

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.03.049

人工智能联合 PBL 教学模式应用于腹腔镜技能培训中的教学效果评价

吴 伙¹, 何明明², 贾振亚³

(1. 安徽医科大学第一附属医院 普外科, 安徽合肥 230022;

2. 匈牙利塞梅维什大学医学院 临床病理生理学研究所, 匈牙利布达佩斯 1094;

3. 安徽医科大学第一附属医院 肿瘤科, 安徽合肥 230022)

【摘要】目的 评价人工智能(artificial intelligence, AI)联合问题导向学习(problem-based learning, PBL)教学模式应用于腹腔镜技能培训中的教学效果。**方法** 选取 2024 年 1 月至 2025 年 6 月安徽医科大学第一附属医院普外科参加腹腔镜技能培训的 80 名外科规培学员及研究生,按随机数字表法分为对照组和观察组,每组各 40 名。对照组采用传统 PBL 教学,观察组在传统 PBL 基础上联合 AI 技术支持的教学模块,包含 AI 辅助案例编写和智能反馈 2 个子系统。培训持续 8 周。培训结束时比较两组在腹腔镜操作技能考核、理论考试、自主学习能力和教学满意度 4 个维度的差异。**结果** 培训结束后,观察组腹腔镜操作技能考核成绩(87.56±7.12)分、理论知识测试成绩(89.22±6.34)分及自主学习力量表评分(83.45±8.16)分,均高于对照组的(78.24±8.45)分、(79.64±7.81)分和(72.34±9.23)分(均 $P<0.001$);在规培第 1 年、第 2 年及第 3 年学员中,观察组上述 2 项成绩均高于对照组,其中第 2 年及第 3 年学员的组间差异尤为明显。培训期间观察组平均参与率高于对照组(均 $P<0.05$),且教学满意度高于对照组(85.00% vs 67.50%),但差异无统计学意义($\chi^2=3.38, P=0.066$)。**结论** AI 联合 PBL 教学模式有助于提高规培学员的腹腔镜操作和理论成绩,增强其自主学习能力,且学员接受度较高,建议在外科规培和研究生教学中进一步推广。

【关键词】 人工智能; PBL 教学模式; 腹腔镜技能培训; 外科教学**【中图分类号】** R657.3**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 03-0260-04

Evaluation of the teaching effect of the artificial intelligence combined with PBL teaching model in laparoscopic skills training

WU Huo¹, HE Mingming², JIA Zhenya³

(1. General surgical department, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, Anhui, China;

2. Institute of Clinical Pathophysiology, Semmelweis University Medical School of Hungary, Budapest 1094, Hungary;

3. Oncology department, The First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, Anhui, China)

【Abstract】Objective To evaluate the teaching effect of the artificial intelligence (AI) combined with problem-based learning (PBL) teaching model in the training of laparoscopic skills. **Methods** 80 surgical trainees and postgraduate students from the General Surgery Department of the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University who participated in laparoscopic training from January 2024 to June 2025 were selected. They were divided into the control group and the observation group according to the random number table method, with 40 participants in each group. The control group adopted the traditional PBL teaching method, while the observation group received teaching modules that combined traditional PBL with AI technology support, including two subsystems: AI-assisted case writing and intelligent feedback. Training lasted 8 weeks. At the end of the training, the differences were compared between the two groups in four aspects: laparoscopic operation skill assessment, theoretical examination, self-learning ability, and teaching satisfaction. **Results** After training, the assessment scores of laparoscopic operation skills (87.56±7.12) points, theoretical knowledge test scores (89.22±6.34) points, and self-learning ability scale scores (83.45±8.16) points of the observation group were all higher than those of the control group (78.24±8.45) points, (79.64±7.81) points and (72.34±9.23) points (all $P<0.001$). Among the trainees in the first, second and third years of the residency training, the assessment scores of laparoscopic operation skills and theoretical knowledge test scores of the

收稿日期: 2025-09-12。

作者简介: 吴 伙, 博士, 副主任医师, 研究方向: 肠癌肝转移。E-mail: drwuhuo@ahmu.edu.cn。

observation group were all higher than those of the control group, and the differences between the groups were particularly significant in the second and third years of residency training. During the training period, the average participation rate of the observation group was higher than that of the control group (all $P < 0.05$), and the teaching satisfaction of the observation group was also higher than that of the control group (85.00% vs 67.50%), but the difference was not statistically significant ($\chi^2 = 3.38$, $P = 0.066$). **Conclusion** The AI combined with PBL teaching model can improve residents' and postgraduates' laparoscopic skills and theoretical knowledge, strengthen their capacity for self-directed learning, and is well received by trainees. It is suggested that this approach be further promoted in surgical residency training and graduate student education.

【Key words】 Artificial intelligence; PBL teaching mode; Laparoscopic skills training; Surgical education

腹腔镜手术因创伤小、恢复快,已成为普通外科主流术式之一。规培学员和外科研究生在临床轮转中频繁参与腹腔镜手术,其操作熟练程度在很大程度上决定了手术安全性。有研究表明,人工智能(artificial intelligence, AI)技术引入腹腔镜教学后可取得较好的培训效果^[1],但目前腹腔镜模拟教学仍面临课程个性化不足、反馈不及时等问题,制约了培训效果的进一步提升^[2]。

问题导向学习(problem-based learning, PBL)是一种以真实临床问题为切入点、让学员在讨论中主动获取知识的教学方法,近年来已被多个中心用于腹腔镜教学并取得一定成效^[3-4]。与此同时, AI技术发展迅速,为医学教育提供新的工具。AI在案例智能生成、个性化学习反馈等方面具有明显优势,若能将其融入PBL教学框架,有望进一步突破传统培训的局限。但目前AI联合PBL教学模式在腹腔镜培训中的研究仍较少,缺少系统性的对照试验数据。因此,本研究选取安徽医科大学第一附属医院普外科规培学员和研究生为研究对象,采用前瞻性对照设计,探究AI联合PBL教学模式在腹腔镜技能培训中的应用效果,以期为外科教学改革提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2024年1月至2025年6月在安徽医科大学第一附属医院普外科轮转的全部外科规培学员及研究生为研究对象。该时间段共96名学员(规培学员82名,外科学研究生14名),经招募90名同意参与,最终完成全部培训及考核者80名,纳入率为83.3%(80/96)。未纳入的16名学员中,6名因轮转时间不足2个月,4名因培训期间休假(产假/病假)致培训参与率<80%,3名中途主动退出,3名未签署知情同意书。

80名学员按随机数字表法分为对照组和观察组,每组各40名。两组年龄、性别、学历、轮转时间、

培训阶段等一般资料比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),具有可比性(表1)。本研究样本覆盖了研究期间安徽医科大学第一附属医院普外科符合条件的学员的83.3%,且两组性别、学历和培训阶段分布与本基地同期总体结构基本一致,代表性较好。

表1 两组学员一般资料比较

项目	对照组 (n=40)	观察组 (n=40)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	25.13 $\pm$ 1.42	25.38 $\pm$ 1.56	0.748	0.456
轮转时间($\bar{x} \pm s$, 月)	2.12 $\pm$ 0.84	2.28 $\pm$ 0.76	0.887	0.374
性别(男/女, 名)	34/6	33/7	0.092	0.762
学历(名)				
本科	39	40	—*	1.000
研究生	1	0		
培训阶段(名)				
规培第1年	14	13		
规培第2年	16	17	0.003	0.935
规培第3年	10	10		

注: *采用 Fisher 确切概率法。

1.2 培训方法

1.2.1 对照组

对照组采用传统PBL教学模式。由高年资主治医师及副主任医师组成教学小组,围绕腹腔镜常见操作问题设计教学案例。每2周开展1次集中讨论,学员提前查阅资料后进行小组汇报,教师总结点评。培训共8周,每次含理论讨论90 min、技能操作练习60 min,共计16课时。

1.2.2 观察组

观察组在对照组基础上引入AI教学体系,具体措施如下:①利用AI辅助生成智能案例。采用大语言模型(large language model, LLMs)平台生成与学员岗位需求及知识短板匹配的腹腔镜手术案例,课前推送至学员端供预习并标注问题。②腹腔镜模拟操作训练。引入腹腔镜手术模拟训练系统,学员在模拟场景中完成夹持、剪切、缝合打结、术中应急处理等操作,系统实时记录操作轨迹并反馈动作偏差、

完成时间等指标,学员反复练习直至达标。③ AI智能评估与个性化反馈。AI系统对模拟操作进行动作分析,自动识别失误节点,生成个性化错误报告并推送针对性补充学习资源,实现“学——测——评——补”闭环。

1.3 评价指标

① 腹腔镜操作技能考核成绩:采用统一操作考核标准,包括夹持与剪切操作(30分)、缝合打结操作(30分)、术中应急处理(20分)及突发情况处理(20分),满分100分,培训前后各考核1次。② 理论知识测试成绩:采用科室统一命题的腹腔镜外科理论测试卷,满分100分,培训前后各测试1次。③ 自主学习能力:采用自主学习能力评定量表,共35个条目,5级Likert评分法,总分35~175分,得分越高表明自主学习能力越强。④ 培训参与率:共安排16个教学课时,记录每位学员实际出勤课时数,参与率=出勤课时数/16×100%。培训结束后比较两组平均参与率。⑤ 教学满意度:培训结束后采用自制教学满意度调查表评价,总分≥80分为满意,<80分为不满意。

1.4 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行数据分析。计量资料经K-S检验符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用独立样本 t 检验对两组进行比较;计数资料以例(%)表示,两组间比较采用 χ^2 检验,期望频数<5时采用Fisher确切概率法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组腹腔镜操作技能及理论知识成绩比较

培训前,两组学员腹腔镜操作技能考核成绩及理论知识测试成绩比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。培训后,观察组两项成绩均显著高于对照组(均 $P < 0.001$)(表2)。

表2 两组学员培训前后腹腔镜操作技能及理论知识成绩比较($\bar{x} \pm s$,分)

指标	时间	对照组 ($n=40$)	观察组 ($n=40$)	t	P
操作技能 成绩	培训前	62.47±9.83	63.15±10.21	0.30	0.765
	培训后	78.24±8.45	87.56±7.12	5.33	<0.001
理论知识 成绩	培训前	63.82±8.76	64.23±9.16	0.20	0.842
	培训后	79.64±7.81	89.22±6.34	6.02	<0.001

2.2 两组学员培训后自主学习能力比较

培训后,观察组自主学习能力量表评分为

(83.45±8.16)分,显著高于对照组[(72.34±9.23)分]($t=5.70, P < 0.001$)。

2.3 不同培训阶段学员学习效果的分层分析

在规培第1年、第2年及第3年学员中,观察组的腹腔镜操作技能考核成绩及理论知识测试成绩均显著高于对照组,其中规培第2年及第3年学员的组间差异尤为明显(表3)。

表3 不同培训阶段学员学习效果的分层分析($\bar{x} \pm s$,分)

培训阶段	组别	操作技能 成绩	P	理论知识 成绩	P
规培第1年	对照组 ($n=14$)	73.21±8.47	0.048	75.36±7.52	0.028
	观察组 ($n=13$)	80.15±7.03		83.42±6.18	
规培第2年	对照组 ($n=16$)	79.06±8.02	<0.001	81.25±7.13	<0.001
	观察组 ($n=17$)	89.24±6.85		90.11±6.02	
规培第3年	对照组 ($n=10$)	85.13±7.46	0.002	84.08±7.05	<0.001
	观察组 ($n=10$)	95.02±5.97		96.23±5.11	

2.4 两组学员参与率及教学满意度比较

培训结束后,观察组平均参与率显著高于对照组($P < 0.001$);观教学满意度为85.00%(34/40),高于对照组的67.50%(27/40),但两组差异无统计学意义($\chi^2=3.38, P=0.066$)(表4)。

表4 两组学员教学满意度比较

组别	满意 [例(%)]	不满意 [例(%)]	平均参与率 ($\bar{x} \pm s$, %)
对照组 ($n=40$)	27 (67.50)	13 (32.50)	85.52±2.23
观察组 ($n=40$)	34 (85.00)	6 (15.00)	96.48±3.05
χ^2/t	3.38		18.346
P	0.066		<0.001

3 讨论

3.1 AI联合PBL教学模式有效提升腹腔镜操作技能及理论知识

腹腔镜手术专业性较强,操作者既要熟悉腹腔内各脏器的解剖层次和毗邻关系,又要在二维屏幕下完成精细的器械配合,遇到出血等意外时更需快速、准确地做出处理。传统PBL教学虽能促使学员主动思考临床问题,但典型病例数量有限,上台操作机会较少,加之教师反馈往往滞后于操作本身,导致不同学员间进步速度差距较大。

本研究结果显示,经8周培训,观察组腹腔镜操

作技能考核成绩、理论知识测试成绩均显著高于对照组。出现这一差距可能与以下因素有关:AI辅助案例生成功能可针对每位学员的知识薄弱点自动编排不同难度的模拟病例,使学员接触的临床情境更加丰富多元,知识掌握更为全面,弥补了传统PBL教学案例来源有限的短板^[5]。此外,AI联合模式下学员每步操作完成后系统即刻给出纠正意见,这种“做完即反馈”的方式明显加快了技能提升速度。

3.2 AI联合PBL教学模式有效增强学员自主学习能力

对于外科学员而言,培训结束后能否保持自我学习、自我更新的习惯,是衡量培训质量的重要标尺。本研究发现,观察组培训后自主学习力量表评分显著高于对照组。张亚飞等^[6]在肝胆外科教学中也报告了类似结论,提示AI联合PBL教学模式有助于激发学员内在学习动力,本研究进一步印证了这一观点。

本研究分析,这与AI系统课前推送机制有关:AI系统向每位学员推送不同的预习病例和拓展材料,学员为在讨论中有充分准备,须提前查阅文献并独立分析,有助于逐渐养成“问题发现——主动探索——反馈修正”的良性学习循环。国内学者亦指出,将AI技术融入PBL后,学员从被动听讲转变为主动查找资料、验证假设,学习深度随之加深。同时,AI评估系统可逐帧回放操作录像并标注偏差环节、给出改进建议,帮助学员明确自身不足,这种针对性反馈也促使学员更愿意主动反复练习以弥补其差距。

3.3 AI联合PBL教学模式对学员教学满意度的影响

本研究显示,观察组平均参与率高于对照组,教学满意度为85.00%(34/40),高于对照组67.50%

(27/40),但两组差异未达统计学意义,考虑与样本量有限有关,后续可扩大样本进一步验证。从数值趋势看,观察组学员对教学的接受度更高,主要得益于AI教学在互动性、趣味性和针对性方面的改善。尤其是AI系统的即时反馈功能,使学员无需被动等待教师逐一点评,这种“练完即出结果”的体验也获得了学员认可。董志涛等^[7]亦报道了PBL教学在腹腔镜培训中对学员满意度的积极影响,本研究结果呈类似趋势。

综上,AI联合PBL教学模式将AI辅助案例编写、模拟操作训练与AI智能评估反馈有机整合,在腹腔镜培训中取得了较好效果。与传统PBL教学相比,学员各项指标均有不同程度的提高。

参考文献

- [1] 杨嘉飞,何坤风,廖保,等.人工智能赋能的虚拟仿真教学模式在儿外科腹腔镜技能培训中的应用与评价[J].中国医学教育技术,2026,40(2):234-239.
- [2] 徐奇奇,李雪晴,王欣,等.腹腔镜模拟教学在住院医师微创外科基本操作训练中的应用分析[J].中国毕业后医学教育,2026,10(2):104-107.
- [3] 邱宇轩,梁峰.PBL联合CBL教学法在腹腔镜全胃切除教学中的应用[J].中国卫生产业,2025,22(15):1-4.
- [4] 葛思堂,邵荣瑟,陈晓东,等.腹腔镜技术结合PBL教学法在结直肠癌恶性肿瘤教学中应用的探讨[J].蚌埠医科大学学报,2025,50(6):832-835.
- [5] 王行宏,任瑞兵,李跃峰,等.PBL教学法在本科生外科腹腔镜培训中的价值探讨[J].中国卫生产业,2025,22(9):180-182,190.
- [6] 张亚飞,郭玉祥,王向坤.PBL教学方法与腹腔镜技术在肝胆外科住培生中的应用效果[J].中国卫生产业,2025,22(4):185-187,199.
- [7] 董志涛,章如文,刘随意,等.基于PBL教学法的腹腔镜培训在本科生外科教学中的应用[J].中国继续医学教育,2024,16(18):64-67.