

## 数字技术在精神分裂症康复治疗中的应用进展

王茹 李先宾

100088 首都医科大学附属北京安定医院 国家精神心理疾病临床医学研究中心 精神疾病  
诊断与治疗北京市重点实验室 北京脑重大疾病研究院 精神分裂症研究所

通信作者: 李先宾, Email: xianbinli@ccmu.edu.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2024.11.009

**【摘要】** 精神分裂症作为一种慢性致残性疾病, 康复治疗是帮助患者回归社会的必要措施。既往康复治疗多以面对面形式进行, 数字技术的应用扩大了康复服务覆盖面, 降低了医疗成本, 促进了医疗公平性, 增加了精神分裂症患者康复的治疗机会。目前, 数字化精神康复涵盖监测和改善治疗依从性、症状识别、社交技能、认知功能、家庭干预等康复相关领域, 并被大多数患者所接受。本文对数字技术在精神分裂症康复治疗中的应用现状及效果进行综述, 为进一步研究提供参考依据。

**【关键词】** 精神分裂症; 数字技术; 康复治疗; 综述

**基金项目:** 首都卫生发展科研专项项目(首发2024-3-2128)

**Application progress of digital technology in rehabilitation treatment of schizophrenia** Wang Ru, Li Xianbin

Beijing Anding Hospital, Capital Medical University & National Clinical Research Center for Mental Disorders & Beijing Key Laboratory of Mental Disorders & Beijing Institute of Brain Disorders & Institute of Schizophrenia, Beijing 100088, China

Corresponding author: Li Xianbin, Email: xianbinli@ccmu.edu.cn

**【Abstract】** Schizophrenia, as a chronic disabling disease, requires rehabilitation treatment as an

- [84] Chiu RW, Lui WB, El-Sheikhah A, et al. Comparison of protocols for extracting circulating DNA and RNA from maternal plasma[J]. Clin Chem, 2005, 51(11): 2209-2210. DOI: 10.1373/clinchem.2005.056366.
- [85] Bronkhorst AJ, Ungerer V, Holdenrieder S. Comparison of methods for the quantification of cell-free DNA isolated from cell culture supernatant[J]. Tumour Biol, 2019, 41(8): 1010428319866369. DOI: 10.1177/1010428319866369.
- [86] Ponti G, Maccaferri M, Manfredini M, et al. The value of fluorimetry (Qubit) and spectrophotometry (NanoDrop) in the quantification of cell-free DNA (cfDNA) in malignant melanoma and prostate cancer patients[J]. Clin Chim Acta, 2018, 479: 14-19. DOI: 10.1016/j.cca.2018.01.007.
- [87] Lee EY, Lee EJ, Yoon H, et al. Comparison of four commercial kits for isolation of urinary cell-free DNA and sample storage conditions[J]. Diagnostics (Basel), 2020, 10(4): 234. DOI: 10.3390/diagnostics10040234.
- [88] Nakayama Y, Yamaguchi H, Einaga N, et al. Pitfalls of DNA quantification using DNA-binding fluorescent dyes and suggested solutions[J]. PLoS One, 2016, 11(3): e0150528. DOI: 10.1371/journal.pone.0150528.
- [89] Pöts Z, Pöts O, Styk J, et al. Technical and methodological aspects of cell-free nucleic acids analyzes[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(22): 8634. DOI: 10.3390/ijms21228634.
- [90] 应超, 蔡燕宁, 郝淑文, 等. 三种游离核酸提取试剂盒对血浆 cfDNA 提取性能的比较[J]. 实用医学杂志, 2023, 39(12): 1556-1563. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5725.2023.12.017.
- Ying C, Cai YN, Hao SW, et al. Performance comparison of three cell-free nucleic acid extraction kits for plasma cfDNA extraction[J]. The Journal of Practical Medicine, 2023, 39(12): 1556-1563.
- [91] Yuan H, Zhu ZZ, Lu Y, et al. A modified extraction method of circulating free DNA for epidermal growth factor receptor mutation analysis[J]. Yonsei Med J, 2012, 53(1): 132-137. DOI: 10.3349/ymj.2012.53.1.132.
- [92] Lu JL, Liang ZY. Circulating free DNA in the era of precision oncology: pre- and post-analytical concerns[J]. Chronic Dis Transl Med, 2016, 2(4): 223-230. DOI: 10.1016/j.cdtm.2016.12.001.
- [93] Ramachandran K, Speer CG, Fiddy S, et al. Free circulating DNA as a biomarker of prostate cancer: comparison of quantitation methods[J]. Anticancer Res, 2013, 33(10): 4521-4529.
- [94] Bruno DCF, Donatti A, Martin M, et al. Circulating nucleic acids in the plasma and serum as potential biomarkers in neurological disorders[J]. Braz J Med Biol Res, 2020, 53(10): e9881. DOI: 10.1590/1414-431x20209881.

(收稿日期: 2024-05-08)

(本文编辑: 赵金鑫)

essential measure to help patients reintegrate into society. Traditionally, rehabilitation treatment has been mostly conducted face-to-face, but the application of digital technology has expanded the coverage of rehabilitation services, reduced healthcare costs, promoted healthcare equity, and increased treatment opportunities for schizophrenia patients. Currently, digital mental rehabilitation covers rehabilitation related fields such as monitoring and improving treatment compliance, symptom recognition, social skills, cognitive function, and family intervention, and is accepted by the majority of patients. This paper reviews the current status and effectiveness of digital technology in the rehabilitation treatment of schizophrenia, providing a reference for further research.

**【Key words】** Schizophrenia; Digital technology; Rehabilitation treatment; Review

**Fund program:** Capital Health Development and Scientific Research Project (Shoufa 2024-3-2128)

精神分裂症一直是全球性的公共卫生问题,该疾病影响着世界近1%的人口,是全球十大致残原因之一<sup>[1]</sup>。精神分裂症的康复治疗是降低疾病致残率的有效办法之一<sup>[2]</sup>,治疗措施包括日常生活指导、疾病症状管理训练、服药管理训练、社交技能训练等<sup>[3]</sup>,最终目的是帮助患者恢复健康,即控制症状,消除疾病造成的人际和环境障碍,恢复独立生活、社交的能力,有效进行日常生活管理和疾病自我管理<sup>[4]</sup>。随着数字技术的创新发展,数字健康在精神康复领域得到了进一步发展和应用<sup>[5]</sup>。本文对数字技术在精神分裂症康复治疗中的应用现状及效果进行综述,包括目前针对药物依从性、症状管理、社会认知、家庭干预、心理干预等相关研究的结果和优劣势,以期更好地为精神分裂症患者提供康复治疗服务,为进一步研究提供参考依据。

### 一、数字技术与数字健康

近几十年来,随着数字技术渗透并重构了经济和社会生活的各个方面,人们对数字健康的可行性和有效性越来越感兴趣。2021年,世界卫生组织发布的《数字健康全球战略(2020—2025)》<sup>[6]</sup>提出,数字健康是指“开发并应用数字技术普及健康知识及进行相关实践的领域”。数字技术扩大了康复服务的覆盖面,易于使用,可以随时访问,能够帮助患者克服治疗障碍,例如生活在偏远地区、交通不便、职业限制、身体残疾、经济困难以及病耻感等<sup>[7]</sup>。研究显示,81%的重度精神疾病患者愿意接受数字化精神卫生服务<sup>[8]</sup>。数字健康被提出有望作为传统干预措施的替代方案<sup>[9]</sup>,为精神卫生保健资源获取受限或无法获得的人提供帮助。

### 二、精神分裂症数字化康复的应用研究

精神分裂症数字化康复治疗的应用范围很广,包括运用各种康复机制的移动应用程序、计算机软件、线上治疗、虚拟现实和智能家居等<sup>[10]</sup>,以帮助精神分裂症患者完成相关评估、监测,获得相应技能或功能,减少复发,最大程度回归社会。

### (一) 治疗依从性

研究显示,精神分裂症患者治疗不依从率为64.9%~75%<sup>[11-12]</sup>。精神分裂症患者治疗不依从与较多因素有关,包括药物不良反应、对疾病和药物的态度、病耻感等<sup>[13]</sup>。这可能导致患者症状加重、复发、反复住院以及经济损失<sup>[14]</sup>。

数字技术在治疗依从性方面进行了许多相关研究。包括电子处方系统和药物监测数据库,可以帮助临床医生通过查看患者的临床数据以及配药信息来监测患者的服药依从性<sup>[15]</sup>,以及通过自动语音或短消息进行重复药物依从性培训及服药提醒<sup>[16]</sup>。药物事件监测系统(Medication Event Monitoring System, MEMS)通过询问患者何时打开抽屉、是否服药、未服药的原因等问题来跟踪药物的摄入。Remington等<sup>[17]</sup>通过MEMS对52例精神分裂症或分裂情感障碍患者进行了依从性测评研究,其将依从性作为二分变量进行评估,并使用80%的阈值,MEMS测量的不依从率为52%,远高于自我报告(3%)、临床医生评分(24%)和药丸数量(25%)。说明临床医生预测依从性或不依从性的能力是有限的,数字化系统可以帮助医生更好地了解药物不依从程度。

“数字药丸”作为一种强制数字技术,可以提示患者是否真的服用药物,其要求患者佩戴传感器,并在药物中嵌入“可摄入标志物”,在与胃液电解质接触时发出独特的信号,信号通过身体组织传输到佩戴的小接收器,并向手机发送信号,指示摄入药物的时间,可摄入的芯片在粪便中排出<sup>[18]</sup>。Peters-Strickland等<sup>[18]</sup>对其进行了为期8周的可用性研究,该试验共纳入67例患者,49例患者完成研究。末次随访时,47例患者对数字药丸系统表示满意、比较满意及非常满意。

FOCUS系统包含数个应用程序,涵盖药物依从性、情绪调节、睡眠调节、社交功能和应对症状等康复治疗项目<sup>[19]</sup>。Ben-Zeev等<sup>[19]</sup>参与开发该应用平台,并对其进行了可用性研究,12例精神分裂症或

分裂情感性障碍患者参与了研究,被试者在研究人员在场的情况下执行一系列涉及智能手机和干预系统的操作任务,并被要求在操作时给出即时评论,最后进行了调查问卷。所有被试者都感到有信心能够使用该系统,10例被试者对其易用性表示满意且认为其有帮助。研究者表示会推广至真实世界,但其康复的有效性研究暂未发表。

MedActive应用程序参考信息-动机-行为(information-motivation-behavior, IMB)技能模型,通过服药健康教育和量身定制的动机性反馈来提高服药依从性<sup>[20]</sup>,并可以对使用者进行每日生态瞬时评估(ecological momentary assessment, EMA),内容包括药物依从性、阳性症状和不良反应。

Kreyenbuhl等<sup>[20]</sup>进行了一项开放试验,目的是测试其可行及可接受性,而非该程序对服药依从性的影响,7例精神分裂症谱系患者使用MedActive应用程序2周,在此期间,6名精神科医生在临床医生界面上监测他们的EMA。所有患者均完成了约2周的试验,其中6例表示可接受该程序及瞬时评估,5名精神科医生(83%)表示有兴趣在程序中查看患者的EMA信息的总结报告。结果表明该程序是可行的且可接受的,但该研究的局限性在于样本量较小,研究时间较短,且缺乏对照组。

## (二) 症状监控

数字技术也可以帮助患者监测早期症状,有新的证据表明,精神分裂症患者愿意在日常生活中使用智能手机进行临床自我监测<sup>[21]</sup>。

ClinTouch应用程序可以在短时间内评估突发症状及昼夜波动性,并可监测睡眠模式和活动等,但需避免回忆偏差、数据可靠性有限等问题<sup>[22]</sup>。Palmier-Claus等<sup>[22]</sup>针对应用程序对44例精神分裂症患者进行了一项纵向研究,其要求被试者在1周内,每天在6个随机时间点通过手机自评关键精神病症状。研究显示,使用移动设备进行自评的方法具有高依从性,并且在检测精神病症状方面与面对面的临床评估具有可比性,特别是在妄想、幻觉、多疑、焦虑和绝望这5个项目上,局限性在于评估阴性症状和行为能力有限。

Eisner等<sup>[23]</sup>进行了一项纵向研究,18例精神分裂症患者使用名为“ExPRESS”的智能手机应用程序进行症状监测,被试者通过程序每周报告一次早期征兆、基本症状和精神病症状,持续6个月。如应用程序报告的精神病症状超过阈值,便通过电话访谈评估复发情况。研究表明,应用程序与研究评

定的症状呈高度相关,电话访谈和面对面评估的精神病症状也有极好的一致性。这是第1个通过应用程序监测早期征兆和基本症状的研究,研究证明基于应用程序的每周监测在6个月内是可行的、有效的以及可接受的。

Gumley等<sup>[24]</sup>对73例2年内复发过的精神分裂症患者进行了一项随机对照研究,42例分配至干预组,31例分配至对照组。干预组通过“EMPOWER”程序监测早期症状,并与同伴支持相结合,若超出程序设定的症状阈值即进行临床分诊,如必要可启用复发预防途径;对照组仅接受常规治疗,两组均每2周随访一次,持续12个月。研究表明,EMPOWER程序可能会在12个月内减少疾病复发,减少患者对复发的恐惧,改善阴性症状、抑郁情绪和自我效能感。但对药物依从性改善不明显。

m-RESIST平台是第一次将数字技术运用于治疗抵抗的精神分裂症(treatment resistant schizophrenia, TRS)的干预<sup>[25]</sup>。Grasa等<sup>[25]</sup>对其进行了一项前瞻性研究,评估m-RESIST干预的可行性、可接受性和易用性,以及TRS使用者的满意度。研究表明,m-RESIST干预可以更好地控制疾病和提供恰当的照护,在用户体验方面,患者表示通过该平台可以更轻松、更快速地与临床医生沟通,从而感到更受保护、更安全。

我的旅程3(My Journey 3)应用程序涵盖疾病自我管理的4个模块,包含制订康复计划、设定预防复发计划、监测症状和早期预警信号、制定个性化危机应对策略等<sup>[26]</sup>。Stear等<sup>[26]</sup>对40例成年精神障碍患者进行了一项非盲法的可行性随机对照研究,并进行了巢式定性访谈。干预组为常规治疗联合该使用应用程序,对照组仅接受常规治疗。被试者以1:1的比例随机分配。研究结果显示,该程序可行,但使用率相对较低(使用次数和总时间均较少),且该研究为可行性试验,未进行相关有效性研究。

## (三) 社会认知

社会认知是指感知、处理、解释和反映社会刺激的心理能力<sup>[27]</sup>。精神分裂症患者往往会出现社会认知受损,表现为难以识别情绪、与他人建立联系、推断他人的想法以及对他人做出情感反应<sup>[28]</sup>。针对数字化社会认知康复也有一些相关研究。

CLIMB程序是利用数字技术进行社会认知训练,包括计算机化社会认知训练(social cognitive training, SCT)和优化的远程团体治疗(optimized remote group therapy, ORGT)<sup>[29]</sup>。Biagiatti等<sup>[29]</sup>对

27例慢性精神障碍患者进行了一项单臂研究,以测试该程序的可行性和初步效果。被试者被要求在6周内完成18 h SCT及6次ORGT,并通过韵律识别任务评估社会认知、生活质量量表自评问卷评估生活质量以及PANSS评估临床症状。研究结果表明,数字化社会认知干预措施是可行且可接受的,并在某些情绪识别能力方面显著改善,在生活质量的某些方面观察到趋势水平的改善,但症状方面没有观察到改善。但该研究存在样本量小的问题,并需要进一步随机对照研究来评估其有效性。

Vass等<sup>[30]</sup>对精神分裂症或分裂情感障碍患者进行了一项为期3个月基于虚拟现实的心理干预理论(virtual reality-based theory of mind intervention, VR-ToMIS)的随机对照研究,该技术可以用来评估和训练患者的同理心和理解他人的能力。42例患者随机分配到试验组(VR-ToMIS)或对照组(passive-VR),并通过Faux pas(失言)测试和Baron-Cohen的“心灵之眼”测试等评估社会认知等相关功能,研究结果显示,试验组的社会认知、阴性症状明显改善,治疗后3个月的效果仍较显著。

SlowMo是第1个针对偏执观念的混合数字心理干预程序<sup>[31]</sup>。Garety等<sup>[31]</sup>对362例精神分裂症谱系患者进行了1项评估者盲法的平行臂随机临床试验,被试者以1:1的比例随机分配,干预组为SlowMo干预(8次数字化面对面对谈及应用程序干预)及常规治疗,对照组仅接受常规治疗。主要结局指标为24周时的偏执思维量表总评分来评估偏执观念,次要结局指标包括12周时的偏执思维量表总分及其2个分量表(参考分量A与被害分量B)得分、精神病症状评定量表中的妄想子量表得分等。研究结果表明,SlowMo在24周时并未表现出对偏执观念有显著改善,但可以提高思维灵活度和减少担忧。

Lado-Codesido等<sup>[32]</sup>对50例患有精神分裂症或分裂情感障碍的门诊患者进行了一项随机、单盲多中心临床研究。干预组接受常规治疗并使用“Voices”程序(专为韵律康复而设计的在线自我培训程序),对照组仅接受常规治疗,结局指标为韵律阅读思维测试量表,与对照组相比,Voices程序改善了被试者的韵律测试得分,提示使用该程序可以提高听觉情绪识别水平及整体心理社会功能,但该研究只针对西班牙语人群。

#### (四)家庭干预

Mueser等<sup>[33]</sup>对精神分裂症患者及家庭照护者进行了远程家庭干预随机对照研究,研究内容主要

是为家庭照护者提供远程心理健康教育,对照组为不接受远程心理健康教育的常规照护,结局指标为患者住院率、肇事肇祸率、自杀率等,共有148对参与者参加了该研究,其中96例(64.9%)患者和94名(63.5%)照护者完成了为期12个月的随访。研究结果显示,虽然远程心理教育并未显著改善患者的治疗效果或减轻照顾者的负担,但提示了照护者参与、心理健康教育、医患及家属关于治疗计划沟通的重要性。

#### (五)心理干预

CORE系统用于通过简短的游戏式日常训练来提高重度精神障碍患者的认知灵活性,以改善自我污名化、自我照顾、自我价值等13个领域<sup>[34]</sup>。Ben-Zeev等<sup>[34]</sup>对315例重度精神障碍患者进行了一项完全远程的随机对照研究。评估工具为贝克抑郁量表第2版、广泛性焦虑量表、罗森伯格自尊量表等。研究结果显示,CORE程序是可用、可接受和有效的工具,能够减轻抑郁焦虑情绪,改善自尊水平。

PRIME(个性化动机增强实时干预)是基于认知行为疗法改善早期精神分裂症谱系障碍(schizophrenia spectrum disorder, SSD)患者的动机障碍、抑郁情绪等的应用程序<sup>[35]</sup>。Schlosser等<sup>[35]</sup>对SSD患者进行了一项为期12周的随机对照试验,被试者被随机分配到PRIME组( $n=22$ )或对照组( $n=21$ ),研究结果显示,与对照组相比,PRIME组在抑郁、失败信念、自我效能感和阴性症状有显著的改善。

#### (六)其他功能

1.社交技能:社交技能和动机支持程序用于改善精神分裂症患者的社交功能,其将社交技能培训 and CBTp的元素转化至移动平台,并提供社交技能的视频演示<sup>[36]</sup>。Fulford等<sup>[36]</sup>对31例精神分裂症患者进行了为期8周的研究,包括干预前后的社会功能、社会动机评估。研究结果表明,社交技能和动机支持程序改善了社会功能,包括社会感知力和社会互动的努力程度,但在3个月的随访中效果未保持。另有1项基于虚拟现实进行社交技能训练的随机对照研究<sup>[37]</sup>,以及1项虚拟现实工作面试训练随机对照研究<sup>[38]</sup>。2项研究<sup>[37-38]</sup>均为虚拟现实角色扮演训练组和常规角色扮演训练组进行比较,研究结果均显示,虚拟现实组在对话技巧和自信方面提高明显,有效提高求职面试技巧,但在非语言方面提高较少。

2. 戒烟: QuitGuide 和 quitSTART 是针对重度精神疾病患者设计的戒烟程序。其中 QuitGuide 是为成年人设计的, 而 quitSTART 是为青少年设计的, 两款应用共同点包括鼓励用户设定戒烟日期、提供戒烟信息和激励内容, 不同点在于布局、调色、文本以及信息传递方式<sup>[39]</sup>。一项可行性研究结果显示, QuitGuide 和 quitSTART 应用于精神障碍吸烟者中都是可行及可接受的, 其中 quitSTART 的可用性更好<sup>[39]</sup>。

### 三、总结

数字健康的迅速发展为精神分裂症患者的康复治疗提供了新机会, 同时也带来了新的挑战。数字技术不仅成为协助诊断、治疗、教育、监测和鼓励疾病自我管理的重要工具, 也为个性化和高精度康复治疗提供了发展方向。大部分可行性研究显示, 患者对数字健康的使用情况、接受度和满意度均达到中等水平<sup>[19, 22-23, 25, 39]</sup>。同时不能忽略的是, 数字技术在康复治疗中的作用也存在一些问题, 如技术作用目的不明确、对患者自我认知和自主性的影响、安全性、数据隐私等。为了应对这些挑战, 确保隐私和安全、从可行性研究转向有效性研究, 以及研究人员、技术部门、医生和患者的有效合作都是非常必要的。另外, 面向中国用户的精神康复数字软件有待开发。随着精神疾病越来越受到患者、家属及社会的重视, 数字技术在精神康复领域的推广与应用也越来越普及, 可以帮助更多的精神分裂症等精神疾病患者获得方便可及、经济、有效的精神康复服务。

**利益冲突** 文章所有作者共同认可文章无相关利益冲突

**作者贡献声明** 文献检索和筛选、论文撰写为王茹, 选题指导、论文修订、审校为李先宾

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Marder SR, Cannon TD. Schizophrenia[J]. N Engl J Med, 2019, 381(18): 1753-1761. DOI: 10.1056/NEJMr1808803.
- [ 2 ] Wallace CJ. Psychiatric rehabilitation[J]. Psychopharmacol Bull, 1993, 29(4): 537-548.
- [ 3 ] Mueser KT, Deavers F, Penn DL, et al. Psychosocial treatments for schizophrenia[J]. Annu Rev Clin Psychol, 2013, 9: 465-497. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-050212-185620.
- [ 4 ] Liberman RP. Recovery from disability: manual of psychiatric rehabilitation[M]. Arlington, VA, US: American Psychiatric Publishing, Inc., 2008: 588.
- [ 5 ] Roth CB, Papassotiropoulos A, Brühl AB, et al. Psychiatry in the digital age: a blessing or a curse[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(16): 8302. DOI: 10.3390/ijerph18168302.
- [ 6 ] World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025 [M/OL]. Geneva: World Health Organization, 2021. <https://iris.who.int/handle/10665/344249>.
- [ 7 ] Hollon SD, Muñoz RF, Barlow DH, et al. Psychosocial intervention development for the prevention and treatment of depression: promoting innovation and increasing access[J]. Biol Psychiatry, 2002, 52(6): 610-630. DOI: 10.1016/S0006-3223(02)01384-7.
- [ 8 ] Ben-Zeev D, Davis KE, Kaiser S, et al. Mobile technologies among people with serious mental illness: opportunities for future services[J]. Adm Policy Ment Health, 2013, 40(4): 340-343. DOI: 10.1007/s10488-012-0424-x.
- [ 9 ] Álvarez-Jiménez M, Gleeson JF, Bendall S, et al. Internet-based interventions for psychosis: a sneak-peek into the future[J]. Psychiatr Clin North Am, 2012, 35(3): 735-747. DOI: 10.1016/j.psc.2012.06.011.
- [ 10 ] Chivilgina O, Elger BS, Jotterand F. Digital technologies for schizophrenia management: a descriptive review[J]. Sci Eng Ethics, 2021, 27(2): 25. DOI: 10.1007/s11948-021-00302-z.
- [ 11 ] Cañas F, Alptekin K, Azorin JM, et al. Improving treatment adherence in your patients with schizophrenia: the STAY initiative[J]. Clin Drug Investig, 2013, 33(2): 97-107. DOI: 10.1007/s40261-012-0047-8.
- [ 12 ] Manhas RS, Manhas A, Akhter R, et al. Non-adherence to treatment among schizophrenic patients[J/OL]. Int J Med Biomed Stud, 2019, 3(10) (2019-10-11) [ 2024-05-11 ]. <https://ijmbs.info/index.php/ijmbs/article/view/595>. DOI: 10.32553/ijmbs.v3i10.595.
- [ 13 ] Teferra S, Hanlon C, Beyero T, et al. Perspectives on reasons for non-adherence to medication in persons with schizophrenia in Ethiopia: a qualitative study of patients, caregivers and health workers[J]. BMC Psychiatry, 2013, 13: 168. DOI: 10.1186/1471-244X-13-168.
- [ 14 ] Velligan DI, Kamil SH. Enhancing patient adherence: introducing smart pill devices[J]. Ther Deliv, 2014, 5(6): 611-613. DOI: 10.4155/tde.14.33.
- [ 15 ] Collen M, Ball M. The history of medical informatics in the United States[M]. Berlin: Springer Publishing Company, Incorporated, 2015.
- [ 16 ] Granholm E, Ben-Zeev D, Link PC, et al. Mobile assessment and treatment for schizophrenia (MATS): a pilot trial of an interactive text-messaging intervention for medication adherence, socialization, and auditory hallucinations[J]. Schizophr Bull, 2012, 38(3): 414-425. DOI: 10.1093/schbul/sbr155.
- [ 17 ] Remington G, Kwon J, Collins A, et al. The use of electronic monitoring (MEMS®) to evaluate antipsychotic compliance in outpatients with schizophrenia[J]. Schizophr Res, 2007, 90(1/3): 229-237. DOI: 10.1016/j.schres.2006.11.015.
- [ 18 ] Peters-Strickland T, Pestreich L, Hatch A, et al. Usability of a novel digital medicine system in adults with schizophrenia treated with sensor-embedded tablets of aripiprazole[J]. Neuropsychiatr Dis Treat, 2016, 11: 12: 2587-2594. DOI: 10.2147/NDT.S116029.
- [ 19 ] Ben-Zeev D, Kaiser SM, Brenner CJ, et al. Development and usability testing of FOCUS: A smartphone system for self-management of schizophrenia[J]. Psychiatr Rehabil J, 2013, 36(4): 289-296. DOI: 10.1037/prj0000019.

- [ 20 ] Kreyenbuhl J, Record EJ, Himelhoch S, et al. Development and feasibility testing of a smartphone intervention to improve adherence to antipsychotic medications[ J ]. *Clin Schizophr Relat Psychoses*, 2019, 12(4): 152-167. DOI: 10.3371/CSRP.KRRE.070816.
- [ 21 ] Kimhy D, Myin-Germeys I, Palmier-Claus J, et al. Mobile assessment guide for research in schizophrenia and severe mental disorders[ J ]. *Schizophr Bull*, 2012, 38(3): 386-395. DOI: 10.1093/schbul/sbr186.
- [ 22 ] Palmier-Claus JE, Ainsworth J, Machin M, et al. The feasibility and validity of ambulatory self-report of psychotic symptoms using a smartphone software application[ J ]. *BMC Psychiatry*, 2012, 12: 172. DOI: 10.1186/1471-244X-12-172.
- [ 23 ] Eisner E, Bucci S, Berry N, et al. Feasibility of using a smartphone app to assess early signs, basic symptoms and psychotic symptoms over six months: a preliminary report[ J ]. *Schizophr Res*, 2019, 208: 105-113. DOI: 10.1016/j.schres.2019.04.003.
- [ 24 ] Gumley AI, Bradstreet S, Ainsworth J, et al. Digital smartphone intervention to recognise and manage early warning signs in schizophrenia to prevent relapse: the EMPOWER feasibility cluster RCT[ J ]. *Health Technol Assess*, 2022, 26(27): 1-174. DOI: 10.3310/HLZE0479.
- [ 25 ] Grasa E, Seppälä J, Alonso-Solis A, et al. m-RESIST, a mobile therapeutic intervention for treatment-resistant schizophrenia: feasibility, acceptability, and usability study[ J ]. *JMIR Form Res*, 2023, 7: e46179. DOI: 10.2196/46179.
- [ 26 ] Steare T, O'Hanlon P, Eskinazi M, et al. Smartphone-delivered self-management for first-episode psychosis: the ARIES feasibility randomised controlled trial[ J ]. *BMJ Open*, 2020, 10(8): e034927. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-034927.
- [ 27 ] Beaudoin C, Beauchamp MH. Social cognition[ J ]. *Handb Clin Neurol*, 2020, 173: 255-264. DOI: 10.1016/B978-0-444-64150-2.00022-8.
- [ 28 ] Green MF, Horan WP, Lee J. Social cognition in schizophrenia[ J ]. *Nat Rev Neurosci*, 2015, 16(10): 620-631. DOI: 10.1038/nrn4005.
- [ 29 ] Biagianni B, Schlosser D, Nahum M, et al. Creating live interactions to mitigate barriers (CLIMB): a mobile intervention to improve social functioning in people with chronic psychotic disorders[ J ]. *JMIR Ment Health*, 2016, 3(4): e52. DOI: 10.2196/mental.6671.
- [ 30 ] Vass E, Simon V, Csukly G, et al. Virtual reality-based theory of mind intervention in schizophrenia: preliminary efficacy results[ J ]. *Compr Psychiatry*, 2022, 119: 152350. DOI: 10.1016/j.comppsy.2022.152350.
- [ 31 ] Garety P, Ward T, Emsley R, et al. Effects of SlowMo, a blended digital therapy targeting reasoning, on paranoia among people with psychosis: a randomized clinical trial[ J ]. *JAMA Psychiatry*, 2021, 78(7): 714-725. DOI: 10.1001/jamapsychiatry.2021.0326.
- [ 32 ] Lado-Codesido M, Méndez Pérez C, Mateos R, et al. Improving emotion recognition in schizophrenia with "VOICES": an on-line prosodic self-training[ J ]. *PLoS One*, 2019, 14(1): e0210816. DOI: 10.1371/journal.pone.0210816.
- [ 33 ] Mueser KT, Achtyes ED, Gogate J, et al. Telehealth-based psychoeducation for caregivers: the family intervention in recent-onset schizophrenia treatment study[ J ]. *JMIR Ment Health*, 2022, 9(4): e32492. DOI: 10.2196/32492.
- [ 34 ] Ben-Zeev D, Chander A, Tauscher J, et al. A smartphone intervention for people with serious mental illness: fully remote randomized controlled trial of CORE[ J ]. *J Med Internet Res*, 2021, 23(11): e29201. DOI: 10.2196/29201.
- [ 35 ] Schlosser DA, Campellone TR, Truong B, et al. Efficacy of PRIME, a mobile app intervention designed to improve motivation in young people with schizophrenia[ J ]. *Schizophr Bull*, 2018, 44(5): 1010-1020. DOI: 10.1093/schbul/sby078.
- [ 36 ] Fulford D, Gard DE, Mueser KT, et al. Preliminary outcomes of an ecological momentary intervention for social functioning in schizophrenia: pre-post study of the motivation and skills support app[ J ]. *JMIR Ment Health*, 2021, 8(6): e27475. DOI: 10.2196/27475.
- [ 37 ] Park KM, Ku J, Choi SH, et al. A virtual reality application in role-plays of social skills training for schizophrenia: a randomized, controlled trial[ J ]. *Psychiatry Res*, 2011, 189(2): 166-172. DOI: 10.1016/j.psychres.2011.04.003.
- [ 38 ] Smith MJ, Fleming MF, Wright MA, et al. Virtual reality job interview training and 6-month employment outcomes for individuals with schizophrenia seeking employment[ J ]. *Schizophr Res*, 2015, 166(1/3): 86-91. DOI: 10.1016/j.schres.2015.05.022.
- [ 39 ] Gowarty MA, Aschbrenner KA, Brunette MF. Acceptability and usability of mobile apps for smoking cessation among young adults with psychotic disorders and other serious mental illness[ J ]. *Front Psychiatry*, 2021, 12: 656538. DOI: 10.3389/fpsy.2021.656538.

(收稿日期: 2024-01-29)

(本文编辑: 赵金鑫)