

## 论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.04.014

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201230.1547.005.html\(2020-12-30\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201230.1547.005.html(2020-12-30))

# 血压控制良好的原发性高血压患者颈动脉脉搏波传导速度的影响因素分析\*

丁钱山<sup>1</sup>,朱正球<sup>1</sup>,王 晗<sup>2</sup>,刘福明<sup>3</sup>,邹 冲<sup>3</sup>,黄 辉<sup>1△</sup>

(江苏省中医院/南京中医药大学附属医院:1.超声医学科;2.老年科;

3.心血管内科,南京 210029)

**[摘要]** **目的** 探讨血压控制良好的原发性高血压患者颈动脉脉搏波传导速度的影响因素。**方法** 选取血压控制良好的 137 例原发性高血压病患者为研究对象,分别以收缩起始脉搏波传导速度(PWV-BS)平均值和收缩末期脉搏波传导速度(PWV-ES)平均值为界分为高 PWV-BS 组、低 PWV-BS 组和高 PWV-ES 组、低 PWV-ES 组,检测并对比高、低 PWV-BS 组及高、低 PWV-ES 组性别、年龄、身高、体重、BMI、吸烟史、在院期间的空腹血糖(FPG)、低密度脂蛋白(LDL)、收缩压(SBP)及舒张压(DBP),并分析 PWV-BS 及 PWV-ES 的影响因素。**结果** 高 PWV-BS 组年龄、BMI、吸烟史人数、LDL 及 SBP 明显高于低 PWV-BS 组,高 PWV-ES 组年龄、体重、BMI、吸烟史人数、LDL 及 SBP 明显高于低 PWV-ES 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。多元逐步回归分析发现,影响 PWV-BS 的危险因素为年龄、吸烟史,影响 PWV-ES 的危险因素为性别、年龄、吸烟史和 SBP ( $P < 0.05$ )。**结论** 控制血压还应注意危险因素进行调整治疗,从而进一步改善动脉弹性及患者预后。

**[关键词]** 脉搏波分析;高血压;颈动脉;收缩起始脉搏波速度;收缩末期脉搏波速度**[中图法分类号]** R54**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2021)04-0605-04

## Analysis of influencing factors of carotid-femoral pulse wave velocity in essential hypertension patients with well-controlled blood pressure\*

DING Qianshan<sup>1</sup>, ZHU Zhengqiu<sup>1</sup>, WANG Han<sup>2</sup>, LIU Fuming<sup>3</sup>, ZOU Chong<sup>3</sup>, HUANG Hui<sup>1△</sup>

(1. Department of Ultrasound Medicine; 2. Department of Geriatrics; 3. Department of Cardiovascular Medicine, Jiangsu Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine / Affiliated Hospital of Nanjing University of Traditional Chinese

Medicine, Nanjing, Jiangsu 210029, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the influencing factors of carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) in patients with essential hypertension with well controlled. **Methods** A total of 137 essential hypertension patients with well blood pressure controlled were selected and divided into the high pulse wave velocity-beginning of systole (PWV-BS) group, the low PWV-BS group and the high pulse wave velocity-end of systole (PWV-ES) group, the low PWV-ES group according to their mean value of PWV-BS and PWV-ES. Compared gender, age, height, weight, BMI, smoking history, fasting plasma glucose (FPG), low-density lipoprotein (LDL), systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) between the high PWV-BS group and the low PWV-BS group, and between the high PWV-ES group and the low PWV-ES group, then analyzed the influencing factors of PWV-BS and PWV-ES. **Results** Age, BMI, smoking history, LDL and SBP of the high PWV-BS group were significantly higher than those of the low PWV-BS group. Age, weight, BMI, smoking history, LDL and SBP of the high PWV-ES group were significantly higher than those of the low PWV-ES group ( $P < 0.05$ ). Multivariate stepwise regression analysis showed that age and smoking history were the

\* 基金项目:江苏省“六大人才高峰”科技项目(WSN-091);江苏省干部保健科研项目(BJ16021);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)。 作者简介:丁钱山(1991-),住院医师,硕士,主要从事血管超声新技术应用研究。 △ 通信作者, E-mail: szcrhh007@vip.163.com。

risk factors for PWV-BS; gender, age, smoking history and SBP were the risk factors for PWV-ES ( $P < 0.05$ ).

**Conclusion** For controlling blood pressure, attention should be paid to these factors and adjust the treatment plan in order to further improve arterial elasticity and prognosis of patients.

**[Key words]** pulse wave analysis; hypertension; carotid arteries; pulse wave velocity-beginning of systole; pulse wave velocity-end of systole

近年来,心脑血管疾病的死亡率逐年增高,极大地影响了人类健康。心脑血管疾病的关键病理基础为动脉粥样硬化,早期表现为血管壁弹性降低、顺应性下降<sup>[1]</sup>。超极速脉搏波(ultrafast pulse wave velocity, ufPWV)技术是针对颈动脉血管弹性进行检测的超极速超声成像技术,在疾病早期通过定量评估颈动脉脉搏波传递瞬时速度来反映患者动脉硬化的程度,已被证实可用于心脑血管疾病的风险预测<sup>[2-3]</sup>。高血压作为心脑血管疾病的重要危险因素<sup>[4]</sup>,其发病率远高于其他疾病,控制好血压能在一定程度上改善预后。研究发现,高血压与脉搏波传导速度之间有一定的相关性<sup>[1,5]</sup>。然而,在临床实践中发现,一些血压控制良好的高血压患者,颈动脉脉搏波传导速度仍保持在较高水平。对此,本研究欲利用 ufPWV 技术,探讨血压控制良好的高血压患者颈动脉脉搏波传导速度的影响因素,为动脉粥样硬化疾病早期诊断、治疗提供依据,以期减少心血管事件的发生并改善患者的预后,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2018 年 3 月至 2018 年 12 月本院就诊的 137 例高血压患者为研究对象。纳入标准:(1)临床确诊原发性高血压;(2)使用降压药物后收缩压小于 140 mm Hg,舒张压小于 90 mm Hg。排除标准:肾性、内分泌性等继发性高血压。137 例患者中男 63 例,女 74 例,年龄 32~85 岁,平均(62.05±11.70)岁。本研究均得到受试者知情同意,且通过医院伦理委员会审查。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 仪器

应用 SuperSonic Imagine AixPlorer 超声诊断仪,浅表探头频率 2~10 MHz,条件为 Carotid,内置 ufPWV 技术。

#### 1.2.2 ufPWV 测量

受试者仰卧,颈后垫高,充分暴露两侧颈部,对双侧颈动脉先进行常规扫查,观察二维图像、彩色多普勒及频谱多普勒表现。然后切换至 ufPWV 成像模式,将探头与颈总动脉长轴的最大切面平行,保持探头稳定,避开管壁斑块区域,选取相对平直光滑的区

域(取样框宽度设置大于 1 cm),嘱受试者屏住呼吸,保持探头稳定 5 s,系统自动检测收缩早期脉搏波传导速度(pulse wave velocity-beginning of systole, PWV-BS)、收缩末期脉搏波传导速度(pulse wave velocity-end of systole, PWV-ES),计算血管壁脉搏波传导速度。尽量将描线基本吻合内中膜,以满足 PWV-BS 及 PWV-ES 测值的方差  $\Delta < 1.0$  m/s<sup>[5]</sup>。每侧操作均重复 3 次,取平均值,见图 1。

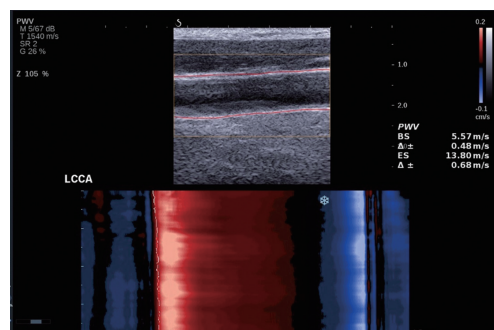


图 1 1 例高血压组患者左侧颈总动脉脉搏波成像示意图

### 1.2.3 记录患者的体征指标

性别、年龄、身高、体重、BMI、吸烟史、在院期间的空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、低密度脂蛋白(low-density lipoprotein, LDL)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)及舒张压(diastolic blood pressure, DBP)。

### 1.2.4 分组

以 PWV-BS 和 PWV-ES 均值为界,分为低 PWV-BS 组、高 PWV-BS 组及低 PWV-ES 组、高 PWV-ES 组。

### 1.3 统计学处理

采用 SPSS23.0 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  $\chi^2$  检验;相关性采用多元逐步回归分析法评价,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 低 PWV-BS 组和高 PWV-BS 组一般资料比较

高 PWV-BS 组年龄、BMI、LDL 及 SBP 明显高于低 PWV-BS 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。两组性别、身高、体重、吸烟史、FPG 及 DBP 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

表 1 低 PWV-BS 组和高 PWV-BS 组一般资料比较

项目	低 PWV-BS 组 (n=72)	高 PWV-BS 组 (n=65)	$\chi^2/t$	P
男/女(n/n)	36/36	38/27	0.985	0.321
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	58.49 $\pm$ 11.28	66.00 $\pm$ 10.94	-3.950	<0.001
身高( $\bar{x} \pm s$ , m)	1.65 $\pm$ 0.08	1.64 $\pm$ 0.07	1.070	0.286
体重( $\bar{x} \pm s$ , kg)	67.14 $\pm$ 10.41	68.88 $\pm$ 9.27	-1.039	0.301
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m)	24.53 $\pm$ 2.72	25.62 $\pm$ 2.53	-2.424	0.017
吸烟史人数(n)	30	37	3.182	0.074
FPG( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.40 $\pm$ 1.89	5.41 $\pm$ 1.53	-0.027	0.978
LDL( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	3.03 $\pm$ 0.68	3.37 $\pm$ 0.67	-2.899	0.004
SBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	126.68 $\pm$ 11.12	130.26 $\pm$ 7.97	-2.147	0.034
DBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	72.53 $\pm$ 11.11	73.10 $\pm$ 10.91	-0.308	0.759

2.2 低 PWV-ES 组与高 PWV-ES 组一般资料比较

高 PWV-ES 组年龄、体重、BMI、吸烟史人数、LDL 及 SBP 明显高于低 PWV-ES 组, 差异有统计学意义(P < 0.05)。两组性别、身高、FPG 及 DBP 比较, 差异无统计学意义(P > 0.05), 见表 2。

表 2 低 PWV-ES 组与高 PWV-ES 组一般资料比较

项目	低 PWV-ES 组 (n=69)	高 PWV-ES 组 (n=68)	$\chi^2/t$	P
男/女(n/n)	35/34	39/29	0.606	0.436
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	57.12 $\pm$ 12.49	67.06 $\pm$ 8.31	-5.479	<0.001
身高( $\bar{x} \pm s$ , m)	1.65 $\pm$ 0.07	1.64 $\pm$ 0.08	0.132	0.895
体重( $\bar{x} \pm s$ , kg)	66.22 $\pm$ 10.28	69.74 $\pm$ 9.22	-2.106	0.037
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m)	24.36 $\pm$ 2.89	25.74 $\pm$ 2.26	-3.120	0.002
吸烟史人数(n)	17	50	32.762	<0.001
FPG( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.28 $\pm$ 1.73	5.53 $\pm$ 1.72	-0.834	0.406
LDL( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	2.97 $\pm$ 0.66	3.42 $\pm$ 0.66	-4.027	<0.001
SBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	124.43 $\pm$ 10.51	132.38 $\pm$ 7.32	-5.127	<0.001
DBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	72.90 $\pm$ 11.19	72.71 $\pm$ 10.84	0.102	0.919

2.3 PWV-BS 与 PWV-ES 的危险因素分析

多元逐步回归分析分别以 PWV-BS、PWV-ES 为因变量, 以性别、年龄、身高、体重、BMI、吸烟史、FPG、LDL、SBP、DBP 为自变量进行多元逐步回归分析, 结果显示影响 PWV-BS 的危险因素为年龄、吸烟史(P < 0.05), 影响 PWV-ES 的危险因素为性别、年龄、吸烟史和 SBP(P < 0.05), 见表 3、4。

表 3 PWV-BS 影响因素的多元回归分析

项目	B	$\beta$	标准误	t	P
年龄	0.033	0.305	0.009	3.704	<0.001
吸烟史	0.456	0.179	0.210	2.170	<0.001

表 4 PWV-ES 影响因素的多元回归分析

项目	B	$\beta$	标准误	t	P
性别	1.031	0.280	0.235	4.397	<0.001
年龄	0.061	0.388	0.010	6.413	<0.001
吸烟史	1.466	0.400	0.245	5.981	<0.001
SBP	0.052	0.278	0.278	4.743	<0.001

3 讨论

颈动脉脉搏波传导速度是早期评估动脉粥样硬化程度的敏感指标, 且过往的研究表明, 颈动脉脉搏波传导速度与血压呈良好的相关性<sup>[1,5]</sup>。但临床实际工作中往往一些血压控制良好(SBP < 140 mm Hg, DBP < 90 mm Hg)的原发性高血压病患者颈动脉脉搏波传导速度仍维持在较高的水平。本研究即以颈动脉脉搏波传导速度的均值为界, 发现即使血压控制良好, 高 PWV-BS 组的年龄、BMI、LDL 及 SBP 均高于低 PWV-BS 组, 高 PWV-ES 组年龄、体重、BMI、吸烟史人数、LDL 及 SBP 高于低 PWV-ES 组, 原因可能是这些因素导致了血管内皮损伤程度加剧有关, 此结果与叶思婷等<sup>[6]</sup>研究发现年长者、男性、空腹血糖升高者、静息心率增快者、BMI、平均动脉压等升高者均为臂踝动脉脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)增高有一致性。

进一步的研究发现, 不论是 PWV-ES 或 PWV-BS 作为因变量, 均显示在血压控制良好的情况下, 年龄和吸烟史是高 PWV-ES 和高 PWV-BS 的影响因素, 这与张波等<sup>[7]</sup>对臂踝动脉脉搏波传导速度的研究发现年龄是高脉搏波传导速度的影响因素之一的结果一致。随着年龄增加, 动脉血管壁弹性蛋白减少, 而胶原蛋白含量增加, 管壁发生纤维钙化, 管壁变厚, 顺应性减低, 继而导致弹性减低<sup>[8]</sup>, 进而可致脉搏波传导速度加快。吸烟引发的炎症细胞和炎症介质活跃状态可造成动脉管壁结构损坏, 使动脉粥样硬化病变进一步加重。此外, 吸烟引发的炎症细胞和炎症介质可造成动脉壁损坏, 并诱导加速老化血管, 亦可导致脉搏波传导速度加快<sup>[10-12]</sup>。

此外, 以 PWV-ES 作为因变量进行分析还发现, 除了年龄和吸烟史外, 收缩压和性别亦是这部分患者脉搏波传导速度加快的影响因素。这也证明了即使血压已经得到充分的控制, 但高血压状态本身仍是高脉搏波传导速度的决定因素之一, 符合 ATO 等<sup>[13]</sup>对高臂踝脉搏波在非高血压患者和血压控制良好患者中危险因素的研究结果。即使血压在可控的范围内, 既往的收缩压增高, 导致的血管内皮受损, 炎性物质沉积, 及其累积效应所致的血管壁结构改变, 弹性减

低,这可能就是维持较高颈动脉脉搏波传导速度的重要因素<sup>[14]</sup>。而性别作为另一影响因素,可能与男女性之间运动习惯、吸烟总量、吸烟时间及雌激素水平等不同有关系,其结果是脉搏波传导速度加快<sup>[6]</sup>。

本研究将 PWV-ES 和 PWV-BS 单独分组研究,得出的结果存在一定的相似,但也有一定的差异,这可能与这二者受各种不同因素影响的敏感性不同所致。PWV-ES 可能较 PWV-BS 更易受影响,更能灵敏地反映动脉硬化的程度,这在 ZHU 等<sup>[15]</sup>研究中已被证实,发现 PWV-ES 较颈动脉内中膜(carotid intima-media thickness, cIMT)及 PWV-BS 早期评估动脉硬化程度更为可靠。

综上所述,原发性高血压病患者即使血压控制好,仍需要密切注意其吸烟史、性别、收缩压及年龄等因素,尽早发现动脉弹性的变化,针对该类心血管病患者制订相应的诊疗方案,防止此类患者动脉硬化程度进一步恶化,从而改善预后。

## 参考文献

[1] 杨寒凝,杨谧,孙月,等.实时剪切波弹性成像及彩色脉搏波成像技术评估不同级别高血压患者颈总动脉弹性[J/CD].中华医学超声杂志(电子版),2018,15(9):679-685.

[2] POLAK J F, O'LEARY D H. Carotid intima-media thickness as surrogate for and predictor of CVD[J]. *Glob Heart*, 2016, 11(3):295-312.

[3] 梁瑞景,梁瑞凯.不同体质量指数老年高血压患者血压水平与臂踝动脉脉搏波传导速度及踝臂血压指数的相关性[J].中华高血压杂志,2019,27(6):530-535.

[4] 李清霖,张宇清.国内外高血压指南心血管疾病风险评估系统综述[J/CD].中国医学前沿杂志(电子版),2020,12(7):33-40.

[5] PAFFER S, PAFFER M, PAFFER P, et al. Pulse wave velocity as a marker of arterial stiffness: assessment in clinical practice at a private hypertension clinic in 375 patients over a period of 1 year[J]. *Am Heart J*, 2020, 229:166.

[6] 叶思婷,周婷,孟令萃,等.极速脉搏波技术评估健康成人颈部血管弹性功能及其相关影响因素

[J].影像研究与医学应用,2020,4(18):118-120.

[7] 张波,贺波,纪大鹏.老年原发性高血压患者血压变异性对臂踝动脉脉搏波传导速度的影响[J].中国老年学杂志,2018,38(10):2317-2320.

[8] 戴萍,朱正球,王晗,等.性别差异对超极速脉搏波速度与心血管疾病危险因子相关性的影响研究[J].重庆医学,2020,49(16):2642-2645.

[9] 高慧,朱正球,戴萍,等.超极速脉搏波技术定量评估年龄相关颈动脉弹性衰退的应用价值及平均动脉压对其的影响[J].中国临床医学影像杂志,2020,31(3):167-170.

[10] 李想,罗春英,薛莉.超声评估吸烟对动脉血管弹性影响的研究进展[J].疑难病杂志,2018,17(3):319-324.

[11] SCHMIDT K M T, HANSEN K M, JOHNSON A L, et al. Longitudinal effects of cigarette smoking and smoking cessation on aortic wave reflections, pulse wave velocity, and carotid artery distensibility[J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8(24):e013939.

[12] 李亚玉,王瞳,曲青霞,等.吸烟指数与全身动脉粥样硬化的关系研究[J].实用心脑血管病杂志,2020,28(9):66-71.

[13] ATO D, SAWAYAMA T. Factors associated with high brachial-ankle pulse wave velocity in non-hypertensive and appropriately treated hypertensive patients with atherosclerotic risk factors[J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2017, 13:383-392.

[14] 李鑫,王杰冰,李玉宏.极速脉搏波技术评估冠状动脉病变患者颈部血管弹性功能及其相关影响因素[J].中国医科大学学报,2018,47(7):612-616.

[15] 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*, 2018, 29(3):1507-1517.