

本文引用: 冯玥琪, 杨煜, 孙宇姣, 等. 辽宁农村中老年人群理想心血管健康现状及其与脉压的关系[J]. 中国动脉硬化杂志, 2022, 30(6): 501-506.

[文章编号] 1007-3949(2022)30-06-0501-06

· 临床研究 ·

辽宁农村中老年人群理想心血管健康现状及其与脉压的关系

冯玥琪, 杨煜, 孙宇姣, 姜宇琦, 刘勃楠, 田文

(中国医科大学附属第一医院老年心血管内科, 辽宁省沈阳市 110001)

[关键词] 中老年人; 心血管健康; 理想心血管健康评分; 脉压; 动脉硬化

[摘要] **目的** 探讨辽宁农村中老年人群理想心血管健康评分(ICHHS)和脉压(PP)之间的关系,并对PP的影响因素加以研究,为动脉硬化的防治提供证据。**方法** 选取2019年10月—2020年12月辽宁省锦州市北镇市农村年龄在50~80岁之间的当地居民共952例为研究对象进行描述性研究。采用标准化调查问卷采集受试者的人口统计学特征、生活方式、既往疾病史、用药史等资料。对受试者的身高、体质量和血压等进行测量,检测总胆固醇、空腹血糖(FBG)等生物化学指标。并对所有受试者进行ICHHS评分。将研究对象按照PP高低分为PP正常组($n=521$)和PP升高组($n=431$),统计分析各变量在两组之间的差异;再对样本进行倾向性评分匹配,使两组受试者具有可比性,分析两组间各变量的差异及PP的影响因素。**结果** 与PP正常组相比,PP升高组的ICHHS较低,心血管健康水平较差,差异有统计学意义($P=0.005$);血压($P<0.001$)和FBG($P=0.033$)也与PP密切相关。多因素Logistic回归分析结果表明ICHHS为PP的独立影响因素,理想的ICHHS是PP的保护因素($OR=0.55, 95\%CI:0.37\sim0.82, P=0.003$)。并且教育程度较高、女性以及不经常饮酒的人具有较高的ICHHS,即较理想的心血管健康水平(均 $P<0.05$)。**结论** 在辽宁农村中老年人群中,PP增大人群的ICHHS显著低于PP正常人群,理想的ICHHS是PP的保护因素。女性、教育程度较高以及不经常饮酒的人具有较理想的心血管健康状态。

[中图分类号] R54

[文献标识码] A

Ideal cardiovascular health status of middle-aged and elderly people in rural Liaoning and its relationship with pulse pressure

FENG Yueqi, YANG Yu, SUN Yujiao, JIANG Yuqi, LIU Bonan, TIAN Wen

(Department of Geriatric Cardiology, the First Affiliated Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning 110001, China)

[KEY WORDS] middle-aged and elderly people; cardiovascular health; ideal cardiovascular health score; pulse pressure; arteriosclerosis

[ABSTRACT] **Aim** To explore the relationship between ideal cardiovascular health score (ICHHS) and pulse pressure (PP) in rural middle-aged and elderly people in Liaoning Province, and to study the influencing factors of PP, so as to provide evidence for the prevention and treatment of arteriosclerosis. **Methods** A total of 952 rural residents aged between 50 and 80 in Beizhen City, Jinzhou City, Liaoning Province from October 2019 to December 2020 were selected as the research objects for descriptive research. A standardized questionnaire was used to collect the subjects' demographic characteristics, lifestyle, past disease history, medication history and other data. The height, body mass and blood pressure of the subjects were measured, and the biochemical indexes such as total cholesterol and fasting blood glucose (FBG) were detected. All subjects were scored with ICHHS. The subjects were divided into normal PP group ($n=521$) and elevated PP group ($n=431$) according to the level of PP, and the differences of variables between the two groups were statistically analyzed; Then the samples were used by propensity score matching to make the two groups of subjects comparable,

[收稿日期] 2021-05-12

[修回日期] 2021-07-06

[基金项目] “十三五”国家重点研发计划“主动健康和老龄化科技应对”重点专项项目(2018YFC2000301)

[作者简介] 冯玥琪, 硕士, 住院医师, 研究方向为动脉硬化的临床诊疗, E-mail 为 15140132093@163.com。通信作者田文, 博士, 主任医师, 教授, 研究方向为动脉硬化的基础研究及临床研究, E-mail 为 dr_wentian@163.com。

and the differences of variables between the two groups and the influencing factors of PP were analyzed. **Results** Compared with normal PP group, the ICHS was lower and the cardiovascular health level was poor in elevated PP group, the difference was statistically significant ($P=0.005$). Blood pressure ($P<0.001$) and FBG ($P=0.033$) were also closely related to PP. Multivariate Logistic regression analysis showed that ICHS was the independent influencing factor of PP, and ideal ICHS was the protective factor of PP (OR=0.55, 95% CI:0.37~0.82, $P=0.003$). Higher education level, women and people who didn't drink often had higher ICHS, that was, an ideal cardiovascular health level (all $P<0.05$). **Conclusions** In Liaoning rural middle-aged and elderly population, the ICHS of PP increasing population is significantly lower than that of PP normal population, and the ideal ICHS is the protective factor of PP. Women, people with higher education and people who don't drink often have better cardiovascular health.

随着世界人口老龄化速度的不断加快,年龄相关性疾病的患病率呈逐年上升趋势^[1]。动脉硬化是中老年人多种慢性疾病的共同发病机制,寻找其危险因素,并通过健康的生活行为方式来预防,在心血管事件的“一级预防”乃至“零级预防”方面意义重大。脉压(pulse pressure, PP)的升高是动脉硬化的重要标志^[2],也是心血管风险的重要预测指标^[3],其可作为动脉弹性及顺应性的替代指标,适用于大范围人群动脉硬化的筛查。

生活行为方式与心血管疾病之间关系密切,美国心脏协会(American Heart Association, AHA)整合了生活行为方式和相关因素,在2010年提出了理想心血管健康这一概念,即同时存在4项健康行为和3项健康因素,健康行为即不吸烟、体力活动达标、体质指数(body mass index, BMI) $<25\text{ kg/m}^2$ 以及遵循指南推荐的饮食方式,而健康因素包括正常的血压、总胆固醇(total cholesterol, TC)以及空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)水平。并将7项指标划分为理想、一般、差3个水平,构建了理想心血管健康评分(ideal cardiovascular health score, ICHS)系统^[4]。

自2010年以来,大量研究利用ICHS评分系统探索了生活方式相关因素与亚临床心血管疾病之间的关系^[5-7],证明了理想心血管健康行为和其他相关因素在心血管的保护中发挥了重要的作用^[8],但关于ICHS与PP之间的关系鲜有报道。本研究依据“十三五”国家科技部重大专项课题“我国人群增龄过程中健康状态变化特点与规律研究”的资料,首次将PP作为动脉硬化的评价指标,分析了辽宁农村中老年人理想心血管健康现状及其与PP的关系。

1 资料和方法

1.1 研究对象

该研究入选2019年10月—2020年12月辽宁

省锦州市北镇市农村年龄在50~80岁的当地居民为研究对象。整个调查研究的数据采集过程经过受试者知情同意并签署知情同意书,获得了中国医科大学附属第一医院医学科学研究伦理委员会的资格审批(证书编号:AF-SOP-07-1.1-01)。此次研究排除既往诊断恶性肿瘤、严重肝肾功能障碍(谷丙转氨酶或天冬氨酸氨基转移酶 $>$ 正常值上限3倍,肌酐 $>30\text{ mg/L}$)、甲状腺功能亢进症、贫血、主动脉瓣关闭不全、先天性心脏病、急性心功能不全及在过去6个月中服用严重影响血压的药物的受试者共55例,最终共纳入研究对象952例。

1.2 资料收集

该研究采用统一的标准化调查问卷进行数据收集。调查问卷的内容主要包括:人口统计学特征、生活方式、饮食习惯、运动情况、吸烟史及饮酒史、个人收入、既往疾病史及药物使用情况等。并测量研究对象的身高、体质量及血压等指标。PP=收缩压(systolic blood pressure, SBP)-舒张压(diastolic blood pressure, DBP)。

所有研究对象均要求空腹8 h以上,于调查当日清晨进行肘正中静脉血样的采集,并在2 h内用高速离心机离心,送至锦州市北镇市人民医院进行TC及FBG等生物化学指标检测。

1.3 理想心血管健康评分

本研究对ICHS的7项指标的定义与AHA提出的定义相符合,见表1,但由于中西方饮食结构存在差异,且该研究人群主要为中国农村居民,本研究的饮食方面略有调整。结合“中国居民膳食指南(2016)”,将AHA健康饮食定义的5项条目(组分)调整如下:(1)主食以粗粮为主;(2)每天摄入水果和蔬菜;(3)经常摄入新鲜鱼类;(4)不喝或偶尔摄入含糖饮料,每周少于2瓶(500 mL包装);(5)盐摄入量 $<1.5\text{ g/天}$ 。

ICHS的每项指标均分为差、一般、理想3个等级,其中研究对象符合差分类记为0分,一般记为

0.5 分,理想记为 1 分,最终每项指标的得分范围在 0~1 分之间,ICHS 范围在 0~7 分之间,而 7 分表示所有指标均为理想类别^[9]。

表 1. ICHS 定义标准
Table 1. ICHS definition standard

指标	差	一般	理想
吸烟	目前正吸烟	之前吸烟	从不吸烟
TC	≥ 6.22 mmol/L	5.18 ~ 6.21 mmol/L 或治疗已达目标	未用药 <5.18 mmol/L
血压	SBP ≥ 140 mmHg 或 DBP ≥ 90 mmHg	SBP 120 ~ 139 mmHg 或 DBP 80 ~ 89 mmHg 或治疗已达目标	未用药 SBP <120 mmHg 和 DBP <80 mmHg
FBG	≥ 7.00 mmol/L	5.55 ~ 6.99 mmol/L 或治疗已达目标	未用药 <5.55 mmol/L
BMI	≥ 30.0 kg/m ²	25.0 ~ 29.9 kg/m ²	<25.0 kg/m ²
体力活动	从不	中等强度活动 <150 min/周或剧烈有氧运动 <75 min/周	中等强度活动 ≥ 150 min/周或剧烈有氧运动 ≥ 75 min/周
饮食	符合 0~1 个组分	符合 2~3 个组分	符合 4~5 个组分

1.4 研究方法

本研究为辽宁农村自然人群特征及生活方式的描述性研究。临床上 PP 常被用作动脉硬化的重要评估指标。根据 2018 ESC/ESH 动脉高血压管理指南^[10],将研究对象按 PP 高低分为 PP 正常组 (PP <60 mmHg)和 PP 升高组 (PP ≥ 60 mmHg),进行病例对照研究,并通过倾向性评分匹配(propensity score matching,PSM)排除混杂因素干扰,探究 PP 增加的危险因素。再按照 ICHS 得分分组,比较不同评分对应人群的 PP,以期反映生活方式及其相关因素对动脉硬化的影响。

1.5 统计学方法

该研究应用 SPSS 23.0 统计软件包及 R 语言对数据进行统计分析。正态分布的连续变量以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析;分类变量以例、百分数表示,组间差异的比较采用 χ^2 检验。通过 PSM 将两组具有相近临床特征的患者进行 1:1 配比,PSM 过程利用 R 语言实现。采用 Logistic 回归模型统计分析相关因素对 PP 的影响。双侧 $P<0.05$ 被认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 PSM 前两组一般资料的比较

在进行 PSM 之前,共有 952 名符合入选及排除标准的对象纳入本研究,从总体上看,平均年龄 (62.2 \pm 7.4) 岁,其中女性占 66.7%,平均 ICHS 评分 (3.7 \pm 1.0) 分,平均 PP (58.3 \pm 16.5) mmHg,教育

程度在高中以下的研究对象占 86.8%,个人年收入在 3 万元以下占 68.5%,且少数人 (13.3%) 有经常饮酒的习惯。与 PP 正常组相比,PP 升高组年龄更大,女性、高中以下教育及年收入 <3 万元者占比更高,血压得分更差,FBG 水平较高,ICHS 更低,即心血管健康水平较差 (均 $P<0.05$;表 2)。

表 2. PSM 前两组一般资料的比较
Table 2. Comparison of general information between the two groups before PSM

项目	PP 正常组 ($n=521$)	PP 升高组 ($n=431$)	P
年龄/岁	60.3 \pm 7.0	64.6 \pm 7.2	<0.001
女性/[例(%)]	328(63.0)	307(71.2)	0.007
高中以下教育/[例(%)]	434(83.3)	392(91.0)	0.001
年收入 <3 万元/[例(%)]	329(63.1)	323(74.9)	<0.001
经常饮酒/[例(%)]	79(15.2)	48(11.2)	0.069
吸烟/分	0.74 \pm 0.43	0.78 \pm 0.40	0.128
体力活动/分	0.34 \pm 0.45	0.39 \pm 0.47	0.109
饮食/分	0.28 \pm 0.26	0.29 \pm 0.25	0.837
血压/分	0.26 \pm 0.31	0.03 \pm 0.12	<0.001
BMI/(kg/m ²)	25.11 \pm 3.39	25.12 \pm 3.43	0.980
TC/(mmol/L)	5.09 \pm 1.06	5.10 \pm 1.07	0.969
FBG/(mmol/L)	5.64 \pm 1.44	5.85 \pm 2.05	0.047
ICHS/分	3.79 \pm 1.06	3.62 \pm 0.90	0.009

2.2 PSM 后两组一般资料的比较

为了对混杂因素进行控制,本研究对不同 PP 的两组进行 PSM,将年龄和性别作为协变量进行

1 : 1 配比,卡钳值设定为 0.02,最终共有 323 对研究对象完成匹配。PSM 后 PP 正常组和 PP 升高组的 ICHS 分别为(3.81±1.02)分和(3.59±0.91)分。PSM 后两组教育程度的差异不再显著,但两组人群的个人收入和 FBG 仍具有明显差异(均 $P<0.05$)。PSM 后,与 PP 正常组相比,PP 升高组 ICHS 得分仍较低($P=0.005$),心血管健康水平仍较差,结果和匹配前一致,见表 3。

2.3 ICHS 及其他危险因素对 PP 的影响

为了探究 PP 的影响因素,对 PSM 之后的人群进行单因素和多因素 Logistic 回归分析。将 PP 是否 ≥ 60 mmHg 作为因变量,将 ICHS 得分及上述分析中与 PP 相关的其他指标作为自变量,纳入 Logistic 回归模型。其中对各自变量的赋值:男性=1,女性=0;高中及以上教育=1,高中以下教育=0;年收入 ≥ 3 万元=1,年收入 <3 万元=0;不经常饮酒=1,经常饮酒=0;年龄以连续变量形式纳入模型。由于 ICHS 无国际统一的分组标准,故将 ICHS 进行了三分位数分组(Q1 组、Q2 组、Q3 组)。并采用向前逐步回归法进行自变量的筛选。多因素 Logistic 回归模型结果显示,ICHS 为 PP 的独立影响因素,且在年龄、性别、教育程度、个人收入、饮酒情况

进行校正后发现,ICHS 得分越高,PP 越低($OR=0.55,95\%CI:0.37\sim 0.82,P=0.003$),可见理想的 ICHS 是 PP 的保护因素,见表 4。

表 3. PSM 后两组一般资料的比较

Table 3. Comparison of general information between the two groups after PSM

项目	PP 正常组 (<i>n</i> =323)	PP 升高组 (<i>n</i> =323)	<i>P</i>
年龄/岁	62.7±6.8	62.6±6.8	0.862
女性/[例(%)]	224(69.3)	229(70.9)	0.667
高中以下教育/[例(%)]	275(85.1)	288(89.2)	0.126
年收入 <3 万元/[例(%)]	215(66.6)	241(74.6)	0.025
经常饮酒/[例(%)]	41(12.7)	38(11.8)	0.719
吸烟/分	0.76±0.41	0.78±0.41	0.578
体力活动/分	0.35±0.45	0.39±0.47	0.265
饮食/分	0.30±0.25	0.27±0.26	0.246
血压/分	0.27±0.31	0.03±0.12	<0.001
BMI/(kg/m ²)	25.22±3.43	25.17±3.43	0.879
TC/(mmol/L)	5.10±1.03	5.10±1.05	0.739
FBG/(mmol/L)	5.66±1.33	5.97±2.24	0.033
ICHS/分	3.81±1.02	3.59±0.91	0.005

表 4. PP 独立影响因素的 Logistic 回归分析

Table 4. Logistic regression analysis for independent influencing factors of PP

变量		单因素分析			多因素分析		
		OR	95% CI	<i>P</i>	OR	95% CI	<i>P</i>
年龄		1.00	0.98 ~ 1.02	0.862	0.99	0.97 ~ 1.02	0.551
女性		1.08	0.77 ~ 1.51	0.667	1.02	0.68 ~ 1.54	0.913
高中以下教育		1.44	0.90 ~ 2.29	0.128	1.26	0.77 ~ 2.07	0.356
年收入<3 万元		1.48	1.05 ~ 2.08	0.025	1.41	0.98 ~ 2.02	0.061
经常饮酒		0.92	0.57 ~ 1.47	0.719	0.92	0.53 ~ 1.59	0.771
ICHS	Q1 组	1.00	1.00		1.00	1.00	
	Q2 组	0.99	0.68 ~ 1.44	0.966	0.95	0.65 ~ 1.39	0.795
	Q3 组	0.56	0.38 ~ 0.82	0.003	0.55	0.37 ~ 0.82	0.003

注:空白处表示数据不适用。

2.4 不同 ICHS 分组的各变量比较

为了探究不同的心血管健康状态下各变量尤其是 PP 的差异,将 ICHS 进行三分位数分组后再次进行统计分析。结果显示,随着 ICHS 得分的升高,研究对象的 PP 呈下降趋势,提示女性、教育程度较高、个人收入较高以及不经常饮酒的人更加注重健康的生活方式,具有更理想的心血管健康程度(均 $P<0.05$;表 5)。

3 讨 论

动脉硬化是指在衰老和其他危险因素的作用下,弥漫发生在动脉中层的纤维变性和退行性病变(动脉中层钙化、弹性蛋白分解及胶原合成增加),往往会引起血管壁发生弹性退化,内膜中膜增厚,僵硬增加,从而影响血压和靶器官的供血。随着年龄的增加,特别是中老年人群,动脉缓冲功能减弱,

表 5. ICHS 三分位数分组的各变量比较
Table 5. Comparison of variables in ICHS three-quantile grouping

变量	Q1 组 (n=317)	Q2 组 (n=317)	Q3 组 (n=318)	P
ICHS/分	2.60±0.52	3.75±0.25	4.79±0.48	<0.001
年龄/岁	62.4±7.3	62.7±7.4	61.7±7.7	0.282
女性/[例(%)]	171(53.9)	230(72.6)	234(73.6)	<0.001
高中以下教育/[例(%)]	275(86.8)	288(90.9)	263(82.7)	0.030
年收入<3 万元/[例(%)]	207(65.3)	238(75.1)	207(65.1)	0.021
经常饮酒/[例(%)]	68(21.5)	33(10.4)	26(8.2)	<0.001
PP/[例(%)]	<60 mmHg	156(49.1)	202(63.5)	<0.001
	≥60 mmHg	162(50.9)	116(36.5)	
PP/mmHg	59.70±17.03	60.25±16.63	55.06±15.19	<0.001

管壁顺应性下降,当管壁出现硬化时会导致脉搏波传导速度(pulse wave velocity,PWV)增加,从而使血压反射波的折返提前而落到收缩期,这种时间上的转移会引起动脉 SBP 和 PP 的升高^[11]。临床上 PP 常被用作动脉硬化的重要评估指标^[12]。

本研究发现,与 PP 正常者相比,PP 升高者具有更低的 ICHS 评分,即更差的心血管生活方式和危险因素。在对年龄和性别进行 PSM 后,PP 正常组的 ICHS 得分(3.81±1.02)显著高于 PP 升高组(3.59±0.91)。多因素 Logistic 回归分析结果显示理想的 ICHS 是 PP 的独立影响(保护)因素(OR=0.55,95%CI:0.37~0.82,P=0.003)。并且从本研究的表 5 可以看出个人收入和 ICHS 之间也存在一定的关系(P=0.021),但由于年收入<3 万元的人数在 Q1 组和 Q3 组是一样的,并且 Q2 组人数多于 Q1 组和 Q3 组,因此个人收入与 ICHS 之间的关系可能并不是线性的,很可能是倒 U 型,即收入过多或过少的人群的心血管健康状态都相对更差。

关于 ICHS 与动脉硬化两者关系的研究已有较多讨论,颈-股脉搏波传导速度(carotid-femoral pulse wave velocity,cfPWV)目前被认为是检测主动硬化的“金标准”。一项来自西班牙的横断面研究指出,在老年(>65 岁)受试者中,拥有至少 3 个健康指标处于理想水平的成年人的 PWV 显著低于具有 2 个或更少理想健康指标的成年人^[13]。一项关于中国 20 355 名社区人群的研究显示,更高的累计 ICHS 可防止臂-踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity,baPWV)增加并降低动脉硬化的发生率^[14]。Aatola 等^[15]研究发现,随着理想心血管健康指标的增加,PWV 呈下降趋势,两者之间呈负相关。Crichton 等^[16]调查了理想心血管健康指标的

数量与 PWV 和 PP 之间的关系,发现更好的心血管健康与较低的动脉硬化程度有关。本研究证实,高 ICHS 为动脉硬化的保护因素,这与之前的研究结果相一致。

本研究证明了 ICHS 所包含的 7 项指标中,血压和 FBG 均与 PP 密切相关,故可通过积极的控制血压和血糖来预防以及改善动脉硬化程度。一项包含 15 个研究的荟萃分析证实了长期有效的血压控制能够降低动脉硬化程度^[17]。Kaess 等^[18]研究发现,由 cfPWV 评估的更高的动脉僵硬度与血压进展和 7 年后可能会发生高血压相关。而关于 FBG 与动脉硬化之间的关系,既往的研究认为,血糖控制不佳会导致血管平滑肌的功能受损^[19],使得血管壁的组织结构和生理功能发生改变^[20],从而可能发生动脉硬化。我国的开滦研究分析了 8 956 名参与者血糖与动脉硬化之间的时间因果关系,得知动脉硬化似乎发生在血糖升高之前^[21]。本研究同时证实了年龄、性别以及个人收入均与 PP 密切相关。Seals 等^[22]认为,衰老可使动脉壁的胶原蛋白增加(纤维化),弹性蛋白破碎和降解,以及氧化损伤的蛋白质和晚期糖基化终产物的堆积,所有这些改变都会降低动脉弹性。

本研究以中国北方农村人群为样本,证实了不良的心血管健康状态(即较低的 ICHS 分数)会导致较高的 PP。与 PWV 相比,PP 更加容易获得,且适合大范围社区人群的动脉硬化筛查,更容易在医疗资源贫乏的地区普及。本研究基于中国农村人口,首次报道了 ICHS 和 PP 之间的反向关系。除此之外,在对混杂因素的控制上,本研究不仅利用了传统的多因素 Logistic 回归分析,同时还利用了 PSM 的方法来对 PP 正常组和 PP 升高组人群的年龄和

性别进行匹配,使两组受试者具备可比性。同时本研究揭示了中国北方农村人群心血管健康程度普遍较低的事实,体现了在农村人口建立简单易行的亚临床心血管疾病预测方法的重要性。基于本研究所得到的结果,在临床上可尝试将 ICHS 作为一种新型的血管健康的管理方式。

该研究仍存在部分局限性:第一,PP 与 PWV 相比,评估动脉硬化的准确性和灵敏度稍差,在论证强度上可能会略有弱化;第二,该研究仅纳入中国北方农村人口,故研究结果是否适用于所有人群仍需进一步验证;第三,该研究基于横断面数据,无法探究 ICHS 与 PP 之间的因果关系。未来可通过随访来进一步论证。

[参考文献]

- [1] COSTANTINO S, PANENI F, COSENTINO F. Ageing, metabolism and cardiovascular disease [J]. *J Physiol*, 2016, 594 (8): 2061-2073.
- [2] GURUNATHRAO P S, MANJUNATHA A, KANTI D K. Evaluation of arterial stiffness in elderly with prehypertension[J]. *Indian J Physiol Pharmacol*, 2015, 59(1): 16-22.
- [3] DOMANSKI M, MITCHELL G, PFEFFER M, et al. Pulse pressure and cardiovascular disease-related mortality: follow-up study of the multiple risk factor intervention trial (MRFIT) [J]. *JAMA*, 2002, 287(20): 2677-2683.
- [4] LLOYD-JONES D M, HONG Y, LABARTHE D, et al. Defining and setting national goals for cardiovascular health promotion and disease reduction: the American Heart Association's strategic impact goal through 2020 and beyond [J]. *Circulation*, 2010, 121(4): 586-613.
- [5] SPRING B, MOLLER A C, COLANGELO L A, et al. Healthy lifestyle change and subclinical atherosclerosis in young adults: coronary artery risk development in young adults (CARDIA) study [J]. *Circulation*, 2014, 130(1): 10-17.
- [6] POLONSKY T S, NING H, DAVIGLUS M L, et al. Association of cardiovascular health with subclinical disease and incident events: the multi-ethnic study of atherosclerosis [J]. *J Am Heart Assoc*, 2017, 6(3): e004894.
- [7] ENSERRO D M, VASAN R S, XANTHAKIS V. Twenty-year trends in the American Heart Association cardiovascular health score and impact on subclinical and clinical cardiovascular disease: the Framingham offspring study [J]. *J Am Heart Assoc*, 2018, 7(11): e008741.
- [8] FOLSOM A R, YATSUYA H, NETTLETON J A, et al. Community prevalence of ideal cardiovascular health, by the American Heart Association definition, and relationship with cardiovascular disease incidence [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 57(16): 1690-1696.
- [9] BURROUGHS PEÑA M S, MBASSA R S, SLOPEN N B, et al. Cumulative psychosocial stress and ideal cardiovascular health in older women [J]. *Circulation*, 2019, 139(17): 2012-2021.
- [10] WILLIAMS B, MANCIA G, SPIERING W, et al. 2018 ESC/ESH guidelines for the management of arterial hypertension [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(33): 3021-3104.
- [11] MACKENZIE I S, WILKINSON I B, COCKCROFT J R. Assessment of arterial stiffness in clinical practice [J]. *QJM*, 2002, 95 (2): 67-74.
- [12] BAKRIS G L, LAFFIN L J. Assessing wide pulse pressure hypertension: data beyond the guidelines [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2019, 73(22): 2856-2858.
- [13] GARCÍA-HERMOSO A, MARTÍNEZ-VIZCAÍNO V, GOMEZ-MARCOS M, et al. Ideal cardiovascular health and arterial stiffness in Spanish adults: the EVIDENT study [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(5): 1386-1394.
- [14] ZHENG X, ZHANG R, LIU X, et al. Association between cumulative exposure to ideal cardiovascular health and arterial stiffness [J]. *Atherosclerosis*, 2017, 260: 56-62.
- [15] AATOLA H, HUTRI-KAHONEN N, JUONALA M, et al. Prospective relationship of change in ideal cardiovascular health status and arterial stiffness: the cardiovascular risk in young Finns study [J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(2): e000532.
- [16] CRICHTON G E, ELIAS M F, ROBBINS M A. Cardiovascular health and arterial stiffness: the Maine-Syracuse longitudinal study [J]. *J Hum Hypertens*, 2014, 28(7): 444-449.
- [17] ONG K T, DELERME S, PANNIER B, et al. Aortic stiffness is reduced beyond blood pressure lowering by short-term and long-term antihypertensive treatment: a Meta-analysis of individual data in 294 patients [J]. *J Hypertens*, 2011, 29(6): 1034-1042.
- [18] KAESSE B M, RONG J, LARSON M G, et al. Aortic stiffness, blood pressure progression, and incident hypertension [J]. *JAMA*, 2012, 308(9): 875-881.
- [19] NAKA K K, PAPATHANASSIOU K, BECHLIOULIS A, et al. Determinants of vascular function in patients with type 2 diabetes [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2012, 11: 127.
- [20] 韩静, 李亚伟, 刘宏, 等. 不同空腹血糖与脉搏波传导速度相关性研究 [J]. *白求恩医学杂志*, 2015, 13(2): 161-162.
- [21] ZHENG M, ZHANG X, CHEN S, et al. Arterial stiffness preceding diabetes: a longitudinal study [J]. *Circ Res*, 2020, 127(12): 1491-1498.
- [22] SEALS D R, NAGY E E, MOREAU K L. Aerobic exercise training and vascular function with ageing in healthy men and women [J]. *J Physiol*, 2019, 597(19): 4901-4914.

(此文编辑 曾学清)