·数智护理教育专题·

知识图谱+数字人干预对护理本科生在线学习投入的影响：以《外科护理学》为例

李莎　刘礼微　卢海霞　何芊芊　余焕　马丽
贵州医科大学护理学院，贵阳 550025
通信作者：马丽，Email：915895760@qq.com

【摘要】 目的　探讨“知识图谱+数字人”联合干预对护理本科生在线学习投入、探究社区三维存在感及学习动机的影响。**方法**　采用自身前后对照实验，于2025年8月至10月，选取贵州医科大学修读《外科护理学》的282名三年级本科生作为研究对象。依托超星学习通平台，实施为期8周的知识图谱与数字人融合教学干预。干预前后，分别采用在线学习投入量表、中文版探究社区（community of inquiry，CoI）量表及修订教材动机调查（revised instructional materials motivation survey，RIMMS）量表进行测量，并同步收集平台行为数据。统计分析使用SPSS 27.0软件，前后比较采用配对 t 检验。**结果**　干预后，学生在线学习投入水平（72.15 ± 10.53）明显高于干预前（66.96 ± 9.41），差异具有统计学意义（t=–6.17，P<0.001）；干预后，CoI量表中认知存在维度与社会存在维度较干预前均显著提高，差异具有统计学意义（t=–2.18、–3.08，P=0.030、0.002），而教学存在维度在干预前后无显著变化（t=–1.22，P=0.223）；干预后，RIMMS总分较干预前显著提升（t=–3.05，P=0.002）；干预后，学生平台与课堂的讨论频率明显上升（t=–6.75、–6.98，均P<0.001）。**结论**　将知识图谱与数字人嵌入在线课程，能够有效提升学生的在线学习投入、认知存在与社会存在水平，激发学习动机，为护理专业在线教学模式优化与数字化教学资源建设提供实证依据。

【关键词】 知识图谱；　数字人；　外科护理学；　在线学习投入
【中图分类号】 R473.6
基金项目：中华医学会医学教育分会、全国医学教育发展中心2025年医学教育研究重点课题（2025A41）；2025年度贵州省高等学校本科教学内容和课程体系改革项目一般项目（GZJG2025152）；贵州医科大学2025年度本科教学内容和课程体系改革重点项目（JG2025019）；2023年贵州医科大学第三批“课程思政”建设项目（SZ2023033）
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20251130-02252

Impact of knowledge graph and digital human intervention on online learning engagement among nursing undergraduates: a case study of the Surgical Nursing course

Li Sha, Liu Liwei, Lu Haixia, He Qianqian, Yu Huan, Ma Li
School of Nursing, Guizhou Medical University, Guiyang 550025, China
Corresponding author: Ma Li, Email: 915895760@qq.com

【Abstract】 Objective　To investigate the effects of knowledge graph + digital human intervention on online learning engagement, three presences in the Community of Inquiry framework, and learning motivation among undergraduate nursing students. **Methods**　A self-controlled pre- and post-intervention experimental design was employed. From August to October 2025, 282 third-year undergraduate students enrolled in the Surgical Nursing course at Guizhou Medical University were selected as research subjects. A teaching intervention combining knowledge graphs and digital humans was implemented over eight weeks via the Chaoxing Learning Pass platform. Pre- and post-intervention, measurements were conducted using the Online Learning Engagement Scale, the Chinese version of the Community of Inquiry Scale, and the Reduced Instructional Materials Motivation Survey. Platform behavioral data were also collected concurrently. Statistical analysis was performed using SPSS 27.0, with paired t-tests used for pre- and post-intervention

comparisons. **Results** Post-intervention student online learning engagement score was significantly higher than that before the intervention (72.15 ± 10.53 vs. 66.96 ± 9.41, t=−6.17, P<0.001). Post-intervention, both the cognitive and social presence dimensions of the Community of Inquiry Scale showed significant improvements compared to pre-intervention levels (t=-2.18, P=0.030; t=−3.08, P=0.002), while no significant change was observed in the teaching presence dimension (t=−1.22, P=0.223). The total Reduced Instructional Materials Motivation Survey score was also significantly increased after the intervention (t=−3.05, P=0.002). Post-intervention, student discussion frequency on the platform and in class increased notably (t=−6.75, P< 0.001; t=−6.98, P<0.001). **Conclusions** Embedding knowledge graphs and digital humans into online courses effectively enhanced student online learning engagement, levels of cognitive and social presence, and learning motivation. These findings provide empirical evidence for optimizing online teaching models and developing digital teaching resources in nursing education.

【**Key words**】 Knowledge graph;　Digital human;　Surgical nursing;　Online learning engagement

Fund program: Key Medical Education Research Project 2025, Chinese Medical Association Medical Education Branch & National Medical Education Development Center (2025A41); Approved General Project for Guizhou Provincial Higher Education Undergraduate Teaching Content and Curriculum System Reform 2025 (GZJG2025152); Guizhou Medical University 2025 Key Project for Undergraduate Teaching Content and Curriculum System Reform (JG2025019); Approved Project for Guizhou Medical University's Third Batch of "Course-based Ideological and Political Education" Development 2023 (SZ2023033)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20251130-02252

《外科护理学》作为护理专业核心课程之一，具有知识体系庞杂、逻辑关联性强的特点[1]，对学生知识整合与批判性思维能力要求较高。随着医学教育向数字化、智能化发展，混合式学习已成为护理教育的重要教学模式[2]。尽管该模式在提升学习灵活性和资源可及性方面具有优势，但在实际教学中，课程内容常以文本形式呈现，这易使学生认知碎片化，难以形成系统连贯的知识框架，进而影响知识迁移和临床思维能力的培养。此外，在混合式教学情境下，护理专业学生常面临学习孤立感强、学习动力难以维持以及学习参与度不足等挑战，影响学习投入和效果[3]。研究表明，在线学习投入是预测学习成效、自我效能、课程满意度和持续学习意愿的重要因素[4]，而学习投入的提升则依赖学习者在认知、情感与教学支持层面的综合体验。

为此，本研究引入探究社区（community of inquiry，CoI）理论作为总体研究框架。该理论指出，认知存在、社会存在和教学存在共同决定了学习者在在线环境中的深度参与程度[5]。在数字化背景下，护理教育的重要任务是：如何在在线学习环境中增强这三维存在感，进而提高学生的学习投入和知识建构深度。本研究旨在借助数字化手段强化这三维存在感：知识图谱[6]以结构化、网络化的方式呈现复杂知识间的关联，有助于学习者在高认知负荷情境下形成整体性理解，因而被广泛应用于医学教育数字资源建设；数字人[7]通过拟人化呈现方式，以短视频、语音或表情等形式与学习者建立情感连接，为在线学习情境引入情感线索和互动提示，有助于增强学习过程中的陪伴感和参与感，在促进社会存在方面独具优势。将知识图谱与数字人协同应用于《外科护理学》在线教学，有助于提升该课程在线学习质量，但目前尚缺乏类似实证研究。基于此，本研究以 CoI 理论为指导，将知识图谱与数字人视频共同嵌入《外科护理学》在线课程，通过前后对照研究，系统探究该教学方法对学生在线学习投入和学习效果的影响，以期为护理专业在线教学模式优化和数字化教学资源建设提供实证依据。

1　对象与方法

1.1　研究对象

选取贵州医科大学护理学院护理学专业本科三年级、正在修读《外科护理学》课程的 282 名学生作为研究对象，其中男生 98 名，女生 184 名，年龄为（21.08 ± 1.03）岁。这些学生均已完成基础护理学等先导课程的学习，能熟练操作超星学习通平台。研究排除了因请假等原因导致课程缺课超过教学总学时 20% 的学生。本研究已获学校伦理委员会批准（伦理编号：2025 伦审第（293）号），所有学生均知情并同意参与。干预周期为 8 周。

1.2　教学方法

本研究运用自身前后对照的实验设计，构建了“知识图谱 + 数字人”混合教学干预模式。此模式依托超星学习通在线平台开展，具体如图 1 所示。

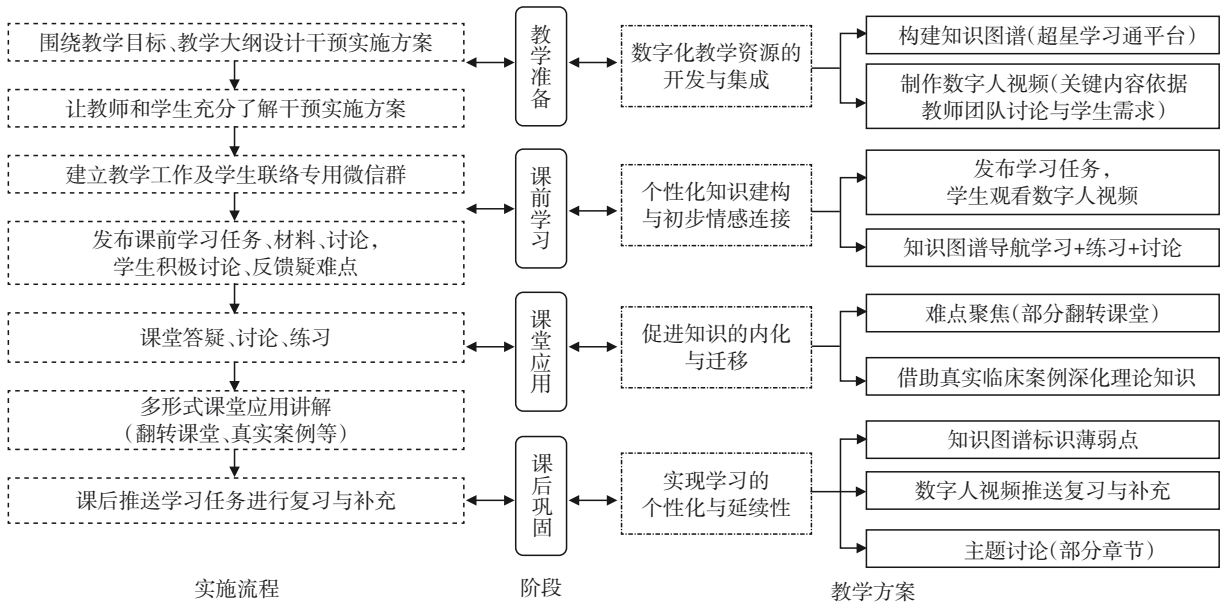


图 1　“知识图谱+数字人”混合教学方案与实施流程

1.2.1　教学准备阶段

此阶段是干预实施的基础，核心任务是完成数字化教学资源的开发与集成。首先，在知识图谱构建方面，教学团队以《外科护理学》课程大纲和核心知识点为依据，利用超星学习通“知识图谱”模块构建结构化知识图谱。图谱节点围绕外科护理核心内容设置，涵盖疾病与手术类型、围手术期护理评估要点、主要风险因素、护理措施、并发症预警以及监测与处置指标等要素，通过可视化方式呈现知识间的层级关系和逻辑路径。其次，数字人视频制作涵盖《外科护理学》课程各章节的关键内容，这些关键内容由授课教师团队讨论并结合学生学习需求确定。视频制作设计包括章节导学、难点精讲和情感激励，选用学生熟悉的授课教师的数字人模型，每个关键内容生成时长 5~10 min 的视频。最终，所有视频均关联到知识图谱，作为核心学习材料，由系统上传并嵌入超星学习通平台的相应课程章节中。整个课程数字人视频总时长高达 600 余分钟，本次干预期间数字人视频时长为 149 min。

1.2.2　课前自主学习阶段

此阶段着重于学生的个性化知识建构及初步情感联结。在每章节学习开始时，教师会发布明确的学习任务。学生观看数字人视频，借助其拟人化讲解构建学习情境、形成初步印象，进而激发学习兴趣。随后，学生借助知识图谱开展导航学习，通过点击展开图谱节点，系统掌握知识点间的层级关系与关联，形成结构化认知；同时，知识图谱会同步展示知识掌握度，学生可根据图谱提示回校查漏补缺，并完成平台推送的对应练习题。在此过程中，学生可将疑难问题提交至课程讨论区，教师与助教会提供在线答疑，实现初步的教学交互。

1.2.3　课堂深化应用阶段

此阶段，教师通过课堂授课，加深学生对课前学习内容的理解并解答疑惑，促进知识的内化与迁移。课堂时间主要用于：①难点聚焦（部分章节视教学安排采用翻转课堂模式）：教师依据平台记录的学情数据，展示共性疑难问题，引导学生利用知识图谱提供的逻辑路径展开讨论与解答，培养其批判性思维。②案例深化：运用真实临床案例，鼓励学生引用数字人视频中的技巧提示作为依据，小组协作制订护理计划，将理论知识应用于模拟临床情境，提升解决问题的能力。

1.2.4　课后巩固拓展阶段

此阶段致力于实现学习的个性化与延续性。系统依据学生的课前及课堂表现，借助知识图谱自动标记出其个性化薄弱点，然后推送相关数字人视频，供其复习巩固、补充学习。同时，在部分章节设计紧密结合临床实践的主题讨论，鼓励学生开展更深层次的社会性知识建构与交流，进一步巩固学习效果，把学习延伸到课堂之外。

1.3　评价方式

1.3.1　在线学习投入测评

在线学习投入用于描述学生在达成在线课程学习目标过程中所展现出的、涵盖知情意行的综合表现。研究采用尹睿和徐欢云[4]编制的在线学习投入量表，该量表包含行为投入、认知投入、情感投入

和社会交互投入4个维度，共19个条目。量表各项采用Likert 5级量表评分法（1分表示完全不符合，5分表示完全符合），分数越高，表明在线学习投入程度越大。在本研究中，量表整体的Cronbach's α系数为0.928。

1.3.2 CoI三维度存在感测评

采用兰国帅等[5]编制的中文版探究社区量表，评价学生在课程中的学习体验与交互感受。该量表包括教学存在、社会存在和认知存在3个维度，共27个条目。量表各项采用Likert 5级量表评分法（非常不同意=1分，非常同意=5分），得分越高，表示存在感越强。本研究中，量表整体的Cronbach's α系数为0.975。

1.3.3 学习动机与行为表现测评

研究采用的修订教材动机调查（revised instructional materials motivation survey，RIMMS）问卷[8]，是衡量学生参与度、评估教学方法对学生学习体验整体有效性的可靠工具。该问卷包含注意力、相关性、信心和满意度4个维度，共12个语句。量表各项采用Likert 5级量表评分（不正确=1分，非常正确=5分），得分越高，表明学生在使用本研究教学方法时的学习动机越强，对教学模式的参与度和认可度越高。本研究中，量表整体Cronbach's α系数为0.954。同时，结合平台后台记录的学习日志数据（包括视频观看完成率、讨论区发言次数及学习频率等指标），以评价学习行为的客观表现。

1.4 数据收集

分别在干预前和干预后进行数据收集。通过超星学习通平台，定向发放在线学习投入量表、中文版CoI量表、RIMMS量表，同时收集学生参与讨论的频率及章节习题优秀率等指标。本研究共回收前测、后测有效问卷各282份。

1.5 统计学方法

采用SPSS 27.0统计软件进行数据处理。计量资料以均数 ± 标准差表示，干预前后比较采用配对t检验。检验水准α=0.05。

2 结果

2.1 干预前后在线学习投入量表得分比较

干预后，护理本科生在线学习投入量表总分显著高于干预前，差异具有统计学意义（P<0.001）。在行为投入、认知投入、情感投入和社会交互投入维度上，得分也均显著高于干预前水平（均P<0.01）。其中，认知投入（t=−5.43，P<0.001）、情感投入（t=−6.46，P<0.001）和社会交互投入（t=−6.36，P<0.001）的提升幅度最为显著。结果见表1。

表1 干预前后在线学习投入量表得分比较（n=282，分，$\bar{x} \pm s$）

评价项目	前测	后测	t值	P值
行为投入	15.21 ± 2.07	15.72 ± 2.36	−2.62	0.009
认知投入	17.59 ± 2.69	18.88 ± 2.97	−5.43	<0.001
情感投入	20.80 ± 3.77	22.79 ± 3.49	−6.46	<0.001
社会交互投入	13.37 ± 2.66	14.76 ± 2.78	−6.36	<0.001
总分	66.96 ± 9.41	72.15 ± 10.53	−6.17	<0.001

2.2 干预前后中文版探究社区量表得分比较

干预后，护理本科生中文版探究社区量表总分显著高于干预前，差异有统计学意义（t=−2.08，P=0.038），学生认知存在（t=−2.18，P=0.030）与社会存在（t=−3.08，P=0.002）维度得分显著提高，教学存在维度虽略有提升但未达到统计学意义（t=−1.22，P=0.223），结果见表2。

表2 干预前后中文版探究社区量表得分比较（n=282，分，$\bar{x} \pm s$）

评价项目	前测	后测	t值	P值
认知存在维度	34.15 ± 5.03	34.83 ± 4.87	−2.18	0.030
教学存在维度	51.10 ± 7.47	51.67 ± 7.35	−1.22	0.223
社会存在维度	18.94 ± 3.01	19.54 ± 2.88	−3.08	0.002
总分	104.20 ± 14.55	106.04 ± 14.38	−2.08	0.038

2.3 干预前后RIMMS量表得分比较

干预后，护理本科生RIMMS量表总分均显著高于干预前，差异有统计学意义（均P<0.05），在注意力、相关性、信心、满意度维度方面均显著高于干预前水平（均P<0.05），其中相关性（t=−3.36，P<0.001）与信心（t=−3.30，P<0.001）提升幅度最为突出。结果见表3。

表3 干预前后RIMMS量表得分比较（n=282，分，$\bar{x} \pm s$）

评价项目	前测	后测	t值	P值
注意力	11.29 ± 1.91	11.54 ± 1.87	−2.00	0.046
相关性	11.33 ± 1.77	11.75 ± 1.91	−3.36	<0.001
信心	10.95 ± 1.88	11.38 ± 1.88	−3.30	<0.001
满意度	11.52 ± 2.04	11.83 ± 1.91	−2.23	0.027
总分	45.09 ± 7.04	46.5 ± 7.03	−3.05	0.002

2.4 干预前后平台与课堂学习讨论频率与章节习题优秀率比较

干预后学生在平台讨论频率为（3.43 ± 0.763）次，显著高于干预前的（2.93 ± 0.98）次，差异具有统计学意义（t=−6.75，P<0.001）；干预后课堂互动频率为（3.40 ± 0.71）次，显著高于干预前的（3.01 ± 0.65）次，差异具有统计学意义（t=−6.98，P<0.001）。结果

见表4。此外，通过学习通后台成绩监测，本研究中学生章节系统优秀率（80分及以上人数占比）从第一次的90.30%提升到最后一次的97.60%。

表4　干预前后平台与课堂数据比较（n=282，分，$\bar{x} \pm s$）

评价项目	前测	后测	t值	P值
平台讨论频率	2.93 ± 0.98	3.43 ± 0.76	−6.75	<0.001
课堂讨论频率	3.01 ± 0.65	3.40 ± 0.71	−6.98	<0.001

3　讨论

3.1　知识图谱与数字人协同干预显著提升学生在线学习投入

本研究发现，干预后，学生的在线学习投入及其行为、认知、情感、社会交互4个维度均显著提升，尤其认知投入、情感投入和社会交互投入的改善最为突出，这表明该教学干预对学生认知建构、情感认同及协作交流的促进作用尤为显著。知识图谱将课程知识体系中复杂且逻辑关联性强的知识转化为结构化和可视化的形式，同时联合数字人将情感、认知与学习行为相匹配，为学习者提供更具冲击力和体验感的交互方式[9]。知识图谱以节点–关系可视化方式整合呈现《外科护理学》课程的知识结构，让学生能在复杂的学科知识体系中更快找到概念间的逻辑路径，降低认知负荷，改善知识组织结构[10]，这有助于提升学生的认知投入。近年来，知识图谱在教育场景中多用于概念可视化、语义检索和个性化学习路径构建，在改善学习者对复杂领域知识的组织能力方面展现出较大潜力[11]。数字人则通过整合课程章节精华知识、采用拟人化表达和情感提示，强化学习陪伴感，提高学生的情感投入和行为参与[9]。国内外研究均表明，认知支持与社会情感支持协同作用能够显著提升在线学习的持续性和深度参与度[12-13]。这与本研究结果一致，并进一步印证，对于结构复杂、逻辑性强的护理专业课程而言，多维融合的教学模式对学习投入和效果具有显著优势。在线学习投入的提升不仅是理论知识的内化吸收，更是为学生后续临床决策能力、知识灵活运用能力的培养奠定基础。知识图谱的节点深度和关联逻辑仍可进一步优化；数字人需要更强的学科情境表达能力和临床实践导向功能。未来可基于行为数据进行个性化节奏推送，实现学习路径的精细化调控。

3.2　知识图谱与数字人协同干预有效提升学生认知存在和社会存在

本研究发现，干预后学生的认知存在和社会存在均显著提升，但教学存在差异不存在统计学意义。这表明，该教学干预在促进认知建构与社会交互方面作用明显，而对教学组织与引导维度的影响相对有限。在认知层面，知识图谱的显性知识逻辑路径为学生提供了清晰的概念框架与思维导向，有效促进了学生的深度理解与批判性思维的发展。类似研究证实，结构化知识表征能够显著增强学习者的知识整合与认知组织能力[14]。在社会存在层面，数字人通过语调变化、面部表情、身体姿态等社交信号，营造出区别于以往教学视频的、更具情感温度的学习环境，促进了学生的互动意愿和情感联结[15]。这一发现与现有研究结论一致，即教学代理的情感表达能够显著提升学习者的归属感与互动意愿[16]。然而，教学存在作为反映教师教学设计、引导与反馈能力的核心维度，在此次干预中虽较干预前有所提高，但差异未达统计学意义。这可能源于以下几个关键因素：首先，本干预并未重构教师的教学组织与反馈机制，因此教学存在的改善有限；其次，本研究干预周期相对较短，学生尚未在较长的交互过程中体验到教师教学行为的显著变化，从而限制了教学存在的提升；此外，数字人在促进深度讨论与知识整合方面的功能仍存在局限，在应对复杂教学情境时仍难以替代教师的专业判断与引导[17]。最后，本研究依托的《外科护理学》课程原本教学结构较清晰，学生对教学存在的基线评价较高，可能存在天花板效应，导致提升幅度未达到统计学意义。本研究揭示，教师的专业判断与个性化反馈仍是保障教学质量的关键。未来可将教师引导策略与数字人相结合，探索数字人技术与教师教学行为的协同机制，并延长干预周期以观察教学存在的长期变化。

3.3　知识图谱与数字人协同干预显著增强学生学习动机与行为表现

本研究发现，干预后，学生的RIMMS总分以及注意力、相关性、信心、满意度4个维度均显著提高。这表明，该教学干预在激发并维持学生学习兴趣、建立知识与个人及职业的关联、提升学习信心和整体满意度方面，均具有积极效果，且学生对该教学方式的参与度和认可度较高。知识图谱以结构化、层级化的方式呈现课程内容，让学习路径更加清晰，有助于学生把握知识的内在逻辑，进而提高材料的相关性与可理解性，增强学习者对学习内容的价值判断和掌控感[18]。数字人的嵌入能强化学生在学习过程中的注意维持和自我效能感，有助于学习者在虚拟情境中保持稳定的动机水平，促进知识的

理解与内化[19]。上述发现说明，认知支持与情感支持的联合应用对促进在线学习动机具有积极意义。同时，学习动机的增强也在学习行为中有所体现。平台与课堂行为数据显示，干预后学生讨论频率和互动行为显著增加，这一结果反映出学生在融合教学环境下学习参与行为的积极转变。学习动机、学习投入与学习行为的协同改善，进一步验证了知识图谱与数字人协同作用在知识结构复杂、逻辑要求较高的护理专业课程中的适用性和有效性。未来，可结合RIMMS量表的维度特征，针对不同动机类型的学生设计分层教学与个性化反馈策略，并结合学习行为数据优化个性化学习路径推送机制，以进一步完善在线护理课程的精准教学和持续动机支持体系。

综上，本研究将知识图谱与数字人技术整合后引入《外科护理学》在线课程，验证了二者协同在改善学生在线学习的投入、认知存在、社会存在以及学习动机等方面具有积极作用，为护理专业在线教学模式的优化与数字化教学资源建设提供了实证依据。同时，本研究仍存在一些局限性：首先，本研究采用自身前后对照设计，未来可采用随机对照试验，以更有力地控制混杂因素；其次，干预周期为8周，其效果的长期持续性有待通过追踪研究来验证；此外，本研究主要关注整体效果，对于数字人形象特征、交互方式等关键属性在学习中的具体作用，尚缺乏深入探讨。未来研究可进一步探索数字人技术与教师教学行为的协同机制，通过延长干预周期、丰富行为数据采集和学习轨迹分析，持续跟踪其对学习习惯、学习策略培养以及长期学习成效的影响，以期推动在线护理教育模式持续改进与深化发展。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　李莎、刘礼微：研究构思、课程实施、数据整理、论文撰写；卢海霞、马丽：研究设计、实施指导、论文修改；何芊芊、余焕：教学资源建设、数据收集与整理

参考文献

[1] 徐菊玲，黄三雄，王春生，等. 形成性评价体系在翻转课堂教学模式下外科护理学中的应用效果研究[J]. 护理研究，2021，35(10)：1822-1826. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2021.10.024.

[2] Li M, Hong Y, Wu A, et al. The effectiveness of blended learning in nursing and medical education: an umbrella review [J]. Nurse Educ Pract, 2025, 86: 104421. DOI: 10.1016/j.nepr.2025.104421.

[3] 李若宁，吕利明，魏怡. 混合式教学模式下本科护生在线学习期间健康状况研究[J]. 校园心理，2025，23(5)：416-421. DOI: 10.19521/j.cnki.1673-1662.2025.05.008.

[4] 尹睿，徐欢云. 在线学习投入结构模型构建：基于结构方程模型的实证分析[J]. 开放教育研究，2017，23(4)：101-111. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2017.04.010.

[5] 兰国帅，钟秋菊，吕彩杰，等. 探究社区量表中文版的编制：基于探索性和验证性因素分析[J]. 开放教育研究，2018，24(3)：68-76. DOI: 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2018.03.008.

[6] 邱胜海，孙梦馨，成焕波，等. 知识关联视角下课程知识图谱融合教学改革研究[J]. 中国现代教育装备，2025(21)：158-161. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2025.21.044.

[7] Mayer RE. Using multimedia for E-learning [J]. J Comput Assist Learn, 2017, 33(5): 403-423. DOI: 10.1111/jcal.12197.

[8] Wang S, Christensen C, Xu Y, et al. Measuring Chinese middle school students' motivation using the reduced instructional materials motivation survey (RIMMS): a validation study in the adaptive learning setting [J]. Front Psychol, 2020, 11: 1803. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.01803.

[9] 翟雪松，吴庭辉，李翠欣，等. 数字人教育应用的演进、趋势与挑战[J]. 现代远程教育研究，2023，35(6)：41-50. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5195.2023.06.005.

[10] 张山，吴瑛. 支气管哮喘患者护理教学内容知识图谱的构建[J]. 中华护理教育，2024，21(3)：269-275. DOI: 10.3761/j.issn.1672-9234.2024.03.002.

[11] Qu K, Li KC, Wong BTM, et al. A survey of knowledge graph approaches and applications in education [J]. Electronics, 2024, 13(13): 2537. DOI: 10.3390/electronics13132537.

[12] 刘清堂，杨诗涵，郑欣欣，等. 认知群体感知工具对在线协作学习知识建构水平的影响研究[J]. 电化教育研究，2024，45(10)：49-57. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2024.10.007.

[13] Wu R. The relationship between online learning self-efficacy, informal digital learning of English, and student engagement in online classes: the mediating role of social presence [J]. Front Psychol, 2023, 14: 1266009. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1266009.

[14] Zheng L, Shi Z, Gao L, et al. A novel group cognitive graph approach for improving collaborative problem solving [J]. Int J Educ Technol High Educ, 2025, 22(1): 18. DOI: 10.1186/s41239-025-00520-6.

[15] Herbert C, Dołżycka JD. Teaching online with an artificial pedagogical agent as a teacher and visual avatars for self-other representation of the learners. Effects on the learning performance and the perception and satisfaction of the learners with online learning: previous and new findings [J]. Front Educ, 2024, 9: 1416033. DOI: 10.3389/feduc.2024.1416033.

[16] 刘清堂，苗恩慧，郑欣欣，等. 教学代理的个性化情感反馈对大学生在线同步讨论学习投入的影响研究[J]. 远程教育杂志，2024，42(4)：31-39，63. DOI: 10.15881/j. cnki. cn33-1304/g4. 2024.04.004.

[17] Liao H, Zhang Q, Yang L, et al. Investigating relationships among regulated learning, teaching presence and student engagement in blended learning: an experience sampling analysis [J]. Educ Inf Technol, 2023: 1-29. DOI: 10.1007/s10639-023-11717-5.

[18] 曲克晨，李锦昌，黄德铭，等. 基于知识图谱的学习系统设计对在线学习效果的影响研究[J]. 华东师范大学学报(自然科学版)，2024(5)：70-80.

[19] 严敏，邓欢. 生成式人工智能赋能高校思想政治教育的机理、价值与路径[J]. 学校党建与思想教育，2025(18)：57-61. DOI: 10.19865/j.cnki.xxdj.2025.18.014.

（收稿日期：2025-11-30）

（本文编辑：兰明娟）