aortic pulse wave velocity. *Angiology*. 51:53-60, 2000