

零时间运动在慢性病中应用的研究进展

扎西罗宗¹, 张金静¹, 严小松²

¹西藏民族大学医学院, 陕西 咸阳

²西藏自治区第三人民医院院办, 西藏 拉萨

收稿日期: 2026年7月6日; 录用日期: 2026年7月29日; 发布日期: 2026年8月12日

摘要

慢性病是影响居民健康的重要公共卫生问题范畴。运动被视作慢性病管理的关键手段当中的一种。零时间运动凭借其能够在日常生活中随时进行、不需要专门预留时间和场地的优势, 变成潜在的干预方式。本文针对零时间运动的概念、实施形式、运动强度与频率、在慢性病患者当中的干预效果这四个方面做出综述, 目的是为慢性病患者的运动干预给予参考。

关键词

零时间运动, 慢性病, 运动干预, 综述

Research Progress on Zero-Time Exercise in the Management of Chronic Diseases

Zhaxi Luozong¹, Jinjing Zhang¹, Xiaosong Yan²

¹School of Medicine, Xizang Minzu University, Xianyang Shaanxi

²Hospital Administration Office, The Third People's Hospital of the Xizang Autonomous Region, Lhasa Xizang

Received: July 6, 2026; accepted: July 29, 2026; published: August 12, 2026

Abstract

Chronic diseases are an important issue in public health which influence the overall health of the population. Physical activity, considered as an effective method for the control of chronic diseases, has been recognized. Zero-time exercise, which can be done at any time during daily life without needing special time or equipment, has been proposed as a promising preventive measure. This paper summarizes four points: the idea of zero-time exercise, its execution methods, exercise intensity and frequency, and its impacts on patients with chronic diseases. The aim is to offer guidance for exercise-based interventions in this group.

Keywords

Zero-Time Exercise, Chronic Disease, Exercise Intervention, Review

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

慢性非传染性疾病(简称慢性病)病程长、症状隐匿,通常由遗传、生理、环境和行为等多重因素共同作用形成,已成为全球主要的致死原因[1]。我国慢性病确诊人数已超过 3 亿,慢性病导致的死亡约占我国总死亡人数的 88.5%,疾病负担约占 70% [2]。慢性病已成为实现《2030 年可持续发展议程》的主要障碍,该议程为世界卫生组织提出,到 2030 年将通过预防措施使四类主要慢性病(心血管病、癌症、糖尿病和慢性呼吸系统疾病)导致的过早死亡率降低 1/3 [1]。因此,加强慢性病的预防与管理,已成为当前的重要任务。

慢性病的治疗通常需要药物与非药物疗法相结合。其中,运动被认为是非药物疗法中的关键手段之一。研究表明,有氧运动、抗阻运动等传统运动方式可在一定程度上减轻疾病症状、提高患者生活质量,并延缓病情进展[3]-[5]。然而,传统运动通常需要较长时间,并依赖专门场所或设备,这可能影响患者的依从性[6]。为提高运动干预的可行性和效果,有学者提出并尝试引入高强度间歇训练(high-intensity interval training, HIIT)和冲刺间歇训练(sprint interval training, SIT)等新型运动模式[7]。HIIT 是一种在高强度运动与恢复期之间进行交替的训练方式[8],而 SIT 的主要特点是短时间的冲刺运动接近或达到最大强度,然后与恢复期相互交替[9]。研究对 HIIT 和 SIT 能够改善青少年、健康成年人、慢性病患者等群体心血管功能和代谢相关风险因素的现有证据展开了论述[10]-[12],并表明干预效果在一定程度上与传统有氧运动相当[13][14]。然而不可忽视的是,目前新型运动在慢性病治疗方面虽然已经有了较好的应用前景,但是也存在一些需要重视的问题:患者很难长期坚持,存在心血管事件、运动损伤的安全隐患,并且其并不适用于心血管疾病患者、老年人、体能基础较差的人群[15]-[19]。如何在确保干预效果的前提下提高运动的可持续性,已然成为慢性病运动干预领域最为关键且紧迫的问题。基于此,零时间运动(Zero-time exercise)近些年来受到学界越来越多的关注。ZTE_x 是分散于全天、单次持续时间较短且可独立完成的运动形式,无需专门场所或设备,也不需要预留固定时间,能够轻松融入日常生活,具有较好的可行性和推广潜力[20]。本文将从零时间运动的概念、主要形式、运动强度与频率及其在慢性病患者中的干预效果等方面,对零时间运动在慢性病管理中的研究进展进行综述,以期对慢性病患者运动干预提供参考。

2. 零时间运动的概念

零时间运动目前尚无统一的定义。Francois 等人提出了“运动零食”(Exercise Snacks, ES)这一概念,特指餐前进行的、持续时间不超过 1 分钟的高强度孤立运动,并发现其对代谢调节具有积极作用[21]。Chan 团队首次提出“零时间运动”(Zero-time Exercise, ZTE_x),并将其定义为一种能够将简单、增强力量和耐力的体育活动融入日常生活的运动,且无需额外时间、金钱和设备,任何人在任何时间和地点均可完成[20]。在此基础上,我国学者殷明越等进一步将其界定为:旨在打破久坐和促进健康,采用每天多次、每次不超过 1 分钟的中高强度至全力运动,间隔为 1 至 6 小时,且对器材和环境要求较低[22]。然而,Wan 等指出,ZTE_x 的时长可根据个体耐受度灵活调整至 10 分钟,强度也可根据身体健康状况进行设定,

具有间歇性和主观调整的特点[23]。综上所述,本研究将 ZTE_x 定义为一种无需固定时间、场所和设备的身体活动,其单次时长可根据个人健康状况灵活调整,介于 1 至 10 分钟之间,并可嵌入日常生活场景中实施。

3. 零时间运动在慢性病中应用的实施形式、强度和频率

3.1. 零时间运动实施形式

ZTE_x 存在多种实施方式,依据运动目的、功能特性来划分,有基础有氧类运动、抗阻类运动、日常行为调整类运动、针对特定健康需求的功能性训练、传统养生类练习。基础有氧类运动包括步行、爬楼梯、慢跑、开合跳、登台阶等,适合在通勤或者工作间隙进行,这类活动不但能够切实打破久坐状态,而且在提高心肺耐力、优化机体急性代谢应答方面有着重要作用[21]-[25]。抗阻类运动涵盖自体重半蹲、提踵、俯卧撑和臀肌收缩等短时力量训练,适宜在日常生活或者工作间隙进行,能够改善增强肌肉力量并且调节糖脂代谢[23]-[26]。日常行为调整类运动有定时起身站立、短距离行走等,适用于久坐人群,能有效提高全天非运动性能量消耗[20]-[27]。功能性训练针对特定健康需求展开,其中有骨盆控制训练、拱桥训练、坐姿踏车、平衡练习等内容,适用于有腰背痛或者冠心病等健康问题的人群,能够帮助改善相关功能障碍,进而促进康复[20]-[28]。传统养生类练习,像是梳头、揉腹、提肛(谷道)、八段锦片段等,也能够作为 ZTE_x 的补充形式,对促进身心健康有着积极作用[29]。这些运动形式都强调把身体活动融入日常生活,借助短时、灵活的方式来促进健康,满足不同人群的需求。

3.2. 零时间运动实施强度

ZTE_x 的强度一般被设计为中等强度,这样能在保障安全性的前提下获取良好的健康效益。然而在实际运用当中,运动强度要依据不同人群的年龄、健康状况、运动目标适度调整,还要结合客观指标和主观疲劳感受来进行综合评估[30][31]。在依据客观指标这一方面,研究者大多采用心率相关指标来对运动强度加以量化,像最大心率百分比或者储备心率等。举例来说,Francois 等人把高强度步行的目标设定为最大心率的 90%,李政等人则选取储备心率的 40%,以此来有效控制餐后血糖水平[21]-[32]。在依据主观疲劳感受这一方面,个体在运动过程中的主观用力感也是评估运动强度的重要依据[31]。Borg 主观疲劳量表即 Borg Rating of Perceived Exertion (RPE),这是评估运动强度时常用的一种工具,能够体现个体对于体力消耗的主观感受。其中,Borg 6~20 量表较多用于有氧及耐力运动的强度评估方面[24],而 Borg CR10 量表在用于短时间或者较高强度运动的主观强度评价上更为合适[33]。Jansons 等人在干预研究里,让参与者进行中等强度运动,并且把 Borg CR10 评分控制在 4 至 6 分的范围之内[34]。所以,在 ZTE_x 干预设计当中,可以将客观生理指标与主观疲劳感受结合起来,综合去制定运动强度,以此提高运动处方的安全性与可行性。

3.3. 零时间运动实施频率

ZTE_x 的健康效益跟其实施频率存在着紧密的关联。ZTE_x 的实施频率具备三种模式,具体为高频短间歇模式、基于日常活动节点的定时模式、定期积累模式。高频短间歇模式是于一天之中借助短间隔(20 至 60 分钟)重复进行运动。现有证据表明,每小时多次或者每 20 分钟一次的活动频率能够对急性代谢反应起到改善作用[24]。基于日常活动节点的定时模式依照日常固定的活动节点(比如三餐时间)来安排运动频率。实验数据显示,餐前 30 分钟进行 6×1 分钟的高强度(90%最大心率)斜坡步行运动,此种模式已被证实能够控制餐后血糖[21]。定期积累模式通过短期且规律的周期性训练逐步累积健康效益。比如进行为期四周、每周三次的训练,同样已被证明能够提高心肺适能[35]。

4. 零时间运动在慢性病患者中的应用效果

4.1. 改善代谢健康

ZTE_x 改善代谢健康的证据主要来源于 2 型糖尿病及超重/肥胖人群, 干预方式包括餐前快走、久坐间歇活动、楼梯攀爬及自重抗阻运动等。总体来看, 现有研究支持 ZTE_x 可改善糖代谢、能量代谢及体成分, 但不同代谢结局的改善效果仍存在一定异质性。

在 2 型糖尿病人群中, ZTE_x 主要表现为改善糖代谢。Francois 等[21]发现, 2 型糖尿病患者于每餐前进行 6 min 快走(约 90%最大心率)可降低餐后 2 h 及 24 h 血糖水平。Homer 等[26]采用无需器械的抗阻运动中断久坐, 同样观察到餐后血糖及胰岛素水平下降。Rafiei 等[24]进一步证实, 每小时进行 8 组 15~30 s 楼梯攀爬可使餐后胰岛素和游离脂肪酸水平分别下降 17%和 21%。此外, 对于活动能力受限的绝经后糖尿病高危女性, 每坐 30 min 进行 5 min 站立或步行也可显著改善餐后血糖和胰岛素水平[27]。

在超重和肥胖人群中, ZTE_x 主要通过增加能量消耗和改善体成分发挥作用。Hawari 等[36]发现, 每 20 min 进行 30 s 久坐间歇运动可使能量消耗增加约 400 kJ, 较持续久坐提高 16.6%。Kim 等[37]的系统评价进一步表明, ZTE_x 能够降低体重、体质指数、腰围、体脂百分比及脂肪量, 且干预持续时间 ≥ 10 周时改善效果更加明显。

然而, ZTE_x 改善代谢健康的证据仍存在一定异质性。现有证据主要来源于随机对照试验及系统评价, 整体证据质量较高。已有系统综述指出, 虽然 ZTE_x 能够改善餐后血糖和胰岛素反应, 但对空腹血糖、甘油三酯等指标的改善结果尚未获得一致结论, 部分研究未观察到统计学显著差异[38] [39]。研究结果的不一致可能与研究对象的代谢状态、ZTE_x 干预方式、运动强度、干预持续时间及结局指标选择等因素有关。目前多数研究干预周期较短、长期随访证据不足, 长期代谢获益及最佳实施方案仍需进一步开展高质量随机对照研究加以验证。

4.2. 改善心肺功能

ZTE_x 对心肺功能具有一定改善作用, 现有证据主要来自超重/肥胖人群以及慢性呼吸系统疾病、心血管疾病等慢性病患者。干预方式包括楼梯攀爬、短时高强度间歇运动、步行训练等 ZTE_x 形式, 主要评价最大摄氧量(VO_{2max} 、 VO_{2peak})、肺功能、心肺适能及血管功能等指标。

改善肺功能及有氧运动能力。ZTE_x 可通过短时间、高频率的运动刺激改善机体氧利用能力和运动耐力。在超重和肥胖人群中, Han 等[40]发现, 肥胖青年男性进行为期 4 周、每日 10 min 楼梯攀爬训练后, VO_{2peak} 显著提高。Yin 等[41]进一步证实, 短时高强度 ZTE_x 干预 6 周后, 受试者 VO_{2max} 提高约 7%, 提示 ZTE_x 能够有效促进有氧能力提升。对于肺功能受限人群, 相关研究显示, 规律的短时运动刺激有助于改善运动耐受性和身体活动能力, 但目前针对慢性呼吸系统疾病患者的 ZTE_x 研究数量仍相对有限, 尚需进一步验证其对肺功能指标(如肺通气功能和呼吸困难症状)的改善作用。

改善心血管功能。在心血管健康方面, ZTE_x 主要通过改善血管功能和心肺适能发挥作用。王浩等[42]采用平板运动试验作为短时运动刺激方式, 结果显示运动后肱踝脉搏波传导速度(baPWV)显著降低, 提示 ZTE_x 可能通过改善血管弹性降低动脉僵硬程度。此外, Islam 等[43]系统评价与 Meta 分析结果显示, ZTE_x 能够显著提高心肺适能, 并改善部分心血管代谢指标, 为其促进心血管健康提供了较高质量的证据支持。

总体来看, 现有研究支持 ZTE_x 可改善心肺适能及部分心血管功能指标, 但不同结局指标的研究结果并不完全一致。其中, 心肺适能改善的证据相对较充分, 而针对肺功能指标的研究仍较少。值得注意的是, Babir 等[25]随机对照试验显示, ZTE_x 虽具有良好的依从性和可行性, 但对峰值摄氧量及心血管代

谢指标的改善未达到统计学显著性,提示其心肺获益可能受研究对象特征、干预方案及干预周期等因素影响,仍需更多高质量研究进一步证实。

4.3. 改善心理健康

ZTE_x 改善心理健康的证据主要来源于慢性病患者,同时也有部分研究在身体活动不足及睡眠障碍人群中开展。干预方式包括短时步行、自重抗阻运动及日常碎片化身体活动等,主要围绕焦虑、抑郁、压力、睡眠质量及积极情绪等心理健康结局展开。

稳定型冠心病患者。Chan 等[20]在稳定型冠心病患者中开展 ZTE_x 研究,通过鼓励患者在日常生活中进行短时步行及简单自重活动,结果显示 ZTE_x 能够提高患者的愉悦感,提示短时运动不仅能够促进身体活动参与,还可能改善患者的积极心理体验。

低身体活动及睡眠障碍人群。马泽平等[44]研究发现,ZTE_x 干预有助于缓解压力并降低焦虑水平。Yeung 等[45]进一步在缺乏身体活动的失眠者及社区志愿者中开展研究,发现 ZTE_x 能够改善失眠严重程度,并对焦虑、抑郁等负性情绪产生积极影响,提示 ZTE_x 可能通过增加身体活动水平和改善睡眠状况促进心理健康。

综合现有研究提示 ZTE_x 在改善情绪状态方面具有一定潜力,但相关证据仍较有限。目前研究对象主要集中于冠心病患者及一般人群,针对其他慢性病患者心理结局的研究相对不足。此外,不同研究在心理评价工具、干预周期及运动方案方面存在差异,限制了结果之间的比较。因此,未来仍需开展针对不同慢性病人群的大样本、长期随访研究,以进一步明确 ZTE_x 对心理健康结局的长期作用。

5. ZTE_x 真实世界实施中的挑战与对策

5.1. 加强患者教育与指导

ZTE_x 的有效实施依赖患者对运动处方的正确理解和长期依从。然而,部分患者对强度、频率及持续时间认知不足,存在“运动即有效”误区,或因担心风险而过度保守。质性研究提示,老年群体虽认可 ZTE_x 优势,但受机能及学习能力限制,自主实施仍存方法掌握不足和安全顾虑[46]。教育应围绕需求,涵盖目的、动作、强度调节及安全事项,辅以示范与实践,同时结合年龄、病情及功能个体化指导。研究表明,ZTE_x 培训结合激励、经验分享及随访,可改善失眠并提高依从[47];在 COPD 康复中,医护联合跟进、记录与反馈调整,有助于规范训练并维持长期参与[48]。因此,应建立“教育-实践-反馈-调整”持续管理模式,推动 ZTE_x 由短期行为转为长期健康管理。

5.2. 借助数字技术辅助运动监测

ZTE_x 作为一种短时、间歇性的运动模式,具有持续时间短、分布分散等特点,传统自我报告方式难以准确记录运动执行情况。随着可穿戴设备的发展,智能手环、腕表等设备可通过采集心率、脉搏波等生理指标,并结合运动传感器数据,动态监测 ZTE_x 活动的强度、持续时间及频率,为运动处方实施效果评价提供客观依据[49]。已有前瞻性队列研究发现,基于手腕设备监测的 1~5 min 中高强度间歇性身体活动与全因死亡率及重大心血管不良事件风险降低相关,提示数字化监测在短时运动管理中的潜在价值[50]。此外,手机 App、即时通讯工具及电子运动日志等数字化方式可用于记录运动行为、提醒和反馈,促进患者将 ZTE_x 融入日常生活。冠心病患者 ZTE_x 研究显示,结合手机应用程序、图文信息推送及电子日志有助于支持运动管理,但部分患者仍存在操作困难和使用率低等问题[20]。因此,未来需进一步加强可穿戴设备与移动健康平台在 ZTE_x 中的应用研究,提高技术易用性,实现对运动强度、频率及依从性的精准监测。

5.3. 特殊人群方案调整与安全注意事项

老年人及慢性病共病患者由于年龄增长、身体功能下降以及疾病负担增加,在实施 ZTE_x 过程中不能直接套用普通人群运动方案,而应根据个体健康状况、功能水平及运动风险进行适当调整。研究显示,老年慢性病患者对个性化运动指导具有较高需求,但现有运动建议多停留于“适当活动”等原则性指导,缺乏具体、易理解且可执行的方案[46]。Western 等[51]针对轻度认知障碍合并衰弱前期老年人开展 28 天碎片化运动干预,包括座椅起立、坐位臂举、原地高抬腿等简单动作,每日训练 2 次。结果显示,该方案能够改善患者身体功能,并对降低跌倒风险具有潜在作用。Jansons 等[34]社区独居老年人在 ZTE_x 干预发现,未发生运动相关不良事件,且实际完成运动次数超过计划要求,提示该模式具有较好的安全性。因此,ZTE_x 应用需结合患者身体功能、疾病特点及跌倒风险,制定个体化运动方案。

5.4. ZTE_x 与现有慢性病管理体系衔接不足

尽管 ZTE_x 具有简便、低成本和易推广等优势,但其在真实世界中尚未充分融入现有慢性病管理体系。目前,慢性病管理仍以药物治疗和疾病监测为主,缺乏标准化的 ZTE_x 实施流程及配套管理机制,医务人员运动指导能力不足、多学科协作有限,也进一步制约了 ZTE_x 的常规开展[52]。未来应将 ZTE_x 纳入慢性病规范化管理路径,建立覆盖评估、指导、随访及效果评价的连续管理模式,并完善相关政策支持和组织保障,以促进 ZTE_x 在临床和社区中的规范实施[53]。

6. 局限性和未来研究建议

6.1. 局限性

ZTE_x 在改善慢性病患者健康结局方面已显示出一定潜力,但其推广与临床应用仍面临诸多挑战。首先,在概念与实践层面,当前尚缺乏统一的界定与规范化指南,相关术语使用不一致,干预形式多样,运动强度与频率的标准亦未形成共识。其次,在研究证据方面,现有研究多为小样本、短周期的观察性研究或可行性研究,国内相关研究仍处于起步阶段,缺乏大规模、长期随访的高质量随机对照试验支持。再次,在研究对象方面,既有研究的人群代表性仍显不足,研究对象主要集中于肥胖或 T2DM 患者以及特定职业群体,而对于多重共病患者、高龄老年人、儿童青少年及其他慢性病人群的适用性与有效性仍有待进一步验证。上述因素在一定程度上限制了 ZTE_x 的应用。

6.2. 未来研究建议

第一,应推动相关概念形成较为公认的定义,并在此基础上开展大样本、长期随访的高质量随机对照试验。第二,研究对象有必要进一步拓展至不同疾病阶段、不同年龄层及多元社会背景的人群,尤其应在儿童青少年、高龄人群及多病共存患者中验证其适用性与有效性,从而提高研究结果的代表性与推广价值。第三,可结合移动健康等信息技术,开发具备实时反馈和个性化适配功能的干预工具,以提升干预的精准性与可持续性。

7. 小结

ZTE_x 属于短时间碎片化运动形式,能够突破时空限制。它有多种实施路径,比如高频短间歇模式、基于日常活动节点的定时模式、定期积累模式等。ZTE_x 的运动强度多处于中高强度,一般借助最大心率百分比或者主观疲劳量表进行调控,实施频率方面多采用每日多次,每次进行持续数十秒到数分钟的短时运动干预。ZTE_x 在生理健康方面能够改善血糖、胰岛素、血脂等代谢指标,提高心肺适能并改善心血管功能,在心理健康方面可以降低焦虑水平、增强治疗依从性与自我效能。未来研究需要进一步建立 ZTE_x

标准化干预协议和干预模式,将研究对象拓展到不同年龄、健康状况、慢性病人群,同时进行更大样本量和长期随访研究,进一步明确其长期健康效益及最佳干预策略。

基金项目

国家自然科学基金项目(23XMZ057)。

参考文献

- [1] World Health Organization (2025) Noncommunicable Diseases. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- [2] 谢钰莹,郭丽娜,郭园丽,等. COM-B 模型在慢性病患者健康行为中的应用进展及启示[J]. 中国慢性病预防与控制, 2024, 32(11): 871-876.
- [3] 徐嵩昊,董德龙. 有氧与抗阻运动对老年人慢性病的影响[J]. 中国老年学杂志, 2025, 45(11): 2798-2802.
- [4] 侯天晨,热米拉·艾买提. 弹力带抗阻运动对老年人健康管理的研究进展[J]. 新疆医学, 2024, 54(2): 206-209.
- [5] 王颖,颜铁隼,刘蕾,等. 抗阻力运动联合营养干预对老年2型糖尿病合并肌少症患者血糖稳定性影响的临床研究[J]. 中国全科医学, 2025, 28(21): 2604-2610.
- [6] 李亮,范铜钢. 传统运动对慢性疾病干预效果的研究进展[J]. 健康教育与健康促进, 2024, 19(3): 263-266.
- [7] Weston, K.L., Little, J.P., Weston, M., McCreary, S., Kitchin, V., Gill, A., *et al.* (2025) Application of Exercise Snacks across Youth, Adult and Clinical Populations: A Scoping Review. *Sports Medicine—Open*, **11**, Article No. 27. <https://doi.org/10.1186/s40798-025-00829-6>
- [8] 张榜兰. 高强度间歇训练对青少年羽毛球运动员有氧能力的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京体育大学, 2022.
- [9] 殷彰冶. 冲刺性间歇训练生理学特点及能量代谢特征的研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉体育学院, 2023.
- [10] Gibala, M.J. and Little, J.P. (2020) Physiological Basis of Brief Vigorous Exercise to Improve Health. *The Journal of Physiology*, **598**, 61-69. <https://doi.org/10.1113/jp276849>
- [11] Duncombe, S.L., Barker, A.R., Bond, B., Earle, R., Varley-Campbell, J., Vlachopoulos, D., *et al.* (2022) School-Based High-Intensity Interval Training Programs in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, **17**, e0266427. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266427>
- [12] Batacan Jr, R.B., Duncan, M.J., Dalbo, V.J., Tucker, P.S. and Fenning, A.S. (2017) Effects of High-Intensity Interval Training on Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Intervention Studies. *British Journal of Sports Medicine*, **51**, 494-503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
- [13] Poon, E.T., Li, H.Y., Gibala, M.J., *et al.* (2024) High-Intensity Interval Training and Cardiorespiratory Fitness in Adults: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **34**, e14652. <https://doi.org/10.1111/sms.14652>
- [14] Frasier, A., Bertrand-Charette, M., Compagnat, M., Bouyer, L.J. and Roy, J. (2024) Validation of the Borg CR10 Scale for the Evaluation of Shoulder Perceived Fatigue during Work-Related Tasks. *Applied Ergonomics*, **116**, Article 104200. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104200>
- [15] Santos, A., Braaten, K., MacPherson, M., Vasconcellos, D., Vis-Dunbar, M., Lonsdale, C., *et al.* (2023) Rates of Compliance and Adherence to High-Intensity Interval Training: A Systematic Review and Meta-Analyses. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, **20**, Article No. 134. <https://doi.org/10.1186/s12966-023-01535-w>
- [16] Wu, X., Yang, D., Zhu, Q., Xiao, Y. and Huang, H. (2025) The Safety and Efficacy of High-Intensity Interval Training (HIIT) in Post-Stroke Patients with Moderate Functional Impairment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Neurology*, **16**, Article 1695243. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1695243>
- [17] Elboim-Gabyzon, M., Buxbaum, R. and Klein, R. (2021) The Effects of High-Intensity Interval Training (HIIT) on Fall Risk Factors in Healthy Older Adults: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article 11809. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211809>
- [18] 王蓓,林梅,谢文亮. 高强度间歇训练在心脏康复中的研究进展[J]. 中国疗养医学, 2023, 32(6): 595-599.
- [19] American College of Sports Medicine (2021) ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 11th Edition, Wolters Kluwer.
- [20] Chan, N.P.T., Lai, A.Y.K., Choy, H.K., Cheung, D.Y.T., Wan, A.N.T., Cheng, V.Y.H., *et al.* (2022) Feasibility and

- Potential Effectiveness of a Smartphone Zero-Time Exercise Intervention for Promoting Physical Activity and Fitness in Patients with Coronary Heart Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Public Health*, **10**, Article 865712. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.865712>
- [21] Francois, M.E., Baldi, J.C., Manning, P.J., Lucas, S.J.E., Hawley, J.A., Williams, M.J.A., *et al.* (2014) ‘Exercise Snacks’ before Meals: A Novel Strategy to Improve Glycaemic Control in Individuals with Insulin Resistance. *Diabetologia*, **57**, 1437-1445. <https://doi.org/10.1007/s00125-014-3244-6>
- [22] 殷明越, 陈志力, 李汉森, 等. 碎片化运动: 兼具应用可行性与健康促进效果的新策略[J]. 西安体育学院学报, 2023, 40(5): 615-627.
- [23] Wan, K.W., Dai, Z.H., Wong, P.S., *et al.* (2025) Effects of Exercise Snacks on Cardiometabolic Health and Body Composition in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **35**, e70114. <https://doi.org/10.1111/sms.70114>
- [24] Rafiei, H., Omidian, K., Myette-Côté, É. and Little, J.P. (2021) Metabolic Effect of Breaking up Prolonged Sitting with Stair Climbing Exercise Snacks. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **53**, 150-158. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002431>
- [25] Babir, F.J., Islam, H., McCreary, S., Vaz, E., Falkenhain, K., Cranston, K., *et al.* (2025) Technology-Enabled Exercise “Snacks” Are Feasible to Perform in a Real-World Setting: A Randomized Controlled Trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, **35**, e70117. <https://doi.org/10.1111/sms.70117>
- [26] Homer, A.R., Taylor, F.C., Dempsey, P.C., Wheeler, M.J., Sethi, P., Townsend, M.K., *et al.* (2021) Frequency of Interruptions to Sitting Time: Benefits for Postprandial Metabolism in Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, **44**, 1254-1263. <https://doi.org/10.2337/dc20-1410>
- [27] Henson, J., Davies, M.J., Bodicoat, D.H., Edwardson, C.L., Gill, J.M.R., Stensel, D.J., *et al.* (2016) Breaking up Prolonged Sitting with Standing or Walking Attenuates the Postprandial Metabolic Response in Postmenopausal Women: A Randomized Acute Study. *Diabetes Care*, **39**, 130-138. <https://doi.org/10.2337/dc15-1240>
- [28] 刘国香, 戴榕娟, 魏萍. 利用碎片化时间实施短时运动改善护士职业性腰背痛的效果评价[J]. 护士进修杂志, 2020, 35(21): 1941-1945.
- [29] 王涛. 中医微运动养生思想在“上班族”日常运动中的应用[J]. 中国民间疗法, 2025, 33(1): 16-18.
- [30] World Health Organization (2020) WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. World Health Organization.
- [31] Borg, G.A.V. (1982) Psychophysical Bases of Perceived Exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **14**, 377-381. <https://doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
- [32] 李政, 胡蕴, 马建华. 晚餐后不同时段运动对 2 型糖尿病患者餐后血糖谱的影响[J]. 南方医科大学学报, 2018, 38(10): 1165-1170.
- [33] Holmstrup, M., Fairchild, T., Keslacy, S., Weinstock, R. and Kanaley, J. (2014) Multiple Short Bouts of Exercise over 12-H Period Reduce Glucose Excursions More than an Energy-Matched Single Bout of Exercise. *Metabolism*, **63**, 510-519. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2013.12.006>
- [34] Jansons, P., Dalla Via, J., Daly, R.M., Fyfe, J.J., Gvozdenko, E. and Scott, D. (2022) Delivery of Home-Based Exercise Interventions in Older Adults Facilitated by Amazon Alexa: A 12-Week Feasibility Trial. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, **26**, 96-102. <https://doi.org/10.1007/s12603-021-1717-0>
- [35] Jenkins, E.M., Nairn, L.N., Skelly, L.E., Little, J.P. and Gibala, M.J. (2019) Do Stair Climbing Exercise “Snacks” Improve Cardiorespiratory Fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **44**, 681-684. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0675>
- [36] Hawari, N.S.A., Wilson, J. and Gill, J.M.R. (2019) Effects of Breaking up Sedentary Time with “Chair Squats” on Postprandial Metabolism. *Journal of Sports Sciences*, **37**, 331-338. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1500856>
- [37] Kim, H., Reece, J. and Kang, M. (2020) Effects of Accumulated Short Bouts of Exercise on Weight and Obesity Indices in Adults: A Meta-Analysis. *American Journal of Health Promotion*, **34**, 96-104. <https://doi.org/10.1177/0890117119872863>
- [38] Pinto, A.J., Bergouignan, A., Dempsey, P.C., Roschel, H., Owen, N., Gualano, B., *et al.* (2023) Physiology of Sedentary Behavior. *Physiological Reviews*, **103**, 2561-2622. <https://doi.org/10.1152/physrev.00022.2022>
- [39] Chastin, S.F.M., Egerton, T., Leask, C. and Stamatakis, E. (2015) Meta-Analysis of the Relationship between Breaks in Sedentary Behavior and Cardiometabolic Health. *Obesity*, **23**, 1800-1810. <https://doi.org/10.1002/oby.21180>
- [40] Han, M., Yun, J., Kuk, J.L. and Lee, S. (2025) Effect of Brief Intense Stair Climbing on Cardiorespiratory Fitness and Metabolic Risk Factors in Inactive Young Men with Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, **35**, Article 103902. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2025.103902>
- [41] Yin, M., Deng, S., Chen, Z., Zhang, B., Zheng, H., Bai, M., *et al.* (2024) Exercise Snacks Are a Time-Efficient

- Alternative to Moderate-Intensity Continuous Training for Improving Cardiorespiratory Fitness but Not Maximal Fat Oxidation in Inactive Adults: A Randomized Controlled Trial. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, **49**, 920-932. <https://doi.org/10.1139/apnm-2023-0593>
- [42] 王浩, 张丽, 张亚晶, 等. 短时运动对冠状动脉介入治疗术后冠心病患者肱动脉踝动脉脉搏波速度的影响[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2012, 14(3): 261-263.
- [43] Islam, H., Gibala, M.J. and Little, J.P. (2022) Exercise Snacks: A Novel Strategy to Improve Cardiometabolic Health. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, **50**, 31-37. <https://doi.org/10.1249/jes.0000000000000275>
- [44] 马泽平. 大学生体育锻炼对积极情绪的影响[J]. 体育科学进展, 2022, 10(4): 674-679.
- [45] Yeung, W.F., Lai, A.Y., Ho, F.Y., et al. (2018) Effects of Zero-Time Exercise on Inactive Adults with Insomnia Disorder: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Sleep Medicine*, **52**, 118-127. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2018.07.025>
- [46] 何其珍, 钟清玲, 徐瑾, 等. 南昌市社区老年人对“零时间运动”的感知和体验: 一项质性研究[J/OL]. 中国全科医学, 1-9. <https://link.cnki.net/urlid/13.1222.R.20260511.1001.006>, 2026-07-08.
- [47] 陈静, 王梦荷, 傅潇, 等. 零时间运动干预在失眠症患者中应用的研究进展[J]. 心理月刊, 2026, 21(9): 213-216.
- [48] 吴昊鸣, 夏利敏, 何汝南, 等. 基于“零时间运动”理念改良咽字诀呼吸操对慢性阻塞性肺疾病患者肺功能的影响[J]. 新中医, 2026, 58(10): 95-100.
- [49] 刘靖, 张宇清, 孙宁玲, 等. 智能可穿戴设备在中青年血压管理中应用中国专家共识[J]. 中华高血压杂志, 2022, 30(8): 720-724.
- [50] Ahmadi, M.N., Hamer, M., Gill, J.M.R., Murphy, M., Sanders, J.P., Doherty, A., et al. (2023) Brief Bouts of Device-Measured Intermittent Lifestyle Physical Activity and Its Association with Major Adverse Cardiovascular Events and Mortality in People Who Do Not Exercise: A Prospective Cohort Study. *The Lancet Public Health*, **8**, e800-e810. [https://doi.org/10.1016/s2468-2667\(23\)00183-4](https://doi.org/10.1016/s2468-2667(23)00183-4)
- [51] Western, M.J., Welsh, T., Keen, K., Bishop, V. and Perkin, O.J. (2023) Exercise Snacking to Improve Physical Function in Pre-Frail Older Adult Memory Clinic Patients: A 28-Day Pilot Study. *BMC Geriatrics*, **23**, Article No. 471. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-04169-6>
- [52] Tao, D., Awan-Scully, R., Cole, A., Gao, Y., Ash, G.I., Gu, Y., et al. (2023) Integration of Exercise Prescription into Medical Provision as a Treatment for Non-Communicable Diseases: A Scoping Review. *Frontiers in Public Health*, **11**, Article 1126244. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1126244>
- [53] Tao, D., Awan-Scully, R., Ash, G.I., Gu, Y., Pei, Z., Gao, Y., et al. (2023) Health Policy Considerations for Combining Exercise Prescription into Noncommunicable Diseases Treatment: A Narrative Literature Review. *Frontiers in Public Health*, **11**, Article 1219676. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1219676>