·临床研究·

无创臂踝脉搏波速度的特征及与心血管危险因素的关系

隗 玮[1],张存泰[1*],吕美霞[2],刘 彧[1]
(华中科技大学同济医学院:[1]附属同济医院综合科,[2]公共卫生学院,武汉 430030)

【摘 要】 **目的** 研究分析臂踝脉搏波传导速度(baPWV)的特征以及与心血管危险因素的相关性。**方法** 入选2013年1月至2015年3月期间在同济医院综合科参加体检并采用OMRON动脉硬化检测仪VP-1000进行baPWV检测者共3781例(包括住院患者226例)。依据baPWV的检测结果分为两组:baPWV < 1400 cm/s组(n = 2171)和baPWV ≥ 1400 cm/s组(n = 1610)。依据合并冠心病危险因素(高血压、血糖异常、血脂异常、肥胖和吸烟史)的个数将226例住院患者分为4组:0项组(n = 75)、1项组(n = 33)、2项组(n = 49)和3~5项组(n = 69)。采用OMRON动脉硬化检测仪VP-1000测定baPWV。**结果** 年龄、性别、心率、收缩压(SBP)、体质量指数(BMI)和平均动脉压(MAP)是影响baPWV的独立危险因素。男性和女性的baPWV均随年龄呈增加趋势,同时,每个年龄阶段的女性baPWV均显著低于同年龄阶段的男性,差异均具有统计学意义(P < 0.05)。baPWV与年龄(r = 0.66)、SBP(r = 0.62)、舒张压(DBP,r = 0.26)、MAP(r = 0.59)、颈动脉内膜中层厚度(CIMT,r = 0.37)、尿酸(UA,r = 0.16)、血糖(Glu,r = 0.17)和糖化血红蛋白(HbA1c,r = 0.19)呈显著正相关(P < 0.05),与总胆固醇(TC,r = −0.24)和左心室射血分数(LVEF,r = −0.23)呈显著负相关(P < 0.05)。随着合并危险因素数量的增加,年龄和baPWV均呈显著增长趋势(P < 0.01)。baPWV对冠心病诊断具有中等预测价值(曲线下面积为0.718,P < 0.05)。**结论** baPWV与心血管危险因素密切相关,传统的心血管危险因素数量越多,baPWV值越大,baPWV对冠心病的诊断具有中等预测价值。

【关键词】 年龄;性别;无创臂踝脉搏波速度;心血管危险因素
【中图分类号】 R541 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2017.04.064

Features of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity and their relationship with cardiovascular risk factors

WEI Wei[1], ZHANG Cun-Tai[1*], LYU Mei-Xia[2], LIU Yu[1]
([1]General Department of Tongji Hospital, [2]School of Public Health, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the features of brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) and their correlation with cardiovascular risk factors. **Methods** A total of 3781 patients (including 226 inpatients) taking physical examination in the General Department of Tongji Hospital from January 2013 to March 2015 were recruited in this study. They all underwent baPWV (OMROM arteriosclerosis detector VP-1000, Japan) examination, and then divided into the baPWV < 1 400 cm/s group (n = 2171) and baPWV ≥ 1400 cm/s group (n = 1610). For the 226 inpatients, they were assigned into 4 groups according to the existences of risk factors for coronary heart diseases (hypertension, pathoglycemia, dyslipidemia, obesity and history of smoking), that is, 0 item group (n = 75), 1 item group (n = 33), 2 items group (n = 49) and 3 − 5 items group (n = 69). **Results** Age, gender, heart rate, systolic blood pressure (SBP), body mass index (BMI) and mean artery pressure (MAP) were independent influencing factors for baPWV. Though males and females showed similar increasing trend of baPWV level with their aging, the females had significantly lower levels when compared with the males at same age period (P < 0.05). The baPWV level was positively correlated with age (r = 0.66), SBP (r = 0.62), diastolic blood pressure (DBP, r = 0.26), MBP (r = 0.59), carotid intima-media thickness (CIMT, r = 0.37), uric acid (UA, r = 0.16), glucose (r = 0.17) and glycosylated hemoglobin A1c (r = 0.19) (all P < 0.05), and negatively correlated with total cholesterol (TC, r = −0.24) and left ventricular ejection fraction (LVEF, r = −0.23) (both P < 0.05). With the increase in number of multiple risk factors, the age and baPWV level showed an elevating tendency (P < 0.01). baPWV was confirmed to have moderate predictive value for diagnosis of coronary heart diseases, with the area under the curve (AUC) of 0.718 (P < 0.05). **Conclusion** BaPWV is closely associated with the cardiovascular risk factors. The more conventional cardiovascular risk factors, the higher the baPWV level is. baPWV is of moderate predictive value in the diagnosis of coronary heart diseases.

收稿日期:2016-11-19;**修回日期**:2016-12-23
通信作者:张存泰,E-mail:ctzhang0425@163.com

【Key words】 age; gender; noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity; cardiovascular risk factors
Corresponding author: *ZHANG Cun-Tai*, *E-mail*: *ctzhang0425@163.com*

脉搏波传导速度(pulse wave velocity,PWV)是目前应用较为广泛的检测动脉壁结构和性质的方法,PWV增高则提示动脉弹性功能减退[1]。其中,臂踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity,baPWV)的检测具有简便快捷和重复性好的优势[2],且与心血管危险因素和临床事件均具有良好相关性[3],在人群心血管疾病筛查方面有较大的潜在价值和用途。为了确定baPWV对冠心病诊断和管理的价值,本研究搜集了3781例研究对象的baPWV基本特征,重点分析年龄和性别因素对baPWV的影响,同时初步分析了226例研究对象的baPWV与多重心血管危险因素间的相关性,以期评估baPWV的诊断和预测价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象

入选2013年1月至2015年3月期间在同济医院综合科参加体检并进行baPWV检测者共3781例(包括住院患者226例),其中男性2668例,女性1113例,年龄22~89(50.41±14.29)岁。排除标准:(1)心房颤动、频繁心律失常;(2)明显的动脉狭窄;(3)踝臂压力指数(ankle brachial pressure index,ABI)≤0.9。依据baPWV的检测结果分为两组:baPWV<1400 cm/s组(n=2171)和baPWV≥1400 cm/s组(n=1610)。高血压、血糖异常、血脂异常、肥胖和吸烟史是目前公认的5项冠心病危险因素,依据合并危险因素的个数将226例住院患者分为4组:0项组(n=75)、1项组(n=33)、2项组(n=49)和3~5项组(n=69)。

1.2 方法

记录3781例研究对象的基线资料,并由专业人员采用OMRON动脉硬化检测仪VP-1000测定baPWV(双侧)。具体方法为平卧安静休息≥5 min后,将血压袖带传感器绑好,安装心电和心音传感器,重复检测3次,仪器自动保存平均值。本研究中baPWV值采用左、右两侧的平均值,ABI取低值进行分析。根据目前研究结果[7],baPWV正常参考值<1400 cm/s,baPWV≥1400 cm/s提示动脉硬化。

对于226例住院患者,抽取空腹晨血,检测血糖(glucose,Glu)、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A1c,HbA1c)、尿酸(uric acid,UA)、血清总胆固醇(total cholesterol,TC)、甘油三酯(triglycerides,TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol,LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,HDL-C)和C反应蛋白;检测颈动脉不同位点内膜中层厚度,平均值作为颈动脉内膜中层厚度(carotid intima-media thickness,CIMT)值,并观察有无动脉粥样硬化斑块;心脏彩色多普勒检查左心室射血分数(left ventricular ejection fraction,LVEF)。

1.3 统计学处理

采用SPSS20.0软件进行统计分析。计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用t检验。计数资料以百分率表示,组间比较采用χ^2检验。baPWV与各个影响因素的相关性研究采用直线相关分析。采用受试者工作特征(receiver operating characteristics,ROC)曲线评价baPWV的诊断价值,计算曲线下面积。采用logistic多因素回归分析筛选发生baPWV异常的危险因素。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基线资料比较

baPWV<1400 cm/s组和baPWV≥1400 cm/s组的年龄、性别、心率、收缩压(systolic blood pressure,SBP)、舒张压(diastolic blood pressure,DBP)、平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)、体质量指数(body mass index,BMI)和ABI间差异均具有统计学意义($P<0.05$;表1)。

表1 两组基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

Item	baPWV<1400 cm/s group (n=2171)	baPWV≥1400 cm/s group (n=1610)
Age(years,$\bar{x}\pm s$)	47.6±11.3	57.3±17.8*
Male[n(%)]	1449(66.7)	1219(75.7)*
Heart rate(beats/min,$\bar{x}\pm s$)	65.5±12.6	68.6±15.4*
MAP(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	88.45±12.98	103.14±16.16*
SBP(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	127.00±20.25	148.95±24.83*
DBP(mmHg,$\bar{x}\pm s$)	70.5±11.55	80.05±12.74*
BMI(kg/m^2,$\bar{x}\pm s$)	24.5±4.2	25.3±3.8*
ABI($\bar{x}\pm s$)	1.09±0.11	1.13±0.10*

baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity; MAP: mean arterial pressure; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; BMI: body mass index; ABI: ankle brachial pressure index. Compared with baPWV<1400 cm/s group, *$P<0.05$

2.2 baPWV异常危险因素的分析

采用单因素logistic回归分析并经共线性检验，共6项变量进入多因素logistic回归分析（逐步后退法），结果显示年龄、性别、心率、SBP、BMI和MAP是影响baPWV的独立危险因素（表2）。

2.3 不同年龄段男性和女性baPWV比较

以5岁划分年龄段比较男性和女性的baPWV，结果表明，男性和女性的baPWV均随增龄呈增加趋势，同时，每个年龄阶段的女性baPWV均显著低于同年龄阶段的男性，差异均具有统计学意义（$P<0.05$；表3）。

2.4 baPWV与危险因素的相关性研究

baPWV与年龄（$r=0.66$）、SBP（$r=0.62$）、DBP（$r=0.26$）、MBP（$r=0.59$）、CIMT（$r=0.37$）、UA（$r=0.16$）、Glu（$r=0.17$）和HbA1c（$r=0.19$）呈显著正相关（$P<0.05$），与TC（$r=-0.24$）和LVEF（$r=-0.23$）呈显著负相关（$P<0.05$）。

2.5 不同数量危险因素组的比较

随着合并危险因素数量的增加，年龄和baPWV均呈显著增长趋势（$P<0.01$；表4）。

2.6 baPWV对冠心病的诊断价值

以baPWV对冠心病诊断的灵敏度为纵坐标，1－特异度为横坐标，绘制ROC曲线，曲线下面积为0.718（95% CI：0.624～0.812，$P<0.05$）。当baPWV为1497 cm/s时，Youden指数最大，此时的敏感度和特异度分别为66.7%和64.7%（图1）。

3 讨 论

本研究结果显示，baPWV与年龄、性别、心率、SBP、MAP和BMI密切相关，这与文献报道相符[4]。高血压患者血压持续升高，引起血管壁紧张，促使管壁增厚、胶原增生、弹性纤维减少或断裂、管壁钙化等，从而使血管的正常结构和功能发生改变。Laurent等[5]对约1000例高血压患者进行了4.2年

表2 baPWV异常危险因素的多因素分析

Table 2 Multivariate analysis of the risk factors of baPWV

Item	Univariate analysis (P value)	Multivariate analysis		
		OR	P value	95% CI
Age	<0.01	1.138	<0.01	1.124－1.152
Male	<0.01	0.727	<0.01	0.570－0.916
HR	<0.01	1.070	<0.01	1.059－1.082
MAP	<0.01	1.011	<0.01	1.009－1.013
SBP	<0.01	1.003	<0.01	1.001－1.004
BMI	<0.01	0.913	<0.01	0.883－0.944
DBP	<0.01			
ABI	<0.01	－	－	－

baPWV：brachial-ankle pulse wave velocity；HR：heart rate；MAP：mean arterial pressure；SBP：systolic blood pressure；DBP：diastolic blood pressure；BMI：body mass index；ABI：ankle brachial pressure index

表3 不同年龄段男性和女性baPWV比较

Table 3 Comparison of baPWV between men and women of different ages

Age (years)	Male		Female	
	n	baPWV (cm/s, $\bar{x}\pm s$)	n	baPWV (cm/s, $\bar{x}\pm s$)
<35	317	1276±180	133	1088±145*
35－40	415	1327±193	89	1145±131*
40－45	576	1373±178	182	1183±154*
45－50	415	1401±197	214	1267±195*
50－55	414	1458±203	162	1357±216*
55－60	153	1571±201	139	1479±262*
60－65	120	1658±256	57	1563±317*
65－70	87	1842±250	50	1741±397*
70－75	63	2020±295	39	1783±337*
>75	108	2125±512	48	2017±390*
F value		22.38		17.01
P value		<0.001		<0.001

baPWV：brachial-ankle pulse wave velocity. Compared with male，*$P<0.05$

表4 不同数量危险因素组年龄、baPWV和ABI的比较

Table 4 Comparison of age, baPWV and ABI among groups with different numbers of risk factors ($\bar{x} \pm s$)

Group	n	Age (years)	baPWV (cm/s)	ABI
0 item	75	46.3 ± 10.8	1230 ± 234	1.14 ± 0.11
1 item	33	53.2 ± 10.7	1476 ± 437	1.13 ± 0.08
2 items	49	59.3 ± 14.6	1581 ± 402	1.13 ± 0.11
3 – 5 items	69	58.6 ± 14.38	1624 ± 377	1.13 ± 0.09
P value		< 0.01	< 0.01	0.813

baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity; ABI: ankle brachial pressure index

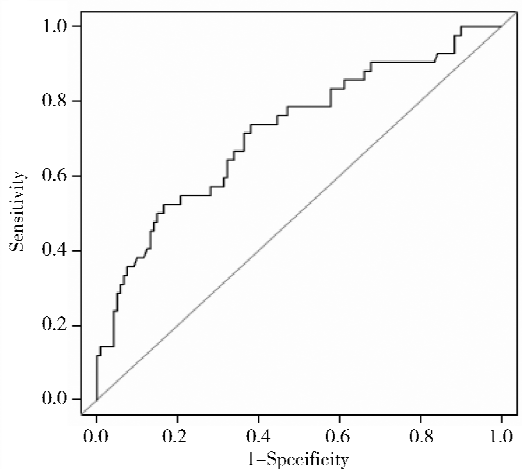


图1 baPWV诊断冠心病的ROC曲线

Figure 1 ROC curve of baPWV in diagnosis of coronary heart disease

ROC: receiver operating characteristics; baPWV: brachial-ankle pulse wave velocity

的随访，期间有107例死亡，死于心血管疾病者占42.9%。对于没有高血压的健康人群，baPWV > 1380 cm/s时，患高血压疾病的风险明显增高[6]。高血压是我国人群冠心病发病及死亡的主要危险因素，对于心血管事件的发生，SBP比DBP有更强的联系[7]。多项研究显示，抗高血压治疗可以改善动脉顺应性，从而降低baPWV，提示可通过降低SBP干预baPWV。国内外研究表明[8]，静息心率的增加会增加心血管事件发生的风险，心率增快加强动脉血流的搏动，延长血管高张力状态的时间，增加基础代谢率，损伤动脉弹性。BMI影响动脉僵硬的机制可能是脂质代谢异常导致血管正常内皮功能损伤[9]。

年龄增长可诱发动脉构造和功能方面的异常，如管壁增厚和退化、中层组织破坏，从而增加发生代谢紊乱的机会，导致动脉硬化。在动脉血管中，小动脉和大动脉动脉粥样硬化的病变进程是相互独立的，动脉僵硬度的增加反映动脉壁的退化。本研究结果表明，男性和女性的baPWV均随年龄呈增加趋势，同时，每个年龄阶段的女性baPWV均显著低于同年龄阶段的男性，差异均具有统计学意义。相对于男性，任何年龄段女性的身高相对矮小，因而女性动脉传导系统更短，心脏与反射波相距更近，收缩期反射波返回时间更早，这可以在一定程度上解释女性在相同条件下的动脉硬化程度较男性低[10]。小动脉管壁含有更多的肌肉组分，而大动脉则含有更多的弹性组分，平滑肌细胞中不仅有雌激素受体，也有雄激素受体。雌激素可提高弹性蛋白与胶原纤维的比例[11]，抑制内皮素-1产生，促进NO合成，抑制血管平滑肌细胞增殖等[12]。

本研究显示，随着合并危险因素数量的增加，年龄和baPWV均呈显著增长趋势，与传统观念一致[13]。baPWV与年龄、SBP、DBP、MAP、CIMT、UA、Glu和HbA1c呈显著正相关，与TC和LVEF呈显著负相关。文献报道也显示baPWV可作为糖尿病患者心血管事件的预测因子[14]。但即使予以有效的控制血糖治疗，已有的动脉硬化仍不可逆转，早期干预才是防治动脉硬化的有效措施。多数研究表明高血脂损伤血管内皮，脂质代谢异常会加剧动脉硬化的发生发展。但本研究中baPWV与TC呈负相关，提示血脂本身可能具有多重因素，需进综合评价。既往多项大型研究均证实CIMT是心血管事件的显著预测因子[15]，本研究结果也显示CIMT和baPWV呈正相关。

本研究结果表明，baPWV对冠心病诊断具有中等预测价值，和既往研究一致[14]。baPWV与心血管危险因素密切相关，传统心血管危险因素数量越多，baPWV值越大。由于本研究样本量较小，覆盖面有限，所得结论的外延仍有一定的局限性。

【参考文献】

[1] 薛开成，陈 杰，屈双丽，等. 肱-踝脉搏波传导速度的临床应用现状[J]. 包头医学院学报，2014，30(6)：157-159.
Xue KC, Chen J, Qu SL, *et al*. Clinical application of brachial-ankle pulse wave velocity[J]. J Baotou Med Coll, 2014, 30(6):

157－159.

[2] 王志广，党爱民. 脉搏波传导速度检测在心血管疾病中的意义及其研究进展[J]. 中华高血压杂志，2013，21(3)：223－226.
Wang ZG, Dang AM. The research progress of pulse wave velocity in the detection of cardiovascular disease and the significance of the research[J]. Chin J Hypertens, 2013, 21(3): 223－226.

[3] 李珊珊，张存泰，周洪莲，等. 脉搏波传导速度与心血管危险因素及Framingham积分的相关性[J]. 中华老年多器官疾病杂志，2012，11(12)：912－916. DOI：10.3724/SP.J.1264.2012.00234.
Li SS, Zhang CT, Zhou HL, *et al*. Correlation between pulse wave velocity and cardiovascular risk factors and Framingham score[J]. Chin J Mult Organ Dis Elderly, 2012, 11(12): 912－916. DOI: 10.3724/SP.J.1264.2012.00234.

[4] 刘 莉，赵洪林，宋 崑，等. 体检人群臂踝脉搏波传导速度特征分析[J]. 天津医药，2012，40(2)：122－124. DOI：10.3969/j.issn.0253-9896.2012.02.008.
Liu L, Zhao HL, Song K, *et al*. Analysis of brachial-ankle pulse wave velocity in physical examination population[J]. Tianjin Med J, 2012, 40(2): 122－124. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9896.2012.02.008.

[5] Laurent S, Boutouyrie P, Asmar R, *et al*. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients [J]. Hypertension, 2001, 37(5): 1236－1241. DOI: 10.1161/01.HYP.37.5.1236.

[6] 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. DOI: 10.1007/s12199-010-0189-3.

[7] MacMahon S, Rodgers A. Blood pressure, antihypertensive treatment and stroke risk[J]. J Hypertens Suppl, 1994, 12(10): S5－S14.

[8] Stapleton PA, Goodwill AG, James ME, *et al*. Differential impact of familial hypercholesterolemia and combined hyperlipidemia on vascular wall and network remodeling in mice[J]. Microcirculation, 2010, 17(1): 47－58. DOI: 10.1111/j.1549-8719.2009.00003.x.

[9] 黄晖明，李 森，许 浩. 超重和肥胖与动脉僵硬度的相关性研究[J]. 中华心血管病杂志，2011，39(10)：950－954. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.10.016.
Huang HM, Li S, Xu H. Study on the correlation of overweight and obesity with arterial stiffness[J]. Chin J Cardiol, 2011, 39(10): 950－954. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.10.016.

[10] 牟文英，陈善广，李 钰. 脉搏波速度的性别差异[J]. 国际生物医学工程杂志，2013，36(1)：39－43. DOI：10.3760/cma.j.issn.1673-4181.2013.01.010.
Mu WY, Chen SG, Li Y. Gender difference of pulse wave velocity[J]. Int J Biomed Eng, 2013, 36(1): 39－43. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4181.2013.01.010.

[11] Natoli AK, Medley TL, Ahimastos AA, *et al*. Sex steroids modulate human aortic smooth muscle cell matrix protein deposition and matrix metalloproteinase expression [J]. Hypertension, 2005, 46(5): 1129－1134. DOI: 10.1161/01.HYP.0000187016.06549.96.

[12] Dockery F, Bulpitt CJ, Donaldson M, *et al*. The relationship between androgens and arterial stiffness in older men[J]. J Am Geriatr Soc, 2003, 51(11): 1627－1632. DOI: 10.1046/j.1532-5415.2003.51515.x.

[13] Blacher J, Asmar R, Djane S, *et al*. Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients [J]. Hypertension, 1999, 33(5): 1111－1117. DOI: 10.1161/01.HYP.33.5.1111.

[14] Katakami N, Osonoi T, Takahara M, *et al*. Clinical utility of brachial-ankle pulse wave velocity in the prediction of cardiovascular events in diabetic patients[J]. Cardiovasc Diabetol, 2014, 13: 128. DOI: 10.1186/s12933-014-0128-5.

[15] Irie Y, Katakami N, Kaneto H, *et al*. The utility of ultrasonic tissue characterization of carotid plaque in the prediction of cardiovascular events in diabetic patients[J]. Atherosclerosis, 2013, 230(2): 399－405. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.08.015.

（编辑：吕青远）