

# 运动对不同 CVD 风险等级人群干预效果的研究

严天盈<sup>1</sup>, 吴 镝<sup>1</sup>, 白云飞<sup>2</sup>, 刘 磊<sup>1</sup>

(1. 集美大学体育学院, 福建 厦门 361021; 2. 国家体育总局运动医学研究所, 北京 100061)

**摘 要:** 研究在不同心血管风险等级的人群中, 运动干预对血压、血糖和血脂的影响。研究方法: 招募慢性病患者 150 例, 根据心血管危险程度分为健康、低危、中危三大组, 每组中再依据体力活动随机分为健康未达标组 (HNS)、健康达标组 (HRS)、低危未达标组 (LNS)、低危达标组 (LRS)、中危未达标组 (MNS) 和中危达标组 (MRS) 共 6 组, 受试者同时参与集体运动干预。观察干预前后各组 SBP、DBP、FBG、HbA1c、TC、LDL-C、HDL-C 和 TG 指标的变化。结果表明: (1) 24 周后, 19 例受试者的心血管风险等级从低危降至健康, 21 例由中危降至低危; (2) LNS 组、MNS 组和所有达标组的 SBP 和 DBP 均出现显著性下降 ( $P < 0.05$ ); (3) 各组 FBG 和 HbA1c 均出现不同程度下降, 其中达标组出现显著性下降 ( $P < 0.05$ ); (4) 各组血脂均出现不同幅度下降, 所有达标组的 TC、LDL-C 和 HDL-C 均得到显著改善 ( $P < 0.05$ ), MRS 组的 TG 出现显著性下降 ( $P < 0.05$ ); (5) 未达标组中, SBP 和 DBP 变化幅度呈阶梯式增加, 血糖和血脂的改善幅度变化相差不大; 达标组中, 除 HDL-C 和 TG 外各指标变化幅度呈阶梯式增加。结论: (1) 通过中等强度的有氧运动可以改善血压、血糖和血脂等相关危险因素, 从而降低不同心血管风险人群的危险等级, 其中心血管中危人群参与运动后获得的健康效益最高; (2) 运动对心血管危险因素的改善程度主要受运动总量的驱动, 除此之外还与心血管危险等级和基线水平有关。

**关键词:** 运动干预; 心血管风险; 血压; 血糖; 血脂

中图分类号: G 804.2

文献标识码: A

文章编号: 1007-7413(2021)04-0064-11

## Study on Intervention Effect of Exercise on People with Different CVD Risk Levels

YAN Tian-ying<sup>1</sup>, WU Qiang<sup>1</sup>, BAI Yun-fei<sup>2</sup>, LIU Lei<sup>1</sup>

(1. College of physical education, Jimei University, Xiamen 361021, China;

2. National Research Institute of Sports Medicine, Beijing 100061, China)

**Abstract:** Objective: To study the effects of exercise intervention on blood pressure, blood sugar and blood lipids in people with different cardiovascular risk levels. Methods: 150 patients with chronic diseases were recruited and divided randomly into 6 groups: Health and not up to standard group (HNS), Health and reach the standard group (HRS), Low-risk and not up to standard group (LNS), Low-risk and reach the standard group (LRS), Middle-risk and not up to standard group (MNS), Middle-risk and reach the standard group (MRS). All the subjects participated in the collective exercise intervention of 24 weeks. SBP, DBP, FBG, HbA1c, TC, LDL-C, HDL-C and TG were observed before and after intervention. Results: (1) After 24 weeks, a total of 19 participants dropped from low cardiovascular risk to cardiovascular health, and a total of 21 participants dropped from middle-risk to low-risk; (2) SBP and DBP of LNS group, MNS group and all the standard groups were significantly decreased ( $P < 0.05$ ); (3) FBG and HbA1c in each group decreased to varying degrees, among which the up-to-standard group showed a significant decrease ( $P < 0.05$ ); (4) The blood lipids of each group decreased in different degrees. TC, LDL-C and HDL-C of all the standard groups were significantly improved ( $P < 0.05$ ), and the TG of the MRS group decreased significantly ( $P < 0.05$ ); (5) In the not up to standard group, the changes of SBP and DBP increased in a step-by-step manner, while the changes of blood glucose and blood lipid were similar; in the up-to-standard group, the changes of all indexes except HDL-C and TG increased in a step-by-step manner. Conclusion: (1) Moderate-intensity aerobic exercise can reduce the risk levels of different cardiovascular risk groups by reducing blood pressure, blood sugar and blood lipids and other related risk factors. Among them, the middle-risk group can obtain the highest health benefits after participating in exercise; (2) The degree of reduction of cardiovascular risk factors by exercise is

收稿日期: 2021-03-03

基金项目: 教育部人文社科规划项目 (20YJA890014); 福建省创新战略研究项目 (2020R0068)

作者简介: 严天盈 (1997—), 女, 上海人, 在读硕士。研究方向: 运动人体科学。

吴 镝 (1964—), 男, 福建莆田人, 副教授。研究方向: 体育教学与训练。(通信作者)

mainly related to the total amount of exercise,cardiovascular risk level and baseline level.

**Key words:**exercise intervention;cardiovascular risk;blood pressure;blood glucose;blood lipid

中国心血管疾病(Cardiovascular Diseases,CVD)危险因素流行趋势对国民健康的影响愈加显著,冠心病等 CVD 导致了全球 30 % 的死亡率。<sup>[1,2]</sup>越来越多的研究表明运动对健康有促进作用<sup>[3,4]</sup>,然而运动在给我们带来健康益处的同时,运动者自身存在的一些隐匿性的运动风险行为以及由运动诱导的心血管事件的发生也不容忽视<sup>[5]</sup>,尤其是一些存在危险因素的人<sup>[6]</sup>。

而众多的心血管危险因素通常聚集地出现,如血压升高、年龄增长、总胆固醇升高、低密度脂蛋白胆固醇升高、高密度脂蛋白胆固醇降低、糖尿病、慢性肾脏病、吸烟,还有家族病史等。<sup>[7,8]</sup>根据 2018 版《中国高血压防治指南》将慢病人群分为心血管健康人群、低危人群和中危人群。2020 年的 WHO 体力活动指南取消了每天 10 分钟的体力活动时间下限,表明任何持续时间的活动均对健康有益。<sup>[9]</sup>本研究将 WHO 体力活动指南提供的推荐标准作为切割点,将不同人群受试者分为体力活动达标组与未达标组,探讨在不同心血管危险分层的人群中,体力活动的大小对血压、血糖和血脂指标的影响,探寻不同危险程度的运动参与者降低心血管风险所适宜的运动强度,为心血管病人群参与运动的风险评估提供精准生理参考指标,促进全民健身科学化,践行体医融合理念。

1 研究方法

1.1 研究对象

本实验于厦门市育秀和嘉莲社区医院开展,以发放宣传单、居委会书面通知、微信宣传、口头通知、运动健康科普宣讲等多种方式开展受试者招募工作。纳入标准:(1)经上级医院或社区卫生服务中心确诊为糖尿病前期或 2 型糖尿病/血压升高/高脂血症的慢病患者;(2)年龄为 40 ~ 60 岁,性别不限;(3)生活能够自理,可以参加体育锻炼,但近半年内没有规律锻炼(一周 3 次及以上中等强度运动);(4)无运动禁忌证及肢体活动障碍,并由医生批准;(5)具有一定的认知能力和进行运动锻炼的能力。排除标准:(1)重症和终末期疾病患者;(2)伴有其他严重并发症(如糖尿病足或肢体残疾)的患者;(3)安静时收缩压 > 180mmHg 或舒张压 > 110mmHg,或经心血管危险分层后(2018 年《中国高血压防治指南》)处于高危和很高危状态的患者;(4)不配合或中途失访者。所有参加干预实验的受试对象均在实验前了解实验目的与内容后,自愿参加本项运动干预,并签署《知情同意书》,受试者招募和完成情况如图 1:

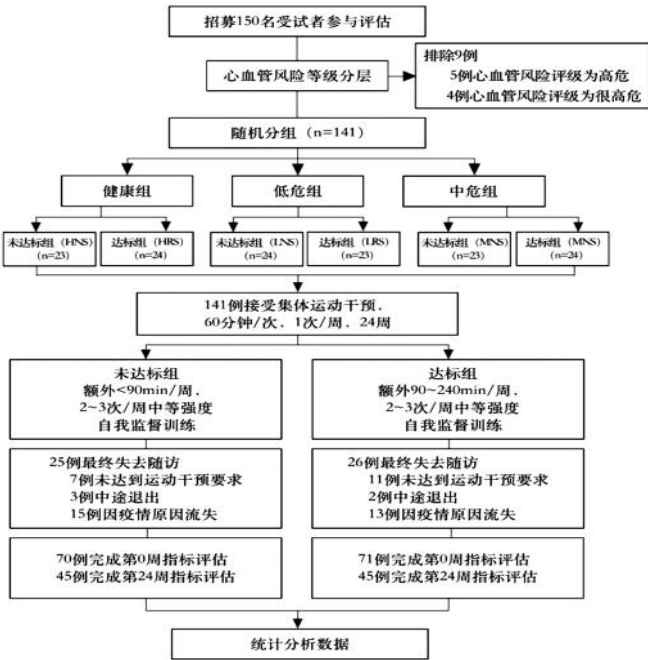


图 1 受试者招募与分析流程图

1.2 实验设计

1.2.1 干预分组

根据 2018 版《中国高血压防治指南》<sup>[10]</sup> 进行心血管危险分层后,分为健康组 (Health group, H)、低危组 (Low-risk group, L)、中危组三组 (Middle-risk group, M)。再运用 Excel 软件建立随机分组表,根据 2020 版 WHO 体力活动指南<sup>[9]</sup> 推荐量将受试者随机分为体力活动达标组 (Reach the standard group, RS)

和未达标组 (Not up to standard group, NS) (表 1),即健康未达标组 (Health and not up to standard group, HNS)、健康达标组 (Health and reach the standard group, HRS)、低危未达标组 (Low-risk and not up to standard group, LNS)、低危达标组 (Low-risk and reach the standard group, LRS)、中危未达标组 (Middle-risk and not up to standard group, MNS) 和中危达标组 (Middle-risk and reach the standard group, MRS) 共 6 组。

表 1 体力活动推荐

体力活动等级	体力活动强度界定标准
体力活动未达标组	每周 <150 分钟中等强度有氧运动,或 <75 分钟高强度有氧运动
体力活动达标组	每周 150 ~ 300 分钟中等强度有氧运动,或 75 ~ 150 分钟高强度有氧运动

1.2.2 运动干预

受试者根据心血管风险等级分为健康组、低危组和中危组,3 组同时进行集体运动干预。受试者每周任意选择一天参与集体运动干预,周六的受试地点为育秀社区,周日为嘉莲社区。运动项目:有氧操、八段锦和太极拳等中等强度运动 (3 ~ 5.9Met)。运动时间:每次 60 min,每周 1 次 (每周六/日),持续 24 周。每次运动过程:①5 min 左右的热身;②50 min 的有氧操、八段锦或太极拳;③5 min 左右的放松,共三个阶段。

除每周集体干预外,健康组、低危组和中危组 3 组再根据体力活动量随机各分为 2 组,分别为体力活动达标组和未达标组。体力活动未达标组在接受集体运动干预的同时,参与每周 <90 min、2 ~ 3 次的中等强度运动自我监督干预。体力活动达标组,在接受集体运动干预的同时,参与 90 ~ 240 min/周、2 ~ 3 次/周的中等强度运动自我监督干预。

运动监督:每周集体运动过程中采用 GT3X 能量检测仪、华为运动手环 3 系列和 Borg 评分量表,对运动强度进行监控。各组在每周参与集体干预的同时上交健身日记本,日记本中由受试者记录每周运动项目、类型、时间、强度等运动数据。对于未达成相应运动强度要求的受试者,进行电话追踪访问和督促。两周以上未参与集体运动或未达成相应运动强度要求的受试者,排除实验。

1.3 测试指标

受试者在干预前 (第 0 周) 和干预后 (第 24 周),分别对所有指标进行测量。

1.3.1 基本信息

受试者干预前后填写《全民健身活动状况调查问卷》,以收集性别、年龄、家族史、吸烟史等个人基本资料。

1.3.2 血压

采用电子血压测试仪进行测定,进行正式测量之前,受试者应至少休息 5 分钟。受试者端坐位,将右臂屈肘放于袖带内,肘关节放于血压器弯曲处,电子血压测试仪自动报告收缩压 (Systolic Pressure, SBP) 和舒张压 (Diastolic Pressure, DBP)。

1.3.3 血液生化指标

采用贝克曼库尔特圈全自动生化分析仪 (AU680, US) 完成血液生化指标的检测:(1) 血糖指标包括空腹血糖 (Fasting blood glucose, FBG)、糖化血红蛋白 (Glycated Hemoglobin, HbA1c);(2) 血脂指标包括总胆固醇 (Total Cholesterol, TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (Low-Density Lipoprotein Cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (High-Density Lipoprotein Cholesterol, HDL-C)、甘油三酯 (Triglyceride, TG)。

1.4 统计学分析

所有实验数据均使用 SPSS26.0 软件进行统计分析处理,所有数值型变量均采用均数 ± 标准差 ( $\bar{X} \pm SD$ ) 表示。达标组与未达标组的组间差异采用独立样本  $t$  检验分析,心血管危险分组之间采用单因素方差分析,干预前后的变化采用配对样本  $t$  检验分析,等级资料使用秩和检验。 $P < 0.05$  表示具有显著性差异。

2 结果

2.1 一般资料

共招募慢病患者 150 例,每组中随机分为体力活动达标组和未达标组。其中排除处于高危和很高危状态的受试者 9 例,未达到运动干预要求 18 例,中途

退出 5 例,因疫情原因流失 28 例,最终完成实验的患者有健康组 30 例,心血管风险低危组 30 例,中危组 30 例,共 90 例。其中男性 42 例,女性 48 例,年龄范围 40~60 岁,平均(51.1±5.5)岁。每组中体力活动达标组和未达标组受试者的年龄、血压、血糖、血脂以及心血管的危险因素等均不存在统计学意义(表 2)。在连续 24 周的运动干预过程中未发现心血管不良事件。

表 2 受试者基本情况

基本指标	健康组		P 值	低危组		P 值	中危组		P 值
	HNS 组	HRS 组		LNS 组	LRS 组		MNS 组	MRS 组	
n	15	15	1.00	15	15	1.00	15	15	1.00
年龄(岁)	51.7±5.2	52.8±6.3	0.60	49.9±5.0	53.1±4.8	0.08	50.1±5.5	49.3±4.7	0.69
腰围(cm)	81.1±7.0	85.2±8.0	0.20	81.2±8.2	81.2±3.1	0.98	91.1±10.7	93.2±12.7	0.53
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.0±2.1	24.4±2.5	0.11	23.4±3.1	23.4±2.5	0.95	26.4±3.0	26.6±3.3	0.81
吸烟(例)	2	1	1.00	1	0	1.00	2	1	1.00
家族史(例)	0	1	1.00	1	1	1.00	2	0	1.00
运动参与次数(次)	22.3±1.5	22.4±1.8	0.82	22.9±1.6	22.5±1.2	0.54	22.7±1.4	21.7±1.7	0.10
自我参加运动时间 (min/周)	56.4±17.9	154.5±45.4	/	45.4±22.7	144.0±47.2	/	52.4±20.2	167.1±49.1	/

2.2 运动干预前后心血管危险分层比较

如表 3 所示,基线时每组各 15 例,运动干预后,低危人群两组各改善 9 例(60%)和 10 例(66.67%),中危人群两组改善程度高于低危组,各

改善 8 例(53.33%)和 13 例(86.67%),HNS 组加重 1 例(6.67%)。共改善 40 例,加重 1 例,干预前后心血管危险分层的差异具有显著性( $P<0.01$ )。

表 3 运动干预前后心血管危险分层的变化

组别		改善	无效	加重	总有效率
健康组	HNS	0	14(93.33%)	1(6.67%)	0
	HRS	0	15(100%)	0	0
低危组	LNS	9(60%)	6(40%)	0	60.00% <sup>**</sup>
	LRS	10(66.67%)	5(33.33%)	0	66.67% <sup>**</sup>
中危组	MNS	8(53.33%)	7(46.67%)	0	53.33% <sup>**</sup>
	MRS	13(86.67%)	2(13.33%)	0	86.67% <sup>**</sup>
总(例)		40(44.44% <sup>**</sup> )	49(54.44%)	1(6.67%)	44.44% <sup>**</sup>

注:干预前后比较:<sup>\*\*</sup> $P<0.01$ 。

2.3 不同心血管危险分层受试者血压比较

如表 4 和图 2 所示,无论运动干预前后,健康组

与低中危组两组之间的 SBP 和 DBP 均存在显著性差异( $P<0.01$ ),但干预前低危组和中危组之间的 SBP

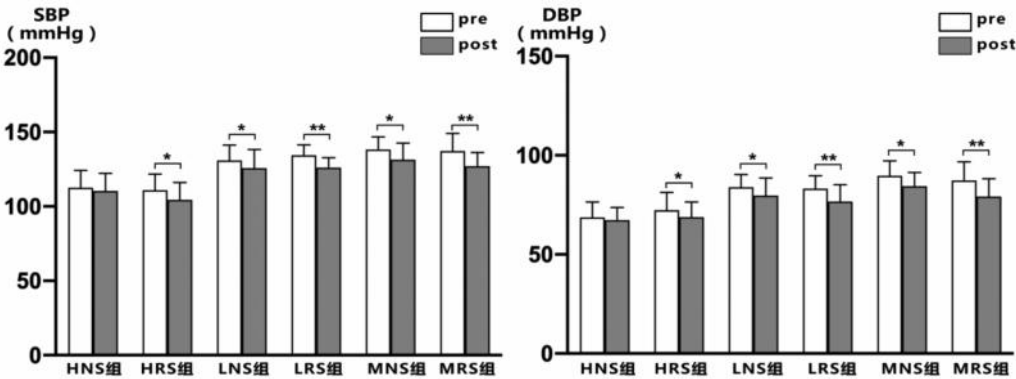
差异不存在统计学意义,干预后低危组和中危组之间的 SBP 和 DBP 差异不存在统计学意义。实验开始前,相同心血管危险分组中的达标组与未达标组血压值的差异均不存在统计学意义。通过对运动干预前

后不同组别的血压变化情况分析发现,各组干预后血压值均有所下降,除 HNS 组未存在显著性差异外,其余各组的血压值都存在差异性,其中 LRS 组和 MRS 组的 SBP 和 DBP 显著低于干预前( $P<0.01$ )。

表 4 运动干预前后血压水平的变化(单位:mmHg)

组别	指标	健康组		低危组		中危组	
		n	pre	post	n	pre	post
未达标组	SBP	15	112.53±11.66 <sup>BC</sup>	110.40±11.93 <sup>BC</sup>	15	130.93±10.28 <sup>A</sup>	125.73±12.44 <sup>A*</sup>
	DBP	15	68.73±7.68 <sup>BC</sup>	67.27±6.46 <sup>BC</sup>	15	83.93±6.35 <sup>A<sup>c</sup></sup>	79.67±8.93 <sup>A*</sup>
达标组	SBP	15	110.73±10.88 <sup>BC</sup>	104.33±12.19 <sup>BC*</sup>	15	134.33±7.12 <sup>A</sup>	126.07±6.67 <sup>A**</sup>
	DBP	15	72.33±9.00 <sup>BC</sup>	68.87±7.53 <sup>BC*</sup>	15	83.20±6.46 <sup>A<sup>c</sup></sup>	76.73±8.43 <sup>A**</sup>

注:干预前组间对比和干预后组间对比;与健康组比较:<sup>a</sup>表示 $P<0.05$ ,<sup>A</sup>表示 $P<0.01$ ;与低危组比较:<sup>b</sup>表示 $P<0.05$ ,<sup>B</sup>表示 $P<0.01$ ;与中危组比较:<sup>c</sup>表示 $P<0.05$ ,<sup>C</sup>表示 $P<0.01$ 。干预前后比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ 。



注:干预前后比较: \* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ 。

图 2 运动干预前后 SBP 和 DBP 的对比

2.4 不同心血管危险分层受试者血糖比较

如表 5 和图 3 所示,干预前和干预后的 FBG 和 HbA1c 在心血管危险分层上的差异均不存在统计学意义。干预开始前,相同心血管危险程度的达标组与未达标组 FBG 和 HbA1c 的差异均不存在统计学意

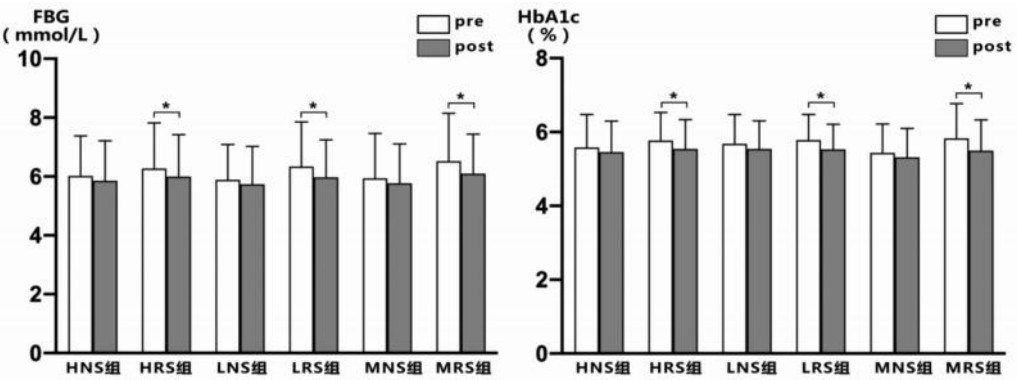
义。通过运动干预前后各组 FBG 和 HbA1c 的对比发现,各组干预前后均有所下降,其中达标组的 FBG 和 HbA1c 干预前后均存在显著性差异( $P<0.05$ ),而未达标组中 FBG 和 HbA1c 在干预后虽有所下降,但差异均不存在统计学意义。

表 5 运动干预前后血糖水平的变化

组别	指标	健康组		低危组		中危组	
		n	pre	post	n	pre	post
未达标组	FBG (mmol/L)	15	6.02±1.36	5.85±1.36	15	5.89±1.19	5.74±1.28
	HbA1c (%)	15	5.58±0.90	5.45±0.84	15	5.68±0.80	5.54±0.76
达标组	FBG (mmol/L)	15	6.27±1.55	6.00±1.42 <sup>*</sup>	15	6.33±1.52	5.97±1.27 <sup>*</sup>
	HbA1c (%)	15	5.77±0.76	5.54±0.80 <sup>*</sup>	15	5.78±0.70	5.53±0.67 <sup>*</sup>

注:干预前后比较: \* $P<0.05$ 。





注:干预前后比较;\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。

图 3 运动干预前后 FBG 和 HbA1c 的对比

2.5 不同心血管危险分层受试者血脂比较

如表 6 和图 4 所示,在不同心血管危险分层的人群,干预前后的 HDL-C 和 TG 在低危组和中危组之间差异均存在统计学意义 ( $P < 0.05$ ),而各组之间的 TC 和 LDL-C 差异不存在统计学意义。实验开始前,相同心血管危险程度的达标组与未达标组血脂的差异均不存在统计学意义。通过运动干预前后各组的

血脂指标对比发现,各组的 TC、LDL-C 和 TG 干预前后均有所下降,HDL-C 干预前后均有所上升,其中达标组中 TC、LDL-C 和 HDL-C 在三组达标组中干预前后存在显著性差异 ( $P < 0.05$ ),TG 仅在 MRS 组干预前后存在显著性差异 ( $P < 0.05$ );未达标组中,仅 HDL-C 在 MNS 组中干预前后具有显著性差异 ( $P < 0.05$ )。

表 6 运动干预前后血脂水平的变化(单位:mmol/L)

组别	指标	健康组		低危组		中危组	
		n	pre	post	n	pre	post
未达标组	TC	15	5.68 ± 1.53	5.48 ± 1.61	15	5.34 ± 0.81	5.17 ± 0.72
	LDL-C		3.52 ± 0.84	3.32 ± 0.73		3.27 ± 0.54	3.08 ± 0.77
	HDL-C		1.27 ± 0.31	1.31 ± 0.38		1.32 ± 0.50 <sup>C</sup>	1.35 ± 0.35 <sup>c</sup>
	TG		1.59 ± 0.73	1.57 ± 0.59		1.51 ± 0.84 <sup>c</sup>	1.50 ± 0.84 <sup>c</sup>
达标组	TC	15	5.43 ± 1.24	5.08 ± 1.16 <sup>*</sup>	15	5.49 ± 1.15	5.07 ± 1.00 <sup>**</sup>
	LDL-C		3.40 ± 0.95	3.11 ± 0.82 <sup>*</sup>		3.48 ± 0.94	3.06 ± 0.89 <sup>**</sup>
	HDL-C		1.10 ± 0.27	1.19 ± 0.24 <sup>**</sup>		1.26 ± 0.30 <sup>C</sup>	1.36 ± 0.30 <sup>c**</sup>
	TG		1.67 ± 0.82	1.58 ± 0.83		1.52 ± 1.18 <sup>c</sup>	1.45 ± 1.14 <sup>c</sup>

注:干预前组间对比和干预后组间对比;与低危组比较:<sup>b</sup>表示  $P < 0.01$ ,<sup>B</sup>表示  $P < 0.01$ ;与中危组比较:<sup>c</sup>表示  $P < 0.01$ ,<sup>C</sup>表示  $P < 0.01$ 。干预前后比较:\*  $P < 0.05$ , \*\*  $P < 0.01$ 。

2.6 不同心血管危险分层受试者血压、血糖、血脂变化差值比较

如表 7 和图 5 ~ 7 所示,不同分组经过运动干预后血压、血糖和血脂的变化幅度各不相同,但达标组的所有指标改善幅度均明显大于未达标组。在血压指标上,HNS 组和 LRS、MRS 组之间的 SBP 和 DBP 变化差值存在显著性差异 ( $P < 0.05$ );另外,MRS 组

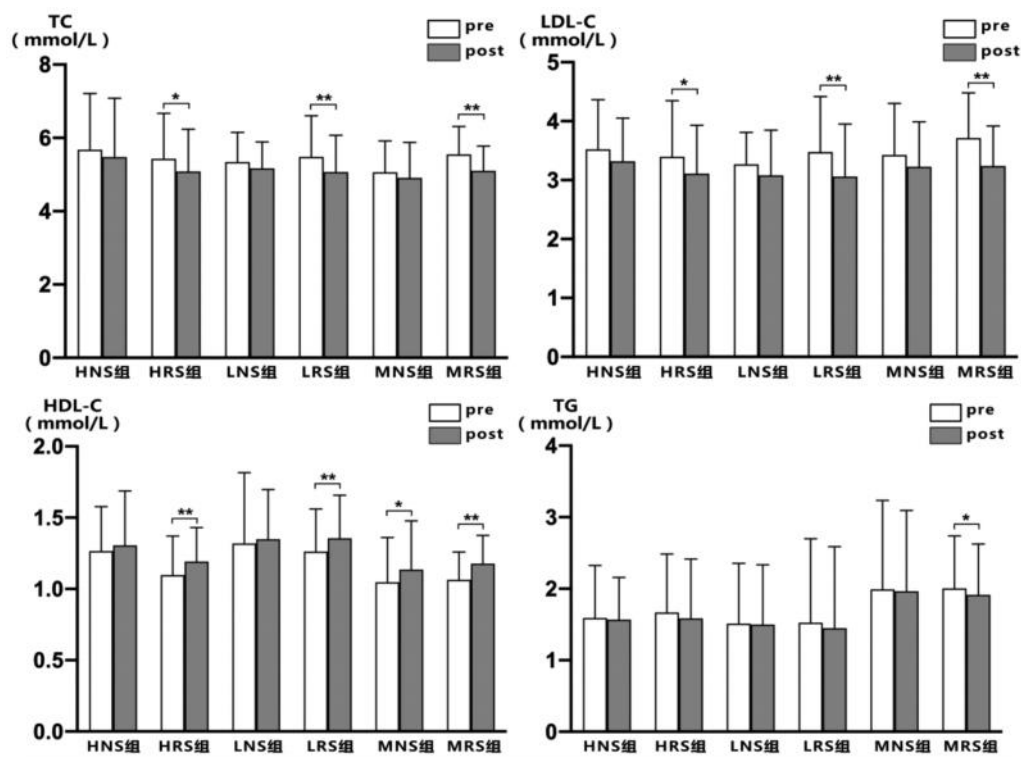
和 HRS 组的 DBP 变化也存在显著性差异 ( $P < 0.05$ )。SBP 改善程度始终高于 DBP,且随着心血管危险程度提高,不同组的血压改善程度呈阶梯式增长,其中 MRS 组的 SBP 和 DBP 改善幅度最大,HNS 组的 SBP 和 DBP 改善幅度最小。

血糖指标上,各组变化幅度均不存在显著性差异,FBG 和 HbA1c 总体上与干预前存在显著性差异

( $P<0.01$ )。达标组中,FBG 和 HbA1c 变化幅度呈阶梯式增加,其中 MRS 组改善最为明显。而未达标组中,FBG 和 HbA1c 改善幅度变化相差不大。

血脂指标上,各组变化幅度均不存在显著性差异,TC、LDL-C、HDL-C 和 TG 总体上呈现显著性下降的趋势( $P<0.05$ )。TC 和 LDL-C 的未达标组改善幅

度相似,而达标组中改善幅度呈阶梯式增加,其中 MRS 组改善效果最为明显。TG 的未达标组和达标组各三组中改善趋势也呈现相似性,但达标组明显高于未达标组。HDL-C 与其他三个指标不同,HNS 和 LNS 组的改善程度明显低于其他四组,而 MRS 组改善程度最高。



注:干预前后比较;\* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$ 。

图 4 运动干预前后 TC、LDL-C、HDL-C 和 TG 的对比

表 7 运动干预前后各组血压差值的比较

	健康组		低危组		中危组		总计
	未达标组 (HNS)	达标组 (HRS)	未达标组 (HNS)	达标组 (HRS)	未达标组 (HNS)	达标组 (HRS)	
<i>n</i>	15	15	15	15	15	15	90
SBP (mmHg)	-2.13±4.85 <sup>df</sup>	-6.40±7.90	-5.20±8.57	-8.27±5.05 <sup>a</sup>	-6.73±8.93	-10.07±5.11 <sup>a</sup>	-6.47±7.28 <sup>**</sup>
DBP (mmHg)	-1.47±5.59 <sup>df</sup>	-3.47±4.94 <sup>f</sup>	-4.27±5.64	-6.47±5.84 <sup>a</sup>	-5.40±7.40	-8.27±6.66 <sup>ab</sup>	-4.89±6.28 <sup>**</sup>
FBG (mmol/L)	-0.17±0.32	-0.27±0.44	-0.15±0.28	-0.36±0.57	-0.17±0.48	-0.42±0.42	-0.26±0.43 <sup>**</sup>
HbA1c (%)	-0.13±0.51	-0.23±0.38	-0.14±0.54	-0.25±0.38	-0.13±0.31	-0.33±0.36	-0.20±0.42 <sup>**</sup>
TC (mmol/L)	-0.20±0.85	-0.34±0.53	-0.17±0.46	-0.41±0.47	-0.15±0.51	-0.45±0.49	-0.28±0.57 <sup>**</sup>
LDL-C (mmol/L)	-0.20±0.41	-0.29±0.44	-0.19±0.44	-0.42±0.44	-0.20±0.40	-0.48±0.61	-0.29±0.46 <sup>**</sup>
HDL-C (mmol/L)	0.04±0.24	0.09±0.12	0.03±0.23	0.09±0.10	0.09±0.15	0.11±0.12	0.08±0.17 <sup>**</sup>
TG (mmol/L)	-0.02±0.43	-0.08±0.16	-0.01±0.25	-0.07±0.16	-0.03±0.27	-0.09±0.15	-0.05±0.25

注:干预后各组变化差值对比;与 HNS 组比较;<sup>a</sup>表示  $P<0.05$ ;与 HRS 组比较;<sup>b</sup>表示  $P<0.05$ ;与 LRS 组比较;<sup>d</sup>表示  $P<0.05$ ;与 MRS 组比较;<sup>f</sup>表示  $P<0.05$ 。干预前后比较;\* $P<0.05$ ,\*\* $P<0.01$ 。

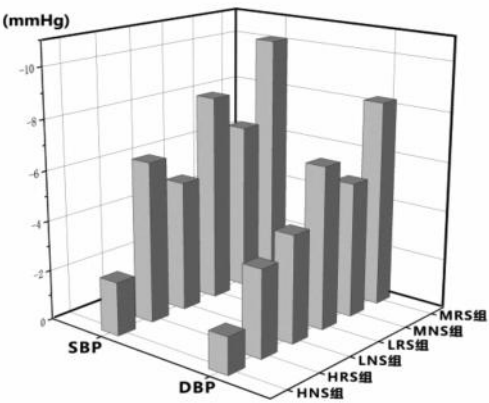


图 5 运动前后血压变化差值的比较

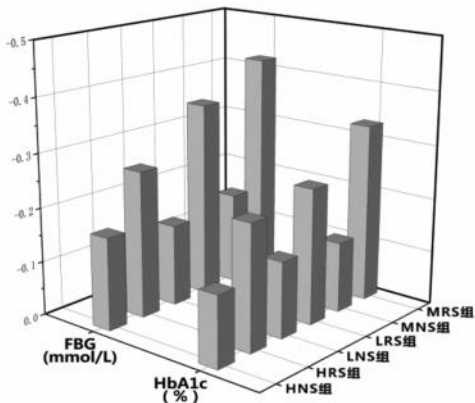


图 6 运动前后血糖变化差值的比较

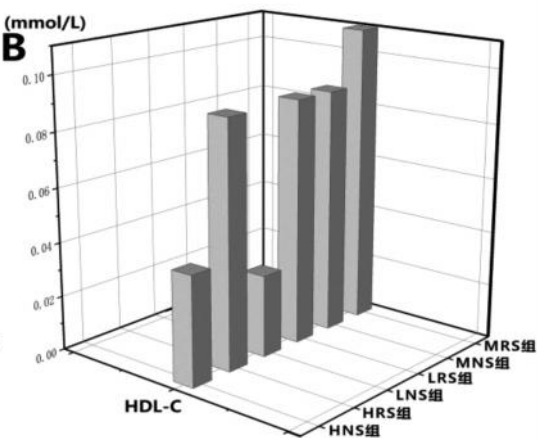
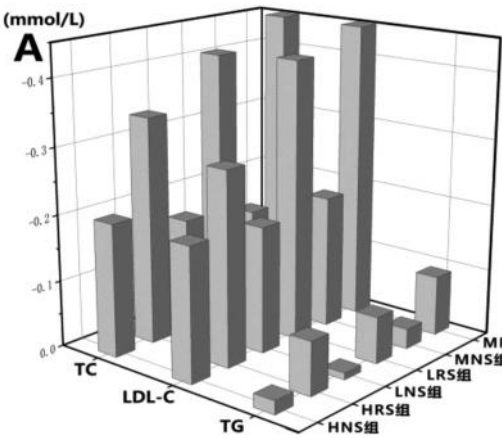


图 7 A:运动前后 TC、LDL - C 和 TG 差值的比较  
B:运动前后 HDL - C 差值的比较

3 讨论

3.1 运动干预对不同心血管危险人群血压、血糖和血脂的影响

研究表明,血压、血糖和血脂的异常是世界范围内导致死亡和心血管疾病重要的独立危险因素。<sup>[11-13]</sup>它们之间存在着密切的因果关系,随着血压、血糖和血脂的异常,CVD 的发生风险呈连续性增加的趋势。<sup>[14-16]</sup>而有规律的运动有助于血压的控制、血糖的调节<sup>[17,18]</sup>和血脂水平的改善,并有利于 CVD 的预后<sup>[19]</sup>。大量系统性综述证据证明,进行中等强度的体力活动,特别是有氧运动,可以改善心肺功能并改善血压、血糖和血脂含量异常<sup>[17-21]</sup>,并具有有益的剂量-反应效应<sup>[22]</sup>。本研究经过 24 周的运动干预后,心血管低危降至心血管健康的受试者共 19 例,中危降至低危的受试者共 21 例,干预前后血压、血糖

和血脂总体上存在显著差异,说明 24 周的中等强度有氧运动干预能有效降低心血管风险程度,其中心血管的中危人群获得的心血管健康效益更多。

临床研究证实体力活动与高血压的剂量-效应呈反比关系,这有利于降低高血压成人 CVD 进展的风险<sup>[23]</sup>,其中低水平的体力活动可以带来较大的健康益处,并且在高体力活动中这种益处更大<sup>[24]</sup>。本文通过研究血压指标的变化发现,当相同心血管分层人群参与不同水平体力活动时,达标组无论 SBP 还是 DBP 均高于未达标组,这说明高体力活动水平有助于血压值的降低。而与中等强度的有氧运动相比,较高强度的有氧运动不会产生更大的降压作用<sup>[25]</sup>,说明运动强度可能并不是影响改善效果的主要因素。

在血糖指标上,各组的 FBG 和 HbA1c 值都在干预后出现了不同幅度的下降,有学者认为运动总量可能是改善胰岛素敏感性的关键因素,长期运动训练随着时间的推移可以进一步降低血糖水平。<sup>[26]</sup>本研究



中达标组的 FBG 和 HbA1c 在干预前后均存在显著性差异,而未达标组干预后的相关数据虽有所下降,但差异均不存在统计学意义,并且改善幅度小于达标组,说明了当相同心血管分层人群参与不同水平体力活动时,每周进行 150 ~ 300 min 中等强度运动能获得的健康效益更大。

在血脂方面,达标组每周 150 ~ 300 min 中等强度运动干预对于血脂和心血管的改善程度明显高于未达标组每周 < 150 min 的运动干预,并且在达标组中存在显著性差异,说明当相同心血管分层人群参与不同水平运动时,运动总量多比运动总量少所获得的健康效益更多,证实运动总量水平是决定不同心血管危险人群血脂指标改善的关键因素。而未达标组干预前后虽未产生显著性差异,但血脂各指标均有所改善,说明即使参与每周 < 150 min 的有氧运动,也可能对受试者的血脂代谢产生良好的效果。

增加体力活动是卫生组织提倡的一项关键预防措施,我们证实了 24 周中等强度的运动干预在血压、血糖和血脂各方面的有益作用,并能降低心血管危险程度。总的来说,经过 24 周运动干预后,近 4/9 的受试者改善了他们的心血管健康状况,其中中危组改善程度略高于低危组和健康组,达标组略高于未达标组,提示给运动干预心血管中危人群带来的心血管健康效益最高,低危组和健康组可能需要进一步提高体力活动量才能获得和中危人群一样的健康效益。通过定量量化体力活动,我们证实了无论何种心血管健康人群,即使参与每周 < 150 min 的有氧运动也可能对改善受试者的血压、血糖和血脂产生良好的效果,而达到世卫组织建议的每周 150 ~ 300 分钟运动总量,以此更好地改善代谢水平,改善心血管健康状况,这说明运动总量是影响心血管健康的关键因素。

### 3.2 运动干预对不同心血管危险人群血压、血糖和血脂影响的差异

本研究针对不同心血管危险程度人群分为健康组、低危组和中危组三个组别,发现不同心血管危险程度人群参与运动后血压、血糖和血脂的改善程度各不相同。

从血压的变化幅度来看,HNS 组的 SBP 和 DBP 改善幅度最小,分别为 2.13 和 1.47 mmHg;MRS 组的 SBP 和 DBP 值变化最大,分别为 10.07 和 8.27 mmHg。无论体力活动水平是否达标,随着心血管危险程度提高,不同组的血压改善幅度呈阶梯式增长,并且体力活动达标组的血压值改善越多,体力活

动未达标组的改善也就越明显。这说明血压改善程度很大原因取决于受试者本身的心血管分层,中危人群进行推荐量的运动所获得的健康效益最大,并且只要参与运动血压就会降低。而健康组的改善幅度均小于低中危组,这可能与其本身基数值小有关<sup>[27]</sup>,因此低、中度心血管危险程度人群在血压控制上获得的效益比健康人群更多。本研究中我们发现 HNS 组中的 SBP 和 DBP 在未达标的情况下不存在显著性差异,说明在健康人群中可能需要通过更高的运动水平才能获得进一步的健康效益。因此心血管中危组参与体力活动所获得的血压效益最大,低危组次之,健康组最小。

从血糖的变化幅度来看,达标组的 FBG 和 HbA1c 变化幅度呈阶梯式增加,其中 HRS 组改善最为明显,这可能与其本身基数值大有关。<sup>[27]</sup>一项基础体力活动与 FBG 和 HbA1c 变化的 Meta 分析显示<sup>[28]</sup>,随着体力活动持续时间的增加,FBG 显著下降,每周 100 min 的体力活动与空腹血糖的平均下降 2.75 mg/dl 相关,HbA1c 降低 0.14 %。而 2 型糖尿病患者中体力活动与 FBG 之间的显著相关性更高,每周 100 min 的体力活动与 FBG 减少 4.71 mg/dl , HbA1c 减少 0.16 % 相关,说明除体力活动时间外,受试者本身基数值也是影响改善效果的重要因素。本研究中各组之间变化幅度均不存在显著性差异,说明血糖的改善程度与受试者本身的血糖水平有关,而与其本身的心血管危险程度相关性小,血糖基数越高改善程度越高。在未达标组中,FBG 和 HbA1c 改善幅度变化相差不大,而这也与其本身基数相差不大有关,说明了运动对血糖的具体调节程度受到受试者基线血糖水平的影响。<sup>[29]</sup>

从血脂的变化幅度来看,由于不同患者的血脂谱发生的不同变化,运动干预对血脂谱的影响非常复杂。<sup>[30,31]</sup>本研究中 TC 和 LDL - C 的未达标组改善幅度相似,达标组中改善幅度呈阶梯式增加,而 TG 和 HDL - C 均未出现阶梯式变化,说明不同心血管健康程度的人群参与运动后改善的方向各不相同。实验开始前,不同心血管危险程度的 TC 和 LDL - C 均不存在统计学差异,进行运动干预后,达标组中的中危组改善程度最大,其次是低危组,说明运动对于心血管中危人群的 TC 和 LDL - C 改善明显,中危人群参与体力活动所获得的健康效益最多。在实验开始前,我们发现低危组和中危两组之间的 HDL - C 存在显著差异,心血管危险度越高,HDL - C 则越低,干预后

HDL-C 的改善程度越明显,这说明 HDL-C 在各组中的变化差异可能与其心血管分层有关。而健康人群的改善程度却介于低危组与中危组之间,这说明 HDL-C 的改善一定程度上还取决于受试者其本身的基数水平。<sup>[27]</sup> TG 与其他指标不同,达标组和未达标组的组间改善趋势相似,不存在明显差异,这说明 TG 值的改善可能与心血管健康状况无关,而与其本身的基线水平有关。Wang Y 等人发现当受试者的 TG 基线水平较低时,运动后 TG 仅略有下降;而当 TG 基线水平较高时,降低的趋势会更显著,因此 TG 基线水平可能是影响运动对 TG 反应影响的关键因素。<sup>[32]</sup>

总的来说,不同心血管危险程度人群参与运动后血压、血糖和血脂的改善程度各不相同。无论参与何种体力活动水平,心血管中危人群所获得的心血管健康效益都高于健康和低危人群,其中血压的改善很大程度上取决于受试者本身的心血管风险等级,而血糖和血脂的改善则更多地受其基数水平的影响。运动作为一项有效的干预手段,还对心血管疾病等其他慢性疾病有积极的影响作用,因此有必要将促进体力活动作为一种易于适应和负担得起的预防手段。当建议不同心血管危险分层人群进行运动时,最重要的考虑是运动强度和运动量的优化,以最大限度地提高代谢益处,同时避免受伤或心血管风险。

## 4 结论

(1) 中等强度有氧运动可以通过改善血压、血糖和血脂等相关危险因素,从而降低不同心血管风险人群的危险等级,其中心血管中危人群参与运动后获得的健康效益最高。

(2) 运动对心血管危险因素的改善程度主要受运动总量的影响,除此之外还与心血管危险等级和基线水平有关。

## 参考文献

- [1] ROGER V L, GO A S, LLOYD-JONES D M, et al. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics—2011 Update A Report From the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2012, 123(4): 459-463.
- [2] VIRANI S S, ALONSO A, BENJAMIN E J, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2020 Update: A Report From the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2020, 141(9): e139-e596.

- [3] EKELUND U, WARD H A, NORAT T, et al. Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC) [J]. *Am J Clin Nutr*, 2015, 101(3): 613-621.
- [4] WARBURTON D E, BREDIN S S. Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? [J]. *Can J Cardiol*, 2016, 32(4): 495-504.
- [5] AREM H, MOORE S C, PATEL A, et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship [J]. *JAMA Intern Med*, 2015, 175(6): 959-967.
- [6] SISCOVICK D S, WEISS N S, FLETCHER R H, et al. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise [J]. *N Engl J Med*, 1984, 311(14): 874-877.
- [7] CIFFONE N A, COPPLE T. Managing dyslipidemia for CVD prevention: A review of recent clinical practice guidelines [J]. *Nurse Pract*, 2019, 44(1): 8-16.
- [8] PAIS P, KAMATH D Y, SIGAMANI A, et al. Prevention of Cardiovascular Disease: The Polypill Concept [M]. Berlin: Springer International Publishing, 2015: 98-99.
- [9] BULL F C, AL-ANSARI S S, BIDDLE S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour [J]. *Br J Sports Med*, 2020, 54(24): 1451-1462.
- [10] LIU S, LI Y, ZENG X, et al. Burden of Cardiovascular Diseases in China, 1990-2016: Findings From the 2016 Global Burden of Disease Study [J]. *JAMA Cardiol*, 2019, 4(4): 342-352.
- [11] FUJIYOSHI A, OHKUBO T, MIURA K, et al. Blood pressure categories and long-term risk of cardiovascular disease according to age group in Japanese men and women [J]. *Hypertension Research*, 2012, 35(9): 947-953.
- [12] KOPIN L, LOWENSTEIN C. Dyslipidemia [J]. *Ann Intern Med*, 2017, 167(11): Itc81-itc96.
- [13] ALBERTI K G M M, BENNETT P H, JOHNSEN K B, et al. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia [R]. Rep World Health Org/Int Diab Federation, 2006: 36-37.
- [14] BANCKS M P, NING H, ALLEN N B, et al. Long-term Absolute Risk for Cardiovascular Disease Stratified by Fasting Glucose Level [J]. *Diabetes Care*, 2019, 42(3): 457-465.
- [15] BALLANTYNE C M, OLSSON A G, COOK T J, et al. Influence of low high-density lipoprotein cholesterol and elevated triglyceride on coronary heart disease events and response to simvastatin therapy in 4S [J]. *Circulation*, 2001, 104(25): 3046-3051.
- [16] BRUNSTRÖM M, CARLBERG B. Association of Blood Pres-

- sure Lowering With Mortality and Cardiovascular Disease Across Blood Pressure Levels: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. JAMA Intern Med, 2018, 178(1): 28-36.
- [17] SAMPATH KUMAR A, MAIYA A G, SHASTRY B A, et al. Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2019, 62(2): 98-103.
- [18] KIRWAN J P, SACKS J, NIEUWOUDT S. The essential role of exercise in the management of type 2 diabetes[J]. Cleve Clin J Med, 2017, 84(7 Suppl 1): s15-s21.
- [19] WANG L, AI D, ZHANG N. Exercise Benefits Coronary Heart Disease [M]//XIAO J. Exercise for Cardiovascular Disease Prevention and Treatment: From Molecular to Clinical, Part 2. Singapore: Springer, 2017: 3-7.
- [20] BAKKER E A, SUI X, BRELENTHIN A G, et al. Physical activity and fitness for the prevention of hypertension[J]. Curr Opin Cardiol, 2018, 33(4): 394-401.
- [21] WANG L, AI D, ZHANG N. Exercise Benefits Coronary Heart Disease[J]. Adv Exp Med Biol, 2017, 1000: 3-7.
- [22] LEE D C, PATE R R, LAVIE C J, et al. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk[J]. J Am Coll Cardiol, 2014, 64(5): 472-481.
- [23] BÖRJESSON M, ONERUP A, LUNDQVIST S, et al. Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs[J]. Br J Sports Med, 2016, 50(6): 356-361.
- [24] SMART N A, HOWDEN R, CORNELISSEN V, et al. Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review[J]. Medicine and exercise in sports and exercise, 2020, 52(4): 1001-1002.
- [25] BOUTCHER Y N, BOUTCHER S H. Exercise intensity and hypertension: what's new? [J]. J Hum Hypertens, 2017, 31(3): 157-164.
- [26] UMPIERRE D, RIBEIRO P A, SCHAAN B D, et al. Volume of supervised exercise training impacts glycaemic control in patients with type 2 diabetes: a systematic review with meta-regression analysis[J]. Diabetologia, 2013, 56(2): 242-251.
- [27] GILL J M, MALKOVA D. Physical activity, fitness and cardiovascular disease risk in adults: interactions with insulin resistance and obesity[J]. Clin Sci (Lond), 2006, 110(4): 409-425.
- [28] BONIOL M, DRAGOMIR M, AUTIER P, et al. Physical activity and change in fasting glucose and HbA1c: a quantitative meta-analysis of randomized trials[J]. Acta Diabetol, 2017, 54(11): 983-991.
- [29] CHIANG S L, HEITKEMPER M M, HUNG Y J, et al. Effects of a 12-week moderate-intensity exercise training on blood glucose response in patients with type 2 diabetes: A prospective longitudinal study[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(36): e16860.
- [30] KELLEY G A, KELLEY K S, FRANKLIN B. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in patients with cardiovascular disease: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. J Cardiopulm Rehabil, 2006, 26(3): 131-144.
- [31] HAYASHINO Y, JACKSON J L, FUKUMORI N, et al. Effects of supervised exercise on lipid profiles and blood pressure control in people with type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2012, 98(3): 349-360.
- [32] WANG Y, XU D. Effects Of Aerobic Exercise On Lipids And Lipoproteins[J]. Lipids Health Dis, 2017, 16(1): 132.

[责任编辑 江国平]