

# 原发性高血压患者超敏 C 反应蛋白与动脉脉搏波速度的关系研究

曲春花, 柳晖, 唐剑英

(同济大学附属东方医院南院健康管理医学部, 上海 200123)

**[摘要]** **目的** 探讨原发性高血压患者超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP) 与臂-踝动脉脉搏波速度 (ba-PWV) 的关系。**方法** 按照入选及排除标准从参加体检人群中选取 591 例高血压患者纳入研究。根据 hs-CRP 水平, 将受检者分成 hs-CRP < 1 mg/L 组、hs-CRP < 3 mg/L 组、hs-CRP ≥ 3 mg/L 组, 比较上述各组 ba-PWV 水平及异常率。根据 ba-PWV 水平, 将受检者分成 ba-PWV 正常组 (ba-PWV < 1 400 cm/s) 和 ba-PWV 异常组 (ba-PWV ≥ 1 400 cm/s), 比较两组 hs-CRP 水平。对 ba-PWV 影响因素进行多因素 logistic 回归分析。**结果** hs-CRP < 1 mg/L 组、hs-CRP < 3 mg/L 组和 hs-CRP ≥ 3 mg/L 组 ba-PWV 分别为 (1 592.9 ± 268.5) cm/s、(1 659.1 ± 292.1) cm/s、(1 649.5 ± 314.7) cm/s, 三组差异无统计学意义 ( $F = 2.896, P = 0.056$ )。上述各 hs-CRP 水平组 ba-PWV 异常率分别为 72.0%、81.2%、81.3%,  $\chi^2 = 6.821, P = 0.033$ ; hs-CRP < 3 mg/L 组和 hs-CRP ≥ 3 mg/L 组均显著高于 hs-CRP < 1 mg/L 组,  $P$  均 < 0.017。ba-PWV 正常组和异常组 ln (hs-CRP) 水平分别为 (-0.26 ± 1.00) mg/L、(-0.06 ± 1.04) mg/L,  $P$  均 < 0.05。logistic 回归分析结果显示: hs-CRP 不是 ba-PWV 的独立影响因素, 年龄、收缩压、三酰甘油、空腹血糖及糖化血红蛋白是 ba-PWV 的独立影响因素。**结论** 影响 ba-PWV 的因素有年龄、收缩压、三酰甘油及血糖水平, hs-CRP 并非 ba-PWV 的独立影响因素。

**[关键词]** 原发性高血压; C 反应蛋白质; 脉搏波分析; 影响因素分析

DOI: 10.3969/J.issn.1672-6790.2020.01.018

**Correlation between high-sensitivity C-reactive protein and brachial-ankle pulse wave velocity among patients with essential hypertension** Qu Chunhua, Liu Hui, Tang Jianying (Health Management Department, Southern District, Shanghai Eastern Hospital Affiliated to Tongji University School of Medicine, Shanghai 200123, China)

Corresponding author: Qu Chunhua, Email: 2438321973@qq.com

**[Abstract]** **Objective** To explore the relationship between high-sensitivity C-reactive protein (CRP) and brachial-ankle pulse wave velocity in patients with essential hypertension. **Methods** According to the inclusion and exclusion criteria, 591 patients with hypertension were enrolled in the study. The subjects were divided into three groups according to the hs-CRP: < 1 mg/L group, < 3 mg/L group and ≥ 3 mg/L group. The Ba-PWV and proportion of abnormal were compared among the three groups. The subjects were divided into two group according to the ba-PWV; normal group and abnormal group. Hs-CRP of two groups were compared. The influencing factors of ba-PWV were analyzed by multivariate logistic regression. **Results** Ba-PWV of subjects in < 1 mg/L group, < 3 mg/L group and ≥ 3 mg/L group were (1 592.9 ± 268.5) cm/s, (1 659.1 ± 292.1) cm/s and (1 649.5 ± 314.7) cm/s, there was no statistically significant difference among the three groups ( $F = 2.896, P = 0.056$ ). The proportion of abnormal ba-PWV among those three groups were 72.0%, 81.2% and 81.3%,  $\chi^2 = 6.821, P = 0.033$ . The proportion of abnormal ba-PWV of < 3 mg/L group and ≥ 3 mg/L group were higher than < 1 mg/L group,  $P < 0.017$ . The hs-CRP of normal group and abnormal group were (-0.26 ± 1.00) mg/L and (-0.06 ± 1.04) mg/L respectively,  $t = 1.990, P < 0.05$ . Logistic regression analysis showed that hs-CRP was not an independent factor affecting ba-PWV, while age, systolic blood pressure, triglyceride, fasting blood glucose and HbA<sub>1c</sub> were independent factors affecting ba-PWV. **Conclusion** The factors affecting ba-PWV include age, trisylglycerin and blood glucose level, while hs-CRP is not an independent factor affecting ba-PWV.

**[Keywords]** Essential hypertension; C-reactive protein; Pulse wave analysis; Root cause analysis

原发性高血压是以体循环动脉压升高为主要临床表现的心血管综合征。血压长期持续处于高水平会损伤血管内皮,使血液中脂质易于沉积于动脉内膜,刺激平滑肌细胞增生,促进动脉粥样硬化的发生发展。动脉脉搏波传导速度能无创、定量评价动脉硬化程度并筛查早期动脉硬化,包括颈-股动脉脉搏波速度(cf-PWV)、颈-桡动脉脉搏波速度和臂-踝动脉脉搏波速度(ba-PWV)。ba-PWV检测简便易行,与中心动脉硬化指标有很好的相关性<sup>[1]</sup>,在临床工作中得到广泛应用。超敏C反应蛋白(hs-CRP)是具有代表性的非特异性炎症敏感指标。已有研究<sup>[2]</sup>表明,高水平的hs-CRP是心血管疾病的独立危险因素。hs-CRP与动脉硬化的关系如何,目前已有一些文献<sup>[3-4]</sup>报道,但结论并不一致。原发性高血压患者的hs-CRP与ba-PWV的关系如何鲜有文献报道,因此本研究针对该问题展开初步探讨。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 从2017年1月至12月到同济大学附属东方医院南院健康管理医学部进行体检的受检者中选取研究对象。本研究经同济大学附属东方医院伦理委员会审核批准,受检者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1)性别、民族不限;(2)年龄 $\geq 18$ 岁;(3)满足高血压诊断标准:根据《中国高血压防治指南2010》<sup>[5]</sup>,收缩压(SBP) $\geq 140$  mm Hg和(或)舒张压(DBP) $\geq 90$  mm Hg。(4)同时接受hs-CRP和ba-PWV检查;(5)与研究相关的数据资料完整。排除标准:(1)妊娠、药物、其他疾病引起的继发性高血压患者;(2)严重心肝肾等器官严重功能不全患者;(3)感染、急性创伤、肿瘤、免疫和结缔组织疾病患者;(4)心脑血管疾病急性发作期患者。

1.3 分组情况 参考刘晖等<sup>[6]</sup>的研究,根据hs-CRP水平,将受检者纳入hs-CRP $< 1$  mg/L组、hs-CRP $< 3$  mg/L组、hs-CRP $\geq 3$  mg/L组。根据ba-PWV检测结果,将受检者纳入ba-PWV正常组和ba-PWV异常组。

## 1.4 方法

1.4.1 基础测量 用超声波身高体质量测试仪测量身高、体质量,根据身高体质量测量结果计算体质指数(BMI),BMI=体质量/身高<sup>2</sup>。用欧姆龙电子血压计测量血压。受检者静坐休息20 min后测量右上臂肱动脉压,记录SBP、DBP,并计算脉压(PP)和平均动脉压(MBP)。

1.4.2 血液学检查 受检者隔夜空腹8~12 h,于上午9:30前采集静脉血5 mL,离心分离血清,用罗氏702全自动生化分析仪及配套的试剂测量总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C),空腹血糖(FPG)、尿酸(UA)、hs-CRP;采用日本东曹株式会社HLC-723G8糖化血红蛋白分析仪测定糖化血红蛋白(HbA<sub>1c</sub>),方法为离子交换高效液相色谱法。

1.4.3 ba-PWV测量 采用欧姆龙健康医疗(中国)有限公司生产的BP-203RPEⅢ网络化动脉硬化检测装置。检查前嘱受检者休息5 min,检查时嘱受检者着单薄的衣裤,平卧于检查床上,双手心向上置于身体两侧。将心电图电极置于双手腕部掌侧面,心音图传感器置于心尖搏动处,检测袖带置于双侧上臂及双侧脚踝处,确保指示标志分别位于肘窝上1 cm处和双侧胫骨内踝处。依次录入受检者性别、年龄、身高、体质量等基础信息,当系统提示“开始检测”时,启动检测。检测结束时,系统显示双侧ba-PWV,取较大值进行统计分析。参考美国心脏病学会医学/科学报告(1993年)的判断标准,ba-PWV $< 1400$  cm/s为正常,ba-PWV $\geq 1400$  cm/s为异常。

1.5 统计学处理 采用SPSS 19.0统计软件处理数据。针对具体数据对应地采取不同的统计方法:(1)连续性变量TG、hs-CRP为偏态分布,经自然对数转换[ $\ln(TG)$ 、 $\ln(hs-CRP)$ ]后满足正态分布,其余连续性变量均满足正态分布,上述变量以 $\bar{x} \pm s$ 进行统计描述。ba-PWV正常组和异常组方差比较采用F检验,经检验,两组年龄、SBP、DBP、PP、MBP、FPG、HbA<sub>1c</sub>方差相等,故两组上述资料比较采用t检验,两组BMI、UA、TC、 $\ln(TG)$ 、HDL-C、LDL-C、 $\ln(hs-CRP)$ 方差相等,故两组上述资料比较采用t检验。不同hs-CRP组方差比较采用Levene检验,经检验各组 $\ln(TG)$ 、HDL-C方差相等,故上述两项指标采用Kruskal-Wallis秩和检验,两两比较采用Wilcoxon秩和检验;其余指标采用多组资料比较单因素方差分析,组间两两比较采用LSD检验。(2)计数资料以频数及构成比描述,采用 $\chi^2$ 检验。ba-PWV影响因素分析采用logistic回归分析。(3)检验水准以上分析检验水准 $\alpha = 0.05$ ,三组资料组间两两比较采用校正后的检验水准 $\alpha' = 0.017$ 。

## 2 结果

2.1 入选对象一般情况 本研究共纳入591例受检者资料,其中男性381例,女性210例;年龄

(55.9 ± 11.4) 岁, ba-PWV (1621.5 ± 283.7) cm/s, ba-PWV 异常率 76.1%, ln(hs-CRP) 为 (-0.11 ± 1.04) mg/L。

2.2 不同 hs-CRP 水平组比较 各组性别构成、年龄、SBP、DBP、PP、TC、LDL-C、FPG、ba-PWV 差异无统计学意义。各组 MBP、BMI、UA、ln(TG)、HDL-C、HbA<sub>1c</sub>、ba-PWV 异常率差异有统计学意义(*P* 均 < 0.05)。两两比较: hs-CRP < 3 mg/L 组 BMI、UA、ln(TG)、HDL-C、HbA<sub>1c</sub>、ba-PWV 异常率均高于 hs-CRP < 1 mg/L 组, 差异有统计学意义, *P* 均 < 0.017; hs-CRP ≥ 3 mg/L 组 MBP、BMI、ln(TG)、

HDL-C、HbA<sub>1c</sub>、ba-PWV 异常率均高于 hs-CRP < 1 mg/L 组, 差异有统计学意义, *P* 均 < 0.017。高 hs-CRP 组糖脂代谢指标、ba-PWV 异常率高于低 hs-CRP 组。见表 1。

2.3 ba-PWV ≥ 正常组和异常组比较 ba-PWV 异常组, 其年龄、SBP、PP、MBP、FPG、HbA<sub>1c</sub>、ln(hs-CRP) 均高于正常组, 差异有统计学意义, *P* 值均 < 0.05。两组性别构成、DBP、BMI、UA、TC、ln(TG)、HDL-C、LDL-C 差异无统计学意义。ba-PWV 异常组血压、血糖及 hs-CRP 水平高于 ba-PWV 正常组。见表 2。

表 1 不同 hs-CRP 水平组基线资料及 ba-PWV 比较

组别	例数	性别(例)		年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	SBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	DBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	PP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	MBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	UA ( $\bar{x} \pm s$ , μmol/L)
		男	女							
hs-CRP < 1 mg/L 组	325	206	119	55.1 ± 10.7	25.2 ± 3.2	144.1 ± 14.2	90.4 ± 9.8	53.7 ± 14.0	108.3 ± 9.4	330.4 ± 85.1
hs-CRP < 3 mg/L 组	191	129	62	57.5 ± 12.8	26.7 ± 2.9 <sup>a</sup>	146.1 ± 14.7	90.3 ± 10.4	55.7 ± 16.0	108.9 ± 9.4	366.7 ± 86.4 <sup>a</sup>
hs-CRP ≥ 3 mg/L 组	75	46	29	55.2 ± 10.7	27.4 ± 3.4 <sup>a</sup>	148.1 ± 13.4	93.0 ± 11.0	55.0 ± 14.9	114.5 ± 9.5 <sup>a</sup>	344.7 ± 86.6
χ <sup>2</sup> ( <i>F</i> ) 值		1.275		(2.399)	(17.750)	(2.771)	(2.101)	(0.742)	(12.363)	(8.919)
<i>P</i> 值		0.527		0.092	<0.001	0.064	0.124	0.477	<0.001	<0.001

  

组别	例数	TC ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	ln(TG) ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	HDL-C ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	LDL-C ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	FPG ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	HbA <sub>1c</sub> ( $\bar{x} \pm s$ , %)	ba-PWV ( $\bar{x} \pm s$ , cm/s)	ba-PWV 异常 [例(%)]
hs-CRP < 3 mg/L 组	191	4.95 ± 1.04	0.60 ± 0.53 <sup>a</sup>	1.23 ± 0.32 <sup>a</sup>	3.29 ± 0.86	5.77 ± 1.53	6.02 ± 0.96 <sup>a</sup>	1659.1 ± 292.1	155(81.2) <sup>a</sup>
hs-CRP ≥ 3 mg/L 组	75	4.99 ± 1.16	0.65 ± 0.75 <sup>a</sup>	1.20 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.15 ± 0.90	5.77 ± 1.98	6.09 ± 0.99 <sup>a</sup>	1649.5 ± 314.7	61(81.3) <sup>a</sup>
χ <sup>2</sup> ( <i>F</i> ) 值		(0.749)	(12.569)	(13.958)	(1.343)	(1.929)	(5.431)	(2.896)	6.821
<i>P</i> 值		0.473	<0.001	<0.001	0.262	0.146	0.005	0.056	0.033

注: hs-CRP 为超敏 C 反应蛋白, ba-PWV 为臂-踝脉搏波速度, BMI 为体质指数, SBP 为收缩压, DBP 为舒张压, PP 为脉压, MBP 为平均动脉压, UA 为尿酸, TC 为总胆固醇, ln(TG) 为三酰甘油经自然对数转换值, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇, FPG 为空腹血糖, HbA<sub>1c</sub> 为糖化血红蛋白, 下表同; 与 hs-CRP < 1 mg/L 组比较, <sup>a</sup>*P* < 0.017

表 2 ba-PWV 正常组和异常组基线资料及 hs-CRP 水平比较

组别	例数	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	性别(例)		BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	SBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	DBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	PP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	MBP ( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	UA ( $\bar{x} \pm s$ , μmol/L)
			男	女						
ba-PWV 正常组	141	49.7 ± 9.1	96	45	26.2 ± 3.2	137.2 ± 11.8	90.6 ± 8.1	46.6 ± 11.6	106.2 ± 7.8	347.8 ± 89.1
ba-PWV 异常组	450	57.8 ± 11.4	285	165	25.8 ± 3.3	147.7 ± 14.1	90.7 ± 10.8	57.0 ± 14.8	109.7 ± 9.8	342.8 ± 86.5
t(χ <sup>2</sup> ) 值		8.728			-1.312	8.748	0.097	8.663	4.436	-0.601
<i>P</i> 值		<0.001			0.190	<0.001	0.923	<0.001	<0.001	0.548

  

组别	TC ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	ln(TG) ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	HDL-C ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	LDL-C ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	FPG ( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	HbA <sub>1c</sub> ( $\bar{x} \pm s$ , %)	ln(hs-CRP) ( $\bar{x} \pm s$ , mg/L)
ba-PWV 异常组	4.92 ± 0.96	0.49 ± 0.58	1.31 ± 0.38	3.21 ± 0.86	5.73 ± 1.75	5.97 ± 1.01	-0.06 ± 1.04
t(χ <sup>2</sup> ) 值	0.825	1.538	-0.563	0.077	4.487	5.081	1.990
<i>P</i> 值	0.410	0.125	0.573	0.939	<0.001	<0.001	0.047

注: ln(hs-CRP) 为超敏 C 反应蛋白的自然对数转换值

2.4 ba-PWV 影响因素 logistic 回归分析 根据不同 hs-CRP 水平组及不同 ba-PWV 组比较结果,以年龄、SBP、PP、MBP、UA、TG、HDL-C、HbA<sub>1c</sub>、hs-CRP 为自变量,以 ba-PWV 为因变量(“<1400 cm/s”赋值为“1”,“≥1400 cm/s”赋值为“2”)进行 logistic 回归分析。结果显示年龄、SBP、TG、HbA<sub>1c</sub> 为 ba-PWV 升高的独立危险因素,hs-CRP 未能进入回归方程。将自变量 HbA<sub>1c</sub> 换成 FPG,其余自变量和因变量不变,logistic 回归分析结果显示年龄、SBP、TG、FPG 是 ba-PWV 升高的独立危险因素,hs-CRP 仍然未进入回归方程。见表 3。

表 3 ba-PWV 影响因素 logistic 回归分析

影响因素	回归系数	标准误	Wald $\chi^2$ 值	P 值	OR(95% CI)
年龄	0.070	0.012	36.65	<0.001	1.072(1.048~1.097)
SBP	0.053	0.009	35.42	<0.001	1.055(1.036~1.073)
ln(TG)	0.439	0.195	5.065	0.024	1.551(1.058~2.274)
FPG	0.236	0.105	5.052	0.025	1.267(1.031~1.557)
HbA <sub>1c</sub>	0.349	0.155	5.044	0.025	1.417(1.045~1.921)

### 3 讨论

有学者认为动脉硬化本质上是慢性炎症反应性疾病,炎症因子参与和介导的炎症反应贯穿其病理生理全过程<sup>[7]</sup>。hs-CRP 作为重要的炎症反应生物标志物,在动脉硬化的发生发展中起重要作用。欧美国家的心血管病风险评估方案中已讨论是否纳入 hs-CRP 等新指标,《中国心血管病风险评估和管理指南》建议单纯风险评估结果不能指导临床治疗时,可结合 hs-CRP 等新指标协助确定临床干预和治疗方案<sup>[8]</sup>。血 hs-CRP 水平与粥样斑块的稳定性及病变的严重程度有明显的相关性<sup>[9-10]</sup>。周围动脉发生硬化时,血 hs-CRP 水平会显著升高<sup>[11-12]</sup>。

本研究结果亦显示原发性高血压患者 ba-PWV 平均水平高于正常值,ba-PWV 异常个体比率高达 76.1%,提示原发性高血压患者动脉硬化的发生较为普遍。本研究发现 hs-CRP ≥ 1 mg/L 的两组 ba-PWV 异常个体比率高于 hs-CRP < 1 mg/L 组,提示炎症水平高的群体动脉硬化发生率相对较高;ba-PWV 异常组的 hs-CRP 水平高于 ba-PWV 正常组,提示动脉硬化群体炎症水平高于动脉弹性正常群体;但 logistic 回归分析结果表明 hs-CRP 并非 ba-PWV 的独立影响因素,年龄、SBP、TG、血糖成为 ba-PWV 的独立影响因素。高枫等<sup>[13]</sup>的研究表明:原发性高血压患者 hs-CRP 与 ba-PWV 呈正相关,

hs-CRP 每增加 1 mg/L,ba-PWV 相应增加 12.8 cm/s。刘金苹等<sup>[14]</sup>研究显示:hs-CRP 是高血压患者 cf-PWV 的独立影响因素,高血压患者 hs-CRP 每增加 1 mg/L,cf-PWV 增加 19cm/s。本研究结论与上述研究结论不同,可能与动脉脉搏波测量部位、测量方法不同以及研究对象分组方法不同有关。

关于 hs-CRP 与动脉脉搏波速度的关系,国内外学者已进行诸多研究。由于研究群体特征及动脉脉搏波测量方法不同,研究结论并不一致。Tomiyama 等<sup>[4]</sup>的研究纳入 2 668 例日本男性,年龄(43 ± 10)岁,结果显示 ln(hs-CRP) 与 ba-PWV 无独立相关性。Tsai 等<sup>[15]</sup>进行的一项大样本研究显示 hs-CRP 与 ba-PWV 呈独立相关。Gomez-Marcos 等<sup>[16]</sup>以 258 例高血压患者为研究对象探讨 hs-CRP 与动脉脉搏波速度的关系;结果表明:男性女性 hs-CRP 与 ba-PWV 均呈正相关,hs-CRP 每增加 1 mg/L,男性和女性 ba-PWV 分别增加 7 cm/s、8 cm/s,hs-CRP 对男性、女性 ba-PWV 升高的贡献率分别为 10.2% 和 6.7%。国内牛伯晖等<sup>[17]</sup>的研究纳入 4 506 名健康体检者,其研究结果显示 hs-CRP 是 ba-PWV 水平升高的独立危险因素。而刘晖等<sup>[6]</sup>进行的一项以 2 型糖尿病患者为研究对象的大样本研究结果则显示不同 hs-CRP 水平组 ba-PWV 水平无显著差异,hs-CRP 水平与 ba-PWV 无独立相关性。

侯金泓等<sup>[7]</sup>、杜鑫等<sup>[18]</sup>的研究均表明年龄、SBP、FPG 与中老年人群 ba-PWV 水平呈正相关。杨慧等<sup>[19]</sup>的研究表明 TG 与体检人群 ba-PWV 水平呈独立的正相关。本研究与上述研究结论不谋而合。增龄是动脉粥样硬化性血管疾病发生发展的独立危险因素<sup>[18]</sup>。增龄会导致内皮细胞损伤和功能障碍,致使一氧化氮产生减少,血管张力增加,血管平滑肌增生,最终导致血管结构和功能改变,动脉弹性减低<sup>[20]</sup>。长期高血糖会促进活性氧类过表达及糖基化终产物形成,导致内皮细胞损伤及动脉硬化发生发展<sup>[21]</sup>。高三酰甘油血症通过促进炎症介质释放、促进黏附分子表达、增加泡沫细胞形成等多个途径促进动脉硬化的发生<sup>[19,22]</sup>。本研究结果显示,增龄、高 SBP、高 TG、高血糖是 ba-PWV 升高的独立危险因素。对高血压患者采取恰当干预措施,将血压、血糖及血脂控制在合理水平,有助于预防动脉硬化的发生。

### 参考文献

[1] 陈炳伟,王志广,党爱民,等.颈-股脉搏波速度与冠状

- 动脉病变严重程度关系的研究[J]. 中国循环杂志, 2015, 30(4):326-330.
- [2] 宋丽薇,沈小梅. 非构型高血压患者尿酸、超敏C反应蛋白与动态动脉硬化指数的关系[J]. 解放军医学院学报, 2015, 36(2):112-114.
- [3] NAGANO M, NAKAMURA M, SATO K, et al. Association between serum C-reactive protein levels and pulse wave velocity: a population-based cross-sectional study in a general population [J]. *Atherosclerosis*, 2005, 180(1): 189-195.
- [4] TOMIYAMA H, ARAI T, KOJI Y, et al. The relationship between high-sensitive C-reactive protein and pulse wave velocity in healthy Japanese men [J]. *Atherosclerosis*, 2004, 174(2):373-377.
- [5] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2010 [J]. 中华心血管病杂志, 2011, 39(7):579-616.
- [6] 刘晖,安洁,刘妍,等. 高敏C反应蛋白水平与2型糖尿病患者的臂踝脉搏波速度进展的关系[J]. 实用医学杂志, 2016, 32(13):2199-2202.
- [7] 侯金泓,李俊娟,王剑利,等. 中老年人群高敏C反应蛋白对外周动脉硬化的预测价值研究[J]. 中华预防医学杂志, 2015, 49(10):883-887.
- [8] 中国心血管病风险评估和管理指南编写联合委员会. 中国心血管病风险评估和管理指南 [J]. 中华健康管理学杂志, 2019, 13(1):7-26.
- [9] 孙增强,刘明玲,王雁. 大动脉粥样硬化型脑梗死患者血清淀粉样蛋白A、C反应蛋白水平与颈动脉粥样斑块稳定性的相关性研究[J]. 临床内科杂志, 2014, 31(4):259-261.
- [10] 陈莉,戴朦,李红旗,等. 老年高血压患者超敏C反应蛋白和糖化血红蛋白水平与颈动脉粥样硬化之间的关系[J]. 中国临床保健杂志, 2018, 21(4):433-436.
- [11] 解冰川,李艳敏,王彦永,等. MMP-9及hs-CRP与动脉粥样硬化、脑卒中关系的研究进展[J]. 临床误诊误治, 2013, 26(5):97-100.
- [12] STONE P A, JENNA K. The relationship of serum C-reactive protein level with the risk and progression of coronary and carotid atherosclerosis [J]. *Semin Vasc Surg*, 2015, 27(3):138-142.
- [13] 高枫,苏伟,龚少愚,等. 原发性高血压患者高敏C反应蛋白与动脉弹性的关系[J]. 中国老年学杂志, 2010, 30(23):3442-3444.
- [14] 刘金苹,姜一农. 高血压患者动脉脉搏波传导速度与超敏C反应蛋白相关性[J]. 心脑血管病防治, 2018, 18(1):18-21.
- [15] TSAI S S, LIN Y S, LIN C P, et al. Metabolic syndrome-associated risk factors and high-sensitivity C-reactive protein independently predict arterial stiffness in 9903 subjects with and without chronic kidney disease [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94(36):e1419.
- [16] GOMEZ-MARCOS M A, RECIO-RODRIGUEZ J Z, PATINO-ALONSO M C, et al. Relationships between high-sensitive C-reactive protein and markers of arterial stiffness in hypertensive patients. Differences by sex [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2012, 12:37.
- [17] 牛伯晖,李燕,张彩凤,等. 不同血清C反应蛋白水平人群脉搏波传导速度的变化[J]. 中国综合临床, 2014, 30(9):948-952.
- [18] 杜鑫,刘妍,张莹,等. 中老年人群心血管健康指标变化与动脉硬度的关系[J]. 中国循环杂志, 2016, 31(2):137-141.
- [19] 杨慧,吴寿岭,李晓芳,等. 三酰甘油与臂踝动脉脉搏波传导速度的关系[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(5):470-474.
- [20] 陶军,靳亚非,王礼春,等. 年龄对血管弹性和内皮细胞功能的影响[J]. 中华心血管病杂志, 2003, 31(4):250-253.
- [21] PANENI F, BECKMAN J A, CREAGER M A, et al. Diabetes and vascular disease: pathophysiology, clinical consequences and medical therapy: part I [J]. *Eur Heart J*, 2013, 34(31):2436-2443.
- [22] 史晓雪,唐世琪,徐丽娟,等. 中老年男性动脉弹性与血清尿酸及血脂的相关性[J]. 中国临床保健杂志, 2018, 21(2):164-167.

(收稿日期:2019-06-19)