

• 循证护理 •

即时自适应干预在久坐行为和体力活动中应用效果的 Meta 分析

王濯¹, 陈举凤¹, 姬艺菲¹, 张振香²

(1.常州大学 医学与健康工程学院, 江苏 常州 213164;

2.郑州大学 护理与健康学院, 河南 郑州 450001)

【摘要】 目的 系统评价即时自适应干预(just-in-time adaptive intervention, JITAI)在久坐行为和体力活动中的干预效果。方法 检索 PubMed、Web of Science、知网、万方等数据库中关于 JITAI 应用在久坐行为和体力活动的实验性或类实验性研究,检索时限为建库至 2024 年 2 月。采用 RevMan 5.4 和 Stata 15 软件进行分析。结果 共纳入 13 篇文献,共 756 例参与者。Meta 分析结果表明,JITAI 可减少久坐时间[SMD = -0.42, 95%CI(-0.58~-0.26), P < 0.001],增加轻度体力活动[SMD = -0.32, 95%CI(0.14~-0.50), P < 0.001]。但在久坐次数、中高强度体力活动和长期干预效果方面,差异均无统计学意义(均 P > 0.05)。结论 JITAI 可减少久坐时间和促进轻度体力活动,但在中高强度体力活动、久坐次数和长期干预效果方面是否具有优势有待进一步探讨。

【关键词】 即时自适应干预;生态瞬时评估;久坐行为;体力活动

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.04.024

【中图分类号】 R47 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2025)04-0099-05

Effects of Just-in-time Adaptive Intervention in Sedentary Behavior and Physical Activity: A Meta-analysis

WANG Zhuo¹, CHEN Jufeng¹, JI Yifei¹, ZHANG Zhenxiang² (1.School of Medicine and Health Engineering, Changzhou University, Changzhou 213164, Jiangsu Province, China; 2.School of Nursing and Health, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, Henan Province, China)

Corresponding author: ZHANG Zhenxiang, Tel: 0371-86565001

【Abstract】 Objective To evaluate the effectiveness of JITAI on sedentary behavior(SB) and physical activity(PA). **Methods** Databases, including PubMed, Web of Science, CNKI, Wanfang and others were searched from inception to February 2024 for relevant experimental and quasi-experimental studies on the application of JITAI targeting sedentary behavior and physical activity. A Meta-analysis was performed using RevMan 5.4 and Stata 15 software. **Results** 13 studies with 756 participants were included. The findings indicated that JITAI were associated with a significant reduction in the length of sedentary bouts [SMD = -0.42, 95%CI(-0.58 to -0.26), P < 0.001] and an increase in light physical activity(LPA)[SMD = 0.32, 95%CI(0.14 to -0.50), P < 0.001]. However, no statistically significant effects were observed for sedentary bouts, moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) or long-term intervention effects. **Conclusions** JITAI can reduce the length of sedentary bouts and promote LPA. Nevertheless, further research is needed to verify its effect on moderate to vigorous physical activity, sedentary bouts and long-term behavioral changes.

【Key words】 just-in-time adaptive intervention; ecological momentary assessment; sedentary behavior; physical activity

[Mil Nurs, 2025, 42(04): 99-103]

全球范围内,久坐行为(sedentary behavior, SB)呈现普遍化趋势^[1]。我国约 30.3%的成年人达到世界卫生组织推荐的体力活动水平,平均久坐时间长达 8.8 h/d,并随年龄增长而梯度上升^[2]。研究^[3]显示,久坐行为与心血管疾病、癌症、糖尿病等多种疾病有关。在实际生活中,多数个体难以实现

自身行为模式的转变且长期维系已达成的行为状态。智能手机和内置传感器(如加速计、光传感器)等在日常生活中的广泛使用,使实时提供个性化、动态的干预措施成为可能,即时自适应干预(just-in-time adaptive intervention, JITAI)由此应运而生。与传统干预的“一刀切”模式不同,JITAI 通过手机或可穿戴设备监测个体的内部状态和外部环境,适应随时间和情境因素变化的行为,在正确的时间提供正确类型/强度的支持,从而实现“动态定制化干预”^[4]。目前,JITAI 已成功应用于戒烟、酗酒等领

【收稿日期】 2024-08-15 **【修回日期】** 2025-01-10

【基金项目】 国家自然科学基金青年项目(72204029)

【作者简介】 王濯,博士,副教授,电话:0519-86330225

【通信作者】 张振香,电话:0371-86565001

域^[5],在久坐行为和体力活动领域,JITAI通过实时监测久坐时长和活动时间等行为数据和环境背景,动态触发情境化干预。虽然现有研究已初步探讨JITAI对久坐行为和体力活动的干预效果,但干预设计(如触发方式、反馈内容)及研究特征(如样本量、干预周期)等存在差异,干预效果具有争议。故本研究通过Meta分析,系统评价JITAI在久坐行为和体力活动中的应用效果,以期优化JITAI设计提供参考。

1 资料与方法

1.1 检索策略 计算机检索PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、知网、万方、中国生物医学数据库和维普等数据库,检索建库至2024年2月25日公开发表的JITAI应用在久坐行为和体力活动中的研究。中文检索词为即时自适应干预/即时适配干预/生态瞬时干预/情境感知/实时干预/智能干预,久坐行为/久坐时间/静态行为等;英文检索词为just-in-time adaptive intervention*/JITAI*/ecological momentary intervention/EMI/context aware/intelligent real-time therapy/dynamic tailoring/real-time feedback, sedentary behavior/sitting time/inactive等。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:(1)研究对象:年龄 ≥ 18 岁;(2)干预措施:对照组包括健康教育、电子健康干预,但不含有JITAI核心要素,干预组为JITAI,通常包含情境感知干预、实时干预、智能干预和生态瞬时干预^[6];(3)结局指标:客观测量的久坐时间、轻度体力活动(light physical activity, LPA)时间、中高强度体力活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)时间、久坐次数,是指单次持续久坐时间 ≥ 30 min的次数;(4)研究类型:实验性研究或类实验性研究。排除标准:(1)非中英文文献;(2)重复文献;(3)综述、会议等;(4)无法获取全文;(5)数据不完整的文献。

1.3 文献筛选与数据提取 由2名研究者参与,并独立筛选检索所得文献,筛选过程若存在不同意见,则由第3名研究者讨论后作出决定。研究者提取数据后,由另一名研究者独立审阅检查,提取内容包括:作者、国家、研究对象、年龄、样本量、干预时长、适配变量、核心干预和干预载体等。

1.4 文献质量评价 由2名研究者独立对纳入文献开展方法学质量评价及交叉核对,分歧由第3名研究者裁定。采用Cochrane评价手册5.1^[7]对随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)进行偏倚风险评估,质量等级分为A级(条目全符合)、B级

(条目部分符合)和C级(条目全不符合)。类实验研究(quasi-randomized controlled trial, QES)则依据澳大利亚乔安娜布里格斯研究所(Joanna Briggs Institute, JBI)循证卫生保健研究中心的9项评价标准^[8]进行评价,其质量等级与RCT偏倚风险评估工具一致。

1.5 统计学方法 采用RevMan 5.4和Stata 15软件进行Meta分析。未报告标准差的文献,依据Cochrane协作网发布的数据转换工具^[9],通过95%可信区间(confidence interval, CI)估算标准差。结局指标均为连续性变量,采用标准化均数差(standard mean difference, SMD)或均数差(mean difference, MD)计算95%CI。通过 Q 、 H 和 I^2 统计量评估研究间的异质性。 $H > 1.5$ 提示存在异质性, $H < 1.2$ 则提示研究同质;若 H 值在1.2和1.5之间且95%CI包含1,则在0.05的检验水准下无法确定异质性,否则认为存在异质性。 I^2 越大异质性越高,25%、50%、75%分别表示低、中、高异质性。若各研究间同质,则选择固定效应模型;反之用随机效应模型,并利用亚组分析进一步探索异质性来源,采用漏斗图和Egger检验发表偏倚。

2 结果

2.1 文献检索结果 初步检索得1380篇文献,中英文1346篇,中文34篇,剔除重复文献后共得到639篇。阅读标题和摘要后获得109篇;精读全文后,因年龄、干预措施、研究类型、结局指标不符及无法获取全文或提取数据等排除96篇文献,最终纳入13篇文献^[10-22]。

2.2 纳入研究的基本特征及质量评价 本研究共纳入7篇RCT^[10-16],5篇自身前后对照^[17-21],1篇类实验研究^[22]。文献基本特征及质量评价见表1。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 久坐行为

2.3.1.1 总久坐时间 13项^[10-22]研究报告了总久坐时间,各研究间异质性较低 $[Q = 21.49, P = 0.09; H = 1.2, 95\%CI(1.0 \sim 1.7); I^2 = 34\%]$,采用固定效应模型,结果显示,JITAI能减少久坐时间 $[SMD = -0.42, 95\%CI(-0.54 \sim -0.30), P < 0.001]$ 。为降低临床异质性,根据研究类型、研究人群、设备类型、干预时长、适配变量、核心干预、样本量等进行亚组分析,发现适配变量、核心干预和样本量对合并结果产生显著影响。见表2。因纳入研究超过10项,使用漏斗图判断发表偏倚,为降低主观性,进一步使用Egger检验,结果显示差异无统计学意义($P = 0.948$),提示存在发表偏倚的可能性较小。

表 1 纳入文献的基本特征 (n=13)

纳入文献	国家	研究对象	年龄 (岁, I/C)	样本量 (I/C)	干预 时长	适配变量	核心 干预	干预载体	结局指标	文献 质量
Arrogi 等 ^[10]	比利时	久坐成年人	33.6±8.3/39.2±11.5	30/30	2周	SB数据	A,C	智能手机、臂带式传感器	①⑦⑫	B
Patterson 等 ^[11]	澳大利亚	冠心病患者	64.1±10.0/61.1±10.0	58/59	6个月	SB数据	A,C	智能手机、腰带式 Fitbit	①⑩⑪⑬	B
Nicolson 等 ^[12]	爱尔兰	男性职员	42.9±11.0	22	8周	SB数据	A,C	智能手机、智能手表	①②⑤⑥	B
Finkelste 等 ^[13]	美国	超重女性	52.0±12.0	27/-	8周	PA数据	A	智能手机、Fitbit	①③	B
Oppizzo 等 ^[14]	美国	久坐女性	59.7±14.3/61.5±10.1	21/20	13周	PA数据、物理环境背景	B,C	腰带式 Fitbit、App、短信	①	B
van Dantzig 等 ^[15]	荷兰	职员	44.5±7.9/44.3±8.0	40/46	6周	SB数据	A,C	智能手机、电脑	②④	B
van Bakel 等 ^[16]	荷兰	冠心病患者	63.0±10.0/64.0±10.0	106/104	12周	SB数据、物理环境背景	A	智能手机、袖珍活动追踪器、App	①⑫	A
Bond 等 ^[17]	美国	肥胖成年人	47.5±13.5	30/-	3周	SB数据	A,C	智能手机、臂带传感器、App	①②	B
Huang 等 ^[18]	英国	职员	40.5±11.0	15/-	6周	SB数据	A,C	智能手机、腕带式传感器、发光二极管	①⑧⑫	B
Direito 等 ^[19]	新西兰	成年人	34.5±11.8	69/-	8周	PA,SB数据	B	智能手机、App	①②⑤⑥	B
Boerema 等 ^[20]	荷兰	职员	58.9±5.4	15/-	1周	PA数据	B	智能手机、臂带式传感器	①	B
Pellegrin 等 ^[21]	美国	糖尿病患者	53.1±10.7	7/-	1个月	SB数据	A	智能手机、腰带式加速度计、App	①②	B
Gilson 等 ^[22]	澳大利亚	职员	48.0±13.0/47.0±13.0	24/33	5月	SB数据	A	电脑、腕式加速度计、压力传感器	①②	B

I: 干预组; C: 对照组; 久坐行为 (sedentary behavior, SB) 数据; 体力活动 (physical activity, PA) 数据。核心干预: A 久坐中断; B 体育锻炼建议; C 反馈激励。结局指标: ①久坐时间; ②PA时间; ③步数; ④屏前时间; ⑤可接受性; ⑥可行性; ⑦App 可用性; ⑧主观职业体力活动; ⑨久坐次数; ⑩生理参数; ⑪生活质量; ⑫心理状态; ⑬非计划性再入院率

表 2 JITAI 对总久坐时间干预效果的亚组分析 (n=13)

亚组	项目	文献数量	异质性检验		效应 模型	Meta 分析结果	
			I ² (%)	P		SMD/MD (95% CI)	P
研究类型	RCT	7 ^[10-16]	55	0.04	固定	-0.45 (-0.61 ~ -0.28)	<0.001
	QES	6 ^[17-22]	34	0.09	固定	-0.38 (-0.57 ~ -0.20)	<0.001
研究人群	健康人群	10 ^[10,12-15,17-20,22]	37	0.10	固定	-0.44 (-0.59 ~ -0.29)	<0.001
	慢性病	3 ^[11,16,21]	46	0.16	固定	-0.38 (-0.59 ~ -0.16)	0.030
设备类型	腰或臂带式传感器	5 ^[10-11,13,20-21]	8	0.36	固定	-0.34 (-0.58 ~ -0.10)	0.006
	腕或臂带式传感器	5 ^[12,14,17-18,22]	32	0.19	固定	-0.36 (-0.57 ~ -0.14)	0.001
干预时长	≤6周	6 ^[10,15,17-18,20-21]	4	0.40	随机	-0.65 (-0.85 ~ -0.44)	<0.001
	>6周	7 ^[11-14,16,19,22]	2	0.41	随机	-0.28 (-0.44 ~ -0.13)	<0.001
适配变量	SB数据	8 ^[10-12,15,17-18,21-22]	47	0.05	固定	-0.47 (-0.64 ~ -0.31)	0.002
	PA数据	2 ^[13,20]	0	0.90	固定	-0.24 (-0.48 ~ 0.00)	0.050
	PA+SB数据	1 ^[19]	-	-	固定	-0.33 (-0.76 ~ 0.10)	0.130
	SB/PA数据+物理环境背景	2 ^[14,16]	68	0.08	固定	-0.40 (-0.65 ~ -0.15)	0.002
核心干预	仅久坐中断	4 ^[13,16,21-22]	15	0.32	固定	-0.40 (-0.62 ~ -0.19)	<0.001
	久坐中断/体育锻炼建议、反馈激励	7 ^[10-12,14-15,17-18]	52	0.03	固定	-0.47 (-0.64 ~ -0.30)	<0.001
	仅体育锻炼建议	2 ^[19-20]	0	0.99	固定	-0.29 (-0.59 ~ 0.02)	0.060
样本量	大样本 (≥30)	5 ^[10-11,15-16,19]	44	0.09	随机	-0.53 (-0.72 ~ -0.33)	<0.001
	小样本 (<30)	8 ^[12-14,17-18,20-22]	0	0.65	随机	-0.19 (-0.43 ~ 0.06)	0.130

2.3.1.2 久坐次数 4项研究^[10-11,18,20]测量了久坐次数,各研究间异质性较大(Q=22.74, P<0.001; H=2.81; I²=87%),故采用随机效应模型进行分析,差异无统计学意义[SMD=-0.58, 95% CI (-1.40~0.24), P=0.16]。根据年龄、核心干预、干预时长、适配变量、久坐次数定义进行亚组分析,结果显示,年龄、适配变量是导致久坐次数异质性高的主要因素,且亚组间差异均具有统计学意义(P<0.001)。见表3。

2.3.1.3 长期随访的总久坐时间 仅1项研究^[14]评估久坐时间的长期效果,因此,对其进行描述性分析。在干预结束9周后进行随访,久坐时间从干预前1014.1(888.0, 1140.1)min降至随访时的991.0(862.7, 1119.4)min(P=0.74),虽无统计学差异,但

久坐时间有所减少。

2.3.2 体力活动 5项研究^[11,17,19,21-22]测量了PA, LPA和MVPA各研究间均无异质性(LPA:Q=5.57, P=0.47; H=1.0; I²=0%; MVPA:Q=3.04, P=0.80; H=1.0; I²=0%),均采用固定效应模型,结果显示,JITAI可促进受试者的LPA[SMD=0.32, 95% CI(0.14~0.50), P<0.001]。在MVPA方面,差异无统计学意义[SMD=0.14, 95% CI(-0.03~0.32), P=0.12]。

3 讨论

3.1 JITAI能减少久坐行为 本研究发现,JITAI可有效减少久坐时间。JITAI通过整合主客观数据,如久坐时长、地理位置、环境背景及情绪状态等,实时监测个体行为情境,结合算法制订契合当下情

境变化或个体需求的支持方案,如久坐中断、行为替代建议以及反馈激励,以达到减少久坐行为的目的^[18]。对久坐时间进行亚组分析发现,适配变量、核心干预和样本量是影响干预效果的关键因素。适配久坐行为数据的干预效果优于 PA 数据,这一差异可能源于目标行为的特异性,直接监测久坐行为可提供更精准的触发时机(如久坐 30 min 触发提醒^[16]),而 PA 数据无法准确捕捉久坐中断的“临界

点”。其次,复合型的核心干预效果较强,反馈激励(如目标达成后的正向反馈^[17])可通过增强自我效能感促进行为维持,这与社会认知理论中“即时奖励强化行为改变”的观点相契合^[23]。此外,JITAI 干预载体主要为智能手机和可穿戴设备,相比于臀戴式传感器,腕带式在改善久坐行为方面更有优势,这提示未来研究应选择便携性和互动性更强的设备作为干预载体。

表 3 JITAI 对久坐次数干预效果的亚组分析(n=4)

亚组	分类	文献数量	异质性		效应模型	Meta 分析结果	
			I ² (%)	P		SMD(95%CI)	P
年龄	≥45 岁	2 ^[11,20]	66	0.090	固定	-1.21(-2.03~-0.39)	0.004
	<45 岁	2 ^[10,18]	0	0.950	固定	0.02(-0.31~0.35)	0.900
核心干预	久坐中断+反馈激励	3 ^[10-11,18]	91	<0.001	固定	-0.53(-1.59~0.54)	0.330
	体育锻炼建议	1 ^[20]	—	—	固定	-0.76(-1.51~-0.02)	0.040
干预时长	≤6 周	3 ^[10,18,20]	83	0.003	固定	-0.81(-1.77~0.15)	0.100
	>6 周	1 ^[11]	—	—	固定	0.03(-0.34~0.39)	0.890
适配变量	PA 数据	1 ^[10]	—	—	固定	-1.62(-2.21~-1.03)	0.001
	SB 数据	3 ^[11,18,20]	44	<0.001	固定	-0.17(-0.63~0.28)	0.450
久坐次数定义	>30 min	3 ^[10-11,20]	91	<0.001	固定	-0.48(-0.76~-0.19)	0.001
	>60 min	1 ^[18]	—	—	固定	0.00(-0.72~0.72)	1.000

本研究结果显示,JITAI 未能降低久坐次数,因仅纳入 4 项研究,且由于年龄和适配变量导致异质性较大。在中老年群体中,JITAI 可显著减少久坐次数,与 Stockwell 等^[24]研究结果相似,中老年人对健康风险的敏感性较高,干预依从性更高。虽然 JITAI 对久坐次数的干预效果因适配变量而异,但纳入适配 PA 数据的研究较少,可能影响结果的稳健性。建议未来研究重点关注适配变量与 JITAI 近端结局的衔接,以评估 JITAI 的可持续性。由于纳入的原始研究数量较少,本研究未对长期效果进行 Meta 分析,JITAI 在长期行为维持中的动机激发机制仍需进一步探索。未来研究应增加对长期效果的评估,并从个体特征、生活环境、干预内容与频率等多维度剖析影响 JITAI 长期有效性的因素,以准确判断其在长期干预久坐行为的真实效能。

3.2 JITAI 能促进体力活动 本研究结果显示,JITAI 可促进 LPA,但对 MVPA 的促进作用有限,分析原因如下。纳入研究的 JITAI 多依赖行为数据或位置数据触发即时干预支持,未将 PA 的心理和情感状态数据(动机、情绪、压力水平)作为适配变量^[25]。Fogg 行为模型^[26]指出,行为改变需同时具备动机、能力和提示三要素,LPA 和减少久坐对个体的运动能力要求低且执行阻力小,而 MVPA 则需要较高的内在动机和体能储备^[27]。目前促进 PA 的 JITAI 不满足行为改变的三要素,仅依赖行为、位置

数据的单一反馈机制,缺乏对个体目标、偏好、障碍和内在动机的深度适配,这可能是导致 JITAI 对 MVPA 无效的原因。生态瞬时评估被认为是 JITAI 捕捉心理和情感状态数据的重要手段^[4],其细粒度数据是 JITAI 交付不可或缺的部分^[28]。建议未来研究结合 EMA 数据,动态调整干预触发时机和反馈内容,以提升干预的精准性和个性化,从而高效、精确地测量适配变量并确定最佳干预时机。

3.3 本研究的局限性 本研究纳入的文献均为英文文献且样本量较小,可能导致选择偏倚和发表偏倚。纳入原始研究数量较少,制约了研究结果的精度;不同研究设计类型的文献合并时可能存在未知的混杂因素。最后,Bond 等^[17]研究中存在 3 种干预处理共用一个对照,可能导致效应值的不独立性,但由于各组间的相关性数据难以获取,故未构建方差协方差矩阵调整效应值的协方差结构。

4 小结

JITAI 可减少总久坐时间、增加 LPA,但对 MVPA 和久坐次数的影响尚不明确;受纳入研究数量的限制,缺乏对长期效应指标的检验。其次,JITAI 的开发和实施仍处于早期阶段,在研究设计时需要规范动态行为理论、干预技术、测量方法和多学科交叉。期待未来出现更多大样本、多中心的研究以验证 JITAI 的有效性,为国内 JITAI 提供更多依据。

【参考文献】

- [1] STRAIN T, FLAXMAN S, GUTHOLD R, et al. National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5.7 million participants[J]. *The Lancet Global Health*, 2024, 12(8): e1232-e1243.
- [2] CHEN Y, CHAN S, BENNETT D, et al. Device-measured movement behaviors in over 20,000 China Kadoorie Biobank participants[J/OL]. [2024-03-24]. <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/38001522>. DOI: 10.1186/s12966-023-01537-8.
- [3] THORP A A, OWEN N, NEUHAUS M, et al. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults: a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011[J]. *Am J Prev Med*, 2011, 41(2): 207-215.
- [4] NAHUM-SHANI I, HEKLER E B, SPRUIJT-METZ D. Building health behavior models to guide the development of just-in-time adaptive interventions: a pragmatic framework[J]. *Health Psychol*, 2015, 34(Suppl): 1209-1219.
- [5] 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.
- [6] ALLICOCK M, KENDZOR D, SEDORY A, et al. A pilot and feasibility mobile health intervention to support healthy behaviors in African American breast cancer survivors[J]. *J Racial Ethn Health Disparities*, 2021, 8(1): 157-165.
- [7] CUMPSTON M, LI T, PAGE M J, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the cochrane handbook for systematic reviews of interventions[J/OL]. [2024-02-19]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/31643080>. DOI: 10.1002/14651858.ED000142.
- [8] INSTITUTUTE J B. Critical appraisal checklist for quasi-experimental studies (non-randomized experimental studies) [EB/OL]. [2024-02-19]. <https://jbi.global/critical-appraisal-tools>.
- [9] COCHRANE. revman-calculator [EB/OL]. [2024-03-31]. <https://training.cochrane.org/resource/revman-calculator>.
- [10] ARROGI A, BOGAERTS A, SEGHERS J, et al. Evaluation of ST App: a smartphone-based intervention to reduce prolonged sitting among Belgian adults[J]. *Health Promot Int*, 2019, 34(1): 16-27.
- [11] PATTERSON K, DAVEY R, KEEGAN R, et al. Testing the effect of a smartphone App on hospital admissions and sedentary behavior in cardiac rehabilitation participants: ToDo-CR randomized controlled trial [J/OL]. [2024-02-22]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/37788043>. DOI: 10.2196/48229.
- [12] NICOLSON G H, HAYES C B, DARKER C D. A cluster-randomised crossover pilot feasibility study of a multicomponent intervention to reduce occupational sedentary behavior in professional male employees[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/34501882>. DOI: 10.3390/ijerph18179292.
- [13] FINKELSTEIN J, BEDRA M, LI X, et al. Mobile App to reduce inactivity in sedentary overweight women[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26262016>. DOI: 10.3233/978-1-61499-564-7-89.
- [14] OPPEZZO M A, TREMMEL J A, KAPPAHANN K, et al. Feasibility, preliminary efficacy, and acceptability of a twitter-based social support group vs. Fitbit only to decrease sedentary behavior in women[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/34401385>. DOI: 10.1016/j.invent.2021.100426.
- [15] VAN DANTZIG S, GELEIJNSE G, VAN HALTEREN A T. Toward a persuasive mobile application to reduce sedentary behavior[J]. *Pers Ubiquitous Comput*, 2013, 17(6): 1237-1246.
- [16] VAN BAKEL B, KROESEN S H, BAKKER E A, et al. Effectiveness of an intervention to reduce sedentary behavior as a personalised secondary prevention strategy for patients with coronary artery disease: main outcomes of the SIT LESS randomised clinical trial[J/OL]. [2024-03-22]. <https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/36788615>. DOI: 10.1186/s12966-023-01419-z.
- [17] BOND D S, THOMAS J G, RAYNOR H A, et al. B-MOBILE: a smartphone-based intervention to reduce sedentary time in overweight/obese individuals: a within-subjects experimental trial[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24964010>. DOI: 10.1371/journal.pone.0100821.
- [18] HUANG Y, BENFORD S, LI B, et al. Feasibility and acceptability of an internet of things-enabled sedentary behavior intervention: mixed methods study [J/OL]. [2024-03-22]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36848183>. DOI: 10.2196/43502.
- [19] DIREITO A, TOOLEY M, HINBARJI M, et al. Tailored daily activity: an adaptive physical activity smartphone intervention [J]. *Telemed J E Health*, 2020, 26(4): 426-437.
- [20] BOEREMA S, VAN VELSEN L, HERMENS H. An intervention study to assess potential effect and user experience of an mHealth intervention to reduce sedentary behavior among older office workers[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31744844>. DOI: 10.1136/bmjhci-2019-100014.
- [21] PELLEGRINI C A, HOFFMAN S A, DALY E R, et al. Acceptability of smartphone technology to interrupt sedentary time in adults with diabetes[J]. *Transl Behav Med*, 2015, 5(3): 307-314.
- [22] GILSON N D, NG N, PAVEY T G, et al. Project Energise: Using participatory approaches and real time computer prompts to reduce occupational sitting and increase work time physical activity in office workers[J]. *J Sci Med Sport*, 2016, 19(11): 926-930.
- [23] ALBERT B. Social foundations of thought and action: a social cognitive theory[M]. New Jersey: Prentice Hall, 1986: 37-38.
- [24] STOCKWELL S, SCHOFIELD P, FISHER A, et al. Digital behavior change interventions to promote physical activity and/or reduce sedentary behavior in older adults: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Exp Gerontol*, 2019, 120: 68-87.
- [25] HARDEMAN W, HOUGHTON J, LANE K, et al. A systematic review of just-in-time adaptive interventions (JITAs) to promote physical activity[J/OL]. [2024-03-22]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30943983>. DOI: 10.1186/s12966-019-0792-7.
- [26] FOGG B. A behavior model for persuasive design [C]// *Persuasive Technology*, Fourth International Conference, PERSUASIVE 2009, Claremont, California, USA, 2009: 1-7.
- [27] MAHER J P, BEHLER M H, HEVEL D J, et al. Determinants of physical activity adoption and maintenance in older adults: a dual process approach[J/OL]. [2024-02-23]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39722313>. DOI: 10.1016/j.psychsport.2024.102800.
- [28] SCHNEIDER S, JUNGHAENEL D U, SMYTH J M, et al. Just-in-time adaptive ecological momentary assessment (JITA-EMA) [J]. *Behav Res Methods*, 2023, 56(2): 765-783.

(本文编辑: 王园园)