人工智能驱动的外科学立体化数字化教学资源建设及实证应用研究

何毅[1]，张斌[2]，冯守界[2]，孟钢[1]，陈冲[1]，张昊[1,2*]
1. 徐州医科大学第一临床医学院，江苏 徐州 221004
2. 徐州医科大学附属医院，江苏 徐州 221004
DOI: 10.61369/RTED.2026180002

摘　　要： 外科学属于临床医学体系中的实践性、操作性、综合性较强的学科，传统的教学模式存在着理论临床脱节、实操机会稀缺等问题，难以满足新时代医学人才精准化、高水平培养的要求。随着人工智能、虚拟现实、数字孪生等数字化技术同医学教育不断深入融合，以智能化、立体化、数字化为主导的新型教学模式已经成为外科学教学改革的主要方向。本文以人工智能技术为动力源，重点针对外科学教学的难点展开研究，对立体化数字化教学资源的创建架构、主要内容以及创建路径展开全面探究，并联系外科教学实际情况给出一些有关的人工智能加持下开展外科教学的实践措施和实现途径。经由教学实证应用检验，AI 驱动的立体化数字化教学资源能有效地充实外科教学环境，冲破时空教学的束缚，达成精确的学情剖析并施行个性化的教学引导，明显改善医学生的外科理论知晓水平，临床操作技巧及应急反应能力，为新时代外科学数字化教学革新提供理论根基和实践参照。

关 键 词： 人工智能；外科学；立体化教学；数字化资源

Research on the Construction and Empirical Application of AI-Driven Three-Dimensional Digital Teaching Resources for Surgery

He Yi[1], Zhang Bin[2], Feng Shoujie[2], Meng Gang[1], Chen Chong[1], Zhang Hao[1,2*]
1. The First Clinical Medical College, Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221004
2. The Affiliated Hospital of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221004

Abstract: Surgery is a highly practical, operational and comprehensive discipline in the clinical medicine system. The traditional teaching model is plagued by solidified teaching resources and limited practical training, which can hardly meet the requirements for precise and high-level training of medical talents in the new era. With the in-depth integration of digital technologies such as artificial intelligence, virtual reality and digital twin with medical education, the new intelligent, three-dimensional and digital teaching model has become the mainstream direction of surgical teaching reform. Driven by artificial intelligence technology, this paper focuses on the key difficulties in surgical teaching, comprehensively explores the construction framework, core content and development paths of three-dimensional digital teaching resources. Combined with the actual situation of surgical teaching, it puts forward practical measures and implementation approaches for surgical teaching empowered by artificial intelligence. Teaching empirical verification shows that AI-driven three-dimensional digital teaching resources can effectively enrich the surgical teaching environment, break the temporal and spatial constraints of traditional teaching, realize accurate learning situation analysis and personalized teaching guidance, and significantly improve medical students' theoretical mastery of surgery, clinical operational skills and emergency response capabilities. The research provides theoretical foundation and practical references for the digital teaching innovation of surgery in the new era.

Keywords: artificial intelligence; surgery; three-dimensional teaching; digital teaching resources

引言

人工智能技术迅速发展，为解决外科传统教学困境提供了新的技术途径和解决办法。依靠机器学习、计算机视觉、知识图谱、智能数据分析、虚拟仿真等 AI 核心技术，可以突破传统教学的时空限制、资源约束，创建起多维度、立体化、交互性、迭代性的数字化教学资源体系，把外科教学由传统的统一化灌输式教学转变为个性化的精准化育人。目前，国内大部分医学院校已经开始着手外科数字化

基金项目：2025年江苏省高校教育信息化研究课题；
课题名称：基于人工智能的外科学课程数字化资源建设与应用研究；
课题编号：2025JSETKT221。

 Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

教学的探索，但是还存在着资源建设碎片化、AI 技术应用浅层化等状况，没有充分释放出人工智能在外科教学中所能发挥出的作用。因此，本文以外科学教学改革的实际需要为基础，从创建起人工智能驱动的立体化、数字化教学资源体系入手，梳理出资源创建的主要模块和实施要点，并且针对智能化教学实践提出优化的措施，并用教学实证验证应用效果，从而加强外科数字化教学体系，推进外科教学的智能化、标准化、精准化发展，助力培育高素质、复合型外科临床人才。

一、人工智能驱动下外科学立体化数字化教学资源建设

（一）基础数字化教学资源智能化升级

基础的数字化资源是外科立体化教学的主要载体，它是指以人工智能技术为驱动、对传统的教学资源进行标准化的、精细化的、动态化改造，从而生成出来的一种新的资源，它的功能就在于克服传统教学资源中出现的内容过时、形式单调、缺乏针对性的问题[1]。首先创建外科智能知识图谱资源体系，整合外科学各个亚专科的核心知识点、手术流程、临床指南、禁忌事项、并发症处理等内容，依靠 AI 知识梳理技术搭建起结构化、层级化的知识网络，冲破传统教材章节的割裂局限，达成知识点互相联通、精准检索、关联拓展的目的，助力学生形成系统的外科知识架构。AI 可以与最新的临床诊疗指南、外科技术最新研究成果及时进行联系，随时对教学资源做更新调整工作，保证教学资料内容的与时俱进，从而解决目前由于教材滞后造成的教学内容过时的难点[2]。

另外，对多媒体立体化教学素材进行优化，利用 AI 视频剪辑、三维建模、智能渲染技术把传统的静态手术视频、解剖图谱更新成三维动态解剖模型、标准化手术流程动画、关键步骤拆解视频、易错操作对比演示素材[3]。利用帧分析技术对重要的外科手术过程进行拆解，给出操作要点、容易出现的错误、正确的操作力度和角度等具体说明，使复杂的手术变得具体直观起来。同时创建智能资源数据库，对普外、骨科、胸外等各个专科的教学素材进行分类整理，支持关键词检索、智能推荐、按需调取，满足课前预习、课堂教学、课后复习全过程的教学需求[4]。

（二）AI 虚拟仿真实操教学资源建设

实操能力培养是外科学教学的主要目的，也是传统教学的薄弱环节。借助人工智能、虚拟现实、数字孪生技术创建高仿真、可交互、可反复练习的外科虚拟仿真实训资源，完全克服临床实操所遭遇的场景和次数上的束缚[5]。该资源模块用真实的临床手术数据做 AI 三维重建，把人体解剖结构、手术场景、器械操作逻辑等全部还原出来，并创建起一套完整的常规手术、典型病例、疑难手术、应急场景的虚拟实训平台[6]。

平台自带智能操作评判系统，可以实时采集学生的器械操作角度、操作力度、步骤顺序、止血缝合精度等操作数据，用机器学习算法和标准的手术过程比较，即时纠错并给予动态点评，精准找到操作上的漏洞和不规范之处，达成“人机实时交互、全程智能教导”。在设置好智能应急模拟系统的基础上，在各个手术室中设置有相应的训练基地，模拟术中出血、器械故障、患者生命体征骤变等突发情况，进行模拟操作和决策过程的教学活动，达到理论加实战的目的，提高学生的应急能力和现场反应能力。学生可以无限次地进行虚拟实操练习来规避真实的手术风险，逐渐养成规范的操作流程，提高实操的熟练程度，为临床见习、实习打下良好的基础[7]。

（三）个性化智能教学资源定制建设

传统的外科教学采取一刀切的统一教学方式，无视学生之间基础知识、学习能力、实操天赋等各方面的差异，不能实现因材施教的目的。利用人工智能学情分析技术来创建个性化的定制化教学资源体系，从而达成教学资源精准匹配和靶向推送的目的。利用 AI 大数据分析技术对学生的课前预习、课堂答题、课后作业、虚拟实操、阶段考核等全过程的学习数据进行采集，从各个方面对学生的情况进行描绘，准确地找出学生的知识薄弱点、操作不足之处、学习方法上的错误等问题，从而将学生分成理论基础薄弱型、操作能力薄弱型、综合能力不足型等等不同的学生类型[8]。

根据学情画像，AI 系统可以自动给学生制定个性化的学习方案，并且准确地把适合的教学资源推送给学生：对理论基础薄弱的学生来说，推送理论基础知识讲授、重点知识解析、练习题资源；对实操能力欠缺的学生来说，推送手术步骤拆解视频、单独的虚拟操作训练、容易出错的操作复盘资源；对学有余力的学生来说，推送难题案例剖析、最新的外科知识、复杂的手术实例等附加资料。另外创建了外科元博士智能体，对学生的各方面的学习情况和能力发展进行实时指导，然后按照学生的实际情况来对资源推送的内容以及训练的难度作出相应的调整，从而达到“一人一案、精准育人”的立体化教学效果。

（四）智能化教学评价资源体系建设

教学评价属于评价教学成效，改进教学进程的重要部分，传统外科教学评价大多依靠期末笔试、教师主观打分，评价范畴局限，成果单一，主观色彩浓重，不能充分表现学生的全部能力。依靠人工智能技术搭建起全方位、过程性、数据化的智能评价资源体系，从而达成教学评价的科学化、精确化和立体化。该体系把理论考核、实操考核、病例分析、应急处置、课堂表现、学习过程等各个方面进行了综合的理论考核、实操考核、病例分析、应急处置、课堂表现、学习过程等多方面评价指标的构建[9]。

AI 系统自动收集学生整个学习周期的数据，用大数据算法产生可视化的评价报告，用雷达图、热力图等形式表现学生的知识掌握情况、实操能力的薄弱环节、学习成长的走向。此外还要创建纵向的成长追踪模型，比较各个阶段学生的学习数据来准确剖析能力改善成果及存在难题，进而给予教师改进教学方案，学生优化学习计划的支撑作用[10]。另外系统自带智能题库和考核模块，根据学情自动出题组卷，自动生成答案并批阅，学生错题

Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

汇总归类，可以达到常态化的智能考核以及有针对性的错题复盘的目的，形成一个由学习到考核再到分析再优化的教学评价循环系统。

二、外科学立体化数字化教学资源的实证应用

为了更好的验证人工智能驱动下外科学立体化数字化教学资源育人价值，本研究选择某医科大学的2022级临床医学专业的4个班级共120名学生，进行为期一学年的对照外科学实证研究。其中实验组的60名学生实施立体化的教学模式，而对照组60名学生采取传统的教学方式，借助全程数据的跟踪和多维考核分析具体的应用成效。

根据具体的教学实践数据，可以发现实验组学生具有良好的综合学习效果。理论的考核层面，实验组期末理论的平均分相较于对照组高出12.8分，其知识点的精准掌握率提高15%，而教材相对滞后的现代外科技术、决策能力等考察知识的答题正确率超过对照组，可以有效的解决传统教学内容陈旧的问题。从外科基本技能操作的角度出发，可以借助 AI 虚拟实践平台，方便学生反复演练，其手术操作规范、技能操作精度达标率相较于对照组提高了20%，术中的突发场景应急处置达标率提升29%，有效的解决了传统临床实训场景稀缺的困境。

从个性化教学和教学评价视角出发，累积生成了60份专属学情画像报告，可以精准的定位学生知识学习短板，并定性推送教学资源超800次。根据数据表示，实验组的学生自主学习时长提高了20%，有效改善了学习的两级分化现象，课程的教学满意度达到95.6%。另外，AI 智能评价体系可以有效压缩评卷时间，考核覆盖全维度，避免了主管评价的片面性。据实证结果，AI 赋能立体化数字化教学资源能够切实提高外科教学效果，培养医学生的核心临床实践技能。

三、结束语

综上所述，以人工智能为动力的立体化数字化教学模式，可以突破传统外科教学时空限制和资源隔阂，充实教学场景，改良教学进程，达成由“统一化教学”向“个性化精准育人”的转变，极大改善学生的外科理论水平，外科基本技能操作及诊疗思维素养，并且有利于教师数字化教学能力的提升，促使外科教学朝着标准化，智能化，精细化方向迈进。目前 AI 外科数字化教学仍然处在不断探索的过程中，未来还需要继续加深技术融合，持续改善教学资源体系和教学模式，依照临床岗位需求不断改良人才培养方案，充分调动人工智能技术的助力作用，持续提升科学理论与实践的教学质量。

参考文献

[1] 李哲安，赵奕翔，孙斐 . 数字化时代外科学研究生教学的探索与思考 [J]. 全科医学临床与教育 ,2025,23(9):824-828.

[2] 何佳颖，朱妍，李敏涵，等 . 学科交叉视域下口腔外科学数字化教学资源库的开发与构建初探 [J]. 中国实用口腔科杂志 ,2025,18(4):467-471.

[3] 张扬，程丹妮 . 医工交叉时代人工智能在神经外科教学中的应用与挑战 [J]. 中华养生保健 ,2025,43(12):100-103+111.

[4] 王浩，梁馨予，王弈颉，等 . 基于知识图谱的我国泌尿外科教学动态及热点的可视化分析 [J]. 卫生职业教育 ,2025,43(5):100-106.

[5] 陈虹旭，赖睿，徐建国，等 . 人工智能赋能神经外科教学：机遇、挑战与对策 [J]. 华西医学 ,2024,39(9):1470-1473.

[6] 周磊磊，黄平 . 数字化病案平台在口腔颌面外科学临床教学中的应用 [J]. 临床口腔医学杂志 ,2024,40(3):174-177.

[7] 王毅，葛玥，吕波，等 . VR 技术在神经外科教学中的应用探讨 [J]. 科技风 ,2024,(5):124-126.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202405042.

[8] 唐玮，刘秋萍 . 基于文献计量学分析乳腺外科教学的研究热点及趋势 [J]. 卫生职业教育 ,2023,41(23):131-137.DOI:10.20037/j.issn.1671-1246.2023.23.40.

[9] 束华，仝永娟，李莎，等 . 模拟教学在外科教学和实验动物外科教学中的应用 [J]. 医学教育管理 ,2023,9(S1):92-95.

[10] 降建新，凌薇，刘瑞红，等 . 3D-Slicer 软件在神经外科教学过程中的应用 [J]. 泰州职业技术学院学报 ,2022,22(3):71-74.

 Copyright © This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License