·数智护理教育专题·

数智化技术在护理教育领域中的应用进展

赵燕皓　陈彬　尹京凤　邹海欧
中国医学科学院&北京协和医学院护理学院，北京 100144
通信作者：邹海欧，Email：haiou5275@163.com

【摘要】 本文对扩展现实（extended reality，XR）、人工智能（artificial intelligence，AI）、数字故事及智能设备等技术，在护理教育中的最新应用进展进行综述。XR技术可以帮助护生理解晦涩知识，提升操作技能和心理韧性；AI技术在教学资源生成和自主学习等方面发挥重要作用；数字故事提升人文素养和伦理教育的效果；智能设备用于远程教学和技能训练实时反馈的智能化。辩证分析发现数智化技术面临诸多挑战，但未来相关技术经过不断改进融合，在护理教育中仍有较广阔的发展前景。

【关键词】 数智化技术；　护理教育；　扩展现实；　人工智能；　数字故事；　智能设备
【中图分类号】 R-05
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20251103-02243

Advances in application of data intelligence technologies in nursing education

Zhao Yanhao, Chen Bin, Yin Jingfeng, Zou Haiou
School of Nursing, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100144, China
Corresponding author: Zou Haiou, Email: haiou5275@163.com

【**Abstract**】 This article reviews the latest advances in technologies such as extended reality (XR), artificial intelligence (AI), digital storytelling, and smart devices in nursing education. XR technology can help nursing students understand complex concepts, improve operational skills, and enhance psychological resilience. AI technology plays a significant role in the generation of teaching resources and autonomous learning. Digital storytelling enhances humanistic literacy and ethical education. Smart devices are used for the intelligent transformation of real-time feedback in remote teaching and skills training. Dialectical analysis reveals that digital intelligence technologies face numerous challenges. However, with the continuous improvement and integration of related technologies in the future, there remains significant development potential in nursing education.

【**Key words**】 Digital intelligence technology;　Nursing education;　Extended reality;　Artificial intelligence;　Digital storytelling;　Smart device
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20251103-02243

随着信息技术飞速发展，教育领域正经历深刻变革。2025年，中共中央、国务院在《教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见》中指出："以数字化为突破口，全面推进智能化，助力教育变革[1]。""以数字化为突破口"意味着需将知识信息转化为数字信息、建立数字资源库，作为教育变革突破口；而"全面推进智能化"则在数字化基础上，推动计算机网络技术、人工智能、智能控制等技术与教育的深度融合。这一政策不仅强调数字化与智能化，即数智化的战略意义，更对护理教育这一融合科学、实践与人文的领域提供明确的转型指引[2]。数智化技术在护理教育的应用经历了3个阶段：早期以计算机辅助教学和情境模拟为主[3]。2010年起，虚拟技术在护理教育中的应用呈快速增长趋势，从补充工具转为核心教学策略[4]。2020年后，人工智能的应用集中出现，逐渐融入自主学习、智能评价与个性化辅导[5]。目前相关实践日益丰富，扩展现实技术、人工智能、数字故事和智能设备被广泛应用，四者各有侧重又息息相关，共同构建数智化教学系统。扩展现实技术为系统提供虚拟环境；人工智能

是系统的大脑，负责整合资源提升认知；数字故事是系统的思想，注入温度和意义；智能设备是系统的远端神经末梢，负责远程教学及实时反馈。本文以此为主线顺序，分析其在护理教育中的最新应用进展，辩证分析其优势与局限，为中国护理教育数智化转型提供理论参考与实践借鉴。

1　扩展现实技术：从技能模拟到思维训练

1.1　扩展现实技术概述

扩展现实技术（extended reality，XR），指通过计算机技术将真实与虚拟世界相结合，打造可人机交互的虚拟环境，具有沉浸性、交互性、构想性和智能性的特征，包括虚拟现实（virtual reality，VR）、增强现实（augmented reality，AR）和混合现实（mixed reality，MR）技术[6]。三者虽同属XR，但在沉浸程度、交互方式及与现实世界的结合层次上有所差异[7]，适用于护理教育中不同场景的教学需求：VR提供完全虚拟的环境，适用于复杂临床操作的沉浸式模拟训练；AR将虚拟信息叠加于真实场景中，常用于课本中解剖结构的辅助学习；MR将现实与虚拟世界结合，支持虚实融合的大型场景构建，使护生身临其境，从中锻炼高压力下的操作技能。因此不同技术在同类护理技能训练中并未有优劣差异，只是根据教学目的与技术性能选择合适的技术工具。

1.2　扩展现实技术在护理教育中的应用情境与思考

1.2.1　结构升维：构建可交互的模拟形态

在解剖与病理机制学习中，XR可将抽象复杂的生理结构转化为可视、可交互的模拟影像，帮助护生认知结构和理解功能。例如，在Herbert等[8]开发的AR心力衰竭应用程序中，护生不用再面对课本的二维图形及文字描述想象记忆，而是可以通过调整前、后负荷参数，实时观察悬浮3D心脏模型的形态与功能变化，强化对心脏解剖结构及对病理机制的深层掌握。徐永美等[9]将AR与经颅多普勒超声结合，在真实解剖影像上叠加虚拟血流动态，帮助护生多角度观察不同切面的大脑动脉环以及毗邻结构，理解记忆血流与解剖结构的位置关系。研究结果显示，研究组的理论、实践、综合能力考核成绩均高于对照组。体现该技术在提升空间理解能力方面的教学优势。

1.2.2　技能提升：优化程序性的护理操作

在基础技能训练中，XR通过情境模拟，帮助护生从程序化的步骤重复，转向具备临床决策能力的系统性操作。VR可构建全虚拟操作场景，适用于理论教学后的技能转化和流程训练，常用于静脉注射、输血、口腔护理、导尿、气管切开等操作中，提供安全的练习环境，如Kardong-Edgren等[10]利用VR创造虚拟空间进行导尿操作训练，并将细菌可视化，护生可根据细菌所在位置调整操作细节。而AR可将理论要点和步骤指引叠加到真实物品或操作环境中，实现即时引导，常用于吸痰、伤口护理等操作中，帮助护生在真实操作环境中，掌握全流程的操作知识，如Rodríguez-Abad等[11]将真实伤口敷料作为AR触发器，护生通过设备扫描敷料，会出现连贯的操作全流程，可以在实践中系统掌握特定伤情的临床处理，结果显示干预组对伤口护理的知识得分高于对照组。然而，当前XR教学应用普遍缺乏触觉反馈[12]，这可能会影响操作精准度、忽略触觉这类感官的临床判断，未来应着重关注该问题。

专科技能训练中，VR凭借复杂场景模拟能力，被应用于分娩婴儿和手动剥离胎盘的助产程序、新生儿Apgar评分训练、ECMO护理、围手术期临床实践、化疗药物给药等复杂操作中。其教学赋能点在于让护生在融合多种生命体征信息的虚拟情境中，进行综合判断，提升其批判性思维与应变能力，如在Lee等[13]开发的ECMO护理VR训练中，护生的思维发展从单纯对生理数值的记忆，进展到基于数据变化预测病情演变，调整护理方案，结果显示干预组学习沉浸度高于对照组；Zhao等[14]的VR分娩模拟中，护生从依赖固定流程的记忆，转变为能够动态评估风险、识别关键临床线索，并据此判断何种情况需立即手动剥离胎盘，何种情况可继续观察，结果显示干预组学业表现得分均高于对照组。这体现出该技术在非结构化情境中，锻炼护生高阶思维能力的教学亮点。

1.2.3　压力模拟：塑造高抗压的心理韧性

XR能够模拟临床实践中2类关键压力：任务性压力和人文性压力。在模拟的压力环境中练习，可培养护生的急救思维和技能，提升心理韧性。

XR应用于车祸现场、急救车学习、机械通气训练、大规模伤亡等高风险情景模拟，创造安全的试错空间，锻炼护生的急救技能和心理韧性。相较于VR的虚拟场景构建及AR的虚拟信息浮现，MR特点是能够实现虚拟元素与现实环境的深度交互，虚拟对象能够对真实空间、物品及操作者的行为作出智能反馈。因此其在需要团队协作及急救决策的复杂模拟中更具优势。如Zechner等[15]用MR模拟的大规模伤亡，让护生身临其境参与急救过程，进行检伤分类、现场评估、基本急救和团队沟通的训

练，面对突发危机的心理稳定性也得到提升。Sepanloo 等[16]利用 MR 模拟高压力临床场景，评估护生在训练中的生理应激反应，并对压力水平进行分类。技术模拟不仅对生理层面有影响，还对心理层面有着一定改变，如 XR 通过重复性高压力模拟，帮助护生逐步形成对压力情境的认知重评能力，从而减少威胁感知、增强控制感[17]；虚拟环境中的即时反馈功能，支持护生对自身情绪反应进行识别与调节，促进情绪恢复力的发展[18]。这进一步印证 XR 在提升护生心理韧性方面的教育价值。

在人文性压力模拟中，借助虚拟患者，培养护生的护患沟通、同理心等核心软实力。Bahadur 等[19]将 VR 应用于自杀风险患者护理中，护生面对情绪波动的虚拟患者，在模拟的高压对话情景中，学习如何展现较好的共情与沟通，并恪守专业评估能力与伦理原则，避免因技能不足而对真实患者造成危害。但该模拟的生态效度仍值得深入讨论，虚拟患者无法完全复现真实患者的多变性，且程序化的练习可能将丰富的人文互动简化为固定流程。

2　人工智能（artificial intelligence，AI）：从资源生成到个性认知

2.1　人工智能概述

AI 是指机器模拟人类认知、执行通常需要人类智能的任务的能力，包括感知、推理、学习和理解自然语言等[20]，广泛应用于个性化资源生成、认知训练、课堂学习监测等护理教学活动中。

2.2　人工智能在护理教育中的应用情境与思考

2.2.1　知识建构与结构化理解

AI 中的知识图谱，可以将碎片化护理知识结构化，构建相互关联的知识网络，促进护生的系统学习，其机制可根据学习的外部联通和内部建构过程进行分析。联通主义强调学习的过程就是节点之间不断连接，逐步形成网络的过程[21]，知识图谱正是基于此构建学科网络，辅助护生学习；建构主义认为，学习是在情境中通过积极互动建构理解的过程[22]，护生在对知识图谱不断地学习过程中，实现先验知识网络的补充、巩固，或是重组，实现自身知识网络的系统化生成[23]。

现已应用于母婴护理、社区护理学、健康评估、护理学导论等课程。张燕和叶萌[24]、鲍康宁等[25]及杨智慧等[26]通过本体构建、知识抽取、知识融合、知识存储与可视化，借助 Neo4j 图数据库构建知识图谱辅助教学，结果显示试验组知识点完成率均值为 98.56%、掌握率均值为 90.65%，且试验组的课程成绩高于对照组。此类结构化知识框架，还可以为 AI 创建高质量教学资源，例如 Akutay 等[27]的 AI 支持案例。

2.2.2　智能导学与个性化学习

AI 通过分析学习者行为，为其提供个性化学习规划与实时支持，随时应对护生的自主学习需求。例如，Srinivasan 等[28]构建的智能导学系统可基于护生学习进度与知识掌握情况，动态推荐学习资源；Gapp[29]通过 AI 帮助护生进行护理计划制定、模拟反思和考试学习准备，体现 AI 作为个人学习助手的应用价值；Kowitlawakul 等[30]开发 AI 助教系统，构建可对话交互的智能支持环境，随时帮助护生解决课程疑问，提升学习自主性。

2.2.3　教学评估与实时化监测

AI 可通过多模态数据分析，为教学过程提供客观、精准的评价与反馈，辅助教师优化教学策略。吴同等[31]构建的课堂教学行为分析系统，自动记录和分析师生语言特征、面部表情特征、行为特征，生成师生互动数据和情感气氛数据。田建林等[32]构建的智慧课堂教学诊断系统，可进行人数清点、姿态识别，并将课堂行为数据可视化，形成课堂生态图。二者均为教师教学反思和学生进行自主提升提供客观依据。

2.2.4　资料提供和思维深化培训

生成式 AI 是一种能自主生成新内容的 AI 技术[33]，在护理教育中正从“资源生成者”向“思维引导者”演变，尤其在案例教学、沟通训练等能力培养中作用显著。Saatçi 等[34]利用其快速生成标准化的患者教育材料，其理解性、可作性质量评估得分均高于传统材料；Lin 等[35]、徐文博和周晓平[36]用其自动化生成考核试题。前期目的是提升信息传递与考核准备的效率，但本质是提供现成的结论，并未影响护生的思考过程。

随着不断发展，生成式 AI 开始锻炼护生思考能力。在案例分析中，Arkan 等[37]将 ChatGPT 加入护理流程教学；Shorey 等[38]则开发带有 AI 驱动的语音聊天机器人，来充当可交互的虚拟患者。二者研究均对真实临床情境中的对话进行模拟，护生在多轮对话中可以澄清问题、验证假设，实现临床思维的锻炼，且锻炼后对于护理流程学习的得分高于对照组。Kejingyun 等[39]将大语言模型与基于问题的学习策略结合，通过 AI 提问激发批判性思维，结果显示干预后批判性思维能力得分高于干预前。当 AI 承担起部分知识传递任务后，教师的角色从传统的知识教授，向更高阶的学习设计者、过程引导者转

化。课堂互动的重心也随之从单向的信息传递，转向以学生为中心的多元对话方式，推动教学模式从以教为中心，向以学为中心的深度转型。

3　数字故事：从情感共鸣到叙事反思

3.1　数字故事概述

数字故事是故事叙述与数智化技术的融合，结合背景音乐、文本、图像、动画等多种媒体元素，以增强学习体验[40]，具有可听、可看、可交互的特点[41]。其可利用STTory、StoryMakAR、Powtoon程序、Pixton平台等工具进行制作。该种多模态叙事，将护理实践中的伦理困境、情感冲突、专业认同，转化为可被感知、讨论和反思的切身感受，提升护生反思能力。

3.2　数字故事在护理教育中的应用情境与思考

3.2.1　作为人文素养与伦理教育的强化工具

数字故事较常用于人文关怀及伦理教育，主要发挥情感强化功能。Guo等[42]和Deng等[43]基于SHARE框架分析故事元素特定事件，使用Photoshop对收集的图像和视频进行预处理，Premiere对叙事材料进行编辑和重新组织，最终形成成果高质量且视觉吸引力高的数字故事，将关怀理念转化为可观察的护理行为，结果显示使用该模式后的护生人文关怀能力、同理心、临床沟通能力、情商得分均高于对照组。Petty等[44]的新生儿故事和Rodríguez-Almagro等[45]精神疾病故事，分组录制并剪辑，上传到YouTube等平台进行传播，通过第一人称叙事打破了护生对特殊群体的刻板印象，让其设身处地了解其所忧所想，建立更真实的情感基础。

3.2.2　作为知识建构与反思深化的实践工具

护生经历从故事观看者转变为创作者的过程。当护生作为故事观看者时，教师将制作好的数字故事直接应用于教学中，Bıyık-Bayram等[46]和邝金芳等[47]借助Pixton平台创建关于隔离预防措施及糖尿病女孩的数字故事，结合U型学习模式，通过动画形式对艰难晦涩的知识进行解读，并通过WhatsApp和Padlet进行故事分享、反馈和讨论。结果显示隔离知识测试得分以及糖尿病综合成绩高于传统教学。当护生角色转变为创作者时，则开始根据学习体验，自主进行数字故事的构建与应用，创作数字故事时，必须对原始经验进行筛选、组织和意义建构，这一过程本身就是一种深度的反思性实践。例如，Urstad等[48]让护生创建数字故事工具以反思其临床实习经历；Christiansen[49]进一步证明，与传统书面反思相比，数字故事减少了护生对学术写作技巧的依赖，更聚焦于自身体验。

4　智能设备：从行为记录到系统反馈

4.1　智能设备概述

智能设备是指嵌入有计算能力、能够连接到互联网或其他设备，并可以进行数据交互和自主执行一定任务的电子设备。该设备控制融合现代网络、大数据、物联网，实现智能化、个性化服务，具有自动化及数字控制的特点[50]。在护理教育中是丰富的数智化载体，实现远程教学与客观评价反馈。

4.2　智能设备在护理教育中的应用情境与效果

4.2.1　智能集成的远程教学与模拟诊疗

将机器人依托智能手机或平板电脑，结合远程技术用于远程教学、远程医疗模拟中，打破地理限制，实现教学的灵活性。Sampsel等[51]使用远程临场机器人系统，支持远程教师通过笔记本电脑、操纵杆和耳机实时控制机器人，与学生和现场教师互动。Danesh等[52]使用Double Robotics的无线视听机器人，将远程技术集成到精神科患者模拟场景中，模拟学生在远程位置对于患者评估及治疗决策。

4.2.2　精准反馈的技能训练与即时评价

智能设备有实时监测、客观评估和即时反馈的功能，可以提升考核及自主学习的效率。护生可利用余惠琴等[53]构建的CPR智能自助式考核站，实现自主预约考试、自主录播、自助考核和云端异步阅卷。Ward等[54]通过Myo可穿戴臂带评估手卫生动作质量，教师可根据设备中的数据记录，了解护生操作易错点，制订下一次的教学计划，有效提升培训效率和操作规范。

5　数智化技术在护理教育应用中的辩证思考

5.1　效度思辨：程序性训练在真实情境中的有效性

XR提高操作熟练度的有效性已得到实证支持，而虚拟环境中对操作练习的程序性熟练，是否能有效应用至充满不确定因素的真实临床场景中？VR静脉穿刺训练可完美模拟标准血管[55]，但无法模拟患者因疼痛而移动的行为，或家属在旁焦虑催促等真实压力。当前技术过度追求视觉和情境的仿真，缺乏触觉[12]和情感的模拟。并且智能考核系统[56]提供的量化反馈，无法评价护理实践中的软实力，甚至护生安抚患者情绪停止操作，可能会因操作步骤延迟得到低分。因此在评价数智化教学成效时，应建立“技能迁移”与“人文关怀”双重评估维度，避免评价系统过度依赖数据，导致护生为算法表演，而非为患者护理。

5.2　角色思辩：技术是增强还是替代人文关怀

数字故事、VR等技术的演绎模拟可以增强护生的同理心，但无论情境多么逼真，虚拟患者的行为本质都是预设算法。护生在反复练习中摸清算法规律，预测患者接下来的情绪，反而可能会对患者情绪的关注有所降低，将复杂人文互动简单化。这种程式化的共情练习，容易造成人际关系处理技能减退、人文关怀忽视、责任感缺失[57]。技术应真正服务于人文，而非取代人文价值，未来需注重如何平衡技术使用与人文关怀。未来在教学设计中需明确技术的作用角色，倡导技术运用与人文体验并重的教学模式，不可忽视真实患者访谈及反思讨论。

5.3　数据思辩：数据驱动是帮助还是束缚

大模型数据分析可基于算法逻辑制定最优学习策略，提高护生学习效率。但在探索性学习中，错误所带来的自我反思同样宝贵。基于海量历史数据的AI模型，可能会影响创新思维，固化现有的护理实践思路。未来教育者应引导学生对算法推荐的批判性评估能力，避免形成数据依赖，思维僵化。建议在数智化教学平台中设计辩证讨论模块，鼓励学生共同参与学习策略的制定。

此外，数据的隐私与安全问题亦不容忽视。护理教育场景中常涉及患者健康信息、临床案例数据，若管理不当，可能导致信息泄露、滥用甚至伦理争议，应建立严格的数据保护措施，如数据匿名化处理、权限分级访问、加密存储和传输，并遵守患者知情同意与透明度的伦理原则。还有学生学情记录等数据，应充分遵守学生数据自主权的伦理原则，赋予学生对其个人学情数据的访问、更正与删除权利，确保在合规的前提下开展数据分析与应用。

5.4　边界思辩：何种教学内容更适合数智化技术

要注意不同教育层次及教学内容与数智化技术的适配性。如在本科教育中，数智化技术更适用于基础技能的模拟与基础知识的总结，以夯实基本功；而在研究生或继续教育阶段，则应侧重于支持复杂病例的数据分析、循证决策与科研思维培养，以提升高阶专业能力。并且数智化技术并非同等适用于所有护理教育内容，使用时不能只考虑形式新颖[58]。对技术全面覆盖的盲目追求，可能会导致资源错配或教学效果不佳，加重学生新技术学习负担且达不到计划效果[59]。在某些课程中，技术或许可作为初步导入，但绝不能替代与标准化病人、真实患者之间的深度互动。传统教学中的不确定性和真实互动本身[60]，就是培养护生应变能力和职业素养的宝贵资源，这也说明数智化教学并不能完全代替传统教学，所有教学模式都有其独特的适用性。未来应划定数智化技术的有效边界，根据教学内容与教育层次灵活调整，并且建立分层分类的课程评价标准体系，监督和调整护理数智化教学，确保评价有理可依[61]。

6　总结与展望：从技术集成走向智慧融合

护理教育的数智化转型必须超越表层的技术集成，迈向深度的智慧融合。未来发展应聚焦以下几个方向：一是数智化技术从以技术为中心转向以学习者发展为中心，评价技术应用成功与否的标准，不应是其新颖设备，而是能否真正促进护生的全面发展；二是加强长期性、混合性与等效性研究，现多为短期效果评估，应进一步开展研究以探究数智化教学对护生毕业后临床表现、职业倦怠率和患者满意度的影响；三是推动系统性数智化教学模式的构建，在教学设计中明确不同技术的适用场景，并配套相应的数据采集、动态反馈与量化评价机制，如学习行为追踪、实时表现反馈与多维度能力评估等；四是建立数智化教育伦理规范，包括算法透明、评价公正、数据隐私与安全保障以及技术滥用的防范机制等，多部门需协同制定适用于护理教育场景的伦理准则和数据管理办法，开展常态化的监督与评估，并将伦理内容系统融入课程设计、案例教学与师资培训中。

数智化技术为护理教育带来前所未有的机遇，也面临深刻挑战。真正的进步不在于拥抱所有新技术，而在于教师及学生能否保持清醒的批判意识，明智地选择、有机地融合、并规范地使用这些技术，最终目标是培养出既精通技能、又深怀仁心，能够驾驭未来复杂卫生保健环境的优秀护理人才。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　赵燕皓、陈彬：提出论文构思、撰写论文；尹京凤、邹海欧：总体把关、审订论文

参考文献

[1] 教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见[EB/OL].(2025-04-11)[2025-08-21]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm.

[2] He Q, Fu Y, Su Y, et al. Understanding Chinese nursing education and practice for developing international nursing partnerships [J]. J Transcult Nurs, 2020, 31(4): 406-412. DOI: 10.1177/1043659619872798.

[3] Nehring WM, Lashley FR. Nursing simulation: a review of the past 40 years [J]. Simul Gaming, 2009, 40(4): 528-552. DOI: 10.1177/1046878109332282.

[4] Foronda CL, Fernandez-Burgos M, Nadeau C, et al. Virtual

simulation in nursing education: a systematic review spanning 1996 to 2018 [J]. Sim Healthcare, 2020, 15(1): 46-54. DOI: 10.1097/sih.0000000000000411.

[5] Glauberman G, Ito-Fujita A, Katz S, et al. Artificial intelligence in nursing education: opportunities and challenges [J]. Hawaii J Health Soc Welf, 2023, 82(12): 302-305.

[6] 罗维, 金晓燕, 侯罗娅, 等. 基于扩展现实技术的护理虚拟仿真实验教学资源的开发与实践研究[J]. 中华护理教育, 2025, 22(1): 21-26. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2025.01.003.

[7] 钱小龙, 朱潇婷, 黄蓓蓓. 在元宇宙中革新终身学习: 基于扩展现实技术的终身学习特征、范式与实践[J]. 教育评论, 2022(4): 3-12. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1109.2022.4.jypl202204002.

[8] Herbert VM, Perry RJ, LeBlanc CA, et al. Developing a smartphone app with augmented reality to support virtual learning of nursing students on heart failure [J]. Clin Simul Nurs, 2021, 54: 77-85. DOI: 10.1016/j.ecns.2021.02.003.

[9] 徐永美, 陈娜, 胡俊, 等. AR技术联合经颅多普勒超声在脑血管疾病护理教学中应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2024, 23(4): 522-527. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20231019-01704.

[10] Kardong-Edgren S, Breitkreuz K, Werb M, et al. Evaluating the usability of a second-generation virtual reality game for refreshing sterile urinary catheterization skills [J]. Nurse Educ, 2019, 44(3): 137-141. DOI: 10.1097/NNE.0000000000000570.

[11] Rodríguez-Abad C, Rodríguez-González R, Martínez-Santos AE, et al. Effectiveness of augmented reality in learning about leg ulcer care: a quasi-experimental study in nursing students [J]. Nurse Educ Today, 2022, 119: 105565. DOI: 10.1016/j.nedt.2022.105565.

[12] Li L, Fan S, Xing Y, et al. Application of mixed reality in prehospital emergency nursing education: a scoping review [J]. Nurse Educ Pract, 2025, 86: 104415. DOI: 10.1016/j.nepr.2025.104415.

[13] Lee H, Han JW, Park J, et al. Development and evaluation of extracorporeal membrane oxygenation nursing education program for nursing students using virtual reality [J]. BMC Med Educ, 2024, 24(1): 92. DOI: 10.1186/s12909-024-05057-2.

[14] Zhao L, Dai X, Chen S. Effect of the case-based learning method combined with virtual reality simulation technology on midwifery laboratory courses: a quasi-experimental study [J]. Int J Nurs Sci, 2024, 11(1): 76-82. DOI: 10.1016/j.ijnss.2023.12.009.

[15] Zechner O, García-Guirao D, Schrom-Feiertag H, et al. NextGen training for medical first responders: advancing mass-casualty incident preparedness through mixed reality technology [J]. Multimodal Technol Interact, 2023, 7(12): 113. DOI: 10.3390/mti7120113.

[16] Sepanloo K, Shevelev D, Son YJ, et al. Assessing physiological stress responses in student nurses using mixed reality training [J]. Sensors, 2025, 25(10): 3222. DOI: 10.3390/s25103222.

[17] Pérez de Los Cobos Cintas C, Vuillerme N, Thomann G, et al. Effect of an extended reality simulation intervention on midwifery students' anxiety: systematic review [J]. JMIR Nurs, 2025, 8: e68984. DOI: 10.2196/68984.

[18] Zhong Y, Champion JD. Assessing the effectiveness of nursing virtual reality simulation for English as second language students to decrease anxiety in clinical courses [J]. J Nurs Educ Pract, 2024, 15(2): 46-56. DOI: 10.5430/jnep.v15n2p46.

[19] Bahadur AG, Antinucci R, Hargreaves F, et al. Immersive virtual reality simulation for suicide risk assessment training: innovations in mental health nursing education [J]. Clin Simul Nurs, 2024, 96: 101608. DOI: 10.1016/j.ecns.2024.101608.

[20] 兰国帅, 宋帆. 人工智能教育应用: 智能工具、优势挑战与未来发展[J]. 阅江学刊, 2025, 17(2): 157-169. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7089.2025.02.014.

[21] 李璇, 孙蓓. 联通主义学习理论视角下虚拟仿真实验课程的建设路径研究[J]. 科技风, 2024(21): 53-55. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202421018.

[22] 李凤侠, 刘筝筝, 胡成文, 等. 基于建构主义学习理论构建护士的死亡教育方案[J]. 中华护理杂志, 2021, 56(11): 1685-1690. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2021.11.014.

[23] 吴杨, 吕钰琪, 杜钧, 等. 知识图谱驱动智能学习的内生逻辑[J]. 中国电化教育, 2025(2): 122-130. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9860.2025.02.018.

[24] 张燕, 叶萌. 基于知识图谱的《母婴护理》课程知识体系的构建[C]. 上海:第六届上海国际护理大会, 2024: 70.

[25] 鲍康宁, 淮盼盼, 金瑞华, 等. 社区护理学课程知识图谱的构建及应用研究[J]. 中华护理教育, 2024, 21(11): 1322-1328. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2024.11.008.

[26] 杨智慧, 李兴雯, 闭晓君, 等. 健康评估课程知识图谱的构建及初步应用研究[J]. 中华护理教育, 2024, 21(9): 1035-1040. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2024.09.001.

[27] Akutay S, Yüceler Kaçmaz H, Kahraman H. The effect of artificial intelligence supported case analysis on nursing students' case management performance and satisfaction: a randomized controlled trial [J]. Nurse Educ Pract, 2024, 80: 104142. DOI: 10.1016/j.nepr.2024.104142.

[28] Srinivasan M, Venugopal A, Venkatesan L, et al. Navigating the pedagogical landscape: exploring the implications of AI and chatbots in nursing education [J]. JMIR Nurs, 2024, 7: e52105. DOI: 10.2196/52105.

[29] Gapp D. Using open artificial intelligence platforms as a resource in nursing education [J]. Nurse Educ, 2023, 48(5): 253. DOI: 10.1097/NNE.0000000000001454.

[30] Kowitlawakul Y, Tan JJM, Suebnukarn S, et al. Development of an artificial intelligence teaching assistant system for undergraduate nursing students: a field testing study [J]. Comput Inform Nurs, 2024, 42(5): 334-342. DOI: 10.1097/CIN.0000000000001103.

[31] 吴同, 魏愉, 杨伟生, 等. 人工智能视域下护理专业课堂教学行为分析与评价系统设计[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(6): 741-745, 761. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202406008.

[32] 田建林, 崔亚强, 余淇, 等. 智慧教学环境下课堂教学行为分析探索与实践[J]. 教育信息技术, 2023(增刊2): 138-141.

[33] 王飞跃. 我国生成式人工智能的发展现状与趋势[J]. 人民论坛, 2025(2): 21-26. DOI: 10.3969/j.issn.1004-3381.2025.02.005.

[34] Saatçi G, Korkut S, Ünsal A. The effect of the use of artificial intelligence in the preparation of patient education materials by nursing students on the understandability, actionability and quality of the material: a randomized controlled trial [J]. Nurse Educ Pract, 2024, 81: 104186. DOI: 10.1016/j.nepr.2024.104186.

[35] Lin Y, Li C, Li H. Comparing AI-generated and traditional textbook

multiple-choice questions in nursing education: a prompt engineering-based Delphi study [J]. Med Teach, 2025: 1-12. DOI: 10.1080/0142159X.2025.2533401.

[36] 徐文博, 周晓平. 类ChatGPT大语言模型在护理课程考核中的应用探索: 基于ChatGPT、文心一言、讯飞星火测试[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(5): 567-571. DOI: 10.13566/j.cnki.cmet.cn61-1317/g4.202405005.

[37] Arkan B, Dallı ÖE, Varol B. The impact of ChatGPT training in the nursing process on nursing students' problem-solving skills, attitudes towards artificial intelligence, competency, and satisfaction levels: single-blind randomized controlled study [J]. Nurse Educ Today, 2025, 152: 106765. DOI: 10.1016/j.nedt.2025.106765.

[38] Shorey S, Ang E, Yap J, et al. A virtual counseling application using artificial intelligence for communication skills training in nursing education: development study [J]. J Med Internet Res, 2019, 21(10): e14658. DOI: 10.2196/14658.

[39] Kejingyun S, Rao M. Randomized controlled study on the impact of problem-based learning combined with large language models on critical thinking skills in nursing students [J]. Nurse Educ, 2025, 50(4): 216-220. DOI: 10.1097/NNE.0000000000001879.

[40] Altindağ Kumaş Ö. The power of digital story in early mathematics education: innovative approaches for children with intellectual disabilities [J]. PLoS One, 2024, 19(4): e0302128. DOI: 10.1371/journal.pone.0302128.

[41] Robin B, McNeil S. The evolution of digital storytelling technologies: from PCs to iPads and e-books[C]//Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, New Orleans, Louisiana, United States, Mar 25, 2013, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2013: 1712-1720.

[42] Guo J, Deng X, Zhu J, et al. Effects of humanistic care digital storytelling programme on the humanistic qualities of intensive care unit nursing students: a mixed-methods study [J]. Nurse Educ Pract, 2025, 85: 104348. DOI: 10.1016/j.nepr.2025.104348.

[43] Deng X, Ye M, Li W, et al. Development of a humanistic care digital storytelling programme for intensive care unit nursing students: feasibility and satisfaction analysis [J]. Nurse Educ Today, 2024, 132: 105998. DOI: 10.1016/j.nedt.2023.105998.

[44] Petty J, Jarvis J, Thomas R. Exploring the impact of digital stories on empathic learning in neonatal nurse education [J]. Nurse Educ Pract, 2020, 48: 102853. DOI: 10.1016/j.nepr.2020.102853.

[45] Rodríguez-Almagro J, Del Carmen Prado-Laguna M, Hernández-Martínez A, et al. The impact on nursing students of creating audiovisual material through digital storytelling as a teaching method [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(2): 694. DOI: 10.3390/ijerph18020694.

[46] Bıyık-Bayram S, Gülnar E, Caliskan N, et al. The effect of digital storytelling on nursing students' compliance with isolation precautions and their knowledge levels: a randomized controlled trial [J]. J Comput Assist Learn, 2024, 40(6): 3278-3289. DOI: 10.1111/jcal.13062.

[47] 邝金芳, 吕英华, 韦伟, 等. 数字故事结合U型学习模式在内分泌科护理教学中的应用[J]. 护理学杂志, 2024, 39(17): 6-10. DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2024.17.006.

[48] Urstad KH, Ulfsby KJ, Brandeggen TK, et al. Digital storytelling in clinical replacement studies: nursing students' experiences [J]. Nurse Educ Today, 2018, 71: 91-96. DOI: 10.1016/j.nedt.2018.09.016.

[49] Christiansen A. Storytelling and professional learning: a phenomenographic study of students' experience of patient digital stories in nurse education [J]. Nurse Educ Today, 2011, 31(3): 289-293. DOI: 10.1016/j.nedt.2010.10.006.

[50] 左富昊, 张淑莲, 李渊博, 等. 智能化工具的设计与实现: 以智能可越界式擦玻璃机器人为例[J]. 信息记录材料, 2020, 21(5): 228-229. DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2020.05.150.

[51] Sampsel D, Vermeersch P, Doarn CR. Utility and effectiveness of a remote telepresence robotic system in nursing education in a simulated care environment [J]. Telemed J E Health, 2014, 20(11): 1015-1020. DOI: 10.1089/tmj.2014.0038.

[52] Danesh V, Rolin D, Hudson SV, et al. Telehealth in mental health nursing education: health care simulation with remote presence technology [J]. J Psychosoc Nurs Ment Health Serv, 2019, 57(7): 23-28. DOI: 10.3928/02793695-20190306-01.

[53] 余惠琴, 孙停瑞, 孙立明, 等. 基于RCDP的CPR智能"自助式"考核站的构建[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(4): 181-185. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2025.04.037.

[54] Ward SR, Scott BC, Rubin DM, et al. Development of a novel cardiopulmonary resuscitation measurement tool using real-time feedback from wearable wireless instrumentation [J]. Resuscitation, 2019, 137: 183-189. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2019.02.019.

[55] 王萍, 颜文贞, 王芳, 等. 沉浸式虚拟现实技术在静脉注射法实验教学中的应用[J]. 中国护理管理, 2020, 20(2): 176-180. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2020.02.006.

[56] Yang J, Shi G, Zhu W, et al. Intelligent technologies in smart education: a comprehensive review of transformative pillars and their impact on teaching and learning methods [J]. Humanit Soc Sci Commun, 2025, 12: 1239. DOI: 10.1057/s41599-025-05444-0.

[57] 罗静, 谭雪梅, 颜敏, 等. 虚拟现实技术在静脉输液教学中应用的研究进展[J]. 护理研究, 2022, 36(5): 864-868. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2022.05.019.

[58] 孟方, 王士雷, 徐继承. 高等医学院校课程教学改革与教改课程认定工作的实践探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2023, 22(12): 1825-1829. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220530-01530.

[59] 杨飞, 黄蓉, 徐为群, 等. 虚拟现实技术在护理专业技能训练中应用的范围综述[J]. 中华护理教育, 2022, 19(4): 318-324. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2022.04.006.

[60] In N, Wakamatsu R, Miyakawa H, et al. Development and educational effectiveness of a mixed reality (MR) program to support clinical judgment in the observation of postoperative patients[J]. Healthcare, 2024, 12(23): 2357. DOI: 10.3390/healthcare12232357.

[61] 罗云婷, 张欣莉, 蒋艳. 基于数智赋能项目制教学法的《患者安全》本科教学改革探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2025, 24(1): 92-97. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240712-01962.

（收稿日期：2025-11-03）
（本文编辑：兰明娟）