

narrative review[J]. German Journal of Exercise and Sport Research, 2021, 51(4): 416-429.

[17] 沈纲, 徐冰. 防跌倒生活化功能锻炼方案的研究进展及启示[C]//第七届中国体能训练科学大会论文集. 广州: 广东省体能协会, 2022: 6.

[18] Jansen C P, Gottschalk S, Nerz C, et al. Comparison of falls and cost-effectiveness of the group versus individually delivered Lifestyle-integrated Functional Exercise (LiFE) program: final results from the LiFE-is-LiFE non-inferiority trial[J]. Age Ageing, 2023, 52(1): afac331.

[19] Weber M, Belala N, Clemson L, et al. Feasibility and effectiveness of intervention programmes integrating functional exercise into daily life of older adults: a systematic review [J]. Gerontology, 2018, 64(2): 172-187.

[20] Moyer V A. Prevention of falls in community-dwelling older adults: U. S. Preventive Services Task Force recommendation statement[J]. Ann Intern Med, 2012, 157(3): 197-204.

[21] Boulton E, Weber M, Hawley-Hague H, et al. Attitudes towards adapted lifestyle-integrated functional exercise developed for 60-70-year-olds: perceptions of participants and trainers[J]. Gerontology, 2019, 65(6): 599-609.

[22] Fleig L, McAllister M M, Chen P, et al. Health behaviour change theory meets falls prevention: feasibility of a habit-based balance and strength exercise intervention for older adults[J]. Psychol Sport Exerc, 2016, 22: 114-122.

[23] 吴红依, 皮红英, 苏清清, 等. 居家老年人跌倒效能影响因素分析[J]. 解放军医学院学报, 2020, 41(10): 971-975.

[24] Burton E, Lewin G, Clemson L, et al. Effectiveness of a lifestyle exercise program for older people receiving a restorative home care service: a pragmatic randomized controlled trial[J]. Clin Interv Aging, 2013, 8: 1591-1601.

[25] Hill K D, Hunter S W, Batchelor F A, et al. Individualized home-based exercise programs for older people to reduce falls and improve physical performance: a systematic review and meta-analysis[J]. Maturitas, 2015, 82(1): 72-84.

[26] Merom D, Pye V, Macniven R, et al. Prevalence and correlates of participation in fall prevention exercise/physical activity by older adults[J]. Prev Med, 2012, 55(6): 613-617.

[27] 康宁, 于海军, 陆晓敏, 等. 中国老年人跌倒发生率的 Meta 分析[J]. 中国循证医学杂志, 2022, 22(10): 1142-1148.

(本文编辑 赵梅珍)

数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用进展

林艳¹, 蒋新军¹, 邢树平², 李斌³

摘要: 介绍数字疗法的起源、概念和特点, 综述数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用形式、应用效果及经济效益, 旨在促进数字疗法更科学、有效、便捷地应用于 2 型糖尿病患者。

关键词: 2 型糖尿病; 自我管理; 数字疗法; 数字健康; 数字化管理; 综述文献

中图分类号: R473.5 DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.15.120

Application of digital therapeutics in the self-management of patients with type 2 diabetes: a review Lin Yan, Jiang Xinjiu, Xing Shuping, Li Bin. International Nursing School, Hainan Medical University, Haikou 571199, China

Abstract: This paper provides an overview of the origin, concept, and characteristics of digital therapeutics, and summarizes its application forms, effectiveness, and economic benefits in self-management among type 2 diabetes patients. It aims to facilitate more scientific, effective, and convenient application of digital therapeutics in type 2 diabetes patients.

Keywords: type 2 diabetes; self-management; digital therapeutics; digital health; digital management; review

2 型糖尿病是一种慢性终身性疾病, 其发病率高, 且近年来我国糖尿病发病群体年轻化趋势明

显^[1]。国际糖尿病联盟数据显示, 2021 年全球成年人糖尿病患者数约为 5.36 亿, 到 2045 年将达 7.83 亿, 而我国将超 1.74 亿, 位列第一, 其中 2 型糖尿病占 90%^[2]。与此同时, 全球糖尿病疾病经济负担不断增加, 2021 年全球用于治疗糖尿病的医疗支出总额约 1 万亿美元, 2017 年我国与糖尿病相关的医疗保健费用为 1 100 亿美元^[3]。糖尿病自我管理是糖尿病患者治疗和护理的关键^[4], 也是糖尿病全面治疗的重要组成部分。糖尿病自我管理能改善患者生活质量^[5], 减少住院治疗和医疗费用^[6]。然而, 我国医疗资源分布不均, 传统医疗模式存在时间和空间的限

作者单位: 1. 海南医学院国际护理学院(海南 海口, 571199); 海南省人民医院 2. 内分泌科 3. 护理部
林艳, 女, 硕士在读, 护师, 1411292805@qq.com
通信作者: 李斌, lblblb1999@163.com
科研项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目(82304262); 海南省科学技术厅 2022 年省重点研发项目(ZDYF2022SHFZ102); 2023 年海南省研究生创新科研课题(Qhys2023-501)
收稿: 2024-03-10; 修回: 2024-05-10

制,加上医疗资源不足,不能够为患者提供连续、全面的健康管理,影响了糖尿病患者的自我管理效果。数字疗法(Digital Therapeutics)是由高质量的软件程序驱动的循证医学干预方案,可用于预防、管理和治疗各种疾病^[7-8]。数字疗法是近年来兴起的治疗方式,能够打破传统教育和管理形式的限制,实现患者个性化的治疗和管理,具有便捷高效的优势,在欧美国家已被广泛应用和推广于慢性疾病管理领域,近年来我国也初步开展了相关的临床研究^[7]。本研究介绍数字疗法的起源、概念和特点,综述其在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用形式、应用效果及经济效益,旨在为促进数字疗法在 2 型糖尿病领域的发展提供参考。

1 数字疗法概述

1.1 数字疗法的起源与概念 数字疗法作为数字健康的一个分支,代表了医疗保健和健康行业的一系列技术、产品和服务^[9],其雏形是 1995 年在 Partners Connected Health 项目中试图建立的“一对多护理模式”的医疗服务技术系统^[10]。这一医疗服务理念是为了解决时间、空间和医疗资源紧缺的限制。数字疗法的概念被提出是在 2015 年,Sepah 等^[11]在针对糖尿病前期人群开发了一款改变生活方式的应用程序中,首次提及数字疗法是一种基于循证的线上行为治疗,可以提高医疗服务的可及性和有效性。2017 年,数字治疗联盟成立,并正式对数字疗法进行定义,该联盟将数字疗法定义为由高质量的软件程序驱动的循证医学干预方案,可用于预防、管理和治疗各种疾病^[12],它可以独立使用,也可以与药物、医疗器械或其他治疗方法相结合,不完全依赖于化学药物或物理器械。它利用信息(如应用程序上的文字、图片、视频)、物理因素(如声音、光线、电流、磁场等)和药物等多种手段综合影响患者,以优化患者的护理和健康结局。该定义在全球范围内得到认可,为数字疗法的发展奠定了基础。

1.2 数字疗法的特点 数字治疗联盟认为数字疗法具有以下 4 个特点^[12]。①基于软件驱动:即数字疗法是软件驱动的。软件是一系列按照特定顺序组织的数据和指令,没有物理形态,包括智能手机端、PC 端的系统软件、应用软件等。在数字疗法产品中,软件具有信息记录、分析、可视化和控制医疗器械等功能,属于应用软件的范畴。②以循证医学为基础:即数字疗法产品基于循证医学,且其效果基于证据支持,包括系统性综述和 Meta 分析、随机对照试验、队列研究等研究结果。③针对某一种疾病的干预:即数字疗法产品可以对患者健康状态或者疾病的自然发展过程产生一定的影响,实现预防、治疗或者管理某种疾病的功能。④需要监管部门的审批监管:即数字疗法产品在使用过程中涉及患者隐私和数据安全等

多方面安全问题。

2 数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用形式

数字疗法与传统的糖尿病自我管理相比有如以下优势:①可根据患者具体情况制定个体化管理方案,提高患者依从性;②可持续记录患者临床指标变化并及时向临床医生反馈,实现疾病动态管理;③通过远程管理,实现疾病的居家干预,使得治疗、管理更加便捷。目前数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用形式主要有以下 2 种。

2.1 高质量应用程序 高质量应用程序是指利用交互技术和用户可视界面完成某项或多项特定工作的计算机程序^[13],包括 web 的应用程序(云平台)和手机应用程序,其广泛应用在医学领域,国内外目前常用的糖尿病治疗和管理的高质量应用程序正在不断的研发和推广中,如糖医生、糖护士、BT-001 等,功能介绍详见表 1。其特点如下:第一,国内外大多数高质量应用程序都是由营利机构研发;第二,国外应用程序大部分的功能免费使用,而国内的应用程序在使用界面中存在广告及附带相应的付费项目,如教育课程学习及线上问诊等功能模块,在国内应用程序中患者使用这 2 个功能模块需要支付一定的费用;第三,国内外多数的应用程序都能满足基本的血糖、饮食和运动记录,并具有糖友圈互动及糖尿病相关知识资讯等功能模块。另外,有部分高质量软件与可穿戴设备结合使用,由于具有可穿戴性、便携性和智能性等特点,其在医疗界应用越来越广泛。可穿戴设备与高质量软件结合有 2 种形式:①侵入式的可穿戴设备,包括可穿戴微型传感器,如连续血糖监测仪;②接触式可穿戴设备,包括运动手环、VitalPatch 设备、基于汗液的智能可穿戴传感器等。患者在家中或社区中使用,可实现远程及长期指标监测,可穿戴设备与高质量软件结合有望为糖尿病患者实现个性化护理及降低医疗成本作出贡献。

尽管数字疗法在 2 型糖尿病患者中的应用打破了传统医疗模式受限于时间、空间的局面,但是也存在一些问题:①部分高质量应用程序的教育内容及咨询模块需要支付额外的费用,导致大多数患者不愿使用。②部分高质量应用程序不具备连接可穿戴设备功能,因此,其无法有效进行信息数据的智能整合。③患者对应用程序的接受程度不一,其原因主要有 2 个方面:a. 老年人群生理功能退化(如听力不佳、听力受损、视力模糊等)和心理状态的改变造成老年人对高质量应用程序使用理念不足,大部分老年人仍习惯于面对面教育及问诊^[14];b. 由公司开发的应用程序操作界面复杂、功能模块多,且具有商业用途版块,老年人操作困难,造成对应用程序的接受度和操作意愿降低^[15]。④缺乏对数据安全的维护和法律监管。移动网络在使用过程中会涉及家庭、社区、医院等多地

方的智能设备连接和双向共享的信息交互,信息数据可能存在泄露的风险,这将威胁到患者的信息安全,尤其是由公司开发的应用程序,应充分保障患者的隐私数据安全。针对移动医疗信息保护,目前我国所出台的法规主要包括《关于加强网络信息保护的決定》《规范互联网信息服务市场秩序若干规定》等,但这些法规的具体落实存在不足,产生的效力有限,为防止

开发商使用患者病历信息或者进行非法买卖谋取利益,需要监督管理部门长期监管^[16]。以上问题造成应用程序使用率和线上糖尿病管理质量不高,未来需要对特定人群、特定地区开展调查性研究,提高互联网访问的速度,并针对产品设计的便捷性方面进行改进,进一步完善我国数字疗法的相关信息安全法,以提高应用程序的使用率。

表 1 常用糖尿病治疗和管理的高质量应用程序功能介绍

高质量应用程序	用途	功能
糖医生	血糖、用药管理	①评估血糖等生理数值;②记录饮食、运动数据;③糖友圈互动;④付费医疗团队的咨询;⑤最新资讯
掌控糖尿病	血糖管理	①评估血糖、记录饮食、运动数据;②控糖知识库;③糖友圈互动;④付费医护团队的咨询
糖护士	血糖管理	①个性化饮食推荐;②评估血糖;③记录饮食运动用药数据;④最新资讯;⑤蓝牙连接穿戴设备
BT-001	饮食管理	①记录血糖、饮食及运动数据;②提供相应的行为改变课程学习
BlueStar	血糖、用药管理	①记录血糖、饮食及运动;②提供免费的教育与支持内容;③免费提供模拟虚拟教练,提供个体化管理方案;④蓝牙连接穿戴设备

2.2 虚拟现实技术 虚拟现实技术是一种计算机虚拟仿真系统,通过沉浸感、交互性、构想性建立的三维空间虚拟场景,体验者可借助眼睛显示器、鼠标、头盔、显示器等设备,用真实动作、行为与虚拟世界中的人或物体进行交互^[17]。虚拟现实技术包括虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(Augmented Reality, AR)、混合现实(Mixed Reality, MR)3 种类型。目前,在糖尿病教育中应用最多的是 VR,其应用于糖尿病教育领域中,为参与者提供了多种获得糖尿病管理信息的渠道,这种模式不仅能够提升视觉效果,减少疲劳,还可以获得持续的专业知识和同伴支持^[18]。Mallik 等^[19]使用互动的沉浸式 VR 场景来模拟现实生活中糖尿病的紧急情况,用户在虚拟环境中处理紧急情况,系统会收集用户个性化的反馈和指标,VR 培训能增强患者糖尿病管理的信心并促进积极行为。目前,虚拟现实技术在糖尿病自我管理中的应用研究较少,需要开展大规模的研究来证明其可行性、有效性及安全性。虚拟现实技术在应用过程中也存在多地方的信息交互,可能存在数据信息泄露等问题。

3 数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用效果

3.1 降低低血糖发生率 低血糖是 2 型糖尿病患者使用胰岛素治疗最常见的不良反应,可导致患者生活质量显著降低,甚至造成患者死亡。血糖监测是预防低血糖事件发生的最好方法。然而,由于需要多次扎手指,带来疼痛不适的体验,同时,血糖监测需要随身携带血糖监测设备,以及进行纸质日记记录等原因,造成患者自我监测依从性差^[20]。因此,数字疗法在血糖自我监测方面发挥了一定优势。2000 年, Tierney 等^[21]的研究采用无创可穿戴设备(手表)联合应用程序证实了数字疗法能明显降低低血糖的发生率,

但其结果容易受环境温度影响,稳定性较差。随后, Ajjan 等^[22]对胰岛素治疗的糖尿病患者使用持续葡萄糖监测系统联合应用程序,干预 3 个月后,结果证实其能改善糖尿病患者的 HbA1c,降低中度低血糖风险。

3.2 改善糖代谢和脂代谢 2 型糖尿病导致胰岛素分泌不足或者胰岛素抵抗,无法有效促进肝脏和肌肉组织中葡萄糖吸收和利用,从而使血糖升高。德国公司为 2 型糖尿病患者提供自我管理项目,干预 3 个月后,干预组的 HbA1c 降低了 0.4%^[23]。Hsia 等^[24]通过 BT-001 应用程序为干预组提供认知行为疗法,包括饮食、运动和药物依从性的支持,干预 3 个月后 HbA1c 降低 0.39%,未发现不良事件,而体质量、血压和血脂没有明显变化,可能与干预时间短有关。Boels 等^[25]使用个人健康记录平台,针对患者进行 9 个月的健康教育信息干预,随访 6 个月后,结果发现有利于改善患者的 HbA1c、血脂和降低血糖,但该研究并未关注血压、体质量等结局指标。相反, Agarwal 等^[26]探讨在真实世界中不同地区(如城市、农村)的人群中使用糖尿病管理应用程序(BlueStar)的效果,该应用程序可模拟健康教练,根据患者的健康信息制定个体化的教育内容和推送激励信息,干预 6 个月后,结果显示仅有 18.2%的干预组患者使用时间超过 100 d,两组 HbA1c 没有显著差异,可能与患者应用程序的使用率比较低有关。综上,数字疗法可在一定程度上改善患者糖代谢和脂代谢水平,但也再次提示在使用数字疗法时,提升患者对数字疗法的使用率极其重要。

3.3 提升自我管理能力 糖尿病需要患者长期居家管理,而患者的自我管理水平参差不齐^[27-28]。良好的自我管理行为水平能够帮助患者有效控制血糖,提高

患者生活质量,预防并发症的发生^[29]。数字疗法打破了传统的教育模式,为患者提供个性化健康指导,提升了糖尿病患者的自我管理能力和提高了医疗服务的可及性及有效性,同时为患者带来更好的健康结局。王晓曼等^[30]指导患者将身高、体质量、腰围、血糖值等录入糖尿病管理 App,该 App 针对患者的信息提供个体化的健康指导,此外,医护人员根据患者健康情况给予个体化健康指导,结果显示患者自我管理能力得到了提高。与此同时,印度 Phable Care 公司开发一款应用程序,可通过蓝牙连接患者血糖仪、血压计及运动健身程序,并为患者提供 3 个月的个性化健康教育,研究显示 95.3% 的患者发现提醒和健康知识推送,可提高患者自我管理的依从性^[31]。数字疗法以线上干预形式为主,可能不如面对面咨询和随访那样具有影响力,却具有易于沟通、随时随地可访问和信息可用性的优势,能够使得患者改变生活方式,帮助患者实现糖尿病自我管理目标,在减轻患者疾病负担时,还能有效应对我国医疗资源紧张等问题。

3.4 提高自我管理效能 糖尿病患者的自我管理水平在很大程度上影响自身的生活质量、自我管理效能。基于高质量应用程序结合可穿戴设备提供个性化的健康教育,很大程度上提高了糖尿病患者的自我管理效能。BlueStar、Prevent 等数字疗法通过蓝牙连接血糖仪实现数据同步至医护和患者端,患者可以实时了解自己的血糖动态,同时医护人员根据患者具体情况提供个性化的管理方案^[32],有利于患者提高自我管理效能。Lee 等^[33]的研究也证实了数字疗法在糖尿病管理中应用能提高患者的自我管理效能。相反,Agarwal 等^[27]在真实世界研究中,使用糖尿病管理应用程序(BlueStar)为患者进行教育和管理,结果显示患者的自我管理效能没有明显改善。可能与研究方法不同有关,数字疗法是否能提高自我管理效能尚无统一结论,需要研究进一步证实。

4 数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用的经济效益

数字疗法可以使得患者不受时间和空间的限制,获得 2 型糖尿病的相关知识和教育资料,无需支付额外的交通费用、部分医疗费用(如健康咨询费等)和消耗时间成本^[34]。相比传统的面对面教育,数字疗法可以大大降低糖尿病患者自我管理的成本。Davison 等^[35]从医疗保健者的角度探讨 BT-001 联合美国糖尿病护理规范在 2 型糖尿病患者中的成本效果,并采用蒙特卡罗(Monte Carlo)模型来模拟成本效用,结果是质量调整生命年增加 0.101,同时每例患者节省 7 343 美元。一项系统评价也表明,2 型糖尿病患者通过数字疗法干预,患者每年节省 28.4~1 871 美元^[36]。由此可见,数字疗法在糖尿病中的应用前景

较为乐观,很可能具有良好的经济效应。但目前关于数字疗法的经济成本的研究多数从医疗卫生系统的角度进行考量,如考虑直接医疗成本等^[37]。因此,未来需要更多的学者从间接医疗成本的角度进行考虑,如时间成本、人力成本损失费等,未来应开展高质量的经济评价,以探讨数字疗法对间接医疗成本的影响。

5 小结

数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中有明显的优势,可打破时间、空间的局限性,并对患者、医疗机构等产生经济效益,提升了患者的自我管理能力,在改善患者的健康结局方面具有潜力。我国 2 型糖尿病患者群体庞大,在有限的医疗资源背景下,应用数字疗法是 2 型糖尿病患者自我管理的趋势。然而,数字疗法作为医疗领域的新事物,患者对其接纳程度与信任程度不一。同时,我国数字疗法的审批流程及数据安全等法律尚未完善等问题也需要重点关注。此外,数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中的应用研究大多采用随机对照试验,对于真实世界研究及经济学等研究较少,并且随机对照试验大多缺乏后续长期随访。因此,未来需要开展大样本、多中心和高质量的真实世界研究及高质量的经济评价以探索数字疗法在 2 型糖尿病患者自我管理中应用的临床效果及经济学效果。

参考文献:

[1] Lawrence J M, Divers J, Isom S, et al. Trends in prevalence of type 1 and type 2 diabetes in children and adolescents in the US, 2001-2017[J]. JAMA, 2021, 326(8): 717-727.

[2] Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045 [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2022, 183: 109119.

[3] Li Y, Teng D, Shi X, et al. Prevalence of diabetes recorded in mainland China using 2018 diagnostic criteria from the American Diabetes Association: national cross-sectional study[J]. BMJ, 2020, 369: m997.

[4] Davis J, Fischl A H, Beck J, et al. 2022 national standards for diabetes self-management education and support[J]. Sci Diabetes Self Manag Care, 2022, 48(1): 44-59.

[5] Humayun M A, Jenkins E, Knott J, et al. Intensive structured education for type 1 diabetes management using BERTIE: long-term follow-up to assess impact on glycaemic control and quality of life indices[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 143: 275-281.

[6] Strawbridge L M, Lloyd J T, Meadow A, et al. One-year outcomes of diabetes self-management training among medicare beneficiaries newly diagnosed with diabetes[J]. Med Care, 2017, 55(4): 391-397.

[7] 刘雪, 颜巧元, 周么玲, 等. 数字疗法用于慢性病管理的

- 研究进展[J]. 护理学杂志, 2023, 38(11): 122-126.
- [8] Carrera A, Manetti S, Lettieri E. Rewiring care delivery through Digital Therapeutics (DTx): a machine learning-enhanced assessment and development (M-LEAD) framework[J]. BMC Health Serv Res, 2024, 24(1): 237.
- [9] Dang A, Arora D, Rane P. Role of digital therapeutics and the changing future of healthcare[J]. J Family Med Prim Care, 2020, 9(5): 2207-2213.
- [10] Makin S. The emerging world of digital therapeutics[J]. Nature, 2019, 573(7775): S106-S109.
- [11] Sepah S C, Jiang L, Peters A L. Translating the diabetes prevention program into an online social network: validation against CDC standards[J]. Diabetes Educ, 2014, 40(4): 435-443.
- [12] Digital Therapeutics Alliance. Digital therapeutics definition and core principle[EB/OL]. (2019-11-30)[2023-09-12]. <https://www.dtxalliance.org/>.
- [13] 蒋琦敏. 基于 GUI 的 Android 应用程序中 WebView 页面自动化测试系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2021.
- [14] 陈惠莲, 董佩芳, 乔丹妮, 等. 眼科患者“互联网+护理服务”平台问诊现状及影响因素分析[J]. 护理学杂志, 2023, 38(20): 4-7.
- [15] 杨怡, 胡慧, 艾亚婷, 等. 社区老人应用健康技术的可及性评价[J]. 职业与健康, 2021, 37(12): 1689-1694.
- [16] 罗连凤. “互联网+”背景下移动医疗信息安全保护与法律监管机制建构研究[J]. 法制与社会, 2018(23): 210-211.
- [17] 鞠惠, 王湘云, 李玲, 等. 虚拟现实技术在老年慢病中的应用进展[J]. 牡丹江医学院学报, 2023, 44(6): 128-131.
- [18] Reagan L, Pereira K, Jefferson V, et al. Diabetes self-management training in a virtual environment[J]. Diabetes Educ, 2017, 43(4): 413-421.
- [19] Mallik R, Patel M, Atkinson B, et al. Exploring the role of virtual reality to support clinical diabetes training: a pilot study[J]. J Diabetes Sci Technol, 2022, 16(4): 844-851.
- [20] 戴振威, 张菱, 张浩然, 等. 农村地区中老年 2 型糖尿病患者血糖监测的影响因素分析[J]. 中国全科医学, 2024, 27(10): 1194-1200.
- [21] Tierney M J, Tamada J A, Potts R O, et al. The Gluco-Watch biographer: a frequent automatic and noninvasive glucose monitor[J]. Ann Med, 2000, 32(9): 632-641.
- [22] Ajjan R A, Abougila K, Bellary S, et al. Sensor and software use for the glycaemic management of insulin-treated type 1 and type 2 diabetes patients[J]. Diab Vasc Dis Res, 2016, 13(3): 211-219.
- [23] von Storch K, Graaf E, Wunderlich M, et al. Telemedicine-assisted self-management program for type 2 diabetes patients[J]. Diabetes Technol Ther, 2019, 21(9): 514-521.
- [24] Hsia J, Guthrie N L, Lupinacci P, et al. Randomized, controlled trial of a digital behavioral therapeutic application to improve glycemic control in adults with type 2 diabetes[J]. Diabetes Care, 2022, 45(12): 2976-2981.
- [25] Boels A M, Rutten G, Zuithoff N, et al. Effectiveness of diabetes self-management education via a smartphone application in insulin treated type 2 diabetes patients: design of a randomised controlled trial ('TRIGGER study')[J]. BMC Endocr Disord, 2018, 18(1): 74.
- [26] Agarwal P, Mukerji G, Desveaux L, et al. Mobile App for improved self-management of type 2 diabetes: multi-center pragmatic randomized controlled trial[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2019, 7(1): e10321.
- [27] 许鑫. 基于 Cox 健康行为互动模式的糖尿病共病患者自我管理行为的研究[D]. 延吉: 延边大学, 2022.
- [28] 任雅鑫. 老年 2 型糖尿病患者自我管理行为现状及影响因素研究[D]. 唐山: 华北理工大学, 2023.
- [29] Burford S J, Park S, Dawda P. Small data and its visualization for diabetes self-management: qualitative study[J]. JMIR Diabetes, 2019, 4(3): e10324.
- [30] 王晓曼, 李淑艳, 郑雪洋. 移动 APP+ 血糖管理模式在糖尿病患者中的应用[J]. 临床医学工程, 2023, 30(6): 843-844.
- [31] Chawla R, Jaggi S, Gupta A, et al. Clinical utility of a digital therapeutic intervention in Indian patients with type 2 diabetes mellitus: 12-week prospective single-arm intervention study[J]. JMIR Diabetes, 2022, 7(4): e41401.
- [32] Ramakrishnan P, Yan K, Balijepalli C, et al. Changing face of healthcare: digital therapeutics in the management of diabetes[J]. Curr Med Res Opin, 2021, 37(12): 2089-2091.
- [33] Lee E Y, Cha S A, Yun J S, et al. Efficacy of personalized diabetes self-care using an electronic medical record-integrated mobile App in patients with type 2 diabetes: 6-month randomized controlled trial[J]. J Med Internet Res, 2022, 24(7): e37430.
- [34] Steinhubl S R, Muse E D, Topol E J. Can mobile health technologies transform health care? [J]. JAMA, 2013, 310(22): 2395-2396.
- [35] Davison N J, Guthrie N L, Medland S, et al. Cost-effectiveness analysis of a prescription digital therapeutic in type 2 diabetes[J]. Adv Ther, 2024, 41(2): 806-825.
- [36] Rinaldi G, Hijazi A, Haghparast-Bidgoli H. Cost and cost-effectiveness of mHealth interventions for the prevention and control of type 2 diabetes mellitus: a systematic review[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2020, 162: 108084.
- [37] Nordyke R J, Appelbaum K, Berman M A. Estimating the impact of novel digital therapeutics in type 2 diabetes and hypertension: health economic analysis[J]. J Med Internet Res, 2019, 21(10): e15814.