

· 临床研究 ·

体适能与南京市男性体检人群心血管病风险的相关性

朱文芳, 钦佩, 郭雯, 鲁璟, 李晓娜, 张群*

南京医科大学第一附属医院健康管理中心, 江苏 南京 210029

[摘要] 目的:研究体检人群体适能指标与心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)的相关性。方法:选取南京医科大学第一附属医院2018年1月—2019年7月完成体适能检查的220例男性体检人群的体检资料,根据Framingham CVD 10年风险度评分分为低危组和中高危组;220例中完成肱踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)检测的共142例,根据检测结果将完成此项检测的人群分为baPWV正常组和baPWV增快组。分析体适能与CVD 10年风险度及baPWV的相关性。结果:CVD中高危组及baPWV增快组分别与CVD低危组及baPWV正常组比较,年龄、吸烟、心肺耐力、体脂率、闭眼单足立时间、血压、空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、糖化血红蛋白(glycated hemoglobin A1c, HbA1c)和甘油三酯(triglyceride, TG)均有显著差异($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$);CVD中高危及baPWV增快与年龄、体重指数(body mass index, BMI)、心肺耐力、体脂率、闭眼单足立时间、收缩压、舒张压、FBG、HbA1c和TG存在相关性($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$)。结论:年龄、吸烟、体脂率、血压、FBG、HbA1c和TG是CVD的危险因素,心肺耐力是CVD的保护因素,并对心血管疾病风险有很好的预测价值。

[关键词] 体适能;肱踝脉搏波传导速度;心肺耐力;心血管疾病;风险评估

[中图分类号] R541

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2020)10-1478-06

doi: 10.7655/NYDXBNS20201014

Correlation between physical fitness and cardiovascular disease risk in male of physical examination population in Nanjing

ZHU Wenfang, QIN Pei, GUO Wen, LU Jing, LI Xiaona, ZHANG Qun*

Healthy Management Center, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

[Abstract] **Objective:** To study the correlation between physical fitness indexes and cardiovascular disease (CVD). **Methods:** We selected the physical examination data of the male physical examination population (a total of 220 males, of which, baPWV was tested in 142 males) who underwent physical fitness in our hospital from January 2018 to July 2019. Based on the scores of Framingham CVD 10-year risk, the total people were divided into groups with low-risk and middle-high risk; according to the speed of baPWV, the people who completed the test were divided into normal group and fast group. The correlation between physical fitness indexes and CVD 10-year risk, baPWV was analyzed. **Results:** There were significant differences in age, smoking proportion, cardiorespiratory fitness, body fat percentage, single foot stand time, blood pressure, fasting blood glucose (FBG), glycosylated hemoglobin (HbA1c) and triglyceride (TG) between the middle-high risk group of CVD, baPWV accelerated group and the low risk group of CVD, baPWV normal group ($P < 0.01$ or $P < 0.05$). The middle-high risk of CVD and increased baPWV were correlated with age, body mass index (BMI), cardiorespiratory fitness, body fat percentage, single foot stand time, systolic pressure, diastolic pressure, FBG, HbA1c and TG ($P < 0.01$ or $P < 0.05$). **Conclusion:** Age, smoking, body fat percentage, blood pressure, FBG, HbA1c and TG are the risk factors of CVD. Cardiorespiratory fitness is the protective factor of CVD, which has a good predictive value for the risk of cardiovascular disease.

[Key words] physical fitness; baPWV; cardiorespiratory fitness; cardiovascular disease; risk assessment

[J Nanjing Med Univ, 2020, 40(10): 1478-1483]

[基金项目] 国家自然科学基金(81703027);江苏省科技厅社会发展公共卫生面上项目(BE2016787);江苏省卫生计生委科研项目(H2017019)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: lucyqzhang@126.com

据2018年中国心血管病(cardiovascular disease, CVD)统计报告,我国现有心血管病患者约2.9亿人,且患病率处于持续上升阶段,据统计2016年我国心血管病死亡率仍居各类疾病首位,高于肿瘤及其他疾病。2016年农村、城市心血管病死亡占全部死亡的比率分别为45.50%和43.16%,即每5例死亡中就有2例死于心血管病^[1]。据研究,心血管病虽具有较高的发病率与死亡率但可防可治,因此,评估和预测人群心血管病的发病风险并针对相关危险因素进行及早的干预是关键^[2-5]。

体适能(physical fitness)这一概念自提出以来一直备受关注,被美国运动医学会(American College of Sports Medicine, ACSM)分为与健康相关的体质和与竞技运动相关的体质^[6-7]。健康体适能与个体的生活能力、健康水平和精神状况密切相关,是指心血管、肺和肌肉发挥最理想效果的能力,通常包括身体成分、心肺耐力(cardiorespiratory fitness)、肌肉力量、肌肉耐力和柔韧素质等基本内涵。近年来,国内外学者进行了系统性研究,阐明了体适能指标与疾病和死亡风险的关联性,并指出心肺耐力是体适能的核心要素,与全因死亡和心血管病存在密切联系^[8-9]。

截至目前,体适能指标如心肺耐力、肌肉力量等与心血管事件等疾病风险的量化关系仍少有报道,因此评估南京市体检人群心血管状况,预测南京市体检人群心血管疾病的患病风险,分析其与体适能指标之间的关系,对高风险人群进行早期干预,后期可以通过运动改善高风险人群的心肺耐力等,为预防心血管疾病、改善心血管功能提供理论依据。

1 对象和方法

1.1 对象

本次研究对象是南京医科大学第一附属医院健康管理中心2018年1月—2019年7月220例男性体检人群。入选标准:20~70岁完成体适能等相关检查的体检人群。排除标准^[10]:①既往有冠心病病史;②近期安静心电图显示严重心肌缺血、心肌梗死(2 d)及其他急性心脏事件;③不稳定心绞痛,未控制的心律失常;④严重的、有症状的主动脉狭窄;⑤未控制的、有症状的心力衰竭;⑥急性肺栓塞或肺梗死;⑦急性心肌炎或心包炎;⑧怀疑或已知动脉瘤撕裂;⑨急性全身感染、伴发热、全身疼痛或淋巴结肿大;⑩安静时严重高血压(> 180/110 mmHg)

或原发性高血压> 160/100 mmHg未控制;⑪未控制的代谢性疾病(糖尿病、甲状腺功能亢进或黏液性水肿);⑫严重肌肉骨关节病、肢体功能障碍或由于精神、体力障碍而不能进行运动试验者;⑬数据资料不详实者。研究通过医院伦理委员会批准(2018-SR-175),所有研究者签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 资料采集

所有体检人群以统一制定的标准,在受过专业培训的人员指导下,以调查问卷形式完成健康评估及相关病史的采集。采集内容包括:性别、年龄、吸烟史、饮酒史、既往史、家族史、服药情况及体力活动量等。

1.2.2 身体素质测量

本研究使用深圳恒康佳业HK-6000系列仪器设备测量受检者握力、坐位体前屈、闭眼单足立时间、选择反应时等身体素质相关的体适能指标。

1.2.3 身体形态测量

身体形态指标包括身高、体重、体脂率,根据《国民体质测定标准手册》^[11]测量身高、体重并以此计算体重指数(body mass index, BMI)值;使用生物电阻抗法测量体脂率,仪器为身体成分分析仪MC-180(TANITA公司,日本)。

1.2.4 身体机能测试

以最大摄氧量代表心肺耐力来显示身体机能的状况,使用功率自行车进行二级亚极量运动试验,采用功率自行车YMCA测试方案^[6],实验前根据运动风险评估,排除不适合的受检者。设备采用Ergometer XC1000功率自行车。

1.2.5 心血管病10年风险度评估

根据Framingham CVD 10年风险预测模型^[12]:性别、年龄、血压、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇和吸烟史分层评分,评估CVD 10年的总风险度,患病风险<10%为低危组($n=160$),患病风险 $\geq 10\%$ 为中高危组($n=60$)。

1.2.6 肱踝脉搏波传导速度(brachial-ankle pulse wave velocity, baPWV)测量

受检者休息5~10 min后,取仰卧位,双手心向上自然放于身体两侧,保持全身肌肉放松、正常呼吸;取动脉硬化测定仪(日本欧姆龙,型号为VP-1000),在受检者双上臂、双下踝部位绑缚袖带,上臂气囊标志与肱动脉对准,下肢袖带气囊标志置于下肢内侧,并在左侧第2肋间放置心电感应器。心音、心电检测同时进行四肢舒张压、收缩压测量,

baPWV值取两侧仪器测定平均值。baPWV正常组： $<1\ 400\ \text{cm/s}$ ($n=97$)；baPWV增快组： $\geq 1\ 400\ \text{cm/s}$ ($n=45$)。

1.3 统计学方法

采用SPSS 20.0建立数据库,各项体适能及其他指标的分布进行Shapiro-Wilk正态检验,符合正态分布的指标采用均值 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用 t 检验;非正态分布数据采用中位数(四分位数)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验;计数资料以率表示,组间比较采用卡方检验。非正态分布的指标分别与CVD 10年风险度和baPWV的相关性分析采用Spearman相关分析,其他符合正态分布的指标分别与CVD 10年风险度和baPWV的相关性分析采用Pearson相关分析。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 CVD 10年风险度的危险因素

与CVD 10年风险度低危组相比,CVD 10年风险度中高危组的平均年龄、吸烟比例、BMI指数、体脂率、选择反应时、收缩压、舒张压、空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin A1c, HbA1c)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(triglyceride, TG)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)均较高,而心肺耐力较低,闭眼单足立时间较短,且差异具有统计学意义($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),两组间握力、坐位体前屈和高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)无明显统计学差异(表1)。

表1 CVD 10年风险度的危险因素
Table 1 Risk factors of CVD 10-year risk

相关因素	CVD 10年中高危组($n=60$)	CVD 10年低危组($n=160$)	P 值
年龄(岁)	50.68 \pm 7.43	38.29 \pm 9.03	<0.001
吸烟[$n(\%)$]	47(78.33)	31(19.38)	<0.001
BMI(kg/m^2)	26.43 \pm 2.99	25.44 \pm 3.17	0.039
心肺耐力[$\text{mL}/(\text{kg}\cdot\text{min})$]	20.77 \pm 6.44	22.89 \pm 5.38	0.029
体脂率($\%$)	24.98 \pm 4.60	23.15 \pm 4.91	0.016
握力(kg)	40.54 \pm 6.67	42.12 \pm 6.66	0.128
坐位体前屈(cm)	-0.24 \pm 9.10	2.04 \pm 9.73	0.117
闭眼单足立时间(s)	4.00(3.00, 7.50)	8.00(4.00, 20.00)	<0.001
选择反应时(s)	0.48(0.45, 0.52)	0.47(0.44, 0.50)	0.024
收缩压(mmHg)	129.72 \pm 12.21	122.67 \pm 12.43	<0.001
舒张压(mmHg)	81.84 \pm 8.29	76.97 \pm 10.18	0.001
FBG(mmol/L)	5.91 \pm 1.27	5.25 \pm 0.71	<0.001
HbA1c($\%$)	5.70(5.35, 6.05)	5.40(5.20, 5.70)	<0.001
TC(mmol/L)	5.93 \pm 1.21	5.34 \pm 1.12	0.001
TG(mmol/L)	2.04(1.24, 3.61)	1.43(0.97, 2.12)	0.001
HDL-C(mmol/L)	1.09 \pm 0.29	1.13 \pm 0.34	0.057
LDL-C(mmol/L)	3.81 \pm 0.77	3.29 \pm 0.77	0.002

2.2 baPWV的危险因素

表2结果显示,与正常组相比,baPWV增快组的平均年龄、吸烟比例、体脂率、收缩压、舒张压、FBG、HbA1c和TG均较高,而心肺耐力较低,闭眼单足立时间较短,且差异具有统计学意义($P < 0.01$ 或 $P < 0.05$),两组间BMI、握力、坐位体前屈、选择反应时、TC、LDL-C和HDL-C无明显统计学差异。

2.3 CVD 10年风险度和baPWV与体适能等危险因素的相关性

CVD 10年的总评分是多种因素综合分析心血

管病的患病风险,能够较好地反映心血管病的患病危险性,总分越高代表心血管病患病可能性越高^[12]。由表3可见,CVD 10年风险度与年龄、吸烟、BMI、体脂率、选择反应时、收缩压、舒张压、FBG、HbA1c、TC、TG及LDL-C呈正相关,相关系数 r 分布于0.192~0.595, $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$;而与心肺耐力和闭眼单足立时间呈负相关,相关系数 r 分布于-0.226~-0.196, $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$;与握力、坐位体前屈无统计学相关性。

baPWV能够较准确地反映中动脉及大动脉弹

表2 baPWV的危险因素
Table 2 Risk factors of baPWV

相关因素	baPWV 增快组(≥ 1400 cm/s)(n=45)	baPWV 正常组(< 1400 cm/s)(n=97)	P值
年龄(岁)	49.86 \pm 7.56	42.89 \pm 7.76	< 0.001
吸烟[n(%)]	23(51.11)	33(34.02)	0.008
BMI(kg/m ²)	26.25 \pm 3.03	25.35 \pm 2.84	0.090
心肺耐力[mL/(kg·min)]	20.54 \pm 6.29	22.69 \pm 5.28	0.038
体脂率(%)	24.64 \pm 4.22	22.84 \pm 4.64	0.025
握力(kg)	40.99 \pm 5.82	42.49 \pm 6.57	0.196
坐位体前屈(cm)	1.61 \pm 9.39	1.56 \pm 9.85	0.980
闭眼单足立时间(s)	4.00(3.00, 8.00)	7.00(3.25, 18.75)	0.035
选择反应时(s)	0.48(0.46, 0.51)	0.47(0.44, 0.51)	0.465
收缩压(mmHg)	132.20 \pm 11.88	123.02 \pm 11.62	< 0.001
舒张压(mmHg)	83.48 \pm 7.87	78.31 \pm 8.83	0.001
FBG(mmol/L)	5.91 \pm 1.34	5.42 \pm 0.83	0.008
HbA1c(%)	5.70(5.33, 6.08)	5.50(5.20, 5.80)	0.032
TC(mmol/L)	5.77 \pm 1.22	5.48 \pm 1.21	0.145
TG(mmol/L)	1.85(1.14, 3.19)	1.55(1.11, 2.38)	0.048
HDL-C(mmol/L)	1.16 \pm 0.37	1.11 \pm 0.32	0.238
LDL-C(mmol/L)	3.68 \pm 0.77	3.52 \pm 0.85	0.249

性, 即其数值升高提示中动脉及大动脉弹性下降、硬度增加^[13]。baPWV与年龄、吸烟、BMI、体脂率、收缩压、舒张压、FBG、HbA1c及TG呈正相关, 相关系数 r 分布于0.184~0.520, $P < 0.01$ 或 $P < 0.05$; 而与心肺耐力和闭眼单足立时间呈负相关, 相关系数 r 为-0.210和-0.167, $P < 0.05$; 与握力、坐位体前屈、选择反应时、TC、HDL-C及LDL-C无统计学相关性(表3)。

3 讨论

人口增长、老龄化、城镇化等是我国心血管疾病负担持续增长的重要社会决定因素。同时, 高血压、血脂异常、糖尿病等患病率上升, 超重和肥胖者增多, 不合理膳食、吸烟、缺乏身体活动等不良生活方式持续流行, 致使我国心血管病患病率、死亡率持续上升, 我国心血管病预防和管理形势更加严峻^[14]。健康体适能与个体的生活能力、健康水平和精神状况密切相关, 是指心血管、肺和肌肉发挥最理想效果的能力, 能够间接反映心血管状态。近年来诸多学者在不同人群中, 研究了体适能锻炼对生理机能的影响, 也取得了一些令人欣慰的结果^[15-19]。体适能相关指标与心血管病的风险也有少量研究, Williams等^[20]有1项研究显示, 心肺耐力作为体适能的核心要素能够有效降低心血管相关疾病的发病风险, 而且高水平的心肺耐力能够独立降低心血管相关疾

表3 CVD 10年、baPWV与危险因素的相关性

Table 3 Correlation between risk factors and CVD 10-year risk or baPWV

变量	CVD 10年风险度		baPWV	
	r 值	P 值	r 值	P 值
年龄	0.595	<0.001	0.520	<0.001
吸烟	0.526	<0.001	0.121	0.035
BMI	0.192	0.005	0.258	0.002
心肺耐力	-0.196	0.004	-0.210	0.013
体脂率	0.210	0.002	0.278	0.001
握力	-0.081	0.239	-0.114	0.180
坐位体前屈	-0.113	0.104	-0.019	0.825
闭眼单足立时间	-0.226	0.001	-0.167	0.049
选择反应时	0.268	<0.001	0.155	0.067
收缩压	0.342	<0.001	0.393	<0.001
舒张压	0.336	<0.001	0.349	<0.001
FBG	0.254	<0.001	0.286	0.001
HbA1c	0.371	<0.001	0.184	0.039
TC	0.270	<0.001	0.103	0.225
TG	0.350	<0.001	0.236	0.005
HDL-C	-0.051	0.462	0.143	0.091
LDL-C	0.265	<0.001	0.066	0.436

病的发病风险; 我国马海峰等^[21]学者选取了上海市120例50~70岁2型糖尿病患者, 研究其糖尿病病程、年龄、体适能指标与血管硬度等指标之间的相关性, 研究指出心肺耐力、肺活量等与血管硬度呈

负相关,但是该研究局限于2型糖尿病患者体适能与心血管功能之间的相关性,而且没有对心血管疾病的预测起到导向作用;本研究对南京市男性成年体检人群进行回顾性研究,分析并比较体适能指标与CVD10年风险度的相关性,结果提示,与CVD10年低危组相比,中高危组BMI、体脂率、选择反应时较高,而心肺耐力较低,闭眼单足立时间较短;相关性分析提示CVD10年风险度与BMI、体脂率、选择反应时呈正相关,而与心肺耐力和闭眼单足立时间呈负相关,结果提示体适能指标中BMI、体脂率、选择反应时是心血管疾病的危险因素,心肺耐力和闭眼单足立时间则是保护因素,体适能指标能很好地评估心血管疾病的患病风险,这一结果与Williams等^[20]和马海峰等^[21]的研究结果基本一致,故体适能可以很好地反映心血管状态,预测心血管病风险,加强身体锻炼、提高体适能是预防心血管疾病的又一重要途径。

baPWV是一种经典的动脉僵硬度测定方法,在心血管疾病领域被广泛应用,脉搏波传导速度越快,提示动脉僵硬度越高。一项对14 673例没有心血管疾病史的日本参与者数据的meta分析显示,baPWV每增加1个标准差,心血管事件风险就会增加1.19倍,清楚地说明了baPWV是无心血管疾病人群发生心血管事件的独立预测因子^[22]。Laurent等^[23]对1 980例高血压患者测量baPWV评估主动脉僵硬度,提出baPWV是原发性高血压患者全因死亡和心血管死亡的独立预测因子。目前极少有研究涉及体适能与baPWV之间的相关性,为了进一步明确体适能与心血管事件的相关性,本研究分析并比较体适能指标与baPWV之间的相关性,结果提示,与baPWV正常组相比,baPWV增快组体脂率较高,而心肺耐力和闭眼单足立时间较低;相关性分析提示baPWV与BMI、体脂率呈正相关,而与心肺耐力和闭眼单足立时间呈负相关,结果提示体适能指标中BMI、体脂率是动脉硬化的危险因素,心肺耐力和闭眼单足立时间则是保护因素,体适能指标能很好地评估评估动脉硬化的情况,从而间接预测心血管事件的可能性大小,更有力地表明体适能可以很好地反映人群心血管的现状,预测心血管事件的风险度,加强身体锻炼、提高体适能可以有效改善血管弹性,降低心血管事件的发生率。

诸多研究已经证实心血管病与血压、血糖、血脂水平关系密切^[24-31],本研究亦显示,分别与CVD 10年风险低危组及baPWV正常组相比较,CVD 10

年风险中高危组及baPWV增快组收缩压、舒张压、FBG、HbA1c和TG均明显增高,相关性分析提示收缩压、舒张压、FBG、HbA1c和TG均与CVD 10年风险度及baPWV呈正相关,这与前人的研究结果均一致,提示了心血管疾病最基本的危险因素依旧是血压、血糖和血脂水平。

体适能指标是血压、血糖、血脂等检测指标外又一心血管疾病风险度的影响因素,其中心肺耐力、体脂率和闭眼单足立时间可能是预测南京市男性体检人群心血管疾病最佳的体适能指标,因此对于心肺耐力较差、闭眼单足立时间较短或体脂率较高的体检者,应进行早期筛查、早期干预,加强心肺功能锻炼,减肥降脂,可能降低心血管疾病及其并发症的发生,从而降低心血管病的患病率和病死率。

[参考文献]

- [1] 胡盛寿,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告2018》概要[J]. 中国循环杂志,2019,34(3):209-220
- [2] DEANFIELD J, SATTAR N, SIMPSON I, et al. Joint British Societies' consensus recommendations for the prevention of cardiovascular disease (JBS3) [J]. Heart, 2014, 100(Suppl 2):ii1-ii67
- [3] ECKEL R H, JAKICIC J M, ARD J D, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 63(25 Pt B): 2960-2984
- [4] GRUNDY S M, ARAI H, BARTER P, et al. An international atherosclerosis society position paper: global recommendations for the management of dyslipidemia [J]. J Clin Lipidol, 2014, 8(1):29-60
- [5] 胡大一,李瑞杰.无症状成年人心血管病危险评估中国专家共识[J]. 中华心血管病杂志,2013,41(10):820-824
- [6] THOMPSON P D, ARENA R, RIEBE D, et al. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition [J]. Curr Sports Med Rep, 2013, 12(4):215-217
- [7] 苟波,李之俊,高炳宏,等.“体能”概念辨析[J]. 体育科研,2008,47(2):47-52
- [8] 谢敏豪,李红娟,王正珍,等.心肺耐力:体质健康的核心要素——以美国有氧中心纵向研究为例[J]. 北京体育大学学报,2011,34(2):1-7
- [9] FAUDE O, ZAHNER L, DONATH L. Trainingsprinzipien im gesundheitsorientierten Freizeitsport [J]. Ther Umsch,

- 2015, 72(5): 327-334
- [10] 王正珍. ACSM运动测试与运动处方指南[M]. 北京: 北京体育大学出版社, 2015: 55
- [11] 国家体育总局. 国民体质测定标准手册(成年人部分)[M]. 北京: 人民体育出版社, 2013: 23
- [12] PARK B, LEE Y J. Borderline high serum calcium levels are associated with arterial stiffness and 10-year cardiovascular disease risk determined by Framingham risk score [J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*, 2019, 21(5): 668-673
- [13] 陈林, 周菲, 李璐. 肱踝脉搏波速度测定在心血管病风险评估中的应用[J]. *心脏杂志*, 2019, 31(2): 164-168
- [14] MORAN A, GU D, ZHAO D, et al. Future cardiovascular disease in China: markov model and risk factor scenario projections from the coronary heart disease policy model-China [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2010, 3(3): 243-252
- [15] EATON C B, LAPANE K L, GARBER C E, et al. Physical activity, physical fitness, and coronary heart disease risk factors [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1995, 27(3): 340-346
- [16] MARTIN Z T, SCHLAFF R A, HEMENWAY J K, et al. Cardiovascular disease risk factors and physical fitness in volunteer firefighters [J]. *Int J Exerc Sci*, 2019, 12(2): 764-776
- [17] SLATTERY M L, JACOBS D R. Physical fitness and cardiovascular disease mortality. the US railroad study [J]. *Am J Epidemiol*, 1988, 127(3): 571-580
- [18] 李雪玉, 李榕彬, 王爽, 等. 医院-家庭过渡期运动干预对高龄心血管病患者功能性体适能的影响[J]. *中华护理杂志*, 2015, 50(6): 650-655
- [19] 方沙沙, 宋永香, 江超, 等. 医院-家庭过渡期运动干预对心血管病患者功能性体适能的效果观察[J]. *中西医结合心血管病电子杂志*, 2015, 3(21): 70-71
- [20] WILLIAMS P T. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 33(5): 754-761
- [21] 马海峰, 喻世伟, 王兴放. 中老年2型糖尿病患者健康体检体适能、骨密度及血管硬度的关系[J]. *上海体育学院学报*, 2019, 43(4): 84-91
- [22] OHKUMA T, NINOMIYA T, TOMIYAMA H, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity and the risk prediction of cardiovascular disease: an individual participant data meta-analysis [J]. *Hypertension*, 2017, 69(6): 1045-1052
- [23] LAURENT S, BOUTOUYRIE P, ASMAR R, et al. Aortic stiffness is an independent predictor of all-cause and cardiovascular mortality in hypertensive patients [J]. *Hypertension*, 2001, 37(5): 1236-1241
- [24] SLIVNICK J, LAMPERT B C. Hypertension and heart failure [J]. *Heart Fail Clin*, 2019, 15(4): 531-541
- [25] LOTHER A, HEIN L. Vascular mineralocorticoid receptors: linking risk factors, hypertension, and heart disease [J]. *Hypertension*, 2016, 68(1): 6-10
- [26] SHAH S, THAKAR C V. Diabetes/kidney/heart disease [J]. *Cardiol Clin*, 2019, 37(3): ix-x
- [27] CLODI M, SÁLY C, HOPPICHLER F, et al. Diabetes mellitus, koronare herzkrankeheit und herzinsuffizienz [J]. *Wien Klin Wochenschr*, 2016, 128(Suppl 2): S212-S215
- [28] GLOVACI D, FAN W, WONG N D. Epidemiology of diabetes mellitus and cardiovascular disease [J]. *Curr Cardiol Rep*, 2019, 21(4): 21
- [29] CHENG Y C, SHEEN J M, HU W L, et al. Polyphenols and oxidative stress in atherosclerosis-related ischemic heart disease and stroke [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2017, 2017: 8526438
- [30] BROWN R J, ARAUJO-VILAR D, CHEUNG P T, et al. The diagnosis and management of lipodystrophy syndromes: a multi-society practice guideline [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2016, 101(12): 4500-4511
- [31] 梁立荣, 李新立, 吴成权, 等. 不同血压亚临床血管病变的特点及其临床意义[J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2005, 25(2): 101-104

[收稿日期] 2020-03-17