

# 数字化运动对大学生身体活动水平与静态行为干预研究进展

陈采铃<sup>1</sup>, 姬宣行<sup>1</sup>, 于海<sup>1</sup>, 熊哲宇<sup>2</sup>

1.广西开放大学, 南宁 530022; 2.河北工程大学体育与健康工程学院

**【摘要】** 为了解数字化运动对大学生身体活动(PA)不足与静态行为的干预效果,以提高 PA 水平并减少静态行为,本研究系统梳理了数字化运动干预的应用特征、数字化运动干预(培训网站及应用软件、社交媒体、可穿戴设备、新兴交互技术等载体)对大学生 PA 水平、静态行为的干预效果。通过目标设定、自我监测和反馈支持等行为改变要素,在一定程度上促进大学生 PA 水平并改善静态行为,为后续干预方案的设计与优化提供依据。

**【关键词】** 数字化;运动活动;静态行为;干预;学生

**【中图分类号】** R 179 G 806 G 804.49 TN 711.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2026)05-0756-05

## Research progress on digital exercise interventions for physical activity and sedentary behavior among college students

CHEN Cailing\*, JI Xuanxing, YU Hai, XIONG Zheyu

\* Guangxi Open University, Nanning 530022, Guangxi Zhuang Autonomous Region, China

**【Abstract】** To investigate the intervention effects of digital exercise on insufficient physical activity (PA) and sedentary behavior among college students, aiming to enhance PA levels and reduce sedentary behavior. The study systematically reviews the application characteristics of digital exercise intervention, the intervention effects of digital exercise intervention (training websites and applications, social media, wearable devices, emerging interactive technologies) on PA levels and sedentary behavior among college students. Through behavioral modification elements such as goal-setting, self-monitoring, and feedback support, the approach significantly enhances college students' PA levels and improves sedentary behaviors, so as to provide evidence for the design and optimization of future intervention programs.

**【Keywords】** Digitalization; Motor Activity; Sedentary behavior; Intervention; Students

肥胖是多数慢性疾病的共同危险因素,维持合理体重是降低慢性疾病负担的有效措施<sup>[1]</sup>。近年有调查显示我国大学生肥胖率已达 14.0%<sup>[2]</sup>。身体活动(physical activity, PA)不足与静态行为增加被认为是青年人群体重增加与代谢异常的重要风险因素<sup>[3]</sup>。在大学生群体中,传统 PA 促进方法多存在成本较高、实施场景受限及依从性不足等问题<sup>[4]</sup>,随着互联网技术的发展,数字化技术凭借覆盖面广、成本低与实时互动的优势,通过支持个体的行为改变要素,可提高 PA 水平并减少静态行为<sup>[5]</sup>。然而,当前数字化运动干预在大学生群体中的应用较为混杂,且各方案支持的行为要素存在差异。基于此,本研究梳理数字化运动干预对大学生 PA 水平与静态行为改变的相关文献,为后续干预方案的设计与优化提供依据。

## 1 数字化运动干预的应用特征

在世界卫生组织发布的《全球数字健康战略(2020—2025)》中,数字健康被定义为数字技术的开发与使用以改善健康相关的知识与实践领域<sup>[6]</sup>。尽管当前并未对数字健康的各个子概念逐一给出界定,但现有文献普遍将数字化运动干预置于移动健康与数字健康干预的理论基础之上,强调依托移动技术实现健康行为促进与自我管理<sup>[7]</sup>。基于此,本研究尝试将数字化运动干预定义为通过数字化技术(如可穿戴设备、移动应用等)向个体提供和支持与 PA 相关的行为改变要素,包括但不限于目标设定、运动监测以及社会支持等,以促进 PA 水平并减少静态行为,从而改善健康相关结局的运动干预方法。

随着数字平台从早期的单向信息传递逐步发展为具备交互、数据记录与个性化反馈能力的工具,专

**【基金项目】** 2025 年度广西高校中青年教师科研基础能力提升项目(2025KY2117)

**【作者简介】** 陈采铃(1993- ),女,广西北流人,大学本科,讲师,主要研究方向为运动促进健康。

**【通信作者】** 熊哲宇, E-mail: xiongzheyu0816@163.com。

家学者逐渐借助数字媒介开展健康行为促进,推动个体 PA 水平并改善久坐等不良行为<sup>[8]</sup>。从应用上看,数字化运动干预可追溯至互联网技术推动的电子健康概念,大量研究通过网站、在线课程等形式提供健康教育与行为支持,利用网络互动实现健康行为促进<sup>[9]</sup>。随着移动设备与无线技术普及,移动健康的概念也被提出,作为电子健康的子概念,强调无线技术支持的健康促进模式,使得健康行为教育逐渐从传统线下课程迁移到数字平台完成<sup>[10]</sup>。近年来,数字化运动干预研究重心逐渐由早期电子健康转向移动健康<sup>[11]</sup>,现有研究多依托移动应用、可穿戴设备及社交媒体等工具对运动进行监测与追踪,并基于数据进行反馈与激励,以促进健康行为<sup>[12]</sup>。

## 2 数字化运动干预对大学生 PA 水平的干预效果

### 2.1 基于培训网站及应用软件的数字化运动干预

基于网站及软件的数字化运动干预通常以网站推送运动知识与信息,并借助应用软件提供目标设定与反馈等行为要素支持,以促进 PA 水平。现有研究提示,该类干预在短期内可能改善大学生 PA 水平,但随访结果并不一致。Wadsworth 等<sup>[13]</sup>通过网站与邮件推送运动信息,并配合应用软件指导 91 名大学生日常运动,强化自我监测、目标设定等行为要素,6 周后每日中等强度身体活动(moderate physical activity, MPA)以及运动频率显著增加。基于网站的运动培训课程<sup>[14]</sup>,通过实施运动教育以及目标设定、激励反馈等行为要素支持,干预 3 个月后每周运动总量以及 MPA 显著增加。曾理等<sup>[15]</sup>基于移动应用,结合线上互助、跑步打卡等模块,对 596 名大学生开展数字化运动干预,结果显示干预后试验组的运动频率与运动时长皆有所提高。但有研究报道了不同结果,Epton 等<sup>[16]</sup>利用培训网站和应用程序对 1 445 名大学新生进行了为期 1 个月的线上运动教育,并开展小组互动支持,但干预后运动总量未出现显著变化。就行为改变而言,其干预方案仅提供了运动教育平台,缺少对大学生目标设定、运动追踪及激励反馈等行为要素的支持,可能使大学生仅了解运动带来的益处,而未能形成明确目标与持续强化,导致干预效果欠佳。Memon 等<sup>[17]</sup>在开展单次运动教育后,仅依赖应用程序记录学生的运动总量,并在达成一定目标时发放奖励,结果显示,试验组每日运动总量虽短暂升高,但随后即回落。提示以激励为核心的强化策略若缺乏持续的行为支持,干预效果难以维持。与此同时,激励反馈所指向的具体行为亦需明确。Wafi 等<sup>[18]</sup>通过应用程序仅对 77 名医学生静态行为进行记录与反馈,6 周干预后发现试验组的

久坐时间有所下降,但其运动总量无显著变化。总体来看,基于网站及应用软件的数字化运动干预需配置明确的目标设定与激励反馈等行为支持要素,但其长期效果相对有限<sup>[13-14,16,19]</sup>,提示此类干预在长期维持阶段仍存在不足,可能与反馈频率较低、个体化程度有限以及难以实时调整有关。

### 2.2 基于社交媒体的数字化运动干预

基于社交媒体的数字化运动干预以实时交互平台为载体,不仅能够持续推送运动信息,还可促进同伴互动和社会支持,相比线上网站类干预更具实时性、便携性和互动性,因此在短期内更具有促进大学生 PA 水平提升的潜力<sup>[19]</sup>。Alshahrani 等<sup>[20]</sup>在设立运动目标的基础上,每日通过社交平台持续推送运动反馈,干预后大学生 MPA 及运动总量均显著上升。郭凌云等<sup>[21]</sup>依托公众号、微信群等平台开展为期 3 个月的干预,持续推送锻炼信息并强化互动支持,结果显示试验组大学生运动频率和运动时长均显著提高。Mo 等<sup>[22]</sup>在运动干预中引入游戏化任务与社会激励,并以小组互助强化同伴监督,不仅提升了大学生的运动意愿,也显著提高了其高强度身体活动(vigorous physical activity, VPA)与 MPA 时间。Sriramatr 等<sup>[23]</sup>与 Rote 等<sup>[24]</sup>皆通过社交媒体设定运动目标以及实时反馈交流运动信息,干预后试验组的每日步行数显著上升。对基于社交媒体的数字化运动干预而言,在充足的同伴互动、社会支持的行为改变要素支持下,PA 强度的改变一定程度上取决于运动目标的设立。Lau 等<sup>[25]</sup>利用社交媒体开展为期 4 周的运动干预,侧重运动信息推送与社群互动,旨在提高大学生的日常活动总量。干预后,试验组运动意愿及日均步数显著上升,但缺乏强度导向的运动处方与目标设定,其 MPA、VPA 水平未见显著改变。Dillon 等<sup>[26]</sup>同样借助社交媒体促进 PA,但干预重点更多放在以日常活动减少静态行为,结果显示大学生低强度身体活动(light physical activity, LPA)与日均步数显著增加,而 MPA、VPA 无显著变化。综上,基于社交媒体的数字化运动干预在短期内可提升大学生 PA 水平,但改善幅度受运动目标和反馈方式影响较大。当干预设定明确的运动强度目标时,更可能促进 MPA/VPA 等强度指标;若仅强调提升活动总量或打断静态行为,虽可增加运动总量与 LPA,但运动强度未必同步改善。

### 2.3 基于可穿戴设备的数字化运动干预

可穿戴设备是指配戴于腕部、腰部或衣物上的活动监测装置,可通过内置传感器对个体 PA 进行连续、客观记录,如计步器与加速度计等<sup>[27]</sup>。除记录步数、步行时间等运动总量指标外,部分设备还能对 PA 进行运动强度分

级,为运动目标设定、反馈强化提供基础<sup>[28]</sup>。在促进活动总量上,当前研究多以目标设立、实时反馈为核心行为支持要素,AI-Nawaiseh 等<sup>[29]</sup>通过设定步数目标并借助可穿戴设备的记录与反馈,发现干预组运动步数显著增加且优于对照组。Alsaleh 等<sup>[30]</sup>将计步监测与激励反馈结合,干预后大学生 MPA 水平、运动总量均显著改善。类似地,Miragall 等<sup>[31]</sup>在 3 周内通过运动教育、目标设定并结合计步器实施干预,结果显示干预结束及随访阶段实验组步数增量更明显。Mallory 等<sup>[32]</sup>采用计步器结合线上计划与行为指导对大学生进行干预,干预组 PA 总量增幅亦高于对照组。上述研究提示,基于可穿戴设备的干预可能有助于促进大学生活动量累积,尤其在具备目标设定与反馈支持时更易观察到短期变化。

当结局转向 PA 强度时,研究结果出现了一定分化。Sañudo 等<sup>[33]</sup>在干预中引入小组比较导向的游戏化机制,对 MPA/VPA 进行加权评分,结果显示试验组 MPA、每日步数提升幅度优于对照组。Shin 等<sup>[34]</sup>将加速度计与手机应用结合,对运动强度实施过程与结果激励,干预后试验组 PA 水平更高、每日能量消耗较对照组增加 438.3 kcal(1 kcal=4.18 kJ)。相反,当干预未明确强调运动强度、仅设定总运动量目标时,其效果更多表现为步数或总 PA 量增加,而不一定转化为 MPA/VPA 提升。Li 等<sup>[35]</sup>仅对运动总量进行目标设定与反馈,试验组能量消耗和步数虽显著上升,但 MPA/VPA 未见显著变化;Sharp 等<sup>[36]</sup>在干预中同样未观察到组间 PA 差异,且 MPA 随时间变化不显著。Remskar 等<sup>[37]</sup>进一步发现,即使设置较高的运动目标,干预组与对照组 PA 总量虽有所上升,但强度差异不明显。提示若干预主要强调“增加活动量”,大学生更可能通过增加 LPA 完成目标。

**2.4 基于新兴交互技术的数字化运动干预** 近年来,大学生数字化运动干预的技术形态逐步由信息传递型工具,转向更强调交互体验、算法个性化和实时反馈的新兴数字交互系统。首先,以沉浸式虚拟现实和沉浸式运动游戏为代表的沉浸交互型技术,通过增强运动体验、愉悦感和参与动机,促进运动行为形成与维持。Liu 等<sup>[38]</sup>对 36 名大学生开展 4 周沉浸式虚拟现实(virtual reality, VR)骑行发现,VR 骑行可显著提升内在运动动机,降低抑郁症状,并改善日常 PA 水平。Harrington 等<sup>[39]</sup>比较沉浸式 VR 运动与传统运动,发现 2 种方式在心率和主观用力感上差异无统计学意义,但 VR 组的享受感、运动兴趣和情绪改善更优,日常运动行为表现更好。Gu 等<sup>[40]</sup>和 Tan 等<sup>[41]</sup>针对中国大学生的 2 项研究也得到相似结果:与传统舞

蹈或有氧操比较,沉浸式运动游戏虽然在能量消耗上不占优,但在运动体验、运动动机以及日常运动行为上更具优势。上述研究提示,此类技术的优势更多体现在提高运动乐趣、参与意愿上,而非直接增强即时运动强度,从而有助于促进大学生日常运动行为的形成与维持。

其次,人工智能(artificial intelligence, AI)驱动的交互技术同样逐渐开始应用。Gao 等<sup>[42]</sup>在北京 18 所高校 456 名大学生中应用了整合个性化推荐、动作识别、动态管理等模块的 AI 干预系统发现,大多数参与者认可其趣味性和激励作用,日常运动频率显著上升。Zhang 等<sup>[43]</sup>在 328 名本科生中实施 16 周 AI 运动干预,利用机器学习根据生理和行为数据动态调整运动内容、时机和强度,结果显示 AI 组在运动意愿和日常运动等指标上的改善优于对照组。此外,还有研究将大学生的可穿戴设备数据接入云端系统,依据其 PA 与静态行为情况进行交互推送,结果显示个性化干预可在短时间内提高大学生的运动步数与能量消耗<sup>[44]</sup>。

综合来看,近年来大学生数字化运动干预不局限于传统监测工具,而逐渐向新兴交互技术应用拓展。但现有证据仍以短期试验和可行性研究为主,其长期维持效果、不同技术路径的相对优势及推广可行性仍需更多研究验证。

### 3 数字化运动干预对大学生静态行为的干预效果

过长的静态行为不仅增加肥胖风险,也与心血管疾病、2 型糖尿病和代谢综合征等疾病风险升高有关<sup>[45]</sup>。当数字化干预提供了明确的运动方案并采取监督反馈时,个体更容易增加 PA 频率,从而减少静态行为,Dillon 等<sup>[26]</sup>通过社交媒体,每日推送 1 次运动信息,并设立相应运动目标以及奖励反馈,6 周干预后发现试验组静态行为减少了 120 min/d,其每次静态行为间隔时间从 106.60 min 降至 64.82 min。同样基于社交媒体反馈静态行为信息,Mo 等<sup>[22]</sup>在干预后发现,试验组久坐时间每周下降 420.00 min。Wafi 等<sup>[18]</sup>同样发现,在 6 周的间断久坐提醒及激励反馈干预下,试验组不仅总静态行为时间减少 1.82 h/d,并且单次静态行为( $\geq 30$  min)的持续时间下降 1.91 h/d,优于对照组。此外,有研究利用可穿戴设备监测个体 PA 情况,并基于数据提供个性化反馈以间断静态行为,结果均发现干预后试验组静态行为时长显著下降<sup>[35,37]</sup>,但相关证据有限。

### 4 小结与展望

数字化运动干预依托网站、移动应用、社交媒体

和可穿戴设备等技术,通过目标设定、自我监测和反馈支持等行为改变要素,在一定程度上促进大学生 PA 水平并改善静态行为。现有研究提示,数字化运动干预对 PA 总量提升具有一定促进作用,而对运动强度及静态行为的改善则受干预目标、反馈方式和研究设计等因素影响。总体来看,当干预具备清晰的运动方案,并结合目标设定、自我监测和激励反馈等支持时,更易观察到积极效果;若缺乏持续的行为支持,其干预效果则相对有限。与此同时,若要同时改善 PA 总量和运动强度,干预中还需强化对运动强度的监测与反馈。

尽管相关研究已积累一定证据,但仍存在以下不足:(1)技术形态和行为支持要素差异较大,研究异质性较高,未来可结合行为改变技术框架,标准化报告干预方案,以提升研究可重复性和证据质量;(2)部分研究仅关注单一行为改变要素,缺乏持续激励和社会支持,可能影响长期效果;(3)静态行为改善的作用机制尚不清晰,现有效果可能部分来源于 PA 增加的“挤占效应”,而以“间断静态行为”为直接目标的干预证据仍需进一步积累。

**利益冲突声明** 所有作者声明无利益冲突。

## 参考文献

- [1] 洪平, 马玉国, 陶芳标, 等. 基于健康生活方式的超重肥胖儿童青少年体重管理多学科专家共识[J]. 中国学校卫生, 2025, 46(12):1673-1680.  
HONG P, MA Y G, TAO F B, et al. Multidisciplinary expert consensus on weight management for overweight and obese children and adolescents based on healthy lifestyle[J]. Chin J Sch Health, 2025, 46(12):1673-1680. (in Chinese)
- [2] CAI S, ZHANG Y, CHEN Z, et al. Secular trends in physical fitness and cardiovascular risks among Chinese college students; an analysis of five successive national surveys between 2000 and 2019[J]. Lancet Reg Health West Pac, 2025, 58:101560.
- [3] CURRAN F, DAVIS M E, MURPHY K, et al. Correlates of physical activity and sedentary behavior in adults living with overweight and obesity: a systematic review[J]. Obes Rev, 2023, 24(11):e13615.
- [4] 熊哲宇, 郑尉, 高原. 高强度间歇日常体力活动对身体活动不足人群健康促进的研究进展[J]. 中国慢性病预防与控制, 2025, 33(8):614-620.  
XIONG Z Y, ZHENG W, GAO Y. Research progress of high-intensity intermittent daily physical activity on health promotion of people with insufficient physical activity[J]. Chin J Prev Control Chronic Dis, 2025, 33(8):614-620. (in Chinese)
- [5] 丁贤彬, 陈婷, 周庆, 等. “互联网+”健康管理对慢性病高风险人群生活方式与健康指标的影响[J]. 中国慢性病预防与控制, 2024, 32(8):580-584.  
DING X B, CHEN T, ZHOU Q, et al. Influence of Internet health management on lifestyles and health indicators of residents with high risk of non-communicable chronic diseases[J]. Chin J Prev Control Chronic Dis, 2024, 32(8):580-584. (in Chinese)
- [6] World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025[M]. Geneva:WHO,2021.
- [7] MCGOVERN L, O'TOOLE L, HOUSHALSADAT Z, et al. Women's perspectives on mhealth behavior change interventions for the management of overweight, obesity, or gestational diabetes: a qualitative Meta-synthesis[J]. Obes Rev, 2024, 25(8):e13761.
- [8] 谢劲. 社会支持对城市空巢老人身体活动的影响:自我效能的中介作用与互联网使用的调节作用[J]. 体育学刊, 2022, 29(6):85-92.  
XIE J. The influence of social support on physical activity of urban empty-nest elderly: mediating effect of self-efficacy and moderating effect of the Internet use[J]. J Phys Educ, 2022, 29(6):85-92. (in Chinese)
- [9] ZHONG H, SONG Y, LIU Q, et al. Factors influencing Ehealth literacy worldwide: systematic review and Meta-analysis[J]. J Med Internet Res, 2025, 27:e50313.
- [10] WANG J W, ZHU Z, ZHANG S, et al. Effectiveness of mhealth App-based interventions for increasing physical activity and improving physical fitness in children and adolescents: systematic review and Meta-analysis[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2024, 12:e51478.
- [11] VELMOVITSKY P E, KIROLOS M, ALENCAR P, et al. Leveraging mhealth technologies for public health[J]. JMIR Public Health Surveill, 2024, 10:e49719.
- [12] WILD V, HENDL T, JANSKY B. The ethics of mhealth as a global phenomenon[J]. Bioethics, 2024, 38(6):479-480.
- [13] WADSWORTH D D, HALLAM J S. Effect of a web site intervention on physical activity of college females[J]. Am J Health Behav, 2010, 34(1):60-69.
- [14] KATTELMANN K K, BREDBENNER C B, WHITE A A, et al. The effects of Young Adults Eating and Active for Health (YEAH): a theory-based web-delivered intervention[J]. J Nutr Educ Behav, 2014, 46(6):S27-S41.
- [15] 曾理, 韩星蕊. 数字技术对提升大学生体质健康水平的实验研究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(12):201-205, 247.  
ZENG L, HAN X R. Experimental study on the enhancement of college students' physical health level by digital technology[J]. Res Explor Lab, 2024, 43(12):201-205, 247. (in Chinese)
- [16] EPTON T, NORMAN P, DADZIE A S, et al. A theory-based online health behaviour intervention for new university students (U@Uni): results from a randomised controlled trial[J]. BMC Public Health, 2014, 14(1):563.
- [17] MEMON A R, MASOOD T, AWAN W A, et al. The effectiveness of an incentivized physical activity programme (active student) among female medical students in Pakistan: a randomized controlled trial[J]. J Pak Med Assoc, 2018, 68(10):1438-1445.
- [18] WAFI A M, ZAERI M A, KHUDIER A A, et al. Real-time vibration feedback from a smartphone application reduces sedentary time but does not increase physical activity among medical students[J]. Healthcare (Basel), 2024, 12(21):2133.
- [19] CAVALLO D N, TATE D F, RIES A V, et al. A social media-based physical activity intervention a randomized controlled trial[J]. Am J Prev Med, 2012, 43(5):527-532.

- [20] ALSHAHRANI A, SIDDIQUI A, KHALIL S, et al. WhatsApp-based intervention for promoting physical activity among female college students, Saudi Arabia; a randomized controlled trial[J]. *East Mediterr Health J*, 2021, 27(8):782-789.
- [21] 郭凌云, 吴凤彬. 多元化健康教育促进大学生体育锻炼行为的效果评价[J]. *中国学校卫生*, 2021, 42(1):50-53, 57.  
GUO L Y, WU F B. Evaluation on the effect of diversified health education in promoting college students' physical exercise behavior[J]. *Chin J Sch Health*, 2021, 42(1):50-53, 57. (in Chinese)
- [22] MO D, XIANG M, LUO M, et al. Using gamification and social incentives to increase physical activity and related social cognition among undergraduate students in Shanghai, China[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2019, 16(5):858.
- [23] SRIRAMATR S, BERRY T R, SPENCE J C. An Internet-based intervention for promoting and maintaining physical activity; a randomized controlled trial[J]. *Am J Health Behav*, 2014, 38(3):430-439.
- [24] ROTE A E, KLOS L A, BRONDINO M J, et al. The efficacy of a walking intervention using social media to increase physical activity; a randomized trial[J]. *J Phys Act Health*, 2015, 12(s1):S18-S25.
- [25] LAU P W C, WANG J J, RANSELL L L, et al. The effectiveness of Facebook as a social network intervention to increase physical activity in Chinese young adults[J]. *Front Public Health*, 2022, 10:912327.
- [26] DILLON K, ROLLO S, PRAPAVESSIS H. A combined health action process approach and mhealth intervention to reduce sedentary behaviour in university students; a randomized controlled trial[J]. *Psychol Health*, 2022, 37(6):692-711.
- [27] GERMINI F, NORONHA N, BORG DEBONO V, et al. Accuracy and acceptability of wrist-wearable activity-tracking devices; systematic review of the literature[J]. *J Med Internet Res*, 2022, 24(1):e30791.
- [28] WU Y, PETTERSON J L, BRAY N W, et al. Validity of the activPAL monitor to measure stepping activity and activity intensity; a systematic review[J]. *Gait Posture*, 2022, 97:165-173.
- [29] AL-NAWAISEH H K, MCINTOSH W A, MCKYER L J. An mhealth intervention using smartphone app to improve physical activity in college students; a randomized controlled trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(12):7228.
- [30] ALSALEH E. Is a combination of individual consultations, text message reminders and interaction with a Facebook page more effective than educational sessions for encouraging university students to increase their physical activity levels? [J]. *Front Public Health*, 2023, 11:1098953.
- [31] MIRAGALL M, DOMÍNGUEZ-RODRÍGUEZ A, NAVARRO J, et al. Increasing physical activity through an Internet-based motivational intervention supported by pedometers in a sample of sedentary students; a randomised controlled trial[J]. *Psychol Health*, 2018, 33(4):465-482.
- [32] MAILEY E L, WÓJCICKI T R, MOTL R W, et al. Internet-delivered physical activity intervention for college students with mental health disorders; a randomized pilot trial[J]. *Psychol Health Med*, 2010, 15(6):646-659.
- [33] SAÑUDO B, SANCHEZ-TRIGO H, DOMÍNGUEZ R, et al. A randomized controlled mhealth trial that evaluates social comparison-oriented gamification to improve physical activity, sleep quantity, and quality of life in young adults[J]. *Psychol Sport Exerc*, 2024, 72:102590.
- [34] SHIN D W, YUN J M, SHIN J H, et al. Enhancing physical activity and reducing obesity through smartcare and financial incentives; a pilot randomized trial[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2017, 25(2):302-310.
- [35] LI J, YANG H, SONG X, et al. Effectiveness of social media with or without wearable devices to improve physical activity and reduce sedentary behavior; a randomized controlled trial of Chinese postgraduates[J]. *Heliyon*, 2023, 9(10):e20400.
- [36] SHARP P, CAPERCHIONE C. The effects of a pedometer-based intervention on first-year university students; a randomized control trial[J]. *J Am Coll Health*, 2016, 64(8):630-638.
- [37] REMSKAR M, AINSWORTH B, MAYNARD O M, et al. Getting active through mindfulness; randomised controlled trial of a digital mindfulness-based intervention promoting physical activity engagement and enjoyment[J]. *Ment Health Phys Act*, 2025, 28:100680.
- [38] LIU W, MCDONOUGH D J, OGinni J, et al. Effects of an immersive virtual reality-based exercise intervention on psychological and physiological outcomes in college students; randomized controlled trial[J]. *JMIR Serious Games*, 2025, 13:e75777.
- [39] HARRINGTON R. Impact of immersive virtual reality exercise on physiological and psychological outcomes in college students; a comparison with traditional cardiorespiratory exercise[J]. *J Exerc Nutr*, 2025, 8(5):410-418.
- [40] GU D, GU C, OGinni J, et al. Acute effects of exergaming on young adults' energy expenditure, enjoyment, and self-efficacy[J]. *Front Psychol*, 2023, 14:1238057.
- [41] TAN K, AUTRY A K, OGinni J, et al. Efficacy of exergaming dance and aerobic dance on young adults' enjoyment, situational motivation, self-efficacy, and steps[J]. *Front Psychol*, 2025, 16:1573954.
- [42] GAO Y, ZHANG J, HE Z, et al. Feasibility and usability of an artificial intelligence-powered gamification intervention for enhancing physical activity among college students; quasi-experimental study[J]. *JMIR Serious Games*, 2025, 13:e65498.
- [43] ZHANG K, YANG M, LI L. Optimization of academic performance and mental health in college students through an AI-driven personalized physical exercise and mindfulness intervention system[J]. *Sci Rep*, 2026, 16(1):6024.
- [44] IKEGAYA M, FOO J C, MURATA T, et al. Using personalized intervention criteria in a mobile just-in-time adaptive intervention for increasing physical activity in university students; pilot study[J]. *JMIR Hum Factors*, 2025, 12:e66750.
- [45] ZHU Y, YAO T, TIAN L, et al. Associations of triglyceride glucose-body mass index and the combination of sedentary behavior and physical activity with risks of all-cause mortality and myocardial infarction; a cohort study from the UK Biobank[J]. *Cardiovascular Diabetol*, 2025, 24(1):102.