

健康推荐系统在癌症症状管理中应用的范围综述

郑子浩¹,王月²,王婧婷³

(1.海军军医大学 基础医学院学员六大队,上海 200433;

2.海军军医大学 基础医学院学员二大队;3.海军军医大学 护理系)

【摘要】 目的 对健康推荐系统(health recommender systems,HRS)在癌症症状管理中的应用进行范围综述,为相关研究者构建 HRS 进行癌症患者症状管理提供参考。**方法** 遵循范围综述的方法学,2010 年 1 月至 2022 年 12 月对 Pubmed、Medline、中国生物医学文献数据库、中国知网等 10 个数据库中有关 HRS 在癌症症状管理研究的中英文文献进行检索、筛选、提取并总结。**结果** 共检索到文献 4881 篇,经筛选共纳入 13 篇。对纳入文献的发表时间、地点、干预对象、HRS 的症状评估工具、功能模块、推荐步骤、数据来源、HRS 评价中的评价指标进行了总结与分析。**结论** HRS 根据患者症状评估结果生成个性化症状自护建议,可改善患者症状管理效果,提高患者的生活质量;但目前癌症症状管理 HRS 开发缺乏理论框架支撑,推荐功能的智能化水平还有待提升,且临床推广应用不足。

【关键词】 健康推荐系统;癌症症状管理;范围综述

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2023.10.013

【中图分类号】 R47-05;R823 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2023)10-0052-05

Application of Health Recommender Systems in Cancer Symptom Management:A Scoping Review

ZHENG Zihao¹,WANG Yue²,WANG Jingting³ (1.The Sixth Group of Undergraduates,College of Basic Medicinal Science,Naval Medical University,Shanghai 200433,China;2.The Second Group of Undergraduates,College of Basic Medicinal Science,Naval Medical University;3.Faculty of Nursing,Naval Medical University)

Corresponding author:WANG Jingting,Tel:021-81871492

【Abstract】 Objective To conduct a scoping review on the application of health recommender systems(HRS) in cancer symptoms management,and to provide reference for researchers to construct HRS.**Methods** According to the methodology of scoping review,the Chinese and English literature on the application of HRS in cancer symptoms management published in 10 databases including Pubmed,Medline,Chinese biomedical literature database,CNKI,etc,was searched,collated,charted and summarized.The time was from January 2010 to December 2022.**Results** From the initial 4881 pieces of literature,13 studies qualified for inclusion were identified.The publish time,location,participants,HRS symptom assessment tools,function modules,recommendation steps,data source,evaluation indicators of the included HRS were summarized and analyzed.**Conclusion** HRS can provide personalized symptom self-care suggestions according to the evaluation results of patients' symptoms,and to improve the effect of symptom management and cancer patients' quality of life.However,the development of HRS lacks of the support of theoretical framework.The intelligent level of recommended functions still needs to be improved,and the clinical promotion and application are insufficient.

【Key words】 health recommender systems;cancer symptom management;scoping review

[Mil Nurs,2023,40(10):52-56]

近几年,中国癌症发病率持续上升^[1]。癌症的各种症状给患者带来巨大痛苦,科学有效的症状管理对于提升其生活质量至关重要。健康推荐系统(health recommender systems,HRS)能根据医护人员或患者需求,推荐更个性化的健康管理建议和健康信息^[2]。症状管理相关 HRS 可辅助癌症患者进

行症状管理,减轻其痛苦,但目前国内外关于 HRS 在癌症症状管理中研究较少。因此,本研究采用范围综述的方法^[3-4],概述 HRS 在癌症症状管理中的研究现状及现存问题,为相关研究者构建 HRS 进行癌症患者症状管理提供参考。

1 资料和方法

1.1 确立研究问题 初步检索后,研究团队讨论确定研究问题:HRS 在癌症症状管理中的应用现状如何?使用什么症状评估工具?HRS 有哪些应用功能?如何实现推荐功能?如何评价癌症症状管理 HRS?

1.2 检索策略 2010 年 1 月至 2022 年 12 月,检索

【收稿日期】 2023-02-14 **【修回日期】** 2023-04-03

【基金项目】 国家自然科学基金青年科学基金项目(71904195);中国博士后科学基金第 68 批面上项目(2020M681188);海军军医大学校级课题社科培育基金(2022SK025)

【作者简介】 郑子浩,本科在读,电话:0571-85356850

【通信作者】 王婧婷,电话:021-81871492

数据库包括 Pubmed、Medline、Web of Science、Cochrane Library、CINAHL、Embase、中国生物医学文献数据库、中国知网、万方及维普中文期刊数据库中有关 HRS 在癌症症状管理研究的中英文文献。英文数据库以 Pubmed 为例,采用自由词和主题词相结合的策略进行检索:(health recommendation system OR health recommender system OR recommender system OR recommendation system OR personalized recommendation OR recommendation algorithm) AND (neoplasm OR cancer OR tumor OR neoplasia OR malignant neoplasm OR malignancy OR neoplasms)。中文数据库以中国生物医学文献数据库为例,检索式为:('癌症'OR'肿瘤')AND('健康推荐系统'OR'推荐系统'OR'个性化推荐'OR'推荐算法'OR'推荐模型'OR'推荐方法')。

1.3 文献纳入和排除标准 根据“PCC:研究对象(participants)、概念(concept)、情景(context)原则”^[3]确立标准。纳入标准:(1)癌症患者;(2)HRS 在癌症患者症状管理中的应用,HRS 目标用户是癌症患者,包括具有症状管理功能的 HRS;(3)使用 HRS 进行症状管理。排除标准:(1)综述类研究;(2)无全文的会议摘要;(3)非中英文文献。

1.4 文献筛选和数据提取 题录导入 NoteExpress 去重,由 2 名研究者独立阅读标题和摘要对文献初筛,对初筛后文献阅读全文。筛选过程中若出现分歧,则咨询第 3 名研究者再决定。提取纳入文献的

数据并汇总成表格,提取内容包括发表时间、地点、干预对象、HRS 的症状评估工具、功能模块、推荐步骤、数据来源及 HRS 评价中的评价指标。

2 结果

2.1 文献检索结果 检索获文献 4881 篇;去重、经阅读题目和摘要,排除综述和会议摘要以及研究对象、主题不符的文献,最终纳入 13 篇文献^[5-17]。

2.2 文献基本特征 13 项研究发表于 2013—2022 年,其中加拿大^[5-6,17]、美国^[10,12-13]及澳大利亚^[11,14-15]均为 3 项,挪威^[7]、英国^[8]、爱尔兰^[9]、中国^[16]各 1 项;共涉及 10 款 HRS,包括疼痛管理系统(pain squad app)^[5]及其升级版(pain squad+ app)^[6]、连接移动 APP(connect mobile app)^[7]、高级症状管理系统(advanced symptom management system, ASyMS)^[8-9]、最佳淋巴流健康 IT 系统(the-optimal-lymph-flow health IT system, TOLF)^[10]、基于患者报告的个性化治疗与护理系统(patient reported outcome measures for personalized treatment and care, PROMPT-Care)^[11]、家庭症状护理系统(symptom care at home, SCH)^[12-13]、症状评估与管理系统(symptom assessment and management, SAM)^[14]、RESPONSE 系统^[15]、电子患者报告结局系统(electronic Patient-reported outcomes, ePROs)^[16]、基于人工智能协同过滤的心理症状管理推荐系统^[17],见表 1。

表 1 文献基本特征

纳入文献	干预对象	症状评估工具	功能模块	推荐步骤	数据来源	评价指标
Stinson 等 ^[5]	青少年癌症患者(18 例)	自制疼痛评估问卷	1.基于自我报告的症状监测; 2.生成疼痛自我管理建议;3.对疼痛加重情况自动警报	1.识别患者上传的每日问卷结果;2.根据疼痛强度、持续时间、部位以及疼痛对青少年生活(如人际关系、学业、睡眠、情绪)影响生成疼痛管理建议	APP 报告的症状数据	依从率、满意度、可用性、可行性、有效性
Jibb 等 ^[6]	青少年癌症患者(40 例)	自制疼痛评估问卷	1.基于自我报告的症状监测; 2.生成疼痛自我管理建议;3.对疼痛加重情况自动警报;4.APP 再次(1 h 后)评估疼痛症状并建议;5.警报后照护团队电话随访并干预	1.识别患者上传的每日问卷结果;2.根据疼痛强度、持续时间、部位以及疼痛对青少年生活(如人际关系、学业、睡眠、情绪)影响生成疼痛管理建议;3.再次(1 h 后)评估疼痛并提供建议	APP 报告的症状数据	可接受性、依从性、干预的忠诚度、有效性、成本效益
Mirkovic 等 ^[7]	癌症患者(7 例)	系统设定的症状清单	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.提供症状管理网络资源;4.为患者提供分享和讨论的平台	1.接收患者通过手机发送的症状报告;2.根据报告的症状严重程度生成个性化症状管理建议	APP 报告的症状数据	可用性、可接受性
Maguire 等 ^[8]	肺癌患者(16 例)	①、②	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.警报后医生对患者干预	1.识别患者上传的每日症状量表结果;2.根据症状及其严重程度提供症状自护建议	APP 报告的症状数据、医院信息系统	可行性、可接受性
Furlong 等 ^[9]	癌症患者(62 例)	③	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.警报后医生对患者干预;5.生成患者症状趋势的可视化报告	1.识别患者上传的症状评估结果;2.根据 10 种特定的化疗相关症状(恶心、呕吐、腹泻、便秘、手足综合征、黏膜炎、感觉异常、流感样症状、疲劳和疼痛)严重程度或是否出现新的症状向患者推荐自护建议	APP 报告的症状数据及医院信息系统	可用性、可行性、成本效益

续表 1

纳入文献	干预对象	症状评估工具	功能模块	推荐步骤	数据来源	评价指标
Fu 等 ^[10]	术后乳腺癌幸存者(35 例)	④	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成改善淋巴水肿的自护建议;3.提供肢体活动指导视频	1.接收患者提交的症状报告结果;2.积液症状评估;3.为患者推荐改善淋巴水肿的自护建议	APP 报告的症状数据	有效性、可用性、可行性、可接受性
Girgis 等 ^[11]	癌症患者(35 例)	①、⑤	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.向照护团队实时反馈评估结果	1.识别患者上传的症状评估量表结果;2.将评估结果实时反馈给癌症照护团队;3.提供基于证据的自我管理建议	APP 报告的症状数据、医院肿瘤信息系统	可行性、可接受性、满意度
Mooney 等 ^[12]	化疗患者(干预组 180 例,对照组 178 例)	人机交互系统询问症状严重程度(1~10 级评分)	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自护建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.警报后护士电话随访	1.通过人机交互系统获取症状信息;2.根据化疗症状的发病率和严重程度(轻度、中度或重度)、症状相关临床因素(如呕吐次数、液体摄入量)、是否是新发症状、原有症状好转或恶化,提供个性化的自护建议	APP 报告的症状数据	可用性、有效性、依从性、满意度
Kolb 等 ^[13]	化疗致神经病变的患者(干预组 111 例,对照组 127 例)	人机交互系统询问症状严重程度(1~10 级评分)	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自护建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.警报后护士电话随访	1.通过人机交互系统获取症状信息;2.根据化疗症状的发病率和严重程度(轻、中或重度)、症状相关临床因素(如呕吐次数、液体摄入量)、是否是新发症状、原有症状好转或恶化,提供个性化自护建议	APP 报告的症状数据	可用性、有效性
Whitehead 等 ^[14]	乳腺癌或结直肠癌术后化疗患者(第二阶段 7 例,第三阶段 17 例)	⑥、⑦、⑧	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.生成患者症状趋势的可视化报告;5.提供症状相关的循证资源库	1.识别患者上传的每日症状量表结果;2.根据症状的严重程度分级:绿色(无症状或症状轻微)、琥珀色(症状需被重视)、红色(症状严重,需采取行动);3.向患者推荐症状管理建议	APP 报告的症状数据	可用性、成本效益
Bradford 等 ^[15]	接受积极治疗的癌症儿童(干预组 80 例,对照组 80 例)	⑨	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.根据管理效果不佳症状的严重程度分级警报;4.生成患者症状趋势的可视化报告	1.识别患者上传的症状评估结果;2.对达到阈值的症状分层警报;3.根据量表完成情况和临床诊断生成症状管理建议	APP 报告的症状数据、医院信息系统	可行性、可接受性、满意度、可持续性、有效性、成本效益
Zhang 等 ^[16]	接受免疫治疗的癌症患者(干预组 141 例,对照组 137 例)	⑩、⑪	1.基于患者自我报告的症状监测;2.生成症状自我管理建议;3.对管理效果不佳的症状自动警报;4.警报后照护团队电话随访并全面评估	1.识别患者上传的 CTCAE5.0 结果;2.根据 CTCAE5.0 结果评估症状的严重程度,并评定 irAEs 的等级;3.向患者针对性推荐症状管理建议	APP 报告的症状数据、医院信息系统	有效性、成本效益
Leung 等 ^[17]	癌症患者(48 例)	⑫	1.识别存在痛苦情绪风险的患者;2.监测患者 OSG 参与度和凝聚力,并为治疗师提供实时警报;3.生成特征画像、情绪轨迹和社会心理问题可视化报告;4.生成基于网络资源的心理症状自我管理建议	1.人工智能学习历史 OSG 数据库,形成语料库;2.心理治疗师开展 OSG;3.根据 OSG 中智能提取的情绪关键词获取临床相关信息;4.根据特征画像,推荐个性化心理症状管理建议	患者在 OSG 中的表达识别出的心理症状、医院信息系统	有用性、准确性

注:①ESAS 为埃德蒙顿症状评估量表(Edmonton symptom assessment scale);②FACT-L 为癌症治疗性功能评价量表——肺癌(functional assessment of cancer therapy-lung);③DCTAQ 为每日化疗毒性自评问卷(daily chemotherapy toxicity self-assessment questionnaire);④BCLE-SEI 为乳腺癌和淋巴水肿症状体验指数(breast cancer and lymphedema symptom experience index);⑤DT 为痛苦温度计(distress thermometer);⑥FACT-B 为癌症治疗性功能评价量表——乳腺癌(functional assessment of cancer therapy-breast);⑦FACT-C 为癌症治疗性功能评价量表——结直肠癌(functional assessment of cancer therapy-colorectal);⑧RSCL 为鹿特丹症状检查表(Rotterdam symptom checklist);⑨SSPedi 为儿科症状筛查工具(symptom screening in pediatrics tool);⑩CTCAE5.0 为不良反应通用术语标准 5.0 版(common terminology criteria for adverse events version 5.0);⑪irAEs 为免疫相关不良反应(immune-related adverse events);⑫OSG 为线上心理支持小组(online support groups)

2.3 HRS 在癌症症状管理中的应用

2.3.1 癌症症状管理 HRS 的目标用户 纳入 13 项研究中,HRS 的目标用户包括癌症患儿^[15]、青少年癌症患者^[5-6]和成人癌症患者^[7-14,16-17],尚无针对老年癌症患者的症状管理 HRS。

2.3.2 癌症症状管理 HRS 的症状评估方法 纳入研究中仅 1 项针对心理症状的管理的 HRS 采用心理治疗师主导的 OSG 收集患者心理症状^[17];其余研

究均为针对生理症状的 HRS,采用量表评估,并根据结果向患者推荐自护方法。

2.3.3 癌症症状管理 HRS 的功能 纳入 HRS 涉及功能:基于自我报告的症状监测、症状自动警报功能、生成症状趋势的可视化报告,向照护团队反馈评估结果,提供照护团队随访,向患者推荐症状自我管理建议后可再评估,还有研究向患者提供症状管理循证资源库、症状改善指导视频、患者间分享交流平台。

2.3.4 癌症症状管理 HRS 的数据来源 癌症患者生理症状管理 HRS^[5-16]中,均纳入患者通过 HRS 报告的症状数据,其中还有 HRS 接入了医院信息系统^[8-9,11,15-16]。心理症状管理 HRS 数据来源为 OSG,通过自然语言处理技术对 OSG 收集的数据提取,并接入医院信息系统以获取患者症状相关临床数据^[17]。

2.3.5 癌症症状管理 HRS 的评价

2.3.5.1 可用性和可行性评价 纳入研究对 HRS 的可用性^[5,7,9,10,12-14]和可行性^[5,8-11,15]进行了评价,通过访谈了解患者对 HRS 的使用情况、对 ePRO 的态度、期望的 ePRO 频率、症状评估问卷/量表完成的难易度和时间以及是否涉及隐私问题等。

2.3.5.2 有效性评价 癌症症状管理 HRS 有效性评价研究^[5-6,10,12-13,15-16]中,量性评价指标包括症状总发生率、症状严重程度,出现严重、中度、轻度和无症状天数,急诊就诊次数、随访时间、患者生活质量和死亡率;质性评价部分则通过访谈了解患者学习和使用 HRS 的感受和建议、HRS 对生活影响、每日症状评估报告可接受度、症状评估中涵盖症状全面性、自护建议有用性、对警报功能态度、对提供症状管理网络资源满意度、HRS 存在缺陷及改进建议等。

2.3.5.3 成本效益评价 在癌症症状管理 HRS 开发成本方面,有研究^[9]评价了不同国籍干预对象使用 HRS 的翻译成本,也有研究^[14]将 HRS 改建为网页版应用来降低成本。在症状管理成本方面,有研究^[15]评价了卫生服务的固定成本和可变成本;有研究^[16]表明,基于患者自我报告的症状监测能够经济、及时、持续地收集患者症状信息,从而降低人工收集信息的成本;也有研究^[6]表明,警报后照护团队的随访会增加干预成本,但是能降低急诊就诊率,避免患者在急诊排队过程中错过最佳治疗时机,在某种程度上可以降低医疗成本。

3 讨论

3.1 癌症症状管理 HRS 的目标用户可拓宽至儿童和老年患者 癌症症状管理 HRS 的目标用户主要为成人,少数针对儿童和青少年。儿童的认知和表达能力有限,但已有研究^[18-19]证实 5~7 岁及 7 岁以上患儿即可进行症状自我报告,不适合自我报告的患儿可采用父母代言人报告的方式。pain squad app^[5]和 pain squad+ app^[6]基于儿童自我报告的疼痛症状,且融入游戏化方式,取得了较好的疼痛管理效果。因此,为 5 岁以上患儿提供合适的症状自我报告或代言人报告工具,创新游戏化等儿童易于接受的方式,癌症患儿可作为症状管理 HRS 的目标用户。另外,随着老年人癌症发病率逐年上升,构建适老化症状管理 HRS,如增加大字体、大图标、方言识

别、语音输入或语音人机交互、一键操作等适老化功能,将操作界面简单化、无障碍化也十分必要^[20]。

3.2 癌症症状管理 HRS 的构建关键环节与建议

HRS 构建应基于目标用户需求。癌症症状管理 HRS 开发中,需挖掘目标用户在症状管理过程中的痛点问题、HRS 功能及功能实现方式需求。HRS 构建中,对利益相关人群需求挖掘直接关切 HRS 的功能实现和临床落地。理论模型有助于提升 HRS 的整体科学性、有效性和行为转变力^[21],然而仅 1 项^[17]提及在慢病护理模型^[22]指导下开展研究。故建议 HRS 构建之初就选择适合的理论框架,对 HRS 核心推荐逻辑、功能模块构建进行指导。同时,症状评估工具和评估方法对 HRS 为患者提供精准症状管理建议至关重要,建议根据患者特征,选择信效度高、特异性强、可比性好、能以最少条目准确对患者症状进行评估的工具。HRS 开发需多学科团队参与,包括医护人员、大数据分析专家、系统开发人员等。

3.3 癌症症状管理 HRS 的个性化、智能化推荐功能有待提升 癌症症状管理 HRS 的智能推荐功能实现均以症状评估和监测为基础,步骤多如下:患者完成每日症状评估,HRS 收到患者症状自评结果后,根据患者的症状发生率、严重程度进行症状分级,据此向患者推荐个性化自护建议。也有 HRS 接入了医院的信息系统^[8-9,11,15-17],获得患者疾病和临床诊疗数据,以在综合分析多来源数据的基础上,提供更个性化的症状管理建议。另外,纳入研究中多数 HRS^[5-6,8-9,12-17]具备自动警报的功能,但都仅根据患者症状发生率、严重程度等设置警报阈值,未来可考虑根据患者个性化特征,如年龄、疾病状况等信息设置更为个性化的警报阈值。在推荐算法上,协同过滤算法的算法简单、推荐准确率高,但存在系统冷启动、数据稀疏和扩展性差的问题^[23],而基于内容的推荐和基于知识的推荐在一定程度上可以弥补这些不足,因此推荐选择混合推荐技术以提升 HRS 的智能化推荐效果。

3.4 癌症症状管理 HRS 的评价体系和流程有待完善 纳入文献评价了癌症症状管理 HRS 的可用性、可行性、有效性及成本效益。纳入研究的可用性和可行性评价多通过访谈了解患者对 HRS 的使用时间和难易度等,据此对 HRS 进行优化。可用性评价方法还包括可用性测试任务,基于可用性评价量表的量性评估,基于眼动仪的页面设计评价等^[24],研究者可根据 HRS 的特点选用。此外,推荐内容的准确性直接体现了推荐算法的优劣,常用评价指标包括精确率、召回率、F1 值等。在确保 HRS 可用性和准确性的前提下,进行症状管理的有效性评价,评价指

标主要包括症状发生率、严重程度等。患者对 HRS 使用感受可以补充解释 HRS 有效/无效的原因,这对于真实世界研究具有重要意义。一些研究^[6,9,14-16]评价了 HRS 的成本效益,但未对相关费用进行统计和比较,建议未来对患者的再入院率、治疗费用、路程费用等进行长期性、综合性的成本效益评价。

评价流程上,建议构建 HRS 时招募利益相关人群进行持续开发全程的可用性评价,以保证 HRS 的可用性;HRS 开发成型后进行准确性评价,以促进其可为目标用户准确推荐信息;随后,邀请目标用户使用 HRS 并进行临床有效性和满意度评价。此外,还需考虑 HRS 对目标用户症状管理行为改变的影响能力,这对 HRS 的有效性以及患者健康结局的改善至关重要。最后,建议多指标纳入并长期追踪评价 HRS 的成本效益。

【参考文献】

- [1] ZHENG R, ZHANG S, ZENG H, et al. Cancer incidence and mortality in China, 2016[J]. JNCC, 2022, 2(1): 1-9.
- [2] SANCHEZ-BOCANEGRA C L, SANCHEZ-LAGUNA F, SEVILLA-NO J L. Introduction on health recommender systems[J]. Methods Mol Biol, 2015, 1246: 131-146.
- [3] PETERS M D J, MARNIE C, TRICCO A C, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews[J]. JBI Evid Implement, 2020, 18(10): 2119-2126.
- [4] 仇如霞, 顾艳茹. 范围综述报告规范 (PRISMA-ScR) 的解读[J]. 中国循证医学杂志, 2022, 22(6): 722-730.
- [5] STINSON J N, JIBB L A, NGUYEN C, et al. Development and testing of a multidimensional iPhone pain assessment application for adolescents with cancer[J/OL]. [2023-02-01]. <https://www.jmir.org/2013/3/e51/>. DOI: 10.2196/jmir.2350.
- [6] JIBB L A, STEVENS B J, NATHAN P C, et al. Implementation and preliminary effectiveness of a real-time pain management smartphone app for adolescents with cancer: a multicenter pilot clinical study [J/OL]. [2023-02-01]. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pbc.26554>. DOI: 10.1002/pbc.26554.
- [7] MIRKOVIC J, KAUFMAN D R, RULAND C M. Supporting cancer patients in illness management: usability evaluation of a mobile app [J/OL]. [2023-01-30]. <https://mhealth.jmir.org/2014/3/e33/>. DOI: 10.2196/mhealth.3359.
- [8] MAGUIRE R, REAM E, RICHARDSON A, et al. Development of a novel remote patient monitoring system: the advanced symptom management system for radiotherapy to improve the symptom experience of patients with lung cancer receiving radiotherapy[J]. Cancer Nurs, 2015, 38(2): E37-E47.
- [9] FURLONG E, DARLEY A, FOX P, et al. Adaptation and implementation of a mobile phone-based remote symptom monitoring system for people with cancer in Europe[J/OL]. [2023-01-20]. <https://cancer.jmir.org/2019/1/e10813/>. DOI: 10.2196/10813.
- [10] FU M R, AXELROD D, GUTH A A, et al. mHealth self-care interventions: managing symptoms following breast cancer treatment[J/OL]. [2023-01-20]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4970761/>. DOI: 10.21037/mhealth.2016.07.03.
- [11] GIRGIS A, DURCINOSKA I, LEVESQUE J V, et al. eHealth system for collecting and utilizing patient reported outcome measures for personalized treatment and care (PROMPT-Care) among cancer patients: mixed methods approach to evaluate feasibility and acceptability[J/OL]. [2023-01-20]. <https://www.jmir.org/2017/10/e330/>. DOI: 10.2196/jmir.8360.
- [12] MOONEY K H, BECK S L, WONG B, et al. Automated home monitoring and management of patient-reported symptoms during chemotherapy: results of the symptom care at home RCT[J]. Cancer Med, 2017, 6(3): 537-546.
- [13] KOLB N A, SMITH A G, SINGLETON J R, et al. Chemotherapy-related neuropathic symptom management: a randomized trial of an automated symptom-monitoring system paired with nurse practitioner follow-up[J]. Support Care Cancer, 2018, 26(5): 1607-1615.
- [14] WHITEHEAD L, EMERY L, KIRK D, et al. Evaluation of a remote symptom assessment and management (SAM) system for people receiving adjuvant chemotherapy for breast or colorectal cancer: mixed methods study [J/OL]. [2023-01-20]. <https://cancer.jmir.org/2020/2/e22825/>. DOI: 10.2196/22825.
- [15] BRADFORD N, CONDON P, PITT E, et al. Optimising symptom management in children with cancer using a novel mobile phone application: protocol for a controlled hybrid effectiveness implementation trial (RESPONSE) [J/OL]. [2023-01-20]. <https://bmchealthservres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12913-021-06943-x>. DOI: 10.1186/s12913-021-06943-x.
- [16] ZHANG L, ZHANG X, SHEN L, et al. Efficiency of electronic health record assessment of patient-reported outcomes after cancer immunotherapy: a randomized clinical trial [J/OL]. [2023-01-20]. <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2790582>. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2022.4427.
- [17] LEUNG Y W, PARK B, HEO R, et al. Providing care beyond therapy sessions with a natural language processing-based recommender system that identifies cancer patients who experience psychosocial challenges and provides self-care support: pilot study [J/OL]. [2023-01-20]. <https://cancer.jmir.org/2022/3/e35893/>. DOI: 10.2196/35893.
- [18] CELLA D, YOUNT S, ROTHROCK N, et al. The patient-reported outcomes measurement information system (PROMIS): progress of an NIH roadmap cooperative group during its first two years[J]. Nurs Stand, 2011, 25(18): 42-45.
- [19] HINDS P S, NUSS S L, RUCCIONE K S, et al. PROMIS pediatric measures in pediatric oncology: valid and clinically feasible indicators of patient-reported outcomes[J]. Pediatr Blood Cancer, 2013, 60(3): 402-408.
- [20] 工业和信息化部. 关于印发《互联网应用适老化及无障碍改造专项行动方案》的通知 [EB/OL]. [2022-01-16]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/26/content_5573472.htm.
- [21] 耿朝辉, 袁长蓉. 构建移动医疗领域健康行为干预模式的常用理论框架[J]. 解放军护理杂志, 2016, 33(3): 43-47, 51.
- [22] WAGNER E H. Chronic disease management: what will it take to improve care for chronic illness? [J]. Eff Clin Pract, 1998, 1(1): 2-4.
- [23] 李晓菊. 协同过滤推荐系统中的数据稀疏性及冷启动问题研究 [D]. 上海: 华东师范大学, 2018.
- [24] DAVIS R, GARDNER J, SCHNALL R. A review of usability evaluation methods and their use for testing ehealth hiv interventions[J]. Curr HIV/AIDS Rep, 2020, 17(3): 203-218.

(本文编辑: 郁晓路)