

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.050

人工智能辅助案例教学在神经外科临床实习教学中的应用效果评价

吴增宝, 苗壮壮, 肖群根, 周明辉, 韩 扬, 朱明欣*

(华中科技大学同济医学院附属同济医院 神经外科, 湖北武汉 430030)

【摘要】目的 探讨人工智能(artificial intelligence, AI)辅助案例教学在神经外科临床实习教学中的应用效果,为优化神经外科实习教学模式、提升实习质量提供实践依据。**方法** 选取2024年1月至2024年12月在华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科实习的五年制临床医学专业33名学生为研究对象,归为对照组;将2025年1月至2025年12月在华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科实习的五年制临床医学专业33名学生纳入观察组。对照组采用传统临床实习教学模式,观察组采用AI辅助案例教学模式。实习结束后,对比两组实习医师的理论考核、临床操作技能、病例分析能力成绩,评估教学满意度、自主学习能力提升情况。**结果** 观察组理论考核(88.62 ± 4.35)分、临床操作技能(89.15 ± 3.87)分、病例分析能力(87.94 ± 4.12)分,均显著高于对照组(80.25 ± 5.18)分、(81.36 ± 4.52)分、(79.88 ± 4.69)分,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。观察组教学满意度(94.12%)、自主学习能力提升率(97.06%),均显著高于对照组(75.76%)、(72.73%)(均 $P<0.05$)。**结论** AI辅助案例教学在神经外科临床实习教学中应用效果显著,可有效提升实习医师综合临床能力、自主学习能力及教学满意度,是一种高效可行的教学模式,值得推广应用。

【关键词】 人工智能; 案例教学; 神经外科; 临床实习; 教学效果; 实习医师**【中图分类号】** G642**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0264-05

Evaluation of the application effect of artificial intelligence-assisted case teaching in clinical internship teaching of neurosurgery

WU Zengbao, MIAO Zhuangzhuang, XIAO Qungen, ZHOU Minghui, HAN Yang, ZHU Mingxin*

(Neurosurgery department, Tongji Hospital affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, Hubei, China)

【Abstract】Objective To explore the application effects of artificial intelligence (AI)-assisted case teaching in neurosurgery clinical internship teaching, and to provide practical evidence for optimizing the neurosurgery internship teaching model and improving the quality of internship. **Methods** Thirty-three students majoring in clinical medicine who were enrolled in the five-year program and interned in the neurosurgery department of Tongji Hospital affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology from January 2024 to December 2024 were selected as the control group. Another thirty-three majoring in clinical medicine who were enrolled in the five-year program and interned in the neurosurgery department of Tongji Hospital affiliated to Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology from January 2025 to December 2025 were selected as the observation group. The control group adopted the traditional clinical internship teaching model, while the observation group adopted the AI-assisted case teaching model. After the internship, the theoretical assessment, clinical operation skills, and case analysis ability scores of the interns in both groups were compared, and teaching satisfaction and improvement in autonomous learning ability were evaluated. **Results** The theoretical assessment (88.62 ± 4.35), clinical operation skills (89.15 ± 3.87), and case analysis ability (87.94 ± 4.12) scores of the observation group were significantly higher than those of the control group (80.25 ± 5.18), (81.36 ± 4.52), and (79.88 ± 4.69), respectively (all $P<0.05$). The teaching satisfaction (94.12%) and improvement rate in autonomous learning ability (97.06%) in the observation group were

收稿日期: 2025-04-25。

基金项目: 2025 年华中科技大学教学成果奖培育项目 (XB-2-202525); 2025 年华中科技大学同济医学院第二临床学院教学研究基金 (TJJXYJ2025010)。

作者简介: 吴增宝, 博士研究生, 主治医师, 研究方向: 脑血管病的诊治和教学。E-mail: izengbao@163.com。

通信作者: 朱明欣, 博士研究生, 副主任医师, 研究方向: 脑血管病的诊治和教学。E-mail: mxzhu@tjh.tjmu.edu.cn。

significantly higher than those in the control group (75.76%), (72.73%), respectively (all $P < 0.05$). **Conclusion** The application of artificial intelligence-assisted case teaching in neurosurgery clinical internship teaching has achieved remarkable results. It can effectively enhance the comprehensive clinical abilities, autonomous learning abilities, and teaching satisfaction of interns. It is an efficient and feasible teaching mode, worthy of promotion and application.

【Key words】 Artificial intelligence; Case teaching; Neurosurgery; Clinical internship; Teaching effectiveness; Interns

神经外科是兼具复杂性、精准性与高风险性的临床学科,涵盖脑肿瘤、脑血管疾病等多个亚专业,对医师的理论储备、临床思维及操作精度要求极高。临床实习是医学理论对接临床实践结合的关键环节,也是培养合格神经外科医师的核心阶段。传统“师带徒”教学模式存在明显局限:神经外科手术风险高,实习医师动手操作机会有限;病例资源分布不均,实习生对罕见、复杂病例接触不足,临床思维培养进度缓慢;不同带教教师的教学水平参差不齐,教学内容缺乏统一标准,难以开展个性化教学,最终实习质量难以稳定保障,因此神经外科的实习教学改革一直是相关领域的研究热点^[1-5]。人工智能(artificial intelligence, AI)技术的快速发展为神经外科实习教学改革提供了契机,依托大数据处理、智能模拟等技术优势,可将抽象理论转化为直观案例,打破时空限制,弥补传统教学不足。AI辅助案例教学以真实临床病例为核心,结合智能分析、模拟演练功能,引导实习生主动参与全流程诊疗模拟,有助于提升教学的针对性和实效性,目前在临床实习带教方面的应用范围越来越广泛^[6-12]。本研究以66名神经外科实习医师为研究对象,探讨该教学模式的应用效果,为优化教学模式提供依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2024年1月至2024年12月、2025年1月至2025年12月于华中科技大学同济医学院附属同济医院神经外科轮转实习的五年制临床医学专业学生开展历史性对照队列研究。2024年度科室完成神经外科实习轮转的五年制临床医学生共41名,2025年度全年轮转学生共43名;纳入标准:全程完成8周完整实习周期、无连续请假超1周情况,全程参与所有教学活动与结业考核。排除标准:中途退出实习、请假累计超7 d、缺课/缺考核 ≥ 2 次、需重修神经外科实习的学生。依据纳入、排除标准逐层筛选后,2024年度符合标准的33名学生设为对照组,2025年度符合标准的33名学生设为观察组。

两组采用完全统一的筛选流程与纳入排除标准,仅教学模式存在组间差异;所有符合条件的学生均直接纳入研究,未开展人为二次抽样,不存在选择性剔除、主观挑选研究对象的行为,有效规避选择偏倚。两组基线资料(性别、年龄、解剖学基础成绩)对比差异无统计学意义(均 $P > 0.05$),基础学习水平均衡可比(表1);样本来源于同一教学基地、执行同一培养方案的五年制临床本科生,实习大纲、轮转要求、师资团队完全统一,样本具备良好的院内教学代表性,可客观反映本科神经外科实习教学的真实效果。

表1 两组一般资料比较

组别	男性 [例(%)]	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	局部解剖学考试成绩 ($\bar{x} \pm s$, 分)
观察组($n=33$)	17 (51.52)	21.11 $\pm$ 0.68	89.96 $\pm$ 5.98
对照组($n=33$)	21 (63.64)	21.39 $\pm$ 0.73	92.03 $\pm$ 4.33
χ^2/t	0.993	1.612	1.611
P	0.319	0.112	0.112

1.2 教学方法

两组实习周期均为8周,带教团队统一为科室具备5年及以上临床带教经验、主治医师及以上职称的专职带教医师,教学大纲、核心教学内容、考核标准完全一致,教学围绕颅脑损伤、脑出血、脑肿瘤、脊髓疾病等神经外科常见病、多发病的病史采集、体格检查、辅助检查判读、诊疗方案制定、基础临床操作及手术配合开展。

1.2.1 对照组

采用传统临床实习教学模式,即科室沿用的理论授课+床边查房教学+集中病例讨论+现场操作指导四维教学模式,各项教学内容均固定时间、固定流程开展,具体操作细节如下。①集中理论授课:每周三下午开展1次集体理论教学,时长90 min。带教老师按照实习大纲顺序,依次讲解疾病病因、病理生理、临床表现、影像学特征、诊断标准、治疗原则、围手术期护理及并发症防控等内容。授课以PPT讲解为主,全程单向输出,课堂仅预留5 min集体答疑时间,不设置分组讨论与自主推演环节。②床边查

房教学:每日晨间例行查房期间开展床边教学,时长约60 min。带教老师带领全体实习生逐一查看在院患者,现场示范病史补充采集、神经系统专科体格检查,结合患者计算机断层扫描(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、脑电图等影像学及检验结果讲解判读要点;要求实习生每日完成2份住院病历、1份病程记录书写,由带教老师逐份批改、现场指正书写问题。查房过程中以老师讲解为主,实习生仅负责记录、提问,独立思考与诊疗推演环节较少。③ 集中病例讨论:每周五下午组织1次病例讨论会,时长60 min。由带教老师提前1天选取1~2例科室当前在治的典型病例,会上由老师完整介绍病例全貌,随后引导实习生依次发言分析诊疗思路,最后由带教老师统一总结诊疗要点、易错点及临床经验。讨论主题、发言顺序均由老师指定,不设置自主选题、分组辩论环节。④ 临床操作指导:针对生命体征监测、切口换药、腰椎穿刺配合、头部备皮等基础操作,采用“示范—观摩—尝试”模式。带教老师现场完整演示操作流程与无菌原则后,实习生依次观摩,在老师全程监护下开展简单辅助操作。受临床安全限制,每名实习生单类操作练习次数不超过3次,无重复练习机会,操作问题仅现场口头提醒,无标准化纠错记录。

1.2.2 观察组

采用AI辅助案例教学模式,在传统教学框架基础上,引入基于ChatGLM3-6B基座模型优化的神经外科AI辅助教学系统,整合科室标准化知识图谱、全病程真实病例库,将AI平台贯穿课前预习、课中讨论、课后练习、技能训练全流程,细化分层教学、自主练习、智能纠错等环节,具体实施操作如下。① AI教学平台前期培训与功能使用:实习生入科第1天,安排30 min平台专项培训,由技术人员联合带教老师讲解案例库、智能模拟、在线问答、学习分析四大模块的操作方法,确保所有实习生熟练掌握病例查阅、虚拟操作、问题检索、自主答题等基础功能,同时明确平台使用要求与学习任务。② 分阶段案例筛选与个性化推送:带教老师根据8周实习进度分层设计案例难度,依托AI平台每周二推送3~4例标准化临床病例。实习前2周以轻症、常见病例为主,侧重基础理论与常规查体训练;中间4周增加复杂合并症病例,强化影像判读与鉴别诊断能力;最后

2周纳入罕见病例、疑难危重病例,培养综合诊疗思维。系统根据每名实习生前一周的答题、练习数据,自动识别知识薄弱点,定向推送针对性补充病例与知识点,实现一人一策的个性化学习。③ AI自主案例学习与智能答疑:收到推送案例后,要求实习生利用课余、夜班、碎片化时间完成自主学习。平台内置病例全资料,包括原始病史、查体记录、高清影像片、检验报告、诊疗方案及预后随访数据,并依托知识图谱标注“症状—体征—检查—诊断—治疗”逻辑链条。实习生可自主完成病例分析、拟定诊疗方案,遇到理论、影像、操作相关疑问时,通过平台智能问答功能实时检索权威解答,系统同步关联对应指南与同类病例,延伸学习内容。④ AI虚拟模拟操作训练:平台虚拟仿真模块完整还原腰椎穿刺、伤口换药、专科体格检查、手术体位摆放等操作场景。实习生可不受临床场地、患者安全限制,每日自主开展不少于20 min虚拟操作练习。系统全程捕捉操作动作、无菌流程、手法顺序,实时标注错误步骤、扣分点并推送标准化操作视频,实习生可反复练习、即时纠错,直至操作流程达标。带教老师每日后台查看全体学员操作时长、错误类型,汇总共性问题。⑤ AI辅助线下病例讨论:每周五下午开展线下病例讨论,不再由老师主导介绍病例,而是结合AI平台统计的高频疑问病例、高错误率分析题确定讨论主题。实习生以小组为单位,结合平台学习成果轮流阐述诊疗思路、分析影像结果、提出治疗方案。带教老师结合AI后台学习数据,针对全体实习生普遍存在的思维漏洞、知识盲区进行重点讲解,同时对比不同学员的分析思路,开展对比式教学。⑥ 数据驱动个性化线下指导:每周六晚间非临床值班时段,带教老师统一导出AI系统自动生成的学生个人学习报告,报告涵盖理论答题正确率、病例分析得分、虚拟操作错误频次、薄弱知识点汇总等内容。科室优化教学绩效分配方案,将AI系统学情数据分析、一对一个性化辅导纳入专职带教教师常规教学工作量核算范畴:学情报告梳理、分层辅导统一计入教学备课学时,按院内《临床带教绩效考核细则》折算教学绩效;一对一薄弱点专项辅导、针对性习题布置、虚拟操作复盘指导单独设置教学加分项,与年度带教评优、教学奖励直接挂钩;教学工作拆分至周六晚间、工作日午休、晚间无手术空档开展,不占用教师法定休息日全

天,兼顾临床工作与个性化教学任务,形成标准化教学工作量考核机制,保障带教老师教学积极性。

1.3 观察指标

1.3.1 考核成绩

采用百分制统一考核:① 理论考核(闭卷),涵盖常见疾病诊疗相关知识,题型包括选择、填空、简答、论述;② 临床操作技能考核,选取 4 项常见操作,由 3 名主治医师按操作规范度等维度评分后取平均值;③ 病例分析能力考核,要求学员分析 1 例复杂病例,按分析完整性、准确性维度评分。

1.3.2 教学满意度与自主学习能力

采用科室自制调查问卷开展匿名测评,问卷信效度符合教学测评标准,问卷回收率与有效率均为 100%。教学满意度问卷共 8 个条目,采用 1~5 分计分,总分≥40 分判定为满意;自主学习能力问卷共 6 个条目,从学习主动性、问题探究、知识拓展等维度评价,总分≥24 分判定为能力提升,分别计算两组满意度、自主学习能力提升率。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行数据分析。计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验进行组间比较。计量资料经正态性检验均呈正态分布,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组比较采用 t 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组实习医师考核成绩比较

观察组理论考核、临床操作技能、病例分析能力评分均显著高于对照组(均 $P<0.05$)(表 1)。

表 1 两组实习医师考核成绩比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	理论考核成绩	临床操作技能成绩	病例分析能力评分
观察组 ($n=33$)	88.62±4.35	89.15±3.87	87.94±4.12
对照组 ($n=33$)	80.25±5.18	81.36±4.52	79.88±4.69
t	7.108	7.521	7.417
P	<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组实习医师教学满意度及自主学习能力提升情况比较

观察组教学满意度、自主学习能力提升率均显著高于对照组($P<0.05$)(表 2)。

3 讨论

神经外科临床实习教学的核心目标是培养实习医师的临床思维能力、实践操作能力及问题解决能

表 2 两组实习医师教学满意度及自主学习能力

提升情况比较[例(%)]

组别	教学满意度	自主学习能力提升
观察组 ($n=33$)	31 (93.94)	32 (96.97)
对照组 ($n=33$)	25 (75.76)	25 (75.76)
χ^2	4.243	4.632
P	0.039	0.031

力,为其未来从事神经外科临床工作奠定坚实基础。传统神经外科实习教学模式依赖带教老师的经验传承,存在教学内容标准化不足、病例资源覆盖有限、个性化教学缺失等问题,易导致实习医师学习主动性不足,临床能力提升缓慢,难以适配现代神经外科临床工作需求。随着 AI 技术在医学教育领域的深度应用,AI 辅助案例教学作为一种新型教学模式,逐渐展现出独特优势,为神经外科实习教学的革新提供了可行路径。

本研究采用历史性对照队列研究设计,以 2024 年接受传统教学模式的实习学生为对照组,2025 年同期接受 AI 辅助案例教学模式的实习学生为观察组;两年间两组的实习周期、教学场地、师资、实习时长、考核标准完全统一,仅教学模式为组间唯一变量,适配科室教学改革类单中心对照研究的实施条件。本研究结果显示,观察组实习医师的理论考核成绩、临床操作技能成绩、病例分析能力评分均显著高于对照组,表明 AI 辅助案例教学可有效提升实习医师的综合临床能力。分析其机制,AI 辅助案例教学以临床真实病例为核心,结合 AI 技术优势,实现了教学内容的直观化、系统化和个性化:一方面,AI 教学平台整合了大量神经外科病例资源,涵盖常见病例、复杂病例与罕见病例,打破了传统教学中病例资源有限的局限,实习医师可通过平台自主学习各类病例,拓宽知识视野;同时依托知识图谱技术梳理“症状-疾病-治疗”的关联逻辑,有助于学员构建系统的临床思维,提升病例分析能力。另一方面,AI 智能模拟模块可还原神经外科常见操作场景,实习医师可反复开展模拟操作,由系统实时反馈操作错误及改进建议,帮助实习医师规范操作流程、提升操作熟练度,解决了传统教学中实习医师动手操作机会有限的痛点。此外,AI 教学平台可根据实习医师的学习情况,推送个性化学习内容和案例,针对薄弱环节进行强化训练,有效提升了理论知识的掌握程度和临床转化应用能力。观察组的教学满意度及自主

学习能力提升率更高,也得益于AI教学的强互动性与高自主性:传统教学模式下学员多被动接受知识,而AI平台支持自主学习、模拟操作及疑难咨询,可有效激发学习兴趣;系统生成的个性化学习报告能帮助学员明确自身薄弱点,便于自主制订学习计划,逐步提升自主学习能力,叠加带教老师的针对性线下指导,进一步提升了教学满意度。

需注意的是,当前AI辅助教学仍存在一定局限:AI病例库需持续更新完善,目前罕见病、新型疾病相关病例的覆盖仍相对不足;部分学员初期对平台操作不熟练,可能影响学习效果,需进一步强化入科初期的平台使用培训;AI无法完全替代带教老师的临床经验传递与医患沟通、人文关怀相关的教学内容,需始终坚持AI技术与传统教学优势的有机融合。未来可借鉴神经外科检索增强生成(neurosurgical retrieval-augmented generation, NRAG)框架,将大型语言模型(large language model, LLM)与神经外科专科知识图谱深度融合,进一步提升AI辅助案例分析的精准性;同时引入虚拟现实(virtual reality, VR)/增强现实(augmented reality, AR)技术构建高保真手术模拟场景,进一步强化学员的实操技能训练效果。

综上,AI辅助案例教学在神经外科临床实习教学中应用效果显著,可有效提升实习医师的综合临床能力、自主学习能力及教学满意度,是一种高效可行的教学模式,值得推广并不断优化完善。

参考文献

- [1] 陈云照,张瑞剑,韩志桐.神经导航虚拟现实技术联合CBL教学法在神经外科实习教学中的应用[J].中国病案,2025,26(1):90-93.
- [2] 刘海啸,郭昊,吕晓萍,等.建构主义理论下螺旋式进阶教学在神经外科临床实习中的实践研究[J].中华医学教育探索杂志,2025,24(12):1694-1700.
- [3] 许松.神经外科实习带教中CBL联合3D Slicer可视化教学的运用价值[J].中国卫生产业,2025,22(12):196-198,206.
- [4] 李春茂,李兴,沈国良,等.CBL联合3D Slicer可视化教学在医学生神经外科实习中的应用[J].中国高等医学教育,2024(5):84-86.
- [5] 方艳艳,刘鹏,唐海燕,等.TPACK教育框架下神经外科临床实践教学能力提升策略研究[J].中华神经外科疾病研究杂志,2026,20(3):111-115.
- [6] 卞璐,夏丹丹,孔丽珍,等.基于人工智能的BOPPPS教学模式联合情景模拟教学法在关节外科实习护生临床实践中的应用[J].护理研究,2026,40(7):1178-1184.
- [7] 王言之,田曼,薛仁杰.人工智能结合参与式教学法在临床实习带教中的应用[J].海南医学,2024,35(15):2276-2280.
- [8] 刘美铤,范向辉,曾维铨,等.人工智能辅助教学方法在手足外科临床医学生实习带教中的效用与价值分析[J].黑龙江医药,2025,38(2):318-321.
- [9] 茅凯凯,李秀,周晨,等.人工智能赋能临床医学专业实习生大病历书写培训的创新实践[J].中华医学教育杂志,2025,45(11):843-848.
- [10] 李福军,由艳秋,程磊,等.互联网+人工智能专家系统在麻醉科临床带教中的应用效果分析[J].中国医院管理,2023,43(7):75-77.
- [11] 郭清奎,吴斌,朱辰,等.人工智能辅助诊疗系统在五年制临床医学本科生胸外科临床岗位胜任能力提升中的作用[J].蚌埠医科大学学报,2025,50(1):69-73.
- [12] 刘书涵,肖明锋,陈胜杰.人工智能背景下翻转课堂联合病例分析在血栓与止血检测实习带教中的应用[J].医学检验与临床,2025,36(6):81-84.