

·综述·

生态瞬时评估在精神心理数字医疗方向的应用[☆]石雅雯* 陈天真* 杜江* 赵敏^{*△※◎}

【摘要】当代社会智能手机和可穿戴传感器等设备普及,为跟踪心理健康状况和监测疾病提供了新的机会。生态瞬时评估(ecological momentary assessment, EMA)是一种数据收集方法,主要通过智能手机或手环,基于时间或事件发生收集数据,因此可以反映被试者当下最真实的状态。目前此方法已应用于监测健康相关因素,明确症状改善的程度,辅助治疗疾病以及初步实现预测病情的发展。虽然进行密集的纵向数据收集有时对被试者来说耗时且任务繁重,但EMA方法的精准性和实时性使其具备了独特的优势,特别适用于情绪及行为等多变数据的收集分析。在情感障碍、精神分裂症、儿童与青少年心理行为问题、成瘾及行为问题等精神心理疾病领域中,EMA方法目前已应用于疾病监测、预测、干预与治疗等研究中。而EMA尚存在自我报告的局限性、频繁采集数据影响依从性等不足。本文旨在为今后研究使用该方法更好地监测患者精神心理健康水平、预测心理疾病的发生及转归,以及开发更智能的线上干预方案提供参考。

【关键词】生态瞬时评估 精神卫生 心理健康 情绪监测 干预措施

【中图分类号】R749

【文献标识码】A

The application of EMA method in mental and psychological digital medicine. SHI Yawen, CHEN Tianzhen, DU Jiang, ZHAO Min. Shanghai Mental Health Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200030, China. Tel: 021-34773231.

【Abstract】 The increasing usage of devices such as smartphones and wearable sensors in contemporary society, which offers new opportunities to track mental health conditions and monitor diseases. Ecological Momentary Assessment (EMA) via smartphones is a useful way to record data. This method mainly collects data based on time or event occurrence, so it can reflect the most real state of people at present. Nowadays, EMA has been applied in the medical field to monitor health-related factors, identify the severity of symptom improvement, assist treatment to intervene in the disease, and initially achieve prediction of the disease. Although intensive longitudinal data collection can sometimes be time-consuming and burdensome for subjects, the precision and real-time nature of the EMA method gives it a unique advantage, making it particularly suitable for the psychological field where emotions and behaviors are often ever-changing. In the research fields of psychiatry such as emotional disorders, schizophrenia, psychological and behavioral problems in children and adolescents, addiction and behavioral problems, EMA have been applied in disease monitoring, prediction, intervention, and treatment research. However, EMA still has limitations in self-reporting, and frequent data collection that affects compliance. This article aims to provide reference for future relevant research, better monitoring of

doi:10.3969/j.issn.1002-0152.2023.08.010

☆ 国家自然科学基金(编号:81771436, 82130041);上海市科技重大专项(编号:2018SHZDZX05);上海申康医院发展中心(编号:SHDC2020CR3045B);上海市精神卫生临床研究中心(编号:19MC1911100);上海市智能成瘾治疗与康复工程研究中心(编号:19DZ2255200);上海市精神性疾病重点实验室(编号:13DZ2260500)

* 上海交通大学医学院附属精神卫生中心(上海 200030)

△ 上海市重性精神病重点实验室

※ 上海市精神心理疾病临床医学研究中心

◎ 中国科学院脑科学与智能技术卓越创新中心(CEBSIT)

◎ 通信作者(E-mail: drminzhao@gmail.com)

patients' mental health through this method, predicting the occurrence and outcome of mental diseases, and developing more intelligent online intervention programs.

【Key words】 Ecological momentary assessment (EMA) Psychiatry Mental health Mood monitor Intervention

目前精神心理疾病的病因尚未完全明确,针对精神心理疾病的诊断、鉴别、治疗手段还在不断更新完善中^[1-4]。为了开发更加客观的诊断标准以及更好地监测疾病发展和转归,人们提出了不同的解决方案,如移动应用程序^[5-7]和机器学习解决方案^[8-9],这些方案在精神心理疾病患病率逐步升高的今天显得尤为重要^[10-11]。目前智能手机和可穿戴传感器等设备日益普及,为跟踪心理健康状况和监测疾病提供了更多新的机会^[12]。生态瞬时评估(ecological momentary assessment, EMA)是通过智能手机主动或被动进行数据收集的方法,收集的数据可用于针对个体水平的表型进行实时定量,即建立数字表型^[13-14]。目前该方法已应用于多种精神障碍的研究中^[15-16]。本文综述EMA方法应用于精神心理相关疾病方向的研究现状,为监测患者精神心理健康水平、预测心理疾病的发生及转归、提供更智能的线上干预方案提供参考。

1 生态瞬时评估(EMA)概述

EMA起源于人格和社会心理学领域^[16],最早于1994年提出^[17],STONE等^[18]指出该方法是指研究者自然情景中对被试者当下的行为、情绪体验等变量进行实时地数据收集并进行评估。利用纸质问卷调查被试一段时间内情况等常规的数据收集方法,常常依赖于被试者回顾该时间段内情况并进行自我总结,会产生不可避免的回忆偏倚。研究人员指出,基于回忆的自我报告与被试者实际生活经历可能存在偏差,导致结果不准确或不可靠^[16]。因此EMA的目标是尽量减少回忆偏倚的问题,增强捕捉被试者不同时刻下自身情况的能力。

EMA常通过智能手机应用程序重复进行问卷调查。抽样可以在一天中随机或特定的时间间隔进行,如每2 h进行一次,也可以根据某一事件的发生而定,如抑郁障碍患者每次进行自伤时或物质成瘾患者每次复吸时,也可以在一天中的某个时间点,如固定每天早上或晚上进行数据采集。具体何时进行数据收集可依据研究目的而定,EMA给研究者提供了捕捉研究过程每个阶段数据的机会。研究者在几天、几周或几个月的时间内对所关心的内容进行重复采样,可得到密集的纵向数据,这些数据可用于分析相同或不同人群特征随时间的变化。因此,与常规的数据收集方法相

比,EMA方法所得数据可以反映被试者更真实的状态,所以EMA尤其适合捕捉对当下状态和环境敏感、可能持续变化的情绪调节过程。此外,EMA的另一个优势是提供了高水平的生态效度^[17]。生态效度是研究结果推广到真实生活情境的程度指标,较高的生态效度可以增强研究成果应用于现实场景的能力,增加研究成果泛化的可能性^[19]。研究还发现,相比起传统的纸笔测量方法,EMA能够更加精确地确定临床干预的需求,其主要原因是重复、即时地测量可将被试者当前状态对结果的影响最小化^[15]。因此,结合EMA方法所得出的干预方案有望提高干预措施的可行性与可接受性^[15]。

关于报告方式方面,EMA分为主动报告及被动报告两种类型。主动报告为被试者可以在任何时间主动汇报自己在不同情况下的体验,如惊恐发作时患者可主动汇报自己当下的实际感受,物质成瘾者产生复吸时主动上报该行为及诱发复吸的因素;被动报告是研究者在自定时间采集被试者数据,如通过智能手机定点发送量表问卷或智能设备后台自动采集生理数据,被动报告在临床研究中应用更多。与纸质问卷或量表的传统数据收集方法相比,EMA具有两个显著优势:首先,实时数据记录避免了被试者回忆偏倚的影响;其次,不需要后续的面对面评估,可提升数据准确性,并降低被试者流失的风险。

2 EMA在精神心理疾病监测及预测中的应用

目前,我国有关EMA方法在精神心理疾病数字医疗方向的应用较少。国外相关研究主要集中于使用EMA识别某一疾病或人群,精准、实时地监测精神健康相关因素,以达到改善症状、提高治疗依从性的目的。另一方面可使用EMA所得数据建立模型以初步实现预测病情发展。

2.1 情感障碍 使用EMA方法可以方便地记录个人在不同时间点的情绪状态,故很多情感障碍研究采用该方法。MEYERHOFF等^[20]对存在抑郁情绪的282名居民展开队列研究,通过智能手机连续收集与行为特征相关的传感器数据及情绪相关数据,每3周收集1次,总时长超过16周。结果发现手机传感器收集到的特定行为特征变化与随后的抑郁或焦虑情绪相关,反之亦然。HAUCKE等^[19]将EMA与智能腕带运动跟踪数据相结合,研究新型冠状病毒(COVID-

19)疫情封控前后德国人群孤独感、痛苦感和行为的变化与机制。研究纳入存在轻度孤独感或痛苦感的258名被试者,连续7 d每天进行8次EMA评估,数据的收集涵盖了“无封控”和“封控”阶段。研究发现疫情封控增加了孤独感触发压力相关认知及行为的核心作用,即被试所感知到的孤独感越高,其压力相关认知及行为的出现频率也越高,因此该研究认为在封控期间实施心理干预时,孤独感这一指标应该优先考虑。此外该研究还发现体育活动量与孤独感呈反比,运动越多,越不易感知到孤独。CLARK等^[16]发现目前的EMA研究可成功地捕捉到男男同性性行为者抑郁、焦虑、药物使用和高危性行为的模式,并且证明通过EMA方法来监测男男同性性行为者的心理和行为特征、高风险性行为及成瘾物质使用是可行且可接受的。

以上研究通过EMA与智能手机或便携设备相结合方法,一方面获取行为学相关的客观数据,另一方面记录下被试者实时的情绪特征,研究结果提示情绪变化及行为学特征之间存在相互影响关系,该方法使得研究者能够更好地监测疾病的变化过程。

2.2 精神分裂症 虽然大部分精神科医师认为,精神分裂症患者的阴性症状会导致治疗研究中其配合程度低于其他精神心理疾病人群,数据的完整性或准确性较低,从而对研究结论造成负面影响,但相关研究表明,EMA方法对精神分裂症患者社会功能的测量仍有较高有效性,即使被试配合度偏低,研究者仍可能通过大量重复、实时的数据了解精神分裂症患者的社会功能情况。

GRANHOLM等^[11]研究针对100例精神分裂症患者和71名健康对照,应用基于智能手机的EMA在连续7 d中向被试者每天发送7次关于社交互动和功能行为的简短问卷,结果证明EMA是衡量精神分裂症患者在现实环境中实际行为的可行方法。该研究还发现,用传统量表评估出的患者功能指标与患者的实际功能之间可能存在较大差异。CULBRETH等^[15]运用EMA进行精神分裂症患者孤独感与社会功能的生态学研究,共招募35例精神分裂症患者和37名健康对照,所有被试者完成加州大学洛杉矶分校孤独量表、症状评估量表以及社会和职业功能量表,发现孤独感、抑郁情绪与精神分裂症患者的阴性症状呈正相关,与自我报告的社会功能呈负相关。该研究还发现孤独感是精神分裂症患者社会功能的重要预测因素之一。

以上两个研究均针对精神分裂症患者症状及社会功能展开,证明EMA方法用于评估精神分裂症患者具有可行性、敏感性、可靠性和有效性,为研究精神分裂症更多精神

心理相关预测因素提供了可能。

2.3 儿童与青少年心理行为问题 儿童与青少年因处在生长发育期,其大脑尚未发育成熟,情绪状态也较成年人欠稳定。EMA能够记录当下最准确的情绪状态,故大量研究将EMA用于儿童和青少年心理与行为健康领域。RUSSELL等^[8]发现EMA用于青少年日常生活研究是可行且可靠的,无论是从被试的接受程度还是数据质量来看,EMA都显示出了独特的优势。JENSEN等^[10]针对儿童青少年使用电子产品的纵向研究,抽取大量儿童青少年进行心理健康多个领域的EMA评估,结果表明并未发现儿童青少年使用电子产品与心理健康症状增多之间存在关联。REN等^[17]使用EMA和智能手机传感器数据相结合的方法,对存在不同程度抑郁症状的13~18岁青少年进行15周的随访,研究过程中EMA每隔一周每天2~3次探查青少年愤怒、悲伤和焦虑等负面情绪状态,共得到1145次EMA的测量结果。结果发现在预测青少年愤怒、焦虑等负面情绪方面,基于EMA测量结果所建立的个性化集成机器学习模型优于线性混合模型等其他统计方法,其预测结果的准确性高于其他统计方法。

以上研究提示EMA是针对阐明个体内部以及个体之间动态变化十分有前途的工具,儿童青少年的成长是不断前进、变化的过程,EMA能即时记录的特性有利于记录下变化的发生,进一步实现相关疾病风险的预测。

2.4 成瘾及行为问题 前文提到EMA可以基于事件的发生记录实时数据,故该方法也适合运用于物质成瘾研究领域。

PHILLIPS等^[21]为了实时评估渴求对大麻使用的影响并捕捉其随时间改变的性质,纳入109名居住在大麻使用合法州且每周使用大麻2次以上的大学生,运用智能手机应用程序(application, APP)进行为期2周的基线访谈和EMA调查,发现对男性大学生来说,不同等级的渴求增加会导致下一次使用大麻的可能性增加,但是渴求的可变性增加会导致大麻使用的可能性降低。与异性恋人群相比,性少数群体(即在性倾向、性别认同、性身份或性行为等方面与大多数人不同的群体)因为生活中经历独特压力,其患有酒精或大麻使用障碍的风险可能更高,于是DYAR等^[22]针对性少数人群进行了一项为期30 d的EMA研究,以确定污名化(来自于他人的偏见)如何影响性少数人群的物质使用模式。研究结果发现,性少数人群所感知到污名化变化可以作为酒精和大麻使用的预测因子,该结果为少数群体压力理论综合模型和药物成瘾多阶段模型的构建提供了初步证据。MORAWETZ等^[23]研究情绪波动性增加对物质使用障碍

(substance use disorders, SUD)复吸风险的意义,纳入54例酒精、大麻或尼古丁成瘾患者和30名健康对照者,利用EMA(每天5次,每次间隔约3 h)调查其情绪变化、渴求和物质使用情况,并采集静息态功能磁共振数据,结果发现大脑有效连接的差异与SUD患者日常生活中情绪状态的可变性有关,情绪可变性与物质渴求的强度有关。神经网络是情绪调节的基础,其生化改变可以在患者日常情绪可变性及随后出现的物质渴求中起预测作用,这表明可通过进一步研究发现预测SUD患者复吸风险的生物标志物,从而可以为干预研究提供重要信息^[23]。

以上研究采用EMA方法,基于事件的发生进行评估,研究成瘾领域渴求相关问题,基于时间点进行评估,研究情绪及行为的改变,找到了精神心理疾病的相关影响因素。EMA方法为疾病的变化提供了更好的监测手段,相关风险标志物的挖掘也为后续创建干预方案提供了思路。

3 EMA方法在精神心理数字医疗方向的干预、治疗应用现状

目前有研究根据EMA方法的特性将其用于精神心理疾病的干预及治疗,并取得了一定成果。SHIN等^[24]使用移动健康设备(Fitbitflex活动追踪器)评估精神分裂症患者定量的身体活动(即每日步数),发现步行环境和运动监督在改善慢性精神分裂症患者活动中发挥着重要作用。该研究还评估了将EMA运用于精神分裂症患者的可行性,纳入研究的76例精神分裂症患者中,有十余例因猜疑、被害妄想等精神病性症状而与临床医生的关系不佳或无法理解自己需要完成的项目,故拒绝使用该设备,有61例(80.2%)在整个研究期间都保留了移动健康设备,没有被试者表示对该设备有不适^[25]。研究者认为如果精神分裂症患者能够长期使用移动健康设备,医生可以基于EMA高效地监测患者特定时期的活动时长,为住院或门诊患者提供关于身体活动的反馈意见,达到促进康复的目的。

此外,目前研究发现除了主动的EMA数据(被试者主动完成的问卷等)外,被动的EMA数据(通过智能设备自动采集的客观数据)也是应用于精神障碍患者的可行工具^[25-26],可用于监测急性患者的临床改善,并用于评估一系列相关因素,如睡眠障碍、积极和消极情绪、症状严重程度、社会压力和社会功能。研究还发现通过EMA所得数据有助于预测患者的临床结局,如从“精神病临床高危综合征”转化为精神病发作^[27],以及监测病情的复发^[28]。研究者使用基于EMA的工具,在监测到异常指标后通过短信提醒患者,发现

其确实能在治疗中起到干预作用,且通过EMA确实可以改善患者症状严重程度和治疗依从性。GUAL-MONTOLIO等^[29]指出,相较于传统的干预方式,生态瞬时评估和生态瞬时干预(ecological momentary interventions, EMI)可以简化治疗流程,并针对患者病情进展个体化定制治疗方案,治疗师在心理治疗期间还能够快速获得响应结果,这将有助于治疗师的工作开展。该研究纳入30例情绪障碍患者,探索针对情绪障碍人群、基于APP的可行性EMI,该APP每日收集被试者情绪相关的EMA数据,系统评估后EMI将及时提供简短、基于证据的认知行为治疗(cognitive behavioral therapy, CBT)数字内容,包括图像、信息图表或视频等,即提供个性化的干预,问题持续存在时,研究者进行电话或视频通话干预,研究主要结果为此APP的可用性、可接受性和响应率,次要结果为在治疗前、治疗后和3个月随访时被试者抑郁和焦虑严重程度以及当下的生活情况。该研究在2022年开展,目前尚在进行中,研究结果将有助于EMA和EMI在临床中的应用。

以上研究提示将EMA和EMI系统应用于APP具有可行性及可接受性,为后续针对精神心理疾病患者确定个性化和可扩展的干预措施,改善精神卫生保健提供了新思路。

4 总结及展望

虽然EMA的使用日渐成熟,但相关研究表明使用EMA评估精神心理健康目前仍有一定的局限性。首先,有时EMA依赖于个人经历自我报告,即使是在每一个当下进行测量,参与者可能对自己的情绪调节过程了解有限^[17],因此需要被动评估方法来补充结果数据。其次,EMA在实际应用中采集数据相对频繁,密集的纵向数据收集对被试者来说可能耗时和繁重,导致被试者较难坚持数周至数月的长时间采样。这种可行性的限制也使得捕捉严重应激下被试者情绪改变具有挑战性,严重应激在现实环境发生相对较少,即使全天重复抽样进行评估,也要注意抽样的适当频次。如何在获取足够数据的同时将被试者的负担降至最低,并增加被试者完成调查依从性以及参与后续研究的可能性,是需要思考的重要问题。此外,在重复评估中可以包含的问题数量也影响评估策略的制定。最后,被试者在学习或工作中可能难以使用智能手机完成频繁的EMA调查,也会导致依从性下降。

虽然EMA目前存在一些局限性,但其为精神心理数字医疗发展提供的帮助可以说具有跨越性意义。从发展趋势和研究现状来看,已有多项研究将EMA应用于精神心理领

域,主要利用智能手机APP及便携设备结合EMA方法,探究疾病发生原因,监测疾病变化,完成线上干预,预测疾病转归。未来研究可将EMA更多地应用于精神心理数字医疗方向,以提高精神卫生服务的可及性和实时性。

参 考 文 献

- [1] MENDES J P M, MOURA I R, VAN DE VEN P, et al. Sensing Apps and Public Data Sets for Digital Phenotyping of Mental Health: Systematic Review[J]. *J Med Internet Res*, 2022, 24 (2): e28735.
- [2] NIERENBERG A A, AGUSTINI B, KÖHLER-FORSBERG O, et al. Diagnosis and Treatment of Bipolar Disorder: A Review[J]. *JAMA*, 2023, 330(14): 1370–1380.
- [3] FERNÁNDEZ-MIRANDA J J, DÍAZ-FERNÁNDEZ S. Plasmatic Levels and Response to Variable Doses of Monthly Aripiprazole and Three-Month Paliperidone in Patients with Severe Schizophrenia. Treatment Adherence, Effectiveness, Tolerability, and Safety[J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2023, 19: 2093–2103.
- [4] RAZA S, AHMED S, ISLAM R, et al. Sertraline versus escitalopram in South Asians with moderate to severe major depressive disorder: (SOUTH-DEP) a double-blind, parallel, randomized controlled trial[J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2023, 85(10): 4851–4859.
- [5] CHIANG J J, LAM P H. Commentary: Ecology momentary assessment as a tool for understanding dynamic patterns in child and adolescent health and development – reflections on Russell and Gajos (2020)[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2020, 61 (3): 395–398.
- [6] SCHOEVERS R A, VAN BORKULO C D, LAMERS F, et al. Affect fluctuations examined with ecological momentary assessment in patients with current or remitted depression and anxiety disorders[J]. *Psychol Med*, 2021, 51 (11): 1906–1915.
- [7] EJIRI H, UCHIDA H, TSUCHIYA K, et al. Immediate Effects of Mobile Phone App for Depressed Mood in Young Adults with Subthreshold Depression: A Pilot Randomized Controlled Trial [J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2023, 19: 1695–1707.
- [8] RUSSELL M A, GAJOS J M. Annual Research Review: Ecological momentary assessment studies in child psychology and psychiatry[J]. *J Child Psychol Psychiatry*, 2020, 61 (3): 376–394.
- [9] SALEM H, HUYNH T, TOPOLSKI N, et al. Temporal multi-step predictive modeling of remission in major depressive disorder using early stage treatment data; STAR*D based machine learning approach[J]. *J Affect Disord*, 2023, 324: 286–293.
- [10] JENSEN M, GEORGE M, RUSSELL M, et al. Young Adolescents' Digital Technology Use and Mental Health Symptoms: Little Evidence of Longitudinal or Daily Linkages[J]. *Clin Psychol Sci*, 2019, 7 (6): 1416–1433.
- [11] GRANHOLM E, HOLDEN J L, MIKHAEL T, et al. What Do People With Schizophrenia Do All Day? Ecological Momentary Assessment of Real-World Functioning in Schizophrenia[J]. *Schizophr Bull*, 2020, 46 (2): 242–251.
- [12] LOPEZ-MORINIGO J D, BARRIGON M L, PORRAS-SEGOVIA A, et al. Use of Ecological Momentary Assessment Through a Passive Smartphone-Based App (eB2) by Patients With Schizophrenia: Acceptability Study[J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23 (7): e26548.
- [13] RUF A, NEUBAUER A B, EBNER-PRIEMER U, et al. Studying dietary intake in daily life through multilevel two-part modeling: a novel analytical approach and its practical application[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 2021, 18 (1): 130.
- [14] DAVIDSON C L, ANESTIS M D, GUTIERREZ P M. Ecological Momentary Assessment is a Neglected Methodology in Suicidology[J]. *Arch Suicide Res*, 2017, 21(1): 1–11.
- [15] CULBRETH A J, BARCH D M, MORAN E K. An ecological examination of loneliness and social functioning in people with schizophrenia[J]. *J Abnorm Psychol*, 2021, 130 (8): 899–908.
- [16] CLARK V, KIM S J. Ecological Momentary Assessment and mHealth Interventions Among Men Who Have Sex With Men: Scoping Review[J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23 (8): e27751.
- [17] REN B, BALKIND E G, PASTRO B, et al. Predicting states of elevated negative affect in adolescents from smartphone sensors: a novel personalized machine learning approach[J]. *Psychol Med*, 2023, 53(11): 5146–5154.
- [18] STONE A A, SHIFFMAN S. Ecological momentary assessment (EMA) in behavioral medicine[J]. *Ann Behav Med*, 1994, 16(3): 199–202.
- [19] HAUCKE M, HEINZ A, LIU S, et al. The Impact of COVID-19 Lockdown on Daily Activities, Cognitions, and Stress in a Lonely and Distressed Population: Temporal Dynamic Network Analysis [J]. *J Med Internet Res*, 2022, 24 (3): e32598.
- [20] MEYERHOFF J, LIU T, KORDING K P, et al. Evaluation of Changes in Depression, Anxiety, and Social Anxiety Using Smartphone Sensor Features: Longitudinal Cohort Study[J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23 (9): e22844.
- [21] PHILLIPS K T, PHILLIPS M M, LALONDE T L, et al. Momentary craving, craving variability, and cannabis use: Associations with THC concentrates and sex[J]. *J Stud Alcohol Drugs*, 2023,

- 84(4): 530–534.
- [22] DYAR C, LEE C M, RHEW I C, et al. Sexual minority stress and substance use: An investigation of when and under what circumstances minority stress predicts alcohol and cannabis use at the event-level[J]. *J Psychopathol Clin Sci*, 2023, 132(4): 475–489.
- [23] MORAWETZ C, BERBOTH S, CHIROKOFF V, et al. Mood Variability, Craving, and Substance Use Disorders: From Intrinsic Brain Network Connectivity to Daily Life Experience[J]. *Biol Psychiatry Cogn Neurosci Neuroimaging*, 2022, 8 (9): 940–955.
- [24] SHIN S, YEOM C W, SHIN C, et al. Activity monitoring using a mHealth device and correlations with psychopathology in patients with chronic schizophrenia[J]. *Psychiatry Res*, 2016, 246: 712–718.
- [25] STAPLES P, TOROUS J, BARNETT I, et al. A comparison of passive and active estimates of sleep in a cohort with schizophrenia[J]. *NPJ Schizophr*, 2017, 3(1): 37.
- [26] SEPPÄLÄ J, DE VITA I, JÄMSÄ T, et al. Mobile Phone and Wearable Sensor-Based mHealth Approaches for Psychiatric Disorders and Symptoms: Systematic Review[J]. *JMIR Ment Health*, 2019, 6(2): e9819.
- [27] REILLY T, MECHELLI A, MCQUIRE P, et al. E-Clinical High Risk for Psychosis: Viewpoint on Potential of Digital Innovations for Preventive Psychiatry[J]. *JMIR Ment Health*, 2019, 6(10): e14581.
- [28] BARNETT I, TOROUS J, STAPLES P, et al. Relapse prediction in schizophrenia through digital phenotyping: a pilot study[J]. *Neuropsychopharmacology*, 2018, 43(8): 1660–1666.
- [29] GUAL-MONTOLIO P, SUSO-RIBERA C, GARCIA-PALACIOS A, et al. Enhancing Internet-based psychotherapy for adults with emotional disorders using ecological momentary assessments and interventions: Study protocol of a feasibility trial with "My EMI, Emotional Well-being" app[J]. *Internet Interv*, 2023, 31: 100601.

(收稿日期:2023-05-11)

(责任编辑:肖雅妮)

本刊目前有两种收款方式:通过邮局汇款,在“中国神经精神疾病杂志”微信公众号中微信支付。本刊未开通网上银行,不设有对私银行账号,请注意防骗,切勿汇款给个人。

汇款地址:

邮编:510080

地址:广州中山二路 58 号

收款人:中山大学附属第一医院期刊中心

附言请注明:神经杂志,稿件编号,发票抬头及纳税人识别号

微信支付:

关注“中国神经精神疾病杂志”(或搜索 nervousmental)微信公众号

在菜单栏中选择“稿件处理”→“交审稿费”或“交版面费”,即可进入微信小店

支付后请在对话框中留下发票抬头及纳税人识别号