

数智化干预技术在冠心病患者心理障碍中的应用进展

王颖 熊晓云 刘梦蝶 杨莹 刘思 陈华 张美君 向琴

【摘要】 冠心病是一种身心疾病,常合并抑郁、焦虑、睡眠障碍和压力等心理障碍,影响患者预后。该综述通过介绍冠心病患者常见的心理障碍、数智化干预技术的类型和特点及在冠心病患者心理障碍管理中的应用情况,分析面临的挑战,以期为信息技术驱动的护理实践提供新的思路 and 方向。

【关键词】 数智化; 冠心病; 心理障碍; 综述; 心理护理学

Application progress of digital and intelligent intervention technology in the mental disorders of patients with coronary heart disease/WANG Ying,XIONG Xiaoyun,LIU Mengdie,YANG Ying,LIU Si,CHEN Hua,ZHANG Meijun,XIANG Qin

【Abstract】 Coronary heart disease is a physical and mental disease that is often combined with mental disorders such as depression, anxiety, sleep disorders, and stress, affecting the patient's prognosis. This review introduces the common mental disorders of patients with coronary heart disease, the types, characteristics and application status of digital and intelligent intervention technology, and analyzes the challenges of digital and intelligent intervention technology in the development of mental disorders in coronary heart disease, with a view to providing new information technology-driven nursing practice ideas and directions.

【Key words】 Digital Intelligence; Coronary Heart Disease; Mental Disorders; Review; Psychological Nursing



本文作者:王颖

《中国心血管健康与疾病报告2022》^[1]显示,我国冠心病现患例数约1 139万例,发病率和病死率居心血管疾病首位。心理障碍是指个人由于生理、心理或社会因素而导致的各种异常的心理过程、人格特征、行为方式,是全球疾病负担的主要原因^[2],已被认

为是继疼痛后的“第六生命体征”^[3]。在冠心病患者中,心理障碍主要表现为焦虑、抑郁、睡眠障碍和压力等。与普通人群相比,冠心病患者的心理障碍患病率更高,且预后较差^[4]。数智化是数字化和智能化的结合,包括云计算、大数据、人工智能、移动互联网、物联网、5G等核心技术集群^[5]。数智化干预技术是在数智化的基础上发展而来,通过移动应用程序、可穿戴设备、机器学习算法、虚拟现实、脑-机接口等数智驱动技术,为患者提供更便捷、实时的健康管理方式,具有可量化、实时化、可视化、可优化、智能化的特点。目前广泛应用于慢病管理、康复医学、心理治疗等方面。研究^[6-7]表明,数智化干预技术在改善冠

DOI:10.3761/j.issn.0254-1769.2024.16.005

基金项目:国家自然科学基金(72064028)

作者单位:330006 南昌市 南昌大学第二附属医院护理部(王颖,熊晓云);南昌大学护理学院(刘梦蝶,杨莹,刘思,陈华,张美君,向琴)

通信作者:熊晓云,E-mail:xxy6692@163.com

王颖:女,本科(硕士在读),护士,E-mail:1315209855@qq.com

2023-09-05收稿

of artificial intelligence in chronic disease health management[J]. Chin J Nurs, 2023, 58(9):1063-1067.

[33] 梅阳阳,张琪,林晓琼,等.以患者为中心的居家护理服务质量评价指标的构建[J].中华护理杂志,2021,56(10):1533-1539.

Mei YY,Zhang Q,Lin XQ,et al. Construction of patient-centered evaluation index of home nursing service quality [J]. Chin J Nurs, 2021, 56(10):1533-1539.

[34] 卢明,俞燕娟,李中东,等.基于家庭医护平台延续性护理模式的构建及应用[J].中华护理杂志,2019,54(12):1851-1855.

Lu M,Yu YJ,Li ZD,et al. Construction and application of

continuity nursing model based on family medical platform [J]. Chin J Nurs, 2019, 54(12):1851-1855.

[35] 王之惠,任永霞,史宇红,等.弱视儿童视功能相关生活质量量表的编制及信效度检验[J].中华护理杂志,2022,57(20):2507-2514.

Wang ZH, Ren YX, Shi YH, et al. Development of Visual Function Related Quality of Life Scale for Children with Amblyopia and the test of its reliability and validity [J]. Chin J Nurs, 2022, 57(20):2507-2514.

(本文编辑 杨丽莎)

心病患者心理健康状况方面存在一定优势,逐渐引起国内外学者的关注。本研究通过介绍冠心病患者常见心理障碍、数智化干预技术的类型和特点及应用现状,分析数智化干预技术在冠心病患者心理障碍中应用面临的挑战,以期信息技术驱动的护理实践提供新的思路 and 方向。

1 冠心病患者常见的心理障碍

冠心病患者常因疾病负担重、个人认知水平低、社会支持不足、经济压力大等产生心理应激反应,引起抑郁、焦虑、压力和睡眠障碍等心理障碍^[4],国内外学者主要针对其中的某一方面进行机制和干预研究^[8-10]。在冠心病患者中,抑郁、焦虑、睡眠障碍和压力等心理障碍的发生率分别为51%^[1]、40%~70%^[11]、45%^[12]、32%^[4],其中又包括愤怒、敌意、创伤后应激障碍等特殊心理情绪障碍类型。冠心病与心理障碍间存在相互作用、互为因果的关系。焦虑、抑郁是冠心病发病的独立危险因素;抑郁是导致患者预后不良的危险因素;失眠会诱发冠心病患者创伤后应激障碍的发生与发展。这些心理障碍通过影响下丘脑-垂体-肾上腺皮质轴功能、交感-肾上腺髓质轴功能、炎症反应、血管内皮功能、血小板聚集等加速冠心病疾病进展,使患者表现出心率加快、血压升高、呼吸急促等躯体症状和情绪低落、思维迟缓、食欲下降、疲劳、意志行为降低、社交能力下降等主观行为改变,造成感染风险增加、康复依从性差,严重影响疾病进展和预后^[13]。

2 数智化干预技术的类型和特点

2.1 物联网技术

物联网技术是以传感器、物联网平台、自动化居家设备和健康监测系统等为载体,对心率、睡眠模式等生理数据进行连接、管理和分析,实现实时监测和提供干预支持的一种技术手段^[14]。与传统的数据获取方式相比,具有覆盖面广、设备依赖性低、私密性强、成本低等优势,能有效提高数据存储、共享和传输的效率。有研究^[15]在慢性心力衰竭合并中度抑郁患者中采用居家远程监测系统,将每日测量数据通过蓝牙连接到数字助理,借助集成的手机模块传输到远程医疗中心,实时监控分析,并实施护理干预措施,提高了患者自我护理能力。物联网技术能够对冠心病患者的心理状态持续跟踪,对心理动态全程

监测与提醒,提供智能匹配的干预方案,并将信息实时传输反馈至医护人员,适用于冠心病患者社区或居家环境下的心理干预设计。

2.2 虚拟现实技术

虚拟现实技术整合即时计算机图形学、生物反馈技术、视觉成像技术,为患者提供近似真实、可沉浸和交互的虚拟环境^[16],广泛应用于焦虑、抑郁、创伤后应激障碍等心理障碍患者中。Keshvari等^[7]借助头戴式设备和智能手环实施干预方案,为冠状动脉造影患者创造虚拟环境,分散注意力,以沉浸式体验刺激视觉和听觉等感官,降低了患者的心率和血压,缓解了围手术期的焦虑。虚拟现实技术的应用主要在于模拟真实场景,使冠心病患者在医护人员监督下,逐步暴露于可能引发心理问题的情境中,提供情感调节支持,帮助其面对和处理焦虑、抑郁、睡眠障碍等心理障碍,实现心理干预由抽象化到具象化的转变。

2.3 人工智能技术

人工智能技术由算力、算法和数据3个主要元素构成,能够使用算法和数据模型来分析和学习数据并做出预测和决策,涵盖了机器人、语言识别、图像识别和自然语言处理等。Goevaerts等^[17]的研究中,通过在“聊天机器人”模块预先设定问题,以冠心病患者自我报告的形式监测睡眠、压力和营养摄入量等参数,收集患者在精神紧张和睡眠习惯方面的信息,以评估每日精神紧张水平和睡眠质量。人工智能技术能够通过收集和整理医疗数据,应用既定算法进行数据挖掘和分析,帮助医护人员进行冠心病患者心理障碍的早期识别,预测患者可能出现的心理障碍风险并匹配个性化干预方案。

2.4 脑-机接口技术

脑-机接口技术是以计算机、电极、芯片等外部装置代替神经、肌肉等生理中介结构,实现大脑与外界信息交互的新型通信控制技术,能够改变神经信号和思维活动。与其他生理信号相比,脑电信号可以提供更多深入、真实的情感信息,实现对多种情绪,如悲伤、愤怒、恐惧、惊讶、愉悦等的判断和分析,广泛用于抑郁症、焦虑症等疾病^[18]。He等^[19]在射频消融治疗冠心病合并心房颤动患者中使用基于脑电图的脑-机接口抓取和分析收集的脑电信号,结合基于应用程序的正念疗法进行干预,有效缓解了患者的焦虑和疲劳水平。脑-机接口技术作为一种情绪

识别技术,通过建模、信号分析和机器学习,可捕获和识别更多冠心病患者的真实情绪,并利用-脑机接口设备开展神经反馈训练,并与其他数智化干预技术联合应用,为护理人员改善患者心理健康提供了途径,未来也可借助该技术开展冠心病患者心理障碍的发病机制筛查和辅助诊断研究。

3 数智化干预技术在冠心病患者心理障碍管理中的应用

3.1 认知行为疗法

认知行为疗法(cognitive behavior therapy, CBT)是一类包括认知治疗和行为治疗的心理治疗方法。数智化的发展为CBT提供技术创新,主要表现为与互联网、虚拟现实技术、人工智能和多种数智化技术联合使用,通过生态瞬时评估、全自动处理、人机对话、机器学习算法、沉浸式环境等形式为医护人员提供心理护理途径^[20]。在冠心病患者的心理障碍护理中基于互联网的CBT (internet-based cognitive behavioral therapy, ICBT)使用频率较高。Humphries等^[21]探讨了物联网技术支持下ICBT在冠心病患者合并焦虑或抑郁中应用的有效性。该研究通过互联网门户对患者进行14周的干预,共11个模块,每个模块包含2~4个治疗步骤,每个步骤包括1个心理教育文件和1~2份家庭作业,具体内容包括理论介绍、忧虑管理、恐惧和回避、行为激活疗法、解决问题、沟通技巧、应用放松训练、管理消极思想、应对失眠、人生价值和预防复发。患者每周完成1个步骤,并通过网站实时反馈,结果显示,ICBT的实施可以减轻合并焦虑或抑郁冠心病患者的情绪困扰。Javaheri等^[22]通过交互式在线程序对合并失眠的冠心病患者进行为期6周的ICBT,该程序通过患者输入的睡眠数据,跟踪睡眠模式、监控进度并通过机器学习算法提供精准干预策略。结果显示,ICBT可以改善冠心病患者的失眠状况、降低患者的收缩压。

3.2 健康教育

Gellis等^[23]探讨了基于智能家居系统的综合远程健康教育对合并抑郁状态冠心病患者的干预有效性。该系统使用的远程医疗设备由连接到机构中心站的小型家用监视器和可穿戴设备组成。干预周期为3个月,护士根据患者的习惯,每日在预定时间使用可穿戴设备对患者体重和生命体征等进行远程监测,每周提供8次健康教育,包括症状监测、药物使

用、心理教育、解决问题的策略和行为激活疗法,通过系统自动读取患者数据,智能匹配干预方案。结果显示,干预3、6个月时,患者的抑郁水平显著下降。Savio等^[24]研究通过智能手机提供音频、视频等方式,将健康教育内容可视化,也可有效降低接受冠状动脉旁路移植术患者的心理痛苦水平。Wu等^[25]使用基于人工智能的在线健康教育程序对糖尿病患者进行18周干预,该研究基于语义理解和知识挖掘设计的自动化问答机器人,通过与患者进行互动,提供游戏等娱乐功能,缓解患者负性心理,说明聊天机器人结合健康教育的干预方案可有效改善慢性病患者的心理状态。未来可设计针对冠心病患者特点的数智化心理教育干预方案,进一步探究其有效性。

3.3 虚拟现实疗法

虚拟现实疗法是一种将患者置身于计算机生成的虚拟环境中的治疗方法,通过模拟各种情境,帮助患者面对和处理心理健康问题,通常与暴露疗法、音乐疗法、催眠疗法等心理治疗相结合。Morgan等^[10]探讨了沉浸式虚拟现实技术对合并焦虑的冠心病患者的干预效果。该研究将护理人员拍摄的模拟患者接受手术全过程的虚拟现实视频作为干预内容,患者采用虚拟现实耳机,通过视频中的语音、动画等提供听觉和视觉刺激,促进其心理状态改善,有效缓解了患者的焦虑水平,与Aardoom等^[26]的研究结果一致。Rousseaux等^[27]探讨利用虚拟现实技术催眠,缓解接受心脏手术患者心理状况的有效性,其中,试验组通过头戴式3D图形显示器体验一段催眠录音,包括放松建议、积极的身体感觉和特定催眠场景,整个虚拟现实会话持续20 min,结果显示,患者焦虑、疲劳、疼痛症状均有所缓解。

3.4 正念疗法

正念疗法是通过正念训练,如静坐、身体扫描等方法达到正念状态,进而缓解压力、消除过激情绪。目前在冠心病患者心理障碍护理中,主要通过可穿戴设备、远程监测设备、虚拟现实和脑-机接口技术与正念疗法相结合,改善患者的心理状态。He等^[19]将正念疗法应用于接受射频消融术的冠心病合并心房颤动患者中,通过脑-机接口技术为患者提供正念疗法指导。该研究包括35 min的正念疗法课程,由蓝牙耳机提供个性化的背景声音,帮助患者在手术过程中放松,通过头戴设备收集患者脑电图信息,并通过人工智能算法将大脑状态进行分类,调整应用程

序界面和头戴灯光颜色,结果显示,患者在感知疼痛、焦虑和疲劳方面有明显改善。Mao等^[28]开发一款基于虚拟现实的正念训练软件,将3D自然场景、视频和音频内容与虚拟情境有机结合,以实现场景渲染、视频和音频输出、用户交互等目标,包含个性化课程、智能监控、情绪跟踪和趣味游戏4个模块,实现了正念疗法的效果最佳化。

3.5 联合护理干预

数智化技术常与心脏康复、生活方式干预等其他护理干预结合应用于合并心理障碍的冠心病患者中。Szczepańska-Gieracha等^[29]将心脏康复与虚拟现实技术相结合,探讨其在合并抑郁或焦虑的冠心病患者中的应用效果。该研究通过头戴式显示器为患者提供强烈的视觉、听觉和动觉刺激,情绪状态调节和心脏康复的行为改变同时进行,共完成8次干预,每次持续20 min,结果显示,沉浸式虚拟现实治疗降低了患者的抑郁症状、焦虑和压力水平($P<0.05$)。Goevaerts等^[17]设计了联合生活方式的冠心病患者的心理状况干预方案,该研究主要研发了一套综合系统,包括在线平台、定制会话界面、聊天机器人和腕式可穿戴医疗设备等,充分监测患者的生活方式行为,如身体活动、睡眠、营养和压力。该系统每周通过聊天机器人和腕式设备收集患者的生理和自我报告数据,并且患者可以在显示器上查看个人生活方式措施、设定和跟踪个人目标,与医护人员及家属分享数据,结果表明,系统可用性良好,患者生理指标有所改善。

4 数智化干预技术面临的挑战

4.1 数智化干预技术在冠心病患者心理障碍中的使用率不足

数智化技术与传统心理干预方法的结合使心理疗法更高效、智能。现有冠心病患者心理障碍的研究多使用应用程序、可穿戴设备、虚拟现实技术,对人工智能、脑-机接口等的应用处于初步探索阶段,但这两种技术在其他疾病心理障碍护理中应用较为广泛^[25,28]。数智化干预技术的长期效果具有不确定性,医护人员对新型医疗技术缺乏信任,患者数字健康素养水平参差,是导致技术推广和实施障碍的关键因素^[30-31]。人工智能、虚拟现实、机器学习等技术的集成创新和融合应用,提升了护理服务的智慧化水平,逐渐改变了患者获取和分享健康知识的方式,增加了参与护理干预的理解难度^[32]。因此,为推广和

普及数智化干预技术在冠心病合并心理障碍患者中的使用,护理管理者需加强对护士的培训,积极宣传数智化技术的优势,培养复合型、高层次的信息技术专科护理人才,将护理信息能力培养纳入护理教育中;临床医护人员需要对患者和照顾者进行数字化和智能化工具的健康教育,通过提高医护人员和患者的认知水平,促进其技术理念的转变,进而提高数智化干预技术使用率。

4.2 在使用数智化技术对冠心病患者心理障碍进行干预时,需考虑人群的复杂性

研究^[26]显示,患者对数智化干预技术的满意度和接受度处于较高水平,并有>75%的冠心病患者表示对技术干预感兴趣^[33]。但冠心病患者在年龄、性别、文化背景、教育水平、治疗过程等方面,个体差异较大,且存在心理障碍的冠心病患者治疗需求更为复杂,数智化技术干预存在一定难度^[34]。针对老年冠心病人群,其视力下降、听力受损、灵活性降低及认知能力障碍等会限制患者使用物联网、虚拟现实技术和人工智能等干预技术^[31]。Javaheri等^[22]研究显示,只有在年龄较大且文化程度高的冠心病患者中,数智化干预技术的可行性较高。长期培训和支持能够帮助患者熟练掌握某项干预技术,逐渐认可技术的优势,提高其满意度和自信心^[31]。未来医护人员需要根据患者年龄、文化程度和认知水平、心理状况等内容,选择单一或多种数智化干预结合的技术手段,通过提供连续的培训和技术支持,尤其在老年冠心病患者中开展技术干预前的教育、鼓励和支持,提高患者的积极性和可操作性,进而提升数智化干预技术在护理实践中的适用性。

4.3 应考虑数智化技术中的人文关怀,由护士参与干预方案的设计

智能化驱动的数字健康技术改变了传统富有同情心和同理心的护理工作模式^[35]。冠心病患者心理障碍的干预是护士和患者的双向情感沟通,数智化技术创新了干预形式和干预选择,但同时也出现了技术依赖的问题,易忽视以患者为中心的人文关怀^[36]。Zhang等^[37]提出,护士不断参与基于数智化的教育活动,扩展知识和实践技能,有利于其积极使用信息技术,能够确保在技术环境中实施以人为中心的护理。Robert^[35]提出,护士在医疗机器人开发过程中,可增加更有意义的干预措施,将人工智能整合到循证实践中,更好地利用和发展新技术。护理人员相比其

他医疗人员能更准确地把握患者需求,能够在与医生、患者等利益相关者之间建立互信关系时发挥关键作用,提高数智化技术应用的质量和安全性,应对常见的风险和挑战。为了实现数智化护理在冠心病患者心理障碍干预的最佳效果,有必要改变护士、患者和医疗保健专业人员的现有角色,以护士主导利益相关者共同开发、测试和实施创新解决方案,开发以患者为中心的干预技术,保证患者的护理安全和护理需求^[32]。

5 小结

冠心病患者合并心理障碍发生率较高,严重影响疾病进展和预后。数智化干预技术可作为传统心理治疗方法的有效补充,不受时间和空间的限制,增加冠心病患者获取专业治疗与干预的机会,是一种新兴的、个体化和灵活的干预辅助工具。目前,国内外对数智化干预技术在冠心病患者心理障碍中的研究正处于初步阶段。未来需要加强信息护士培训,转变医护人员和患者理念,加大数智化技术宣传力度;结合冠心病患者不同心理障碍的特征,考虑患者年龄、文化程度、数字健康素养、治疗过程,选择恰当的干预技术进行心理护理干预。同时考虑数智化技术使用的人文关怀,由护士参与干预技术的设计,以便更好地改善冠心病患者的心理健康状况和生活质量。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 王颖:论文构思与设计、文献检索与分析、论文撰写;熊晓云:论文审阅及修改;刘梦蝶、刘思:文献检索与分析、论文修改;杨莹、陈华、张美君、向琴:文献检索、文献整理

参 考 文 献

- [1] 中国心血管健康与疾病报告编写组.《中国心血管健康与疾病报告2022》概要[J].中国循环杂志,2023,38(6):583-612.
The Writing Committee of the Report on Cardiovascular Health and Diseases in China. Report on cardiovascular health and diseases burden in China 2022:an updated summary of 2022[J].Chin Circ J,2023,38(6):583-612.
- [2] Dragioti E,Radua J,Solmi M,et al. Impact of mental disorders on clinical outcomes of physical diseases:an umbrella review assessing population attributable fraction and generalized impact fraction[J].World Psychiatry,2023,22(1):86-104.
- [3] Moore MR,Davis C,Cadet T,et al. Understanding the factors related to trauma-induced stress in cancer patients:a national study of 17 cancer centers[J].Int J Environ Res Public Health,2021,18(14):7600.
- [4] Davidson KW,Alcántara C,Miller GE. Selected psychological comorbidities in coronary heart disease:challenges and grand opportunities[J].Am Psychol,2018,73(8):1019-1030.
- [5] Zhang WL,Zhang CH,Cao L,et al. Application of digital-intelligence technology in the processing of Chinese materia medica[J].Front Pharmacol,2023,14:1208055.
- [6] 白铁娟,秦璐,董建秀,等.基于微信直播的正念训练对经皮冠状动脉介入治疗术后患者阈下抑郁症状的影响[J].中华护理杂志,2022,57(11):1304-1309.
Bai TJ,Qin L,Dong JX,et al. Effects of mindfulness training based on WeChat live broadcast on subthreshold depressive symptoms after PCI[J].Chin J Nurs,2022,57(11):1304-1309.
- [7] Keshvari M,Yeganeh MR,Paryad E,et al. The effect of virtual reality distraction on reducing patients' anxiety before coronary angiography:a randomized clinical trial study[J].Egypt Heart J,2021,73(1):98.
- [8] Wu YS,Zhu B,Chen ZJ,et al. New insights into the comorbidity of coronary heart disease and depression[J].Curr Probl Cardiol,2021,46(3):100413.
- [9] 张耕瑞,杨丽,段东奎,等.正念放松训练对经皮冠状动脉介入治疗患者心理应激反应及睡眠质量影响的研究[J].中华护理杂志,2018,53(12):1463-1467.
Zhang GR,Yang L,Duan DK,et al. Effects of mindfulness relaxation training on perioperative psychological stress response and sleep quality in elderly patients with coronary heart disease undergoing PCI[J].Chin J Nurs,2018,53(12):1463-1467.
- [10] Morgan H,Nana M,Phillips D,et al. The effect of a virtual reality immersive experience upon anxiety levels,procedural understanding,and satisfaction in patients undergoing Cardiac Catheterization:the virtual cath trial[J].J Invasive Cardiol,2021,33(9):E681-E686.
- [11] Chen YY,Xu P,Wang Y,et al. Prevalence of and risk factors for anxiety after coronary heart disease:systematic review and meta-analysis[J].Medicine,2019,98(38):e16973.
- [12] Frøjd LA,Munkhaugen J,Moum T,et al. Insomnia in patients with coronary heart disease:prevalence and correlates[J].J Clin Sleep Med,2021,17(5):931-938.
- [13] Albus C,Waller C,Fritzsche K,et al. Significance of psychosocial factors in cardiology:update 2018:position paper of the German Cardiac Society[J].Clin Res Cardiol,2019,108(11):1175-1196.
- [14] Calvillo-Arbizu J,Román-Martínez I,Reina-Tosina J. Internet of things in health:requirements,issues,and gaps[J].Comput Methods Programs Biomed,2021,208:106231.
- [15] Johansson P,Jaarsma T,Andersson G,et al. The impact of internet-based cognitive behavioral therapy and depressive symptoms on self-care behavior in patients with heart failure:a secondary analysis of a randomised controlled trial[J].Int J Nurs Stud,2021,116:103454.

- [16] Hong CG, Wang LP. Virtual reality technology in nursing professional skills training: bibliometric analysis[J]. *JMIR Serious Games*, 2023, 11: e44766.
- [17] Goevaerts WF, Tenbült-van Limpt NCCW, Kop WJ, et al. Adherence to a lifestyle monitoring system in patients with heart disease: protocol for the care-on prospective observational trial[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2023, 23(1): 196.
- [18] Spitzer M, Dattner I, Zilcha-Mano S. Digital twins and the future of precision mental health[J]. *Front Psychiatry*, 2023, 14: 1082598.
- [19] He Y, Tang ZJ, Sun GZ, et al. Effectiveness of a mindfulness meditation app based on an electroencephalography-based brain-computer interface in radiofrequency catheter ablation for patients with atrial fibrillation: pilot randomized controlled trial[J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2023, 11: e44855.
- [20] Piette JD, Newman S, Krein SL, et al. Patient-centered pain care using artificial intelligence and mobile health tools: a randomized comparative effectiveness trial[J]. *JAMA Intern Med*, 2022, 182(9): 975-983.
- [21] Humphries SM, Wallert J, Norlund F, et al. Internet-based cognitive behavioral therapy for patients reporting symptoms of anxiety and depression after myocardial infarction: U-CARE heart randomized controlled trial twelve-month follow-up[J]. *J Med Internet Res*, 2021, 23(5): e25465.
- [22] Javaheri S, Reid M, Drerup M, et al. Reducing coronary heart disease risk through treatment of insomnia using web-based cognitive behavioral therapy for insomnia: a methodological approach[J]. *Behav Sleep Med*, 2020, 18(3): 334-344.
- [23] Gellis ZD, Kenaley BL, Ten Have T. Integrated telehealth care for chronic illness and depression in geriatric home care patients: the Integrated Telehealth Education and Activation of Mood (I-TEAM) study[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2014, 62(5): 889-895.
- [24] Savio MT, Hariharan M. Impact of psychosocial intervention on prognosis of cardiac surgery patients[J]. *Health Psychol Res*, 2020, 8(3): 8887.
- [25] Wu YB, Min HW, Li MZ, et al. Effect of Artificial Intelligence-based Health Education Accurately Linking System (AI-HEALS) for Type 2 diabetes self-management: protocol for a mixed-methods study[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 1325.
- [26] Aardoom JJ, Hilt AD, Woudenberg T, et al. A preoperative virtual reality app for patients scheduled for cardiac catheterization: pre-post questionnaire study examining feasibility, usability, and acceptability[J]. *JMIR Cardio*, 2022, 6(1): e29473.
- [27] Rousseaux F, Faymonville ME, Nyssen AS, et al. Can hypnosis and virtual reality reduce anxiety, pain and fatigue among patients who undergo cardiac surgery: a randomised controlled trial[J]. *Trials*, 2020, 21(1): 330.
- [28] Mao WJ, Chen WD, Wang YB. Effect of virtual reality-based mindfulness training model on anxiety, depression, and cancer-related fatigue in ovarian cancer patients during chemotherapy[J]. *Technol Health Care*, 2024, 32(2): 1135-1148.
- [29] Szczepańska-Gieracha J, Jóźwik S, Cieślak B, et al. Immersive virtual reality therapy as a support for cardiac rehabilitation: a pilot randomized-controlled trial[J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2021, 24(8): 543-549.
- [30] De Raeye P, Davidson PM, Shaffer FA, et al. Leveraging the trust of nurses to advance a digital agenda in Europe: a critical review of health policy literature[J]. *Open Res Eur*, 2021, 1: 26.
- [31] Boo S, Oh H. Perceptions of registered nurses on facilitators and barriers of implementing the AI-IoT-based healthcare pilot project for older adults during the COVID-19 pandemic in South Korea[J]. *Front Public Health*, 2023, 11: 1234626.
- [32] Alvarez-Galvez J, Salinas-Perez JA, Montagni I, et al. The persistence of digital divides in the use of health information: a comparative study in 28 European countries[J]. *Int J Public Health*, 2020, 65(3): 325-333.
- [33] Buys R, Claes J, Walsh D, et al. Cardiac patients show high interest in technology enabled cardiovascular rehabilitation[J]. *BMC Med Inform Decis Mak*, 2016, 16: 95.
- [34] 曹钰, 张春, 张洁琼. 中青年冠心病病人情绪障碍影响因素及心理干预策略研究进展[J]. *护理研究*, 2023, 37(13): 2379-2382.
- Cao Y, Zhang C, Zhang JQ. Research progress on influencing factors of mood disorders and its intervention strategy in young and middle-aged patients with coronary heart disease[J]. *Chin Nurs Res*, 2023, 37(13): 2379-2382.
- [35] Robert N. How artificial intelligence is changing nursing[J]. *Nurs Manag*, 2019, 50(9): 30-39.
- [36] 徐雪芬, 王红燕, 郭萍萍, 等. 人工智能在慢性病患者健康管理中的应用进展[J]. *中华护理杂志*, 2023, 58(9): 1063-1067.
- Xu XF, Wang HY, Guo PP, et al. Progress on the application of artificial intelligence in chronic disease health management[J]. *Chin J Nurs*, 2023, 58(9): 1063-1067.
- [37] Zhang M, Scandiffio J, Younus S, et al. The adoption of AI in mental health care—perspectives from mental health professionals: qualitative descriptive study[J]. *JMIR Form Res*, 2023, 7: e47847.

(本文编辑 李乐园)