

# 高血压病患者血脂综合指标与大动脉僵硬度异常的相关性

司小北 刘蔚

100730 北京, 北京医院国家老年医学中心心脏内科

通信作者: 刘蔚, E-mail: liuweibjyy@163.com

DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2019.08.014

**【摘要】** **目的** 通过引入血脂综合指标探讨高血压病患者血脂异常与大动脉僵硬度异常的相关性。**方法** 本研究共纳入高血压病随诊或疑诊动脉粥样硬化相关疾病患者 431 例。对所有入组患者依据有无高血压病及血脂异常病史分为无高血压病和血脂异常病史组(A组)、有血脂异常病史但无高血压病史组(B组)、有高血压病史但无血脂异常病史组(C组)、有高血压病及血脂异常病史组(D组)。依据总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)等血脂指标分别计算血浆致动脉粥样硬化指数(atherogenic index of plasma, AIP)、非高密度脂蛋白胆固醇(non-high density lipoprotein-cholesterol, non-HDL-C)、TC/HDL-C、动脉硬化指数(atherogenic index, AI)等血脂综合指标,比较各指标组间差异。采用多元线性偏相关分析探讨各血脂指标与踝臂脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)的相关性。**结果** TC、TG、HDL-C、AIP、AI、non-HDL-C 及 TC/HDL-C 在各组间总体比较差异均存在统计学意义(均有  $P < 0.05$ )。针对高血压病患者(C组、D组)进行多元线性偏相关分析,结果显示, TG、HDL-C、AIP、AI、TC/HDL-C 与 baPWV 均呈正相关关系(均有  $P < 0.05$ ), TC、LDL-C、non-HDL-C 与 baPWV 均无明显相关性(均有  $P > 0.05$ )。**结论** 高血压患者血脂水平与大动脉僵硬度可能存在相关性, AI、AIP 及 TC/HDL-C 等血脂综合指标可能更好反映高血压病患者血脂异常与大动脉僵硬度异常的相关趋势。

**【关键词】** 大动脉僵硬度; 血脂; 脉搏波传导速度; 高血压; 相关性

**【中图分类号】** R181 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1674-3679(2019)09-0956-05

## The relationship between arterial stiffness and complex profiles of blood lipid in hypertension

Xiao-bei, LIU Wei

Department of Cardiology, Beijing Hospital National Center for Clinical Laboratories, Beijing 100730, China

Corresponding author: LIU Wei, E-mail: liuweibjyy@163.com

**【Abstract】** **Objective** To further explore the relationship between blood lipid and arterial stiffness by complex blood lipid profiles. **Methods** 431 subjects with hypertension or inpatients with suspicion of atherosclerosis-related diseases were included. The subjects were grouped into Group A (no history of hypertension and dyslipidemia), Group B (with history of dyslipidemia but not hypertension), Group C (with history of hypertension but not dyslipidemia) and Group D (with history of hypertension and dyslipidemia). The profiles of atherogenic index of plasma (AIP), non-high density lipoprotein-cholesterol (non-HDL-C), TC/HDL-C and atherogenic index (AI) were calculated based on lipid indexes of total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) and low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C). Brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) as well as blood lipid profiles were analyzed with comparisons and correlation analyses among groups. **Results** Total TC, TG, HDL-C, AIP, AI, non-HDL-C and TC/HDL-C were different with statistical significance (all  $P < 0.05$ ). Multivariate linear partial correlation analysis of hypertension showed that TG, HDL-C, AIP, AI, TC/HDL-C (all  $P < 0.05$ ), but not TC, LDL-C and non-HDL-C (all  $P > 0.05$ ) were correlated to

baPWV. **Conclusion** The blood lipid profiles of AI, AIP and TC/HDL-C may be correlated to baPWV, which may better reflect the trend of blood lipid and arterial stiffness in hypertension.

**【Key Words】** Arterial stiffness; Blood lipid; Pulse wave velocity; Hypertension; Correlation

(Chin J Dis Control Prev 2019, 23(8):956-960)

大动脉僵硬异常(arterial stiffness, AS)是一种以血管顺应性下降为核心的血管功能障碍性表现,目前已被公认为是高血压病早期出现的靶器官损伤之一<sup>[1]</sup>。脉搏波传导速度(pulse wave velocity, PWV)是常用的检测大动脉僵硬度的方法之一<sup>[1]</sup>。利用PWV在高血压病患者中筛查AS、评估心血管风险已被我国高血压病防治指南所采纳<sup>[2]</sup>。

血脂异常可能是导致AS的诱因之一。然而,以往多项针对高血压病人群的研究显示AS与总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C)及低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)等血脂常规指标无相关性<sup>[3-5]</sup>或仅呈弱相关<sup>[6]</sup>。对此,有学者认为单纯依靠TC、TG、HDL-C、LDL-C等血脂常规指标不足以全面、准确地评价血脂水平及其病理学意义,并提出新的血脂综合指标以期改进单纯利用血脂常规指标评价血脂状况的现状<sup>[7-10]</sup>。本研究拟在上述血脂常规指标的基础上引入血浆致动脉粥样硬化指数(atherogenic index of plasma, AIP)、非高密度脂蛋白胆固醇(non-high density lipoprotein-cholesterol, non-HDL-C)、TC/HDL-C及动脉硬化指数(atherogenic index, AI)等血脂综合指标作为评价标准进一步探讨高血压患者血脂与AS的关系。

## 1 对象与方法

**1.1 研究对象** 随机选取2008年3月—2018年3月期间因高血压病或疑诊动脉粥样硬化相关疾病于本院心内科随诊及住院诊治患者431例,所有入选患者须具有完整的生化检测结果(包括血脂、血糖、肌酐、尿酸等)和肱踝动脉PWV(brachial-ankle PWV, baPWV)检测结果。排除标准包括继发性高血压、严重的心功能不全(美国纽约心脏病协会心功能分级III、IV级)、急性冠脉综合征、心房纤颤、先天性心脏病、严重心律失常、重症感染、恶性肿瘤、甲状腺功能亢进或低下及1型糖尿病患者。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 样本量计算** 采用“两组均值比较的样本量估算法”对入组患者样本量进行估算。PWV等相关指标采用本院以往研究数据<sup>[5]</sup>, 设定I类风险概

率 $\alpha = 0.05$ , II类风险概率 $\beta = 0.20$ , 计算结果显示试验组和对照组总样本量至少应为102例。

**1.2.2 一般数据收集** 采集、记录入组患者姓名、性别、年龄、体重指数(body mass index, BMI)、生化指标(肌酐、尿酸、尿素、HDL-C、LDL-C、TC、TG)及baPWV, 建立数据库。

**1.2.3 分组** 依据有无高血压病及血脂异常病史分为无高血压病和血脂异常病史组(A组, 20例)、有血脂异常病史但无高血压病史组(B组, 55例)、有高血压病史但无血脂异常病史组(C组, 117例)、有高血压病及血脂异常病史组(D组, 239例)。其中, 入组患者血脂异常病史需在1年以上。

**1.2.4 疾病诊断标准** 高血压病诊断标准为连续2次在静息状态下收缩压 $\geq 140$  mm Hg和(或)舒张压 $\geq 90$  mm Hg或既往有明确高血压病史<sup>[2]</sup>。血脂异常诊断标准为TC $\geq 5.2$  mmol/L或LDL-C $\geq 3.4$  mmol/L或HDL-C $< 1.0$  mmol/L或TG $\geq 1.7$  mmol/L<sup>[11]</sup>, 并据此计算AIP( $AIP = \log_{10}(TG/HDL-C)$ )、non-HDL-C( $non-HDL-C = TC - (HDL-C)$ )、TC/HDL-C、AI( $AI = (TG - (HDL-C))/HDL-C$ )等血脂综合指标对血脂状况进行综合评价。

**1.2.5 baPWV测定** 采用VP-1000全自动动脉硬化测定仪(科林公司, 日本)。应用高精度双层袖带, 同时测量四肢血压, 通过自动波形分析仪记录肱动脉和桡前动脉的波形, 同时用心音器检测心音。动脉硬化测定仪自动计算出双侧baPWV值。

**1.2.6 统计学方法** 符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示, 多个样本资料均数比较采用完全随机设计资料的方差分析, 并对存在组间差异的指标采用多重比较 $t$ 检验进行两两比较分析。不符合正态分布的计数资料以中位数( $M$ )和四分位数间距(quartile range, QR)描述, 采用 $k$ 个独立样本非参数检验分析组间差异, 并对存在组间差异的指标采用2个独立样本秩和检验进行两两比较。计数资料以例数或百分数表示并采用 $\chi^2$ 检验分析组间差异。采用 $2 \times 2$ 析因分析明确入组患者高血压病、血脂异常两大影响因素与baPWV的关系。多因素分析采用多元线性偏相关分析。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

**1.2.7 质量控制** 本研究中所有入组患者在病房的诊疗均严格遵循主诊医师负责下的三级医师诊疗

制度,门诊随访及数据收集由工作 5 年以上的高年资主治医师完成。PWV 的测定由 1 名临床医师和 1 名临床技师共同完成,经高年资医师审核后正式报告检测结果。全自动生化分析仪定期由专人进行定标和质控。

## 2 结果

**2.1 入组患者一般情况** 入组的 431 例患者中,男性 316 例,女性 115 例;最大年龄 85 岁,最小年龄 37 岁,平均年龄(59.72 ± 14.69)岁。性别、年龄组间差异均无统计学意义(均有  $P > 0.05$ )。入组患者中高血压病患者 356 例,血脂异常患者 284 例。冠心病患者 174 例,以 C 组比例最高(56/117, 47.86%),组间比例差异具有统计学意义( $\chi^2 = 24.469, P = 0.004$ )。糖尿病患者 269 例,组间比例无统计学意义( $\chi^2 = 6.824, P = 0.078$ )。基线资料中,收缩压、平均动脉压、舒张压、肌酐和尿酸组间比较均存在差异(均有  $P < 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 各组患者 PWV 与血脂情况比较

HDL-C、AIP、AI、non-HDL-C 及 TC/HDL-C 在各组间总体比较差异均存在统计学意义(均有  $P < 0.05$ ),见表 2。

baPWV 组间比较差异具有统计学意义( $Z = 24.058, P < 0.001$ )。其中,C 组和 D 组 baPWV 水平分别高于 A 组和 B 组患者,差异具有统计学意义(A 组 vs C 组, $Z = -3.033, P = 0.002$ ;A 组 vs D 组, $Z = -3.435, P = 0.001$ ;B 组 vs C 组, $Z = -3.129, P = 0.002$ ;B 组 vs D 组, $Z = -3.890, P < 0.001$ ),见表 2。

**2.3 析因分析** 2 × 2 析因分析显示,高血压病患者(C、D 组)baPWV 水平高于非高血压病患者(A、B 组),差异具有统计学意义( $F = 14.846, P < 0.001$ )。血脂异常患者(B、D 组)baPWV 同样高于非血脂异常患者(A、C 组),差异具有统计学意义( $F = 3.899, P = 0.021$ ),方差齐性检验提示均满足方差齐性条件(均有  $P > 0.05$ )。交互作用分析显示,高血压与血脂异常两因素无明显交互作用( $F = 0.336, P = 0.715$ )。

表 1 不同组别患者的基线情况[M(QR)]

Table 1 Baseline of included subjects[M(QR)]

特征	A 组(n=20)	B 组(n=55)	C 组(n=117)	D 组(n=239)	总体(n=431)	Z/ $\chi^2$ 值	P 值
性别(男/女)	16/4	45/10	77/40	178/61	316/115	6.022	0.111
年龄(岁)	58.00(19.00)	54.00(18.00)	64.00(24.00)	61.00(23.00)	59.00(23.00)	2.283	0.515
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	22.86(4.01)	24.98(3.97) <sup>a</sup>	25.39(4.30) <sup>a</sup>	26.32(5.34) <sup>abc</sup>	25.70(4.87)	19.724	<0.001
冠心病(有/无)	9/11	16/39	56/61	93/144	174/257	24.469	0.004
糖尿病(有/无)	19/1	43/12	85/32	167/72	269/111	6.824	0.078
收缩压(mm Hg)	114.00(16.00)	117.00(19.00)	129.00(23.00) <sup>ab</sup>	131.00(24.00) <sup>ab</sup>	127.00(24.00)	54.618	<0.001
平均动脉压(mm Hg)	79.50(16.00)	89.00(15.00)	94.00(17.00) <sup>ab</sup>	99.00(19.00) <sup>abc</sup>	95.00(19.00)	46.312	<0.001
舒张压(mm Hg)	64.50(11.00)	69.00(11.00)	73.00(13.00)	75.00(16.00)	73.00(15.00)	23.921	<0.001
心率(次/分)	64.50(10.00)	65.00(13.00)	67.00(13.00)	65.00(12.00)	66.00(12.00)	5.116	0.164
肌酐(μmol/L)	66.50(14.00)	76.00(15.00) <sup>a</sup>	70.00(22.00) <sup>b</sup>	75.00(25.00) <sup>c</sup>	73.00(23.00)	8.769	0.033
尿酸(μmol/L)	295.50(93.00)	342.00(116.00) <sup>a</sup>	343.00(109.00) <sup>a</sup>	364.00(123.00) <sup>ac</sup>	350.00(114.00)	13.024	0.005
空腹血糖(mmol/L)	5.07(1.20)	5.10(1.00)	5.20(1.10)	5.30(1.30)	5.20(1.20)	6.684	0.083
尿素(μmol/L)	4.20(2.66)	4.73(2.19)	4.91(2.10)	5.03(2.19)	4.98(2.09)	5.031	0.170

注:<sup>a</sup>与 A 组比较  $P < 0.05$ ;<sup>b</sup>与 B 组比较  $P < 0.05$ ;<sup>c</sup>与 C 组比较  $P < 0.05$ 。

表 2 各组患者血脂指标和 baPWV 值的比较[M(QR)]

Table 2 Comparisons of blood lipid profiles and baPWV among groups[M(QR)]

指标	A 组(n=20)	B 组(n=55)	C 组(n=117)	D 组(n=239)	总体(n=431)	t/Z 值	P 值
TC(mmol/L)	3.64(1.57)	4.23(1.09)	4.04(1.44)	4.30(1.71) <sup>ac</sup>	4.17(1.55)	7.964	0.047
TG(mmol/L)	1.00(0.70)	1.30(0.9) <sup>a</sup>	1.20(0.70)	1.57(1.00) <sup>c</sup>	1.30(0.90)	25.676	<0.001
HDL-C(mmol/L)	1.19(0.34)	0.95(0.24) <sup>a</sup>	1.05(0.37)	0.99(0.35) <sup>a</sup>	1.00(0.34)	8.423	0.038
LDL-C(mmol/L)	2.26(1.06)	2.59(1.02)	2.44(1.09)	2.60(1.24)	2.50(1.16)	6.447	0.092
AIP( $\bar{x} \pm s$ )	0.05 ± 0.18	0.13 ± 0.29 <sup>a</sup>	0.08 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.20 ± 0.27 <sup>ac</sup>	0.14 ± 0.28	7.072	<0.001
AI	2.26(0.94)	3.33(1.47) <sup>a</sup>	2.92(1.50) <sup>ab</sup>	3.40(1.73) <sup>ac</sup>	3.11(1.64)	25.965	<0.001
TC/HDL-C	3.26(0.94)	4.33(1.47) <sup>a</sup>	3.92(1.50) <sup>ab</sup>	4.32(1.73) <sup>ac</sup>	4.11(1.64)	25.965	<0.001
Non-HDL-C(mmol/L)	2.48(1.39)	3.08(1.19) <sup>a</sup>	3.06(1.41)	3.23(1.59) <sup>ac</sup>	3.10(1.40)	15.682	0.001
ba-PWV(cm/s)	1 361(375)	1 354(312)	1 536(386) <sup>ab</sup>	1 520(392) <sup>ab</sup>	1 504(391)	24.058	<0.001

注:<sup>a</sup>与 A 组比较  $P < 0.05$ ;<sup>b</sup>与 B 组比较  $P < 0.05$ ;<sup>c</sup>与 C 组比较  $P < 0.05$ 。

**2.4 baPWV 与各血脂指标的相关性分析** 针对高血压病患者(C组、D组)的多元线性偏相关分析显示, TG ( $r = 0.153, P = 0.004$ )、HDL-C ( $r = -0.170, P = 0.002$ )、AIP ( $r = 0.189, P < 0.001$ )、AI ( $r = 0.178, P = 0.001$ )、TC/HDL-C ( $r = 0.178, P = 0.001$ )与 baPWV 有相关性, TC、LDL-C、non-HDL-C 与 baPWV 均无明显相关性(均有  $P > 0.05$ )。其它基线指标中, 尿素 ( $r = 0.188, P < 0.001$ )、收缩压 ( $r = 0.492, P < 0.001$ )、平均动脉压 ( $r = 0.465, P < 0.001$ )、舒张压 ( $r = 0.273, P < 0.001$ )、心率 ( $r = 0.201, P < 0.001$ )、BMI ( $r = 0.109, P < 0.001$ )和年龄 ( $r = 0.551, P < 0.001$ )与 baPWV 有正相关关系; 肌酐、尿酸、空腹血糖与 baPWV 均无明显相关性(均有  $P > 0.05$ )。

### 3 讨论

AS 是高血压病患者常见靶器官损伤之一<sup>[1]</sup>。关于高血压病人血脂异常是否与 AS 相关已讨论多年, 目前仍无定论。2009 年, Cecelja 等<sup>[3]</sup>对此前所有横断面研究进行了系统性回顾, 结果显示, 在所有针对高血压病患者人群的研究中均未见 TC、LDL-C、HDL-C、TG 与 PWV 明显相关的报道。在国内, 张晏等<sup>[5]</sup>分析了高血压病患者 PWV 的相关因素, 亦未见 PWV 与血脂指标之间的相关性。2019 年, Choudhary 等<sup>[4]</sup>报道的一项针对 615 例未经治疗高血压病患者的横断面研究同样未见上述血脂指标与 PWV 明显相关。此外, Zhan 等<sup>[6]</sup>的一项针对 14 071 例中国高血压病患者横断面研究显示, TC、TG、HDL-C 与 baPWV 相关, LDL-C 却与 baPWV 无明显相关性。上述研究中不但部分结果相互矛盾, 且均未对 PWV 于血脂指标的“不相关性”予以解释, 未能真正揭示高血压患者血脂异常与 AS 的关系及相互作用机理。

高血压病、血脂异常、AS 三者之间相互关联。高血压可以导致 AS, 其机制在于高血压状态下, 动脉壁持续拉伸, 导致动脉僵硬增加<sup>[1]</sup>; 血脂异常亦可以导致 AS, 可能的机制在于血脂异常导致的血管内皮功能受损影响了 NO 的产生、释放及正常功能的发挥, 最终在动脉出现以僵硬异常为主的器质性改变<sup>[12]</sup>。血脂异常具有诱发或加重高血压的作用, 可能的机制在于血脂异常导致平滑肌细胞肥大与胶原质沉积, 从而引起大动脉血管结构改变; 同时血脂异常引起的肾脏微血管的损伤, 也是引起高血压的原因之一<sup>[13]</sup>; 当机体出现高血压和 AS 时, 机体交感神经兴奋性升高也会对血脂代谢产生负面影

响, 诱发或加重血脂异常<sup>[14]</sup>。综上, 由于三者之间的相互作用关系, 高血压病这一“混杂因素”使得血脂异常与 AS 的关系更为复杂。加之高血压和血脂异常可同时影响 PWV 水平, 推测可能存在因高血压对 PWV 的作用强度高于血脂异常, 从而导致以往研究数据难以真正反映血脂异常与 PWV 相关性的可能。这一假说尚需进一步对二者作用强度进行比较予以证实。

本研究在血脂常规指标的基础上引入了 non-HDL-C、AIP、AI、TC/HDL-C 等血脂综合指标以进一步探讨高血压病患者血脂异常与 AS 的相关性。其中, AI 和 LDL-C/HDL-C 实际上是人体血脂成分中的危险因素(TG、LDL-C)与防御因素(HDL-C)的比值<sup>[15]</sup>, 能够突出反映血脂构成的危险程度<sup>[8-10]</sup>, 相对弱化了血脂本身的绝对数值。在此基础上, 尚有研究证实 AIP 还能够反映 LDL-C 脂蛋白颗粒的大小, 即 AIP 值越高, 小颗粒 LDL-C 所占比例越大, 更加利于血脂异常相关疾病发生风险的预测<sup>[16]</sup>。non-HDL-C 则在数值上等于除 HDL-C 以外所有血浆脂蛋白及其残粒中胆固醇含量的总和, 同时剔除了血脂中 HDL-C 的保护作用<sup>[7]</sup>。

本研究中, 血脂综合指标组间比较均存在差异; 多元偏相关分析显示, 除 non-HDL-C 外, AIP、AI 和 TC/HDL-C 与 PWV 均相关, 其中 AIP 和 baPWV 的相关性与 Choudhary 等<sup>[4]</sup>的结果一致。推测当高血压、血脂异常同时影响 PWV 水平, 血脂危险程度, 即血脂危险因素与保护因素的比值, 可能是与 AS 相关联的主要因素。此时, 由于存在高血压的混杂因素影响, 血脂绝对水平(即 TC、TG、HDL-C 及 LDL-C 数值)难以真正与 AS 呈现出明显的相关性。

本研究可能存在一定限制性因素: (1) 本研究采取横断面调查的研究方法, 未能按照高血压病、血脂异常进展过程中的不同分期动态研究血脂与 PWV 的关系。(2) 本研究以 baPWV 而非颈-股动脉 PWV(carotid-femoral PWV, cfPWV)作为 AS 的检测方法, 后者被认为是诊断 AS 及预测心脑血管事件的“金标准”, 可能会对结果造成影响。(3) 目前尚无 AIP、AI、non-HDL-C、TC/HDL-C 等血脂指标正常参考值的统一意见, 本研究未能讨论各指标相对危险系数。

综上, 本研究结果提示高血压患者血脂与 AS 可能存在相关性, 但单纯依靠血脂常规指标难以反映这一相关性, 而 AI、AIP 及 TC/HDL-C 作为血脂危险因素和保护因素的比值, 可能更好反映这一相关趋势。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] Safar ME. Arterial stiffness as a risk factor for clinical hypertension [J]. *Nat Rev Cardiol*, 2018, 15(2):97-105. DOI: 10.1038/nr-cardio.2017.155.
- [2] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.07.002.  
Writing Group of 2010 Chinese Guidelines for the Management of Hypertension. 2010 Chinese guidelines for the management of hypertension [J]. *Chin J Cardiol*, 2011, 39(7):579-616. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.07.002.
- [3] Cecelja M, Chowienzyk P. Dissociation of aortic pulse wave velocity with risk factors for cardiovascular disease other than hypertension: a systematic review [J]. *Hypertension*, 2009, 54(6):1328-1336. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.109.137653.
- [4] Choudhary MK, Eräranta A, Tikkaoski AJ, et al. LDL cholesterol is associated with systemic vascular resistance and wave reflection in subjects naive to cardiovascular drugs [J]. *Blood Press*, 2019, 28(1):4-14. DOI: 10.1080/08037051.2018.1521263.
- [5] 张晏, 杨书文, 朱玲, 等. 高血压患者脉搏波速度及相关因素分析 [J]. *中国临床保健杂志*, 2009, 12(3):230-232. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6790.2009.03.003.  
Zhang Y, Yang SW, Zhu L, et al. Pulse wave velocity and its related factors in hypertensive patients [J]. *Chin J Clin Health*, 2009, 12(3):230-232. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6790.2009.03.003.
- [6] Zhan B, Huang X, Wang J, et al. Association between lipid profiles and arterial stiffness in Chinese patients with hypertension: insights from the CSPPT [J]. *Angiology*, 2019, 70(16):515-522. DOI: 10.1177/0003319718823341.
- [7] Gao M, Zheng Y, Zhang W, et al. Non-high-density lipoprotein cholesterol predicts nonfatal recurrent myocardial infarction in patients with ST segment elevation myocardial infarction [J]. *Lipids Health Dis*, 2017, 16(1):20. DOI: 10.1186/s12944-017-0418-5.
- [8] Cai G, Shi G, Xue S, et al. The atherogenic index of plasma is a strong and independent predictor for coronary artery disease in the Chinese Han population [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(37):e8058. DOI: 10.1097/MD.0000000000008058.
- [9] Icli A, Cure E, Uslu AU, et al. The relationship between atherogenic index and carotid artery atherosclerosis in familial mediterranean fever [J]. *Angiology*, 2017, 68(4):315-321. DOI: 10.1177/0003319716659220.
- [10] Chen L, Xu J, Sun H, et al. The total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol as a predictor of poor outcomes in a Chinese population with acute ischaemic stroke [J]. *J Clin Lab Anal*, 2017, 31(6):e22139. DOI: 10.1002/jcla.22139.
- [11] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版) [J]. *中华心血管病杂志*, 2016, 44(10):833-853. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.10.005.  
Writing Group of Revision of Guidelines for Prevention and Treatment of Adult Hyperlipidemia in China. Guidelines for the prevention and treatment of adult hyperlipidemia in China (2016 Revision) [J]. *Chin J Cardiol*, 2016, 44(10):833-853. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2016.10.005.
- [12] European Society of Hypertension-European Society of Cardiology Guidelines Committee. 2003 European society of hypertension-european society of cardiology guidelines for the management of arterial hypertension [J]. *J Hypertens*, 2003, 21(6):1011-1053. DOI: 10.1097/01.hjh.0000059051.65882.32.
- [13] Schaeffner ES, Kurth T, Curhan GC, et al. Cholesterol and the risk of renal dysfunction in apparently healthy men [J]. *J Am Soc Nephrol*, 2003, 14(8):2084-2091. DOI: 10.1001/archinte.165.9.1048.
- [14] Dzau VJ. Atherosclerosis and hypertension: mechanisms and interrelationships [J]. *J Cardiovasc Pharmacol*, 1990, 15(Suppl 5):S59-S64. DOI: 10.1097/00005344-199000005-00009.
- [15] 於涛, 王雯, 王力炜, 等. 连云港农村地区男性高血压人群中饮酒与血脂的相关性分析 [J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20(4):370-373. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.04.012.  
Yu T, Wang W, Wang LW, et al. The relationship of alcohol drinking with serum lipid levels in Lianyungang rural male adults with hypertension [J]. *Chin J Dis Control Prev*, 2016, 20(4):370-373. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.04.012.
- [16] Dobiášová M. Atherogenic index of plasma [log(triglycerides/HDL cholesterol)]: theoretical and practical implications [J]. *Clin Chem*, 2004, 50(7):1113-1115. DOI: 10.1373/clinchem.2004.033175.

(收稿日期:2018-12-07)

(修回日期:2019-05-07)

(本文编辑:王军平)