

하지 근육형동맥과 복부 탄력형동맥의 동맥경화위험요소의 비교

인제대학교 의과대학 해운대백병원 외과학교실, ¹성균관대학교 의과대학 삼성창원병원 외과학교실

박종권 · 김관우 · 박정익 · 오성진 · 서병조 · 오상훈 · 전시열¹

Comparison of the Risk Factors for Arterial Stiffness between Extremity Muscular and Abdominal Elastic Arteries

Jong Kwon Park, M.D., Kwan Woo Kim, M.D., Jeong-Ik Park, M.D., Sung Jin Oh, M.D.,
Byoung Jo Suh, M.D., Sang Hoon Oh, M.D., Si-Youl Jun, M.D.¹

Department of Surgery, Haeundae Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan,

¹Department of Surgery, Samsung Changwon Hospital, Sungkyunkwan University School of Medicine, Changwon, Korea

Purpose: Muscular artery differs from elastic artery in physical properties and constituents of the arterial wall. To investigate the difference between muscular and elastic arteries, we measured the pulse wave velocities (PWVs) in lower extremity muscular arteries (femoral ankle PWV, faPWV) and abdominal elastic arteries (brachial femoral PWV, bfPWV), and searched for the relationships between the PWVs of muscular, elastic arteries and the risk factors of arteriosclerosis.

Methods: 184 normal volunteers were enrolled in the study. Among them, the ratios of male/female, smoker/non-smoker, and hypertension/normal were 81/103, 66/118, and 63/121, respectively. Using volume plethysmography, faPWV and bfPWV were measured. The risk factors of arteriosclerosis in this study were age, gender, smoking, hypertension, body mass index, low density lipoprotein, high density lipoprotein, triglyceride, hemoglobin A1C, and white blood cell.

Results: The PWVs of lower extremity muscular arteries (faPWVs) were significantly faster than those of abdominal elastic arteries (bfPWVs) (right, $P < 0.001$; left, $P < 0.001$). Multiple regression analysis revealed that the independent risk factors of the PWV were age (right, $P < 0.001$; left, $P < 0.001$) and gender (right, $P = 0.008$; left, $P = 0.014$) in abdominal elastic arteries. However, in lower extremity muscular arteries, hypertension (right, $P < 0.001$; left, $P < 0.001$) as well as age (right, $P < 0.001$; left, $P < 0.001$) and gender (right, $P = 0.009$; left, $P = 0.001$) were other significant independent risk factors.

Conclusion: The PWVs of lower extremity muscular arteries were significantly faster than those of abdominal elastic arteries. The significance of hypertension in faPWV suggests that hypertension is an important risk factor in inducing arterial stiffness, especially in lower extremity muscular arteries. (J Korean Surg Soc 2010;79:481-485)

Key Words: Muscular artery, Elastic artery, Pulse wave velocity, Hypertension

중심 단어: 근육형동맥, 탄력형동맥, 맥파전파속도, 고혈압

서 론

책임저자: 박종권, 부산시 해운대구 좌동 1435
☎ 612-030, 인제대학교 해운대백병원 외과
Tel: 051-797-0660, Fax: 051-797-0660
E-mail: jongkwon.park@gmail.com
접수일 : 2010년 5월 12일, 게재승인일 : 2010년 8월 19일

복부와 하지에서 탄력형동맥(elastic artery)과 근육형동맥(muscular artery)의 해부학적 구분은, 일반적으로 서혜부인대를 기준으로 상부는 탄력형동맥, 하부는 근육형동맥으로

나눈다.(1,2) 복부대동맥은 탄력형동맥으로서 하지의 근육형동맥에 비해 탄력섬유(elastin fiber)를 많이 포함하고 있으며, 탄력소/아교질 비율(elastin/collagen ratio)이 복부대동맥은 1.5, 대퇴동맥은 0.5, 경골동맥은 0.3으로 알려져 있다. 하지의 말초동맥으로 갈수록 상대적으로 탄력소의 함유량이 적어지고 아교질의 함유량은 많아진다.(3) 탄력섬유들은 신축성이 좋아서, 심장박동에 따른 맥파의 전파에 따라 늘어났다가 다시 스스로 수축하여 이완기 때도 혈액의 흐름을 유지시키는 작용을 나타낸다. 반면, 하지의 근육형동맥은 복부대동맥과 같은 탄력형동맥에 비해 상대적으로 탄력소는 적고 아교질과 평활근세포의 비율은 더 높아 혈관의 확장이나 수축이 빠르다는 특징이 있다.(1-4) 저자들은 복부의 탄력형동맥과 하지의 근육형동맥에서 동맥경화도의 지표인 맥파전파속도와 동맥경화위험인자들과의 연관성을 알아보기 위해 본 연구를 시행하였다.

방 법

1) 대상

2009년 2월 1일부터 2009년 11월 30일까지 본원 건강검진센터에서 검진을 받은 184명의 자원자를 대상으로 조사하였다. 피검자의 구성은 남자가 81명 여자가 103명이었으며, 평균 나이는 48.85세였고 18세에서 82세까지의 분포를 나타내었다(Table 1). 고혈압은 수축기혈압이 ≥ 140 mmHg이거나 이완기혈압이 ≥ 90 mmHg인 사람과 현재 혈압약을 복용하고 있는 사람으로 정의하였다. 흡연의 여부는, 현 시점을 기준으로 그들의 생애 동안 100개비 이상 흡연했으며 현재 흡연을 하고 있는 현재의 흡연자(current smoker)와 그들의 생애 동안 100개비 이상 흡연했으며 현재 금연한 사람

Table 1. Characteristics of the 184 participants

	Mean	95% CI*
Age (yr)	48.85	46.84 ~ 50.86
BMI [†] (kg/m ²)	23.06	22.64 ~ 23.49
LDL [‡] (mg/dl)	110.67	106.22 ~ 115.12
HDL [§] (mg/dl)	51.08	49.10 ~ 53.05
TG (mg/dl)	132.28	121.31 ~ 143.24
HbA1c [¶] (%)	5.66	5.54 ~ 5.78
WBC** (/mm ³)	6,119	5872 ~ 6365

*95% CI = 95% confidence interval for mean; [†]BMI = body mass index; [‡]LDL = low density lipoprotein; [§]HDL = high density lipoprotein; ^{||}TG = triglyceride; [¶]HbA1C = hemoglobin A1C; **WBC = number of white blood cell.

인 과거 흡연자(ex-smoker)를 모두 흡연자로 정의하였고, 그들의 생애 동안 100개비 미만을 흡연했거나 전혀 흡연경험이 없는 사람을 비흡연자(non-smoker)로 정의하였다.(5) 신체질량지수는 몸무게(kg)를 키(m)의 제곱으로 나누어 구하였다. 피검자에서 혈압검사 결과, 63명이 고혈압이었으며 121명은 정상이었다. 흡연은 66명이 흡연자로 분류되었고 118명은 비흡연자로 분류되었다.

본 연구는 모든 피검자들로부터 검사동의서를 받았고, 삼성창원병원 임상시험심사위원회의 승인 후 시행되었다.

2) 맥파전파속도의 측정

맥파전파속도의 측정은 Vasoguard (model P84; Nicolet Vascular, Golden, CO, USA)를 이용하여 온도가 일정하게 조절되는($24 \pm 1^\circ\text{C}$) 검사실에서 10분간의 휴식 후 오전 중에 시행되었다. 피검자들은 검사 당일 어떠한 약물도 복용하지 않았고 바로 누운 자세로 검사를 받았다. 맥파전파속도의 측정을 위한 신체의 각 부위 길이는 줄자를 사용하여 직접 측정하였다. 흉골(sternum) 상단에서 센서가 위치한 우측 상완 혈압측정띠(cuff)의 중간지점까지의 거리(Lb)를 측정하였고, 흉골 상단에서 우측과 좌측의 상부넓적다리 혈압측정띠의 중간지점들까지의 거리(Lf), 및 우측과 좌측의 상부넓적다리 혈압측정띠의 중간지점들로부터 양쪽 발목 혈압측정띠의 중간 지점들까지의 거리(La)를 측정하였다. Volume plethysmograph (Vasoguard, model P84; Nicolet Vascular, Golden, CO, USA)를 사용하여 자동으로 transit time을 측정하였다. 심장에서 우측 상완 혈압측정띠에 최초로 맥파(pulse wave)가 나타나는 시간을 기준 시점인 0으로 하여 기계에서 자동으로 측정되는 femoral transit time (ΔT_f)과 ankle transit time (ΔT_a)을 사용하여 우측과 좌측의 상완-대퇴동맥 맥파전파속도(brachial femoral PWV, bfPWV = $[(L_f - L_b) / (\Delta T_f)] \times 1,000$ (cm/sec))와 대퇴동맥-발목 맥파전파속도(femoral ankle PWV, faPWV = $[L_a / (\Delta T_a - \Delta T_f)] \times 1,000$ (cm/sec))를 계산하였다(Fig. 1).

3) 혈액검사

혈액검사는 12시간에서 15시간의 공복 상태 후 아침에 채혈한 혈액으로 자동측정장치(HLC723-G7, TOSOH, Tokyo, Japan; COBAS Integra 800, Roche, Rotkreuz, Swiss; Modular System, Roche, Mannheim, Germany)를 사용하여 측정하였다.

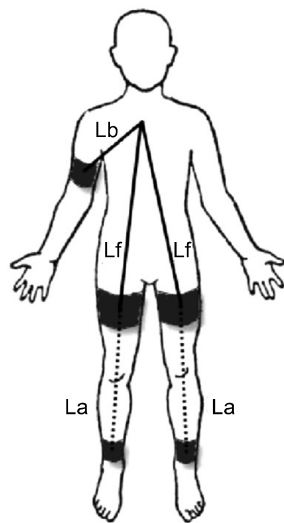


Fig. 1. Measurement of brachial femoral pulse wave velocity (bfPWV) and femoral ankle pulse wave velocity (faPWV). Lb is the distance between the upper portion of sternum and the sensor of right upper arm cuff. Lf is the distance between the upper portion of sternum and the sensors of right and left upper thigh cuffs. La is the distance between the sensors of right and left upper thigh cuffs and the sensors of right and left ankle cuffs. T0 is the moment of the first appearance of the pulse wave from heart at the sensor of right upper arm cuff. Femoral transit time (ΔT_f) is the time spent for the pulse wave to pass the distance equivalent to the difference of Lf and Lb. Ankle transit time (ΔT_a) is the time spent for the pulse wave to pass the distance of La. Formulae are $\text{bfPWV} = [(Lf - Lb) / (\Delta T_f)] \times 1,000$ (cm/sec) and $\text{faPWV} = [La / (\Delta T_a - \Delta T_f)] \times 1,000$ (cm/sec).

4) 통계

Paired-Samples T test로 하지의 근육형동맥과 복부의 탄력형동맥의 맥파전파속도들을 비교하였다. 단변량분석에는 Pearson correlation, 다변량분석에는 stepwise 방법으로 multiple regression analysis를 사용하였다. 다중회귀분석(multiple regression analysis)에 사용한 독립변수들은 나이, 성별, 흡연, 고혈압, 신체질량지수, 저밀도지질단백, 고밀도지질단백, 중성지방, hemoglobin A1c 및 백혈구의 수였다.

결 과

우측과 좌측 모두에서 근육형동맥의 맥파전파속도인 faPWV가 탄력형동맥의 맥파전파속도인 bfPWV에 비해 통계적으로 유의하게 빠른 결과를 나타내었다(우측, $P < 0.001$;

Table 2. Comparison of pulse wave velocities between muscular and elastic arteries

	faPWV* vs. bfPWV [†]	Mean	95% CI [‡]	P-value
Right	Right faPWV (cm/s)	1,257	1,189 ~ 1,325	<0.001
	Right bfPWV (cm/s)	502	485 ~ 519	
Left	Left faPWV (cm/s)	1,282	1,218 ~ 1,346	<0.001
	Left bfPWV (cm/s)	510	492 ~ 528	

Paired-samples *t* test. *faPWV = femoral ankle pulse wave velocity; [†]bfPWV = brachial femoral pulse wave velocity; [‡]95% CI = 95% confidence interval.

Table 3. Correlation between arteriosclerotic risk factors and pulse wave velocities in 184 participants

	Right faPWV*		Left faPWV		Right bfPWV [†]		Left bfPWV	
	C [‡]	P-value [§]	C	P-value	C	P-value	C	P-value
Age	0.471	<0.001	0.477	<0.001	0.349	<0.001	0.482	<0.001
Gender	-0.250	0.001	-0.301	<0.001	-0.229	0.002	-0.222	0.002
Smoking [¶]	-0.105	0.156	-0.147	0.047	-0.157	0.034	-0.144	0.052
Hypertension**	-0.436	0.001	-0.471	<0.001	-0.207	0.005	-0.262	<0.001
BMI ^{††}	0.279	0.001	0.271	<0.001	0.099	0.181	0.147	0.047
LDL ^{‡‡}	0.131	0.076	0.110	0.139	0.097	0.188	0.123	0.095
HDL ^{§§}	-0.072	0.328	-0.100	0.175	-0.017	0.816	-0.060	0.421
TG	0.096	0.196	0.097	0.188	0.003	0.968	0.022	0.771
HbA1C ^{¶¶}	0.185	0.012	0.165	0.026	0.117	0.113	0.169	0.021
WBC***	0.025	0.740	0.035	0.639	0.059	0.426	0.085	0.253

*faPWV = femoral ankle pulse wave velocity; [†]bfPWV = brachial femoral pulse wave velocity; [‡]C = pearson correlation coefficient; [§]P-value = Sig. (2-tailed); ^{||}Gender (male=1, female=2); [¶]Smoking (yes=1, no=2); **Hypertension (yes=1, no=2); ^{††}BMI = body mass index (kg/m²); ^{‡‡}LDL = low density lipoprotein; ^{§§}HDL = high density lipoprotein; ^{||}TG = triglyceride; ^{¶¶}HbA1C = hemoglobin A1C (%); ***WBC = number of white blood cell.

Table 4. Predictors for pulse wave velocities in multiple regression analysis

Dependent variables	Independent variables	Regression coefficient	P-value	R2
Right faPWV*	Constant	1,388.977	<0.001	0.319
	Age	11.396	<0.001	
	Hypertension	-269.288	<0.001	
	Gender	-155.095	0.009	
Left faPWV	Constant	1,547.456	<0.001	0.363
	Age	10.174	<0.001	
	Hypertension	-283.337	<0.001	
Right bfPWV [†]	Gender	-187.436	0.001	0.155
	Constant	435.315	<0.001	
	Age	2.792	<0.001	
	Gender	-44.363	0.008	
Left bfPWV	Constant	374.219	<0.001	0.257
	Age	4.030	<0.001	
	Gender	-38.844	0.014	

Multiple regression analysis with stepwise method. *faPWV = femoral ankle pulse wave velocity; [†]bfPWV = brachial femoral pulse wave velocity. Involved variables: age, gender (male=1, female=2), smoking (yes=1, no=2), hypertension (yes=1, n=2).

좌측, $P<0.001$)(Table 2). 단변량분석에서는 근육형(faPWV)과 탄력형동맥(bfPWV) 모두에서, 고령, 신체질량지수와 저밀도지질단백, 중성지방, HbA1c 및 백혈구수의 증가가 맥파전파속도와 정비례하는 관계를 나타내었다. 반면, 여성과 비흡연자 및 정상혈압인 경우와 높은 고밀도지질단백을 나타낼수록 맥파전파속도는 반비례하여 감소하는 관계를 나타내었다(Table 3). 그러나 다변량분석 결과, 복부 탄력형동맥의 맥파전파속도(bfPWV)에 영향을 미치는 유의한 독립 변수들은 나이(우측, $P<0.001$, 좌측, $P<0.001$)와 성별(우측, $P=0.008$, 좌측, $P=0.014$)이었으나, 하지의 근육형동맥(faPWV)에서는 나이(우측, $P<0.001$, 좌측, $P<0.001$)와 성별(우측, $P=0.009$, 좌측, $P=0.001$) 뿐만 아니라 고혈압(우측, $P<0.001$, 좌측, $P<0.001$)이 맥파전파속도에 영향을 미치는 또 다른 유의한 요소였다(Table 4).

고 찰

나이, 성별, 흡연, 고혈압, 신체질량지수, 저밀도지질단백, 고밀도지질단백, 중성지방, HbA1c 및 백혈구의 수는 동맥의 경화도와 밀접한 관련이 있는 요소들이며,(6-9) 동맥의 경화도는 맥파전파속도를 검사함으로써 객관적으로 측정할 수 있다.(10) 저자들의 연구에서도, 단변량분석 결과, 고

령, 남성, 고혈압, 흡연, 증가된 신체질량지수와 HbA1c가 맥파전파속도와 유의한 상관관계를 보여 타 보고들과 유사한 결과를 나타내었다. 그러나 다변량분석에서는 나이와 성별, 및 고혈압만이 맥파전파속도를 결정하는 유의한 요소였다. 이들 중 복부의 탄력형동맥에서는 나이와 성별 두 가지만이 맥파전파속도를 결정하는 유의한 요소였으나, 하지의 근육형동맥에서는 나이와 성별뿐만 아니라 고혈압이 또 하나의 중요한 요소였다. 일반적으로 탄력형동맥들은 탄력소 성분이 많아 잘 눌려지지 않을뿐더러 높은 혈압에도 신축력이 좋아 손상을 잘 받지 않는 특징이 있다. 혈관 내 압력이 증가할 때 탄력섬유는 길이의 50~70%까지 손상을 받지 않고 늘어날 수 있는 반면, 아교질섬유는 2~4%까지만 손상 없이 늘어날 수 있으며, 더 높은 혈압이 작용하면 비가역적인 손상이 발생된다고 보고되고 있다.(3) 따라서 상대적으로 탄력소 성분이 적고 아교질과 평활근세포의 비율이 높은 근육형동맥들은 혈압의 과도한 변화에 취약하여 고혈압에 의한 혈관벽손상을 받기 쉬우며, 이러한 혈관벽의 손상은 세포외기질단백질의 생성 증가를 동반하여 동맥경화도를 증가시키는 원인으로 작용한다고 알려져 있다.(11-16) 또한 다른 보고들에 따르면, 대동맥류 환자에서 수술 중 채취한 대동맥류조직에는 대조군으로 사체부검 시 채취한 정상 대동맥조직에 비해 탄력소의 양이 현저하게 적었다고 하였다.(4) 쥐를 사용한 실험에서는, 정맥을 복부대동맥에 이식하여 동맥압에 직접 노출시켰더니 30일 후 대부분의 정맥이식편에서 내피세포의 손실과 평활근세포의 퇴행성 변화가 일어났다고 하였다. 그러나, 정맥이식편의 외벽을 polytetrafluoroethylene (PTFE)으로 감싸 동맥압에 의한 물리적 확장을 제한하였더니 상기의 변화가 현저하게 감소하였다고 하였다.(13) 한편, 약물치료를 받고 있는 고혈압환자들에 관한 보고들에서는, 혈압은 맥파전파속도를 결정하는 가장 중요한 요소의 하나라고 하였으며,(17,18) 맥파전파속도의 빠르기는 혈압이 조절되는 정도와 비례하여, 고혈압 치료를 받고 있으나 높은 혈압을 나타내는 군에서는 맥파전파속도가 빨랐고 낮은 혈압을 보이는 군에서는 느리게 나타났다고 하였다.(19) 이러한 보고들을 볼 때, 본 연구의 다변량분석에서 나타난, 고혈압이 하지 근육형동맥의 맥파전파속도 결정에 중요한 영향을 미치는 결과는 복부의 탄력형동맥과는 달리 하지의 근육형동맥은 탄력소의 함량이 적어 고혈압에 의한 혈관벽 손상에 취약하기 때문일 것이라고 추정되며, 따라서 하지의 근육형동맥에서 혈관의 경화를 방지하기 위해서는 고혈압의 조절이 중요할 것이라고

생각된다. 한편, 저자들의 연구에서 paired sample t-test 결과, 우측과 좌측 모두, 하지의 근육형동맥이 복부의 탄력형동맥에 비해 유의하게 빠른 맥파전파속도를 나타내었다. 타 보고에서도 근육형동맥의 맥파전파속도가 탄력형동맥에 비해 더 빠른 것으로 보고되고 있지만(10) 이의 정확한 기전에 관해서는 확실하게 알려져 있지 않다. 현재 제시되는 기전으로는 첫째, 근육형동맥이 혈압의 변화에 의해 더 많은 손상을 받게 된다는 것과 둘째, 아교질 및 평활근세포 등의 혈관벽 구성성분들의 함유 비율의 차이에 의하거나 세째, 혈관의 직경 차이에 의한 것 등이 있다. 따라서, 향후 이에 관한 가설 제시 및 검증과정이 포함된 추가 연구가 필요하다고 생각된다.

결 론

본 연구 결과 하지 근육형동맥은 복부 탄력형동맥에 비해 맥파전파속도가 더 빠르다는 것을 알 수 있었으며, 맥파전파속도에 영향을 미치는 중요한 변수는 복부 탄력형동맥의 경우 나이와 성별이었으나, 하지 근육형동맥에서는 나이와 성별뿐만 아니라 고혈압이 또 다른 중요한 변수였다. 이러한 결과를 볼 때, 고혈압은 하지의 근육형동맥에서 동맥의 경화도를 증가시키는 중요한 원인으로 추정된다.

REFERENCES

- 1) Mircoli L, Mangoni AA, Giannattasio C, Mancia G, Ferrari AU. Heart rate-dependent stiffening of large arteries in intact and sympathectomized rats. *Hypertension* 1999;34:598-602.
- 2) van der Loop FT, Gabbiani G, Kohnen G, Ramaekers FC, van Eys GJ. Differentiation of smooth muscle cells in human blood vessels as defined by smoothelin, a novel marker for the contractile phenotype. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1997;17:665-71.
- 3) Hallett JW, Mills JL, Earnshaw J, Reekers JA, Rooke T. *Comprehensive Vascular and Endovascular Surgery*. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier; 2009.
- 4) Carmo M, Colombo L, Bruno A, Corsi FR, Roncoroni L, Cuttin MS, et al. Alteration of elastin, collagen and their cross-links in abdominal aortic aneurysms. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002;23:543-9.
- 5) Armour BS, Campbell VA, Crews JE, Malarcher A, Maurice E, Richard RA. State-level prevalence of cigarette smoking and treatment advice, by disability status, United States, 2004. *Prev Chronic Dis* 2007;4:A86.
- 6) Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, Hirose K, Koji Y, Chikamori T, et al. Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement--a survey of 12517 subjects. *Atherosclerosis* 2003;166:303-9.
- 7) Lee YJ, Lee JW, Kim JK, Lee JH, Kim JH, Kwon KY, et al. Elevated white blood cell count is associated with arterial stiffness. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2009;19:3-7.
- 8) Wakabayashi I, Masuda H. Lipoprotein (a) as a determinant of arterial stiffness in elderly patients with type 2 diabetes mellitus. *Clin Chim Acta* 2006;373:127-31.
- 9) Mahmud A, Feely J. Effect of smoking on arterial stiffness and pulse pressure amplification. *Hypertension* 2003;41:183-7.
- 10) O'Rourke MF, Mancia G. Arterial stiffness. *J Hypertens* 1999;17:1-4.
- 11) Tieche C, Alkema PK, Liu SQ. Vascular elastic laminae: anti-inflammatory properties and potential applications to arterial reconstruction. *Front Biosci* 2004;9:2205-17.
- 12) Eiskjaer H, Christensen T, Pedersen EB. Abnormal structure and increased stiffness of the femoral arterial wall in young patients with sustained essential hypertension. *J Intern Med* 1989;226:235-9.
- 13) Liu SQ, Moore MM, Yap C. Prevention of mechanical stretch-induced endothelial and smooth muscle cell injury in experimental vein grafts. *J Biomech Eng* 2000;122:31-8.
- 14) O'Callaghan CJ, Williams B. Mechanical strain-induced extracellular matrix production by human vascular smooth muscle cells: role of TGF-beta(1). *Hypertension* 2000;36:319-24.
- 15) Boutouyrie P, Bussy C, Lacolley P, Girerd X, Laloux B, Laurent S. Association between local pulse pressure, mean blood pressure, and large-artery remodeling. *Circulation* 1999;100:1387-93.
- 16) Garipey J, Massonneau M, Levenson J, Heudes D, Simon A. Evidence for in vivo carotid and femoral wall thickening in human hypertension. *Groupe de Prevention Cardio-vasculaire en Medecine du Travail. Hypertension* 1993;22:111-8.
- 17) Agabiti-Rosei E, Porteri E, Rizzoni D. Arterial stiffness, hypertension, and rational use of nebivolol. *Vasc Health Risk Manag* 2009;5:353-60.
- 18) Jatoti NA, Mahmud A, Bennett K, Feely J. Assessment of arterial stiffness in hypertension: comparison of oscillometric (Arteriograph), piezoelectronic (Colplior) and tonometric (SphygmoCor) techniques. *J Hypertens* 2009;27:2186-91.
- 19) Safar ME, Blacher J, Protogerou A, Achimastos A. Arterial stiffness and central hemodynamics in treated hypertensive subjects according to brachial blood pressure classification. *J Hypertens* 2008;26:130-7.