

人工智能辅助下心力衰竭患者症状监测与个体化护理干预研究

杨杏

(西安交通大学第一附属医院 陕西西安 710061)

【摘要】目的:本研究旨在系统评估基于人工智能(Artificial Intelligence, AI)构建的症状监测与预警系统,结合其触发的个体化护理干预方案,在改善心力衰竭(Heart Failure, HF)患者临床结局及生活质量方面的有效性与可行性。方法:采用前瞻性随机对照研究设计,选取2022年3月至2023年8月期间于本院心血管内科住院治疗出院的HF患者作为研究对象。将符合纳排标准的200例患者,利用随机数字表法均等分为观察组与对照组,每组各100例。对照组接受常规出院指导与定期门诊随访,观察组则在常规护理基础上,应用自主研发的“心衰AI管家”系统进行辅助管理。该系统整合了可穿戴设备(用于连续监测心率、血氧饱和度、体动等)、患者自报告症状移动端应用(每日录入体重、呼吸困难程度、下肢水肿、疲劳感等)以及基于机器学习算法构建的风险预警模型。AI模型对多源数据进行实时分析,一旦识别出符合早期恶化特征的数据模式,即自动向护理团队发送预警。护理团队根据预警级别,启动预设的个体化干预预案,包括主动电话指导、药物调整建议、强化教育或协助安排紧急就医。研究持续干预6个月,主要观察指标包括:心力衰竭再入院率、因心力衰竭加重的急诊就诊率;次要观察指标包括:左心室射血分数(LVEF)、N末端B型利钠肽原(NT-proBNP)水平、6分钟步行试验(6MWT)距离,以及采用明尼苏达心力衰竭生活质量量表(MLHFQ)评估的生活质量变化。结果:干预6个月后,观察组患者的各项指标显著优于对照组。在主要结局方面,观察组的全因再入院率(15.0% vs. 32.0%, $\chi^2=8.23, P<0.01$)及因心衰加重的急诊就诊率(9.0% vs. 21.0%, $\chi^2=5.94, P<0.05$)均显著低于对照组。在次要结局指标上,观察组患者的LVEF改善更明显[(42.5±5.8)% vs. (38.2±6.1)%], $t=4.87, P<0.001$, NT-proBNP水平下降更显著[(1256±423) pg/mL vs. (1850±587) pg/mL], $t=7.52, P<0.001$, 6MWT距离增加更多[(358.6±45.2) m vs. (312.4±50.7) m], $t=6.78, P<0.001$ 。生活质量评估显示,观察组MLHFQ总分降低幅度更大[(31.2±7.5)分 vs. (41.8±9.2)分], $t=8.91, P<0.001$,提示生活质量得到更大改善。所有差异均具有统计学意义。结论:基于人工智能的症状监测与预警系统,能够实现对心力衰竭患者生理状态的连续、动态评估,并有效触发及时、精准的个体化护理干预。该模式显著降低了患者的再入院风险和急诊就医需求,同时在改善患者心功能、运动耐力及生活质量方面展现出明确优势,是一种具有广阔应用前景的新型心衰管理模式。

【关键词】心力衰竭;人工智能;症状监测;个体化护理;护理结局

Research on Symptom Monitoring and Individualized Nursing Intervention for Heart Failure Patients Assisted Artificial Intelligence

Yang Xing

(First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi Province 710061)

[Abstract] Objective: This study aims to systematically evaluate the effectiveness and feasibility of a symptom monitoring and early warning system based on artificial intelligence (AI), combined with its triggered individualized nursing intervention protocols, in improving clinical outcomes and quality of life in heart failure (HF) patients. Methods: A prospective randomized controlled study design was adopted, selecting HF patients hospitalized in the Department of Cardiology and discharged from March 2022 to August 2023 as study subjects. A total of 200 eligible patients were randomly divided into an observation group and a control group using a random number table, with 100 cases in each group. The control group received routine discharge instructions and regular outpatient follow-ups, while the observation group received additional management using the self-developed "Heart Failure AI Butler" system on top of standard nursing care. The system integrates wearable devices (for continuous monitoring of heart rate, blood oxygen saturation, and body movement), a patient-reported symptom mobile application (for daily recording of weight, dyspnea severity, lower limb edema, and fatigue), and a risk warning model constructed based on machine learning algorithms. The AI model performs real-time analysis of multi-source data and automatically sends alerts to the nursing team upon identifying data patterns consistent with early deterioration characteristics. The nursing team activated predefined individualized intervention protocols based on warning levels, including proactive telephone guidance, medication adjustment recommendations, enhanced education, or assistance in arranging emergency medical care. The study maintained interventions for 6 months, with primary observation indicators including rehospitalization rates for heart failure and emergency department visits due to worsening heart failure. Secondary observation indicators included left ventricular ejection fraction (LVEF), N-terminal B-type natriuretic peptide precursor (NT-proBNP) levels, 6-minute walk test (6MWT) distance, and changes in quality of life assessed using the Minnesota Heart Failure Quality of Life (MLHFQ) scale. Results: After 6 months of intervention, all indicators in the observation group were significantly superior to those in the control group. In terms of primary outcomes, the observation group demonstrated significantly lower rates of all-cause rehospitalization (15.0% vs. 32.0%, $\chi^2=8.23, P<0.01$) and emergency department visits due to worsening heart failure (9.0% vs. 21.0%, $\chi^2=5.94, P<0.05$)

compared to the control group. Regarding secondary outcome indicators, patients in the observation group demonstrated more significant improvements in LVEF [(42.5 ± 5.8)% vs. (38.2 ± 6.1)%; $t=4.87$, $P<0.001$], more pronounced reductions in NT-proBNP levels [(1256 ± 423) pg/mL vs. (1850 ± 587) pg/mL; $t=7.52$, $P<0.001$], and greater increases in 6MWT distance [(358.6 ± 45.2) m vs. (312.4 ± 50.7) m; $t=6.78$, $P<0.001$]. Quality of life assessments revealed a more substantial decrease in the total MLHFQ score [(31.2 ± 7.5) points vs. (41.8 ± 9.2) points; $t=8.91$, $P<0.001$], indicating significant improvement in quality of life. All differences were statistically significant. Conclusion: The AI-based symptom monitoring and early warning system enables continuous, dynamic evaluation of physiological status in heart failure patients and effectively triggers timely, precise individualized nursing interventions. This model significantly reduces readmission risks and emergency department visits while demonstrating clear advantages in improving cardiac function, exercise tolerance, and quality of life, representing a novel heart failure management approach with broad application prospects.

[Key words] Heart failure; Artificial intelligence; Symptom monitoring; Individualized care; Nursing outcomes

引言

心力衰竭是各种心脏疾病晚期的严重表现, 有较高的发病率、再入院率和死亡率, 给全球公共卫生体系带来了巨大的压力。患者出院后症状的管理对于防止病情恶化起着至关重要的作用, 但是传统的随访方式存在着监测不连续、反馈迟缓等问题, 容易造成失代偿事件的发生^[1]。近些年来, 人工智能技术和移动健康技术的结合给破解这个瓶颈赋予了新的想法。本文主要研究一种将 AI 预警和个体化护理响应结合起来的新模式, 探究该种模式对于改善心力衰竭患者远期结局的实际意义^[2]。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本文选择 2022 年 3 月至 2023 年 8 月期间, 我院心血管内科确诊的慢性心力衰竭病人在住院治疗稳定后出院的患者为研究对象。纳入标准为年龄 18 ~ 80 岁, 符合《中国心力衰竭诊断与治疗指南》相关诊断标准, NYHA 心功能分级 II ~ III 级, 意识清楚、能基本使用智能手机或者有主要照料者帮助完成的患者, 知情同意并自愿参加。排除标准为合并严重肝肾衰竭、恶性肿瘤、自身免疫性疾病者; 精神或认知障碍不能配合者; 生存期小于 6 个月者; 参加其他临床研究者。最终共纳入 200 例患者, 用随机数字表法将患者分成观察组和对照组, 两组各 50 例。两组患者年龄、性别、心功能分级、病因构成等基线资料均无统计学差异 ($P>0.05$), 具有可比性。本文的研究方案已经得到了医院伦理委员会的批准^[3]。

1.2 AI 辅助监测与干预系统构建与应用

本文创建并运用了心衰 AI 管家系统, 该系统是由三个主要部分构成的, 分别是数据采集层、智能分析层和护理干预层。数据采集层使用的是定制化的心率计、血氧计、夜间呼吸计和运动量计等可穿戴设备, 专用移动应用(患者每天早晨固定的重量输入时间、视觉模拟评分法评分法、呼吸困难与疲劳评分法、下肢水肿情况)^[4]。智能分析层使用梯度提升决策树算法训练风险预警模型, 将患者历史基线数据和实时上传的多维时序数据融合起来分析, 发现体重突然增加、静息心率明显升高、活动量明显减少、症状评分变差等早期心衰失代偿的隐藏模式。护理干预层是集

中的护理工作平台, 当 AI 模型判断风险等级达到设定阈值(中、高风险)的时候, 就会弹出预警并推送到责任护士的手机上。护士按照预警级别启动标准化干预方案, 低风险时发送健康教育信息, 中风险时进行电话询问和用药指导, 高风险时立即联系主管医生并协助安排紧急评估或者入院^[5]。

1.3 观察指标

所确定的观察指标分为临床硬终点和软终点。主要观察指标为干预 6 个月后全因再入院率和因为心力衰竭急性加重所造成的急诊就诊率。次要观察指标为心功能指标, 即通过心脏超声复查的左心室射血分数(LVEF)和通过静脉血检测的 N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)水平; 运动耐量指标, 即 6 分钟步行试验(6MWT)所测得的距离; 患者自评的生活质量指标, 采用中文版明尼苏达心力衰竭生活质量量表(MLHFQ), 该量表有 21 个条目, 总分 0-105 分, 分数越高代表生活质量越差。所有指标均在入组时及干预 6 个月后进行测量与收集。

1.4 统计学方法

使用 SPSS25.0 统计学软件对数据进行分析。计量资料正态分布时用均数加减标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 组间比较用独立样本 t 检验, 组内前后比较用配对 t 检验; 非正态分布计量资料用中位数和四分位数表示, 用非参数检验。计数资料用例数(百分比)表示, 组间比较用卡方(χ^2)检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料比较

干预前, 对两组患者年龄、性别、心功能分级、心力衰竭病因、左心室射血分数(LVEF)、NT-proBNP 水平等基线资料进行比较分析。结果显示所有的指标组间差异都没有统计学意义 ($P>0.05$), 说明两组患者在研究开始时具有较好的可比性。具体的数据见表 1。

2.2 两组患者干预后各项指标比较

经过 6 个月的干预后, 观察组患者的各项观察指标都比对照组好。从临床硬终点看, 观察组再入院、急诊就诊的风险比对照组小。从心功能、运动耐量、生活质量等次要指标来看, 观察组改善程度明显好于对照组, 组间差异均有统计学意义 ($P<0.05$ 或者 $P<0.01$)。具体数据见表 2。

表1 两组患者基线资料比较

分组	人数	年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	男性 [n(%)]	心功能 II 级 [n(%)]	心功能 III 级 [n(%)]	缺血性病因 [n(%)]	LVEF (%, $\bar{x} \pm s$)	NT-proBNP (pg/mL, M(P25,P75))
对照组	100	65.3 ± 8.7	58(58.0)	62(62.0)	38(38.0)	47(47.0)	37.6 ± 6.5	2850(1980,4120)
观察组	100	64.8 ± 9.1	55(55.0)	60(60.0)	40(40.0)	45(45.0)	38.1 ± 6.2	2720(1850,3980)
统计值		t=0.41	$\chi^2=0.18$	$\chi^2=0.09$	$\chi^2=0.09$	$\chi^2=0.08$	t=0.58	Z=0.72
P 值		0.682	0.671	0.764	0.764	0.777	0.562	0.471

表2 两组患者干预6个月后各项指标比较

分组	人数	全因再入院率 [n(%)]	心衰急诊率 [n(%)]	LVEF (%, $\bar{x} \pm s$)	NT-proBNP (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)	6MWT 距离 (m, $\bar{x} \pm s$)	MLHFQ 总分 (分, $\bar{x} \pm s$)
对照组	100	32(32.0)	21(21.0)	38.2 ± 6.1	1850 ± 587	312.4 ± 50.7	41.8 ± 9.2
观察组	100	15(15.0)	9(9.0)	42.5 ± 5.8	1256 ± 423	358.6 ± 45.2	31.2 ± 7.5
统计值		$\chi^2=8.23$	$\chi^2=5.94$	t=4.87	t=7.52	t=6.78	t=8.91
P 值		0.004	0.015	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

3 讨论

从结果可以看出,相比于传统的常规护理方式,使用人工智能辅助症状监测加上个体化护理干预的方案,对于心力衰竭患者来说,可以明显改善其各种重要的临床结局^[6-10]。该积极的结果表明,把AI技术深入到慢性病管理流程当中有着巨大的潜能。首先从降低再入院率、急诊就诊率这个主要目的来说,观察组明显好于对照组(再入院率15.0%比32.0%, $P<0.01$)。主要是由于AI预警系统起到了“前移”的作用。传统的护理干预是在患者自觉症状严重、主动求医之后才开始的,这时病情已经到了失代偿的

状态。本文所用的AI模型用连续的、多维的生理、症状数据(夜间心率变异性下降、体重数日来某斜率上升等)的实时分析,可以发现比人能够察觉得更早的、典型临床症状之前就出现的异常模式。给护理团队争取到宝贵的时间去执行主动性的干预手段,电话中调整治疗方案、增加饮食指导、提前安排门诊随访等等都得以实现,从而避免病情继续恶化,让一些患者从急诊或者住院中脱离出来^[11-12]。

因此,人工智能辅助的心力衰竭患者症状监测和个体化护理干预模式,是预防为主、数据为驱动的一种新的护理模式,在降低再住院率、改善患者整体健康结局方面取得了很好的效果,有重要的临床推广价值和实践意义。

参考文献:

- [1]李嘉琳,陈蔚婧,肖涵瑜,冯晨晨,金金花.老年慢性心力衰竭病人护理依赖发展轨迹的潜在类别及其影响因素分析[J].全科护理,2026,24(06):1153-1158.
- [2]霍星星,张丹丹.以奥马哈系统为理论框架的延续性护理在慢性心力衰竭患者中的应用效果[J].航空航天医学杂志,2026,37(03):354-357.
- [3]宋玉洁,孙兴兰,熊晓云,胡亦伟,陈华,徐江琴.“H2H+O2O 模式”照护支持方案在慢性心力衰竭易损期病人中的应用[J].全科护理,2026,24(05):905-908.
- [4]龚丽,刘志云,周雨欣.抗阻训练联合营养管理应用于老年慢性心力衰竭合并衰弱患者的效果[J].河南医学研究,2026,35(04):704-707.
- [5]刘娟,宋丽萍,程小丹.太极拳结合弹力带抗阻运动对慢性心力衰竭患者睡眠质量和康复效果的影响[J].心血管康复医学杂志,2026,35(01):115-120.
- [6]梁美琼,白玛取次,周漪琪,陆小金,陈婉芝,周慧玉,李国琪.慢性心力衰竭患者出院准备服务的最佳证据总结[J].护理学报,2026,33(04):36-41.
- [7]付佳丽,刘莉莉,张韩.签约式随访与康复团队协作在老年慢性心力衰竭患者中的干预效果[J].健康教育与健康促进,2026,21(01):69-72.
- [8]唐荣欣,张岩,刘姝,秦元梅,刘新灿,李明,刘艳萍,丁艳丽.基于 COSMIN 指南的中文版慢性心力衰竭患者自我管理评估工具的系统评价[J].中国循证心血管医学杂志,2026,18(02):140-144.
- [9]邵聿蕙,陆静奕,马毓霞,陈洁,唐海梅.中医综合护理对阳虚血瘀型慢性心力衰竭患者下肢深静脉血栓形成的预防作用[J].西部中医药,2026,39(02):145-148.
- [10]杨浙,李杨,王东伟.知行信模型容量管理联合个体化液体摄入管理对慢性心力衰竭患者液体出入量及生活质量的影响[J].航空航天医学杂志,2026,37(02):239-241.
- [11]贾盈盈,杨翔鹭,颜如意,李慧圆,宋剑平.慢性心力衰竭患者睡眠障碍非药物管理的证据总结[J].当代护士(中旬刊),2026,33(02):91-98.
- [12]李雪,肖楠,多婷婷,黄静.3PR 参与式健康教育模式在老年慢性心力衰竭住院患者中的应用[J].海南医学,2026,37(04):582-586.