

# 20748 例健康体检对象肱踝脉搏波传导速度的分析

樊广渊<sup>1</sup>, 郑延松<sup>2</sup>, 陈志来<sup>2</sup>, 黄建华<sup>2</sup>, 李 杨<sup>3</sup>, 曾 强<sup>2</sup>

(1. 中国科学院大学门诊部, 北京市 100049; 2. 解放军总医院健康管理研究院, 北京市 100853;

3. 北京市怀柔区雁栖医院, 北京市 101407)

[关键词] 肱踝脉搏波传导速度; 动脉硬化; 体检人群

[摘要] **目的** 研究健康体检人群的肱踝脉搏波传导速度(BaPWV)的分布特点及其与临床指标的相关性。**方法** 将2009年5月至2012年2月在解放军总医院健康医学中心进行健康体检的人群作为研究人群,记录性别、年龄、有无高血压病史、吸烟及饮酒情况;测量血压,计算脉压;用人体成分分析仪测量体重、身高,计算体质指数;抽血化验空腹血糖、甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸、高敏C反应蛋白、同型半胱氨酸、血清肌酐、血红蛋白;应用动脉硬化检测仪测量BaPWV。将完成本研究所涉及的全部检查项目者共计20748例作为研究对象,按性别、吸烟与否、饮酒情况等分组,分析研究对象中BaPWV的分布特点及其与以上指标的关系。**结果** (1)将BaPWV $\geq 1400$  cm/s作为动脉硬化的界值,发现不同年龄组的体检人群都有BaPWV的异常检出,随着年龄的增大BaPWV平均值及异常检出率增加。(2)男性人群的BaPWV略高于女性人群;吸烟者BaPWV均值高于不吸烟者;有高血压病史的研究人群的BaPWV均值明显高于无高血压病史者;饮酒习惯不同,BaPWV也存在显著性差异,其中偶尔饮酒者BaPWV反而较低。(3)Logistic回归分析显示,年龄、高血压病史、吸烟、体质指数、脉压、空腹血糖、甘油三酯、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、高敏C反应蛋白、同型半胱氨酸、血清肌酐、尿酸、血红蛋白、饮酒等因素都是BaPWV异常的显著影响因素。**结论** BaPWV的分布特点符合人群中动脉硬化的分布特点,且其影响因素与传统的动脉硬化影响因素基本一致。作为无创性检查指标之一,BaPWV可以客观地反映动脉硬化的程度,从而为健康干预提供依据。

[中图分类号] R5

[文献标识码] A

## Analysis of Brachial-ankle Pulse Wave Velocity for 20748 Subjects Undergoing Physical Examination

FAN Guang-Yuan<sup>1</sup>, ZHENG Yan-Song<sup>2</sup>, CHEN Zhi-Lai<sup>2</sup>, HUANG Jian-Hua<sup>2</sup>, LI Yang<sup>3</sup>, and ZENG Qiang<sup>2</sup>

(1. Outpatient Department, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 2. Health Management Institute, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; 3. Yanqi Hospital of Huairou District, Beijing 101407, China)

[KEY WORDS] Brachial-ankle Pulse Wave Velocity; Arteriosclerosis; Crowd Undergoing Physical Examination

[ABSTRACT] **Aim** To investigate the distribution characteristics of brachial-ankle pulse wave velocity (BaPWV) and its correlation with the clinical indicators in crowd undergoing physical examination. **Methods** The subjects from the Health Medical Center of Chinese PLA General Hospital from May 2009 to February 2012 were enrolled as the object of study. The gender, age, hypertension history, smoking and alcohol status were recorded. The blood pressure was measured and the pulse pressure (PP) was calculated; The weight and height were measured on a human body composition analyzer and the body mass index (BMI) was obtained; The fasting blood glucose (FBG), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL), low density lipoprotein cholesterol (LDL), blood uric acid (BUA), high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP), homocysteine (Hcy), serum creatinine (SCr), hemoglobin (Hb) concentration were tested by drawing blood; The BaPWV was measured on an arteriosclerosis detector. The total 20748 subjects undergoing all the inspection items related to this investigation were the object of study. The distribution charac-

[收稿日期] 2014-02-23

[基金项目] 国家“十二五”科技支撑计划(2012BAI37B04);全军“十一五”计划保健专项课题(10BJZ18)

[作者简介] 樊广渊,副主任医师,主要研究方向为心血管病临床防治,E-mail 为 fangy@ucas.ac.cn。通讯作者郑延松,博士,副主任医师,主要研究方向为健康体检与健康管理,E-mail 为 zhengyansong301@126.com。陈志来,硕士,副主任医师,主要研究方向为健康体检,E-mail 为 chenzhilai301@163.com。

teristics of BaPWV of the subjects and its relationship with the above indices were analyzed. **Results** (1) The value of BaPWV  $\geq 1400$  cm/s is taken as the critical point of arteriosclerosis. It was found that abnormal BaPWV data were observed for varying age groups with both the average BaPWV and abnormal detection rate rising with age. (2) The values of BaPWV of the male are slightly higher than those of the female; The average value of BaPWV for smokers is higher than that of non-smokers; The average value of BaPWV for subjects with hypertension history is markedly higher than that of subjects with normal blood pressure; For subjects with varying alcohol drinking habits there exists significant differences in BaPWV and occasional alcohol drinkers showed, however, relatively low BaPWV. (3) Logistic regression analysis indicates that the age, hypertension history, smoking status, BMI, PP, FBG, TG, TC, LDLC, hs-CRP, Hcy, SCr, BUA, Hb and alcohol drinking etc. are all significant factors related to abnormal BaPWV. **Conclusions** The distribution characteristics of BaPWV is coincident with that of arteriosclerosis in adult population and its influencing factors is basically in accord with traditional factors related to arteriosclerosis. As one of non-invasive physical examination indicators, BaPWV can objectively reflect the degree of arteriosclerosis, thus providing the dependence for health intervention.

心血管疾病是当前严重危害人类健康的疾病,动脉硬化在其发生发展中起着重要作用<sup>[1,2]</sup>。早期动脉硬化仅表现为动脉弹性、顺应性减退,僵硬度增加等。动脉僵硬度的改变早于管壁结构改变,并先于疾病临床症状出现。筛查早期血管病变,对于心血管疾病的预防和治疗具有十分重要的意义。流行病学和临床研究表明,动脉僵硬度已成为心血管危险程度的重要标志之一。作为评估早期动脉硬化的无创检测指标,脉搏波传导速度(pulse wave velocity, PWV)的检测越来越受到重视。研究还表明, PWV 是评估动脉僵硬度的经典指标之一<sup>[3]</sup>。动脉的顺应性越差,僵硬度越高, PWV 越快。多项研究都证实 PWV 是心血管事件的独立预测因子<sup>[4-6]</sup>。在目前应用的几种 PWV 检测中,肱踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, BaPWV)可反映大、中动脉系统的弹性状态,也是常用的较新的早期评价动脉硬化的指标<sup>[7-9]</sup>。BaPWV 测定有简单、方便、重复性高、受试者依从性好的优点,但其分布特点及临床大样本的研究还较少。本研究对 20748 例健康体检对象的 BaPWV 结果进行了分析。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2009 年 5 月至 2012 年 2 月在解放军总医院健康医学中心接受健康体检的全部对象作为研究人群,重复多次检查者仅留第 1 次涵盖全部研究项目的结果;共计 20748 人纳入研究,年龄 18 ~ 85 岁,平均  $46.90 \pm 8.41$  岁,其中男性 14028 人,占 67.61%,女性 6720 人,占 32.39%。排除本研究所涉及的检查项目结果不完整者,以及合并明确的甲状腺功能减退、动脉闭塞性疾病、严重肝肾功能不全或者心功能不全患者,以及妊娠女性。

1.2 临床资料收集

详细记录受试者的年龄(来自身份证出生日期)、性别、吸烟和饮酒嗜好,是否有高血压病史。吸烟定义为:每日吸烟  $\geq 10$  支,连续 1 年以上<sup>[10]</sup>,分吸烟和不吸烟两种。饮酒习惯分为:从不饮酒、偶尔饮酒(每周  $\leq 1$  次)(一次饮酒指男性折合酒精量超过 30 g,女性超过 15 g<sup>[10]</sup>)、经常饮酒(每周  $> 1$  次)。按照 2005 年中国高血压防治指南的标准进行血压测量,计算脉压(pulse pressure, PP)。用人体成分分析仪测量体重、身高,计算体质指数(body mass index, BMI)。调查对象在空腹状态下,穿统一宽松的体检服进行测量。

1.3 实验室指标测定

所有受试者隔夜禁食 12 h,于次日晨空腹采集静脉血,按照解放军总医院临床检验科的质控和检测标准<sup>[11,12]</sup>,检测空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)、血尿酸(blood uric acid, BUA)、高敏 C 反应蛋白(high sensitivity C-reactive protein, hs-CRP)、同型半胱氨酸(homocysteine, Hcy)、血清肌酐(serum creatinine, SCr)、血红蛋白(hemoglobin, Hb)。

1.4 肱踝脉搏波传导速度测定

所有受试者安静休息至少 10 min 以上,平卧位,利用北京鑫悦琦科贸有限责任公司的 VBP-9 动脉硬化检测仪,分别在左右上肢和下肢连接四个仪器专用袖带,采用同步测量方式,四肢血压袖带同步加压和缓慢放气,取得同一个心动周期内的脉搏波数据,测量左右侧 BaPWV,取任何一侧的高值进行研究。所有受试者均由同一位检测者操作同一台仪器完成。

1.5 数据处理

用 Stata 11.0 软件进行统计分析。正态性检验采用 Kolmogorov-Smirnov 方法。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。采用  $t$  检验、卡方检验、方差分析、Spearman 单因素相关分析以及 Logistic 回归进行统计分析,以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究队列的一般资料

20748 例研究对象来自全国 30 个省、自治区、直辖市和特别行政区。性别、年龄等一般资料,以及实验室检测结果和动脉硬化仪检测结果见表 1。将  $BaPWV \geq 1400$  cm/s 作为动脉硬化的界值,发现研究人群的 BaPWV 均值已超过正常值,而收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、PP、BMI、FBG、TG、TC、LDLC、HDL C、BUA、hs-CRP、Hcy、SCr、Hb 等指标的均值尚在正常值范围内。

2.2 BaPWV 的年龄分层比较

各年龄组之间比较,BaPWV 存在显著性差异( $F = 331.72, P < 0.001$ );无论男性、女性,随着年龄增大,BaPWV 均呈逐渐增加的趋势。将  $BaPWV \geq 1400$  cm/s 作为异常标准,可以看出随着年龄的增加,BaPWV 异常检出率逐渐增大(表 2)。

表 2. 不同性别和年龄分层的 BaPWV 比较

Table 2. Comparison of BaPWV among different sex and age

年龄分层	男性		女性		男女合计		BaPWV 异常率
	<i>n</i>	BaPWV (cm/s)	<i>n</i>	BaPWV (cm/s)	<i>n</i>	BaPWV (cm/s)	
18 ~ 29 岁	223	1379.77 ± 197.32	173	1208.10 ± 166.19	396	1304.8 ± 202.9	26.52%
30 ~ 39 岁	2303	1422.79 ± 206.18	992	1299.13 ± 205.49	3295	1385.6 ± 213.6	41.70%
40 ~ 49 岁	7002	1434.97 ± 214.03	3042	1372.87 ± 214.02	10044	1416.2 ± 215.9	47.29%
50 ~ 59 岁	3620	1464.85 ± 229.21	1881	1459.56 ± 234.65	5501	1463.1 ± 213.8	55.70%
60 ~ 69 岁	815	1600.06 ± 270.01	593	1648.36 ± 301.99	1408	1620.4 ± 284.8	77.20%
≥ 70 岁	65	1694.72 ± 296.41	39	1801.82 ± 385.94	104	1734.9 ± 335.1	86.54%
总计	14028	1450.60 ± 224.94	6720	1408.81 ± 249.06	20748	1437.1 ± 233.8	50.46%

2.3 BaPWV 与性别、吸烟、高血压病史及饮酒的关系

男性人群的 BaPWV 略高于女性人群;吸烟者 BaPWV 均值高于不吸烟者;有高血压病史的研究人群的 BaPWV 均值明显高于无高血压病史者;饮酒习惯不同,BaPWV 也存在显著性差异,进一步两两

表 1. 研究队列的一般资料

Table 1. General data of investigated subjects

项 目	结果( <i>n</i> = 20748)
男性(例)	14028(67.61%)
女性(例)	6720(32.39%)
年龄(岁)	46.90 ± 8.41
不吸烟(例)	11861(57.17%)
吸烟(例)	8887(42.83%)
从不饮酒(例)	4390(21.16%)
偶尔饮酒(例)	8077(38.93%)
经常饮酒(例)	8281(39.91%)
无高血压病史(例)	16112(77.7%)
有高血压病史(例)	4636(22.3%)
身高(cm)	169.30 ± 7.94
体重(kg)	73.10 ± 12.69
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25.40 ± 3.36
SBP(mmHg)	120.62 ± 17.22
DBP(mmHg)	79.69 ± 11.69
PP(mmHg)	40.93 ± 11.01
FBG(mmol/L)	5.92 ± 1.46
TG(mmol/L)	1.91 ± 1.71
TC(mmol/L)	4.96 ± 0.95
LDLC(mmol/L)	2.88 ± 0.77
HDL C(mmol/L)	1.25 ± 0.33
BUA(mmol/L)	340.30 ± 91.40
hs-CRP(mg/L)	0.021 ± 0.038
Hcy(mmol/L)	11.50 ± 5.03
SCr(mmol/L)	69.80 ± 13.50
Hb(g/L)	150.10 ± 15.40
BaPWV(cm/s)	1437.06 ± 233.84

比较发现偶尔饮酒者 BaPWV 反而较低(表 3)。

2.4 BaPWV 与其他因素的相关分析

将 BaPWV 与年龄、BMI、SBP、DBP、PP、FBG、TG、TC、LDLC、HDL C、BUA、hs-CRP、Hcy、SCr、Hb 等进行单因素相关分析,结果显示,BaPWV 除与 HDLC 呈显著性负相关外,与其他因素均呈显著性

正相关(表4)。

表 3. BaPWV 与性别、吸烟、高血压病史及饮酒的关系

Table 3. Relation between BaPWV and sex, smoking, hypertension history, drinking

项 目	<i>n</i>	BaPWV (cm/s)	检验值
男性	14028	1450.50 ± 224.90	<i>t</i> = 12.0889, <i>P</i> < 0.001
女性	6720	1408.80 ± 249.10	
不吸烟	13374	1424.90 ± 201.60	<i>t</i> = 6.4658, <i>P</i> < 0.001
吸烟	7374	1446.10 ± 254.90	
无高血压病史	16112	1390.20 ± 203.80	<i>t</i> = 54.2094, <i>P</i> < 0.001
有高血压病史	4636	1586.50 ± 256.10	
从不饮酒	4390	1434.20 ± 198.70	<i>F</i> = 46.90, <i>P</i> < 0.001
偶尔饮酒	8077	1411.70 ± 210.90	
经常饮酒	8281	1453.40 ± 272.60	

表 4. BaPWV 与其他因素的相关分析结果

Table 4. Correlation analysis between BaPWV and other factors

因素	相关系数	<i>P</i> 值
SBP	0.5578	<0.001
DBP	0.4694	<0.001
PP	0.3135	<0.001
年龄	0.2596	<0.001
FBG	0.2518	<0.001
hs-CRP	0.1846	<0.001
Hcy	0.1821	<0.001
BMI	0.1385	<0.001
TC	0.1337	<0.001
Hb	0.1256	<0.001
TG	0.0985	<0.001
LDLC	0.0975	<0.001
BUA	0.0899	<0.001
SCr	0.0627	<0.001
HDLC	-0.0495	<0.001

2.5 BaPWV 相关因素多元回归分析

将 BaPWV ≥1400 cm/s 作为提示存在动脉硬化的标准,以 ≥1400 cm/s 的 BaPWV 作为因变量,年龄、高血压病史、吸烟、BMI、PP、FBG、TG、TC、LDLC、hs-CRP、Hcy、SCr、BUA、Hb、饮酒等因素作为自变量,男性赋值 1,女性赋值 0,无高血压病史赋值 0,有高血压病史赋值 1,不吸烟赋值 0,吸烟赋值 1,从不饮酒赋值 0,偶尔饮酒赋值 1,经常饮酒赋值 2,进行 Logistic 回归分析。结果显示,除 HDL、性别和 TG 外,其他因素均是 BaPWV 异常的显著性影响因素(表 5)。

表 5. BaPWV 相关因素多元 Logistic 回归分析

Table 5. Multivariate Logistic regression analysis for correlative factors of BaPWV

相关因素	偏相关系数	Z 值	<i>P</i> 值	95% CI
高血压病史	1.0372	24.85	<0.001	0.9553 ~ 1.1190
吸烟	0.3385	9.35	<0.001	0.2676 ~ 0.4094
hs-CRP	0.2619	5.96	<0.001	0.1757 ~ 0.3481
TC	0.2405	7.99	<0.001	0.1815 ~ 0.2995
FBG	0.1789	13.18	<0.001	0.1523 ~ 0.2055
LDLC	0.1513	4.12	<0.001	0.0793 ~ 0.2232
Hcy	0.0613	17.64	<0.001	0.0545 ~ 0.0682
PP	0.0537	25.97	<0.001	0.0497 ~ 0.0578
年龄	0.0297	14.85	<0.001	0.0258 ~ 0.0336
BMI	0.0186	3.47	<0.001	0.0081 ~ 0.0291
Hb	0.0142	10.35	<0.01	0.0115 ~ 0.0169
SCr	0.0055	3.63	<0.001	0.0025 ~ 0.0085
BUA	0.0008	3.57	<0.001	0.0004 ~ 0.0012
饮酒	-0.0609	-2.90	<0.05	-0.1020 ~ 0.0198

3 讨 论

BaPWV 表示肱动脉到胫后动脉的脉搏波传导速度,主要反映弹性动脉及部分周围肌性动脉的僵硬程度。研究表明,尽管 BaPWV 部分取决于外周动脉的僵硬程度,但 BaPWV 能够提供有关中心动脉僵硬程度性质相似的信息<sup>[13]</sup>。Tomiyama 等<sup>[14]</sup>在 12517 名无心血管病史的健康人中进行 BaPWV 测定,显示年龄、血压、性别是最主要的影响因素,体质指数、甘油三酯、尿酸、血糖也与 BaPWV 相关,是次要影响因素。本研究发现有高血压病史的研究人群的 BaPWV 均值明显高于无高血压病史者,吸烟者 BaPWV 均值高于不吸烟者。通过 Logistic 回归分析显示,年龄、高血压病史、吸烟、BMI、PP、FBG、TC、LDLC、hs-CRP、Hcy、SCr、BUA、Hb 是 BaPWV 异常的显著影响因素;这些因素已经被大量的研究证实是动脉粥样硬化及心血管病的危险因素,从而提示 BaPWV 异常是各种危险因素对动脉血管综合作用的结果<sup>[15-17]</sup>。我们的研究对象是来自解放军总医院健康体检中心进行健康体检的人群,体检预约等待的平均时长约 2 周,人均体检费用在 3000 元以上,基本上代表的是中、高收入人群。本研究结果显示,将 BaPWV ≥1400 cm/s 作为动脉硬化的界值,研究人群的 BaPWV 均值已超过正常值,异常检出率达到了 50.46%。这可能与研究人群的特点有关,但从另一个角度看,本组研究对象的高血压病史仅占 22.3%,研究对象的 FBG、TC、LDLC、hs-CRP、Hcy、SCr、BUA、Hb、SBP、DBP 及 PP 的均值仍在正常范围,从而提示相对于血压和血液生物化



学指标这些波动比较大或者比较容易干预的指标来讲, BaPWV 增加是这些因素共同作用于动脉壁产生的后果。BaPWV 可能更早或者能够更加客观地反映动脉硬化的实际情况。目前尚无 Hb 与 BaPWV 关系的报道。Hb 影响 BaPWV 的可能机制是: 随着 Hb 浓度增高, 血液粘稠度增加, 血循环瘀滞, 微循环障碍, 使外周阻力增加, 心脏负荷增加, 交感神经兴奋, 心率增快, 心脏负荷增加, 引起血压增高, 与多种心血管危险因素共同作用于血管壁, 引起动脉弹性减退, 僵硬程度增加, 从而使 BaPWV 增快。饮酒与 BaPWV 呈负相关, 同时, 单因素分析时显示相对于不饮酒者或经常饮酒者, 偶尔饮酒者 BaPWV 反而较低; 这从某种角度支持了适量饮酒有助于软化血管的理论, 但有待于进一步研究证实。

增龄是心血管疾病的直接危险因素<sup>[18]</sup>, 有资料<sup>[19,20]</sup>证实随着年龄增长, PWV 值明显增加。这与血管壁发生退行性改变, 中层胶原含量逐步增加, 导致弹力层断裂, 血管僵硬程度增加有关。本研究数据显示, 不同年龄段的男性或者女性体检人群都有 BaPWV 的异常检出, 随着年龄的增加 BaPWV 的均值及异常检出率逐渐增高, 特别是 50 岁后明显加快; 表明动脉硬化的发病有越来越年轻化的趋势, 健康人群中心血管病风险因素普遍存在, 但中老年人仍是心血管病的高发人群和重点防治对象。

综上所述, BaPWV 的分布特点符合人群中动脉硬化的分布特点, 其影响因素与传统的动脉硬化影响因素基本一致。作为无创性检查指标之一, BaPWV 是评估动脉僵硬度的客观指标, BaPWV 增快早于临床可觉察的血压或者脉压的变化, 能早期识别出无症状但有动脉硬化风险的患者。测定 BaPWV 安全、无创、价格低廉、重复性好。因此, 在人群中进行 BaPWV 检测, 筛查动脉硬化高危人群, 具有实用价值; BaPWV 也可以为健康干预提供依据, 甚至可以作为评价干预效果的指标之一。

## [参考文献]

- [1] Sugawara J, Hayashi K, Yokoi T, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity: an index of central arterial stiffness? [J]. J Hum Hypertens, 2005, 19(5): 401-406.
- [2] Sutton-Tyrrell K, Najjar SS, Boudreau RM, et al. Elevated aortic pulse wave velocity, a marker of arterial stiffness, predicts cardiovascular events in well-functioning older adults [J]. Circulation, 2005, 111(25): 3384-3390.
- [3] Naidu MU, Reddy BM, Yashmaina S, et al. Validity and reproducibility of arterial pulse wave velocity measurement using new device with oscillometric technique: a pilot study [J]. Biomed Eng Online,

2005, 4(1): 49.

- [4] Cecelja M, Chowienczyk P. Dissociation of aortic pulse wave velocity with risk factors for cardiovascular disease other than hypertension: a systematic review [J]. Hypertension, 2009, 54(6): 1328-336.
- [5] Wang KL, Cheng HM, Sung SH, et al. Wave reflection and arterial stiffness in the prediction of 15-year all-cause and cardiovascular mortalities: a community-based study [J]. Hypertension, 2010, 55(3): 799-805.
- [6] Boutouyrie P, Tropeano AI, Asmar R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study [J]. Hypertension, 2002, 39(1): 10-15.
- [7] Smith PM, Burgess E. Smoking cessation initiated during hospital stay for patients with coronary artery disease a randomized controlled trial [J]. CMAJ, 2009, 180(13): 1297-303.
- [8] 卢梦婕, 柳 瑗, 郭丽琳, 等. 男性臂-踝脉搏波传导速度的相关分析 [J]. 中国医师杂志, 2013, 15(7): 915-917.
- [9] 庞新利, 陈科奇, 麦爱欢, 等. 臂-踝脉搏波速度检测在动脉粥样硬化早期诊断中的价值 [J]. 中国医师杂志, 2011, 13(4): 503-505.
- [10] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 (2005 年修订本) [J]. 高血压杂志, 2005, 13(3): 40-42.
- [11] 门莎莎, 文 婷, 董振南, 等. 4043 名健康查体者生化指标异常率分布调查 [J]. 军医进修学院学报, 2011, 32(12): 1237-238.
- [12] 丛玉隆. GB/T22586:2008-/ISO15189:2007 对检验医学学科建设的作用 [J]. 中国医疗器械信息, 2009, 15(10): 1-3.
- [13] Sugawara J, Hayashi K, Yokoi T, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity: an index of central arterial stiffness? [J]. J Hum Hypertens, 2005, 19(5): 401-406.
- [14] Tomiyama H, Yamashina A, Arai T, et al. Influences of age and gender on results of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement: a survey of 12517 subjects [J]. Atherosclerosis, 2003, 166(2): 303-309.
- [15] London GM, Cohn JN. Prognostic application of arterial stiffness: Task forces [J]. Am J Hypertens, 2002, 15(8): 754-758.
- [16] Satoh H, Saijo Y, Kishi R, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity is an independent predictor of incident hypertension in Japanese normotensive male subjects [J]. Environ Health Prev Med, 2011, 16(4): 217-223.
- [17] Benetos A, Thomas F, Joly L, et al. Pulse pressure amplification a mechanical biomarker of cardiovascular risk [J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 55(10): 1032-037.
- [18] 白小涓, 李 虹, 武小云, 等. 沈阳地区健康人群心血管预后中间终点指标的评估 [J]. 中华医学杂志 [J]. 2005, 85(10): 1062-063.
- [19] Blanco FJ, Grande MT, Langa C, et al. S-endoglin expression is induced in senescent endothelial cells and contributes to vascular pathology [J]. Circulation Res, 2008, 103(12): 1383-392.
- [20] Najjar SS, Scuteri A, Lakatta EG. Arterial aging: is it an immutable cardiovascular risk factor? [J]. Hypertension, 2005, 46(3): 454-462.

(此文编辑 曾学清)