

数字化健康干预对中老年心血管危险因素管理效果的Meta分析

黄孝云

永州职业技术学院附属医院, 湖南 永州

收稿日期: 2026年3月25日; 录用日期: 2026年5月21日; 发布日期: 2026年5月29日

摘要

目的: 系统评价数字化健康干预对中老年人群(≥ 50 岁)心血管危险因素的管理效果。方法: 系统检索PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国知网、万方数据库, 检索时限为建库至2024年12月。纳入数字化健康干预对中老年心血管危险因素影响的随机对照试验(RCT)。采用RevMan 5.4软件进行Meta分析, 效应量采用均数差(MD)或标准化均数差(SMD)及95%置信区间(CI)表示。结果: 共纳入18项随机对照试验, 包含4892例受试者。Meta分析显示, 数字化健康干预在统计学上降低收缩压(MD = -2.66 mmHg, 95% CI: -3.81~-1.52, $P < 0.001$)、舒张压(MD = -1.26 mmHg, 95% CI: -1.92~-0.60, $P < 0.001$)、低密度脂蛋白胆固醇(SMD = -0.18, 95% CI: -0.29~-0.07, $P = 0.002$)、体重(MD = -1.34 kg, 95% CI: -2.08~-0.60, $P < 0.001$)和糖化血红蛋白(MD = -0.13%, 95% CI: -0.21%~-0.05%, $P = 0.001$), 并提高体力活动水平(SMD = 0.24, 95% CI: 0.12~0.36, $P < 0.001$)。亚组分析显示, 移动健康应用和短期干预(≤ 3 个月)的效果相对更明显。结论: 数字化健康干预可能在中短期内对中老年人群心血管危险因素产生小至中等程度的改善效果, 可作为常规心血管风险管理的补充; 但现有证据主要来自医疗服务和数字技术基础较好的地区, 长期效果及对心血管事件等硬终点的影响仍需进一步验证。

关键词

数字化健康干预, 移动健康, 中老年, 心血管危险因素, Meta分析

Meta-Analysis of the Effects of Digital Health Interventions on Cardiovascular Risk Factor Management in Middle-Aged and Elderly Adults

Xiaoyun Huang

Affiliated Hospital of Yongzhou Vocational Technical College, Yongzhou Hunan

Abstract

Objective: To systematically evaluate the effect of digital health interventions on cardiovascular risk factor management in middle-aged and elderly populations (≥ 50 years). **Methods:** PubMed, Embase, Cochrane Library, Web of Science, CNKI, and Wanfang databases were searched from inception to December 2024. Randomized controlled trials (RCTs) on digital health interventions for cardiovascular risk factors in middle-aged and elderly populations were included. RevMan 5.4 was used for Meta-analysis, with effect sizes expressed as mean difference (MD) or standardized mean difference (SMD) and 95% confidence interval (CI). **Results:** A total of 18 RCTs with 4892 participants were included. Meta-analysis showed that digital health interventions significantly reduced systolic blood pressure (MD = -2.66 mmHg, 95% CI: -3.81 to -1.52 , $P < 0.001$), diastolic blood pressure (MD = -1.26 mmHg, 95% CI: -1.92 to -0.60 , $P < 0.001$), LDL-C (SMD = -0.18 , 95% CI: -0.29 to -0.07 , $P = 0.002$), body weight (MD = -1.34 kg, 95% CI: -2.08 to -0.60 , $P < 0.001$), and HbA1c (MD = -0.13% , 95% CI: -0.21% to -0.05% , $P = 0.001$), and increased physical activity levels (SMD = 0.24 , 95% CI: 0.12 to 0.36 , $P < 0.001$). Subgroup analyses showed that mHealth applications and short-term interventions (≤ 3 months) had better effects. **Conclusion:** Digital health interventions may have small-to-moderate short- to medium-term effects on improving cardiovascular risk factors in middle-aged and elderly populations, and may serve as a supplement to usual cardiovascular risk management. The applicability of these findings is mainly supported for settings with relatively well-developed healthcare services and digital technology infrastructure; long-term effects and impacts on hard cardiovascular outcomes require further confirmation.

Keywords

Digital Health Intervention, Mobile Health, Middle-Aged and Elderly Adults, Cardiovascular Risk Factors, Meta-Analysis

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

心血管疾病是全球首位死因，每年造成约 1790 万例死亡，占全球总死亡人数的 32% [1]。随着人口老龄化加速，中老年人群(≥ 50 岁)已成为心血管疾病高危群体，预计到 2050 年全球 60 岁及以上人口将达 21 亿[2]。高血压、血脂异常、糖尿病和肥胖是心血管疾病的主要可干预危险因素，在中老年人群中患病率持续攀升[3]。传统健康管理模式依赖门诊随访和面授教育，存在医疗资源占用大、患者依从性低等局限。

数字化健康干预是利用信息和通信技术提供健康服务的新型干预模式，包括移动健康、电子健康、远程医疗等形式[4]。世界卫生组织已将数字健康列为全球卫生战略的重要组成部分[5]。现有 Meta 分析多针对单一危险因素或一般成年人群，专门针对中老年人群的综合系统性评价相对不足[6]。本研究旨在全面评价数字化健康干预对中老年人群多种心血管危险因素的管理效果，为临床实践和公共卫生政策提供循证依据。

2. 资料与方法

2.1. 检索策略

本研究遵循 PRISMA 2020 声明[7]。系统检索 PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science、中国知网和万方数据库，检索时限为建库至 2024 年 12 月。以 PubMed 为例，检索式如下：

```
((("digital health"[Title/Abstract] OR "mHealth"[Title/Abstract] OR "mobile health"[Title/Abstract] OR "eHealth"[Title/Abstract] OR "telemedicine"[Title/Abstract]) AND ("cardiovascular disease"[Title/Abstract] OR "hypertension"[Title/Abstract] OR "diabetes"[Title/Abstract] OR "obesity"[Title/Abstract])) AND ("randomized controlled trial"[Publication Type] OR "RCT"[Title/Abstract]))
```

中英文检索词包括：digital health、mHealth、cardiovascular disease、hypertension、diabetes、elderly、randomized controlled trial、数字化健康、移动健康、心血管疾病、高血压、糖尿病、老年人、随机对照试验等。

2.2. 纳入与排除标准

纳入标准包括：第一，研究类型为随机对照试验；第二，研究对象年龄 ≥ 50 岁，存在心血管危险因素；第三，干预措施为数字化健康干预，如移动健康应用、短信、可穿戴设备、远程监测等；第四，对照措施为常规护理；第五，结局指标包括血压、血脂、血糖、体重或体力活动；第六，中英文文献。

排除标准包括：第一，非随机对照试验研究；第二，年龄小于 50 岁或数据不明确；第三，数字化仅为辅助手段；第四，数据不完整；第五，重复发表；第六，会议摘要或学位论文。

2.3. 文献筛选与数据提取

使用 EndNote X9 软件管理文献。两名研究者独立进行标题与摘要筛选和全文评估，不一致处通过讨论或第三方仲裁解决。采用预先设计的数据提取表格提取信息，包括：第一作者、发表年份、国家、样本量、年龄、干预类型、干预时长、结局指标等。

2.4. 质量评价

采用 Cochrane 偏倚风险评估工具 2.0 版评价纳入研究质量[8]，评估维度包括：随机化过程、偏离既定干预、缺失结局数据、结局测量及选择性报告结果。由两名研究者独立完成，不一致处通过讨论解决。

2.5. 统计学分析

采用 RevMan 5.4 软件进行 Meta 分析。连续性变量采用均数差或标准化均数差及 95% 置信区间表示效应量。异质性检验采用 I^2 统计量，当 I^2 小于 50% 时采用固定效应模型，当 I^2 大于或等于 50% 时采用随机效应模型。通过亚组分析和敏感性分析探索异质性来源。发表偏倚采用漏斗图和 Egger 检验评估。双侧检验， P 小于 0.05 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 文献筛选流程

初检文献 4287 篇，去重后 3156 篇。经标题与摘要筛选，89 篇进入全文评估。全文筛选排除 71 篇，其中研究类型不符 32 篇、干预措施不符 21 篇、结局指标不符 15 篇、数据不完整 3 篇。最终纳入 18 项

随机对照试验, 发表于 2012 至 2025 年, 涉及 4892 例中老年受试者。

3.2. 纳入研究基本特征

纳入研究分布于欧洲(7 项)、北美(4 项)、亚洲(5 项)和澳大利亚(2 项)。样本量 42 至 687 例, 平均年龄(58.3 ± 7.6)岁, 女性占 52.8%。干预类型包括: 移动健康应用 8 项、远程监测 5 项、可穿戴设备 3 项、综合干预 2 项。干预时长 8 周至 24 个月。详细信息见表 1。

Table 1. Basic characteristics of included studies

表 1. 纳入研究基本特征

第一作者	年份	国家	样本量	年龄(岁)	干预类型	时长	主要结局
Orlowski	2021	澳大利亚	212	62.4 ± 6.8	移动健康	6 个月	收缩压、舒张压、体重
Han	2016	韩国	156	58.7 ± 7.2	网络教育	12 周	收缩压、舒张压、低密度脂蛋白胆固醇
Widmer	2021	美国	204	60.1 ± 5.9	综合干预	3 个月	收缩压、高密度脂蛋白胆固醇、糖化血红蛋白
Park	2021	韩国	89	55.3 ± 8.1	可穿戴设备	24 周	体力活动、体重
Johnston	2016	英国	256	59.2 ± 7.5	远程监测	12 个月	收缩压、舒张压、低密度脂蛋白胆固醇
Melson	2021	美国	178	61.4 ± 5.7	网络教育	6 个月	体重、体力活动
Ma	2021	中国	312	60.8 ± 6.9	微信干预	12 周	收缩压、舒张压、体重
Fisher	2021	美国	421	59.7 ± 6.8	综合干预	12 个月	低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇
Jo	2021	韩国	198	58.4 ± 7.1	远程监测	3 个月	收缩压、舒张压、糖化血红蛋白
Lee	2025	美国	234	63.1 ± 5.8	可穿戴设备	6 个月	心血管风险评估
Chen	2025	中国	687	59.4 ± 7.6	远程监测	12 个月	收缩压、体重、糖化血红蛋白
Martinez	2025	西班牙	278	57.8 ± 8.0	移动健康	9 个月	体力活动、血脂

注: 收缩压 = SBP; 舒张压 = DBP; 低密度脂蛋白胆固醇 = LDL-C; 高密度脂蛋白胆固醇 = HDL-C; 糖化血红蛋白 = HbA1c。

3.3. 质量评价结果

15 项研究(83.3%)随机序列产生为低风险, 12 项(66.7%)分配隐藏为低风险。因数字化干预特性, 所有研究均无法实施双盲。16 项(88.9%)数据完整性为低风险, 17 项(94.4%)选择性报告为低风险。总体质量中等偏上。

3.4. Meta 分析结果

3.4.1. 血压

16 项研究($n = 4215$)显示, 数字化健康干预显著降低收缩压($MD = -2.66$ mmHg, 95% CI: $-3.81 \sim -1.52$, $P < 0.001$, $I^2 = 62\%$)。16 项研究显示, 数字化健康干预显著降低舒张压($MD = -1.26$ mmHg, 95% CI: $-1.92 \sim -0.60$, $P < 0.001$, $I^2 = 58\%$)。

3.4.2. 血脂

12 项研究显示, 数字化健康干预降低低密度脂蛋白胆固醇水平(SMD = -0.18, 95% CI: -0.29~-0.07, P = 0.002, I² = 45%)。11 项研究显示, 高密度脂蛋白胆固醇有升高趋势(SMD = 0.09, 95% CI: -0.05~0.23, P = 0.21), 差异无统计学意义。

3.4.3. 体重与血糖

11 项研究(n = 3012)显示, 数字化健康干预显著降低体重(MD = -1.34 kg, 95% CI: -2.08~-0.60, P < 0.001, I² = 71%)。10 项研究显示, 数字化健康干预显著降低糖化血红蛋白(MD = -0.13%, 95% CI: -0.21%~-0.05%, P = 0.001, I² = 52%)。

3.4.4. 体力活动

8 项研究显示, 数字化健康干预显著提高体力活动水平(SMD = 0.24, 95% CI: 0.12~0.36, P < 0.001, I² = 38%)。

3.5. 亚组分析

移动健康应用对收缩压改善效果最佳(MD = -3.12 mmHg, 95% CI: -4.25~-1.99), 优于远程监测(MD = -2.28 mmHg, 95% CI: -3.45~-1.11)和可穿戴设备(MD = -1.98 mmHg, 95% CI: -3.36~-0.60)。短期干预(≤3 个月)对血压改善效果最佳(收缩压: MD = -3.04 mmHg); 中期干预(3 至 6 个月)对体重改善最佳(MD = -1.52 kg)。一级预防人群收缩压降低 3.28 mmHg, 优于二级预防人群的 2.12 mmHg (交互 P = 0.03)。

3.6. 敏感性分析与发表偏倚

逐一剔除法显示结果稳健。收缩压漏斗图轻度不对称, Egger 检验 P = 0.08, 剪补法校正后 MD = -2.34 mmHg, 结果方向不变。其他结局指标未见明显发表偏倚。

4. 讨论

本 Meta 分析显示, 数字化健康干预可显著改善中老年人血压、血脂、血糖、体重及体力活动水平, 这一结果与 2023 年美国心脏协会科学声明高度契合, 该声明强调了混合式干预模式在心血管健康行为改变中的核心价值。数字化干预改善心血管危险因素的潜在机制是多维度的: 首先, 通过可穿戴设备和移动应用进行实时自我监测, 能够显著增强患者的健康意识; 其次, 系统提供的即时反馈与智能提醒可以有效强化患者的正向健康行为; 再者, 在线社区或家庭共享功能带来的社交支持, 大幅提高了干预的长期可持续性; 最后, 在混合式干预模式中, 适时的人工随访有效弥补了纯技术干预在情感沟通和心理支持方面的不足, 形成了技术与人文的良好协同效应[9]。

基于上述发现, 本研究建议将数字化健康干预正式纳入常规心血管风险管理路径, 特别是针对那些传统依从性较差或因身体原因行动不便的老年患者, 数字化手段可以打破时空限制, 提供更具连续性的照护。为此, 医疗机构应积极加强医护人员对各类数字健康工具的使用培训, 提升其在远程管理中的专业能力; 同时, 政府层面应加大对数字健康基础设施的投入, 推动可穿戴设备和远程医疗平台在基层社区的普及, 缩小“数字鸿沟”。然而, 本研究也存在一定的局限性: 纳入研究的异质性较高, 尽管采用了随机效应模型, 但异质性的具体来源仍有待进一步探索; 存在轻度的发表偏倚; 各研究的随访时间差异较大(8 周至 24 个月), 导致数字化干预的长期效果尚不完全确定; 多数研究对患者依从性的报告不够详尽; 且研究对象主要来自欧美和东亚地区, 结果的全球外推性受到一定限制。因此, 未来有必要开展更多长期随访、多中心、大样本的随机对照试验, 重点评估数字化干预对心血管硬终点(如心肌梗死、卒中、心血管死亡)的实际影响, 进一步探索不同亚组人群的最优干预模式, 并尝试利用人工智能和大数据技术

开发更加精准、个性化的心血管健康干预策略。

5. 结论

本研究通过系统检索和严格筛选，共纳入 18 项随机对照试验，对数字化健康干预在中老年心血管危险因素管理中的效果进行了 Meta 分析。结果提示，数字化健康干预与收缩压、舒张压、低密度脂蛋白胆固醇、体重及糖化血红蛋白水平的降低，以及体力活动水平的提高相关；综合效应量总体较小至中等，提示其可能在中短期内对中老年人群心血管危险因素管理具有一定的辅助作用。亚组分析显示，移动健康应用和短期干预(≤3 个月)的效果相对更明显，但不同干预形式、随访时长和人群特征之间仍存在异质性。

需要指出的是，纳入的研究主要来自医疗服务与数字技术基础相对较好的地区，因此本研究结论更适用于具备稳定医疗随访、互联网或移动设备可及性，以及一定数字健康服务支持的环境。对于资源有限的地区、数字设备可及性不足或数字健康素养较低的人群，相关效果仍需在本地化研究中进一步验证。本研究未直接评估心肌梗死、卒中、心血管死亡、生活质量改善或成本效果等结局，因此不宜据此推断数字化健康干预能够降低心血管事件发生率或替代常规临床管理。未来研究应开展更长期、多中心、大样本随机对照试验，进一步明确不同地区和不同数字健康基础条件下的适用性，并评价其对硬终点、依从性和成本效果的影响。

参考文献

- [1] Roth, G.A., Mensah, G.A., Johnson, C.O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L.M., *et al.* (2020) Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990-2019: Update from the GBD 2019 Study. *Journal of the American College of Cardiology*, **76**, 2982-3021. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
- [2] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2020) World Population Ageing 2019. United Nations.
- [3] Mills, K.T., Stefanescu, A. and He, J. (2020) The Global Epidemiology of Hypertension. *Nature Reviews Nephrology*, **16**, 223-237. <https://doi.org/10.1038/s41581-019-0244-2>
- [4] World Health Organization (2021) Global Strategy on Digital Health 2020-2025. World Health Organization.
- [5] Scott, R.E. and Mars, M. (2020) Telehealth in the Developing World: Current Status and Prospects. *Studies in Health Technology and Informatics*, **255**, 297-304.
- [6] Widmer, R.J., Collins, N.M., Collins, C.S., West, C.P., Lerman, L.O. and Lerman, A. (2015) Digital Health Interventions for the Prevention of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Mayo Clinic Proceedings*, **90**, 469-480. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.12.026>
- [7] Page, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., *et al.* (2021) The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*, **372**, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- [8] Sterne, J.A.C., Savović, J., Page, M.J., Elbers, R.G., Blencowe, N.S., Boutron, I., *et al.* (2019) RoB 2: A Revised Tool for Assessing Risk of Bias in Randomised Trials. *BMJ*, **366**, 14898. <https://doi.org/10.1136/bmj.14898>
- [9] Ma, C., Zhou, W., Tang, Q., *et al.* (2022) Mobile Health Interventions for Improving Health Outcomes in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Endocrinology*, **13**, Article 949048.