

• 综 述 •

慢性阻塞性肺疾病患者室内颗粒物暴露护理管理的研究进展

廖袁钰^{1,2}, 喻姣花¹, 詹昱新³, 汪欢³, 李云云⁴, 兰芬芬^{2,5}, 职琼格², 李旺^{2,6}

摘要:介绍颗粒物的分类与来源,室内颗粒物暴露对慢性阻塞性肺疾病患者健康的影响。慢性阻塞性肺疾病患者室内颗粒物暴露的干预措施,包括强化健康教育及随访、应用电子健康技术和设备、改变日常生活方式和行为。提出应提高护理人员及患者对室内颗粒物的重视程度,积极采取干预措施,以减少室内颗粒物暴露对慢性阻塞性肺疾病患者健康的影响。

关键词:慢性阻塞性肺疾病; 室内颗粒物; 颗粒物暴露; 空气污染; PM_{2.5}; 环境护理; 健康教育; 综述文献

中图分类号:R473.5 **DOI:**10.3870/j.issn.1001-4152.2024.24.116

Research progress on nursing management of indoor particulate matter exposure in patients with chronic obstructive pulmonary disease

Liao Yuanyu, Yu Jiaohua, Zhan Yuxin, Wang Huan, Li Yunyun, Lan Fenfen, Zhi Qionggu, Li Wang. Department of Nursing, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China

Abstract: This paper introduces the classification and sources of particulate matter, as well as the impact of indoor particulate matter exposure on the health of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). The intervention measures for indoor particulate matter exposure in COPD patients include strengthening health education and follow-up, applying electronic health technologies and equipment, and changing daily lifestyles and behaviors. It is proposed that the attention of nursing staff and patients to indoor particulate matter should be enhanced, and active intervention measures should be taken to reduce the impact of indoor particulate matter exposure on the health of patients with chronic obstructive pulmonary disease.

Keywords: chronic obstructive pulmonary disease; indoor particulate matter; particulate matter exposure; air pollution; PM_{2.5}; environmental nursing; health education; literature review

颗粒物(Particulate Matter, PM)是指悬浮在空气中微小的固体颗粒与液滴混合物,作为最主要的空气污染物之一,可导致呼吸道疾病,甚至可能致死^[1]。慢性阻塞性肺疾病(Chronic Obstructive Lung Disease, COPD)已近乎成为中国成年人的流行病,而大量暴露于直径 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ 的细颗粒物(PM_{2.5})是除吸烟外被确定为中国成年 COPD 人群的主要可预防患病危险因素^[2]。研究表明,2008—2017 年,上海市浦东新区通过实施有效的空气污染控制措施,降低了 COPD 患者因 PM_{2.5} 暴露导致的病死率^[3]。此外,一项结合卫星 PM_{2.5} 数据与中国健康与退休数据集的研究显示,随着 PM_{2.5} 年暴露量每增加 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$,患者每月长期护理的负担平均增加 28 h,同时相关财务成本增加 452 元^[4]。因此,亟需进一步的关注和干预来降低我国 COPD 患者由于颗粒物暴露导致的照护和经济负担。2022 年,我国发布《室内空气质量

量标准》^[5],对室内空气质量提出了更高的要求,但 COPD 患者多数时间在室内,室内 12 h 平均实时 PM_{2.5} 为 $(58 \pm 53) \mu\text{g}/\text{m}^3$ ^[6],室内颗粒物暴露水平高于国家标准。建设健康环境是护理工作的重要组成部分,将室内颗粒物暴露的相关知识整合到护理管理实践中至关重要^[7-8]。目前 COPD 患者综合护理和自我管理干预内容主要围绕戒烟、服药、吸入技术、运动、缩唇呼吸等^[9-10],缺乏对室内颗粒物暴露的全面管理。因此,本研究对颗粒物的分类与来源、室内颗粒物暴露对 COPD 患者健康的影响、COPD 患者室内颗粒物暴露的干预措施进行综述,旨在为临床实践和相关研究提供参考。

1 颗粒物的分类与来源

颗粒物按直径分为可吸入颗粒物(直径 $\leq 10 \mu\text{m}$, PM₁₀)、PM_{2.5}、超细颗粒物(直径 $\leq 0.1 \mu\text{m}$, PM_{0.1})。吸入时,PM₁₀ 主要积聚在上呼吸道,而 PM_{2.5} 积聚在下呼吸道和上呼吸道,尤其是小气管和肺泡中^[11],PM_{0.1} 在肺部的保留时间更长,从而诱发更多的肺部炎症^[12]。PM_{2.5} 可以长期存留在空气中并随空气流动,重金属、半挥发性有机物、持久性有机污染物和病毒、细菌等有害成分都可以吸附于此,进而对人体生理器官产生危害。纤维、灰尘、毛发等大颗粒会随高速气流在空气中上下浮动,风速减少后降落到桌面和地面。室外 PM_{2.5} 主要来源于日常发电、工业生产、汽车尾气排放等过程中排放的残留物,而室内则多因吸烟、烹饪未启用抽油烟机、不当清扫、

作者单位:华中科技大学同济医学院附属协和医院 1. 护理部 3. 神经外科 4. 呼吸与危重症医学科 6. 胰腺外科(湖北 武汉, 430022); 2. 华中科技大学同济医学院护理学院; 5. 宜昌市中心人民医院新生儿科

廖袁钰:女,硕士在读,学生, Katrina9820@126.com

通信作者:喻姣花, yujiaohua2008@126.com

科研项目:华中科技大学同济医学院护理学院 2023 年度自主创新项目(ZZCX2023X003);湖北省财政厅 2024 年科研项目(08.01.24011)

收稿:2024-07-31;修回:2024-09-29

晾衣被时纤维掉落、在无法排风的空间连续使用打印机等活动产生^[13]。此外,使用香烛和蚊香^[14]、在室内工作时吸入二手烟^[15],均会增加室内 PM2.5 暴露风险。在医疗与护理场景环境中,部分药品和个人护理产品亦可能成为颗粒物的潜在暴露源^[16],尤其是在药物粉碎过程中会释放不同粒径的颗粒物。同时,室外污染源可通过门窗、墙的间隙以及通风系统进风口等途径渗透至室内,进一步污染室内环境。因此,进一步了解颗粒物的分类与来源有助于护理人员采取针对性的社区、家庭和自我护理措施,减少其在患者治疗与康复过程中产生的不利影响。

2 室内颗粒物暴露对 COPD 患者健康的影响

2.1 增加患病风险,威胁心肺健康 一项针对我国宁波市 29 572 名居民(含 722 例 COPD 患者)的研究显示,暴露于 PM2.5 与 COPD 患病风险升高相关($HR=1.21,95\%CI:1.06\sim1.37$)^[17]。另一项针对我国西部中低收入地区 6 537 名 15~50 岁居民的研究结果显示,COPD 患病率为 7.8%,暴露于家庭空气污染与 COPD 年轻患者的患病率相关($OR=1.82,95\%CI:1.41\sim2.37$)^[18]。此外,室内颗粒物通过氧化应激、炎症反应和代谢组学对 COPD 患者的肺功能、呼吸道症状、心脏自主神经功能和血压产生威胁^[19]。鉴于此,未来应加强对室内颗粒物暴露的一级预防工作,以应对 COPD 患者年轻化趋势。

2.2 增加急性住院及死亡风险 一项系统评价和 Meta 分析结果表明,PM2.5 浓度每增加 10 $\mu g/m^3$,COPD 住院率增加 1.6%^[20]。另一项针对亚洲人群的研究结果显示,COPD 患者若长期暴露于生物质或煤油燃烧产生的颗粒物,其病死率是非暴露者的 2.13 倍^[21]。因此,护理人员需评估 COPD 患者室内颗粒物暴露的水平,重点关注存在急性加重风险的患者,根据患者的病情、症状和需求,帮助患者掌握室内颗粒物暴露自我管理知识和技能,以便及时应对病情变化和急性加重。

3 COPD 患者室内颗粒物暴露的干预措施

3.1 强化健康教育及随访 Guo 等^[22]的研究中,护理团队通过与 COPD 患者交流 45 min 向其提供颗粒物相关知识、水平范围以及相关预防和自我管理信息,如关注有关颗粒物的新闻、识别代表颗粒物不同浓度水平的颜色、协助下载空气质量 App,并指导识别室外颗粒物浓度来确定窗户开关时间。结果显示,接受单次教育 1 个月后,25 例试验组患者住房大门外、客厅、卧室、厨房和礼拜堂的 PM2.5 和 PM10 水平下降,COPD 评估试验身体领域评分明显改善。在第 1 个月和第 3 个月随访时,试验组的自我护理知识和预防颗粒物暴露行为较接受常规护理的 38 例患者显著改善,第 6 个月时 COPD 评估试验心理领域评分优于对照组。因此,建议在充分考虑 COPD 相关衰

老和认知缺陷的基础上,对 COPD 患者开展系统的健康教育干预和有计划的随访,以满足其动态的室内颗粒物暴露健康信息需求。

3.2 应用电子健康技术和设备 有研究者应用智能集成气体传感器模块(IGSM)对 196 例 COPD 患者连续展开 8 d 测试,每天监测室内温度、湿度、PM2.5 量以及 CO、CO₂ 和 NH₃ 浓度 5~6 h,结果表明,该传感器可用于监测 COPD 患者包括颗粒物在内的室内污染物浓度和动态变化水平,并在液晶显示器上查看结果,可在数据服务器提取参数^[23]。该方法有效、廉价和可靠,护理人员可针对实时监测数据提供个性化的干预,与便捷的应用程序链接以实时提醒用户进行相应自我管理,以减少潜在的健康风险和并发症。美国研究团队针对 116 例年龄 ≥ 40 岁的中重度 COPD 患者进行了“洁净空气”临床试验,在试验组家中的卧室和房间放置了 2 台带有碳过滤器的高效微粒空气过滤器和碳过滤器的便携式空气净化器。该试验的研究显示,使用这种空气净化器能够改善 COPD 患者的呼吸系统相关生活质量、呼吸道症状^[24]、心率变异性和心血管健康^[25]。Shao 等^[6]在 20 例老年 COPD 患者中展开的随机交叉试验表明,使用配备高效微粒空气和活性炭过滤器的空气净化器(AC4374 和 AC4016)后,室内 PM2.5 的 10 d 平均值从 $(60\pm45)\mu g/m^3$ 降至 $(24\pm15)\mu g/m^3$,患者炎症反应降低,而肺功能、血压和心率变异性在 2 周内没有明显改善。护理人员在设计 COPD 患者室内空气净化器干预时,应考虑患者的年龄、疾病严重程度、症状表现和暴露因素等差异,探索最佳干预时机和持续时间,并进行长期跟踪观察,深入了解患者体验,提高患者对空气净化器的依从性。

3.3 改变日常生活方式和行为 Schmid-Mohler 等^[26]基于行为改变理论针对 COPD 急性加重患者持续吸烟等行为开发由护士主导的多学科合作干预包,明确了教育、说服、培训、赋能、示范、环境重组 6 大行为干预功能。医护人员普遍认为该干预方案高度可接受,但其复杂性却影响了其在实践中的适当性和可行性^[9]。董军格等^[27]的随机对照试验显示,70 例轻中度 COPD 患者在加用雾霾防护措施(包括 24 h 使用国产空气净化器维持家中 PM2.5 低于 30 $\mu g/m^3$,外出时正确佩戴 3M9010 型防护口罩且连续使用超过 8 h 后更换,以及在 PM2.5 超过 100 $\mu g/m^3$ 时避免外出并关闭窗户)后,患者急性加重次数显著少于对照组,同时肺功能改善,平均治疗费用降低。Seale 等^[28]对生活在丛林火灾多发地区的 COPD 患者进行了半结构式电话访谈,研究显示人们主要通过关窗和呆在室内减少烟雾暴露,但口罩的使用率低,且对口罩或呼吸器类型的选择缺乏考虑。因此,提高 COPD 患者对口罩使用原理、类型以及适用场景的认识尤为重要。烧香是部分 COPD 患者室内颗粒物的常见来

源,Guo 等^[29]在基线、10 min、20 min、30 min、60 min、3 h 和 5 h 使用气溶胶光谱仪(TSI8532 型)评估 18 例中重度门诊 COPD 患者室内 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的浓度,结果显示,室内 PM₁₀ 和 PM_{2.5} 浓度在烧香后 30 min 最高,烧香后 1 h 空气质量恢复到基线水平,建议患者避免在烧香的房间内停留超过 1 h。综上所述,护士应深入了解 COPD 患者关于室内颗粒物暴露的自我管理行为,设计包含戒烟、口罩选择与更换、开关窗习惯、外出注意事项及烧香管理等在内的行为干预包。同时进一步研发更符合患者日常需求和偏好的防护用品,促进患者自觉调整行为和生活方式,有效减少室内颗粒物暴露的危害。

4 启示与建议

4.1 加强多学科团队的交流与合作 COPD 患者室内颗粒物暴露管理涉及环境科学、呼吸病学、护理学及公共卫生等多个学科。因此,医疗机构应重视护士在此过程中的关键作用,通过构建多学科团队、强化教育培训、促进沟通协调、确保资源充足、引入激励机制及营造积极文化等措施,全方位支持护士的工作,以提升护理服务质量与效率。护理管理者可定期邀请各领域专家就 COPD 患者室内颗粒物暴露的最新研究、护理管理经验、问题及解决方案等展开深入研讨,为护理管理的持续优化注入强劲动力。同时,鼓励护士在多学科合作中创新护理措施和技术,如与工程、计算机和设计等专业合作,应用环境智能技术^[30]开发 COPD 患者室内颗粒物暴露移动护理智能系统,提升护理智能化水平和成效。护士需及时收集患者的症状反馈、居住环境信息及需求偏好,与多学科团队共同制订个案管理方案^[31],并密切关注患者病情变化,灵活调整护理策略,确保护理方案的有效性和针对性。

4.2 强化社区护士的职能 社区护士应全面履行过渡护理提供者、患者自我管理促进者、社区小组干预组织者、家庭护理支持者、家庭医生团队合作者、家庭医疗设备使用监督者的多重职责^[32],确保 COPD 患者室内颗粒物暴露得到全面有效的管理。依托居家专业护理实践理论框架^[33]强调家庭的首要地位,特别关注居家环境对 COPD 患者情绪和身体的影响,针对室内颗粒物暴露实施精准干预。采用接触目标人群、干预有效性、寻求组织支持、实施干预、维持干预(Reach, Effectiveness, Adoption, Implementation, Maintenance, RE-AIM)框架^[34]全面评估社区护士实施 COPD 患者室内颗粒物暴露干预措施的效果,确保护理措施的可持续性。

4.3 拓展健康教育的模式和内容 应用解释、模拟、实践、沟通、支持(Ask, Warn, Advise, Refer, Do-it-again, AWARD)护理模式^[35],传授室内颗粒物暴露基本医学知识的同时,关注患者心理健康。通过面对面示范和视频学习,进行开关窗、应用空气净化器

和清洁烹饪能源、戒烟、佩戴及更换口罩、使用空气质量 App、焚香管理等现场模拟训练,提升 COPD 患者及家属的实践技能。根据患者家庭环境评估结果制订个性化方案,实施定期随访,及时调整策略,鼓励家庭成员积极参与实践,并建立线上社群促进信息共享与情感交流。采用 AWARD 模式^[36],通过自我管理史评估、风险警示、时间管理指导、转诊服务及重复干预,提高 COPD 患者对室内颗粒物暴露管理的重视程度与依从性。从赋权和自我效能视角^[37]出发,鼓励 COPD 患者自主识别问题并制订解决方案,通过小组合作完成行动规划、反馈、角色示范及问题解决、解释和决策,提升患者自我管理室内颗粒物暴露的健康素养^[38]、自我效能与健康控制感。

5 目前研究的不足及未来研究方向

当前研究多聚焦于单一护理措施(如健康教育、空气净化器使用、戒烟管理等)的效果评估,缺乏综合干预策略的系统性研究,限制了对综合护理管理效果的全面理解;研究多关注 6 个月内的干预效果,缺乏对 COPD 患者长期健康影响的追踪评估;COPD 患者间存在病情严重程度、生活习惯、心理状态等个体化差异,当前研究在制订护理方案时缺乏足够的个体化考虑,难以满足不同患者的特定需求;护理方案在跨学科合作方面仍存在不足,限制了研究的深度和广度。因此,护理研究者今后应加强对 COPD 患者室内颗粒物暴露多学科综合干预策略的探索,制订精准、个性化、全面、有效的护理管理方案,并开展长期效果追踪研究,为临床护理决策提供有力支持。

参考文献:

- [1] World Health Organization. Air pollution[EB/OL]. (2024-03-18)[2024-03-24]. https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1.
- [2] Wang C, Xu J, Yang L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China pulmonary health [CPH] study): a national cross-sectional study[J]. *Lancet*, 2018, 391(10131):1706-1717.
- [3] Zhou J, Liu J, Zhou Y, et al. The impact of fine particulate matter on chronic obstructive pulmonary disease deaths in Pudong New Area, Shanghai, during a long period of air quality improvement[J]. *Environ Pollut*, 2024, 340(Pt 2):122813.
- [4] Liu Z, Wan C. Air pollution and the burden of long-term care: evidence from China[J]. *Health Econ*, 2024, 33(6):1241-1265.
- [5] 国家市场监督管理总局, 国家标准化管理委员会. 室内空气质量标准[EB/OL]. (2022-07-11)[2024-02-01]. <https://openstd.samr.gov.cn/bzgk/gb/newGbInfo?hcno=6188E23AE55E8F557043401FC2EDC436>.
- [6] Shao D, Du Y, Liu S, et al. Cardiorespiratory responses of air filtration: a randomized crossover intervention trial in seniors living in Beijing: Beijing indoor air purifier study, BIAPSY[J]. *Sci Total Environ*, 2017, 603-604:

- 541-549.
- [7] Castner J, Polivka B J. Nursing practice and particulate matter exposure[J]. *Am J Nurs*, 2018, 118(8): 52-56.
- [8] Nicholas P K, Breakey S. Climate change, climate justice, and environmental health; implications for the nursing profession[J]. *J Nurs Scholarship*, 2017, 49(6): 606-616.
- [9] Hübsch C, Clarenbach C, Chadwick P, et al. Acceptability, appropriateness and feasibility of a nurse-led integrated care intervention for patients with severe exacerbation of COPD from the healthcare professional's perspective; a mixed method study[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2023, 18: 1487-1497.
- [10] Aboumatar H, Naqibuddin M, Chung S, et al. Effect of a hospital-initiated program combining transitional care and long-term self-management support on outcomes of patients hospitalized with chronic obstructive pulmonary disease; a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2019, 322(14): 1371-1380.
- [11] Squadrito G L, Cueto R, Dellinger B, et al. Quinoid redox cycling as a mechanism for sustained free radical generation by inhaled airborne particulate matter[J]. *Free Radic Biol Med*, 2001, 31(9): 1132-1138.
- [12] Schraufnagel D E. The health effects of ultrafine particles [J]. *Exp Mol Med*, 2020, 52(3): 311-317.
- [13] 何森. 室内环境健康指南[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2016: 159-174.
- [14] Krishna M T, Mahesh P A, Vedanthan P, et al. An appraisal of allergic disorders in India and an urgent call for action[J]. *World Allergy Organ J*, 2020, 13(7): 100446.
- [15] Dobson R, O'Donnell R, McGibbon M, et al. Second-hand smoke exposure among home care workers (HCWs) in Scotland[J]. *Ann Work Expo Health*, 2023, 67(2): 208-215.
- [16] Duong H T, Kadokami K, Nguyen D T, et al. Occurrence, potential sources, and risk assessment of pharmaceuticals and personal care products in atmospheric particulate matter in Hanoi, Vietnam[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2023, 30(12): 34814-34826.
- [17] Wu Y, Shen P, Yang Z, et al. Association of walkability and fine particulate matter with chronic obstructive pulmonary disease; a cohort study in China[J]. *Sci Total Environ*, 2023, 858(Pt 1): 159780.
- [18] Xing Z, Yang T, Shi S, et al. Combined effect of ozone and household air pollution on COPD in people aged less than 50 years old[J]. *Thorax*, 2023, 79(1): 35-42.
- [19] 张文楼, 邓芙蓉. 室内颗粒物污染与慢性阻塞性肺疾病患者心肺健康关联的研究进展[J]. *沈阳医学院学报*, 2021, 23(4): 321-325, 331.
- [20] Delavar M A, Jahani M A, Sepidarkish M, et al. Relationship between fine particulate matter (PM_{2.5}) concentration and risk of hospitalization due to chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 2229.
- [21] Shetty B S P, D'Souza G, Padukudru A M. Effect of indoor air pollution on chronic obstructive pulmonary disease (COPD) deaths in Southern Asia: a systematic review and meta-analysis[J]. *Toxics*, 2021, 9(4): 85.
- [22] Guo S E, Chi M C, Hwang S L, et al. Effects of particulate matter education on self-care knowledge regarding air pollution, symptom changes, and indoor air quality among patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2020, 17(11): 4103.
- [23] John B J, Harish C, Lawrence C C, et al. Monitoring indoor air quality using smart integrated gas sensor module (IGSM) for improving health in COPD patients[J]. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2023, 30(11): 28889-28902.
- [24] Fawzy A, Woo H, Raju S, et al. Indoor particulate matter concentrations and air cleaner intervention association with biomarkers in former smokers with COPD[J]. *Environ Res*, 2024, 243: 117874.
- [25] Raju S, Woo H, Koehler K, et al. Indoor air pollution and impaired cardiac autonomic function in chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2023, 207(6): 721-730.
- [26] Schmid-Mohler G, Hübsch C, Steurer-Stey C, et al. Supporting behavior change after AECOPD; development of a hospital-initiated intervention using the behavior change wheel[J]. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*, 2022, 17: 1651-1669.
- [27] 董军格, 陶磊, 柴仪, 等. 石家庄地区应用防霾措施预防 COPD 患者急性加重的临床疗效[J]. *中国地方病防治杂志*, 2016, 31(2): 190-191, 193.
- [28] Seale H, Trent M, Marks G B, et al. Exploring the use of masks for protection against the effects of wildfire smoke among people with preexisting respiratory conditions[J]. *BMC Public Health*, 2023, 23(1): 2330.
- [29] Guo S E, Chi M C, Lin C M, et al. Contributions of burning incense on indoor air pollution levels and on the health status of patients with chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Peer J*, 2020, 8: e9768.
- [30] 周辰茜, 王文娜, 梅永霞, 等. 环境智能在慢性病管理中的应用研究进展[J]. *护理学杂志*, 2024, 39(3): 108-112.
- [31] 张希, 王峥嵘, 胡梦云, 等. 个案管理对甲状腺相关眼病患者自我管理效能及并发症的影响[J]. *护理学杂志*, 2024, 39(13): 40-43.
- [32] Ge J, Zhao C, Lu J, et al. A delphi study to construct an index of practice for community nurses providing transitional home care for patients with chronic diseases[J]. *Inquiry*, 2024, 61: 469580241246474.
- [33] Hinck S M. A clinical nurse specialist in home healthcare [J]. *Clin Nurse Spec*, 2024, 8(3): 131-135.
- [34] Mohan R, Kalaiselvan G. Community-based advocacy communication social mobilization (ACSM) intervention by empowering key community leaders: evaluation using the RE-AIM framework[J]. *J Family Med Prim Care*, 2024, 13(2): 458-464.
- [35] Yu R, Sun M, Xia S, et al. Effects of ESPCS mode nursing on the surgical tolerance, gastrointestinal tract re-

- covery and selfmanagement efficacy of patients with colon cancer[J]. *Oncol Lett*, 2024, 27(6): 247.
- [36] Li W H C, Lam D C L, Sin K M, et al. Effectiveness of a self-determination theory-based smoking cessation intervention plus instant messaging via mobile application for smokers with cancer: protocol for a pragmatic randomized controlled trial[J]. *Addiction*, 2024, 119(8): 1468-1477.

- [37] Henriques H R, Correia A, Santos T, et al. Nursing interventions to promote dyspnea self-management of complex chronic patients: an integrated review[J]. *Int J Nurs Sci*, 2024, 11(2): 241-257.
- [38] 王笑露, 杨巧菊, 王诗雨, 等. 老年人在线医疗健康信息获取能力及影响因素研究进展[J]. *护理学杂志*, 2024, 39(11): 20-23.

(本文编辑 吴红艳)

数字孪生在慢性病精准护理中的研究进展

何晓菲, 朱蓝玉, 李佳, 刘言

摘要: 从数字孪生的概念与起源、特征及其在慢性病精准护理中的应用现状等方面进行综述, 分析数字孪生在技术、安全性、公平性等方面所存在的挑战并指出其展望, 旨在为我国数字孪生技术在慢性病精准护理中的应用和发展提供参考。

关键词: 慢性病; 数字孪生; 慢性病管理; 精准护理; 智能护理; 人工智能; 健康管理; 综述文献

中图分类号: R473.5 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.24.120

Research progress of digital twins in precision nursing care for chronic diseases

He Xiaofei, Zhu Lanyu, Li Jia, Liu Yan. School of Nursing, Changchun University of Traditional Chinese Medicine, Changchun, 130117, China

Abstract: This paper reviews the concept, origin, characteristics of digital twins and their application status in precision nursing for chronic diseases. It analyzes the challenges existing in aspects such as technology, security, and equity of digital twins and points out their prospects, aiming to provide references for the application and development of digital twin technology in precision nursing for chronic diseases in China.

Keywords: chronic diseases; digital twins; chronic disease management; precise nursing; intelligent nursing; artificial intelligence; health management; literature review

精准护理是指以个体化健康为导向, 通过多学科合作, 应用包括基因组学在内的生物组学、人工智能及大数据等先进技术, 整合个人基因、生活方式和环境暴露等特异性数据及其交互作用, 为护理对象提供针对性护理服务, 促进人类健康水平的提升^[1]。随着我国人口老龄化趋势不断加深, 以心血管疾病、糖尿病、癌症为主的多种慢性病发病率逐渐增高。慢性病是指起病隐匿、病程长(>1年)、需要持续医疗护理或日常活动受限的疾病^[2]。慢性病已成为危害人民健康的重大公共卫生问题, 慢性病精准护理能实现对慢性病患者的实时动态健康管理, 改善疾病的不良结局^[2-4]。然而, 我国传统医疗模式受限于以疾病为中心的临床决策, 忽视患者从预防到康复的全病程管理, 难以实现慢性病全生命周期的健康管理。数字孪生(Digital Twins, DT)作为目前一种新的数字技术应用^[5], 在国外慢性病患者中已得到广泛应用, 但国内相关研究尚处于起步阶段。因此, 本研究就数字孪生在慢性病精准护理中的研究现状进行综述, 以期为我国数字孪生技术在慢性病精准护理中的应用与发展提供参考。

作者单位: 长春中医药大学护理学院(吉林 长春, 130117)

何晓菲: 女, 硕士在读, 学生, 2362692194@qq.com

通信作者: 朱蓝玉, 13588836@qq.com

科研项目: 吉林省科技发展计划项目(20180201041SF)

收稿: 2024-07-10; 修回: 2024-09-12

1 数字孪生的概述

1.1 数字孪生的概念 数字孪生的概念雏形由Grieves等^[6]于2003年在产品生命周期管理课程中首次提出, 并将其定义为镜像空间模型, 解释为物理对象的虚拟数字化表达, 由现实空间、虚拟空间及两者交互的数据和信息所组成, 能够在虚拟空间中完成映射, 并可实时同步反映物理实体全生命周期过程。2010年美国国家航空航天局正式提出数字孪生的概念, 将其规范定义为: 一种集成化的多物理量、多时空尺度的运载工具或系统的仿真, 该仿真使用了当前最为有效的物理模型、实时的传感器数据和飞行历史数据等, 来镜像出其物理飞行器的生存状态^[7]。近年来数字孪生在工业领域应用日渐广泛, 健康中国政策也推动了数字孪生在精准医疗领域的健康发展^[8-9]。数字孪生从出生即开始收集个体数据形成虚拟孪生并伴随其成长过程, 通过全生命周期的追踪, 对患者的健康状况进行实时监测, 预测个体随时可能发生的疾病风险, 通过危机预警, 实现针对性护理干预, 不仅满足慢性病群体全生命周期防治需求, 还促使传统护理方式转变为根据个体表征数据的精准预防护理, 实现以健康为中心的临床决策^[10], 为推动护理模式创新与技术变革、引领护理高质量发展提供有力支持。

1.2 数字孪生的特征 数字孪生具有实时性、闭环性、虚实映射、全方位数据信息整合^[11-12]的特征。①