

· 综述 ·

数字化技术在严重精神障碍患者服药依从性中的研究进展

翟倩 闫芳

100088 首都医科大学附属北京安定医院 国家精神疾病医学中心 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; 100069 北京, 首都医科大学 人脑保护高精尖创新中心

通信作者: 闫芳, Email: yanfang2019@ccmu.edu.cn

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2023.08.009

【摘要】 严重精神障碍(SMD)具有高复发率和高住院率, 患者社会功能受损明显, 给家庭和社会都带来沉重的经济负担。目前药物治疗是SMD患者急性期及维持期的一线治疗方式。SMD患者受疾病症状和自知力、监测方法、医疗资源的可获得性等因素的影响, 往往服药依从性差, 严重影响治疗效果和疾病的预后。随着数字化技术的发展, 其逐步应用于慢性疾病的服药依从性领域。相对于传统监测手段, 数字化技术更加准确、高效和便捷, 促进了SMD患者服药依从性的提高。现就数字化技术在SMD患者服药依从性领域中的应用作进一步详述。

【关键词】 精神障碍; 数字化技术; 服药依从性; 综述

基金项目: 首都临床诊疗技术研究及转化应用(Z211100002921038); 高层次公共卫生人才建设项目培养计划(学科带头人-01-30)

Research progress of digital technology in medication compliance of patients with severe mental disorders Zhai Qian, Yan Fang

Beijing Key Laboratory of Mental Disorders, National Clinical Research Center for Mental Disorders & National Center for Mental Disorders, Beijing Anding Hospital, Capital Medical University, Beijing 100088, China; Advanced Innovation Center for Human Brain Protection, Capital Medical University, Beijing 100069, China
Corresponding author: Yan Fang, Email: yanfang2019@ccmu.edu.cn

【Abstract】 Severe mental disorder (SMD) is a disease with high recurrence rate and high hospitalization rate. The social function of patients is damaged obviously, which brings heavy economic burden to the family and society. At present, drug therapy is still the first-line treatment for mental disorders, especially for patients with SMD in acute and maintenance periods. Poor compliance with medication will seriously affect the efficacy of treatment and the prognosis of the disease. SMD patients often have poor drug compliance due to the influence of disease symptoms and insight, monitoring methods, and the availability of medical resources. In recent years, with the development of digital technology, it is gradually applied to the field of drug compliance for chronic diseases. Compared with the traditional monitoring method, it is more accurate, efficient and convenient, which promotes the improvement of SMD patients' medication compliance. In this paper, the application of digital technology in the field of SMD patients' medication compliance is discussed in detail.

【Key words】 Mental disorders; Digital technology; Medication adherence; Review

Fund programs: Research and Conversion Applications of Clinical Diagnosis and Treatment Technology in Capital (Z211100002921038); High-level Public Health Training Program of Talent Construction Project (Academic Leaders-01-30)

严重精神障碍(severe mental disorder, SMD)是指症状严重, 患者社会功能严重损害, 对自身健康状况或者客观现实不能完整认识、不能处理自身事务的精神障碍, 复发率和致残率较高^[1]。SMD主要

包括精神分裂症、双相障碍、偏执性精神病、分裂情感性障碍、癫痫所致精神障碍、精神发育迟滞伴发精神障碍等^[2]。2010年全球疾病、伤害和危险因素负担研究显示, SMD是导致残疾的十大原因之一,

占全球疾病负担的7.4%以上^[3]。症状波动、监管不利等因素都会导致SMD患者危险性行为的发生,对自身、家庭以及社会存在潜在危害^[4],因此SMD的治疗及管理具有重要意义。

目前药物治疗是SMD患者急性期及维持期的一线治疗方式^[5]。未按医嘱规律用药会导致疾病反复发作,不良反应、住院率和病死率增加,可能导致医疗保健成本的增高,因此提高服药依从性对治疗效果可起到一定的保障作用^[6]。服药依从性是指患者在整个治疗过程中对药物治疗方案的执行程度^[7-8]。服药时间、频率、种类、剂量错误以及拒绝服药均视为服药不依从^[9]。国外一项研究显示,SMD患者对药物治疗的依从率 $< 50%$ ^[10],我国SMD患者的规律服药率也仅为34.65%^[11]。因此,提高SMD患者的服药依从性具有重要意义。

既往研究明确了改善药物依从性的4个关键因素,包括患者对药物的了解、及时便捷的咨询方式、有效的监测提醒工具以及减少获得药物的障碍^[12]。SMD患者受疾病症状和自知力的影响,可能认识不到药物治疗的必要性,也会因记忆力减退等因素忘记服药^[13-14]。此外,目前常用的服药监测方法,如直接观察患者服药情况、患者治疗日志、服药计数,药物浓度的测定等方式^[15],存在主观性强、人力和经济成本较高的局限性,无法进行实时、准确的监测和管理^[16]。再者,受地理位置、交通、疫情、精神科医生短缺等因素的影响,SMD患者有时无法及时获得药物,或者服药过程中患者遇到的问题不能及时获得解答,会进一步降低患者的服药依从性^[17]。因此,需要更加实时、准确、便捷的监测手段和提醒工具,以及方便高效的沟通途径,来增强SMD患者服药依从性。目前,数字化技术逐步发展,相对于传统的监测手段,其具备更加准确、高效、便捷的特点。因此,在精神障碍等慢性疾病的服药依从性领域的应用具有较好前景^[18]。现主要就数字化技术在提高SMD患者服药依从性方面的应用作进一步详述。

一、数字化技术在精神卫生领域的应用

数字化技术即计算机辅助技术,是集计算、设计、网络通讯、信息管理等多领域知识于一体的高新技术^[19]。基于数字化技术的电子监测设备、移动设备已经逐步应用于精神卫生领域^[20]。例如SMD患者的自我管理和预防复发、提高社区管理的SMD患者治疗和护理的依从性、增加医疗服务的可获得性、降低SMD患者早期死亡风险,以及建立初级卫

生保健和精神卫生系统之间的联系等诸多领域均受益于数字化技术^[21]。多项研究显示,SMD患者接触和使用智能手机和其他数码科技的比例与健康人群相当,意味着数字化技术应用于SMD患者依从性管理具备可行性^[21]。因此,数字化技术,尤其是移动通信和智能手机APP,越来越多地被国家应用于SMD患者的管理工作。

二、数字化技术在SMD患者服药依从性中的应用

在提高SMD患者服药依从性方面,以数字化技术为基础的干预措施主要分为3个方面:电子监测设备、移动技术(包括电话、短信和智能手机APP)和基于人工智能的交互机器人^[22]。数字化技术最多应用于药物治疗过程中日常观察监测和管理工作^[23],通过动态监测患者状态和服药情况、提醒和鼓励患者坚持服药、增加医疗服务的可获得性,从而提升患者的服药依从性^[18,24]。

(一)电子监测设备

电子监测设备包括智能药盒、计算机视觉系统、可摄取生物传感器,均可用于评估服药行为的发生和时间,有效识别患者的藏药行为,并实时提醒患者和临床医生服药不依从的情况^[25]。电子监测解决了传统监测手段时效性、准确性的问题。智能药盒等监测设备正在逐步纳入SMD患者服药依从性的综合管理。

1. 智能药盒:是目前研究较多的电子监测设备,能够实现提醒服药、远程监测、自动配药、剩余药量智能检测和智能杀菌等功能^[26]。随着研究的深入,智能药盒的各种功能也在逐步开发中。

智能药盒在提高SMD患者服药依从性方面的应用:SMD患者相当一部分存在记忆等认知功能损害。相关研究显示,导致SMD患者服药依从性差的诸多因素中,忘记服药的比例高达40%,高于主观拒绝服药、减少用量及服用次数的比例($< 20%$)^[27]。智能药盒具有定时提醒患者服药的功能,能够避免患者因遗忘而导致的漏服现象。除了能够提醒患者按时服药外,大部分药盒具备远程监测的功能。一些智能药盒能够连接患者的手机APP,及时将患者的服药情况反馈给社区医生或看护者,以便及时有效地针对服药不依从行为进行干预^[28-33]。一些多功能智能药盒,如SIMoP box能够利用设备上的摄像头实时准确地监测患者服药情况,并将结果反馈给监护人和医生,降低了看护的难度^[30]。部分智能药盒的自动配药功

能够减少患者由服药种类多、方法复杂导致的错服、漏服情况^[30]。一项有关智能药盒自动分药与传统的手工分药方法的对照研究结果显示,自动分药耗时更短[手工分药耗时(25.77 ± 2.11)s,药盒自动分药耗时(11.14 ± 1.72)s, $P < 0.001$],并且在简便性[手工分药评分(3.22 ± 1.09)分,药盒自动分药评分(4.58 ± 0.63)分, $P < 0.001$],清洁性[手工分药评分(3.55 ± 0.95)分,药盒自动分药评分(4.59 ± 0.65)分, $P < 0.001$],准确性方面[手工分药评分(4.32 ± 0.80)分,药盒自动分药评分(4.74 ± 0.47)分, $P < 0.001$],智能药盒都具有优势^[28]。部分药盒还可以通过LED灯提示患者服用哪种药物,有助于教育程度低的患者使用智能药盒^[29]。部分智能药盒的功能及各自优缺点见表1。

智能药盒在提高SMD患者服药依从性方面的研究:目前智能药盒在国内针对慢性疾病的研究较多,都显示其能够一定程度上提高患者的服药依从性^[37-38]。目前有关智能药盒在SMD患者服药依从性管理中的应用尚属于研究初期阶段,临床研究数据相对较少。国外一项为期9个月的随机对照研究比较了传统监测方式和智能药盒在精神分裂症患者口服药物依从性方面的影响^[39]。该研究将142例在社区接受药物治疗的精神分裂症患者随机分为常规支持组(接受常规监测,医生每周家访)、智能药盒组(通过电子药盒提醒患者服药,当患者服药种类和时间错误时发出警告,同时通知医生)、常规治疗无监测组共3组。患者的服药情况采用电子药盒监测和药丸计数的方法每3个月进行评估。在基线时,3组患者的服药依从性比较差异无统计学意义。3次随访结果表明,监测组患者的平均服药依从性优于无监测组(智能药盒组、常规支持组、常规治疗无监测组的依从率

分别为91%、90%、73%),提示智能药盒和常规治疗能够提高精神分裂症患者的服药依从性。但是与常规支持相比,智能药盒的便捷性更高,并且节省了人力和经济成本(平均花费常规治疗组为180美元/(例·月),智能药盒组为130美元/(例·月)。此外,在住院和需要紧急服务方面,智能药盒组低于其他两组患者(智能药盒组为27.7%,常规支持组为33.3%,常规治疗无监测组为34.0%)。由于目前大样本量的相关研究缺乏,针对智能药盒在提高SMD患者服药依从性方面的作用有待大样本量的随机对照研究加以证实。我国一项为期3个月的随机对照研究,比较了使用智能药盒和普通塑料药盒的SMD患者服药依从性方面的差异^[40]。研究将140例SMD患者随机分为智能药盒组($n=70$)和普通药盒组($n=70$)。智能药盒与手机小程序相连,具备提醒患者和家属服药时间的功能。研究使用Morisky服药依从性量表来评估患者的依从性。结果显示,电子药盒组服药依从性高于普通药盒组,差异有统计学意义($\chi^2=9.624, P=0.008$)。通过电子药盒小程序医生端发现,研究期间有12例患者未规律服药,累计漏服药120次,与量表评估结果基本一致。研究证实了智能药盒在提高SMD患者服药依从性方面具有优势。但该研究为期较短,尚需要长期的研究以证实其改善服药依从性的长期作用,以及患者长期使用的可接受度。

智能药盒在SMD患者中应用的问题:虽然智能药盒在SMD患者服药依从性管理中能够起到提醒患者服药和实时监测的作用,然而,对于具有庞大基数的SMD患者而言,药盒成本、易用性和便携性方面仍存在问题。一般药盒的设计需要把不同种类的药物分别放置于不同的药仓,由于SMD患者通常服用的药物种类较多,尤其是老年和(或)伴躯体疾

表1 不同种类智能药盒的功能及优缺点

研究	智能药盒功能	优点	缺点
Bindu等 ^[29]	提醒服药(LED灯提醒服药种类); 远程监测	成本低; 适用于教育程度低的患者	不同种类的药物分别放置于各个药仓, 药物种类较多的患者, 药仓数量就会明显增多, 增加药盒体积, 以及LED提示灯看错的风险
Nijiya等 ^[30]	提醒服药; 自动配药; 视频监控; 语音辅助; 饮用水供应; 空气冷却	功能多; 智能化医疗系统; 可遥控; 太阳能持久续航	成本高; 操作复杂; 网络要求高; 体积大; 便携度差; 普适性差
Chen等 ^[34]	提醒服药; 远程监测	成本低	一共7个药仓放一周药物; 每个药仓盛放一天的药物, 不同的药物混合盛放增加错服风险
Li等 ^[35]	提醒服药; 自动配药; 药品储存; 智能检测和智能杀菌	功能多; 可存储药品; 智能杀菌; 可移动	成本高; 操作复杂; 体积大; 便携度差; 普适性差
Suzuki和Nakauchi ^[36]	提醒服药; 视频监控; 探测药物	通过3D技术探测药盒中药品情况	成本高; 操作复杂; 普适性差

病的患者,导致所需药仓数量过多,不仅增加药盒体积,也降低了其易用性^[29]。一些功能较多的药盒往往成本高、便携程度差和易用性低。如SIMoP box等功能丰富的设备往往体积较大,不适合患者随身携带,其较高的成本和对网络条件的要求也进一步限制了其使用^[30, 35]。此外,大部分药盒需要与智能手机配合使用,操作相对复杂,对于老年人和受教育程度低的患者而言,熟练使用有一定难度^[31-33]。患者和看护者对于智能药盒的可接受度方面也仍需进一步研究。因此,应结合大部分SMD患者的实际情况,在药盒成本、易用性和便携性方面进行平衡,在功能增加的同时提高药盒的普适性。

2. 计算机视觉系统:是指在家庭护理服务的背景下用于监测患者的服药行为^[41]。这个监测系统用一种基于颜色和形状的方法,来检测身体部位和药瓶。使用Petri网和事件识别来识别药物摄入量。这种监测方法准确率超过75%^[41]。SMD患者的服药行为可能受到精神症状、记忆等因素的影响。例如,患者可能会拿出药片,但忘记服用或存在藏药行为。计算机视觉系统可以辨别这样的事件,以便及时干预,从而提高患者的服药依从性。

用于评估和改善精神分裂症患者的服药依从性的一种新型的人工智能AiCure。通过面部识别技术直观地确认药物摄入情况。一项在精神分裂症患者中进行的为期24周的2期多中心、随机双盲安慰剂对照研究的子研究,比较了服药依从性差的精神分裂症患者(服药依从率<70%)使用AiCure($n=53$)或改良的直接观察治疗(modified directly observed treatment, mDOT) ($n=22$)的依从性改善效果^[42]。AiCure组使用人工智能平台AiCure实时监控并记录患者服药情况,和识别可疑的藏药行为(探出监测视野、篡改药物、吐出药物、手遮挡嘴部、把设备移开)。mDOT组要求研究人员每周至少3次采用电话询问或药片计数等方式观察和记录研究药物依从性。研究中服药依从性以血清药物浓度测定为金标准。研究结果显示,使用AiCure监测的受试者的累积药代动力学依从性从第2~24周均高于使用mDOT监测的受试者。服用研究药物且使用AiCure监测的受试者($n=28$)在24周内的平均累积药代动力学依从率为89.7% ($SD=24.9$),而接受mDOT监测的受试者($n=15$)为71.9% ($SD=39.8$),差异为17.9% ($95\%CI=-2 \sim 37.7$, $P=0.08$)。使用AiCure监测的所有受试者中共有19例受试者(13例研究药物受试者和6例安慰剂受试者)被识别具有可疑的藏药行为。13例

研究药物受试者中有7例至少存在1个药代动力学样本显示药物浓度为0或低于最低限值。在第24周,服用研究药物且使用AiCure监测的可疑受试者($n=10$),非可疑受试者($n=18$)和使用mDOT ($n=15$)监测的受试者的平均累积药代动力学依从性分别为78.9% ($SD=36.8$)、95.7% ($SD=12.7$)和71.9% ($SD=39.8$)。提示AiCure确实能够提高精神分裂症患者的服药依从性,并且能够有效识别患者的藏药行为。

计算机视觉系统目前属于研究阶段,仍有很多因素会影响其准确性。如手表或低领衬衫可能会导致身体部位检测错误,从而跟踪错误,以及皮肤的饱满程度也会影响检测结果^[41]。因此,对于该技术仍需进一步调试。此外,AiCure平台的研究缺乏随机性,受试者在两种监测方法之间自行选择。而且分析的样本量小(AiCure平台, $n=38$; mDOT, $n=15$),mDOT的电话询问次数缺乏明确限制(仅要求3次以上)^[42]。因此,计算机视觉系统在提高SMD患者服药依从性方面的效果,尚有待进一步的研究加以证实其实效性。

3. 可摄取生物传感器:可摄取生物传感器包括射频识别(radio-frequency identification, RFID)标记的明胶胶囊、无线传输系统和一个监测界面^[43]。带有RFID的数字药丸溶解在胃酸中,释放研究药物,激活RFID标记发出信号,这种信号被戴在身上的射频识别读卡器检测到,并将RFID标记代码的信息无线传输到一个基于云计算的健康监测信息传输系统,来直接测量药物依从性^[44-45]。可摄取的生物传感器能够做到实时监测服药行为和早期干预,有效避免患者的藏药行为,提高监管效率,进而改善SMD患者的服药依从性。

一种嵌入微型传感器的阿立哌唑新型制剂已获得美国食品和药品监督管理局批准用于临床^[46]。该系统包括RFID标记的阿立哌唑胶囊、皮肤贴片中的传感器。支持临床医生对药物摄入量、活动水平和情绪自评等其他测量指标进行电子监测^[46]。一项在精神分裂症患者中进行的为期8周的多中心开放性研究,对新系统在服药依从性方面应用的可行性进行了初步测试。研究使用专门开发的主题满意度量表和可用性量表来评估设备的满意度和可用性,以设备相关的紧急不良事件的频率和严重程度进行安全性评估。82.1%的患者在研究结束或退出研究时能够独立使用设备。78%的患者对设备使用满意。使用该设备测评患者服药依从率为73.9%^[46]。

研究中67例(55.2%)患者中有37例在研究期间发生不良事件,6例因此停药。其中与设备相关的不良事件(22例,4例因此停药)包括皮疹,丘疹,皮疹瘙痒等,大部分为轻度,与使用粘合剂有关。该研究证实了设备在精神分裂症患者中应用的可行性、可接受性和安全性。但是,目前仍缺乏随机对照研究来进一步证实其在提高SMD患者服药依从性方面的效果。

(二)移动设备

智能手机、手环等移动设备结合基于移动技术的电子平台的应用,能够通过提醒患者服药、远程监测、增加医疗服务和药品的可获得性,以及增进患者和医务人员之间的联系,从而提高SMD患者的服药依从性^[27]。

1. 手机短信服务(short message service, SMS):是一种简单、技术上可靠的服务,具备可用性、可靠性、易用性和低成本的优势,常用于需要长期服药的慢性疾病的管理,在一些相对经济欠发达地区尤为适用^[47]。针对SMD患者,SMS能够用于服药提醒、患者的自我管理,以及增加医患交流,从而提高了患者的服药依从性。英国牛津大学的一项回顾性队列研究,比较双相障碍患者($n=79$)在使用SMS前后各12个月的服药依从性情况^[48]。结果显示,使用SMS后的服药依从率高于使用前(92%比82%),而且没有增加患者精神健康服务相关的支出。另一项在我国农村社区的精神分裂症患者中进行的随机对照研究,探讨SMS在提高精神分裂症患者的服药依从性和症状改善方面的作用^[49]。研究纳入了9个乡镇共278例患者,按照1:1比例随机分为对照组和干预组。两组患者均提供免费的抗精神病药物。干预组使用LEAN(Lay health supporters)^[50],以发送短讯的方式提醒患者服药、进行健康宣教和反馈服药过程中的问题。结果提示SMS组患者服药依从率高于对照组(61%比48%, $P=0.013$)。其他指标显示,SMS组与对照组相比,其复发率[21.7%(26/120)比34.2%(40/117)]、需要治疗和再住院率[7.3%(17/117)比20.5%(25/117)]均降低。因此,在资源相对较少的社区环境中,SMS比单独实施免费医疗项目在提高药物依从性、减少复发和再住院方面更有效。但该研究有一定的局限性,如缺乏全面的经济分析,缺乏对短信的个性化定制,以及6个月的随访时间相对较短。

一篇Meta分析从PubMed、Cochrane、CINAHL和PsycINFO数据库中筛选了10篇文章,使用不同

的SMS方式对SMD患者($n=937$)进行干预,研究持续时间为30 d~18个月,SMS发送频率从每周2次到每天12次不等^[51]。多数研究使用自动服务器传递短信($n=7$)、双向短信传递功能($n=6$)、定制的消息内容或时间($n=7$)和其他SMS干预方式(如教育内容和金钱奖励)($n=7$)。10篇文章中有7篇提示通过SMS干预后服药依从性提高和至少1项临床结果改善。迄今为止的证据表明,SMS干预是可行的,并且能够提高SMD患者的服药依从性和临床结果。未来应针对具体实施方案,以及如何在非研究环境中开展SMS干预进行研究和实践。

2. 电话干预:一般采用Beebe的“立足于解决问题”的干预方法^[52],该技术关注于解决SMD患者院外康复过程中遇到的常见困难,如服药中的问题、定期门诊随访、精神症状的处理和社会功能的恢复。通过增加患者对于治疗药物的了解和医疗服务的可获得性,来提高患者的服药依从性。Beebe等^[53]在精神分裂症患者中进行了一项电话干预与常规干预方法在提高服药依从性方面的随机对照研究($n=25$)。常规干预包括常规药物治疗、医生就诊、随访预约,电话干预组每周进行1次电话随访,来解答患者在用药过程中的问题。以药片计数法作为依从性的测量方法。研究为期3个月。结果显示,干预组平均服药依从率为80%(95%CI=67%~88%),常规组为60.1%(95%CI=47%~78%)。随后Beebe等^[54]进一步扩大样本量($n=140$)和患者诊断(精神分裂症、分裂情感障碍)进行研究,并使用自我报告的药物依从性量表(Self-Reported Medication Adherence, MARS)和药物依从性自我效能量表(Medication Adherence Self-Efficacy, MASES)进行测评。结果显示,干预组MARS基线和3个月时的评分分别为7.2分($SD=1.9$)、7.4分($SD=1.9$)。常规组为6.9分($SD=1.9$)、6.8分($SD=2.2$)。干预组MASES基线和3个月时的评分分别为2.5分($SD=0.43$)、2.4分($SD=0.46$),常规组为2.4分($SD=0.42$)、2.5分($SD=0.58$)。两组比较差异无统计学意义($P>0.05$)。国内的一项在双相障碍患者中进行的为期3个月的研究,用以评价电话干预在提高患者服药依从性方面的作用^[55]。研究共纳入510例患者,每月进行1次电话随访。在电话随访中,研究医生针对患者及家属在服药方面的不良行为予以纠正,存在的相关问题予以解答,加强服药管理的同时辅以心理疏导。最终研究结果显示,实施电话随访后,患者在第12周的服药依从性为93.7%,较第4周(92.5%)和第8周(89.0%)均有提

高。上述研究结果的不一致可能与研究周期短,以及依从性测评方法不一致有关。因此,电话干预在提高SMD患者服药依从性方面的作用,有待进一步长期的高质量的研究加以论证。

一项随机、单盲、平行对照的临床试验将SMS和电话干预在提高精神分裂症患者服药依从性方面的作用进行比较^[56]。研究纳入178例病情稳定的患者,随机分为电话干预组($n=63$)、短信干预组($n=61$)和对照组($n=54$),3组患者均接受常规治疗。电话干预组每周1次通过打电话的方式进行干预。短信干预组每天向患者发送不同的提醒短信,内容每周重复一次。对照组无特殊干预。在基线和第1、3、6、9和12个月时采用药片计数法进行服药依从性评估。结果显示,3组整体上服药依从性评分差异有统计学意义($F=44.99, P<0.001$),两两比较显示,电话干预组服药依从性评分高于短信干预组,而短信组又高于对照组(均 $P<0.001$)。整个干预过程中,3组患者的服药依从性评分(依从性评分=实服数/医嘱应服的总片数 $\times 100\%$)均呈下降趋势,电话组下降最少(约为3分),短信组次之(约为6分),而对照组下降最多(约为10分)。并且在随访期间,对照组的再住院率高于电话组和短信组(9.3%比0、1.6%, $P=0.014$)。提示移动技术在服药依从性的提高方面有一定作用,但是其操作繁琐程度等因素有可能导致在长期应用中患者坚持性会有所下降。

目前,一些研究对于SMS和电话干预在改善SMD患者服药依从性方面的作用进行了评估^[22, 57]。通过系统性回顾和标准化量表测量,发现SMD患者的药物依从性、症状和(或)生活质量均得到了改善^[58]。但是,由于具体的干预方式不同,如干预频率、干预模式(单向还是双向、仅提醒服药还是包括其他服药问题的解决),研究的样本量也相对较少,随访时间较短,以及研究方法不同,因而这些干预措施对于SMD患者服药依从性的影响程度无法最终确定^[58]。而且作为一种单独的干预措施,目前尚未纳入卫生系统,也没有建立起干预的理论基础或工作机制^[49],这也是今后需逐步解决的问题。

3. 手机APP: 随着智能手机和移动网络的普及,用于提高服药依从性的手机APP逐步应用于精神领域,具有服药提醒、服药指导、知识普及、自我评估和在线诊疗等功能,在精神障碍患者的应用中普适性好、可接受度高^[59]。如用于SMD患者自我管理的App4 independence和FOCUS和专门用于提高服药依从性的守护APP、MedActive和Moneo^[59-61]。

一项守护APP在SMD患者治疗管理效果评价的研究中,针对患者的服药依从性进行了分析^[61]。研究纳入国家精神障碍信息系统中1488例SMD患者,随机分为安装守护APP组($n=1084$)和无安装组($n=404$)。安装组通过守护APP实现责任医生对患者进行动态实时监护,提供免费咨询、心理干预、服药指导及随访管理服务;无安装组采用常规随访康复管理措施干预。干预12个月时对两组患者服药依从性分析结果显示,安装组患者的服药依从率高于无安装组患者(80.8%比36.6%),差异有统计学意义($\chi^2=30.46, P<0.01$)。并且,安装组患者的复发住院率($\chi^2=65.25, P<0.01$)和肇事肇祸率($\chi^2=90.82, P<0.01$)低于无安装组。

一个基于改善口服抗精神病药物依从性的智能手机APP MedActive,包括药物依从性、精神症状和不良反应3个模块^[60]。该APP在7例精神分裂症患者中进行了为期2周的测试。其中6例患者使用了药物依从性模块,显示药物依从性为100%。其中,7例患者都认为该APP的服药提醒功能非常有用。6例患者认为该APP能够方便自己与医生进行用药相关的沟通。4例患者认为自己治疗中非常需要MedActive的功能支持。该研究证实了MedActive在提高服药依从性方面的有效性和可接受度。但研究仅为测试性研究,样本量极少,尚需大样本量的长期研究进一步加以证实。

但是,针对APP在提高SMD患者服药依从性中的研究结果缺乏一致性。一项在199例偏执型精神分裂症患者中进行的为期12个月的研究,使用Moneo平台对所有患者进行干预^[62]。该APP由医生端、患者端和管理端由3个端口组成。医生端能够进行视频会议、服药依从性监测、认知训练、录像宣教、心理测量评估及电子医疗档案记录。患者端可以实现患者选择与医生进行视频会议,观看教育视频录像,进行认知训练,并设置预约诊所。但结果显示,使用该平台进行干预后,患者服药依从性下降(基线依从率47.6%,终点18.8%)^[62]。造成这种结果的原因可能在于这些APP的大多数试验都存在样本量小和研究周期短的问题,而且许多研究缺乏控制条件,仅依赖于患者服药的自我报告,以及操作程序的复杂性影响。因此需要进行更大规模、更长时间的对照试验,以评估这些手机APP在SMD患者服药依从性方面的有效性。

(三)交互机器人

有专门为精神分裂症患者开发的交互机器人

能够模仿人类说话,通过计算机合成的互动来建立和患者的长期治疗关系,增加了患者医疗服务的可获得性,从而提高治疗依从性^[63]。Laura是一个电脑制作的人形机器人,模拟临床医生面对面的交谈。在20例门诊的精神分裂症患者中,进行了为期1个月的研究。通过自我报告的方式评估患者服用抗精神病药物的依从性,结果显示患者的依从率为84%~89%。但该研究只有短期评估,缺乏比较或控制条件。这项技术还需要进一步研究其潜在的利益、风险以及道德伦理方面的问题^[63]。

三、数字化技术在SMD患者服药依从性应用中的问题

新技术在很大程度上能够提高需要长期服药患者的依从性^[28]。但是用于提高精神障碍患者服药依从性的数字化技术尚未被广泛应用于临床。在实效性方面,现有的研究证据有限且良莠不齐^[64],大规模研究仍处于试验阶段。在普适性方面,对于社区SMD患者而言,还应优先考虑新设备的成本、便携程度和易用性问题。症状较重的SMD患者、老年患者和教育程度较低的患者,对于智能设备的使用和手机APP的操作存在困难。在可接受度方面,SMD患者及其照料者的研究结果也存在分歧。有研究显示,大部分SMD患者对于电子技术应用的可接受性较好^[47]。然而,仍有一部分患者表示不适,并认为发短信违反了医疗服务提供者和患者之间的关系^[47]。再者,尽管关于数字医疗纳入精神健康的临床实践文献越来越多,但仍然缺乏关于精神心理科医生如何在精神健康服务中使用数字化技术的高水平监管和使用的指导准则^[65],使得患者和健康管理组织对于如何采用新技术的理解不足^[66]。

四、数字化技术在SMD患者服药依从性中的伦理学问题

数字化技术应用是心理学和精神病学研究和治疗中最新和最迅速变化的领域之一,现有的法律和伦理框架往往不能较好地适用于这些变化^[65]。在精神健康领域中使用任何数字化技术都需要仔细考虑以下问题,如记录个人健康信息的设备的数据安全性、产生的数据的使用方式,以及黑客入侵和未经授权的监控的可能性^[67]。在患者隐私、信息的保密、收集的数据的安全管理,以及用于监控患者行动和其他互动交流等问题中,都亟需明确的标准和敏感信息的隐私保护措施^[67]。

五、总结与展望

综上所述,SMD患病率高,发生危险行为的潜

在风险高。目前药物治疗仍是SMD患者一线推荐治疗方式,而这类人群往往对药物治疗的依从性差。服药依从性对药物治疗的效果以及患者的结局起到至关重要的作用,长期规律的药物能够促进临床症状的改善,并大幅度降低病死率^[68-69]。相反,依从性差则会增加患者临床症状恶化、自杀和再住院的风险,同时也增加了医疗护理方面的经济负担^[70]。

近年来,基于数字化技术的电子监测设备和移动设备已广泛应用于癌症、糖尿病、冠心病等躯体障碍的评估、治疗和管理,显现出良好的效果^[71]。目前数字化技术也逐步应用于精神障碍患者的管理。WHO也在《2013—2020年精神卫生行动计划》中建议使用电子和移动健康技术来促进患者自我管理^[72]。由于其具有时效性、高效性、准确性、便捷性和易获得性的优势,并且能够根据患者具体情况提供更加个性化的服务,减少病耻感,很大程度上提高了SMD患者服药治疗的积极性与依从性^[73]。数字化技术与医疗手段的结合必将是未来医疗模式的新形态。

然而,目前有关数字化技术在SMD患者服药依从性方面的研究多为短期的回顾性研究或是小样本对照研究^[64],研究结果也缺乏一致性。尚需多中心、大样本量的长期高质量的对照研究进一步证实数字化技术的起实效性和可接受性。此外,智能设备的成本,易用性、便携性等问题也需平衡,才能进一步提高新技术的普适性。更重要的是,数字化技术作为新兴的医疗模式应用于精神健康服务,缺乏高水平监管和使用的指导准则来规范临床医生的使用,以及新的伦理框架来完善患者的隐私保护。这些都是数字化技术在SMD患者服药依从性领域应用亟待解决的问题。

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 构思与设计为翟倩、闫芳,资料收集、文献整理、论文撰写、论文修订为翟倩、闫芳审核

参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 严重精神障碍管理治疗工作规范(2018年版)[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2018, 25(7): 11-22. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7185.2018.07.002.
- [2] de la Fuente-Tomas L, Sánchez-Autet M, García-Álvarez L, et al. Clinical staging in severe mental disorders; bipolar disorder, depression and schizophrenia[J]. Rev Psiquiatr Salud Ment (Engl Ed), 2019, 12(2): 106-115. DOI: 10.1016/j.rpsm.2018.08.002.
- [3] Murray E, Burns J, May C, et al. Why is it difficult to implement e-health initiatives? A qualitative study[J]. Implement Sci, 2011, 6: 6. DOI: 10.1186/1748-5908-6-6.

- [4] De Hert M, Detraux J, Vancampfort D. The intriguing relationship between coronary heart disease and mental disorders[J]. *Dialogues Clin Neurosci*, 2018, 20(1): 31-40. DOI: 10.31887/DCNS.2018.20.1/mdehert.
- [5] Clifford L, Crabb S, Turnbull D, et al. A qualitative study of medication adherence amongst people with schizophrenia[J]. *Arch Psychiatr Nurs*, 2020, 34(4): 194-199. DOI: 10.1016/j.apnu.2020.06.002.
- [6] Holma IA, Holma KM, Melartin TK, et al. Treatment attitudes and adherence of psychiatric patients with major depressive disorder: a five-year prospective study[J]. *J Affect Disord*, 2010, 127(1/3): 102-112. DOI: 10.1016/j.jad.2010.04.022.
- [7] Srimongkon P, Aslani P, Chen TF. Consumer-related factors influencing antidepressant adherence in unipolar depression: a qualitative study[J]. *Patient Prefer Adherence*, 2018, 12: 1863-1873. DOI: 10.2147/PPA.S160728.
- [8] Gast A, Mathes T. Medication adherence influencing factors-an (updated) overview of systematic reviews[J]. *Syst Rev*, 2019, 8(1): 112. DOI: 10.1186/s13643-019-1014-8.
- [9] Walsh CA, Cahir C, Tecklenborg S, et al. The association between medication non-adherence and adverse health outcomes in ageing populations: a systematic review and meta-analysis[J]. *Br J Clin Pharmacol*, 2019, 85(11): 2464-2478. DOI: 10.1111/bcp.14075.
- [10] Kane JM, Kishimoto T, Correll CU. Non-adherence to medication in patients with psychotic disorders: epidemiology, contributing factors and management strategies[J]. *World Psychiatry*, 2013, 12(3): 216-226. DOI: 10.1002/wps.20060.
- [11] 吴霞民, 马宁, 王勋, 等. 2017年全国严重精神障碍患者管理治疗现状分析[J]. *中华精神科杂志*, 2019, 52(1): 82-88. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7884.2019.01.008.
Wu XM, Ma N, Wang X, et al. Management and services for psychosis in People's Republic of China in 2017 [J]. *Chin J Psychiatry*, 2019, 52(1): 82-88.
- [12] Anderson LJ, Nuckols RK, Coles C, et al. A systematic overview of systematic reviews evaluating medication adherence interventions[J]. *Am J Health Syst Pharm*, 2020, 77(2): 138-147. DOI: 10.1093/ajhp/zxz 284.
- [13] Settem V, Karanadi H, Prahara SK. Cognitive deficits, depressive symptoms, insight, and medication adherence in remitted patients with schizophrenia[J]. *Indian J Psychiatry*, 2019, 61(4): 335-341. DOI: 10.4103/psychiatry.IndianJPsychiatry_17_19.
- [14] Kalkan E, Kavak Budak F. The effect of insights on medication adherence in patients with schizophrenia[J]. *Perspect Psychiatr Care*, 2020, 56(1): 222-228. DOI: 10.1111/ppc.12414.
- [15] Brain C, Sameby B, Allerby K, et al. Twelve months of electronic monitoring (MEMS®) in the Swedish COAST-study: a comparison of methods for the measurement of adherence in schizophrenia[J]. *Eur Neuropsychopharmacol*, 2014, 24(2): 215-222. DOI: 10.1016/j.euroneuro.2013.11.013.
- [16] Kane JM, Correll CU. Comments on optimizing treatment choices to improve adherence and outcomes in schizophrenia[J]. *J Clin Psychiatry*, 2020, 81(5): 1-12. DOI: 10.4088/JCP.IN18031AH1C.
- [17] Fitzpatrick KK, Darcy A, Vierhile M. Delivering cognitive behavior therapy to young adults with symptoms of depression and anxiety using a fully automated conversational agent (Woebot): a randomized controlled trial[J]. *JMIR Ment Health*, 2017, 4(2): e19. DOI: 10.2196/mental.7785.
- [18] Khirasaria R, Singh V, Batta A. Exploring digital therapeutics: The next paradigm of modern health-care industry[J]. *Perspect Clin Res*, 2020, 11(2): 54-58. DOI: 10.4103/picr.PICR_89_19.
- [19] Bohner LO, Neto PT, Ahmed AS, et al. CEREC chairside system to register and design the occlusion in restorative dentistry: a systematic literature review[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2016, 28(4): 208-220. DOI: 10.1111/jerd.12226.
- [20] Kollins SH, DeLoss DJ, Cañadas E, et al. A novel digital intervention for actively reducing severity of paediatric ADHD (STARS-ADHD): a randomised controlled trial[J]. *Lancet Digit Health*, 2020, 2(4): e168-e178. DOI: 10.1016/S2589-7500(20)30017-0.
- [21] Naslund JA, Aschbrenner KA. Digital technology for health promotion: opportunities to address excess mortality in persons living with severe mental disorders[J]. *Evid Based Ment Health*, 2019, 22(1): 17-22. DOI: 10.1136/ebmental-2018-300034.
- [22] Hatch A, Docherty JP, Carpenter D, et al. Expert consensus survey on medication adherence in psychiatric patients and use of a digital medicine system[J]. *J Clin Psychiatry*, 2017, 78(7): e803-e812. DOI: 10.4088/JCP.16m11252.
- [23] Luxton DD. An introduction to artificial intelligence in behavioral and mental health care[J]. *Elsevier*, 2016, 12(4): 1-26. DOI: 10.1016/B978-0-12-420248-1.00001-5.
- [24] Forsman J, Taipale H, Masterman T, et al. Adherence to psychotropic medication in completed suicide in Sweden 2006-2013: a forensic-toxicological matched case-control study[J]. *Eur J Clin Pharmacol*, 2019, 75(10): 1421-1430. DOI: 10.1007/s00228-019-02707-z.
- [25] Curto M, Fazio F, Ulivieri M, et al. Improving adherence to pharmacological treatment for schizophrenia: a systematic assessment[J]. *Expert Opin Pharmacother*, 2021, 22(9): 1143-1155. DOI: 10.1080/14656566.2021.1882996.
- [26] Phan SV. Medication adherence in patients with schizophrenia[J]. *Int J Psychiatry Med*, 2016, 51(2): 211-219. DOI: 10.1177/0091217416636601.
- [27] Stentzel U, van den Berg N, Schulze LN, et al. Predictors of medication adherence among patients with severe psychiatric disorders: findings from the baseline assessment of a randomized controlled trial (Tecla) [J]. *BMC Psychiatry*, 2018, 18(1): 155. DOI: 10.1186/s12888-018-1737-4.
- [28] 邹秋红, 朱江, 李海燕. 一种智能可计数分药盒的设计与临床应用[J]. *解放军护理杂志*, 2022, 39(1): 94-96. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9993.2022.01.024.
Zou QH, Zhu J, Li HY. The design and clinical application of an intelligent countable dispensing box[J]. *Military Nursing*, 2022, 39(1): 94-96.
- [29] Bindu SV, Indrani KS, Mary S, et al. Smart medicine pill box reminder with voice and display for emergency patients[J]. *Materialstoday*, 2020, 33(7): 4876-4879. DOI: 10.1016/j.matpr.2020.08.400.
- [30] Nijiya PK, Rimna A, Safa KP, et al. Pill care-the smart pill box with remind, authenticate and confirmation function[J]. *ICETIETR*, 2018, 12(11): 1-12. DOI: 10.1109/ICETIETR.2018.8529030.

- [31] Hiba Z, Khalil Ka, Roy AZD, et al. Smart medicine box system[J]. IMCET, 2019, 7(1): 1-9. DOI: 10.1109/IMCET.2018.8603031.
- [32] Kader MA, Islam N, Uddin M, et al. Design & implementation of an automated reminder medicine box for old people and hospital[J]. Engineering and Technology, 2019, 27(6): 390-394. DOI: 10.1109/ICISSET.2018.8745654.
- [33] Abdallah K, Wissam A, Mustapha H, et al. A comprehensive approach for a smart medication dispenser[J]. IJCDS, 2019, 8(2): 131-141. DOI: 10.12785/ijcds/080205.
- [34] Chen SY, Chen M, Liu JH. Design of intelligent medicine box for elderly people based on context awareness and FAST theory[J]. Mater Sci Eng, 2019, 573(1): 1-12. DOI: 10.1088/1757-899X/573/1/012036.
- [35] Li JT, Wang LP, Qiu JY. Design and research of an intelligent medicine box[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1939(1): 1-9. DOI: 10.1088/1742-6596/1939/1/012093.
- [36] Suzuki T, Nakauchi Y. A smartphone mediated portable intelligent medicine case for medication management support[J]. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc, 2014, 2014: 3642-3645. DOI: 10.1109/EMBC.2014.6944412.
- [37] Miao FY, Zhang Y, Wang XC, et al. Home-style smart medicine box for the elderly[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2021, 1748(4): 1-10. DOI: 10.1088/1742-6596/1748/4/042024.
- [38] Peng JY, Jing YH, Liu ZP. Structure design of smart reminder medicine box[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1802(3): 1-11. DOI: 10.1088/1742-6596/1802/3/032127.
- [39] Velligan D, Mintz J, Maples N, et al. A randomized trial comparing in person and electronic interventions for improving adherence to oral medications in schizophrenia[J]. Schizophr Bull, 2013, 39(5): 999-1007. DOI: 10.1093/schbul/sbs116.
- [40] 孙旭海, 石秀秀, 赵峥峥, 等. 辅助服药工具对社区严重精神障碍患者服药依从性的影响研究[J]. 山西医药杂志, 2022, 51(8): 858-861. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9926.2022.08.005. Sun XH, Shi XX, Zhao ZZ, et al. Effect of different adjunctive medication tools on medication compliance of patients with severe mental disorders in community[J]. Shanxi Medical Journal, 2022, 51(8): 858-861. DOI: 10.3969/j.issn.0253-9926.2022.08.005.
- [41] Bilodeau GA, Ammouri S. Monitoring of medication intake using a camera system[J]. J Med Syst, 2011, 35(3): 377-389. DOI: 10.1007/s10916-009-9374-6.
- [42] Bain EE, Shafner L, Walling DP, et al. Use of a novel artificial intelligence platform on mobile devices to assess dosing compliance in a Phase 2 clinical trial in subjects with schizophrenia[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2017, 5(2): e18. DOI: 10.2196/mhealth.7030.
- [43] DiCarlo L, Moon G, Intondi A, et al. A digital health solution for using and managing medications: wirelessly observed therapy[J]. IEEE Pulse, 2012, 3(5): 23-26. DOI: 10.1109/mpul.2012.2205777.
- [44] Kane JM, Perlis RH, DiCarlo LA, et al. First experience with a wireless system incorporating physiologic assessments and direct confirmation of digital tablet ingestions in ambulatory patients with schizophrenia or bipolar disorder[J]. J Clin Psychiatry, 2013, 74(6): e533-540. DOI: 10.4088/JCP.12m08222.
- [45] Horvath KJ, Carrico AW, Simoni J, et al. Engagement in HIV medical care and technology use among stimulant-using and nonstimulant-using men who have sex with men[J]. AIDS Res Treat, 2013, 2013: 121352. DOI: 10.1155/2013/121352.
- [46] 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, 12: 2587-2594. DOI: 10.2147/NDT.S116029.
- [47] Berrouiguet S, Baca-García E, Brandt S, et al. Fundamentals for future mobile-health (mHealth): a systematic review of mobile phone and web-based text messaging in mental health[J]. J Med Internet Res, 2016, 18(6): e135. Doi: 10.2196/jmir.5066.
- [48] Simon J, Budge K, Price J, et al. Remote mood monitoring for adults with bipolar disorder: an explorative study of compliance and impact on mental health service use and costs[J]. Eur Psychiatry, 2017, 45: 14-19. DOI: 10.1016/j.eurpsy.2017.06.007.
- [49] Xu DR, Xiao S, He H, et al. Lay health supporters aided by mobile text messaging to improve adherence, symptoms, and functioning among people with schizophrenia in a resource-poor community in rural China (LEAN): a randomized controlled trial[J]. PLoS Med, 2019, 16(4): e1002785. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002785.
- [50] Zhao M, Gong W, Xu D, et al. The training effect on text-messaging skills of people with schizophrenia in rural China and its influencing factors[J]. China J Health Psychol, 2018, 10(3): 1450-1453. DOI: 10.13342/j.cnki.cjhp.2018.10.003.
- [51] Simon E, Edwards AM, Sajatovic M, et al. Systematic literature review of text messaging interventions to promote medication adherence among people with serious mental illness[J]. Psychiatr Serv, 2022, 73(10): 1153-1164. DOI: 10.1176/appi.ps.202100634.
- [52] Beebe LH, Smith K, Phillips C. Effect of a telephone intervention on measures of psychiatric and nonpsychiatric medication adherence in outpatients with schizophrenia spectrum disorders[J]. J Psychosoc Nurs Ment Health Serv, 2017, 55(1): 29-36. DOI: 10.3928/02793695-20170119-04.
- [53] Beebe LH, Smith K, Crye C, et al. Telenursing intervention increases psychiatric medication adherence in schizophrenia outpatients[J]. J Am Psychiatr Nurses Assoc, 2008, 14(3): 217-224. DOI: 10.1177/1078390308318750.
- [54] Beebe LH, Smith K, Phillips C. Effect of a telephone intervention upon self-reported medication adherence and self-efficacy in outpatients with Schizophrenia Spectrum Disorders (SSDs) [J]. Issues Ment Health Nurs, 2016, 37(10): 708-714. DOI: 10.1080/01612840.2016.1214855.
- [55] 李惠平, 李静芝, 李立华, 等. 电话随访对双相情感障碍患者服药依从性及社会功能的影响[J]. 广东医学, 2017, 38(20): 3222-3225. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9448.2017.20.044. Li HP, Li JZ, Li LH, et al. Effect of telephone follow-up on drug compliance and social function in bipolar disorder patients[J]. Guangdong Medical Journal, 2017, 38(20): 3222-3225.
- [56] 屈金莲, 张涛, 宋杰, 等. 出院后精神分裂症患者服药依从性电话和短信干预的1年随访[J]. 中国心理卫生杂志, 2015, 29(9): 656-661. DOI: 10.3969/j.issn.1000-6729.2015.09.004. Qu JL, Zhang T, Song J, et al. Telephone and texting interventions for medication adherence of discharged patients with schizophrenia: a one-year follow-up study[J]. Chinese Mental Health Journal, 2015, 29(9): 656-661.

- [57] Steinkamp JM, Goldblatt N, Borodovsky JT, et al. Technological interventions for medication adherence in adult mental health and substance use disorders: a systematic review[J]. *JMIR Ment Health*, 2019, 6(3): e12493. DOI: 10.2196/12493.
- [58] Rootes-Murdy K, Glazer KL, van Wert MJ, et al. Mobile technology for medication adherence in people with mood disorders: a systematic review[J]. *J Affect Disord*, 2018, 227: 613-617. DOI: 10.1016/j.jad.2017.11.022.
- [59] Kidd SA, Feldcamp L, Adler A, et al. Feasibility and outcomes of a multi-function mobile health approach for the schizophrenia spectrum: App4Independence (A4i)[J]. *PLoS One*, 2019, 14(7): e0219491. DOI: 10.1371/journal.pone.0219491.
- [60] 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.
- [61] 刘志康, 陈湖立, 林斌洪. 守护APP应用于社区严重精神障碍管理治疗工作中的效果观察[J]. *广州医药*, 2018, 49(6): 40-44. DOI: 10.3969/j.issn.1000-8535.2018.06.009.
Liu ZK, Chen CL, Lin BH. Observation of clinical effect of guarding APP in mental patients monitoring[J]. *Guangzhou Medical Journal*, 2018, 49(6): 40-44.
- [62] Krzystanek M, Krysta K, Skalaćka K. Treatment compliance in the long-term paranoid schizophrenia telemedicine study[J]. *J Technol Behav Sci*, 2017, 2(2): 84-87. DOI: 10.1007/s41347-017-0016-4.
- [63] Bickmore TW, Puskar K, Schlenk EA, et al. Maintaining reality: relational agents for antipsychotic medication adherence[J]. *Interact Comput*, 2010, 22(4): 276-288. DOI: 10.1016/j.intcom.2010.02.001.
- [64] Dockweiler C, Kupitz A, Hornberg C. Acceptance of online-based therapy by patients with light to moderate depressive disorders[J]. *Gesundheitswesen*, 2018, 80(11): 1013-1022. DOI: 10.1055/s-0043-119287.
- [65] Cresswell K, Cunningham-Burley S, Sheikh A. Health care robotics: qualitative exploration of key challenges and future directions[J]. *J Med Internet Res*, 2018, 20(7): e10410. DOI: 10.2196/10410.
- [66] Bidargaddi N, van Kasteren Y, Musiat P, et al. Developing a third-party analytics application using Australia's national personal health records system: case study[J]. *JMIR Med Inform*, 2018, 6(2): e28. DOI: 10.2196/medinform.7710.
- [67] Hoogendoorn P, Versluis A, van Kampen S, et al. What makes a quality health APP? developing a global research-based health app quality assessment framework for CEN-ISO/TS 82304-2: a delphi study[J]. *JMIR Form Res*, 2023, 7: e43905. DOI: 10.2196/43905.
- [68] Kim J, Ozzoude M, Nakajima S, et al. Insight and medication adherence in schizophrenia: an analysis of the CATIE trial[J]. *Neuropharmacology*, 2020, 168: 107634. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2019.05.011.
- [69] Taub S, Krivoy A, Whiskey E, et al. New approaches to antipsychotic medication adherence-safety, tolerability and acceptability[J]. *Expert Opin Drug Saf*, 2022, 21(4): 517-524. DOI: 10.1080/14740338.2021.1983540.
- [70] Skoufalos A, N'Dri LA, Waters D. Leveraging digital medicine to support providers and their patients in managing serious mental illness[J]. *Popul Health Manag*, 2021, 24 Suppl 2: S55-S61. DOI: 10.1089/pop.2021.0083.
- [71] Cazeau N. Mobile health interventions: examining medication adherence outcomes among patients with cancer[J]. *Clin J Oncol Nurs*, 2021, 25(4): 431-438. DOI: 10.1188/21.CJON.431-438.
- [72] Anthes E. Mental health: there's an app for that[J]. *Nature*, 2016, 532(7597): 20-23. DOI: 10.1038/532020a.
- [73] Guinart D, Sobolev M, Patil B, et al. A digital intervention using daily financial incentives to increase medication adherence in severe mental illness: single-arm longitudinal pilot study[J]. *JMIR Ment Health*, 2022, 9(10): e37184. DOI: 10.2196/37184.

(收稿日期: 2022-12-20)

(本文编辑: 赵金鑫)