

数字疗法在中医药应用中的展望*

朱红霞¹, 李楠², 郑世超¹, 萧文科¹, 许雅馨¹, 温川飙^{1**}, 甘彦雄^{1**}

(1. 成都中医药大学智能医学学院 成都 611137; 2. 成都中医药大学药学院 成都 611137)

摘要: 中医药在治未病、治慢病和养生康复等方面具有独特优势,整合现代科学技术与方法开展融合创新研究,有助于发挥中医药价值。近年来,随着人工智能、可穿戴式设备等数字化技术发展,数字疗法应运而生。在中医药理论指导下,融合数字疗法技术方法,通过高级程序驱动软件或结合硬件设备对患者进行个性化治疗,提高患者依从性,充分发挥中医药优势。本文运用 CiteSpace 可视化数字疗法研究热点,结合文献与美国食品药品监督管理局、国家药品监督管理局网站数据,梳理数字疗法在预防、治疗、康复疾病方面的应用,分析目前数字疗法应用中的关键技术及核心理论,以中医五音疗法、运动疗法、芳香疗法为例,探讨数字疗法在中医药理论指导下的应用形式,为中医药数字疗法发展提供初步范式。

关键词: 数字疗法 中医药 预防 治疗 康复

doi: 10.11842/wst.20230121002 中图分类号: R-058 文献标识码: A

数字疗法(Digital therapeutics, DTx)于2015年由 Sepah 等^[1]首次提出,被初步定义为基于证据的在线行为治疗,可提高医疗的可及性和有效性。2016年 Pear Therapeutics 公司用于治疗药物滥用障碍的软件 ReSET 获得美国食品药品监督管理局(Food and Drug Administration, FDA)批准,成为首款获批上市的数字疗法产品。同年数字疗法联盟成立,将数字疗法明确定义为:基于循证医学的干预措施,由高质量的软件程序驱动,用于预防、治疗或康复疾病,可以独立使用,可以与药物、设备或其他疗法协同使用^[2]。此后数字疗法产品在国外不断上市,广泛应用于精神类、慢性疾病类、心理类等疾病中,并取得良好疗效。国内数字疗法迅速发展,2020年成都尚医信息科技有限公司的术康 APP 获得国家药品监督管理局(National Medical Products Administration, NMPA)批准,成为国内首款获批数字疗法产品^[3]。随后政府不断出台扶持政策助力数字疗法发展,例如作为医疗改革先锋试验区的海南

省在《海南省数字健康“十四五”发展规划》中率先提出数字疗法行业的发展战略,并将“探索数字疗法先行试用”列为主要任务之一^[4]。根据 NMPA 网站公告信息统计,截止2022年11月已有45款数字疗法产品通过 NMPA 审批,其中仅2022年占30款。数字疗法发展的里程碑事件如图1所示。

数字疗法可作为化疗、放疗、手术等西医治疗方法及中药、针灸、推拿等中医治疗方法的补充疗法,遵循循证医学,融合软件技术,发挥预防、治疗和康复疾病效应。中医药经历了数千年的发展,兼容并包,从《黄帝内经》到《伤寒论》再到《中药大辞典》,从膏丹丸散到口服液胶囊气雾剂再到纳米制剂靶向制剂,从砭石到银针再到电针,体现出中医药与时俱进的核心内涵。中医药在治未病、治慢病和养生康复等方面具有独特作用,结合数字疗法相关技术方法,进一步发挥中医药优势,助推中医药与大健康产业紧密结合。本文通过梳理分析数字疗法在疾病预防、治疗、康复等

收稿日期:2023-01-21

修回日期:2023-03-23

* 成都中医药大学“杏林学者”学科人才科研提升计划(BSH2021010):基于胃肠模拟系统的体内外相关性模型筛选延胡索药动标志物,负责人:甘彦雄;成都市科学技术局成都市科技项目(2019-YF09-00185-SN):基于中医云健康平台的糖尿病分级联动管理技术及应用示范推广研究,负责人:温川飙。

** 通讯作者:温川飙,研究员,博士研究生导师,主要研究方向:中医药数字化、中医生物信息、数据库开发、网络平台教学及科研;甘彦雄,讲师,博士后,主要研究方向:中医药信息学、智能制药装备。

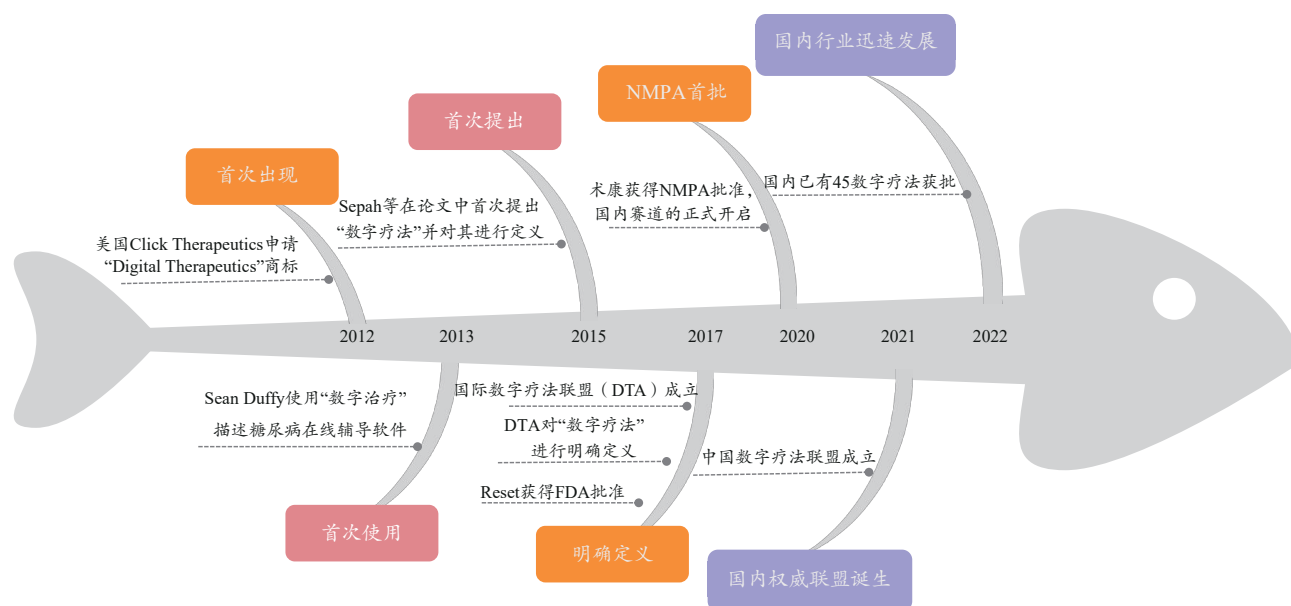


图1 数字疗法发展历程

方面应用现状,明确数字疗法的研究思路 and 开发策略,以中医治疗思想中的五音疗法、运动疗法、芳香疗法为例,初步探讨数字疗法在中医药中的应用,为中医药数字疗法发展提供初步范式。

1 数字疗法应用现状

近年来,数字疗法快速发展,相关研究持续增加,应用越来越广泛。本文通过检索中国知网(CNKI)中的数字疗法文献,以CiteSpace软件可视化展现数字疗法相关研究热点。为涵盖数字疗法可能涉及的相关研究领域,将检索式限定为(SU='数字疗法' OR SU='移动健康' OR SU='远程医疗' OR SU='个性化医疗' OR SU='健康应用' OR SU='电子健康记录' OR SU='健康技术' OR SU='临床试验' OR SU='患者远程监控' OR SU='行为健康' OR SU='慢性疾病管理'),截止2023年3月22日,共检索出87343篇文献。可见数字疗法涉及研究较多,为聚焦数字疗法直接相关应用,将主题检索式限定为(SU='数字疗法' OR SU='Digital therapeutics'),共检索出385篇文献,去重和排除后纳入332篇文献。应用CiteSpace软件提取其关键词,根据软件中的频数表绘制频数分布图,见图2a。高频关键词在一定程度上代表着该领域的研究热点,“数字疗法”频数较高,这与主题设定有关,其余高频关键词有数字健康、健康应用、人工智能、行为干预、行为健康等。基于CiteSpace软件聚类,采用对

数似然率算法对群组命名得到图2b所示关键词聚类图,发现目前在疾病方面的热点研究主要有注意力缺陷、肠易激、Ⅱ型糖尿病、慢性失眠、抑郁症、慢性疼痛等。针对以上疾病,数字疗法可以从预防、治疗、康复三个方面进行干预,行业形象地称之为数字疫苗、数字药物、数字医嘱。

1.1 数字疫苗

以软件等形式干预健康人群,实现预防疾病为目的的数字疗法又被称为数字疫苗。数字疫苗通过监测相关健康数据,实现数据收集、信息推送、医患沟通等功能,结合人工智能预测发病概率,提高疾病知晓率,从而在发病前及时干预,达到预防疾病目的。

心血管疾病是危害全人类健康的首要风险因素,心律失常自动检测对心血管疾病早期预防和诊断具有重要意义^[5]。Biofourmis公司研发一款用于预测心率失常的软件RhythmAnalytics,基于心电信号多分辨率心率失常检测机制,通过训练120 000余次单导联心电图得到30多种预测心律失常的神经网络,预测模型的敏感性为90.8%,特异性为98.2%。该公司另一款软件Biovitals可与心率、脉搏等传感器接收多种用户生理数据,利用人工智能识别多维生命体征与患者日常活动之间的相关性,根据时间序列计算生物数据“指数”,实现在危机事件发生前通知临床医生,以提供充足时间采取措施从而改变疾病轨迹,进而降低住院率^[6]。

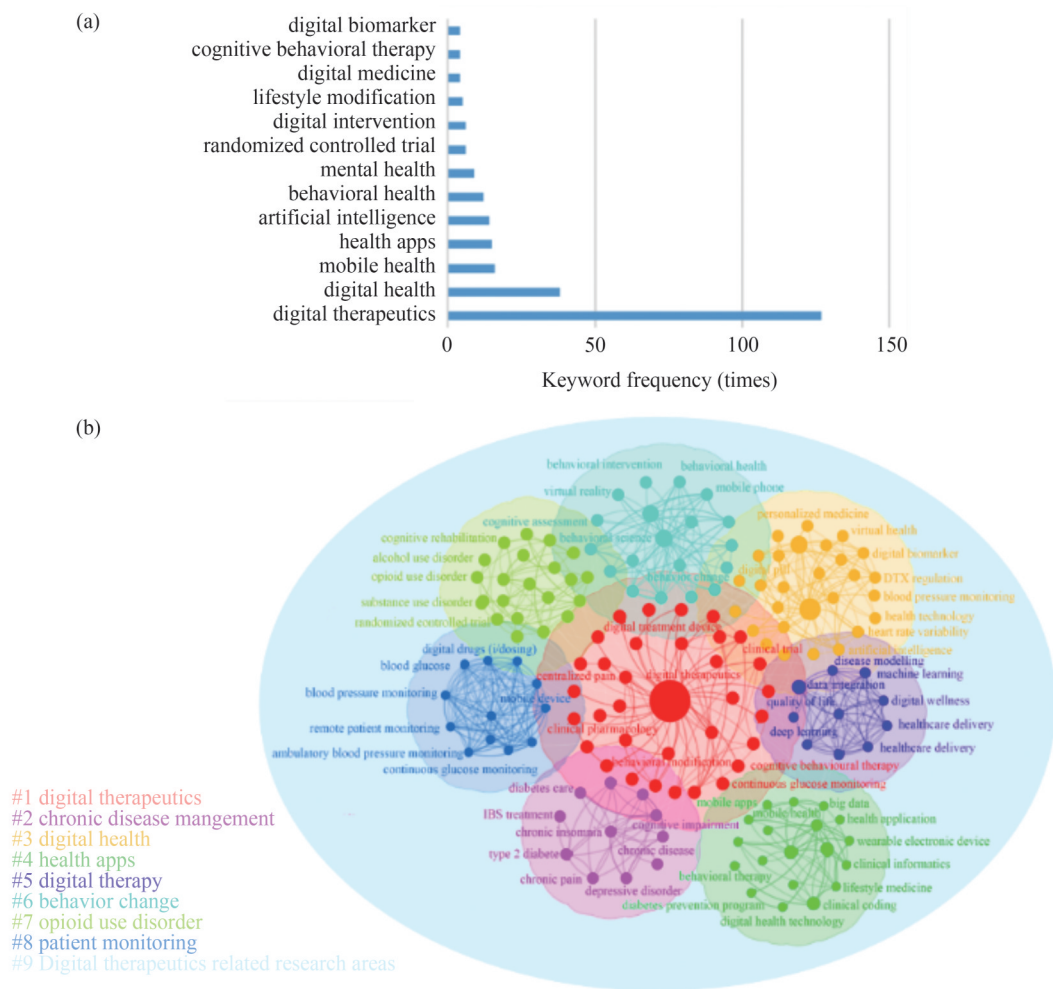


图2 数字疗法相关热点关键词频数和数字疗法相关研究关键词聚类

注:(a):数字疗法相关热点关键词频数图;(b):数字疗法相关研究关键词聚类图。

乙型病毒性肝炎(乙肝)是由乙肝病毒引起的一种传染病^[7],母婴传播是其传染途径之一。南方医科大学的侯金林医生发起的“小贝壳”项目^[8],由杭州兰芝健康有限公司给予技术支持研发出“小贝壳”移动应用程序用于预防乙肝疾病母婴传播。“小贝壳”通过采集试验报告和抗病毒治疗信息等数据,为医生提供即时的高危患者动态提醒和分析建议,用数字化的方式对患者进行健康教育及干预管理,从而阻断乙肝母婴传播^[9],阻断成功率提升至99.7%。截止2021年5月31日,“小贝壳”已覆盖全国31个省市区的231家医院,累计注册医生1593名,惠及37 090个家庭^[2]。

1.2 数字药物

以软件等形式干预患者实现治疗疾病的数字疗法被称为数字药物。数字药物强调对疾病的治疗作

用,以期具有传统药物治疗的效果。不同的是并非采用化学分子或生物因子,而是通过数字信息(如移动应用程序上的文字、图片、视频)或物理因子(如声、光、电、磁、热)等形式对患者进行干预治疗^[10]。数字药物的治疗形式决定了其更适用于视功能眼病、神经和精神类疾病等。

弱视须进行早期干预治疗,否则可能导致终身眼疾。弱视等视功能眼病的数字疗法产品目前国内数字疗法市场占比最大。“波克城市”以电脑游戏的形式进行治疗,研发出国内首个获批游戏数字疗法:“快乐视界星球”斜弱视治疗系统。该系统具有视力评估功能,通过评估结果匹配训练难度。游戏界面融合了条纹刺激、红光刺激、精细目力训练等多种光刺激疗法,同时结合红蓝双眼分视实现三级功能训练。系统与配套眼罩结合实现注意力监测和AI姿势智能纠错

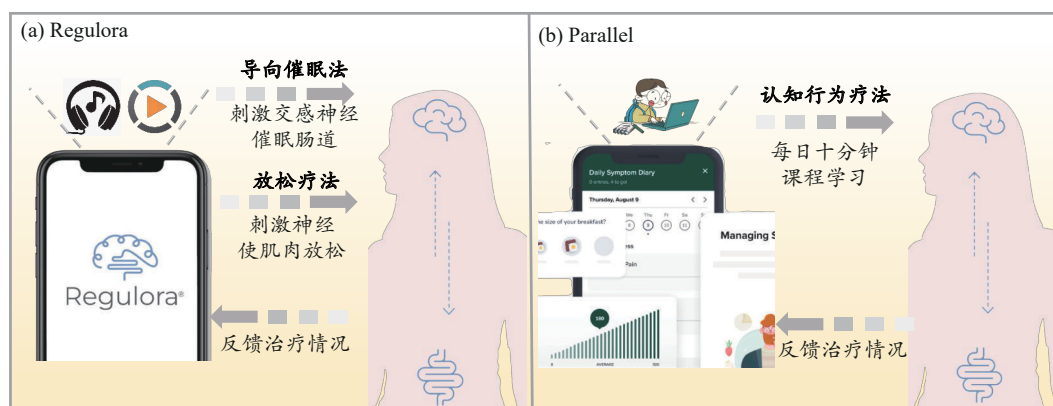


图3 Reglora、Parallel软件治疗肠易激的原理图

注:(a):Reglora软件治疗肠易激原理图;(b):Parallel软件治疗肠易激原理图。

等功能,帮助患者在娱乐过程中完成视力康复训练^[11]。

肠易激综合征是一种慢性功能性胃肠道疾病,目前主要利用定向催眠疗法和认知行为疗法两种途径治疗:定向催眠疗法主要是通过闭眼、渐进式肌肉放松等手段治疗肠易激^[12];认知行为疗法主要包括心理教育、放松疗法、认知重组等。经FDA审批的治疗肠易激数字疗法有Reglora和Parallel(见图3):Reglora是通过激活副交感神经定向催眠肠道治疗肠易激;Parallel则是基于认知行为疗法对肠易激治疗的积极作用,通过课程学习帮助患者建立良好的肠脑关系从而缓解肠易激综合征。

1.3 数字医嘱

以软件等形式对患者进行院外管理达到康复目的之数字疗法又被称为数字医嘱。数字医嘱适用于慢性疾病管理,主要通过科普教育、提醒治疗等方式,指导患者运动康复,充当院外的虚拟医生、虚拟教练。

糖尿病是一种常见的慢性疾病,需要通过长期自我管理降低并发症风险。BlueStar是第一款被FDA批准的处方数字疗法,为Ⅱ型糖尿病患者提供自动化指导和饮食管理。软件可通过与多种健康设备和数据源连接,追踪重要生命特征,经试验研究证明,使用BlueStar的患者平均糖化血红蛋白降低2.0分^[13]。睿愈数字医疗研发的远程血糖辅助管理软件是我国首款获批用于糖尿病的数字疗法,基于医学人工智能技术,为患者提供个性化管理方案,结合智能硬件设备获取患者血糖、饮食等数据,帮助患者有效控制血糖。王桢等^[14]经临床实验证实,通过医学人工智能技术为患者提供个性化管理方案,可有效改善患者血糖控制状况,且能够稳定患者血糖波动范围。

呼吸系统疾病主要是气管、支气管、肺部及胸腔的病变^[15]。新型冠状病毒(COVID-19)疫情爆发后,人们愈发重视呼吸系统疾病对健康的影响。美国Propeller Health公司研发一系列数字疗法产品用于呼吸系统疾病,该产品的解决方案包括传感器、应用程序、患者管理平台以及相应的数据分析和数据服务,传感器自动跟踪用户使用时间、地点及频率,提醒患者用药并反馈用药数据,提高患者自我管理意识。Li^[16]等经研究发现,结合可穿戴设备进行远程监控下运动康复治疗COVID-19后遗症中重度呼吸困难患者疗效显著。我国首款获批数字疗法—术康APP,以心肺、肌骨、营养的远程智能评估为核心,结合胸戴式心率监测设备等便携式硬件设备,形成运动、营养、心理、药物、生活方式指导五大处方,实现远程智能评估,制定个性化运动和营养处方、视频处方跟训、远程视频指导、全程数据监控、智能量化随诊、AI智能管理等功能,为患者提供医生在线随访、康复指导及健康自我管理。目前,术康成功将心衰患者的30天内再入院率从17.8%降至2.1%,并已被运用于新冠肺炎患者预后的心肺耐力提升,糖尿病、心血管疾病等慢性疾病的运动康复。

2 数字疗法应用于中医药的展望

中医在治未病、治慢病和养生康复等方面具有独特优势,除中药、针灸、推拿,还有五音疗法、运动疗法、芳香疗法等特色治疗方式。五音疗法利用五音调养五脏^[17],常用于治疗情志疾病和养生保健。运动疗法通过运动、呼吸、意念等手段相结合达到调身、调息、调神的作用^[18]。芳香疗法运用中药精油改善认知



图4 中医药数字疗法概念图

功能、保护神经功能和缓解情绪障碍^[19]。数字疗法长以音频、视频、图片等形式,利用声光电磁热等途径,结合软硬件治疗疾病。如图4所示,在中医理论指导下,中医药融合数字疗法,由高度智能化软件程序驱动,提供基于整体观、辨证论治的疾病干预方案,用于预防、治疗或康复疾病,达到人体阴阳平衡。本文以五音疗法、运动疗法、芳香疗法等中医药特色疗法为例,探讨将数字疗法应用于中医药的策略。

2.1 中医五音数字疗法

五音疗法是以中医五行学说为基础的音乐疗法,通过五音(宫、商、角、徵、羽)与五脏(心、肝、脾、肺、肾)的联系来治疗情志类疾病^[20],可改善失眠、焦虑和抑郁等症状。研究发现,五音疗法对各种疾病导致的抑郁、失眠焦虑等症状均有明显治疗作用^[21]。张志业等^[22]研究证实常规治疗方法联合中医五音疗法可有效预防急性心肌梗死,明显提高患者生活质量,降低焦虑情况。丘艳红等^[23]研究表明五音疗法有助于改善卒中后康复期的睡眠障碍。

将数字疗法应用于中医五音疗法,可利用软硬件识别患者情况,通过人工智能分析,个性化动态调整五音的类型、起止、音量、音调等参数,帮助患者更好地完成治疗。例如针对情绪病患者,相应数字疗法软硬件系统可根据患者使用场景自动学习其情绪失控的诱因,之后在类似场景中主动开启五音治疗;也可语音识别探知患者语气等焦虑抑郁的表现,及时播放相应音乐缓解情绪波动。利用软硬件自动播放五音

疗法的音频,针对失眠症患者,可通过智能枕头监测睡眠,软件实时接收硬件数据,当翻身次数达到阈值即判断为失眠,软件端自动为患者播放助眠音乐以改善失眠,还可结合人工智能预测失眠,在入睡前对患者提前进行治疗。

2.2 中医运动数字疗法

中医运动疗法是以经络学说、脏腑学说等理论为基础,以促进健康为核心的非药物性疾病防治方法^[24]。常见的传统中医运动疗法有太极拳、五禽戏、八段锦等,具有独特预防、治疗、康复疾病的功效。研究表明,太极拳是一种中低强度有氧运动,可使人体阴阳平衡、经络通畅,可以帮助老年人调节高血压^[25];五禽戏可锻炼四肢筋骨、通畅血脉,可有效降低糖尿病患者血糖、血压、血脂,增强心功能,预防心脑血管并发症发生^[26];八段锦通过柔和缓慢的动作,将“调身、调息、调心”有机结合,从而达到疏通经络,调节脏腑等作用^[27]。

将数字疗法应用于中医运动疗法,可将太极拳等运动数字化,构建3D虚拟教练,供患者从各方位学习并跟训,提醒并督促患者运动;通过摄像头和可穿戴式设备等识别患者的动作,判断其标准程度并评分,以语音和虚拟教练的动作细节要点示范及时纠正,直至动作合格;每次治疗完成后生成报告,可与本人既往结果纵向比较,也可与周围或同类患者结果横向比较;软件根据患者反馈的治疗情况适当调整运动的方式、频率、强度、时间等。例如针对糖尿病患者,医生开具五禽戏运动处方后,软件按时提醒患者治疗,通过运动处方软件与动态血糖仪结合,记录患者在运动过程中血糖值的波动情况以及治疗后的血糖变化,并对患者动作进行全程监测,智能识别跟训动作,引导患者动作标准化;软件根据患者血糖变化调整运动方案,提升治疗效果。

2.3 中医芳香数字疗法

中医芳香疗法是以中医药理论为基础,将芳香药物制成适宜剂型,通过熏香、外涂、艾灸等方式作用于局部或全身,以预防、治疗或康复疾病的一种传统疗法。目前中医芳香疗法对疾病的治疗及康养主要集中于中枢神经系统、呼吸系统及心脑血管系统等方面的疾病。植物精油在慢性疾病治疗中有较大的应用潜力,如Zhang等^[28]阐释了多种挥发油的抗抑郁作用;Long等^[29]通过多靶点干预阐明了多种芳香药物治疗心

血管疾病的“物质基础-作用机制-临床效用”。

现代数字技术与传统中医芳香疗法相结合,可由软件驱动智能眼罩、智能枕头、智能口罩、智能香氛机等硬件,通过传感器获取眼动、翻身、呼吸等人体数据并上传至软件端,软件基于人工智能算法,自动调整治疗处方。硬件设备可利用石墨烯等加热材料,智能控制温度从而释放芳香药物。硬件设备还可结合微流控技术,根据用户情况实时调整不同精油配伍及其用量,甚至与不同辅料生成特定的缓控释、靶向治疗方案,从而实现更精准的个性化治疗,发挥最佳的疗效。例如针对失眠症患者,可通过智能眼罩识别眼动信息,软件通过眼动数据分析判断患者睡眠状态,从而智能控制眼罩中芳香药物的挥发量、挥发浓度、治疗时间等参数。对于轻微认知功能障碍患者,软件基于相应算法评估其智能认知功能障碍程度,借助香氛机、智能药枕等设备对患者进行规律的治疗,一定时间后再次通过软件评估治疗效果并调整治疗方案。

3 讨论

随着可穿戴式设备、物联网、人工智能、人机交互等新兴技术向医疗健康领域溢出,数字疗法应运而

生。近年来,数字疗法在预防、治疗、康复疾病等方面已取得许多令人信服的成果。数字疗法发展,需要进一步健全数字疗法产品的审批和监管制度,完善行业标准;需要临床医学专家专业性融合,应用学科科技创新能力的更专业、更多元角色的通力配合,营造产业培育环境;需要数字疗法产品更智能、更便捷,提高数字疗法的认可度及普及性;目前数字疗法相关研究集中于精神类疾病治疗、视觉康复训练、慢性疾病管理,同质化程度较严重,需要针对更多适应症并结合更多的治疗理论和方法进一步开发数字疗法。

中医在治未病、治慢病和养生康复等方面具有独特优势,与数字疗法的应用场景不谋而合。将数字疗法的技术应用于中医治疗的理论中,是对传统中医的进一步现代化、数字化、智能化,更充分地发挥中医“辨证论治”的个性化治疗理念,从而提升治疗效果、丰富治疗手段、延伸治疗时空,此外有助于提高患者依从性、方便医患交流、降低医疗成本。本文以中医的五音疗法、运动疗法、芳香疗法为例,初步探讨了数字疗法在中医药理论指导下的应用形式,供学术界和产业界在相应的基础研究和产品开发中参考,为中医数字疗法发展提供初步范式。

参考文献

- 1 Sepah S C, Jiang L H, Peters A L. Long-term outcomes of a Web-based diabetes prevention program: 2-year results of a single-arm longitudinal study. *J Med Internet Res*, 2015, 17(4):e92.
- 2 DTA Digital Therapeutics Definition and Core Principle. (2022-04-12). https://dtxalliance.org/wp-content/uploads/2019/11/DTA_DTx-Definition-and-Core-Principles.pdf.
- 3 海南省卫生委员会.《数字疗法全球报告(2022)》发布,近十万字最全记录行业探索.(2022-05-26). https://wst.hainan.gov.cn/swjw/ywdt/zwdt/202208/t20220801_3240329.html.
- 4 关于印发《海南省数字健康“十四五”发展规划》的通知.(2022-04-28). https://wst.hainan.gov.cn/swjw/xxgk/gfxwj/202201/t20220130_3138124.html.
- 5 马丽媛,王增武,樊静,等.《中国心血管健康与疾病报告2021》概要.中国介入心脏病学杂志,2022,30(7):481-496.
- 6 Biofourmis' RhythmAnalytics™ Platform Receives FDA Clearance for AI-Based Automated Interpretation of Cardiac Arrhythmias. (2019-4-30). <https://www.prnewswire.com/news-releases/biofourmis-rhythmanalytics-platform-receives-fda-clearance-for-ai-based-automated-interpretation-of-cardiac-arrhythmias-300841083.html>.
- 7 王贵强,王福生,成军,等.慢性乙型肝炎防治指南(2015年更新版).临床肝胆病杂志,2015,31(12):1941-1960.
- 8 黄宇翔.乙肝药物研发简史,中国在这一领域逐渐扮演重要角色.世界科学,2021,10:29-33.
- 9 Yin X R, Han G R, Zhang H, et al. A real-world prospective study of mother-to-child transmission of HBV in China using a mobile health application (shield 01). *J Clin Transl Hepatol*, 2020, 8(1):1-8.
- 10 姚恒美.全球数字疗法发展态势研究.竞争情报,2022,18(2):57-63.
- 11 中华网.游戏与医疗结合新里程,游戏行业数字疗法首获NMPA审批.(2022-04-19). https://hea.china.com/article/20220419/042022_1051555.html.
- 12 Donnet A S, Hasan S S, Whorwell P J. Hypnotherapy for irritable bowel syndrome: Patient expectations and perceptions. *Therap Adv Gastroenterol*, 2022, 15:17562848221074208.
- 13 Quinn C C, Clough S S, Minor J M, et al. WellDoc mobile diabetes management randomized controlled trial: change in clinical and behavioral outcomes and patient and physician satisfaction. *Diabetes Technol Ther*, 2008, 10(3):160-168.
- 14 王桢,何叶青,周先利,等.医学人工智能辅助开展糖尿病患者远程管理探析.四川医学,2021,42(5):488-493.
- 15 周媚媚,郑洁皎,徐友康,等.呼吸康复在慢性呼吸系统疾病中的临床应用进展.中国康复医学杂志,2022,37(2):265-269.

- 16 Li J A, Xia W G, Zhan C, *et al.* A telerehabilitation programme in post-discharge COVID-19 patients (TERECO): A randomised controlled trial. *Thorax*, 2022, 77(7):697-706.
- 17 徐旻灏, 龚卓之, 杜炎远. 五音疗法与五脏调养理论探析. *中国中医基础医学杂志*, 2021, 27(8):1228-1231.
- 18 郑炜东, 曲妮妮. 基于中国传统运动疗法的肺系疾病康复应用体系构建探析. *世界科学技术-中医药现代化*, 2020, 22(4):1348-1353.
- 19 刘雅洁, 林瑶, 赵百孝. 芳香疗法治疗阿尔茨海默病的研究进展. *中华中医药杂志*, 2022, 37(7):3982-3985.
- 20 孟昕, 汪卫东. 中医五行音乐疗法的理论和应用探析. *环球中医药*, 2017, 10(10):1118-1121.
- 21 石磊, 李媛, 曲中源, 等. 五音疗法联合归脾汤治疗心神不宁型耳鸣临床疗效研究. *中华中医药学刊*, 2017, 35(11):2791-2794.
- 22 张志业, 颜敏, 龙波, 等. 中医五音疗法预防急性心肌梗死交感风暴的疗效观察. *中医药导报*, 2019, 25(9):87-89.
- 23 丘艳红, 曾科学. 五音特色护理干预脑卒中后睡眠障碍疗效观察. *按摩与康复医学*, 2014, 5(8):160-161.
- 24 黄灵灵, 曾梅玉, 庄惠玲, 等. 中医运动疗法在慢性阻塞性肺疾病肺康复中的运用. *航空航天医学杂志*, 2020, 31(1):98-101.
- 25 沈小雨, 章代亮, 吕君玲, 等. 太极拳运动对老年高血压患者影响的研究进展. *中国康复理论与实践*, 2016, 22(11):51.
- 26 李勤, 倪青, 吴瑞, 等. 中医传统运动在糖尿病防治中的应用. *世界中医药*, 2020, 15(21):3355-3358.
- 27 易文明, 张先慧, 谢培凤, 等. 八段锦运动处方改善气阴两虚证2型糖尿病患者胰岛β细胞功能的临床研究. *中华中医药杂志*, 2019, 34(4):1828-1831.
- 28 Zhang Y L, Long Y, Yu S, *et al.* Natural volatile oils derived from herbal medicines: A promising therapy way for treating depressive disorder. *Pharmacol Res*, 2021, 164:105376.
- 29 Long Y, Li D, Yu S, *et al.* Natural essential oils: A promising strategy for treating cardio-cerebrovascular diseases. *J Ethnopharmacol*, 2022, 297:115421.

Prospects for Digital Therapeutics in the Application of Traditional Chinese Medicine

Zhu Hongxia¹, Li Nan², Zheng Shichao¹, Xiao Wenke¹, Xu Yaxin¹, Wen Chuanbiao¹, Gan Yanxiong¹

(1. School of Intelligent Medicine, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China; 2. School of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China)

Abstract: Traditional Chinese medicine (TCM) plays a unique role in preventive treatment of disease, treatment of chronic disease and recovery. Integrating modern science and technology and methods to carry out integrated and innovative research will help to bring the value of traditional Chinese medicine into full play. In recent years, with the rapid development of digital therapeutics such as artificial intelligence and wearable devices, digital therapeutics have emerged. Under the guidance of TCM theory, TCM integrates digital therapeutics technology methods, personalized treatment of patients through advanced program-driven software or combined with hardware devices, and improves patient compliance, gives full play to the advantages of TCM. This paper uses CiteSpace to visualize the research hotspots of digital therapeutics, combined with the literature and the website data of the Food and Drug Administration and the National Medical Products Administration, to sort out the application of digital therapeutics in the prevention, treatment and recovery of diseases, analyze the key technologies and core theories in the current application of digital therapeutics. And taking TCM pentatotherapy, kinesiatics and aromatherapy as examples, this paper discusses the application forms of digital therapeutics under the guidance of TCM theory, and provides a preliminary paradigm for TCM digital therapeutics.

Keywords: Digital therapeutics, Traditional Chinese medicine, Prevention, Treatment, Recovery

(责任编辑: 李青)