

指南与共识

运动相关心血管事件风险的评估与监测中国专家共识

中国医药卫生文化协会心血管健康与科学运动分会

摘要

适量的体力活动能够提高心肺耐力、降低心血管疾病的发生率及全因死亡率。尽管其绝对风险很低,高强度的运动也可能使心源性猝死(SCD)和心肌梗死等恶性心血管事件发生的风险升高。对于初始参加运动训练、准备提升运动等级或者合并心血管危险因素的人群,运动进行前医学筛查、心血管疾病风险筛查与分层非常重要。本文旨在为我国医疗卫生机构等专业机构提供一套指导群众运动爱好者进行心血管风险评估与监测的技术指南,帮助早期识别并及时防控运动相关风险因素,并从专业角度提出政策建议。

关键词 体力活动;运动;心肺耐力;风险评估;筛查

Chinese Expert Consensus on Evaluation and Monitoring of Exercise Related Cardiovascular Risk

Cardiovascular Health and Scientific Sports Branch of China Health Culture Association.

Correspondence Author: WANG Fang, Email: bjh_wangfang@163.com

Abstract

Clinical evidences sufficiently proved that moderate physical activities could improve cardiorespiratory endurance, reduce the incidence of cardiovascular morbidity and mortality. Although the absolute risk is very low, high-intensity sports sometimes are related to increased risk of malignant cardiovascular events including sudden cardiac death and myocardial infarction. For people who initially participate in physical activity, upgrade exercise level, or with cardiovascular risk factors, it is of importance to perform the pre-exercise medical screening, cardiovascular disease risk screening and stratification. This expert consensus aims to provide a set of technical guidelines for Chinese medical and health institutions and other professional institutions to guide mass sports enthusiasts to carry out cardiovascular risk evaluation and monitoring, help early identification and timely prevention and control of sports-related risk factors, and put forward policy recommendations from a professional perspective.

Key words physical activity; exercise; cardiorespiratory endurance; risk evaluation; screening

(Chinese Circulation Journal, 2022, 37: 659.)

近年来,随着健康中国建设、全民健身国家战略^[1-2]的深入实施,国家基本公共卫生服务水平不断提高,人民群众通过健身促进健康的意识日渐增强,参加体育锻炼人数比例持续增长。城乡居民个性化运动健身的需求得到进一步满足,对耐力性运动项目(如长跑/马拉松、游泳、自行车等)的热情高涨。

运动是心血管疾病预防、治疗、康复非常重要的策略和措施,适量的体力活动能够提高心肺耐力、降低心血管疾病的发生率及全因死亡率。虽然在参

与运动时发生心肌梗死、心源性猝死(SCD)等严重心血管事件概率很低,但当年龄偏大、有基础性疾病、选择了不适合自己的运动项目、在不合适的时间点运动或者进行了较高强度、较长时间运动时,还是有一定的发生风险,且一旦发生往往会造成较大的社会影响。因此,需要出台评估运动时心血管风险的技术指南或规范,引导人民群众科学运动健身、有效降低严重心血管事件的风险。

中国医药卫生文化协会心血管健康与科学运动分会组建了专家组,邀请运动生理学、运动康复、

基金项目:国家重点研发计划主动健康和老龄化科技应对专项(2020YFC2008100)

通信作者单位:100730 北京市,北京医院 心内科 国家老年医学中心 中国医学科学院 老年医学研究院

通信作者:汪芳 Email: bjh_wangfang@163.com

中图分类号:R54 文献标识码:C 文章编号:1000-3614(2022)07-0659-10 DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2022.07.002

心血管内科学、急诊医学、微电子/网络科学、临床流行病学及大数据分析等领域专家,广泛检索国内外相关研究最新数据和证据,针对我国城乡居民运动健身实际情况,经分工撰写、集体讨论和反复论证,编写了《运动相关心血管事件风险的评估与监测中国专家共识》(以下简称《共识》)。

《共识》分为五个部分,包括背景、运动相关心血管健康风险分层、运动人群的心血管风险评估、运动时心血管健康风险监测和紧急措施、政策建议。本《共识》强调专业性、示范性和可操作性,旨在为相关机构开展城乡居民运动相关心血管风险的评估和监测提供技术指导。期望《共识》能切实减少运动相关心血管事件的风险,有效保障耐力性运动和(或)赛事的安全,服务我国全民健身事业发展,助力体育强国、健康中国目标的实现。

1 共识背景

1.1 体力活动有益健康

众所周知,久坐行为与人群的全因死亡率、心血管发病率和死亡率、2 型糖尿病发病率以及结肠癌和肺癌等肿瘤的发病率升高直接相关^[3-4]。而死亡风险则随着久坐时间的增加而逐渐增加,随着体力活动运动量的增加而逐渐降低^[5]。有久坐行为的群体,在增加了体力活动后,死亡风险也会下降^[3]。体力活动不仅可以提高心肺耐力,还可以改善血压、血糖、血脂^[4]、体重指数(BMI)等心血管疾病危险因素^[5-6]。体力活动存在剂量依赖效应,不管有氧运动、抗阻运动,还是柔韧性运动,运动量越大,效果越明显,个体获益越多^[6-7]。

我国的“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要草案提出要全面建设健康中国。2021 年国务院发布《全民健身计划(2021~2025 年)》中提出要广泛开展全民健身运动赛事,提升科学健身指导服务水平^[8]。运动也成为健康生活方式中不可或缺的一环,甚至成为了新的社交方式。欧美也针对普通人群制定了体力活动的指导建议和指南,指出体力活动包括非计划性的活动和有专业训练计划的运动。不同人群应遵从不同的流程和方案^[6,9-13]。

1.2 运动对部分人群存在健康风险

随着时代的发展,大众并不满足于日常体力活动,越来越多的人参与到高强度的运动及运动赛事中来。半程马拉松、全程马拉松、百公里越野跑、铁人三项等活动赛事均受到欢迎。虽然运动量与心肺功能获益存在剂量依赖关系^[14],但是不可避免的是,随着运动强度的增加,心血管疾病风险也会随

之增加^[14]。心血管疾病风险中除了血压波动,心律失常,人们最关心的还是 SCD 和急性心肌梗死(AMI)。对于竞技性运动员,进行耐力型比赛项目(如跑步、自行车和铁人三项等)中,SCD 发生率可达 0.4/10 万~3.3/10 万。法国一项全国性调查中,对于普通大众,运动相关 SCD 的发生率为 0.46/10 万^[15]。美国一项国防部的死亡注册研究提示,<35 岁人群不明原因突发死亡的发生率为 1.2/10 万,≥35 岁人群中为 2.0/10 万^[16]。但针对运动员的研究均提示,运动相关 SCD 在年轻运动员中更高发^[17-18]。对于普通人群,年龄增长是 SCD 和 AMI 发生的危险因素^[19]。美国一项针对 1 000 多万马拉松人群的研究显示,SCD 的发生率为 0.54/10 万^[20]。高强度运动会增加 AMI 和 SCD 的风险,高山滑雪^[21]、马拉松赛跑^[20]、铁人三项^[22]、篮球等高强度运动中急性心血管事件的发生率可能高于其他运动项目。

多项研究也提示,男性 SCD 的风险高于女性^[16,22-23]。对于选择不同专业运动的竞技型运动员,SCD 发生风险在不同类型运动中存在差异^[22];但对于普通人群的体力活动,SCD 风险与活动类型并不相关^[24]。运动相关 SCD 风险最高的人群在美国是黑种人男性运动员和篮球运动员,在四万到八万分之一之间,在法国则是自行车和田径运动员,英国、德国以足球和跑步人群为多^[25-27]。SCD 可以发生在运动当中,也可以发生在运动后和休息时^[28-29]。我国迄今尚未建立健全的相关数据库或开展大规模观察性研究,因此关于运动性猝死的资料非常有限。一些小规模的回顾性研究提示,国人发生的运动相关性猝死大多为心源性,男性风险显著高于女性(7.0~9.3:1.0),猝死者主要集中在 15~20 岁青少年和退休人群,相关的运动项目包括长跑、田径、篮球和足球等^[30]。由于基线特征的差异,不同人群在从事同一种运动时,猝死风险的差异可近 100 倍,如不同年龄、性别、合并不同心血管疾病危险因素的个体在参与长跑运动时猝死发生率可波动于 16/10 万~155/10 万名参赛者之间^[30-32]。因此为了更好地识别出猝死风险高的运动参与者,进行运动前的心血管风险评估非常重要。

1.3 运动相关 SCD 的原因分析

虽然习惯性体力活动有助于降低心血管疾病发生风险,但是高强度体力活动(≥60% 摄氧量储备或≥6 个代谢当量或≥自我疲劳指数评分 14 分)也会增加 SCD、AMI 和脑卒中风险^[33-34]。心肌缺血、脱水导致的高凝状态,运动诱发心律失常是 SCD 发

生的可能机制。马拉松等脱水或者补液不当,引发电解质浓度异常也是重要因素。强度过高的运动,尤其是突然的、非常规的、涉及高水平无氧代谢的运动,对于未接受专业训练者以及有潜在心血管疾病者,是存在一定隐患风险的。

对于运动相关 SCD 的原因,不同人群、不同年龄段、不同性别略有差异。在美国一项军队系统研究中, < 35 岁 SCD 人群,最常见的原因是不明原因死亡,占 41.3%, ≥ 35 岁 SCD 人群,最常见的原因是动脉粥样硬化,占 73.2%^[16]。既往研究中,成人发生运动相关 SCD 的最主要原因是非急性冠状动脉疾病和运动诱发的心肌缺血,急性斑块破裂诱发的急性冠状动脉综合征是第二常见原因^[35]。在一项观察 10 年,累计千万人的马拉松人群 SCD 的研究中,最常见的死因是确诊的肥厚型心肌病,其次是可疑的肥厚型心肌病^[20]。多项运动员中进行的 research 也证实,大多数运动相关 SCD 病例在尸检时没有可识别的原因,被归类为突发性心律失常死亡或心脏结构正常的 SCD^[36-39]。其次需要关注致心律失常性右心室心肌病 (ARVC)。由于女性运动相关 SCD 的风险明显低于男性,仅为男性的 1/51~1/4,所以死因构成也不尽相同,41.7% 运动相关 SCD 女性未发现明确原因^[23]。

除了 SCD 风险,长时间高强度运动训练可能导致不良的心脏重塑并增加运动员发生心律失常的风险^[39-41]。也有多项研究显示,看似健康的运动员发生右心室功能障碍、心肌纤维化、冠状动脉粥样硬化以及心房颤动的风险显著增加^[35, 42-43]。因此,对于希望开始体力活动或者习惯性进行运动训练的人群,定期进行相应的心血管风险评估显得尤为重要。

1.4 心肺耐力 (CRF) 的重要性日益提高

近年来,许多研究已经表明了 CRF 在预测个体不良健康风险方面的重要性^[6-7]。健康人群中 CRF 较好,心血管疾病发病率和死亡率较低。心血管疾病患者中,随着 CRF 水平的提高,临床不良事件风险降低,呈线性负相关^[8-10, 44]。流行病学研究表明,每周 150 min 的中等强度体育活动 (40%~60% 的摄氧量储备或 3~6 个代谢当量或自我疲劳指数评分 12~13 分) 或 75 min 高强度体育活动与降低心血管疾病发病率和过早死亡率有关^[11-12]。妙佑医疗国际和多伦多康复研究所的研究证实了 CRF 水平与 15%~35% 的生存效益相关^[16-17]。相比传统的健康状况预测因素,低 CRF 不仅与高血压、肥胖、高脂血症、2 型糖尿病及心血管疾病的严重程度关系密切,

而且也与死亡率相关^[7, 13-15]。WHO 提倡每周至少进行 150 min 中等强度或 75 min 高强度有氧运动,以降低心血管疾病发病率和死亡率^[24]。国内数据显示,在 12~15 岁的青少年中,一半男孩和三分之二女孩的 CRF 未达到健康水平;在肥胖青年中,CRF 达到健康水平者只有五分之一。因此,增强 CRF 是改善人体健康状况、预防疾病、延长寿命的重要手段之一。

2 运动相关心血管健康风险分层

对于普通人群,运动开始前,可鉴别的心血管危险因素都是传统的冠心病因素,如高血压、高脂血症、糖尿病、肥胖、吸烟、家族史等。相较既往指南,美国运动医学会 (ACSM) 第 10 版指南作出了大幅改动。运动前健康筛查,决定危险分层的仅纳入三个核心内容:运动习惯、症状、疾病状态。运动习惯定义为最近三个月,有氧运动频率大于每周三次,至少 30 min 的中等强度运动。在美国每年约有 60 万人死于心脏疾病,但其中仅有很少一部分人死于运动相关 SCD^[45]。所以用传统冠心病危险因素评估运动风险,并不十分恰当准确。因为那些即便有冠心病危险因素,或者因为工作久坐时间长者,或者肥胖患者,在进行了规律体力活动后,CRF 均可提升,死亡风险也大幅下降^[46]。

运动相关的心血管风险也是在动态变化的。因为对于很多人,运动习惯难以长期保持。停止运动后,个体的心血管获益会减小,危险分层可能升级。或者随着年龄的增长,冠心病危险因素增多,心肺功能下降,也会导致危险分层的变化。反之,即便得过心肌梗死,做过心脏手术的患者,随着生活方式的改善和规律运动习惯的养成,运动相关 SCD 风险也会降级。

基于国内外相关研究证据,本共识推荐将运动相关心血管风险分为低风险状态和高风险状态两个层级。

低风险状态:运动者与同龄、同性别的健康人群具有相同运动相关心血管事件风险的状态。

高风险状态:由于合并有高龄、明确的心血管疾病、2 型糖尿病或肾脏疾病等多种危险因素或将参与极具风险挑战的运动 (如极限登山、高山滑雪、铁人三项等),导致运动者发生运动相关心血管事件的绝对风险显著高于同龄、同性别的健康人群的状态。

运动相关危险分层主要依据的变量包括以下 11 项,其中核心变量 4 项、非核心变量 7 项,见表 1。

表 1 运动相关危险分层主要依据的变量

项目	运动相关的心血管风险
核心变量	• 年龄(男性 >50 岁、女性 >60 岁) • 合并明确的心血管疾病、2 型糖尿病或肾脏疾病 • 有早发(男性 <55 岁, 女性 <65 岁)冠心病或其他先天性、遗传性心脏病家族史 • 参加或准备参加高危极限运动
非核心变量	• 缺乏规律的运动习惯 • 存在提示有心血管疾病可能的胸闷、胸痛、呼吸困难等临床症状 • 男性 >40 岁, 女性绝经后 • 吸烟 • 高血压 • 高胆固醇血症 • 肥胖

不存在核心变量且至多存在 1 项非核心变量即为低风险状态; 存在有至少 1 项核心变量或 2 项以上非核心变量即为高风险状态。

3 运动人群的心血管风险评估

3.1 运动人群的心血管评估项目

运动相关心血管风险评估是指在参与运动的人群中或运动过程中, 为了筛查已存在的心血管疾病或心血管事件的风险, 避免发生运动相关的心血管事件, 所进行的主要针对心血管疾病风险的评估。运动人群心血管风险评估主要从结构、冠状动脉供血、心律失常及心功能四个方面进行。各检查手段对心血管疾病的诊断效力见表 2。

表 2 各检查手段对心血管疾病的诊断效力

项目	心脏结构	心肌缺血	心律失常	心脏功能	对运动状态的评估能力
心电图	+	++	++	-	-
动态心电图	-	+	++++	-	+
超声心动图	+++	++	-	+++	+
负荷心电图	-	+++	++	-	++
心肺运动试验	+	+++	++	+++	+++
冠状动脉 CT 血管造影 / 冠状动脉造影	+	++++	-	-	-
心肌核素显像	++	+++	-	+++	+~++
心脏磁共振成像	++++	+++	-	+++	-
基因检查	++	-	++	-	-

注: +: 推荐等级; -: 无证据推荐

3.1.1 心脏结构的评估

评估心脏结构除了了解心脏腔室大小、瓣膜开闭状况, 更为重要的是筛查肥厚型心肌病。几项大型病例系列研究评估了 35 岁以下运动员的突发 SCD, 大多数病例都有结构性心脏病, 最常见的是肥厚型心肌病^[28, 36-37]。肥厚型心肌病及高危先天性冠状动脉畸形是最常提及的年轻人发生 SCD 的原因, 虽然近期也有研究发现年轻人中突发心律失常综合征占据的比例更大^[16, 23, 29], 但心脏结构异常仍是不容忽视的问题。评估心脏结构主要手段包括超声心动图、心电图、冠状动脉 CT 血管造影和心脏磁共振成像 (CMR), 以及有创性的冠状动脉造影。冠状动脉 CT 血管造影和冠状动脉造影还可以排除先天性冠状动脉畸形。具体选择何种检查, 应由心血管专科医生根据情况而定。

3.1.2 心肌供血的评估

心脏冠状动脉系统的风险评估在 >40 岁的运动人群中尤为重要。在 40 岁以上剧烈运动过程中或运动后即刻出现心跳骤停或 SCD 的人群中, 最常见的病理发现是动脉粥样硬化性心脏病^[24, 41]。冠心

病发病率和患病率均很高, 有大量已确诊冠心病的人群有运动需求和运动习惯, 对这部分人群, 进行良好的运动前和运动期间风险评估尤为重要。评估心肌缺血的检查方法包括运动平板试验、心肺运动试验 (CPET)、负荷超声心动图、负荷心肌灌注显像 (rMPI)、冠状动脉 CT 血管造影和冠状动脉造影。有医学检查需求, 例如出现运动后呼吸困难、运动时胸痛、运动后头晕或想提升运动等级的人群, 可以由医生进行申请。CPET 相较于其他检查, 既可用于心血管疾病风险的筛查, 又可进行个体化运动指导, 使运动更科学、更安全、更高效。

3.1.3 心律失常的评估

既往研究认为心脏结构异常是年轻人运动相关猝死的主要原因, 但是一项 Meta 分析也发现 35 岁以下 SCD 的年轻人中, 因肥厚型心肌病而死亡的比例并不比其他人群更高^[29, 39]。近期有研究对运动员出现运动相关的 SCD 者进行尸检, 尸检结果显示这部分人群的心脏结构异常并不占主要原因, 而且仅 60% 的猝死发生在剧烈运动中, 提出突发心律失常综合征是运动员 SCD 的主要原因^[29, 39]。因此, 有

心律失常的评估尤为重要。筛查恶性心律失常的手段包括静息心电图、动态心电图、运动心电图、CPET。少数情况下,需要进行电生理检查及基因筛查。重点筛查离子通道疾病,例如 Brugada 综合征、长 QT 综合征等。

3.1.4 心脏功能的评估

心脏功能学评估主要包含静息状态和负荷状态下的评估,内容涵盖了心脏收缩功能、舒张功能以及心脏储备能力。对于较高风险人群,功能学的评估必不可少。用于心脏功能学评估的检查主要有超声心动图、CPET、CMR、rMPI、左心室造影。根据需求,选择个体化的检查。

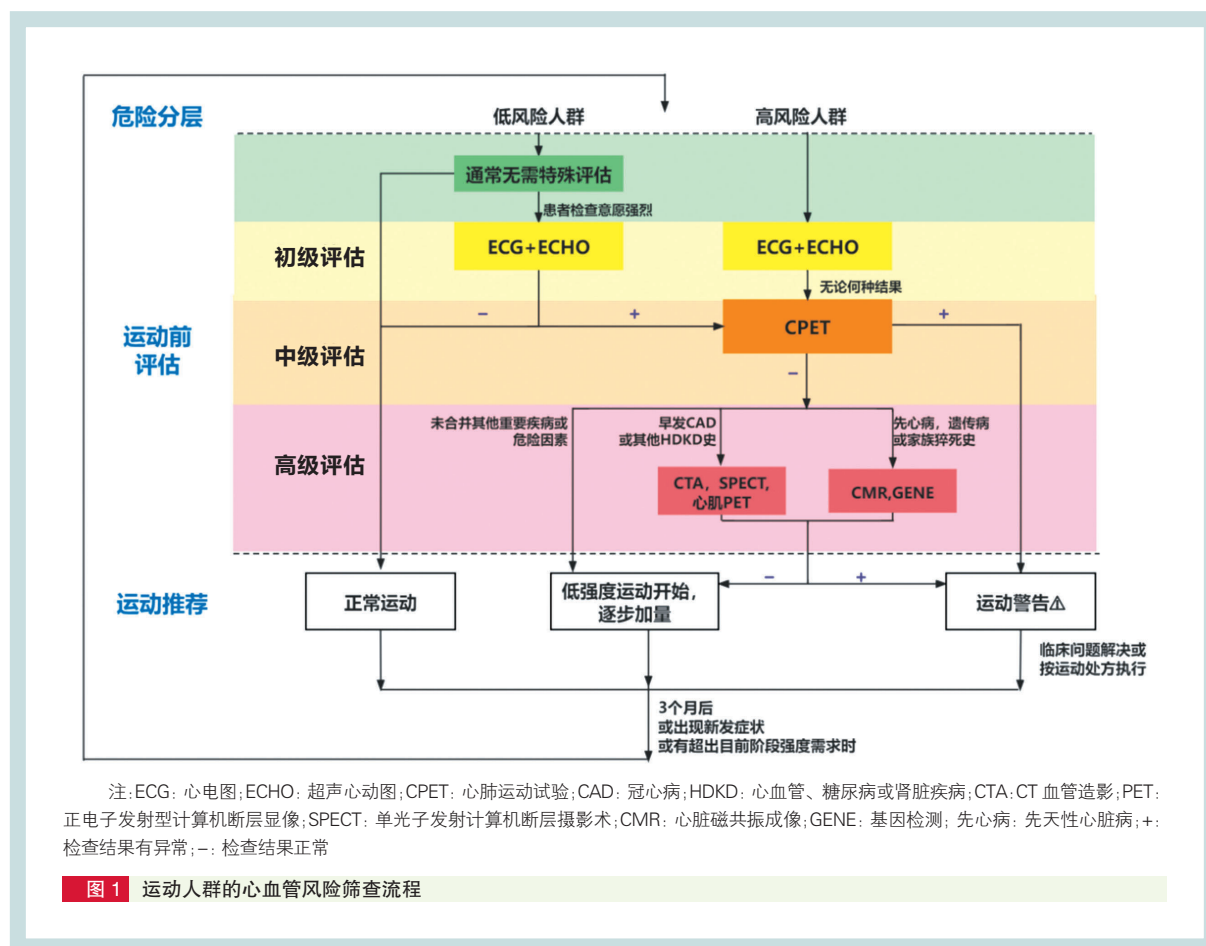
3.2 运动人群的心血管风险筛查流程(图 1)

所有拟参加规律运动的人员,在开始运动前进行心血管危险分层(见前文)。低风险人群,无需特殊评估,如果自我评估意愿强烈,可进行初级评估。对于高风险人群,直接进入初级评估。

初级评估主要通过病史采集和体格检查。症状需特别关注与心脏、肾脏、代谢疾病有关的症状,包括胸痛、胸闷憋气、头晕或晕厥、呼吸困难、下

肢水肿、心悸、间歇性跛行、心脏杂音和难以解释的乏力。病史采集中,需关注 SCD 的家族史,特别是一级亲属。实验室检查包括空腹血糖、血脂、肾功能(有肾脏疾病病史)、糖化血红蛋白(有糖尿病病史)。对怀疑存在心脏疾病的患者,建议进行心电图和超声心动图检查。如果怀疑其他系统疾病,则需至其他专科会诊。

经初级评估阳性者以及所有高风险人群,建议进入中级评估,行 CPET 检查确定体能状态及进一步评估。CPET 可以真实测得摄氧量和代谢当量,并多方位、多角度地寻找安全阈值。CPET 检查异常者,如最大摄氧量低于 $20 \text{ ml}/(\text{kg}\cdot\text{min})^{[47]}$ 、运动心电图负荷试验阳性、运动中心率上升缓慢或不升或下降、运动中血压不升或下降($\geq 10 \text{ mmHg}$, $1 \text{ mmHg}=0.133 \text{ kPa}$)、运动血压反应过度(峰值血压 $\geq 240/120 \text{ mmHg}$)、运动中摄氧量上升缓慢或下降、氧脉搏上升缓慢或运动早期出现平台或运动中下降、二氧化碳通气当量明显升高、运动中心律失常加重出现严重心律失常等,给予运动警告,需进入专业医疗机构接受进一步医疗诊治及运动指导建议。



CPET 结果阴性的人群,若无相关危险因素,可直接开始运动,建议从低中强度开始,逐渐加量,并根据运动量及频率定期进行 CPET 评估,指导适宜的运动量及频率。根据危险分层具体变量情况,对进入高级评估阶段受试者,酌情选择心脏结构、心肌供血、心律失常或心脏功能相关的检查。若受试者具有早发冠心病家族史或有明确的糖尿病、肾脏疾病病史,建议行冠状动脉 CT 血管造影和(或)心肌核素检查,必要时可考虑行冠状动脉造影;同时,有肾脏疾病病史者,建议至肾内科就诊评估其肾功能及相关合并症情况。若受试者具有先天性、遗传性心脏病家族史和(或)猝死的家族史,或受试者为高风险人群且初级评估有阳性结果,建议行 CMR 及基因学检查。

高级评估结果为阴性,对于既往无运动习惯的人群,从低-中强度开始,逐渐增加运动量,老年人需更加缓慢。对于既往有运动习惯的人群,可继续当前强度的运动。若高级评估结果为阳性,给予运动警告,需进入专业医疗机构接受进一步医疗诊治及运动指导建议。

对于不同心脏疾病状态的个体,在确定疾病种类和稳定程度后,有相应适宜的指南进行运动处方的制定和运动指导^[6, 48-49]。取决于运动者的健康状况、体适能、训练反应和运动的目的^[6]。一般在运动计划开始的 4~6 周中,每 1~2 周将每次训练时长延长 5~10 min。当规律锻炼至少 1 个月后,可在接下来的 4~8 个月,逐渐增加频次、强度、时间,以达到推荐的个体化的运动数量和质量。

4 运动时心血管健康风险的监测和紧急措施

4.1 监测方法和手段

对于存在心血管疾病的高危人群,还是建议至医疗机构进行运动训练,直至风险降级;对于低-中危心血管病人群,可以考虑居家训练^[48]。

对于在医疗机构或者有监测条件场所进行运动训练的人群,会有全方位监护和专业人员把控风险。对于居家锻炼的人群,可以考虑佩戴监测设备或者不佩戴。个人根据条件,选择适合的可穿戴类设备。如果不佩戴监测设备,运动者可以把控的指标主要依赖症状、自主疲劳评分和说话试验。中等强度的体力活动,自主疲劳评分控制在 12~14 分,说话试验达到马上就要断句的程度。如果在达到中等强度前,个体出现了胸痛、憋气等症状,则要停止运动,进行医学筛查。

可穿戴设备是指佩戴在身体上或接近身体的设

备,用以评估用户位置、运动、冲击、生物力学、心率、血氧饱和度以及睡眠模式等,可以使用户更好地了解自己的运动情况以及提高运动效率。当代可穿戴设备可配置不同类型传感器:加速度计、陀螺仪、磁力计、卫星定位系统、计步器、压力传感器、微控制器等部件^[50-54]。这使得其搭配不同操作系统,实现了既可以长时间测量大量人体数据,又具备本地储存和远程传输的功能^[55-57]。

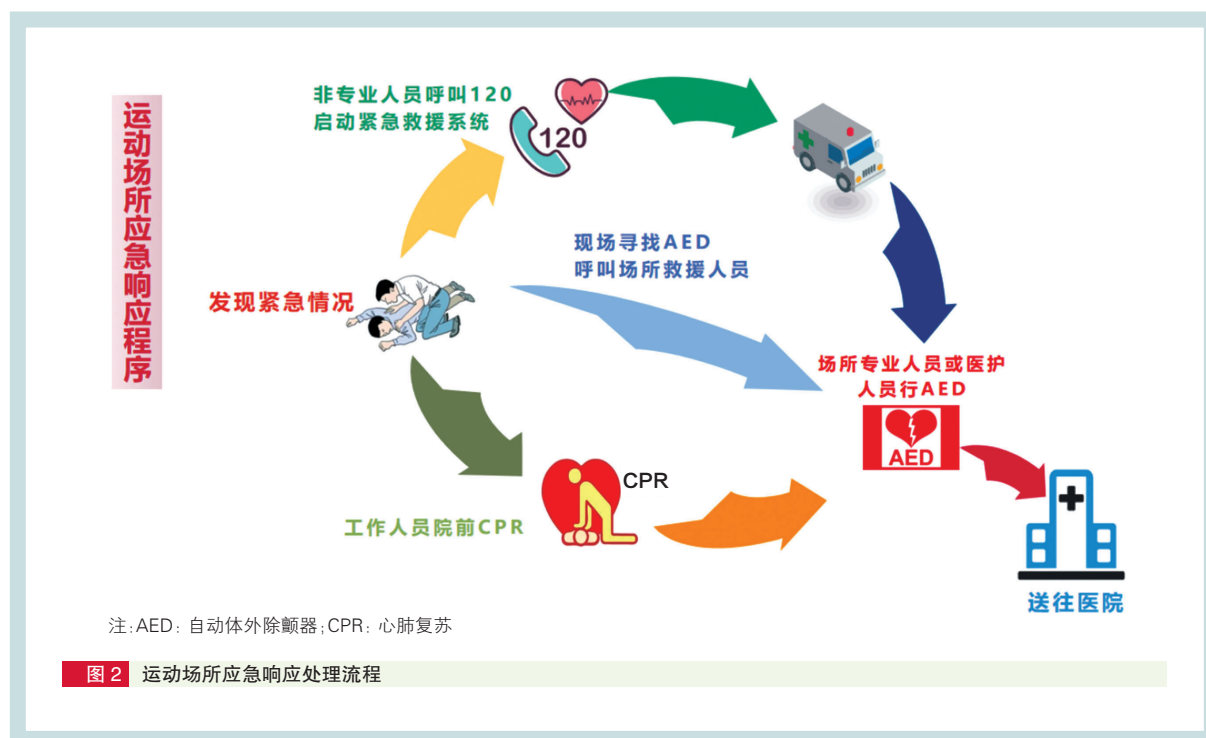
除了日常活动、健身和体育训练外,可穿戴式设备也可用于运动训练和风险监测^[50, 53]。现有证据显示,对于普通人群和心血管低危患者,除了自我感觉疲劳评分,腕率表、心率带有助于实现靶心率控制。研究显示,可穿戴类设备采集的数据中,心率数值最一致,变异是波动最小的^[58-59]。靶心率控制较疲劳评分更为个体化。有些设备配有心电模块,目前市场上以单导联心电显示为主。运动中进行心电监测,可以更好地识别心律失常,较腕率表采集更为准确。目前可穿戴类设备不断升级改进,血压模块、血氧饱和度模块,甚至多导联心电模块都可配置。心电监测 T 恤、除颤背心也应运而生。

可穿戴类设备虽有助于自我监控和运动强度的调整,但是对于高危患者,还是建议到医院进行评估和训练。

4.2 紧急情况类型、判断方法和应对措施

如果个体在运动过程中,出现不适情况,建议立即停止运动,坐下休息。血压波动、心率增快、呼吸困难、心绞痛等情况,均可以在休息后得到缓解。在下次运动训练时,针对上次情况,酌情调整运动方案。如果休息后,仍然不能缓解,则需要医学咨询。

运动中最危险的情况就是 SCD。降低 SCD 发生最有效的手段是每次运动前进行症状评估,早期识别风险,进行预防。但是一旦出现了 SCD,需要立即启动急救流程。进行呼叫和求助的同时,尝试进行心肺复苏。多项研究均证实,旁观者心肺复苏,是唯一能提高院外 SCD 生存的因素^[15, 24]。在急救车到达之前,如果现场配有自动体外除颤器(AED),旁观者可以连接 AED,识别有无心室颤动发生。AED 可用于医疗场所和公共场所。普通的除颤仪只适用于医疗场所,需要有资质者使用,而 AED 可以由非医务人员操作,公共场所都应考虑设置 AED,并对相关人员进行心肺复苏培训。运动场所应急响应处理流程见图 2。



5 政策建议

5.1 对政府的建议

院外发生运动相关 SCD 时, 需要靠旁观者进行呼救和救援。包括拨打急救电话、进行心肺复苏和(或)使用 AED 等, 这对降低急性死亡率、改善患者预后具有极其重要的作用。

政府应加大宣传力度, 并给予政策和法律上的支持, 鼓励旁观者伸出援手。并委托相应机构对人群进行心肺复苏培训。在欧洲, 法国和德国民众参加急救培训的比例达到 40% 和 80%^[27]。但我国受过急救培训的人员不足 1%。对健身机构制定相应规章制度, 确保安全保障到位, 急救流程畅通。对民间运动赛事举办, 进行备案和检查, 以确保应急响应系统的健全, 紧急急救设备的到位, 医疗服务点配置合理。

除了完善应急响应系统, 高水平的应急准备也至关重要, 所有工作人员都应接受急救、心肺复苏术和 AED 使用方面的培训及认证。为确保有能力对紧急情况作出反应, 应定期检查和维护急救包和其他医疗设备。电话或其他紧急通讯设备应随时可用, 电话上或电话附近应粘贴紧急求助电话号码。应指定一名有能力的工作人员作为急救协调员, 对设施的总体应急准备水平负有最终责任。所有工作人员证书和额外再培训文件的副本应保存在档案中, 并定期审查, 以确保所有证书都在资格认证范围内。

工作人员应积极参加有关应急反应和全面风险管理的会议和其他形式的继续教育。

运动场所中应张贴 AED 标牌, 指明 AED 和急救箱的位置。标牌清晰醒目, 可读性强。尤其是在无工作人员的酒店健身中心等设施中, 还应该在应急计划、紧急联系人及联系方式、如何使用 AED 上设置标牌。

5.2 对医疗机构的建议

医疗机构中, 在有关运动训练的场所, 应配有各种监测设备、保护措施、急救车、除颤仪、呼吸辅助装置。配备专门人员进行巡回、监测和记录。配置多学科合作团队和急救团队。相关人员了解这些知识和潜在的风险。制定相应的规章制度, 确保急救流程和电话畅通。对人员进行定期培训, 并获得相应资质。

国家体育总局相应部门已经建立了运动性猝死三级预防筛查体系, 对风险筛查和症状监控有了一定经验^[60]。对于普通人群, 医疗机构并不容易追踪和观察。医疗机构可以尝试搭建远程随访平台, 云端储存患者数据。当患者有需求和变化时, 通过互动形式, 增强沟通, 及时作出调整。在初始医学评估和有情况变化, 需要回医院复评的患者, 多学科诊疗团队要及时调整运动处方, 专科医生及时调整治疗方案。

5.3 对个人的建议

个人在进行体育活动前,应了解心脏相关症状,学会自主疲劳评分的意义,学会把控运动强度,理解体育锻炼应遵循规律,运动量应在监控下逐渐增大,循序渐进;了解运动可能导致的风险和何时需要终止运动及时就医。

6 总结

现有的证据支持运动可以提高心肺耐力,降低心血管疾病发病率和全因死亡率;运动对心肺功能的影响有剂量依赖效应,推荐长期坚持;高强度运动可能存在一定风险,必要时进行医学评估;初始运动,或新发症状,或拟提升运动强度的人,推荐进行心血管危险分层及进入相应的评估流程;可穿戴式装备有助于自我监控风险;应在开展群众性和竞技性耐力性运动的相关运动场所,构建适当的应急响应系统以及合理的急救流程,为运动参与者提供更为安全的环境。

专家委员会成员(按姓氏汉语拼音排序):艾力曼·马合木提(新疆医科大学第一附属医院),冯雪(中国医学科学院阜外医院),郭小梅(华中科技大学同济医学院附属同济医院),郭建军(首都体育学院体医融合创新中心),黎励文(广东省人民医院),李建军(中国医学科学院阜外医院),李建平(北京大学第一医院),李俊峡(中国人民解放军总医院第七医学中心),李祥臣(国家体育总局体育科研所),刘遂心(中南大学湘雅医院),刘文娴(首都医科大学附属北京安贞医院),刘宇扬(首都医科大学附属北京安贞医院),史军(中国人民解放军总医院),孙志军(中国医科大学附属盛京医院),汪芳(北京医院),魏文哲(北京市体育科学研究所),徐顺霖(北京大学第三医院),闫琪(国家体育总局),杨杰孚(北京医院),杨进刚(中国医学科学院阜外医院),张剑梅(国家体育总局运动医学研究所),赵志刚(首都医科大学附属北京天坛医院),赵兴山(北京积水潭医院),赵之光(北京市体育科学研究所),钟优(北京医院)

执笔人:赵之光(北京市体育科学研究所),陈浩(北京医院),张倩(北京医院),贾娜(北京医院),裴作为(大连理工大学附属中心医院)

利益冲突:本专家共识中的所有阐述仅代表专家意见,无任何利益冲突

参考文献

- [1] 中共中央 国务院. “健康中国 2030”规划纲要[R/OL]. (2016-10-25) [2022-01-12]. http://www.gov.cn/xinwen/2016-10/25/content_5124174.htm.
- [2] 全国人大财政经济委员会 国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[N/OL]. 人民日报, 2021-03-13(1)[2022-01-22]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [3] Ekelund U, Steene-Johannessen J, Brown WJ, et al. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women[J]. *Lancet*, 2016, 388(10051): 1302-1310. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30370-1.
- [4] 李超, 费夕, 李红娟. 运动改善心肺耐力对我国中老年人血脂影响的 Meta 分析[J]. *心血管康复医学杂志*, 2019, 28(1): 25-33. DOI: 10.3969/j.issn.1008-0074.2019.01.08.
- [5] 尹莲花, 郑彦, 吴俊泉, 等. 体力活动、心肺耐力与 40~49 岁城市男性心血管风险的相关性研究[J]. *心血管病防治知识*, 2019, 6: 3-7.
- [6] American College of Sports Medicine. ACSM guidelines for exercise testing and prescription[M]. 10th ed. China: Lippincott Williams & Wilkins, 2018.
- [7] Thompson PD, 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. DOI: 10.1249/JSR.0b013e31829a68cf.
- [8] 国务院. 全民健身计划(2021~2025 年)[R/OL]. (2021-07-18) [2022-01-12]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-08/03/content_5629218.htm.
- [9] Pelliccia A, Sharma S, Gati S, et al. 2020 ESC guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease[J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2021, 74(6): 545. DOI: 10.1016/j.rec.2021.05.003.
- [10] Hansen D, Dendale P, Coninx K, et al. The European Association of Preventive Cardiology Exercise Prescription in Everyday Practice and Rehabilitative Training (EXPERT) tool: a digital training and decision support system for optimized exercise prescription in cardiovascular disease. Concept, definitions and construction methodology[J]. *Eur J Prev Cardiol*, 2017, 24(10): 1017-1031. DOI: 10.1177/2047487317702042.
- [11] Budts W, Pielles GE, Roos-Hesselink JW, et al. Recommendations for participation in competitive sport in adolescent and adult athletes with congenital heart disease (CHD): position statement of the Sports Cardiology & Exercise Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC), the European Society of Cardiology (ESC) Working Group on Adult Congenital Heart Disease and the Sports Cardiology, Physical Activity and Prevention Working Group of the Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC)[J]. *Eur Heart J*, 2020, 41(43): 4191-4199. DOI: 10.1093/eurheartj/ehaa501.
- [12] Pelliccia A, Solberg EE, Papadakis M, et al. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopathies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC)[J]. *Eur Heart J*, 2019, 40(1): 19-33. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy730.
- [13] Fischetti CE, Kamyszek RW, Shaheen S, et al. Evaluation of a standardized cardiac athletic screening for national collegiate athletic association (NCAA) athletes[J]. *West J Emerg Med*, 2019, 20(5): 810-817. DOI: 10.5811/westjem.2019.7.43190.
- [14] Moore SC, Patel AV, Matthews CE, et al. Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: a large pooled cohort analysis[J]. *PLoS Med*, 2012, 9(11): e1001335. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001335.
- [15] Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, et al. Sports-related sudden

- death in the general population[J]. *Circulation*, 2011, 124(6): 672-681. DOI: 10.1161/circulationaha.110.008979.
- [16] Eckart RE, Shry EA, Burke AP, et al. Sudden death in young adults: an autopsy-based series of a population undergoing active surveillance[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2011, 58(12): 1254-1261. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.01.049.
- [17] de Noronha SV, Sharma S, Papadakis M, et al. Aetiology of sudden cardiac death in athletes in the United Kingdom: a pathological study[J]. *Heart*, 2009, 95(17): 1409-1414. DOI: 10.1136/hrt.2009.168369.
- [18] Wasfy MM, Hutter AM, Weiner RB. Sudden cardiac death in athletes[J]. *Methodist Debakey Cardiovasc J*, 2016, 12(2): 76-80. DOI: 10.14797/mdcj-12-2-76.
- [19] Smyth A, O'Donnell M, Lamelas P, et al. Physical activity and anger or emotional upset as triggers of acute myocardial infarction: the INTERHEART study[J]. *Circulation*, 2016, 134(15): 1059-1067. DOI: 10.1161/circulationaha.116.023142.
- [20] Kim JH, Malhotra R, Chiampas G, et al. Cardiac arrest during long-distance running races[J]. *N Engl J Med*, 2012, 366(2): 130-140. DOI: 10.1056/NEJMoa1106468.
- [21] Burtcher M, Pachinger O, Mittleman MA, et al. Prior myocardial infarction is the major risk factor associated with sudden cardiac death during downhill skiing[J]. *Int J Sports Med*, 2000, 21(8): 613-615. DOI: 10.1055/s-2000-8481.
- [22] Harris KM, Creswell LL, Haas TS, et al. Death and cardiac arrest in U. S. triathlon participants, 1985 to 2016: a case series[J]. *Ann Intern Med*, 2017, 167(8): 529-535. DOI: 10.7326/m17-0847.
- [23] Marijon E, Bougouin W, Celermajer DS, et al. Characteristics and outcomes of sudden cardiac arrest during sports in women[J]. *Circ Arrhythm Electrophysiol*, 2013, 6(6): 1185-1191. DOI: 10.1161/circep.113.000651.
- [24] Marijon E, Uy-Evanado A, Reinier K, et al. Sudden cardiac arrest during sports activity in middle age[J]. *Circulation*, 2015, 131(16): 1384-1391. DOI: 10.1161/circulationaha.114.011988.
- [25] Maron BJ, Haas TS, Murphy CJ, et al. Incidence and causes of sudden death in U. S. college athletes[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 63(16): 1636-1643. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.01.041.
- [26] Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, et al. Demographics and epidemiology of sudden deaths in young competitive athletes: from the United States National Registry[J]. *Am J Med*, 2016, 129(11): 1170-1177. DOI: 10.1016/j.amjmed.2016.02.031.
- [27] 李颖慧, 吕媛媛, 吴迎, 等. 运动性猝死风险防控研究进展[J]. *中国运动医学杂志*, 2021, 40(7): 582-590. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6710.2021.07.012.
- [28] Maron BJ, Haas TS, Duncanson ER, et al. Comparison of the frequency of sudden cardiovascular deaths in young competitive athletes versus nonathletes: should we really screen only athletes?[J]. *Am J Cardiol*, 2016, 117(8): 1339-1341. DOI: 10.1016/j.amjcard.2016.01.026.
- [29] Finocchiaro G, Papadakis M, Robertus JL, et al. Etiology of sudden death in sports: insights from a united kingdom regional registry[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(18): 2108-2115. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.02.062.
- [30] 冯大志, 沈雁飞. 高校内发生运动猝死的原因调查及预防对策[J]. *北京体育大学学报*, 2012, 35(11): 93-96. DOI: 10.19582/j.cnki.11-3785/g8.2012.11.018.
- [31] 徐昕, 高崇玄, 张丽申, 等. 我国运动猝死调查研究[J]. *中国运动医学杂志*, 1999, 18(2): 99-102. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6710.1999.02.001.
- [32] 高晓嶙, 常芸. 我国大众健身人群运动猝死的调查研究[J]. *中国体育科技*, 2009, 2: 5.
- [33] Anderson C, Ni Mhurchu C, Scott D, et al. Triggers of subarachnoid hemorrhage: role of physical exertion, smoking, and alcohol in the Australasian Cooperative Research on Subarachnoid Hemorrhage Study (ACROSS)[J]. *Stroke*, 2003, 34(7): 1771-1776. DOI: 10.1161/01.Str.0000077015.90334.A7.
- [34] Krarup LH, Truelsen T, Pedersen A, et al. Level of physical activity in the week preceding an ischemic stroke[J]. *Cerebrovasc Dis*, 2007, 24(2-3): 296-300. DOI: 10.1159/000105683.
- [35] Aengevaeren VL, Mosterd A, Braber TL, et al. Relationship between lifelong exercise volume and coronary atherosclerosis in athletes[J]. *Circulation*, 2017, 136(2): 138-148. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.027834.
- [36] Corrado D, Basso C, Schiavon M, et al. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes[J]. *N Engl J Med*, 1998, 339(6): 364-369. DOI: 10.1056/NEJM199808063390602.
- [37] Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, et al. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles[J]. *JAMA*, 1996, 276(3): 199-204.
- [38] Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, et al. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism: endorsed by the American College of Cardiology Foundation[J]. *Circulation*, 2007, 115(12): 1643-1455. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.181423.
- [39] Ullal AJ, Abdelfattah RS, Ashley EA, et al. Hypertrophic cardiomyopathy as a cause of sudden cardiac death in the young: a meta-analysis[J]. *Am J Med*, 2016, 129(5): 486-496. DOI: 10.1016/j.amjmed.2015.12.027.
- [40] Baggish AL, Battle RW, Beckerman JG, et al. Sports cardiology: core curriculum for providing cardiovascular care to competitive athletes and highly active people[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(15): 1902-1918. DOI: 10.1016/j.jacc.2017.08.055.
- [41] Waller BF, Roberts WC. Sudden death while running in conditioned runners aged 40 years or over[J]. *Am J Cardiol*, 1980, 45(6): 1292-1300. DOI: 10.1016/0002-9149(80)90491-9.
- [42] Landry CH, Allan KS, Connelly KA, et al. Sudden cardiac arrest during participation in competitive sports[J]. *N Engl J Med*, 2017, 377(20): 1943-1953. DOI: 10.1056/NEJMoa1615710.
- [43] Thompson PD. The cardiovascular complications of vigorous physical activity[J]. *Arch Intern Med*, 1996, 156(20): 2297-2302.
- [44] Williams PT. Physical fitness and activity as separate heart disease risk factors: a meta-analysis[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2001, 33(5): 754-761. DOI: 10.1097/00005768-200105000-00012.
- [45] Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. About multiple cause of death, 1999-2019[M]. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2019.
- [46] Riebe D, Franklin BA, Thompson PD, et al. Updating ACSM's recommendations for exercise preparticipation health screening[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2015, 47(11): 2473-2479. DOI: 10.1249/

MSS. 0000000000000664.

- [47] Weber KT, Janicki JS, McElroy PA. Determination of aerobic capacity and the severity of chronic cardiac and circulatory failure[J]. *Circulation*, 1987, 76(6 Pt 2): VI40-45.
- [48] Kaminsky LA, Brubaker PH, Guazzi M, et al. Assessing physical activity as a core component in cardiac rehabilitation: a position statement of the american association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2016, 36(4): 217-229. DOI: 10.1097/hcr.0000000000000191.
- [49] 中国康复医学会心血管病专业委员会. 中国心脏康复与二级预防指南(2018 版) [M]. 北京: 北京大学医学出版社, 2018.
- [50] Awolusi I, Marks E, Hallowell M. Wearable technology for personalized construction safety monitoring and trending: review of applicable devices[J]. *Automat Constr*, 2018, 85: 96-106. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.10.010.
- [51] Del Din S, Hickey A, Hurwitz N, et al. Measuring gait with an accelerometer-based wearable: influence of device location, testing protocol and age[J]. *Physiol Meas*, 2016, 37(10): 1785-1797. DOI: 10.1088/0967-3334/37/10/1785.
- [52] Passaro VMN, Cuccovillo A, Vaiani L, et al. Gyroscope technology and applications: a review in the industrial perspective[J]. *Sensors (Basel)*, 2017, 17(10): 2284. DOI: 10.3390/s17102284.
- [53] Castaneda D, Esparza A, Ghamari M, et al. A review on wearable photoplethysmography sensors and their potential future applications in health care[J]. *Int J Biosens Bioelectron*, 2018, 4(4): 195-202. DOI: 10.15406/ijbsbe.2018.04.00125.
- [54] Tamura T, Maeda Y, Sekine M, et al. Wearable photoplethysmographic sensors—past and present[J]. *Electronics*, 2014, 3(2): 282-302.
- [55] Yuan Y, Chen C, Guan X, et al. An energy-efficient underground localization system based on heterogeneous wireless networks[J]. *Sensors (Basel)*, 2015, 15(6): 12358-12376. DOI: 10.3390/s150612358.
- [56] An BW, Shin JH, Kim SY, et al. Smart sensor systems for wearable electronic devices[J]. *Polymers (Basel)*, 2017, 9(8): 303. DOI: 10.3390/polym9080303.
- [57] Xie J, Wen D, Liang L, et al. Evaluating the validity of current mainstream wearable devices in fitness tracking under various physical activities: comparative study[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2018, 6(4): e94. DOI: 10.2196/mhealth.9754.
- [58] Shin G, Jarrahi MH, Fei Y, et al. Wearable activity trackers, accuracy, adoption, acceptance and health impact: a systematic literature review[J]. *J Biomed Inform*, 2019, 93: 103153. DOI: 10.1016/j.jbi.2019.103153.
- [59] Murakami H, Kawakami R, Nakae S, et al. Accuracy of wearable devices for estimating total energy expenditure: comparison with metabolic chamber and doubly labeled water method[J]. *JAMA Intern Med*, 2016, 176(5): 702-703. DOI: 10.1001/jamainternmed.2016.0152.
- [60] 马云, 梁辰, 牟秀霞, 等. 中国优秀运动员运动性猝死三级预防筛查体系的研究 [J]. *中国运动医学杂志*, 2011, 30(3): 219-223, 229. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2011.03.011.

(收稿日期: 2022-01-12)

(编辑: 王宝茹)

读者·作者·编者

《中国循环杂志》关于参考文献著录格式的要求

《中国循环杂志》执行 GB/T 7714—2005《文后参考文献著录规则》。采用顺序编码制著录, 依照其在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出, 并将序号置于方括号中, 排列于文后, 题名后标注文献类型标志。文献类型与电子文献载体标志代码参照 GB 3469—1983《文献类型与文献载体代码》。外文期刊名称用缩写, 采用国际医学期刊编辑委员会推荐的 NLM's Citing Medicine(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK7256>)中的格式。中文期刊用全名。每条参考文献均须著录年、卷、期号及起止页码。对有 DOI 编码的文章必须著录 DOI, 列于该条文献末尾。示例如下:

- [1] 张涛, 杨艳敏, 朱俊, 等. 血清钠水平对急性 ST 段抬高型心肌梗死患者近期预后的预测价值 [J]. *中国循环杂志*, 2017, 32(8): 742-747. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2017.08.004.
- [2] Wilde AA, Ackerman MJ. Beta-blockers in the treatment of congenital long QT syndrome: is one beta-blocker superior to another[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2014, 64(13): 1359-1361. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.06.1192.
- [3] Jablonski S. Online multiple congenital anomaly/mental retardation (MCA/MR) syndromes[DB/OL]. Bethesda(MD): National Library of Medicine (US), 1999 (2001-11-20) [2002-12-12]. http://www.nlm.nih.gov/mesh/jablonski/syndrome_title.html.
- [4] 陈俊, 唐熠达. 冠状动脉分叉专用支架的研发和临床应用 // 陈纪林. 冠状动脉分叉病变的介入治疗 [M]. 第 2 版. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 203-221.

《中国循环杂志》编辑部