

• 综 述 •

数字孪生技术在护理领域中的应用进展

俞申婧, 王毅欣, 刘畅, 唐红玉, 桂莉
(海军军医大学 护理系, 上海 200433)

海量医疗数据的涌现为护理实践提供了新的视角和机遇。物联网、可穿戴式设备以及信息化水平的提升能够系统、全面地收集以患者为中心的大数据^[1]。与此同时, 人工智能技术的迅猛发展极大地丰富了大数据的加工、处理和挖掘工作^[2], 为健康问题的诊断、预测及干预提供了强有力的支持。数字孪生技术使得现实世界中发生的情境能够首先在虚拟世界中进行模拟与预测, 通过有针对性的早期干预、推进个性化护理等, 并为医护人员提供决策支持, 从而改善患者的愈后, 故数字孪生技术在护理实践中的应用前景较好。该技术与医疗护理的融合有助于创新护理模式, 提升护理服务质量与效率, 推动护理高质量发展。目前, 国外数字孪生技术的应用发展迅猛, 但国内相关研究还处于起步阶段。因此, 本研究对于数字孪生的概念及其在护理领域的应用现状进行综述, 以期进一步为推动数字孪生技术在护理领域的应用和发展提供思路。

1 数字孪生技术的概念

1.1 数字孪生概念的界定 数字孪生这一概念于 2002 年被 Grieves 首次提出, 最初被定义为与相应物理系统链接的独立数字信息集合^[3], 该技术最初在制造业中被应用于产品生命周期管理。数字孪生的目的在于基于物理实体, 构建一个数字替身, 实现基于数据的监测、模拟和决策; 其构成要素包括实体、数字模型、数据互连、数据和服务 5 个核心实体^[4], 形成了虚拟与现实的双向动态交互。区别于其他传统仿真技术, 其核心特征体现为数据实时同步性、全生命周期覆盖以及高保真映射。随着技术的不断发展, 数字孪生技术得到广泛应用, 其主要功能包括监控、模拟、预测、优化等^[5]。随着物联网、人工智能、机器学习以及大数据等技术的融合, 数字孪生技术可将其进一步整合, 从单一工具演变为“实时数据聚合-多模态分析-自主决策”的全链条生态。因此, 随着数字孪生的概念和技术应用范围不断扩展

和深化, 其发展潜力和应用前景备受瞩目。

1.2 数字孪生技术在医疗保健领域的定义 数字孪生技术在 2018 年被重新定义为有生命或无生命物理实体的数字复制。这种重新定义为这一概念用于人类打开了大门, 例如在健康领域, 该技术进一步发展成为健康数字孪生技术。数字孪生在医学领域的应用旨在对患者、器官、疾病过程甚至整个医疗保健系统进行建模, 它从传感器(例如加速度计、脑电图仪和肌电图仪、红外相机、测力计、心率监测器和氧气监测器等^[4])获取传感器数据, 随后进行数据清洗, 利用深度学习等技术进行数据分析, 实现物理与虚拟数据的融合, 进而精确模拟和预测, 并动态表达变化过程^[6]。数字孪生技术目前在医疗保健领域的应用包括预测与健康管理、生产计划和控制、流程和布局设计以及产品生命周期管理等^[7]。

2 数字孪生技术在护理领域中的应用类型

2.1 慢性病管理与远程医疗 由于数字孪生技术可通过可穿戴式设备实时采集患者生理数据, 因此十分适合应用于慢性病患者的远程病情监测与管理。数字孪生技术在糖尿病管理中应用尤其广泛。例如, Shamanna 等^[8]利用连续血糖监测和物联网技术, 结合机器学习算法, 精确预测血糖变化, 并通过人工智能(artificial intelligence, AI)驱动的个性化建议促进患者行为改变(如改善饮食、睡眠和运动习惯等)。此外, Thamotharan 等^[9]开发的人类数字孪生框架, 通过整合多种数据源, 实现了糖尿病患者的全方位虚拟化管理, 包括个性化胰岛素输注的模型预测控制算法。Sarani Rad 等^[6]通过数字孪生和患者中心知识图谱整合多维度因素, 以全面管理糖尿病。这些技术不仅预测血糖水平、动态调整药物剂量, 还提供定制化的生活方式和饮食建议。除糖尿病管理外, 该技术还被应用于慢性伤口的护理。例如 Sarp 等^[10]开发的人工智能模型通过追踪伤口愈合过程, 将实际伤口情况与数字孪生模型进行比较, 早期识别潜在的愈合问题, 及时调整治疗方案。这些应用使得护理人员能够实时监控患者状况, 并与虚拟模型对比, 快速识别异常并制订个性化护理计划, 显著提升了慢性病管理的效率和效果。

【收稿日期】 2025-02-26 【修回日期】 2025-04-13

【基金项目】 国家自然科学基金(72174205)

【作者简介】 俞申婧, 博士在读, 护士, 电话: 021-81871481

【通信作者】 桂莉, 电话: 021-81871481

2.2 运动评估与康复护理 数字孪生技术通过高精度传感器监测,为康复患者提供定制化的运动评估和方案。例如,荷兰的 Simonetti 团队^[11]利用可穿戴技术与肌电图监测中风患者的肌肉力量,评估其康复进展。德国 Uhlenberg 团队^[12]开发了一个仿真框架,通过生物力学模型和惯性传感器分析步态、模拟患者的步态。Ratschat 等^[13]使用 HTC VIVE 跟踪器监测患者上肢运动,为远程康复提供支持。中国 Wang 团队^[14]研发的自动步态数据控制系统,通过仿真实验优化了患者下肢外骨骼的康复治疗方。Tulipani 等^[15]通过分析多发性硬化患者的运动数据,开发了预测跌倒的 Logistic 回归模型,进一步拓展了数字孪生技术在康复护理领域的应用范围。这些进展展示了数字孪生技术在提升康复效率和效果方面的潜力。

2.3 居家与社区护理 数字孪生技术在家庭和社区健康监护中发挥着重要作用。该技术采集环境数据并创建数字模型,能实现异常监测和预警,可为居民提供全面的健康管理。Milne-Ives 等^[16]开发的智能代理能利用数字孪生技术预测多重疾病风险,构建个性化的早期预警系统,并推荐干预措施。张捷等^[17]开发的系统能够实时监测老年人的跌倒和异常姿态,通过 AI 分析云端数据,一旦检测到危险立即触发报警,从而减少跌倒伤害。崔晓丽^[18]构建了社区养老服务的数字孪生模型,整合政策、文献和实地调研数据,实现了对养老服务的精准管理和智能推荐,提升了社区养老服务的应急响应水平和运营效率。这些应用展示了数字孪生技术在提升社区健康服务方面的潜力。

2.4 健康教育和信息支持 数字孪生技术通过采集实际数据创建虚拟副本,增强患者的参与度和自主权。例如,Wang 等^[19]为了推广 HELPeR 推荐系统的应用,在信息收集阶段,创建了 10 个虚拟角色(包括卵巢癌患者和护理人员)并训练 AI 模型,用以模拟用户使用该系统时可能出现的信息需求,从而优化系统性能。宿桐瑞等^[20]收集临床病例数据(包括影像学结果和病史),利用三维建模软件构建了疾病模型,可直观展示患者病情发展,并推荐治疗方案,从而帮助医护人员更有效地与患者沟通,提升患者对医疗知识的理解 and 自我健康管理的能力。这些应用体现了数字孪生技术在个性化和参与式医疗中的重要角色。

2.5 灾害护理与应急管理 数字孪生技术在灾害事件的预测与模拟中发挥着重要作用,尤其在医院管理策略的研究上。Basaglia 等^[21]采用离散事件仿真模型模拟地震后患者流动,并对医生及护士等人

员的工作流程和人员组合进行模拟实验,完善了组织和治疗程序,从而能有效应对批量伤员的救治,降低死亡率,提高医院的灾难响应能力。Yun 等^[22]利用历史灾害数据构建了混合灾害模型,预测城市灾害的发生和结果,为灾害响应资源(如救援设备、救灾用品等)的最优部署策略提供了参考。Barat 等^[23]开发的基于智能代理的数字孪生模型则专注于预测病毒传播和评估干预措施的效果,包括对公共卫生、公民福祉和经济影响的评估以及预测干预措施对活动性感染、死亡率和医疗设施负荷等的影响。这些应用验证了数字孪生技术在复杂灾害情景下的技术优势,可为护理管理者应对灾害性事件的处置策略提供参考。

2.6 急诊与重症监护护理 数字孪生技术通过实时数据收集与分析,为临床决策提供支持,尤其在数据密集的急诊科和重症监护室(intensive care unit, ICU)中显示出巨大潜力。例如,Kolangarakath 团队^[24]将便携式磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)系统应用于救护车,能快速识别卒中患者并完善分诊流程,缩短了溶栓治疗的时间。Subramanian 团队^[25]利用网络摄像头实时分析患者情绪,提高了急诊室的响应效率。Aluvalu 等^[26]基于电子健康记录,开发出预测急诊患者诊断的专家系统,旨在帮助医护人员应对紧张的急诊工作状态。Florescia 等^[27]建立了基于多代理系统的急诊科数字孪生模型,自动分诊患者,提升了分诊效率。李卓远等^[28]整合了多个医疗信息系统,构建了互联互通的数字孪生库,实现了心胸外科 ICU 工作流程的全面模拟和智能分析,为医疗决策提供了强有力的数据支持。这些应用展示了数字孪生技术在提升医疗服务效率和质量方面的重要价值。

3 数字孪生技术应用于护理领域的优势

3.1 利用多模态数据进行实时分析 医院信息系统、可穿戴设备技术和行为识别等技术的快速进步极大地拓展了数据收集的范围,使得数字孪生技术能够更全面地模拟患者或医院等。医院信息系统可获取年龄、性别等个人信息作为个性化诊疗的信息来源^[16,26];可穿戴式设备及传感器技术(如加速度计、脑电图仪、肌电图仪等)获取患者生命体征等生理状态信息^[8,11-12];行为识别及动作捕捉技术等获取患者情绪、动作等行为学特征^[25,29]。这些多源、异构数据的集成,使得医疗专业人员能够对研究对象进行更加精确的模拟,从而提供更精准的护理。Tulipani 等^[15]在监测多发性硬化症患者跌倒情况时,结合了惯性传感器数据和患者的自我报告,实现了主客观数据的结合,增强了对跌倒患者状态分类

模型的准确性。数字孪生技术实时分析个人和卫生保健系统数据,为其在医疗保健领域的应用提供了坚实的基础。

3.2 制订个性化方案实施精准护理 数字孪生为个性化治疗与护理提供了前所未有的机会。这些虚拟副本通过集成患者特定数据(如基因组、病史、生活方式和实时传感器数据等),并利用算法预测患者个体差异对于各种护理干预的反映,从而制订高度个性化的护理计划。例如, Bahrami 等^[30]收集实际患者数据,使用马尔可夫链蒙特卡洛算法开发了一组年龄、体重、性别和身高各异的虚拟患者,并据此建立了药物摄取、药代动力学模型与药效学模型,用以评估芬太尼在晚期癌症疼痛患者中的效果,提供个性化疼痛管理的药物治疗方案。数字疗法有潜力成为超越单一手段治疗的创新方法,通过为患者制订全方位、立体化、个性化的干预方案,提升治疗方案效果。

3.3 构建虚拟副本进行预测模拟 数字孪生技术具备预测和模拟的能力。它不仅能在微观层面上创建典型患者的虚拟模型;还能在宏观层面上为公共卫生干预提供决策支持。已有研究探索利用数字孪生技术建模(如疾病传播、疫情发生与发展),并评估现有公共卫生政策的效能^[21,23],从而为护理管理者提供策略参考。此外,数字孪生技术还是医疗教育和培训的有力工具,它能使专业人员能在安全的模拟环境中练习手术操作、观察解剖结构,并测试治疗方案的优劣^[31]。数字孪生技术通过对于高破坏性、宏大或者复杂情境的模拟,可为模拟情景的处置方案提供更加经济高效的解决方案。

4 数字孪生技术应用于护理领域的挑战与对策

4.1 保障数据隐私与安全 数字孪生技术在不断收集和分析数据的同时,也面临着数据完整性和安全性的重大挑战。这不仅涉及数据加密、安全存储和定期备份,还包括实施常规控制过程以预测性能。数字孪生技术处理的数据具有高度机密性和敏感性,易成为网络攻击的目标,可能对医疗保健系统构成潜在威胁^[32]。为了确保隐私与数据安全,需要充分参考并借鉴健康保险流通和责任法案(health insurance portability and accountability act, HIPAA)及通用数据保护条例(general data protection regulation, GDPR)等^[33]。在健康领域应用数字孪生技术时,必须坚守知情同意、数据所有权和患者自主权等原则,以确保技术的负责和道德使用。随着健康数字孪生技术的应用,建立清晰的指导原则和监管框架对于由个人健康数据建模引发的数据隐私与安全保障问题至关重要。数字孪生技术涉及多端数据共

享,其互操作性要求多平台连接和信息传输。这一过程可能遭遇外部攻击,对患者利益构成威胁。因此,医疗保健提供商必须确保长期持有的个人生物、遗传、身体和生活方式信息的隐私安全^[34],可通过与区块链等安全技术结合,有效补充数字孪生技术在信息安全方面的风险^[35-36]。

4.2 增强数据质量与数据处理方法 数据代表性、完整性和准确性是数字孪生质量的核心。当前,医疗保健数据集存在种族、性别等差异,使用这些数据可能导致健康不平等和错误的决策推荐^[34]。因此,建立多模态高保真数据是数字孪生技术的另一要点。数字孪生技术的发展离不开更为便捷、精准、快速的健康数据采集技术,以解决当前数据收集过程当中高成本、数据噪音、患者负担等问题。而护理人员作为临床数据的主要收集者,在高质量数据采集以及处理中发挥着关键作用。此外,数字孪生技术依赖于多数据源的聚合和互操作性解决方案,如使用统一的数据标准能促进不同信息系统间的数据访问和交换。数字孪生技术与 AI 的结合正在重塑医疗保健行业。二者协同发展可以有效应对数据复杂性,通过强大算法整合多源数据流,实现实时海量数据的管理与保护。AI 技术提升了流程效率和决策支持水平,而数字孪生技术则进一步整合这些优势,开辟个性化医疗的新路径。当前数字孪生技术研究中机器学习等技术的应用越来越广泛。例如,贝叶斯网络和机器学习被用于模拟治疗反应;卷积神经网络用于分析医学影像;而强化学习则用于优化治疗方案^[4]。值得注意的是,算法的不透明性使得用户对于数字孪生模型的信任度不高,这种缺乏透明度是采用 AI 解决方案进行医疗保健决策的主要绊脚石^[32]。

4.3 促进数字孪生项目实施转化 当前数字孪生模型大多处于研发以及初步应用阶段,因此如何促进数字孪生技术的临床转化与实施是其在护理领域应用的生命线。研究发现,数字孪生技术在医疗实施中面临来自使用对象的挑战,尤其是使用者负担问题。多项研究^[24,37]发现,该技术的复杂性给护理人员带来了额外的认知负担,使他们无法整合标准应急协议之外的新信息。这与 Rogers 等^[38]研究结果一致,神经科医生认为数字孪生技术的使用使他们的任务变得更加复杂而无法胜任。然而,医疗保健领域的数字孪生应用仍缺乏易于使用的平台,这是亟待解决的问题^[37]。数字孪生技术需要跨学科知识(包括生物医学、数学、生物工程和计算机科学),以应对人类健康的复杂性。开发人员应充分考虑用户需求和习惯,设计用户友好的界面,以改

善应用平台与患者、医护人员等多端用户间的沟通^[36],为共同制订个性化治疗方案提供支持。因此,未来研究应当注重开发针对医护人员以及其他用户的使用指导培训框架,以帮助用户应对因技术焦虑、信息素养不足而弃用的情况^[39-41]。

5 小结

数字孪生作为一种新兴技术,为国内外护理实践提供了新的视角和机遇。该技术凭借多模态数据实时分析、个性化护理方案制定以及虚拟副本预测模拟等优势,提升了护理服务的精准性和效率。然而,当前数字孪生技术的应用仍面临来自数据隐私与安全、数据质量与数据处理方法以及项目实施转化的多重挑战。尽管如此,数字孪生技术未来有望通过提升数据安全、完善数据治理、构建用户友好的应用平台等措施不断突破局限,进一步推动其在护理领域的深度融合与创新应用,以促进更加个性化的护理实践。

【关键词】 数字孪生技术;个性化护理;应用现状

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2025.06.018

【中图分类号】 R47-05;R823 【文献标识码】 A

【文章编号】 2097-1826(2025)06-0074-05

【参考文献】

- [1] KHAMISY-FARAH R, FURSTENAU L B, KONG J D, et al. Gynecology meets big data in the disruptive innovation medical era: state-of-art and future prospects[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/10/5058>. DOI: 10.3390/ijerph18105058.
- [2] 万君丽, 卞薇. 人工智能在慢性病患者营养精准管理领域中的应用进展[J]. 军事护理, 2023, 40(10): 92-95.
- [3] GRIEVES M. Digital twin: manufacturing excellence through virtual factory replication[EB/OL]. [2025-03-05] https://www.researchgate.net/publication/275211047_Digital_Twin_Manufacturing_Excellence_through_Virtual_Factory_Replication.
- [4] GÁMEZ DÍAZ R, YU Q, DING Y, et al. Digital twin coaching for physical activities: a survey[J/OL]. [2024-12-21]. <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/20/5936>. DOI: 10.3390/s20205936.
- [5] TAO F, XIAO B, QI Q, et al. Digital twin modeling[J]. J Manuf Syst, 2022, 64(Suppl C): 372-389.
- [6] SARANI RAD F, HENDAWI R, YANG X, et al. Personalized diabetes management with digital twins: a patient-centric knowledge graph approach[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.mdpi.com/2075-4426/14/4/359>. DOI: 10.3390/jpm14040359.
- [7] MAIZI Y, ARCAND A, BENDAVID Y. Digital twin in healthcare: classification and typology of models based on hierarchy, application, and maturity[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542660524003202>. DOI: 10.1016/j.jiot.2024.101379.
- [8] SHAMANNA P, JOSHI S, DHARMALINGAM M, et al. Digital twin in managing hypertension among people with type 2 Diabetes: 1-year randomized controlled trial[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772963X24004022>. DOI: 10.1016/j.jacadv.2024.101172.
- [9] THAMOTHARAN P, SRINIVASAN S, KESAVADEV J, et al. Human digital twin for personalized elderly type 2 Diabetes management[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.mdpi.com/2077-0383/12/6/2094>. DOI: 10.3390/jcm12062094.
- [10] SARP S, KUZLU M, ZHAO Y, et al. Digital twin in healthcare: a study for chronic wound management. [J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2023, 27(11): 5634-5643.
- [11] SIMONETTI D, HENDRIKS M, KOOPMAN B, et al. A wearable gait lab powered by sensor-driven digital twins for quantitative biomechanical analysis post-stroke[J/OL]. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11579882/>. DOI: 10.1017/wtc.2024.14.
- [12] UHLENBERG L, DERUNGS A, AMFT O. Co-simulation of human digital twins and wearable inertial sensors to analyse gait event estimation[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2023.1104000/full>. DOI: 10.3389/fbioe.2023.1104000.
- [13] RATSCHAT A, LOMBA T M C, GASPERINA S D, et al. Development and validation of a kinematically accurate upper-limb exoskeleton digital twin for stroke rehabilitation[J/OL]. [2024-12-20]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10304719>. DOI: 10.1109/ICORR58425.2023.10304719.
- [14] WANG W, HE Y, LI F, et al. Digital twin rehabilitation system based on self-balancing lower limb exoskeleton [J]. Technol Health Care, 2023, 31(1): 103-115.
- [15] TULIPANI L J, MEYER B, LARIE D, et al. Metrics extracted from a single wearable sensor during sit-stand transitions relate to mobility impairment and fall risk in people with multiple sclerosis[J]. Gait Posture, 2020, 80: 361-366.
- [16] MILNE-IVES M, FRASER L K, KHAN A, et al. Life course digital twins-intelligent monitoring for early and continuous intervention and prevention (LifeTIME): proposal for a retrospective cohort study[J/OL]. [2024-12-21]. <https://www.researchprotocols.org/2022/5/e35738>. DOI: 10.2196/35738.
- [17] 张捷, 钱虹, 周宏远. 数字孪生技术在社区老年人安全健康监测领域的应用探究[J]. 中国医疗器械杂志, 2019, 43(6): 410-413, 421.
- [18] 崔晓丽. 数字孪生视角下社区养老服务本体构建及应用研究[D]. 保定: 河北大学, 2022.
- [19] WANG Y, THAKER K, HUI V, et al. Utilizing digital twin to create personas representing ovarian cancer patients and their families[J]. Stud Health Technol Inform, 2024, 315: 754-756.
- [20] 宿桐瑞, 吴奇林, 温川飙, 等. 基于数字孪生技术的颈椎病预防可视化系统的设计与应用[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(33): 118-120, 123.
- [21] BASAGLIA A, SPACONE E, VAN DE LINDT J, et al. A discrete-event simulation model of hospital patient flow following major earthquakes[J/OL]. [2024-12-25]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420922000449>. DOI: 10.1016/j.ijdr.2022.102825.
- [22] YUN S J, KWON J W, KIM W T. A novel digital twin architecture with similarity-based hybrid modeling for supporting dependable disaster management systems[J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/13/4774>. DOI: 10.3390/s22134774.
- [23] BARAT S, PARCHURE R, DARAK S, et al. An agent-based digital twin for exploring localized non-pharmaceutical interventions to control COVID-19 pandemic[J]. Trans Indian Natl Acad

- Eng, 2021, 6(2): 323-353.
- [24] KOLANGARAKATH A, MADATHIL K C, HEGDE S, et al. Barriers to integrating portable magnetic resonance imaging systems in emergency medical service ambulances for stroke care [J]. *Ergonomics*, 2024, 67(12): 1938-1957.
- [25] SUBRAMANIAN B, KIM J, MARAY M, et al. Digital twin model: a real-time emotion recognition system for personalized healthcare [J]. *Ieee Access*, 2022, 10: 81155-81165.
- [26] ALUVALU R, MUDRAKOLA S, MAHESWARI V U, et al. The novel emergency hospital services for patients using digital twins [J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141933123000406>. DOI: 10.1016/j.micpro.2023.104794.
- [27] FLORENCIA J, MOYAUX T, TRILLING L, et al. Toward improving dynamic resource scheduling in the context of digital twin of emergency department [J]. *Ieee T-ASE*, 2024, 22: 7255-7267.
- [28] 李卓远, 侯旭敏, 袁骏毅. 基于数字孪生技术的 CTICU 智能管理系统的设计与应用 [J]. *中国医疗设备*, 2024, 39(9): 70-75.
- [29] AMARA K, KERDJIDJ O, RAMZAN N. Emotion recognition for affective human digital twin by means of virtual reality enabling technologies [J]. *IEEE Access*, 2023, 11: 74216-74227.
- [30] BAHRAMI F, ROSSI R M, DE NYS K, et al. An individualized digital twin of a patient for transdermal fentanyl therapy for chronic pain management [J]. *Drug Deliv Transl Res*, 2023, 13(9): 2272-2285.
- [31] DRUMMOND D, GONSARD A. Definitions and characteristics of patient digital twins being developed for clinical use: scoping review [J/OL]. [2024-12-25]. <https://www.jmir.org/2024/1/e58504>. DOI: 10.2196/58504.
- [32] KAUL R, OSSAI C, FORKAN A, et al. The role of AI for developing digital twins in healthcare: the case of cancer care [J/OL]. [2024-12-25]. <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/widm.1480>. DOI: 10.1002/widm.1480.
- [33] REMPE M, HEINE L, SEIBOLD C, et al. De-identification of medical imaging data: a comprehensive tool for ensuring patient privacy [J/OL]. [2024-12-25]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-025-11695-x>. DOI: 10.1007/s00330-025-11695-x.
- [34] CHU Y, LI S, TANG J, et al. The potential of the medical digital twin in diabetes management: a review [J/OL]. [2024-12-25]. <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2023.1178912/full>. DOI: 10.3389/fmed.2023.1178912.
- [35] 陈利, 杨又. 区块链技术在临床护理中的应用进展 [J]. *中华护理杂志*, 2024, 59(2): 250-256.
- [36] GAZERANI P. Intelligent digital twins for personalized migraine care [J/OL]. [2024-12-25]. <https://www.mdpi.com/2075-4426/13/8/1255>. DOI: 10.3390/jpm13081255.
- [37] ROVATI L, GARY P, CUBRO E, et al. Development and usability testing of a patient digital twin for critical care education: a mixed methods study [J/OL]. [2024-12-25]. <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2023.1336897/full>. DOI: 10.3389/fmed.2023.1336897.
- [38] ROGERS H, MADATHIL K C, JOSEPH A, et al. Task, usability, and error analyses of ambulance-based telemedicine for stroke care [J]. *IJSE T Healthc Syst*, 2021, 11(3): 192-208.
- [39] SCANDIFFIO J, ZHANG M, KARSAN I, et al. The role of mentoring and coaching of healthcare professionals for digital technology adoption and implementation: a scoping review [J/OL]. [2024-12-20]. <https://sage.cnpereading.com/paragraph/article/?doi=10.1177/20552076241238075>. DOI: 10.1177/20552076241238075.
- [40] BOULOS M N K, ZHANG P. Digital twins: from personalised medicine to precision public health [J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.mdpi.com/2075-4426/11/8/745>. DOI: 10.3390/jpm11080745.
- [41] SCHWARTZ S M, WILDENHAUS K, BUCHER A, et al. Digital twins and the emerging science of self: implications for digital health experience design and “small” data [J/OL]. [2024-12-20]. <https://www.frontiersin.org/journals/computer-science/articles/10.3389/fcomp.2020.00031/full>. DOI: 10.3389/fcomp.2020.00031.

(本文编辑: 郁晓路)

《军事护理》作者文稿清样校对要求

期刊出版前,将排版清样交由作者自校,是对读作者负责并保证期刊质量的重要环节。本编辑部会在稿件编排完成后,通过邮箱将排版好的清样发送给作者,并要求在限定时间内完成。此过程中,请作者严格按照要求逐字逐句认真完成校对,不要采取敷衍了事、走过场的态度,导致校对不严或校对错误,从而影响了文稿的质量及期刊的后续流程。在此,本刊编辑部重申相关校对要求,请各位作者遵照执行。

1. 保证作者姓名、单位、科室、地点、邮编、简介及通信地址正确无误(含英文部分)。

2. 保证正文及图表中,中外文字、数据、计量单位、缩略语、标点符号及参考文献正确无误,各部分格式要求务必遵照本刊稿约规定(见本刊每年第1期)。

3. 注意校样稿中编者提出的问题(含缺项及问号部分),应按编辑要求及规定格式补充完整或修正,必要时与本文编辑电话沟通。

4. 须修改内容请在样稿附近空白处手写补充,字迹要清楚。如修改或补充内容过多,请联系本文编辑并发送 Word 文档至本刊邮箱。原则上,修改内容不得超过原有篇幅。

5. 确认校样稿无误并补充或修正缺项内容后,请在首页文题上方空白处签名,并按规定在2日内将校样稿发送扫描文件(.jpg)格式至 E-mail: jfjhlzz@126.com。

请严格执行以上规定,如因作者自校环节未纠正或未予及时解决而发生的內容错误及刊期延误由作者自行负责。

本刊编辑部