

# 移动医疗对超重或肥胖 2 型糖尿病患者应用效果的 Meta 分析



李明月<sup>1</sup>, 张雨婷<sup>1</sup>, 贲世燕<sup>1</sup>, 王 静<sup>2</sup>

1. 安徽中医药大学护理学院 (合肥 230038)

2. 安徽中医药大学第一附属医院内分泌科 (合肥 230031)

**【摘要】目的** 系统评价移动医疗对超重或肥胖 2 型糖尿病 (T2DM) 患者的应用效果。**方法** 计算机检索 PubMed、Web of Science、The Cochrane Library、Embase、SinoMed、中国知网、维普和万方数据库, 搜集移动医疗在超重或肥胖 T2DM 患者中应用效果的随机对照试验 (RCT), 检索时限为 2015 年 1 月 1 日至 2026 年 2 月 1 日。由 2 名研究者独立筛选文献、提取数据及评价纳入研究的偏倚风险后, 采用 RevMan 5.4 和 Stata 18.0 软件进行 Meta 分析。**结果** 共纳入 10 项 RCT, 包括 1 209 例研究对象。Meta 分析结果显示, 与对照组相比, 移动医疗干预组对超重或肥胖 T2DM 患者的糖化血红蛋白 (HbA1c) [MD=-0.56, 95%CI (-0.90, -0.23)]、体重指数 (BMI) [MD=-2.00, 95%CI (-3.13, -0.86)]、体重 [MD=-4.90, 95%CI (-9.17, -0.62)] 和舒张压 (DBP) [MD=-2.54, 95%CI (-4.71, -0.37)] 改善明显, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 但在收缩压 (SBP) [MD=-7.34, 95%CI (-15.42, 0.74),  $P=0.07$ ] 及总胆固醇 (TC) [MD=-0.18, 95%CI (-0.41, 0.05),  $P=0.12$ ]、低密度脂蛋白 (LDL) [MD=-0.20, 95%CI (-0.41, 0.01),  $P=0.06$ ]、高密度脂蛋白 (HDL) [MD=0.09, 95%CI (-0.05, 0.23),  $P=0.22$ ] 等血脂指标上差异无统计学意义。**结论** 移动医疗可降低超重或肥胖 T2DM 患者 HbA1c、BMI、体重和 DBP 水平, 但对 SBP、TC、LDL、HDL 的影响仍需更多高质量大样本 RCT 加以验证。

**【关键词】** 移动医疗; 2 型糖尿病; 超重; 肥胖; Meta 分析

**【中图分类号】** R587.1 **【文献标识码】** A

The application effect of mobile healthcare on overweight or obesity in patients with type 2 diabetes mellitus: a Meta-analysis

LI Mingyue<sup>1</sup>, ZHANG Yuting<sup>1</sup>, BEN Shiyan<sup>1</sup>, WANG Jing<sup>2</sup>

1. School of Nursing, Anhui University of Traditional Chinese Medicine, Hefei 230038, China

2. Department of Endocrinology, The First Affiliated Hospital of Anhui University of Traditional Chinese Medicine, Hefei 230031, China

Corresponding author: WANG Jing, Email: 800wj@163.com

**【Abstract】Objective** To systematically review the efficacy of mobile healthcare in overweight or obese patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** PubMed, Web of Science, The Cochrane Library, Embase, SinoMed, CNKI, VIP, and WanFang Data databases were electronically searched to identify randomized controlled trials (RCTs) evaluating the effectiveness

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601025

基金项目: 安徽省高等学校省级质量工程项目 (2022xskc056); 安徽中医药大学校级教学研究重点项目 (2023xjjy\_zd031)

通信作者: 王静, 主任护师, 硕士研究生导师, Email: 800wj@163.com

of mobile healthcare in overweight or obese T2DM patients. The search period was from January 1, 2015 to February 1, 2026. Two researchers independently screened the literature, extracted data, and assessed the risk of bias. Meta-analysis was performed using RevMan 5.4 and Stata 18.0 software. **Results** A total of 10 RCTs involving 1,209 participants were included. Meta-analysis showed that, compared with the control group, the mobile healthcare intervention group exhibited significant improvements in glycated hemoglobin (HbA1c) [MD=-0.56, 95%CI (-0.90, -0.23)], body mass index (BMI) [MD=-2.00, 95%CI (-3.13, -0.86)], body weight [MD=-4.90, 95%CI (-9.17, -0.62)], and diastolic blood pressure (DBP) [MD=-2.54, 95%CI (-4.71, -0.37)] in overweight or obese patients with T2DM ( $P < 0.05$ ). No statistically significant differences were found in systolic blood pressure (SBP) [MD=-7.34, 95%CI (-15.42, 0.74),  $P=0.07$ ], total cholesterol (TC) [MD=-0.18, 95%CI (-0.41, 0.05),  $P=0.12$ ], low-density lipoprotein (LDL) [MD=-0.20, 95%CI (-0.41, 0.01),  $P=0.06$ ] and high-density lipoprotein (HDL) [MD=0.09, 95%CI (-0.05, 0.23),  $P=0.22$ ]. **Conclusion** Mobile healthcare has demonstrated efficacy in reducing HbA1c, BMI, body weight and DBP in T2DM patients with overweight or obesity. However, the impact on SBP, TC, LDL and HDL in these patients remains to be elucidated. Further high-quality, large-sample RCTs are necessary to substantiate these findings.

**【Keywords】** Mobile healthcare; Type 2 diabetes mellitus; Overweight; Obesity; Meta-analysis

糖尿病是常见的慢性非传染性疾病之一，其发病率、病死率和经济成本的增加造成了巨大的全球公共卫生负担<sup>[1]</sup>。国际糖尿病联合会最新发布的全球糖尿病地图显示，2024年全球20~79岁成年人中糖尿病患病人数已达5.89亿，预计至2050年，糖尿病患病总人数将达到8.53亿<sup>[2]</sup>；其中，2型糖尿病（type 2 diabetes mellitus, T2DM）作为最常见的糖尿病类型，占糖尿病病例的90%以上<sup>[2]</sup>。超重或肥胖通过增加胰岛素抵抗诱导胰岛β细胞代偿性分泌胰岛素，导致胰岛功能障碍，是T2DM发病的核心驱动因素<sup>[3]</sup>。超重或肥胖不仅会导致T2DM并引发一系列严重代谢异常，还显著增加心血管疾病的发病率和死亡风险<sup>[4-5]</sup>。有研究显示，超85%的T2DM病例与超重或肥胖相关，且该数字预计将持续增长<sup>[6]</sup>。针对合并超重或肥胖的T2DM患者，有效的管理策略需以体重管理为核心基础要素。研究表明，通过减轻体重改善胰岛素敏感性，进而实现血糖控制和心血管风险的降低，是干预这类患者的首要目标<sup>[7]</sup>。因此，超重或肥胖T2DM患者的干预措施疗效可通过血糖指标和体重进行双重评估。

移动医疗是指利用应用程序、短信、移动互联网及可穿戴传感器等移动通信技术提供医疗服务和健康信息<sup>[8]</sup>。移动医疗的优势在于能克服时间、地理和经济障碍，为慢性病患者提供连续性护理和个性化支持。鉴于传统强化生活方式的干预在可及性和长期依从性上存在固有局限，移动医疗被视为一种极具前景的替代策略。既往研究显示，移动医疗的发展与革新加速了糖尿病教育

管理的信息化转型，助力其标准化体系的构建与完善，同时提高了糖尿病患者对疾病的认知水平，改善了其自我管理的态度与行为<sup>[9-10]</sup>。

近年来，国内外相关领域已陆续实施了多项高质量随机对照试验（randomized controlled trial, RCT）。然而，在针对超重或肥胖T2DM群体的移动医疗干预中，各项研究在干预形式、持续时长等方面存在明显差异，相应的干预效果也存在差别。本研究旨在运用Meta分析全面评估移动医疗对超重或肥胖T2DM患者的应用效果，系统分析其在该高风险群体中的有效性和安全性，为移动医疗在临床中的实际应用与推广提供循证支持。

## 1 资料与方法

本研究已在国际系统评价注册数据库PROSPERO平台登记注册（注册号：CRD420251160484）。

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）研究类型：RCT。（2）研究对象：①年龄≥18岁；②符合世界卫生组织<sup>[11]</sup>（World Health Organization, WHO）或美国糖尿病协会<sup>[7]</sup>（American Diabetes Association, ADA）T2DM诊断标准；③合并超重或肥胖[体重指数（body mass index, BMI）≥24kg/m<sup>2</sup>]；④病程、性别、种族不限。（3）干预措施：试验组接受移动医疗综合干预，对照组实施常规护理干预手段。（4）结局指标：至少报告糖化血红蛋白（glycated hemoglobin, HbA1c）、体重、BMI、收缩压（systolic blood pressure, SBP）、舒张压（diastolic blood pressure, DBP）、总胆固醇（total cholesterol, TC）、低密度脂

蛋白 (low-density lipoprotein, LDL)、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL)、抑郁评分、不良事件 (包括低血糖、糖尿病并发症加重、干预措施相关不良反应) 指标中的任意一项。

排除标准: ①报告数据不完整或无法提取数据的文献; ②重复发表的文献。

## 1.2 文献检索策略

计算机检索 PubMed、Web of Science、The Cochrane Library、Embase、SinoMed、中国知网、维普及万方数据库。检索采用主题词与自由词结合的方式, 检索时限为 2015 年 1 月 1 日至 2025 年 8 月 31 日, 于 2026 年 2 月 1 日进行一次更新检索。中文检索词包括 2 型糖尿病、移动医疗、远程医疗、移动健康、微信、电子健康、短信、可穿戴设备、超重、肥胖; 英文检索词包括 “Diabetes Mellitus, Type 2”、telemedicine、mobile healthcare、mobile applications、eHealth、mHealth、internet-based、web-based、smartphone、mobile、mobile information technology、WeChat、wearable、obesity、overweight。以 PubMed 为例, 检索策略见附件框 1。

## 1.3 文献筛选与资料提取

文献筛选与数据提取工作由 2 名经过系统培训的研究者依据文献纳入和排除标准独立完成, 流程包括: 借助 NoteExpress 软件导入并剔除重复的文献题录; 阅读标题和摘要进行初筛; 阅读全文复筛并确定文献是否符合纳入要求。若存在意见不一致的情况, 将与第 3 名研究者商议。资料提取信息主要包括作者、文献发表年份、国家、年龄、样本量、干预时间、干预方案及结局评价指标等。

## 1.4 纳入研究的偏倚风险评价

纳入研究的偏倚风险依据 Cochrane 协作网偏倚风险评价工具 (ROB 1.0) [12] 评价, 此过程由 2 名研究员独立完成; 如遇分歧, 则与第 3 位研究者讨论共同确定结果。评价内容包括随机分配方案的实施、分配隐藏、针对受试者及干预者设盲、对结果测评者盲法、结果数据的完整性、选择性报告及其他偏倚 7 个方面, 并逐项判定其风险等级为 “低” “高” “不清楚”。

## 1.5 统计学分析

采用 RevMan 5.4 和 Stata 18.0 软件进行统计分析。因涉及的结局指标均为连续变量, 选择使

用均数差 (mean difference, MD) 或标准化均数差 (standardized mean difference, SMD) 及其 95% 置信区间 (confidence interval, CI) 作为合并效应量。采用  $Q$  检验与  $I^2$  值评估各项研究间的异质性情况, 异质性不显著时选用固定效应模型 ( $P > 0.1$  且  $I^2 \leq 50\%$ ); 反之选择随机效应模型 ( $P \leq 0.1$  或  $I^2 > 50\%$ )。对于高异质性的结局指标, 进一步开展敏感性分析或亚组分析以探查异质性来源, 或进行描述性分析。对纳入文献  $\geq 10$  篇的结局指标使用 Stata 18.0 软件进行 Egger's 检验, 以评估是否存在发表偏倚。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 文献筛选流程及结果

通过检索得到文献 725 篇, 经过筛选最终纳入 10 篇文献 [13-22], 文献筛选流程见图 1。

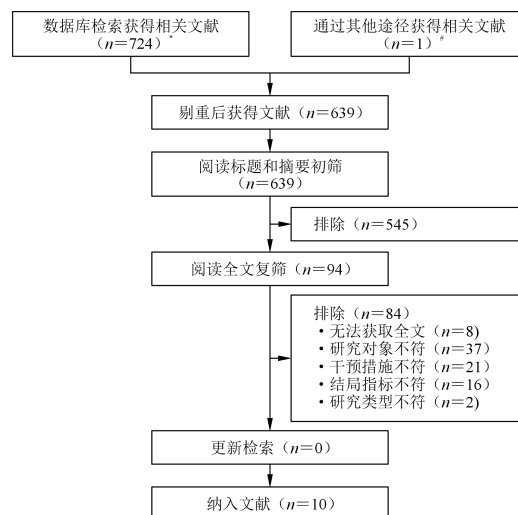


图 1 文献筛选流程图

Figure 1. Flow chart for literature screening

注: \*检索的数据库及检出文献数具体为中国知网 ( $n=9$ )、维普 ( $n=0$ )、万方 ( $n=25$ )、SinoMed ( $n=0$ )、PubMed ( $n=76$ )、Embase ( $n=167$ )、Web of Science ( $n=93$ )、The Cochrane Library ( $n=354$ ); #其他途径获得文献具体为参考文献追溯 ( $n=1$ )。

### 2.2 纳入研究的基本特征及偏倚风险评估

共纳入 10 项 RCT [13-22], 均为英文文献, 包含 1 209 例患者, 其中试验组 643 例、对照组 566 例, 纳入研究的基本特征见表 1。采用 Cochrane RoB 1.0 对纳入研究进行评价, 8 项研究 [13-18, 20-21] 明确报告了随机化方法, 2 项研究 [19, 22] 未说明具体的随机化方法; 2 项研究 [13, 18] 详细报告了分配隐藏方法, 1 项研究 [19] 分配隐藏对应的选择偏倚为高风险, 其他研究 [14-17, 20-22] 未报告分配隐藏方法;

表 1 纳入研究的基本特征  
Table 1. Basic characteristics of included studies

| 纳入研究                           | 国家  | 例数<br>(T/C) | 干预措施                       |                | 干预<br>时间 (月) | 结局指标      |
|--------------------------------|-----|-------------|----------------------------|----------------|--------------|-----------|
|                                |     |             | T                          | C              |              |           |
| Cui 2025 <sup>[13]</sup>       | 中国  | 120/120     | 基于手机App的数字户外有氧+抗阻运动        | 诊所内常规锻炼        | 3            | ①②④⑤⑩     |
| Yin 2022 <sup>[14]</sup>       | 中国  | 52/47       | 医院远程医疗App+远程指导             | 常规护理+电话随访      | 6            | ①②④⑤⑥⑦⑧⑨⑩ |
| Höchsmann 2019 <sup>[15]</sup> | 瑞士  | 18/17       | 智能手机游戏                     | 常规护理           | 6            | ①④⑤⑥⑦⑧    |
| Bender 2017 <sup>[16]</sup>    | 美国  | 22/23       | 手机App+计步器+虚拟社交支持与教育+健康指导会议 | 常规一次性生活方式咨询    | 3            | ①②③       |
| Hansel 2017 <sup>[17]</sup>    | 法国  | 52/55       | 全自动、个性化网络电子教练系统            | 常规医疗随访         | 4            | ①③⑥⑦⑧     |
| Saslow 2017 <sup>[18]</sup>    | 美国  | 11/8        | 在线生活方式干预+生酮饮食              | 低脂、均衡饮食        | 8            | ①③⑦⑧⑨     |
| Kim 2024 <sup>[19]</sup>       | 韩国  | 118/62      | 个性化短信干预+使用智能手机应用           | 常规护理           | 3            | ①③        |
| Han 2023 <sup>[20]</sup>       | 中国  | 58/55       | 基于微信平台的在线多学科体重管理+个性化指导与反馈  | 常规门诊教育         | 12           | ①②④⑤⑥⑦⑧   |
| Lim 2021 <sup>[21]</sup>       | 新加坡 | 99/105      | 本地化智能手机应用                  | 常规护理+常规糖尿病门诊随访 | 6            | ①②③④⑤⑥⑦⑧  |
| Kempf 2017 <sup>[22]</sup>     | 德国  | 93/74       | 远程教练+代餐                    | 常规护理+常规糖尿病门诊随访 | 3            | ①②③④⑤⑥⑦⑧⑩ |

注：T. 试验组；C. 对照组；①HbA1c；②BMI；③体重；④SBP；⑤DBP；⑥TC；⑦LDL；⑧HDL；⑨抑郁评分；⑩不良事件。

10项研究均难以实现干预者和受试者双盲；8项研究<sup>[13, 15-18, 20-22]</sup>报告了对结果评价者盲法，2项研究<sup>[14, 19]</sup>未报告；所有研究的结果数据完整、未选择性报告结果、无其他偏倚，具体评价结果见附件图1。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 HbA1c

10篇文献<sup>[13-22]</sup>报道了移动医疗对超重或肥胖T2DM患者HbA1c的影响，各研究间有统计学异质性 ( $I^2=92\%$ 、 $P<0.001$ )，采用随机效应模型进行Meta分析。结果显示，与对照组相比，干预组超重或肥胖T2DM患者HbA1c水平显著降低 [MD=

-0.56, 95%CI (-0.90, -0.23),  $P<0.001$ ]，见附件图2。进一步亚组分析显示，根据干预时间进行分组，在干预时间<6个月的研究中，干预组与对照组在改善HbA1c水平方面差异无统计学意义 [MD=-0.47, 95%CI (-0.97, 0.02),  $P=0.06$ ]；在干预时间≥6个月的研究中，干预组HbA1c水平较对照组显著降低 [MD=-0.59, 95%CI (-0.78, -0.41),  $P<0.001$ ]。根据干预类型进行分组，移动饮食干预组较对照组显著降低HbA1c水平 [MD=-0.61, 95%CI (-0.83, -0.39),  $P<0.001$ ]；但移动运动干预组、远程监测指导组与对照组相比差异均无统计学意义，见表2。

表 2 HbA1c、BMI亚组分析结果  
Table 2. Results of subgroup analysis of HbA1c and BMI

| 亚组       | 纳入文献（篇）                          | 异质性检验                      |            | 效应模型 | MD（95%CI）           | P值      |
|----------|----------------------------------|----------------------------|------------|------|---------------------|---------|
|          |                                  | <i>I</i> <sup>2</sup> 值（%） | <i>P</i> 值 |      |                     |         |
| HbA1c    |                                  |                            |            |      |                     |         |
| 移动饮食     | 2 <sup>[17-18]</sup>             | 0                          | 0.930      | 固定   | -0.61（-0.83， -0.39） | < 0.001 |
| 移动运动     | 3 <sup>[13, 15, 21]</sup>        | 84                         | 0.002      | 随机   | -0.39（-0.82， 0.04）  | 0.080   |
| 远程监测指导   | 5 <sup>[14, 16, 19-20, 22]</sup> | 95                         | < 0.001    | 随机   | -0.68（-1.51， 0.15）  | 0.110   |
| HbA1c    |                                  |                            |            |      |                     |         |
| 干预 < 6个月 | 5 <sup>[13, 16-17, 19, 22]</sup> | 95                         | < 0.001    | 随机   | -0.47（-0.97， 0.02）  | 0.060   |
| 干预 ≥ 6个月 | 5 <sup>[14-15, 18, 20-21]</sup>  | 0                          | 0.660      | 固定   | -0.59（-0.78， -0.41） | < 0.001 |
| BMI      |                                  |                            |            |      |                     |         |
| 干预 < 6个月 | 3 <sup>[13, 16, 22]</sup>        | 94                         | < 0.001    | 随机   | -2.87（-6.64， 0.91）  | 0.140   |
| 干预 ≥ 6个月 | 3 <sup>[14, 20-21]</sup>         | 0                          | 0.840      | 固定   | -1.65（-2.00， -1.29） | < 0.001 |

### 2.3.2 BMI

6 篇文献<sup>[13-14, 16, 20-22]</sup>报道了移动医疗对超重或肥胖 T2DM 患者 BMI 的影响, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=92\%$ 、 $P<0.001$ ), 采用随机效应模型进行 Meta 分析。结果显示, 与对照组相比, 干预组超重或肥胖 T2DM 患者 BMI 水平显著降低 [ $MD=-2.00$ ,  $95\%CI (-3.13, -0.86)$ ,  $P<0.001$ ], 见附件图 3。根据干预时间进行亚组分析, 结果显示, 在干预时间  $\geq 6$  个月的研究中, 干预组 BMI 水平较对照组显著降低 [ $MD=-1.65$ ,  $95\%CI (-2.00, -1.29)$ ,  $P<0.001$ ]; 但在干预时间  $< 6$  个月的研究中, 2 组差异无统计学意义, 见表 2。

### 2.3.3 体重

6 篇文献<sup>[16-19, 21-22]</sup>报道了移动医疗对超重或肥胖 T2DM 患者体重的影响, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=82\%$ 、 $P<0.001$ ), 采用随机效应模型进行 Meta 分析。结果显示, 干预组超重或肥胖 T2DM 患者体重水平较对照组显著降低 [ $MD=-4.90$ ,  $95\%CI (-9.17, -0.62)$ ,  $P=0.02$ ], 见附件图 4。通过逐项剔除纳入研究进行敏感性分析, 发现 Kim 等<sup>[19]</sup> 和 Kempf 等<sup>[22]</sup> 研究对整体异质性影响较大, 剔除后各研究间无统计学异质性 ( $I^2=0\%$ 、 $P=0.41$ ), 固定效应模型 Meta 分析结果显示, 干预组 T2DM 患者体重较对照组显著降低 [ $MD=-3.97$ ,  $95\%CI (-5.09, -2.85)$ ,  $P<0.001$ ], 见附件图 5。敏感性分析前后, 合并结果的效应量大小、方向及统计学显著性均无显著改变, 反映合并结果较为稳定。分析原因 Kim 等<sup>[19]</sup> 研究异质性可能与干预强度高有关, Kempf 等<sup>[22]</sup> 研究异质性可能与纳入人群基线期 BMI 低且活动量大有关。

### 2.3.4 血压

6 篇文献<sup>[13-15, 20-22]</sup>报道了移动医疗对超重或肥胖 T2DM 患者血压的影响。SBP 方面, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=94\%$ 、 $P<0.001$ ), 随机效应模型 Meta 分析结果显示, 干预组与对照组 SBP 水平差异无统计学意义 [ $MD=-7.34$ ,  $95\%CI (-15.42, 0.74)$ ,  $P=0.07$ ]。DBP 方面, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=66\%$ 、 $P=0.01$ ), 随机效应模型 Meta 分析结果显示, 干预组 DBP 显著低于对照组, 差异有统计学意义 [ $MD=-2.54$ ,  $95\%CI (-4.71, -0.37)$ ,  $P=0.02$ ], 见附件图 6。

### 2.3.5 血脂

6 篇文献<sup>[14-15, 17, 20-22]</sup>报道了移动医疗对超重

或肥胖 T2DM 患者 TC 的影响, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=69\%$ 、 $P=0.006$ ), 随机效应模型 Meta 分析结果显示, 2 组在 TC 水平下降方面, 差异无统计学意义 [ $MD=-0.18$ ,  $95\%CI (-0.41, 0.05)$ ,  $P=0.12$ ]。7 篇文献<sup>[14-15, 17-18, 20-22]</sup>报道了移动医疗对超重或肥胖 T2DM 患者 LDL 和 HDL 影响, LDL 方面, 各研究间有统计学异质性 ( $I^2=76\%$ 、 $P<0.001$ ), 随机效应模型 Meta 分析结果显示, 2 组差异无统计学意义 [ $MD=-0.20$ ,  $95\%CI (-0.41, 0.01)$ ,  $P=0.06$ ]; HDL 方面, 研究间有统计学异质性 ( $I^2=92\%$ 、 $P<0.001$ ), 随机效应模型 Meta 分析结果显示, 2 组差异亦无统计学意义 [ $MD=0.09$ ,  $95\%CI (-0.05, 0.23)$ ,  $P=0.22$ ], 见附件图 7。

### 2.3.6 抑郁评分与不良事件

移动医疗对抑郁评分、不良事件的影响, 由于纳入研究报告形式不一, 数据难以进行效应量合并分析, 因此对其进行描述性分析。2 篇文献<sup>[14, 18]</sup>报道移动医疗对超重或肥胖 T2DM 患者抑郁评分的影响, Yin 等<sup>[14]</sup> 研究表明, 在 6 个月随访后, 干预组抑郁自评量表 (SDS) 评分较基线值显著降低, 且低于同期对照组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 而 Saslow 等<sup>[18]</sup> 研究中干预组和对照组抑郁评分较基线资料相比差异无统计学意义 ( $P=0.88$ )。3 篇文献<sup>[13-14, 22]</sup>报道了不良事件发生情况, Cui 等<sup>[13]</sup> 研究显示严重不良事件发生率为 2.5%, 干预组仅 1 例不良事件与干预措施有关, 对照组 2 例均无关; Yin 等<sup>[14]</sup> 和 Kempf 等<sup>[22]</sup> 研究未发生严重不良事件。

## 2.4 敏感性分析

除抑郁与不良事件外, 对其余 8 项结局指标采用逐一剔除法与模型转换法评估结果稳定性。逐一剔除文献法结果显示, HbA1c、BMI 结果稳健, 而体重、SBP、DBP、TC、LDL、HDL 合并效应易受单项研究影响, 尤其是体重指标, 剔除 2 项研究后, 研究间异质性显著下降, 且剔除文献前后效应值和  $P$  值无明显变化, 提示该指标合并效应结果稳定性良好; 其余指标剔除文献后, 异质性并无显著改善, 见附件图 8。模型转换法结果显示, HbA1c、BMI、体重、DBP 在 2 种模型下差异均有统计学意义, HDL 差异均无统计学意义, 反映合并结果较为稳定; 而 SBP、TC、LDL 转换模型后合并结果发生较大变化, 提示这 3 项

结局指标受纳入文献与统计模型影响较大, 稳健性不足, 见附件表 1。

## 2.5 发表偏倚

共有 10 篇研究<sup>[13-22]</sup>对 HbA1c 进行了报告, Egger's 检验结果显示  $P=0.21$ , 提示不存在发表偏倚; 其余结局指标因纳入研究数量均少于 10 篇, 未进行发表偏倚评估。

## 3 讨论

HbA1c 是评估糖尿病患者长期血糖控制水平的“金标准”, 其不仅反映过去 2~3 个月的血糖变化, 更直接关联糖尿病并发症风险、治疗方案调整及患者整体健康管理<sup>[23-24]</sup>。本研究结果显示移动医疗干预组较对照组能有效降低 HbA1c 水平, 与 Lee 等<sup>[25]</sup>研究结果一致。亚组分析发现, 干预时间 < 6 个月时移动医疗与常规护理干预在改善 HbA1c 水平方面差异无统计学意义, 但干预时间  $\geq 6$  个月时, 干预组 HbA1c 水平较对照组显著降低。原因可能是短期干预中患者行为改变仍处于波动阶段, 未形成持续、稳定的血糖改善效应, 而长期干预是将短期降低 HbA1c 的行为培养成为习惯, 帮助患者逐渐掌握自我管理血糖的技能<sup>[26]</sup>, 以实现 HbA1c 的长期降低。这也进一步提示移动医疗对血糖的改善作用具有时间依赖性, 延长干预时长有助于提升干预效果的稳定性与显著性。

此外, 根据干预类型进行亚组分析的结果显示, 移动饮食干预组与对照组相比差异有统计学意义, 但移动运动组与远程监测指导组差异无统计学意义。究其原因可能为饮食干预是直接针对血糖升高的源头从而显著降低 HbA1c; 运动干预则需保证运动的时间和强度, 其运动依从性易受各种因素的影响<sup>[27]</sup>; 远程监测和指导在实施过程中患者不能及时反馈血糖变化或对患者指导缺乏针对性。因此临床需以移动饮食干预为核心, 运动与监测为辅助, 通过 App 消息、短信、电话等移动医疗手段督促患者对血糖及时进行反馈, 以此提高患者对疾病治疗的依从性, 加强医护人员移动医疗管理能力和精准指导的专业素养。

控制体重是超重或肥胖 T2DM 患者管理的核心干预手段, 其益处贯穿疾病全程, 包括控制血糖、防治并发症、降低治疗依赖度及提升生活质量<sup>[28]</sup>。本研究结果显示, 移动医疗干预可降低超

重或肥胖 T2DM 患者的 BMI 和体重水平, 与 DuBois 等<sup>[29]</sup>研究一致。体重方面, App 可计算食物热量、可穿戴设备实时监测运动强度, 使得饮食摄入与运动消耗可视化, 从源头减少能量过剩, 达到体重下降的效果。针对 BMI 的亚组分析亦发现, 干预时间 < 6 个月时, 2 组差异无统计学意义, 而干预时间  $\geq 6$  个月时, 干预组 BMI 水平较对照组显著降低。BMI 下降的本质是身体持续处于能量负平衡状态<sup>[30]</sup>, 而糖尿病患者普遍存在日常饮食与运动管理重视不足的问题。短期干预中, 患者对 App、可穿戴设备的使用多处于新鲜感的驱动, 未形成稳定习惯, BMI 改善效果未充分体现。随着干预时间延长, 移动医疗通过制定个体化饮食及运动方案, 纠正患者在疾病管理中的认知误区, 促进其形成良好的自我管理行为, 养成可持续的健康生活习惯, 最终实现 BMI 显著且持续的下降<sup>[31]</sup>。

血压升高、血脂紊乱是 T2DM 患者常见的代谢异常合并症, 二者可使心血管事件风险显著提升<sup>[32]</sup>。本研究结果表明, 移动医疗的干预未表现出对 SBP 的显著降低作用, 但在 DBP 指标上, 则具有积极的干预效果。血脂指标方面, 干预组与对照组在 TC、LDL、HDL 上差异均无统计学意义。敏感性分析显示, SBP、TC、LDL 三项指标合并效应稳健性不足, 可能是纳入研究干预多集中于血糖与体重管理, 针对血压、血脂的配套干预措施缺乏标准化方案, 不同研究干预强度差异较大, 且报告血压、血脂的样本量偏小、随访周期差异明显。综上, 现有证据尚不足以证实移动医疗可有效改善超重或肥胖 T2DM 患者 SBP、TC、LDL 水平, 提示后续 RCT 中可加入针对血压、血脂的干预措施, 分层制定方案, 进一步挖掘移动医疗对以上指标的改善价值。

2 项研究<sup>[14, 18]</sup>报道了抑郁的相关情况, Yin 等<sup>[14]</sup>研究显示, 移动医疗不仅能在一定程度上降低患者抑郁评分, 且随着干预时间的推进, 效果会逐步明显; 进一步分析发现, 这种改善效果的差异可能与研究对象的年龄有关<sup>[33]</sup>, 即更易接受移动医疗等现代通讯设备的中青年患者相较于老年患者, 其抑郁症状的改善程度更显著。而 Saslow 等<sup>[18]</sup>研究结果并未体现出对抑郁评分的改善作用, 二者结局差异源于干预互动强度、人群心理基线及抑郁评分测评工具不同, 提示自

学类的干预内容对抑郁改善效果欠佳,高频率持续性线上随访可减轻抑郁情绪。对于不良事件,3项研究<sup>[13-14, 22]</sup>均表明移动医疗的安全性较好,且不良事件以轻微、可控类型为主,无干预相关致死的案例,支持该类干预的整体安全性,因此可以在未来临床以及糖尿病延续性护理中应用。

移动医疗技术在可及性、个性化、效率及数据整合等层面呈现出显著优势,本研究提示,移动医疗对超重或肥胖T2DM患者的血糖控制、体重管理等改善具有积极干预效果。但研究存在一定局限性:①研究纳入的高质量文献不足,方法学质量与样本量局限,可能存在发表偏倚与结果偏倚;②研究多关注HbA1c、体重等客观结局指标,缺乏对患者主观心理感受的评估;③各研究间纳入人群、干预时长及干预措施存在较大不同,影响结论的普适性。综上所述,未来研究应纳入更多高质量文献,聚焦于新型AI辅助管理、多模态可穿戴设备的移动医疗试验研究,构建标准化移动医疗干预方案,增加主观心理结局指标,同时探索移动医疗在不同年龄段、不同基础疾病严重程度患者中的适用性,进一步提升其临床应用价值。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxzx.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202601025.pdf>)

伦理声明:不适用

作者贡献: 研究设计、数据收集与论文撰写: 李明月; 文献筛选与评价、资料提取、统计分析: 李明月、张雨婷、贾世燕; 论文审阅、基金支持: 王静

数据获取: 本研究中使用和(或)分析的所有数据均包含在文本中

利益冲突声明: 无

致谢: 不适用

#### 参考文献

- 1 Abel ED, Gloyn AL, Evans-Molina C, et al. Diabetes mellitus—progress and opportunities in the evolving epidemic[J]. *Cell*, 2024, 187(15): 3789–3820.
- 2 Duncan BB, Magliano DJ, Boyko EJ. IDF diabetes atlas 11th edition 2025: global prevalence and projections for 2050[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2025, 41(1): 7–9.
- 3 Xu Y, Lu J, Li M, et al. Diabetes in China part 1: epidemiology and risk factors[J]. *Lancet Public Health*, 2024, 9(12): e1089–e1097.
- 4 Michaelidou M, Pappachan JM, Jeeyavudeen MS. Management of diabetes: current concepts[J]. *World J Diabetes*, 2023, 14(4): 396–411.
- 5 中国营养学会肥胖防控分会, 西安交通大学全球健康研究院, 国际肥胖与代谢性疾病研究中心, 等. 2025年世界肥胖报告[J]. *西安交通大学学报(医学版)*, 2025, 46(2): 363–379. [Obesity Prevention and Control Society of Chinese Nutrition Society, Global Health Institute of Xi'an Jiaotong University, International Center for Obesity and Metabolic Diseases Research of Xi'an Jiaotong University, et al. World Obesity Atlas 2025[J]. *Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences)*, 2025, 46(2): 363–379.]
- 6 Kanbour S, Ageeb RA, Malik RA, et al. Impact of body weight loss on type 2 diabetes remission: a systematic review and Meta-regression analysis of randomised controlled trials[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2025, 13(4): 294–306.
- 7 American Diabetes Association Professional Practice Committee. 8. obesity and weight management for the prevention and treatment of type 2 diabetes: standards of care in diabetes—2025[J]. *Diabetes Care*, 2025, 48(1 Suppl 1): S167–S180.
- 8 Cipresso P, Serino S, Villani D, et al. Is your phone so smart to affect your state? An exploratory study based on psychophysiological measures[J]. *Neurocomputing*, 2012, 84: 23–30.
- 9 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版)(上)[J]. *中国实用内科杂志*, 2021, 41(8): 668–695. [Chinese Diabetes Society. Guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 Edition) (Part 1)[J]. *Chinese Journal of Practical Internal Medicine*, 2021, 41(8): 668–695.]
- 10 李彩宏, 沈犁. 基于移动医疗的个案管理模式对2型糖尿病患者自我管理及血糖控制的干预效果评价[J]. *中国糖尿病杂志*, 2018, 26(11): 914–918. [Li CH, Shen L. Evaluation of the intervention effect of a mobile health-based case management model on self-management and blood glucose control in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2018, 26(11): 914–918.]
- 11 Kumar R, Nandhini LP, Kamalanathan S, et al. Evidence for current diagnostic criteria of diabetes mellitus[J]. *World J Diabetes*, 2016, 7(17): 396–405.
- 12 Cumpston M, Li TJ, Page MJ, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: a new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019, 10(10): ED000142.
- 13 Cui J, Liu Q, Huang L, et al. Digital outdoor exercise program for obese patients with type 2 diabetes mellitus: a non-inferiority randomized controlled trial[J]. *Front Endocrinol(Lausanne)*, 2025, 16: 1654129.
- 14 Yin W, Liu Y, Hu H, et al. Telemedicine management of type 2 diabetes mellitus in obese and overweight young and middle-aged patients during COVID-19 outbreak: a single-center, prospective, randomized control study[J]. *PLoS One*, 2022, 17(9): e0275251.
- 15 Höchsmann C, Müller O, Ambühl M, et al. Novel smartphone game improves physical activity behavior in type 2 diabetes[J]. *Am J Prev Med*, 2019, 57(1): 41–50.
- 16 Bender MS, Cooper BA, Park LG, et al. A feasible and efficacious mobile-phone based lifestyle intervention for Filipino Americans with type 2 diabetes: randomized controlled trial[J]. *JMIR Diabetes*, 2017, 2(2): e30.
- 17 Hansel B, Giral P, Gambotti L, et al. A fully automated web-based program improves lifestyle habits and HbA1c in patients with type 2 diabetes and abdominal obesity: randomized trial of patient e-coaching nutritional support (The ANODE Study)[J]. *J MedInternet Res*, 2017, 19(11): e360.

- 18 Saslow LR, Mason AE, Kim S, et al. An online intervention comparing a very low-carbohydrate ketogenic diet and lifestyle recommendations versus a plate method diet in overweight individuals with type 2 diabetes: a randomized controlled trial[J]. *J MedInternet Res*, 2017, 19(2): e36.
- 19 Kim G, Kim S, Lee YB, et al. A randomized controlled trial of an app-based intervention on physical activity and glycemic control in people with type 2 diabetes[J]. *BMC Med*, 2024, 22(1): 185.
- 20 Han Y, Ye X, Li X, et al. Comparison of an online versus conventional multidisciplinary collaborative weight loss programme in type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial[J]. *Int J Nurs Pract*, 2023, 29(1): e13126.
- 21 Lim SL, Ong KW, Johal J, et al. Effect of a smartphone app on weight change and metabolic outcomes in Asian adults with type 2 diabetes: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Netw Open*, 2021, 4(6): e2112417.
- 22 Kempf K, Altpeter B, Berger J, et al. Efficacy of the telemedical lifestyle intervention program telipro in advanced stages of type 2 diabetes: a randomized controlled trial[J]. *Diabetes Care*, 2017, 40(7): 863–871.
- 23 袁昌芬, 赵蕾, 许颖, 等. 空腹血糖和糖化血红蛋白早期诊断糖尿病价值的研究进展[J]. *中国糖尿病杂志*, 2025, 33(7): 557–560. [Yuan CF, Zhao L, Xu Y, et al. Research progress on the value of fasting blood glucose and glycated hemoglobin in the early diagnosis of diabetes mellitus[J]. *Chinese Journal of Diabetes*, 2025, 33(7): 557–560.]
- 24 左红, 王述进, 冯佳, 等. 血清总胆红素、糖化白蛋白、糖化血红蛋白与糖尿病血管并发症的关系[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2019, 27(9): 787–790. [Zuo H, Wang SJ, Feng J, et al. Relationship between serum total bilirubin, glycated albumin, glycated hemoglobin and diabetic vascular complications[J]. *Chinese Journal of Arteriosclerosis*, 2019, 27(9): 787–790.]
- 25 Lee JY, Chan CKY, Chua SS, et al. Telemonitoring and team-based management of glycemic control on people with type2 diabetes: a cluster-randomized controlled trial[J]. *J Gen Intern Med*, 2020, 35(1): 87–94.
- 26 Nkhoma DE, Soko CJ, Bowrin P, et al. Digital interventions self-management education for type 1 and 2 diabetes: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2021, 210: 106370.
- 27 Wagner AL, Keusch F, Yan T, et al. The impact of weather on summer and winter exercise behaviors[J]. *J Sport Health Sci*. 2019, 8(1): 39–45.
- 28 《2型糖尿病患者体重管理专家共识》专家组. 2型糖尿病患者体重管理专家共识(2024年版)[J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2024, 44(5): 359–370. [Expert Group on Weight Management in Patients with Type 2 Diabetes. Expert consensus on weight management in patients with type 2 diabetes (2024 edition)[J]. *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 2024, 44(5): 359–370.]
- 29 DuBois KE, Delgado-Díaz DC, McGrievy M, et al. The mobile lifestyle intervention for food and exercise(mLife) study: protocol of a remote behavioral weight loss randomized clinical trial for type 2 diabetes prevention[J]. *Contemp Clin Trials*, 2025, 148: 107735.
- 30 Hall KD, Kahan S. Maintenance of lost weight and long-term management of obesity[J]. *Med Clin North Am*, 2018, 102(1): 183–197.
- 31 Martin CK, Gilmore LA, Apolzan JW, et al. Smartloss: a personalized mobile health intervention for weight management and health promotion[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2016, 4(1): e18.
- 32 Chakraborty S, Verma A, Garg R, et al. Cardiometabolic risk factors associated with type 2 diabetes mellitus: a mechanistic insight[J]. *Clin Med Insights Endocrinol Diabetes*, 2023, 16: 11795514231220780.
- 33 de Oliveira PBF, Dornelles TM, Gosmann NP, et al. Efficacy of telemedicine interventions for depression and anxiety in older people: a systematic review and Meta-analysis[J]. *Int J Geriatr Psychiatry*, 2023, 38(5): e5920.

收稿日期: 2026 年 01 月 07 日 修回日期: 2026 年 03 月 13 日  
本文编辑: 杨 燕 曹 越

引用本文: 李明月, 张雨婷, 贲世燕, 等. 移动医疗对超重或肥胖 2 型糖尿病患者应用效果的 Meta 分析[J]. 医学新知, 2026, 36(7): 790–797. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601025.

Li MY, Zhang YT, Ben SY, et al. The application effect of mobile healthcare on overweight or obesity in patients with type 2 diabetes mellitus: a Meta-analysis [J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2026, 36(7): 790–797. DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202601025.