

即时适配干预在体重管理中的应用进展

周如霞,刘琦,杜颖,王岩,刘淑梅

摘要:即时适配干预作为新兴的数字化行为干预手段,以实时状态监测为基础,识别行为改变的关键时机,进而提供个性化、动态适配的干预支持,已在体重管理领域逐步应用。本文围绕即时适配干预概述,在体重管理中的应用设计、应用效果、现实困境与突破策略进行综述,以期优化体重管理数字化干预方案、推动临床实践应用提供参考。

关键词:超重; 肥胖; 体重管理; 即时适配干预; 生态瞬时评估; 可穿戴设备; 数字化技术; 综述文献

中图分类号:R47 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.15.125

Advances in the application of just-in-time adaptive interventions in weight management

Zhou Ruxia, Liu Qi, Du Ying, Wang Yan, Liu Shumei. School of Nursing, Mudanjiang Medical University, Mudanjiang 157011, China

Abstract: As an emerging digital behavioral intervention approach, just-in-time adaptive intervention (JITAI) is grounded in real-time state monitoring to identify critical moments for behavior change, thereby delivering personalized and dynamically tailored intervention support. This approach has been applied in weight management for obese/overweight populations. This paper provides an overview of JITAI, its application design, effectiveness, practical challenges, and breakthrough strategies in weight management, with the aim of offering a reference for optimizing digital intervention protocols for weight management and promoting its translation into clinical practice.

Keywords: overweight; obesity; weight management; just-in-time adaptive intervention; ecological momentary assessment; wearable device; digital technology; literature review

超重与肥胖已经成为全球性的公共卫生危机。根据 2025 年世界肥胖报告显示,我国超重与肥胖人群占比已达 41%^[1]。尽管手术与药物治疗为部分人群提供了有效选择,但行为矫正仍是实现可持续体重管理的核心手段。然而,传统行为干预方案多采用静态的干预范式,难以应对真实环境中行为的动态波动与个体差异^[2]。即时适配干预(Just-in-Time Adaptive Intervention, JITAI)作为一种创新的数字行为干预模式应运而生。该模式以实时状态监测为基础,动态捕捉个体实时状态与环境信息,识别行为改变的关键时机,进而提供适时的个性化支持^[3]。与传统的固定日程安排不同, JITAI 强调干预内容、时机与强度的动态调整,通过持续改变近端行为结局,逐步实现远期的体重管理目标^[4]。近年来, JITAI 在体重管理领域的研究日益增多,初步证实了其在饮食与运动行为干预中的可行性。本文对 JITAI 在体重管理中的应用进展进行综述,为临床实践与未来研究提供参考。

1 JITAI 概述

JITAI 的核心思想源于“在正确的时间提供正确的支持”,其干预理念可追溯至 Collins 等^[5]的适配干预。Nahum-Shani 等^[6]对 JITAI 的内涵与理论框架进行了系统界定,指出其核心特征为依托实时数据感知,在个体易感状态或干预接受度最高的关键节点,提供个性化、动态适配的干预支持。一个完整的 JI-

TAI 通常由 6 个部分构成^[6]:①决策点,即干预可能发生的时机,可以是固定时间间隔或由特定事件触发;②干预方案,即在每个决策点上可供选择的具体支持内容,也可包含“不提供干预”的选项;③调整变量,即需要通过实时数据感知的、用于动态调整干预决策的个体状态与情境信息,如当前疲劳程度、情绪水平、地理位置等;④决策规则,即将调整变量与干预方案进行匹配的逻辑算法,决定“在何种状态下提供何种干预”;⑤短期结局,即希望通过每次即时干预直接实现的近端行为改变结果;⑥长期结局,即希望通过多次即时干预的累积效应最终实现的远端健康结果。体重管理需要长时间坚持,而超重及肥胖患者的行为坚持性较差,加上不良的饮食习惯,使减重效果难以维持。JITAI 强调在关键节点进行干预,用户的接受性更强。目前, JITAI 已经在久坐行为、运动、饮食等体重管理相关行为干预中取得良好的成效^[7-9],在帮助超重及肥胖人群的长期行为维持以及体重控制方面展现出了突出的应用潜力。

2 JITAI 与相关概念关联

JITAI 与生态瞬时评估(Ecological Momentary Assessment, EMA)、生态瞬时干预(Ecological Momentary Intervention, EMI)密切相关,三者均依赖移动智能设备作为技术载体对个体状态进行捕捉,但核心功能存在明显差异。生态瞬时评估以采集实时数据为核心,能够减少回忆偏倚并真实反映动态变化^[10],但仅限于数据收集。生态瞬时干预在生态瞬时评估基础上增加了干预环节,其干预触发方式包括随机或固定的时间触发,也包括基于事件、环境或生

作者单位:牡丹江医科大学护理学院(黑龙江 牡丹江, 157011)

通信作者:刘淑梅, 1404562064@qq.com

周如霞:女,硕士在读,学生, 3287087116@qq.com

收稿:2026-03-10;修回:2026-05-21

理信号的动态触发,但干预内容以标准化为主,缺乏对个体差异和实时反馈的自适应调整能力^[11]。JITAI则弥补了这一不足,能够根据个体不断变化的内部状态与外部环境,在最适宜的时机提供匹配的干预内容,并能动态调整干预策略,具有即时性、自适应性的特点^[12],从而更贴合个体真实状态。

3 JITAI在体重管理中的应用设计

3.1 设备 JITAI在体重管理中的设备主要包括智能手环、智能手机应用、设备内置传感器,通过这些设备实现数据的客观采集。①智能手环。Ikegaya等^[13]使用Fitbit智能手环,借助其内置的三轴加速度计准确识别用户行走、跑步、静坐等行为,实时采集用户的久坐时间、活动时间、热量消耗、步数、移动距离等客观指标,并将移动距离与久坐时间作为干预触发的核心判断依据,当检测到移动距离低于干预标准或久坐时间超出个性化阈值时,即时触发干预推送,显著增加了参与者的身体活动,有效提升了能量消耗。②智能手机应用。OnTrack这款应用程序以智能手机作为消息推送与反馈交互工具,通过每日实时推送多次生态瞬时评估问卷,动态采集用户饮食失误情况及相关触发因素,快速判断用户饮食失误的风险等级与关键诱因,推送个性化应对方案与干预提醒,同时收集用户反馈,形成实时监测、动态评估、即时适配的干预体系,有效减少了用户的饮食失误行为,进一步强化体重管理的整体干预效果^[14]。③内置传感器。Vandelanotte等^[15]借助可穿戴设备、手机等终端内置的位置传感器、加速度传感器、环境传感器等,收集运动、地理位置、天气等多方面的实时数据,依托机器学习算法,动态优化干预推送的时机、频率与内容,为用户推送个性化的运动干预策略。研究表明,传感器的实时感知能力与算法的智能决策相结合,可有效提升用户减重幅度,为后续相关干预方案的设计与优化提供了重要依据。

3.2 调整变量 调整变量是JITAI的核心组成部分,是用于个性化适配的动态数据,包括内部状态和外部环境,调整变量的变化决定了个体何时需要干预、需要何种干预^[16]。根据调整变量的收集时间可分为基线调整变量(例如人口学特征、BMI、腰围、基线体力活动水平)以及过程调整变量(例如情绪、饮食行为、身体活动的实时数据、体质量动态变化等)。Forman等^[17]以食物渴求、消极情绪、睡眠不足、疲劳等20种饮食失误诱因为过程调整变量,通过生态瞬时评估进行实时采集,用于动态预测饮食失误风险,当识别饮食失误风险概率高于设定阈值时,判定为高风险状态即刻推送针对性干预措施。Bardus等^[18]将基线与过程变量相结合,以干预前的个体特征为基线调整变量,将干预期间动态采集的实时行为与状态数据(包括身体活动、体质量、饮食等数据)作为过程调整变量,用于在决策点实时决策并推送适配的干预内容。这表明,精准识别、动态监测并合理运用调整变

量,是提升JITAI精准性与有效性的关键。

3.3 决策点设置 决策点是提供干预的时机,通过评估调整变量,确定个体最易感、最需要支持的时间窗口^[6]。Nezami等^[19]将决策点分为固定决策点和自适应决策点两类,固定决策点采用预设日程表,每日固定1~2个时间点运行决策;自适应决策点在8:00—21:00的时间窗口内运行决策,结合用户近期行为进展、目标达成状态、日常行为模式以及近期体质量变化趋势,动态选择最优时机推送消息,在保持每日消息推送频次一致的前提下,实现干预时机的个性化适配。由此可见,JITAI的决策点应依托对调整变量实时评估,在固定时间窗口内,动态确定个体最需要支持的干预时机,依据个体行为状态动态选择最优时机,最终完成个性化的干预推送。

3.4 干预方案制订 干预方案是在决策点上根据调整变量的动态信息提供干预内容或方式,用于改善用户行为^[20]。Vetrovsky等^[21]以糖尿病患者作为JITAI的对象,将手机短信提醒作为核心干预内容,当患者出现连续久坐30 min或连续步行5 min状态时,系统分别推送起身活动、步行提速(达到有效运动强度)的短信干预;未满足触发条件时则不提供任何干预,实现动态适配。Firkin等^[22]使用Apple Watch智能推送干预信息,用户连续久坐达30 min时,推送起身活动的提示信息;用户步行超过250 m时,根据所处位置推送加快步行速度或延长步行时间的针对性信息;未满足触发条件或处于用户标记的忙碌时段则不推送信息。因此,干预方案的制订应结合决策点与调整变量的实时状态,明确需要提供的具体干预内容、实施方式,并合理设置不提供干预的条件,从而实现动态适配。

4 JITAI在体重管理中的应用效果

4.1 降低体质量相关参数

4.1.1 减重百分比 减重百分比能够客观反映减重的干预效果,适度减重5%~10%对健康改善具有积极的作用,而且该指标测量便捷,是多数减重研究评估干预有效性的核心指标^[23-24]。JITAI依托蓝牙体重秤与智能手机采集体质量,计算减重百分比,可以有效评估减重的干预效果。Forman等^[17]将JITAI应用于肥胖患者的减重全程,通过OnTrack应用程序实时监测饮食相关的数据并计算减重百分比,经过算法分析明确二者之间的关联,在加入饮食干预时受试者的减重百分比会显著升高,当减重百分比出现异常或饮食失误情况时,系统会即时推送并动态调整干预措施。该团队在后续研究中,进一步对受试者每周体质量进行实时监测,当监测到自我称重频次不足时,系统自动推送个性化提醒,当频次达标但减重进度放缓时,系统会结合饮食失误风险推送针对性干预,研究证实,JITAI能维持自我称重行为,并且自我称重频率与减重百分比呈正相关,每周称重频次越高,减重效果越好^[25]。这也进一步证实,JITAI依托

实时数据反馈与精准化干预策略,能够有效提升个体健康行为的依从性,进而优化减重效果。

4.1.2 体质量 体质量是评估减重效果最核心、最直观的指标,其变化可直接反映减重措施的实际效果^[26]。Hurley 等^[27]借助智能体重秤、Fitbit 手环、Nudge 手机应用程序,实时采集用户称重、活动时间、高油高糖饮食控制等体质量相关的行为目标数据,再通过算法精准识别合适的干预时机。研究发现,参与者体质量相关行为目标的完成情况与干预信息查看行为显著相关,未完成行为目标每增加 1 项,用户查看干预信息的概率降低 34.8%。Valle 等^[28]将 JITAI 与行为改变技术结合,通过实时捕捉受试者每日称重及体重管理相关行为信息,实时推送针对性的体重管理建议,并探究了不同干预信息对每日目标达成情况的影响。结果显示,行为目标达成度与体质量下降呈正相关,受试者查看干预信息的次数越多、目标达成天数越多,减重效果越好。以上研究表明 JITAI 凭借即时性特点,实现实时体重监测及智能化信息推送,这也印证了主动、规律的体重监测,能有效激活数字化减重干预中的健康行为,达到减重目的。

4.2 改善代谢水平 血糖作为代谢标志物,血糖状态的恶化与体质量、体脂堆积呈明显阶梯式关联,是反映体质量相关代谢异常的核心指标^[29]。Juarascio 等^[30]将 JITAI 与连续血糖监测技术结合,实时追踪受试者的血糖水平,根据血糖变化精准识别进食行为与进食模式,并结合电子自评及算法分析即时推送干预措施,结果显示,干预后受试者暴食发作次数、补偿行为以及进食障碍相关症状显著改善。该研究将血糖与 JITAI 相结合,依托连续血糖监测实现饮食行为的客观化、实时化识别,为与饮食限制密切相关的进食障碍患者提供了创新的数字化干预路径。

4.3 减少饮食失误 饮食干预是超重及肥胖患者体重管理的核心,合理膳食在体重管理中发挥着关键作用^[31]。目前研究表明,饮食失误与负面情绪有关,并且饮食失误也是体重管理失败的重要因素^[32-33]。Goldstein 等^[34]基于 JITAI 的监测与干预体系,通过每日 6 次生态瞬时评估,全面采集与饮食失误相关的各类影响因素,将情绪状态纳入饮食失误的关键触发指标,明确了情绪是诱发饮食失误的重要潜在触发因素。Juarascio 等^[35]使用 JITAI 实时监测参与者的饮食失误风险诱因,精准识别负面情绪、进食冲动等易引发饮食失误行为的高风险时刻,在高风险时刻推送情绪调节、进食冲动等针对性的认知行为指导,显著改善了饮食失误行为。以上研究表明将 JITAI 融入饮食干预,核心在于对饮食行为实时动态监测,精准识别高风险干预窗口并即时干预,以此改善饮食处方依从性、减少情绪驱动的饮食失误行为,为提升体重管理效果提供了关键技术路径。

4.4 提高活动效能 活动能够在增加能量消耗、调节食欲、改善情绪等多个维度实现体重管理,在饮食

干预基础上联合身体活动并加入自我称重,可形成三维联动的综合干预模式,显著提升体重管理效果^[36-37]。Thomas 等^[38]依托 JITAI 技术对超重及肥胖患者开展身体活动干预,利用智能手机自动监测患者的久坐状态,当达到预设久坐阈值时即时推送不同模式(30 min 久坐后步行 3 min,60 min 久坐后步行 6 min,120 min 久坐后步行 12 min)的步行提醒,运用实时数据展示、即时正向激励等方式增强患者的行为依从性。结果表明,3 种步行提醒均能有效减少久坐时间、增加日常体力活动量,其中 3 min、6 min 模式的患者依从性更好。Rabbi 等^[39]开发的 MyBehavior 应用是 JITAI 实时监测与个性化推送在体重管理领域的典型实践。该应用可自动追踪用户的身体活动,并采集饮食相关数据,借助算法精准识别干预时机,生成低门槛的个性化建议,同时推送个性化活动方案,干预结果显示,用户每日步行时间与运动消耗量均显著增加,饮食热量摄入明显下降,且对个性化建议的接受度与依从性均高于常规通用建议。以上研究充分印证 JITAI 凭借实时感知、动态适配、个性化推送的核心优势,可有效提升体重管理中的行为依从性。

5 JITAI 在体重管理中的现实困境与突破策略

5.1 实时数据采集的精准性与完整性不足 数据是体重管理中 JITAI 实现动态干预的核心基础,但其采集环节仍存在各种困境。由于可穿戴设备、家用体重秤等监测设备存在测量误差,易受使用方式、环境及用户状态影响,影响数据采集准确性,进而造成算法误判、干预策略不合理^[40];设备使用和技术故障也会导致部分关键行为数据丢失,数据完整性难以保障^[28]。对此,可对智能体重秤、活动监测设备等穿戴与传感工具制订统一的操作规范与记录标准,同时结合体质量、身体活动、饮食记录这些变量信息进行对比验证,对异常数值进行筛选与修正。在决策点判断上采用自适应决策,结合用户的日常行为规律选择高接受度的时间窗口获取数据。为用户提供不同的干预支持选择,降低用户的疲劳状态发生。并对设备设置每日同步与离线缓存机制,设立数据缺失的提醒以及手动补充通道,保证数据的完整性。结合用户历史行为和实时状态进行即时干预,实时监测用户的状态,及时对推送进行调整,进一步保障 JITAI 数据可靠性与干预有效性。

5.2 超重及肥胖患者依从性低 JITAI 的依从性是决定体重管理成效的关键。但随着干预时间延长,干预方案与个体实际情况容易出现偏差,使个体产生倦怠、疲惫与消极情绪,降低长期坚持的意愿。同时,高频率的干预信息推送,会增加使用者的任务负担与心理压力,引发抵触情绪,进一步导致依从性下降^[25,28]。为提升 JITAI 体重管理的依从性,应重视 JITAI 的设计方案,基于用户每日体质量、活动、饮食达标率等行为数据,每周自动更新目标难度,避免难度过高导致

的倦怠;可将每周减重目标拆解为每日可完成的小步骤,如每日固定称重、设置活动目标等,完成后给予正向鼓励,减少疲惫与消极情绪。

5.3 社会关系赋能不足 体重管理是一项长期坚持的行为,其效果不仅需要个人的长期依从性,也离不开家人、同伴的支持与配合。但目前用于体重管理的JITAI干预模式,对社会关系的赋能价值挖掘不足,没有将人际支持纳入整体设计,仅针对单个对象开展干预,难以形成稳定、长效的行为支持^[41]。未来研究应构建包含个体、双人、群体的社交单元JITAI方案,明确个体直接行为机制、人际间接影响机制与社交联结因果路径,按个体、双人、群体分别设定干预目标、决策规则与触发条件;同时设计多水平多时间维度干预方案,干预同时作用于个体水平、双人互动水平与社交单元水平,并采用快、中、慢时间尺度相结合的干预节奏,匹配不同时间维度上的动态变化规律。个体水平以快时间尺度(小时或天)实现个体实时状态的采集与行为支持;双人互动水平以中时间尺度(日或周)通过同伴支持推送联合任务、共同目标与互助提示;社交单元水平以慢时间尺度(周或月)判断群体互助氛围与共同目标完成度,推送集体打卡、小组激励的任务。形成更稳定、长期的体重管理干预模式。

6 小结

JITAI依托可穿戴设备、智能手机应用和传感器,在减少饮食失误、降低体质量相关参数、改善代谢水平、提高活动效能等方面实现了实时化与个性化干预,有效提升了超重及肥胖患者行为依从性、改善了减重效果,展现出显著应用优势。但当前研究仍处于探索阶段,还存在数据采集精准性与完整性不足、患者长期干预依从性偏低、社会关系赋能挖掘不够、大样本多中心长期实证研究匮乏等现实困境。未来应进一步优化智能设备与算法性能,结合JITAI的6个核心部分保证数据的完整性和准确性;同时重视家庭、同伴与群体等社会关系的支持作用,建立多层次、多时间尺度的协同干预模式,推动JITAI从单一主体干预向多方联动的长期支持体系转变。以此为基础开展大样本、多中心、长期随访研究,推进JITAI与临床及公共卫生服务深度融合,实现JITAI在体重管理领域的大规模应用。

参考文献:

[1] World Obesity Federation. World obesity atlas 2025[EB/OL]. (2025-02-28)[2025-03-12]. https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/World_Obesity_Atlas_2025_%28Chinese%29.pdf.

[2] Perdomo C M, Cohen R V, Sumithran P, et al. Contemporary medical, device, and surgical therapies for obesity in adults[J]. *Lancet*, 2023, 401(10382): 1116-1130.

[3] Nezami B T, Hurley L, Power J, et al. A pilot randomized trial of simplified versus standard calorie dietary self-monitoring in a mobile weight loss intervention[J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2022, 30(3): 628-638.

[4] Valle C G, Diamond M A, Heiling H M, et al. Effect of an mHealth intervention on physical activity outcomes among young adult cancer survivors: the IMPACT randomized controlled trial[J]. *Cancer*, 2023, 129(3): 461-472.

[5] Collins L M, Murphy S A, Bierman K L. A conceptual framework for adaptive preventive interventions[J]. *Prev Sci*, 2004, 5(3): 185-196.

[6] Nahum-Shani I, Smith S N, Spring B J, et al. Just-in-Time Adaptive Interventions (JITAI) in mobile health: key components and design principles for ongoing health behavior support[J]. *Ann Behav Med*, 2018, 52(6): 446-462.

[7] Vos A L, de Bruijn G J, Klein M C A, et al. Effectiveness of a just-in-time adaptive app to increase daily steps: an RCT[J]. *Am J Prev Med*, 2025, 68(1): 154-163.

[8] Ligtenberg A, Simons M, Barhorst M, et al. Making space a better place: just in time adaptive interventions for healthy lifestyles[J]. *AGILE GIScience Series*, 2026, 3: 1-5.

[9] Golbus J R, Shi J, Gupta K, et al. Text messages to promote physical activity in patients with cardiovascular disease: a micro-randomized trial of a just-in-time adaptive intervention[J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2024, 17(7): e010731.

[10] 王濯,陈举风,张振香,等.生态瞬时评估在慢性病患者体力活动中的应用进展[J]. *护理学杂志*, 2023, 38(18): 126-129.

[11] Heron K E, Smyth J M. Ecological momentary interventions: incorporating mobile technology into psychosocial and health behaviour treatments[J]. *Br J Health Psychol*, 2010, 15(Pt 1): 1-39.

[12] Goldstein S P, Evans B C, Flack D, et al. Return of the JITAI: applying a just-in-time adaptive intervention framework to the development of m-health solutions for addictive behaviors[J]. *Int J Behav Med*, 2017, 24(5): 673-682.

[13] 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.

[14] Goldstein S P, Thomas J G, Foster G D, et al. Refining an algorithm-powered just-in-time adaptive weight control intervention: a randomized controlled trial evaluating model performance and behavioral outcomes[J]. *Health Informatics J*, 2020, 26(4): 2315-2331.

[15] Vandelandotte C, Trost S, Hodgetts D, et al. Increasing physical activity using a just-in-time adaptive digital assistant supported by machine learning: a novel approach for hyper-personalised mHealth interventions [J]. *J Biomed Inform*, 2023, 144: 104435.

[16] 王晴,黄晓婷,唐四元,等.即时适配干预在护理领域中的应用进展[J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(4): 490-495.

- [17] Forman E M, Goldstein S P, Zhang F, et al. OnTrack: development and feasibility of a smartphone app designed to predict and prevent dietary lapses[J]. *Transl Behav Med*,2019,9(2):236-245.
- [18] Bardus M, Hamadeh G, Hayek B, et al. A self-directed mobile intervention (WaznApp) to promote weight control among employees at a Lebanese university: protocol for a feasibility pilot randomized controlled trial[J]. *JMIR Res Protoc*,2018,7(5):e133.
- [19] Nezami B T, Valle C G, Wasser H M, et al. Optimizing a mobile just-in-time adaptive intervention (JITAI) for weight loss in young adults: rationale and design of the AGILE factorial randomized trial[J]. *Contemp Clin Trials*, 2025,150:107808.
- [20] Hsu T C, Whelan P, Gandrup J, et al. Personalized interventions for behaviour change: a scoping review of just-in-time adaptive interventions[J]. *Br J Health Psychol*, 2025,30(1):e12766.
- [21] Vetrovsky T, Kral N, Pfeiferova M, et al. mHealth intervention delivered in general practice to increase physical activity and reduce sedentary behaviour of patients with prediabetes and type 2 diabetes (ENERGISED): statistical analysis plan[J]. *Trials*, 2025,26(1):166.
- [22] Firkin C J, Vemuri A, Rahman T, et al. Just-in-time adaptive intervention to promote walking behavior and reduce stationary time in physically inactive adults: protocol for the Walking With JITAI Study[J]. *JMIR Res Protoc*,2026,15:e79022.
- [23] Dhar D, Packer J, Michalopoulou S, et al. Assessing the evidence for health benefits of low-level weight loss: a systematic review[J]. *Int J Obes (Lond)*,2025,49(2):254-268.
- [24] van Rijswijk A S, van Olst N, Schats W, et al. What is weight loss after bariatric surgery expressed in percentage total weight loss (% TWL)? A systematic review [J]. *Obes Surg*,2021,31(8):3833-3847.
- [25] Forman E M, Goldstein S P, Crochiere R J, et al. Randomized controlled trial of OnTrack, a just-in-time adaptive intervention designed to enhance weight loss [J]. *Transl Behav Med*,2019,9(6):989-1001.
- [26] Goldstein S P, Brick L A, Thomas J G, et al. Examination of the relationship between lapses and weight loss in a smartphone-based just-in time adaptive intervention [J]. *Transl Behav Med*,2021,11(4):993-1005.
- [27] Hurley L, Nezami B T, Valle C G, et al. Motivated information avoidance in an mHealth weight loss intervention: associations between unmet behavioral goals and likelihood of viewing program messages [J]. *Digit Health*,2024,10:20552076241287365.
- [28] Valle C G, Nezami B T, O'Shea N G, et al. Outcomes of a pilot microrandomized trial of just-in-time adaptive intervention messages nudging weight-related behaviors in young adults[J]. *Digit Health*,2025,11:20552076251353267.
- [29] Scilletta S, Welsh P, Di Pino A, et al. Progressive increases in adiposity and ectopic fat surrogates across glycaemic states highlight weight reduction as a key target for type 2 diabetes prevention, especially in younger people[J]. *Diabetes Obes Metab*,2026,28(1):654-662.
- [30] Juarascio A S, Srivastava P, Presseller E K, et al. Using continuous glucose monitoring to detect and intervene on dietary restriction in individuals with binge eating: the SenseSupport Withdrawal Design Study[J]. *JMIR Form Res*,2022,6(12):e38479.
- [31] 胡怡,胡迎佳,李涛,等. 个性化膳食指导对体重管理期肥胖个体晚餐膳食结构的影响[J]. *营养学报*,2025,47(6):553-559.
- [32] Smith K E, Mason T B, Wang W L, et al. Dynamic associations between anxiety, stress, physical activity, and eating regulation over the course of a behavioral weight loss intervention [J]. *Appetite*, 2022, 168: 105706.
- [33] Dansinger M L, Gleason J A, Griffith J L, et al. Comparison of the Atkins, Ornish, Weight Watchers, and Zone diets for weight loss and heart disease risk reduction:a randomized trial[J]. *JAMA*,2005,293(1):43-53.
- [34] Goldstein S P, Zhang F, Klasnja P, et al. Optimizing a just-in-time adaptive intervention to improve dietary adherence in behavioral obesity treatment: protocol for a microrandomized trial[J]. *JMIR Res Protoc*, 2021, 10(12):e33568.
- [35] Juarascio A, Srivastava P, Presseller E, et al. A clinician-controlled just-in-time adaptive intervention system (CBT+) designed to promote acquisition and utilization of cognitive behavioral therapy skills in Bulimia Nervosa: development and preliminary evaluation study [J]. *JMIR Form Res*,2021,5(5):e18261.
- [36] 孙晓敏,车碧众,苟波,等. 中国居民运动减重专家共识 [J]. *中国预防医学杂志*,2024,25(4):395-405.
- [37] Koh J Y J, Tan S X, Tan X M, et al. Just-in-time adaptive interventions for weight management among adults with excess body weight: scoping review[J]. *J Med Internet Res*,2025,27:e76625.
- [38] Thomas J G, Bond D S. Behavioral response to a just-in-time adaptive intervention (JITAI) to reduce sedentary behavior in obese adults: implications for JITAI optimization[J]. *Health Psychol*,2015,34S(0):1261-1267.
- [39] Rabbi M, Pfammatter A, Zhang M, et al. Automated personalized feedback for physical activity and dietary behavior change with mobile phones:a randomized controlled trial on adults[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*,2015,3(2):e42.
- [40] Slade C, Sun Y, Chao W C, et al. Current challenges and opportunities in active and passive data collection for mobile health sensing: a scoping review [J]. *JAMIA Open*,2025,8(4):oaf025.
- [41] Nahum-Shani I, Murphy S A. Just-in-time adaptive interventions: where are we now and what is next? [J]. *Annu Rev Psychol*,2026,77(1):679-703.