

• 解 读 •

# 《身体活动、心肺适能和心血管健康：美国预防心脏病学会临床实践声明》解读



程经纬<sup>1</sup>, 乔军军<sup>2</sup>, 尹振<sup>3</sup>, 胡俊鹏<sup>4</sup>, 邵夏炎<sup>5</sup>, 柳杨青<sup>6</sup>, 杨军<sup>1</sup>

1. 河南大学体育学院 (河南开封 475000)
2. 韩国庆熙大学研究生院 (韩国水原 16227)
3. 韩国京畿大学体育科学学院 (韩国水原 16227)
4. 河南省中医院 河南中医药大学第二附属医院内分泌科 (郑州 450003)
5. 河南省人民医院心脏中心 华中阜外医院 郑州大学华中阜外医院心肺功能科 (郑州 451464)
6. 河南省人民医院 郑州大学人民医院编辑部 (郑州 450003)

**【摘要】** 心血管疾病是全球首位死亡原因。大量流行病学证据表明, 规律身体活动 (PA) 和高水平心肺适能可预防动脉粥样硬化性心血管疾病进展, 降低心血管事件发生率。2022 年 12 月美国预防心脏病学会 (ASPC) 发布的《身体活动、心肺适能和心血管健康: ASPC 临床实践声明》从 PA 与心肺健康的关联及机制、运动处方制定以及运动相关心血管风险等角度提出了最新指导意见。本文对该指南主要内容进行解读, 旨在为心血管疾病患者制定更科学的运动处方提供帮助。

**【关键词】** 心血管疾病; 身体活动; 心肺适能; 心血管事件; 美国预防心脏病学会; 解读

## The clinical practice statement of the ASPC of physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: an interpretation

CHENG Jingwei<sup>1</sup>, QIAO Junjun<sup>2</sup>, YIN Zhen<sup>3</sup>, HU Junpeng<sup>4</sup>, SHAO Xiayan<sup>5</sup>, LIU Yangqing<sup>6</sup>, YANG Jun<sup>1</sup>

1. School of Physical Education, Henan University, Kaifeng 475000, P. R. China
  2. Graduate School, KyungHee University, Suwon 16227, South Korea
  3. School of Sports Science, Kyonggi University, Suwon 16227, South Korea
  4. Department of Endocrinology, Henan Province Hospital of TCM, the Second Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine, Zhengzhou 450003, P. R. China
  5. Department of Cardio-Pulmonary Function, Heart Center of Henan Provincial People's Hospital, Central China Fuwai Hospital, Central China Fuwai Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 451464, P. R. China
  6. Editorial Department, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University People's Hospital, Zhengzhou 450003, P. R. China
- Corresponding author: YANG Jun, Email: junyang@henu.edu.cn

**【Abstract】** Cardiovascular disease is the number one cause of death worldwide. A large body of epidemiologic evidence suggests that regular physical activity (PA) and high levels of cardiorespiratory fitness can prevent the progression of atherosclerotic cardiovascular disease and reduce the incidence of cardiovascular events. "Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: a clinical practice statement of the ASPC" released in December, 2022 by the American Society for Preventive Cardiology (ASPC) and provided the most up-to-date guidance on the associations and mechanisms between PA and cardiorespiratory fitness, the development of exercise prescriptions, and exercise-associated cardiovascular risk. In this article, the main content of this guideline was interpreted, aiming to develop a more scientific exercise prescription for patients with cardiovascular disease.

**【Key words】** Cardiovascular disease; Physical activity; Cardiorespiratory fitness; Cardiovascular events; American Society for Preventive Cardiology; Interpretation

DOI: 10.7507/1672-2531.202309008

基金项目: 河南省医学科技攻关计划省部共建项目 (编号: SBGJ2018069)

通信作者: 杨军, Email: junyang@henu.edu.cn



<http://www.cjebm.com>

心血管疾病是全球范围内最常见的死亡原因,据世界卫生组织(World Health Organization, WHO)统计,全球每年有1 700万人死于心血管疾病<sup>[1]</sup>。动脉粥样硬化性心血管疾病一级和二级预防策略提出,定期进行中等到剧烈的身体活动(physical activity, PA)、提高心肺适能(cardiorespiratory fitness, CRF)是保护心脏的有效方法。但由于心血管疾病的复杂性、危险性,很多临床医师在临床实践中可能忽视将PA作为心血管疾病预防或治疗的重要手段。2022年12月美国预防心脏病学会(American Society for Preventive Cardiology, ASPC)发布《身体活动、心肺适能和心血管健康:ASPC临床实践声明》<sup>[2,3]</sup>(以下简称“ASPC指南”),从PA与心肺健康的关联及机制、运动处方制定以及运动相关心血管风险等角度提出了最新指导意见。本文对其主要内容进行解读,以期制定该类人群的运动处方提供参考。

## 1 运动相关线粒体与肌细胞能量学机制

线粒体分布于肌膜下和肌原纤维内,作为肌细胞的“发电站”,在氧气供应充足且持续的情况下,可精确匹配肌细胞能量需求。线粒体更新和线粒体自噬受损与动脉粥样硬化、心肌病、心脏肥大和心肌再灌注损伤有关,可能与ATP生成减少和活性氧生成增加有关。保护线粒体健康和功能对于改善增龄相关的肌少症,预防动脉粥样硬化、心肌病、心脏肥大等疾病进展有重要意义<sup>[4]</sup>。衰老和缺乏运动可引起线粒体裂变和线粒体自噬功能失衡,进而导致肌少症和组织对能量的需求减少。目前认为,慢性有氧运动是持久维持线粒体健康的重要方法,与改善肌肉能量代谢和CRF有关。规律运动可增加肌细胞中线粒体数量,改善电子传递和氧化磷酸化;减少活性氧产生,降低氧化应激水平;还可增加线粒体自噬,有助于线粒体自我更新<sup>[5]</sup>。研究显示,冠状动脉疾病患者进行8个月的运动干预,其总抗氧化能力增加137%<sup>[6]</sup>。终生坚持运动可减轻随年龄增长而出现的线粒体损伤。此外,规律运动不仅可增强CRF,还可提高骨骼肌的胰岛素敏感性,能有效改善代谢综合征。ASPC指南认为,了解运动与心血管疾病相关病理生理学机制对于医疗保健专业人员为患者提供个性化建议有重要价值。

## 2 规律PA对心脏的保护作用及机制

WHO将PA定义为日常工作、生活中包含的

任何骨骼肌产生的、需要消耗能量的身体运动。ASPC指南认为,具有积极PA生活方式的人群患慢性疾病的风险较低,PA和结构化运动可作为改善健康的有效非药物“佐剂”。无论是普通人群,还是心血管危险因素人群或心血管疾病患者,CRF水平与死亡风险间均呈负相关<sup>[7]</sup>。大量流行病学证据支持PA和CRF水平升高与心血管疾病死亡率降低之间存在因果关系,低水平CRF被视为动脉粥样硬化性心血管疾病的危险因素,也是心脏康复运动干预预后的有效预测指标<sup>[8,9]</sup>。CRF水平越高,发生高血压、糖尿病、心房颤动、慢性肾脏病和心血管事件(心力衰竭、急性心肌梗死、脑卒中和冠状动脉旁路移植术)的风险越低<sup>[10]</sup>。

PA可通过多重机制影响心血管系统。规律PA不仅可减轻压力、缓解焦虑抑郁状态,还可提高迷走神经张力、抑制交感神经活性,降低静息心率、血压和心肌耗氧量及调节心率变异性,降低血小板黏附性和血液粘稠度、增加纤溶系统活性,减轻血脂紊乱、炎症和胰岛素抵抗,增加冠状动脉血流储备,改善血管内皮功能障碍等,发挥抗心律失常、抗血栓形成及动脉粥样硬化、抗心肌缺血等作用,从而降低心血管事件的发生风险<sup>[11]</sup>。

## 3 PA剂量与死亡风险的关系

制定运动处方时需考虑不同运动剂量的有效性,近年来关于运动剂量与生存质量或死亡风险关系的研究逐渐增多,ASPC指南也纳入一些高质量研究成果加以论证。ASPC指南认为,制定运动处方前首先需了解2020年WHO发布的最新《身体活动和久坐行为指南》<sup>[12]</sup>,该指南提供了贯穿整个生命周期的PA建议,建议成人每周至少进行150~300分钟中等强度有氧PA或75~150分钟高强度有氧PA,或与之等效的运动方式;此外,每周还要进行至少2天的抗阻运动。除结构化运动外,要求一天中其他时间尽可能少坐多动。对于>64岁人群,建议进行多种类型的分组运动和平衡训练,并根据体能水平进行安全的PA。与原先的WHO指南相比,新WHO指南删除了单次PA应至少持续10分钟的建议,因超过10年的大型前瞻性研究已证实极短时间(即1~2分钟)PA多次累积对于降低死亡风险的重要性<sup>[13-15]</sup>。因此,任何持续时间的间歇性PA或结构化运动均有助于提升PA累积量。

ASPC指南认为,WHO提供的PA建议对于健康成年人标准相对较低,如果PA剂量超过WHO推荐的最高标准,也将会获得额外的健康益处;而

即使 PA 剂量低于 WHO 推荐的最低标准, 死亡率也明显降低<sup>[16]</sup>。ASPC 指南认为正常成年人的最佳运动量应为 WHO 最低推荐量的 3~5 倍, 即中等强度 PA 为 65~107 分钟/天, 高强度 PA 为 33~54 分钟/天, 此时死亡风险可降低 39%<sup>[17]</sup>。有研究表明, 更多的久坐行为与较低的 CRF、较差的心脏代谢健康、不良健康结局风险增加均有关<sup>[18]</sup>。ASPC 指南阐述了 PA 剂量与死亡风险的剂量-反应关系(见原指南): 久坐人群稍增加 PA 剂量, 死亡风险将明显降低; 进一步增加 PA 剂量, 死亡风险降低, 但降低程度逐渐减小; 随着 PA 剂量增加到平台期, 将不能继续降低死亡风险。因此指南建议, 久坐人群通过改变生活方式, 减少久坐行为, 适当增加 PA 剂量, 将获得显著的健康益处。指南强调了中等至高强度 PA (moderate-to-vigorous PA, MVPA) 对于改善心肺健康的重要性, 但心血管疾病患者和老年人群可能无法进行 MVPA, 而对此类人群, 即使是低强度 PA 也有利于健康, 能够降低死亡风险。

## 4 心肺康复运动处方制定

### 4.1 运动处方的主要内容

ASPC 指南认为, 一个完整的心肺康复运动处方应包含: 初步热身(10 分钟)、正式训练阶段(30~60 分钟, 主要包括有氧耐力训练, 辅以抗阻/柔韧性训练)、恢复阶段(5~8 分钟), 期间也可加入娱乐游戏(10~15 分钟)。<sup>①</sup>热身是从静息到正式训练间的过渡, 有助于拉伸骨骼肌并增加血液流动, 降低运动相关心血管并发症的发生风险。在没有事先热身的情况下突然剧烈运动可引起缺血性 ST 段压低和/或室性心律失常<sup>[19]</sup>。热身时建议将心率增加到比目标心率范围最低值还低 20 次/分钟以内。<sup>②</sup>正式训练阶段包括有氧耐力训练、抗阻/柔韧性训练。有氧耐力训练可增强患者对极量运动和次极量运动的心肺适应能力, 医师需根据患者情况个体化设置运动强度、运动时间和频率、运动方式, 循序渐进, 使患者逐步达到训练目标。<sup>③</sup>放松阶段可进行低强度运动如缓慢行走, 使训练者心率恢复至接近静息水平。放松阶段可增加静脉回流, 恢复冠状动脉血流量, 从而减少运动后低血压、心绞痛、缺血性 ST 段压低、恶性室性心律失常发生; 低强度运动也能加快乳酸代谢, 并拮抗运动后血浆儿茶酚胺过度升高对心肌的损害<sup>[20]</sup>。

### 4.2 运动强度

ASPC 指南建议的运动强度, 应高于产生训练

表 1 自觉疲劳程度量表 (RPE) 标准

级别	定义
6	一点也不费力
7~8	极度轻松
9~10	很轻松
11~12	轻松
13~14	有点困难
15~16	困难
17~18	很困难
19	极度困难
20	已竭尽全力

RPE: 由15个等级组成, 范围为6~20。

效果所需的最低水平, 低于引起明显不适症状、心电图或血压异常的负荷水平。运动强度通常以心率、储备摄氧量 ( $VO_{2R}$ )、代谢当量 (metabolic equivalent, MET) 来评估。

**4.2.1 心率** 摄氧量评估较为复杂, 在涉及大肌肉群的运动中, 心率与摄氧量呈线性相关, 因此目标心率已被广泛用作运动强度的评估指标, 计算也最为简便。公式为: 目标心率=(最大心率-静息心率)×(60%~80%)+静息心率<sup>[21]</sup>。常使用公式“最大心率=220-年龄”计算, 但 ASPC 指南特别强调, 心血管疾病患者常应用  $\beta$  受体阻滞剂、钙通道阻滞剂, 这些药物可显著减缓运动期间心率的上升; 合并糖尿病的患者如有心脏自主神经病变也可影响运动时心率变化; 伴心律失常患者本身心脏节律紊乱, 目标心率更难预测。因此, 采用公式“最大心率=220-年龄”来估算心血管疾病患者的最大心率可能并不准确<sup>[22]</sup>。如果心血管疾病患者运动期间无法确定“真正的”最大心率, 建议依靠疲劳症状和自觉疲劳程度量表 (rating of perceived exertion, RPE) (表 1) 调节运动强度<sup>[23]</sup>。

对于久坐不动、缺乏运动的人群或心血管疾病患者, 改善 CRF 的最小运动强度相当于最大心率的 60%~70%。最初 8~10 周建议采用站立静息心率+(10~20)次/分钟作为初始运动强度, 无法准确评估心率者采用 RPE 评估, 使运动强度保持在 11~13 (“轻松”到“有点困难”)。后期随着 CRF 的增强逐步增加运动强度, 在运动期间无明显不适症状的前提下使之达到或接近目标心率; 对于采用 RPE 评估者, 运动强度达到 13~15 (“有点困难”到“困难”)是合适的<sup>[24]</sup>。

**4.2.2  $VO_{2R}$**  既往认为, 储备心率(最大心率-静息心率)与相同运动强度下的有氧能力或最大摄氧量 ( $VO_{2max}$ ) 相关<sup>[25]</sup>, 但近期研究表明, 储备心率更接近于相同运动强度下的  $VO_{2R}$  ( $VO_{2max}$ -静息  $VO_2$ )<sup>[26]</sup>。



VO<sub>2</sub>R 方法适用于运动负荷较低者运动强度的评估。可根据 VO<sub>2</sub>R 计算目标 VO<sub>2</sub> (TVO<sub>2</sub>)，公式为：TVO<sub>2</sub>=(VO<sub>2max</sub>-静息 VO<sub>2</sub>)×运动强度百分比+静息 VO<sub>2</sub>。但 VO<sub>2max</sub> 一般通过运动负荷试验(如功率自行车、平板)定量检测，我国大部分基层医院未配备，临床应用受限。

**4.2.3 MET** MET 是运动时能量消耗与静息能量消耗的比值，1MET 相当于静息状态下的耗氧量(3.5 mL O<sub>2</sub>/kg/min)。MET 值越高，表示运动强度越大。MVPA (MET≥3) 已被证实可降低心血管疾病等慢性疾病相关的健康风险。起始强度为低强度运动的中老年人，在可耐受的前提下，增加运动强度将获得更大的心脏保护和生存益处<sup>[27]</sup>。30~79 岁男性和女性有氧耐力训练推荐的运动强度见表 2。为便于运动处方具体方案的制定，Ainsworth 等<sup>[28]</sup> 提出了一个较全面的日常 PA 运动强度对应表(表 3)。但不同人群所能耐受的的运动强度受年龄、性别、日常运动习惯和慢性疾病的影响而存在较大差异，因此制定目标运动强度时应个体化<sup>[29]</sup>。表 3 中所示每日常 PA 对应的 MET 是在持续至少 3 分钟不间断的情况下获得，而实际日常 PA 往往是间歇性而不是连续的，因而采用 MET 方法制定运动处方可能会低估患者实际运动能力，存在一些局限性。此外，采用心率指数可估计正常人群和冠心病患者(包括服用 β 受体阻滞剂的患者)在结构化训练或 PA 期间的 MET，公式为：MET=(6×心率指数)-5，其中心率指数=运动心率/静息心率。

#### 4.3 运动时间和频率

产生显著改善 CRF 效果所需的运动强度与持续时间成反比；运动强度越大，持续时间就越短。MVPA 10~15 分钟即可改善 CRF，30 分钟效果更显著。而对于新手运动者来说，运动持续≥45 分钟几乎无额外获益，且肌肉和骨骼损伤的发生率将增加<sup>[30]</sup>。ASPC 指南建议进行中等强度的 PA，5 天/周，每次至少 30 分钟；或高强度 PA，3 天/周，每次至少 20 分钟，可达到改善 CRF、保持健康的目的<sup>[27]</sup>。

#### 4.4 运动方式

有效提高有氧耐力及 CRF 的运动方式包括跑步机或户外步行、慢跑、跑步，固定式自行车、户外骑行、游泳、跳绳、划船、健身操等。辅助训练包括抗阻/柔韧性训练以及日常 PA。可根据个人运动习惯和喜好、耐受程度个体化制定运动方案及心脏康复计划。肥胖者可选择骑行、游泳等方式，减少膝

表 2 30~79 岁男性和女性有氧耐力训练推荐的运动强度 (MET)

性别	年龄组				
	30~39岁	40~49岁	50~59岁	60~69岁	70~79岁
男	8.1~10.5	7.3~9.4	6.4~8.2	5.6~7.2	5.0~6.4
女	5.9~7.6	5.3~6.8	4.7~6.0	4.1~5.1	3.7~4.6

MET: 代谢当量。

表 3 以 MET 估计的日常 PA 运动强度

日常PA类型	MET
低强度	MET<3
睡眠	0.9
看电视	1.0
写作、办公、打字	1.8
步行, 2.7 km/h, 平地散步, 非常慢	2.3
步行, 4.0 km/h	2.9
中等强度	3<MET<6
骑自行车, 固定式, 50W	3.0
步行, 4.8 km/h	3.3
健美操, 家庭锻炼	3.5
步行, 5.5 km/h	3.6
骑自行车, <16 km/h, 工作或休闲	4.0
骑自行车, 固定式, 100W	5.5
高强度	MET≥6
单打网球	6.5
慢跑 (5英里/h) (~8.05 km/h)	7.5
壁球	8.5
跑步 (6英里/h) (~9.65 km/h)	10.0

MET: 代谢当量, 在连续PA (≥3分钟) 得出; PA: 身体活动。

关节负重及运动损伤。对于近年来逐渐兴起的高强度间歇训练 (high-intensity interval training, HIIT), 目前已有一些 HIIT 与中等强度持续训练对比的随机对照试验, 但尚无统一的 HIIT 训练标准, 也缺乏不同年龄、性别、疾病类型患者间的分层分析。因此, 关于 HIIT 是否适合作为心血管疾病患者的心脏康复训练方式仍存在较大争议。迄今为止, 尽管已发表的临床试验显示 HIIT 诱发心血管不良事件的风险较低<sup>[31]</sup>, 但对于 HIIT 应用于射血分数保留或降低的心力衰竭患者以及伴多种合并症的心血管疾病患者是否安全仍缺乏可靠的数据, 这也是未来的研究方向。

#### 4.5 特别建议

心血管疾病患者通常 PA 剂量较低, 久坐时间过长。即使制定运动处方后多数患者也难以主动坚持长期运动, 重回不健康的生活方式。因此, 执行运动处方时应有专业人员监督, 以维持足够剂量的 PA 习惯和 CRF<sup>[32]</sup>。ASPC 指南建议制定多维度、多类型的运动计划, 从可以耐受的最低强度运动开始

逐渐增加运动强度和运动时间直至形成运动习惯。无法执行结构化运动的患者,可以在日常工作和生活中采用分组训练,采取多样化形式以增加运动的趣味性,鼓励患者少坐多站,使患者从 PA 中长期获益。

## 5 特殊患者运动处方建议

### 5.1 运动与糖尿病

有研究表明,较高的 PA 剂量和 CRF 水平是糖尿病发病风险的保护性因素<sup>[33]</sup>。CARDIA 队列研究<sup>[34,35]</sup>显示,成年早期 CRF 水平越高,中年时患糖尿病风险越低,成年早期 CRF 下降幅度越大,糖尿病发病风险越高。PA 作为改善 CRF 的有效手段和糖尿病管理的基石,既可直接影响糖尿病,又可通过改善 CRF 间接影响糖尿病病情进展。心血管疾病是糖尿病患者的常见并发症,糖尿病死亡患者中超过 75% 由心血管疾病引起<sup>[36]</sup>。PA 在预防糖尿病患者大血管并发症、降低全因死亡率方面发挥重要作用<sup>[37,38]</sup>。对于糖尿病患者 PA 方式的选择, DARE 研究表明有氧耐力训练联合抗阻训练在改善血糖方面较单独采用任何一种运动干预方式更有效,同时可最大程度改善 CRF<sup>[39]</sup>。

### 5.2 运动与心力衰竭

研究显示,低水平 PA 与较高的心力衰竭风险相关,中等至高水平 PA 或 CRF 与较低的心力衰竭风险相关<sup>[40]</sup>。Look AHEAD 研究<sup>[41]</sup>显示,与对照组相比,糖尿病患者接受以运动训练为主的强化生活方式干预后心力衰竭发生风险未降低;然而随着随访时间延长,CRF 增高与心力衰竭风险降低有关,且射血分数保留的心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction, HFpEF)中的相关性较射血分数降低的心力衰竭(heart failure with reduced ejection fraction, HFrEF)更强,表明运动通过持续改善 CRF 降低心力衰竭尤其是 HFpEF 的风险。一项多中心、随机对照试验(HF-ACTION)<sup>[42]</sup>显示,调整基线协变量后(心力衰竭病因、心房颤动或扑动史、心肺运动试验持续时间、左室射血分数、抑郁指数评分),病情稳定的 HFrEF 患者经有氧运动干预后较对照组的生活质量提高,再住院率和全因死亡率降低。ASPC 指南建议心力衰竭患者早期应进行有专业人员监督的运动训练,进而过渡到规律的家庭训练以持续提高和维持 CRF,从而使患者长期受益,改善预后。在运动方式的选择方面,ASPC 指南表示心力衰竭患者的最佳运动方式目前尚不清楚,未来需更大样本量和更长时间随访研究

评估最佳运动方案,以指导运动处方的制定。

### 5.3 运动与外周动脉疾病(peripheral arterial disease, PAD)

PAD 是动脉粥样硬化所致外周动脉狭窄或闭塞的疾病,随病情进展出现间歇性跛行和静息痛。因与动脉粥样硬化性心血管疾病具备共同的病理生理基础,PAD 患者常合并冠心病、脑卒中等,远期易发生心血管事件。低水平 PA 与踝肱指数降低及 PAD 风险增加相关。PAD 治疗重点是减少下肢负担和心血管事件发生,而规律 PA 和改善 CRF 是 PAD 预防和治疗的有效手段<sup>[43]</sup>。PAD 患者由于内皮受损引发血管舒张功能障碍,血管狭窄导致肌肉缺血,无法满足下肢肌肉收缩的高代谢需求,日常活动功能受限。而运动可增加肌肉毛细血管密度,恢复外周血管舒张功能,进而改善患者日常活动能力及生活质量<sup>[44]</sup>。对于 PAD 的运动处方,ASPC 指南建议制定有专业人员监督的运动计划,每周 3 次,持续  $\geq 12$  周;上肢或下肢抗阻训练可提高 PAD 患者步行耐力,而联合步行训练较单纯抗阻训练效果更佳<sup>[45,46]</sup>。PAD 患者运动的最佳强度尚无定论,但近期研究<sup>[47]</sup>显示,与低强度运动组和非运动对照组相比,以高强度运动为基础的家庭运动干预可显著改善 6 分钟步行距离。ASPC 指南提到了一种基于跑步机的监督运动训练(SET)对有或无跛行的 PAD 患者均有效,可改善患者行走能力和整体生活质量。家庭高强度运动训练联合阶段性运动教练专业评估可能是改善 PAD 患者运动功能及预后的有效方式<sup>[48]</sup>。然而,许多患者无法进行 SET 治疗,需要新的替代方案如家庭治疗,以改善 PAD 症状。

## 6 运动相关心血管风险

### 6.1 运动相关心血管事件风险

由于心血管疾病的复杂性与危险性,需详细了解运动过程中可能伴随的风险。运动期间心血管事件的发生与运动强度有关,低至中等强度运动时发生风险相对极低,与静息时相近;而高强度 PA ( $\geq 6$  MET)可诱发斑块破裂、血栓形成、冠状动脉痉挛,增加急性心肌梗死、心源性猝死、出血性和缺血性脑卒中的发生风险<sup>[49,50]</sup>。久坐不动、无运动习惯人群突然进行高强度 PA,心血管事件发生率急剧增加;而每周进行 1~2 次高强度 PA,运动期间心血管事件发生风险显著降低,并随高强度 PA 频率的增加而降低<sup>[51]</sup>。久坐不动人群开始运动计划时,建议从低至中等强度(2~3 MET)开始,持

续 2~3 个月后逐渐增加运动强度,以减少运动强度增加可能导致的心血管风险。

## 6.2 高风险运动类型

突然、剧烈的高代谢水平无氧运动更可能引发急性心血管事件,这些运动包括水上项目、高山滑雪或越野滑雪、挥拍类运动、HIIT 和竞技体育活动(如足球、篮球、排球)。高海拔或寒冷环境下的运动也存在较高风险,寒冷环境中肾上腺素急剧增加,冠状动脉痉挛、收缩,左心室负荷增高,血小板聚集和血浆粘稠度增加,使急性心血管事件发生风险升高<sup>[52]</sup>。心血管疾病患者应避免此类运动。

## 6.3 减少运动相关心血管事件风险的策略

ASPC 指南认为,预防中老年人运动相关急性心血管事件的重要方法是定期进行 MVPA 以维持或增强 CRF。对于日常习惯久坐不动人群,应避免突然进行剧烈运动,先进行中等以下强度预适应。注意运动前热身和运动后放松;运动过程中注意监测心率,避免持续超过目标心率;运动过程中如出现胸痛、胸闷、头晕、心悸、呼吸异常急促等不适症状时,停止运动;尽量减少竞争或身体对抗性运动,避免高海拔、寒冷、高温环境下运动。

## 7 运动干预相关争议问题和特殊考虑

MVPA 前进行医疗筛查和评估的价值尚存争议。2018 美国预防服务工作组建议:不必将运动测试作为常规筛查来预防心血管事件,包括患糖尿病的高危人群<sup>[53]</sup>。无症状者(包括合并多种风险因素、冠状动脉钙化积分升高、有早发冠心病家族史的久坐不动人群,或临床医师怀疑可能忽视症状或未提供准确病史的患者)在开始运动计划前(尤其打算进行高强度运动)进行运动测试可能会从中获益。

新技术的发展和应用于结构化运动提供了另一种方式。手机或电脑的运动相关游戏、应用程序以及活动追踪器(如计步器、心率监测器)等电子设备可促进运动计划的参与,提供每日运动目标提醒,监督运动计划的执行<sup>[54]</sup>。运动视频游戏的运动强度在 1.5~5.6 MET,相当于慢速、中速和极快的步行速度,也可满足每日或每周有氧运动要求<sup>[55]</sup>。对于久坐不动人群,改变生活方式、开始参与运动计划有一定困难,临床医师应采取基于研究数据的咨询策略使其树立健康意识,促进其改变生活方式,如评估心理准备情况、采取“5A”法改变行为、通过降低运动目标来克服惰性<sup>[56]</sup>;根据个体情况采取结构化运动、增加日常 PA 或二者结合。

## 8 结语

PA 缺乏是公认的过早死亡的最大决定因素<sup>[57,58]</sup>,但许多临床医师和公众往往低估了 PA 及改变生活方式的有益影响。PA 作为一种强大的生理刺激,是心血管疾病非药物治疗的重要“佐剂”。尽管由于心血管疾病的复杂性,运动过程中可能存在一些潜在风险,但必须充分了解运动带来的益处远高于其潜在风险,不可因噎废食。MVPA 相较低强度 PA 可获得额外的健康益处,对于无运动基础的人群及心血管疾病患者,通过改变久坐行为,早期由低运动强度开始,循序渐进,逐渐提升 CRF,维持心肺健康,使其终身受益。近年来我国老龄化程度日趋严重,心血管疾病患者数量位居全球第一,同时也呈现低龄化趋势。运动是动脉粥样硬化性心血管疾病零级和一级预防的重要环节,也是心脏康复二级预防中非药物治疗的最佳手段<sup>[59]</sup>,由于我国“体医分离”且临床医师更依赖于药物治疗,往往忽视了运动干预“治未病”的效果。同时我国医务人员普遍缺乏运动训练学相关理论知识,制定运动处方的能力不足。我国可借鉴西方发达国家体医融合的理念,关注运动在心血管疾病预防和治疗中的重要作用,以减少发病率,降低复发率和死亡率,提高患者生存质量,节约医疗资源。

声明 本研究不存在利益冲突。

## 参考文献

- 1 GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Neurol*, 2021, 20(10): 795-820.
- 2 Franklin BA, Eijsvogels TMH, Pandey A, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: a clinical practice statement of the ASPC Part I: bioenergetics, contemporary physical activity recommendations, benefits, risks, extreme exercise regimens, potential maladaptations. *Am J Prev Cardiol*, 2022, 12: 100424.
- 3 Franklin BA, Eijsvogels TMH, Pandey A, et al. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and cardiovascular health: a clinical practice statement of the American Society for Preventive Cardiology Part II: physical activity, cardiorespiratory fitness, minimum and goal intensities for exercise training, prescriptive methods, and special patient populations. *Am J Prev Cardiol*, 2022, 12: 100425.
- 4 Tian R, Colucci WS, Arany Z, et al. Unlocking the secrets of mitochondria in the cardiovascular system: path to a cure in heart failure-a report from the 2018 National Heart, Lung, and Blood Institute Workshop. *Circulation*, 2019, 140(14): 1205-1216.
- 5 Conley KE. Mitochondria to motion: optimizing oxidative



- phosphorylation to improve exercise performance. *J Exp Biol*, 2016, 219(Pt 2): 243-249.
- 6 Tofas T, Fatouros IG, Draganidis D, *et al*. Effects of cardiovascular, resistance and combined exercise training on cardiovascular, performance and blood redox parameters in coronary artery disease patients: an 8-month training-detraining randomized intervention. *Antioxidants (Basel)*, 2021, 10(3): 409.
  - 7 Kaminsky LA, Arena R, Ellingsen Ø, *et al*. Cardiorespiratory fitness and cardiovascular disease - the past, present, and future. *Prog Cardiovasc Dis*, 2019, 62(2): 86-93.
  - 8 Ross R, Blair SN, Arena R, *et al*. Importance of assessing cardiorespiratory fitness in clinical practice: a case for fitness as a clinical vital sign: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2016, 134(24): e653-e699.
  - 9 Carbone S, Kim Y, Kachur S, *et al*. Peak oxygen consumption achieved at the end of cardiac rehabilitation predicts long-term survival in patients with coronary heart disease. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2022, 8(3): 361-367.
  - 10 Iannetta D, Rouleau CR, Chirico D, *et al*. An evaluation of the role of the exercise training dose for changes in exercise capacity following a standard cardiac rehabilitation program. *Int J Cardiol*, 2023, 379: 104-110.
  - 11 Bernardo BC, Ooi JYY, Weeks KL, *et al*. Understanding key mechanisms of exercise-induced cardiac protection to mitigate disease: current knowledge and emerging concepts. *Physiol Rev*, 2018, 98(1): 419-475.
  - 12 WHO. Guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization, 2020.
  - 13 Strain T, Wijndaele K, Dempsey PC, *et al*. Wearable-device-measured physical activity and future health risk. *Nat Med*, 2020, 26(9): 1385-1391.
  - 14 Dunstan DW, Dogra S, Carter SE, *et al*. Sit less and move more for cardiovascular health: emerging insights and opportunities. *Nat Rev Cardiol*, 2021, 18(9): 637-648.
  - 15 Ekelund U, Tarp J, Fagerland MW, *et al*. Joint associations of accelero-meter measured physical activity and sedentary time with all-cause mortality: a harmonised meta-analysis in more than 44 000 middle-aged and older individuals. *Br J Sports Med*, 2020, 54(24): 1499-1506.
  - 16 Wen CP, Wai JP, Tsai MK, *et al*. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. *Lancet*, 2011, 378(9798): 1244-1253.
  - 17 Arem H, Moore SC, Patel A, *et al*. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA Intern Med*, 2015, 175(6): 959-967.
  - 18 Li S, Lear SA, Rangarajan S, *et al*. Association of sitting time with mortality and cardiovascular events in high-income, middle-income, and low-income countries. *JAMA Cardiol*, 2022, 7(8): 796-807.
  - 19 Barnard RJ, Gardner GW, Diaco NV, *et al*. Cardiovascular responses to sudden strenuous exercise-heart rate, blood pressure, and ECG. *J Appl Physiol*, 1973, 34(6): 833-837.
  - 20 Dimsdale JE, Hartley LH, Guiney T, *et al*. Postexercise peril. Plasma catecholamines and exercise. *JAMA*, 1984, 251(5): 630-632.
  - 21 Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*, 1957, 35(3): 307-315.
  - 22 Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*, 2001, 37(1): 153-156.
  - 23 Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 1982, 14(5): 377-381.
  - 24 Swain DP, Franklin BA. Is there a threshold intensity for aerobic training in cardiac patients. *Med Sci Sports Exerc*, 2002, 34(7): 1071-1075.
  - 25 Davis JA, Convertino VA. A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity. *Med Sci Sports*, 1975, 7(4): 295-298.
  - 26 Swain DP, Leutholtz BC, King ME, *et al*. Relationship between % heart rate reserve and % VO<sub>2</sub> reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30(2): 318-321.
  - 27 Haskell WL, Lee IM, Pate RR, *et al*. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*, 2007, 39(8): 1423-1434.
  - 28 Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, *et al*. 2011 compendium of physical activities: a second update of codes and MET values. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43(8): 1575-1581.
  - 29 Franklin BA, Brinks J, Berra K, *et al*. Using metabolic equivalents in clinical practice. *Am J Cardiol*, 2018, 121(3): 382-387.
  - 30 Pollock ML, Gettman LR, Milesis CA, *et al*. Effects of frequency and duration of training on attrition and incidence of injury. *Med Sci Sports*, 1977, 9(1): 31-36.
  - 31 Rognmo Ø, Moholdt T, Bakken H, *et al*. Cardiovascular risk of high- versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation*, 2012, 126(12): 1436-1440.
  - 32 Eijvogels TMH, Maessen MFH, Bakker EA, *et al*. Association of cardiac rehabilitation with all-cause mortality among patients with cardiovascular disease in the Netherlands. *JAMA Netw Open*, 2020, 3(7): e2011686.
  - 33 Laaksonen DE, Lindström J, Lakka TA, *et al*. Physical activity in the prevention of type 2 diabetes: the Finnish diabetes prevention study. *Diabetes*, 2005, 54(1): 158-165.
  - 34 Chow LS, Odegaard AO, Bosch TA, *et al*. Twenty year fitness trends in young adults and incidence of prediabetes and diabetes: the CARDIA study. *Diabetologia*, 2016, 59(8): 1659-1665.
  - 35 Carnethon MR, Sternfeld B, Schreiner PJ, *et al*. Association of 20-year changes in cardiorespiratory fitness with incident type 2 diabetes: the coronary artery risk development in young adults (CARDIA) fitness study. *Diabetes Care*, 2009, 32(7): 1284-1288.
  - 36 Hu G, Jousilahti P, Barengo NC, *et al*. Physical activity, cardiovascular risk factors, and mortality among Finnish adults with diabetes. *Diabetes Care*, 2005, 28(4): 799-805.
  - 37 Sadarangani KP, Hamer M, Mindell JS, *et al*. Physical activity and risk of all-cause and cardiovascular disease mortality in diabetic adults from Great Britain: pooled analysis of 10 population-based cohorts. *Diabetes Care*, 2014, 37(4): 1016-1023.
  - 38 程经纬, 乔建军, 尹振, 等. 《2022 ISPAD 临床实践共识指南: 儿童和青少年糖尿病患者运动》解读. *中国全科医学*, 2023, 26(30): 3719-3724, 3752.
  - 39 Church TS, Blair SN, Cocreham S, *et al*. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2010, 304(20): 2253-2262.
  - 40 Pandey A, Garg S, Khunger M, *et al*. Dose-response relationship between physical activity and risk of heart failure: a meta-analysis. *Circulation*, 2015, 132(19): 1786-1794.



- 41 Pandey A, Patel KV, Bahnson JL, *et al.* Association of intensive lifestyle intervention, fitness, and body mass index with risk of heart failure in overweight or obese adults with type 2 diabetes mellitus: an analysis from the look AHEAD trial. *Circulation*, 2020, 141(16): 1295-1306.
- 42 O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, *et al.* Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*, 2009, 301(14): 1439-1450.
- 43 Collins TC, Slovut DP, Newton R, *et al.* Ideal cardiovascular health and peripheral artery disease in African Americans: results from the Jackson heart study. *Prev Med Rep*, 2017, 7: 20-25.
- 44 Duscha BD, Robbins JL, Jones WS, *et al.* Angiogenesis in skeletal muscle precede improvements in peak oxygen uptake in peripheral artery disease patients. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2011, 31(11): 2742-2748.
- 45 McDermott MM. Exercise training for intermittent claudication. *J Vasc Surg*, 2017, 66(5): 1612-1620.
- 46 Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, *et al.* 2016 AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 69(11): e71-e126.
- 47 McDermott MM, Spring B, Tian L, *et al.* Effect of low-intensity vs high-intensity home-based walking exercise on walk distance in patients with peripheral artery disease: the LITE randomized clinical trial. *JAMA*, 2021, 325(13): 1266-1276.
- 48 Treat-Jacobson D, McDermott MM, Bronas UG, *et al.* Optimal exercise programs for patients with peripheral artery disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2019, 139(4): e10-e33.
- 49 Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, *et al.* Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation*, 2007, 115(17): 2358-2368.
- 50 Franklin BA, Thompson PD, Al-Zaiti SS, *et al.* Exercise-related acute cardiovascular events and potential deleterious adaptations following long-term exercise training: placing the risks into perspective-an update: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2020, 141(13): e705-e736.
- 51 Franklin BA. Preventing exercise-related cardiovascular events: is a medical examination more urgent for physical activity or inactivity. *Circulation*, 2014, 129(10): 1081-1084.
- 52 Lown B, Verrier RL, Rabinowitz SH. Neural and psychologic mechanisms and the problem of sudden cardiac death. *Am J Cardiol*, 1977, 39(6): 890-902.
- 53 Jonas DE, Reddy S, Middleton JC, *et al.* Screening for cardiovascular disease risk with resting or exercise electrocardiography: evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force. *JAMA*, 2018, 319(22): 2315-2328.
- 54 Chaddha A, Jackson EA, Richardson CR, *et al.* Technology to help promote physical activity. *Am J Cardiol*, 2017, 119(1): 149-152.
- 55 Lieberman DA, Chamberlin B, Medina E, *et al.* The power of play: innovations in getting active summit 2011: a science panel proceedings report from the American Heart Association. *Circulation*, 2011, 123(21): 2507-2516.
- 56 Lavie CJ, Franklin BA, Ferdinand KC. Improving behavioral counseling for primary cardiovascular disease prevention. *JAMA Cardiol*, 2022, 7(9): 886-888.
- 57 Schroeder SA. Shattuck Lecture. We can do better--improving the health of the American people. *N Engl J Med*, 2007, 357(12): 1221-1228.
- 58 Lee IM, Shiroma EJ, Lobelo F, *et al.* Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 2012, 380(9838): 219-229.
- 59 German CA, Baum SJ, Ferdinand KC, *et al.* Defining preventive cardiology: a clinical practice statement from the American Society for Preventive Cardiology. *Am J Prev Cardiol*, 2022, 12: 100432.

收稿日期: 2023-09-02 修回日期: 2023-11-16  
本文编辑: 熊鹰