

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.16.007

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200610.1049.002.html\(2020-06-10\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200610.1049.002.html(2020-06-10))

性别差异对超极速脉搏波速度与心血管疾病危险因素相关性的影响研究*

戴萍¹,朱正球¹,王晗²,邹冲³,李宏波¹,刘福明³,黄辉^{1△}

(南京中医药大学附属医院/江苏省中医院:1.超声医学科;2.老年科;3.心血管内科,南京 210029)

[摘要] **目的** 研究性别差异对超极速脉搏波速度(ufPWV)与心血管疾病危险因素之间相关性的影响。**方法** 选取排除心血管疾病史的 176 例健康体检者为研究对象,男女各 88 例。利用 ufPWV 技术检查每例研究对象颈动脉收缩起始脉搏波速度(PWV-BS)和收缩末期脉搏波速度(PWV-ES),同时记录测量其心血管疾病危险因素[年龄、BMI、收缩压、舒张压、血糖、胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白(LDL)、高密度脂蛋白(HDL)],再分别将 PWV-BS、PWV-ES 与上述心血管疾病危险因素作相关性分析,并比较性别差异对其产生的影响。**结果** PWV-BS、PWV-ES 在不同性别间比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);PWV-ES 与心血管疾病危险因素相关的因素多且相关度均明显优于 PWV-BS;女性 PWV-BS 及 PWV-ES 与心血管疾病危险因素相关的因素均多于男性。**结论** 性别差异可明显影响 ufPWV 测值与心血管疾病危险因素的相关性。

[关键词] 性别因素;个性;超极速脉搏波速度;危险因素;相关性

[中图分类号] R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2020)16-2642-04

Study on the effect of gender difference on the correlation between ultrafast pulse wave velocity and cardiovascular disease risk factors*

DAI Ping¹, ZHU Zhengqiu¹, WANG Han², ZOU Chong³, LI Hongbo¹, LIU Fuming³, HUANG Hui^{1△}

(1. Department of Ultrasound; 2. Department of Geratology; 3. Department of Cardiology,

Affiliated Hospital of Nanjing University of Chinese Medicine/Jiangsu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine, Nanjing, Jiangsu 210029, China)

[Abstract] **Objective** To research the effects of gender difference on the correlation between ultrafast pulse wave velocity and cardiovascular disease risk factors. **Methods** A total of 176 healthy subjects excluding cardiovascular disease history were selected, including 88 male and 88 female. The ufPWV technology was used to exam each subject's carotid artery pulse wave velocity of beginning systole (PWV-BS) and pulse wave velocity of ending systole (PWV-ES). Also cardiovascular risk factors [age, BMI, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, glucose, cholesterol, triglycerides, low density lipoprotein (LDL), high density lipoprotein (HDL)] were recorded and measured. The correlation between PWV-BS, PWV-ES and the above cardiovascular disease risk factors was analyzed, and the influence of gender difference on them was compared. **Results** PWV-BS and PWV-ES were significant differences between male and female ($P < 0.05$). PWV-ES had more relevant factors with cardiovascular disease risk factors and was significantly better in their relevance than PWV-BS, PWV-BS and PWV-ES in female had more relevant factors with cardiovascular disease risk factors than male. **Conclusion** Gender difference has significant influence on the correlation between ufPWV and cardiovascular disease risk factors.

[Key words] sex factors; individuality; ultrafast pulse wave velocity; risk factors; correlation

心血管疾病目前仍是人类最主要的死亡原因之一,而动脉粥样硬化(atherosclerosis, AS)是各种心血管

管疾病发生、发展的关键病理生理学基础。近年来,脉搏波速度(pulse wave velocity, PWV)作为评价 AS

* 基金项目:江苏省第十六批“六大人才高峰”创新人才团队项目(TD-SWYY-069);江苏省中管局中医药科技发展计划重点项目(ZD201906);江苏省卫计委计划生育委员会科研课题(Y2018070);江苏省干部保健科研课题(BJ16021);江苏省中医院院级创新发展基金专项课题(Y2019CX33)。作者简介:戴萍(1983—),主治医师,本科,主要从事血管超声新技术研究。△ 通信作者, E-mail: szcrhh007@vip.163.com。

进展程度的新型无创指标已得到广泛认可。超极速脉搏波 (ultrafast pulse wave velocity, ufPWV) 技术是目前一种新型的无创超极速超声成像技术。有别于以往所有传统的 PWV 检测手段, ufPWV 利用超快速 (高达 2 000 帧/秒) 的拍照技术实时记录颈总动脉内膜线运动轨迹, 据此更精确地测算出 PWV^[1]。目前国外已有相关报道证实 ufPWV 在 AS 测量上具有良好的稳定性和可靠性^[2]。本课题组前期^[1,3-7] 已对 ufPWV 技术在年龄、血压、血脂、BMI 等方面作了相关研究, 并初步证实新型 ufPWV 技术可作为定量评估 AS 可靠的无创手段, 但性别差异对该技术检测是否存在影响, 目前仍属未知。本文旨在探讨性别差异对 ufPWV 与心血管疾病危险因素相关性的影响, 以期更好地为 ufPWV 技术的临床应用及心血管疾病危险分层的准确性提供参考, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 3 月至 2019 年 10 月本院体检中心的 176 例健康体检者为研究对象, 男女各 88 例, 各年龄段 (20~<30 岁、30~<40 岁、40~<50 岁、50~<60 岁、60~<70 岁) 性别比均为 1:1。本研究经医院伦理委员会批准并获患者知情同意, 且通过详细病史询问后排除既往 6 个月内发生心脑血管事件、罹患恶性肿瘤、严重的自身免疫性疾病、传染性疾病及其他慢性疾病导致身体状况严重不良或无法配合检查者等情况。

1.2 方法

使用法国声科 SuperSonic Imagine AixPlover ufPWV 超声成像诊断仪, 探头频率 2~10 MHz。患者保持静息状态平卧位, 头部居中, 下颌略抬起。双侧

颈动脉常规超声检查后, 平缓移动探头, 选取颈总动脉管壁较平直段, 嘱患者严格屏气 5 s, 图像稳定后进入 ufPWV 成像模式, 系统自动扫描并测值, 保持扫描线与内膜基本吻合, 测得收缩起始脉搏波速度 (pulse wave velocity of beginning systole, PWV-BS) 及收缩末期脉搏波速度 (pulse wave velocity of ending systole, PWV-ES), 测量误差均小于 1.0 m/s^[3] 视为测量成功, 同时测量颈总动脉内-中膜厚度 (carotid intima-media thickness, cIMT), 最后记录并存储数据。同一颈总动脉重复测量至少 3 次, 分别记录 PWV-BS 及 PWV-ES 并取平均值作为最终值。同时检测并记录每例体检者的年龄、身高、体重、BMI、收缩压、舒张压、高密度脂蛋白 (HDL)、低密度脂蛋白 (LDL)、三酰甘油、胆固醇、血糖、肌酐、尿酸、血红蛋白、白细胞计数等参数。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 比较采用独立样本 *t* 检验; 计数资料以频数或百分率表示, 比较采用 χ^2 检验, 相关性分析采用 Person's 相关性分析; 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象的基本信息

不同性别间身高、体重、舒张压、吸烟、HDL、三酰甘油、胆固醇、肌酐、尿酸、血红蛋白、PWV-BS、PWV-ES 水平比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 而罹患高血压、糖尿病、高血脂的个体数目及年龄、BMI、收缩压、LDL、血糖、白细胞计数和 cIMT 比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。

表 1 研究对象的基本信息

项目	总数 ($n=176$)	男 ($n=88$)	女 ($n=88$)	<i>t</i> / <i>F</i>	<i>P</i>
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	49.5 ± 13.3	50.1 ± 13.4	48.9 ± 13.2	0.617	0.538
身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	165.9 ± 7.8	171.8 ± 5.5	160.6 ± 6.0	12.197	0.000
体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	62.2 ± 9.7	66.8 ± 9.4	57.5 ± 7.5	7.219	0.000
BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	22.5 ± 2.7	22.7 ± 2.7	22.3 ± 2.7	1.130	0.260
收缩压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	122.1 ± 16.3	123.4 ± 14.5	120.8 ± 17.9	1.062	0.290
舒张压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	73.4 ± 10.1	75.6 ± 9.6	71.1 ± 10.1	3.028	0.003
高血压 [<i>n</i> (%)]	32(18.2)	17(19.3)	15(17.0)	0.153	0.696
糖尿病 [<i>n</i> (%)]	11(6.3)	6(6.8)	5(5.7)	0.097	0.755
高血脂 [<i>n</i> (%)]	35(19.9)	20(22.7)	15(17.0)	0.892	0.345
吸烟 [<i>n</i> (%)]	19(10.8)	18(20.5)	1(1.1)	17.051	0.000
LDL ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.6 ± 0.6	2.6 ± 0.6	2.5 ± 0.6	0.910	0.364
HDL ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.5 ± 0.4	1.4 ± 0.4	1.6 ± 0.3	-4.539	0.000
三酰甘油 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.2 ± 0.8	1.4 ± 0.8	1.0 ± 0.7	3.017	0.021

续表 1 研究对象的基本信息

项目	总数($n=176$)	男($n=88$)	女($n=88$)	t/F	P
胆固醇($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	4.7±0.9	4.6±0.9	4.9±0.9	-2.324	0.003
血糖($\bar{x}\pm s$, mmol/L)	5.0±0.8	5.0±0.8	4.9±0.8	0.947	0.345
肌酐($\bar{x}\pm s$, μ mol/L)	68.9±14.6	78.0±12.1	59.9±10.6	10.559	0.000
尿酸($\bar{x}\pm s$, μ mol/L)	293.0±82.2	342.5±72.0	243.5±58.7	9.997	0.000
血红蛋白($\bar{x}\pm s$, g/L)	141.4±14.1	149.8±9.6	132.9±12.7	9.925	0.000
白细胞计数($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9/L$)	5.7±1.3	5.9±1.4	5.6±1.2	1.652	0.100
cIMT($\bar{x}\pm s$, cm)	0.052±0.010	0.053±0.010	0.051±0.009	1.062	0.290
PWV-BS($\bar{x}\pm s$, m/s)	6.24±1.21	6.73±1.23	5.76±0.98	5.767	0.000
PWV-ES($\bar{x}\pm s$, m/s)	7.95±2.31	8.54±2.35	7.36±2.11	3.496	0.001

2.2 对样本按性别分亚组后得出

不同性别中,年龄均与 PWV-BS 存在相关性($P<0.05$);此外,女性 BMI、收缩压、三酰甘油与 PWV-BS 存在相关性($r=0.274, 0.241, 0.284$, 均 $P<0.05$),而男性上述参数则无相关性($P>0.05$)。PWV-ES 在男性及女性均与年龄、收缩压、舒张压均存在相关性(男性: $r=0.805, 0.431, 0.267$;女性: $r=0.701, 0.569, 0.366$, $P<0.05$);此外,女性 BMI、胆固醇、三酰甘油、LDL 与 PWV-ES 均存在相关性($r=0.450, 0.212, 0.250, 0.347$, $P<0.05$),而男性上述参数则无相关性($P>0.05$),见表 2、3。

2.3 PWV-BS、PWV-ES 与研究对象的总体相关性分析

PWV-BS 与年龄、收缩压、舒张压有相关性($P<0.05$)。PWV-ES 与年龄、BMI、收缩压、舒张压、HDL 存在相关性($P<0.05$),见表 2、3。

表 2 PWV-BS 与心血管疾病危险因素的相关性

项目	总数($n=176$)		男($n=88$)		女($n=88$)	
	r	P	r	P	r	P
年龄	0.546	0.000	0.594	0.000	0.561	0.000
BMI	0.138	0.069	-0.013	0.908	0.274	0.010
收缩压	0.225	0.003	0.193	0.072	0.241	0.024
舒张压	0.229	0.002	0.145	0.178	0.173	0.108
血糖	0.127	0.093	0.159	0.139	0.042	0.695
胆固醇	0.078	0.306	-0.012	0.915	-0.015	0.887
三酰甘油	0.045	0.554	0.002	0.982	0.284	0.007
LDL	0.101	0.182	-0.008	0.942	0.191	0.075
HDL	-0.117	0.123	-0.118	0.272	0.208	0.052

表 3 PWV-ES 与心血管疾病危险因素的相关性

项目	总数($n=176$)		男($n=88$)		女($n=88$)	
	r	P	r	P	r	P
年龄	0.742	0.000	0.805	0.000	0.701	0.000
BMI	0.248	0.001	0.042	0.695	0.450	0.000

续表 3 PWV-ES 与心血管疾病危险因素的相关性

项目	总数($n=176$)		男($n=88$)		女($n=88$)	
	r	P	r	P	r	P
收缩压	0.500	0.000	0.431	0.000	0.569	0.000
舒张压	0.353	0.000	0.267	0.012	0.366	0.000
血糖	0.136	0.073	0.117	0.278	0.127	0.237
胆固醇	0.148	0.050	0.005	0.965	0.212	0.047
三酰甘油	-0.032	0.671	-0.201	0.060	0.250	0.019
LDL	0.117	0.122	-0.119	0.208	0.347	0.001
HDL	-0.192	0.011	-0.103	0.338	-0.138	0.201

3 讨论

PWV 是心血管危险及预后的独立预测因子^[8]。此前测量 PWV 的主要方法是测量两动脉间 PWV,如颈-股动脉 PWV 和肱-踝动脉 PWV,上述方法操作复杂,其涉及的距离测量易出现误差,且测量的是平均 PWV,导致临床应用受限^[9]。而新型 ufPWV 技术所测的 PWV-BS、PWV-ES 为血管局部的 PWV,因此能更加具体地体现动脉弹性功能变化,具有操作方便、检测快速、重复性好等特点,为早期评价血管壁的弹性功能提供了一种新的手段^[10]。

本研究对象基本资料示 cIMT 在男性与女性间无差异,而 PWV-BS、PWV-ES 则有差异,说明动脉血管的形态结构还未发生变化时其弹性功能已然发生了变化,这与本课题组前期研究相一致^[1]。且男性 PWV-BS 及 PWV-ES 水平均高于女性,分析原因可能是性别差异不仅通过身高和体型影响动脉结构和功能,也通过激素水平使血管结构和功能产生差异^[11]。既往研究表明,女性血液循环中的雌激素可引起血管的扩张,增加动脉壁弹性纤维含量,降低胶原纤维含量,从而较男性具有更低的动脉僵硬,使动脉弹性更好^[12]。因此,从理论上讲,女性 PWV 会更低,这亦由上述的研究结果再次证实。

本研究将研究对象总体的 PWV-BS 及 PWV-ES 分别与心血管疾病传统的危险因素作相关性分析,结

果显示 PWV-ES 与心血管疾病危险因素相关的因素多,且相关度均优于 PWV-BS,提示 PWV-ES 作为 ufPWV 技术参数,在预测患心血管疾病风险及评估 AS 进展程度上明显优于 PWV-BS。这与以往研究报道的 PWV-ES 优于 PWV-BS 的结果一致^[1,3]。

此外,将研究对象按性别分亚组后,对其 PWV-BS 及 PWV-ES 分别与心血管危险因素作相关性分析,结果显示 PWV-BS 与女性 BMI、收缩压、三酰甘油有相关性而男性没有,PWV-ES 与女性 BMI、胆固醇、三酰甘油、LDL 有相关性而男性没有。可见女性与心血管疾病危险因素相关的因素明显多于男性。说明在对健康体检人群应用 ufPWV 预测心血管风险时,女性较男性能更好地预测患心血管疾病的风险,女性在预测效果和准确性上有一定的优势。此外,该结果进一步提示在应用 ufPWV 检测动脉弹性并预测心血管风险时,应注意性别差异对结果产生的影响。分析性别差异造成这种测量影响的原因,可能不仅如前述的女性激素(如雌激素、黄体酮、雄激素等)对血管的管径、僵硬度的影响^[13-14],本研究中男性较女性在身高、体重、尿酸、吸烟人数上的差异,亦可能是造成这种影响的潜在原因。

综上所述,ufPWV 技术具有安全、可靠、快捷、重复性好等优点,是一项具有革新意义的新技术。本研究显示,性别差异对 ufPWV 预测值与心血管疾病危险因素相关性存在影响,女性相关度明显高于男性,说明在健康体检人群里女性能更好地通过 PWV-ES 预测患心血管疾病风险。但本研究样本量少,望后续通过大样本量研究进一步证实。

参考文献

- [1] ZHU Z Q, CHEN L S, WANG H, et al. Carotid stiffness and atherosclerotic risk: non-invasive quantification with ultrafast ultrasound pulse wave velocity [J]. *Eur Radiol*, 2019, 29 (3): 1507-1517.
- [2] MIRAULT T, PERNOT M, FRANK M, et al. Carotid stiffness change over the cardiac cycle by ultrafast ultrasound imaging in healthy volunteers and vascular Ehlers-Danlos syndrome [J]. *J Hypertens*, 2015, 33(9): 1890-1896.
- [3] 黄辉, 朱正球, 栾云, 等. 超极速超声成像脉搏波技术在早期颈动脉粥样硬化风险动态评估中的应用价值[J]. *东南大学学报(医学版)*, 2017, 36(1): 9-13.
- [4] 戴萍, 王晗, 李宏波, 等. 极速脉搏波技术在年龄相关的颈动脉粥样硬化进展程度定量评估中的应用价值[J]. *现代医学*, 2018, 46(1): 7-11.
- [5] 李宏波, 王晗, 殷立平, 等. 极速成像技术测定高血压患者的脉搏波传导速度及相关影响因素[J]. *中华高血压杂志*, 2017, 25(5): 85-89.
- [6] 孙卉娟, 朱正球, 栾云, 等. 极速脉搏波实时定量技术在高脂血症患者颈动脉粥样硬化评估中的应用[J]. *山东医药*, 2018, 58(14): 53-55.
- [7] 吴林琳, 朱正球, 栾云, 等. 极速脉搏波技术在评估体重指数与颈动脉弹性相关性中的价值[J]. *现代医学*, 2018, 46(1): 1-4.
- [8] PAN F S, YU L, LUO J, et al. Carotid artery stiffness assessment by ultrafast ultrasound imaging: feasibility and potential influencing factors [J]. *J Ultrasound Med*, 2018, 37 (12): 2759-2767.
- [9] 倪博. 超声极速成像技术评价冠状动脉硬化患者颈动脉脉搏波传导速度的临床研究[D]. 大连: 大连医科大学, 2018.
- [10] LI X, JIANG J, ZHANG H, et al. Measurement of carotid pulse wave velocity using ultrafast ultrasound imaging in hypertensive patients [J]. *J Med Ultrason (2001)*, 2017, 44(2): 183-190.
- [11] ZEMTSOVSKAJA G, ABINA J, MEIGAS K, et al. Pulse wave velocity and its gender-related associations with cardiovascular risk factors in a high cardiovascular risk population [J]. *Arch Med Sci Atheroscler Dis*, 2018, 3(1): 99-105.
- [12] RHEE T M, KIM H L, OH S, et al. Gender difference in the association between brachial-ankle pulse wave velocity and cardiovascular risk scores [J]. *Korean J Intern Med*, 2019, 34 (3): 539-548.
- [13] VAN MIL S R, BITER L U, VAN DE GEIJN G J M, et al. The effect of sex and menopause on carotid intima-media thickness and pulse wave velocity in morbid obesity [J]. *Eur J Clin Invest*, 2019, 49: e13118.
- [14] SOUGAWA Y, MIYAI N, UTSUMI M, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity in healthy Japanese adolescents: reference values for the assessment of arterial stiffness and cardiovascular risk profiles [J]. *Hypertens Res*, 2020, 43: 331-341.