·教学改革·

多GLM协同赋能的BOPPPS教学模式在本科急诊医学课程中的应用效果研究

朱磊[1,2]　许云鹏[3]　李君芬[3]　王文进[4]　杨子[5]　王珂[3]　何翠芳[3]　蒋弘博[3]
李雪斐[6,7]　孙虹佳[8]　刘健[3,9]　常桂霞[6,7]
[1]兰州大学第一医院重症医学科，兰州 730000；[2]兰州大学第一医院重症医学教研室，兰州 730000；[3]兰州大学第一临床医学院，兰州 730000；[4]兰州大学第一医院急诊科教研室，兰州 730000；[5]兰州大学第一医院信息中心，兰州 730000；[6]兰州大学第一临床医学院教务处，兰州 730000；[7]兰州大学第一医院教务处，兰州 730000；[8]兰州大学第一医院医学检验中心，兰州 730000；[9]甘肃省妇幼保健院（甘肃省中心医院），兰州 746400
通信作者：常桂霞，Email：Changguixia@lzu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨基于ChatGPT与智谱清言协同赋能的BOPPPS[导入（bridge-in）、学习目标（objective）、前测（pre-assessment）、参与式学习（participatory-learning）、后测（post-assessment）、总结（summary）]教学模式在本科急诊医学课程中的应用效果。**方法** 选取2024至2025学年在兰州大学学习急诊医学的741名医学生作为研究对象。以班级为单位进行随机分组，其中试验组375人、对照组366人。试验组采用“多GLM协同赋能的BOPPPS教学模式”，对照组采用传统BOPPPS教学模式。借助ChatGPT辅助生成课程习题，经教研室专家审核后形成题库，并基于智谱清言构建课程智能体“急诊医学AI助教”。评估ChatGPT的命题效能，比较2组学生课程期末综合成绩的差异，同时对试验组学生开展课堂满意度和学习体验调查，采用t检验、卡方检验与非参数检验进行统计分析。**结果** ChatGPT共生成单选题440道、多选题440道。经5级量表评价，单选题和多选题的总体满意度分别为84.55%（372/440）和80.91%（356/440）。试验组学生期末综合成绩为78（74，81）分，高于对照组的75（71，79）分，差异具有统计学意义（P<0.001）。在课堂导入、明确学习目标、课堂讨论互动、教学过程促进思维发展、课后即时测评及课堂总结这6个方面，试验组学生的满意度均高于对照组（P<0.001）。试验组学习体验调查显示，85.00%（68/80）的学生认为AI助教设置合理，70.00%（56/80）的学生表示非常愿意继续使用。**结论** ChatGPT与智谱清言协同赋能的BOPPPS教学模式可在急诊医学本科教学中有效提升课堂学习成效与学生学习体验，为AI技术与结构化教学模式深度融合提供可行方案，具有进一步推广应用价值。

【关键词】 BOPPPS教学模式；　本科医学教育；　人工智能；　急诊医学；　教学方法
【中图分类号】 R-4
基金项目：兰州大学教育教学改革研究项目（20231118）；兰州大学教育教学改革研究项目（20231119）；甘肃省高校研究生“创新之星”项目（2025CXZX-207）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20251130-02237

A study on the application effectiveness of a BOPPPS teaching model synergistically empowered by multiple generative language models in an undergraduate emergency medicine course

Zhu Lei[1,2], Xu Yunpeng[3], Li Junfen[3], Wang Wenjin[4], Yang Zi[5], Wang Ke[3], He Cuifang[3], Jiang Hongbo[3], Li Xuefei[6,7], Sun Hongjia[8], Liu Jian[3,9], Chang Guixia[6,7]
[1]Department of Critical Care Medicine, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; [2]Teaching and Research Section of Critical Care Medicine, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; [3]The First Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; [4]Teaching and Research Section of Emergency Medicine, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; [5]Information Center, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

[6]*Academic Affairs Office, The First Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;* [7]*Academic Affairs Office, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;* [8]*Medical Laboratory Center, The First Hospital of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;* [9]*Gansu Maternal and Child Health Hospital (Gansu Provincial Central Hospital), Lanzhou 746400, China*

Corresponding author: Chang Guixia, Email: Changguixia@lzu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the application effectiveness of a BOPPPS teaching model (bridge-in, objective, pre-assessment, participatory learning, post-assessment, and summary) synergistically empowered by ChatGPT and Zhipu Qingyan in an undergraduate emergency medicine course. **Methods** A total of 741 medical students enrolled in the emergency medicine course at Lanzhou University during the 2024-2025 academic year were selected as the participants. Randomization was performed by class, assigning 375 students to the intervention group and 366 to the control group. The intervention group received instruction via the BOPPPS teaching model synergistically empowered by multiple generative language models, while the control group received instruction via the conventional BOPPPS model. ChatGPT was used to assist in generating course exercises, which were reviewed by teaching and research experts to establish an item bank. In addition, an intelligent course agent, the Emergency Medicine Artificial Intelligence (AI) Teaching Assistant, was developed based on Zhipu Qingyan. The item-generation performance of ChatGPT was evaluated. Differences in final examination scores between the two groups were compared, and surveys on classroom satisfaction and learning experience were conducted within the intervention group. Statistical analyses included *t*-tests, chi-square tests, and nonparametric tests. **Results** ChatGPT generated 440 single-choice and 440 multiple-choice questions. Based on a 5-point Likert scale evaluation, the overall satisfaction rates for single-choice and multiple-choice questions were 84.55% (372/440) and 80.91% (356/440), respectively. The final comprehensive course score of the intervention group was 78 (74, 81) points, which was significantly higher than the 75 (71, 79) points in the control group ($P<0.001$). Student satisfaction in the intervention group was higher than that in the control group across six domains: course introduction, clarity of learning objectives, classroom discussion and interaction, promotion of thinking development during teaching, immediate post-class assessment, and class summary (all $P<0.001$). The learning experience survey in the intervention group showed that 85.00% (68/80) of students considered the AI teaching assistant appropriately designed, and 70.00% (56/80) expressed strong willingness to continue using it. **Conclusions** The BOPPPS teaching model synergistically empowered by ChatGPT and Zhipu Qingyan can effectively improve classroom learning outcomes and student learning experience in undergraduate emergency medicine education. This approach provides a feasible solution for the deep integration of AI technology with structured instructional models and warrants broader implementation.

【Key words】 BOPPPS teaching model; Undergraduate medical education; Artificial intelligence; Emergency medicine; Teaching methodology

Fund program: Lanzhou University Education and Teaching Reform Research Project (20231118); Lanzhou University Education and Teaching Reform Research Project (20231119); Gansu Provincial Universities Postgraduate "Innovation Star" Program (2025CXZX-207)

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20251130-02237

近年来，国家持续推进教育数字化战略，“智能时代教育如何转型”已成为医学教育改革的重要议题。急诊医学作为应急能力体系建设的核心学科，对提升医学生的急危重症处置能力具有重要意义，因此亟需在教学模式上实现数字化与结构化的深度融合[1-2]。在医学教育阶段持续推进急诊课程教学改革，既具有政策必然性，也具有重要实践价值。在兰州大学传统BOPPPS教学模式[导入（bridge-in）、学习目标（objective）、前测（pre-assessment）、参与式学习（participatory-learning）、后测（post-assessment）、总结（summary）]的常态化实施过程中，急诊课程仍普遍存在学生学习主动性不足、深度思维与情境迁移能力培养不充分、教学资源与案例和课程目标适配度偏低等问题。作为面向急危重症的能力导向型课程，如何在有限学时内兼顾知识、技能与临床思维的协同提升，成为当前急诊医学教学改革的核心难题。以ChatGPT为代表的生成式语言模型（generative language model，GLM）作为当前通用生成式模型中综合能力处于领先水平的代表，在复杂语义理解、逻辑组织与创造性文本生成方面表现突

出，尤其适合承担教学情境构建与习题命题等“生成端”任务，可为 BOPPPS 各环节提供重要工具支撑[3–6]。虽然 ChatGPT 在信息处理与内容生成方面展现出显著优势，但其存在可解释性不足、来源不可溯及，以及生成结果可能出现偏差等问题，使其在本科医学教育中的落地应用仍面临挑战[7]。可自定义知识库的智谱清言智能体模型在一定程度上能够缓解上述问题，其不仅可依据课程大纲与指定教材实现知识对齐，同时能够对生成内容进行来源追溯，从而在保证高效输出的前提下提升内容的可核查性与一致性[8]。故本研究以“急诊医学”课程为例，对 BOPPPS 教学模式的核心环节进行再设计与数字化赋能。在保持教学目标与评价标准不变的前提下，结合各 GLM 的优势，构建“多 GLM 协同赋能的 BOPPPS 教学模式”，旨在为医学教育的数字化转型与高质量发展提供可复制的实践参考。

1　对象与方法

1.1　研究对象

纳入兰州大学 2024 至 2025 学年第二学期修读“急诊医学”课程的 2022 级临床医学专业本科生共 741 名为研究对象，该课程共计 18 个课时。研究以班级为单位进行整群随机分组，共纳入五年制班级 32 个。按随机分配结果，试验组 375 名、对照组 366 名。试验组与对照组在性别构成（男性占比分别为 48.53% 与 48.09%）、年龄分布[（20.94 ± 0.84）岁 vs.（21.02 ± 0.79）岁]及入组前综合测评成绩[（79.23 ± 5.61）分 vs.（79.97 ± 5.43）分]方面差异均无统计学意义（P>0.05），提示 2 组学生在人口学特征及前期学业水平方面具有良好可比性。

1.2　研究方法

试验组采用“多 GLM 协同赋能的 BOPPPS 教学模式”，对照组采用传统 BOPPPS 教学模式，此安排符合《赫尔辛基宣言》中的医学研究伦理原则。研究开始前，已向学生说明研究目的、流程与数据使用方式，2 组学生均在知情自愿的前提下参与研究并签署知情同意书，相关数据仅用于教学研究分析，且进行了匿名化处理[9]。此前，2 组学生均已完成医学基础课程的学习。带教与考核工作由副主任医师及以上职称、兼具丰富临床实践与教学经验且沟通表达能力突出的教师承担。任课教师来自兰州大学第一临床医学院与兰州大学第二临床医学院急诊医学教研室，所有教师在授课前均由兰州大学第一医院信息中心的信息工程师进行 AI 软件应用培训。为控制干扰因素，2 组学生在带教教师职称、教学内容、所用教材与教学时数方面保持一致。本研究中，由人工智能辅助生成的试题及病例材料仅用于教学实施与形成性评价环节，不纳入期末考试命题，以保证终末评价的独立性与公平性。此外，研究结束后向对照组学生开放同等的人工智能学习资源并提供使用指导。

1.3　教学实施

1.3.1　ChatGPT 的应用与智谱清言智能体的搭建

1.3.1.1　ChatGPT 在课程习题设计与生成中的应用

本研究在《急诊医学》课程题库建设中，严格以课程教学大纲为导向，以指定教材为唯一内容依据，要求题干、选项、答案与解析均能在教材中找到对应表述并标注页码。每次授课按照 BOPPPS 要求编制课前与课后习题各 20 题，题型为单选与多选各 10 题（多选题至少有 2 个正确选项），每题解析首句须引用教材原文并给出页码。课前习题设计侧重于基础概念识别，旨在暴露学生学前基础差异；课后习题则侧重于临床情境中的知识整合、综合判断与决策推理能力评估，用于验证教学目标的真实达成情况。习题建设时遵循“初稿编制—人工核对—专家终审”三步流程。人工核对由两院急诊科教研室各指派 1 名副主任医师及以上职称的教师独立逐题审核，对每题作出“通过/修订/淘汰”的判定。专家终审由第三名主任医师主持，对存在分歧或需修订的题目进行再次终审。终审通过后统一编号归档。随后随机邀请两院教研室另行指派的 2 名主任医师，采用 5 级量表开展主观质量评审，分别对单选与多选在“题目难度、题干清晰度、解析清晰度、与大纲契合度、题目满意度”等维度进行评估，以综合判定题库的可用性与教学适配度。

1.3.1.2　智谱清言智能体的搭建与场景设计

研究采用清华大学的教学技术成果产品——智谱清言（GLM-4.5），构建了一个名为“急诊医学 AI 助教”（以下简称“AI 助教”）的封闭式课程知识库与问答系统。该系统仅收录本课程指定教材、经教研室审核的习题题库、课程大纲及授课 PPT。所有资料经过统一清洗、去冗和分段标注处理，建立了“主题标签—章节—页码—责任教师”的元数据索引；系统关闭了外部检索功能，回答严格依据库内资料生成，对于超出范围的提问，系统会直接提示“超出知识库范围”，并且回答会指向相应章节与页码，以便学生查证。输出结果会在回答末尾提供与该知识点相关的延伸思考和下一步问题，以促进学生进行深度学习并实现情境迁移。任课教师在授课前，需由兰州大学第一医院信息中心的信息工程师完

成平台规范化操作培训，以确保资料调用、引用和标注的一致性与规范性。

1.3.2　BOPPPS模式下多GLM协同赋能在急诊医学全课程教学中的应用

1.3.2.1　课程导入（B）

由教研室选择与本节课程目标匹配的临床病例，提炼关键病例资料，交由ChatGPT依据导入环节要求，编写≤150字的微情境并配套递进式的3个问题作为课程导入。该做法在保证内容取材自真实病例与教材的前提下，显著缩短备课时间，且借助模型的发散性改写生成多变式素材，使导入更全面、可替换、可复用。经教研室审核定稿后，将材料上传至AI助教系统，课后学生可在该系统内就导入情境继续讨论与追问，并一键定位教材章节与页码完成反向学习。

1.3.2.2　学习目标（O）

本课程总目标强调在有限学时内实现急诊专业知识、问题解决能力与临床思维能力的协同发展，让学生能够在时间有限的临床情境中快速识别、优先排序并规范化处置问题。在该环节中，学习目标由教师主导设定，学生可借助AI助教，依据教师提供的学习大纲目标，进一步将其拆分为更细致、可操作的小型目标条目。依据课程大纲，这有助于学生精准定位本节课的学习范围，明确需优先掌握的重点概念及容易产生认知偏差的知识点，从而提高学习目标的可达性和学习过程的针对性。

1.3.2.3　课前评估（P）

课前评估旨在了解学生对即将学习内容的基础掌握情况及潜在的认知偏差。本研究中课前评估所使用的习题题库，来源于经教研室审核通过的由ChatGPT生成的题库。为减少重复人工筛选带来的工作量，研究者将该题库资料整理后存放在AI助教中。教师可在知识库内按照本节学习目标和章节范围快速调取候选题目，经人工复核后形成本次课前测评题组。这种方式能够在同一章节范围内生成不同的题目组合，用于不同班级的测评，从而降低因固定题目导致答案传播的风险，使测评结果更接近学生的真实水平。课前测评完成后，教师依据学生的作答分布和易错点，调整课堂情境展开的深度及重点内容，提升后续教学环节的针对性和适配性。

1.3.2.4　参与式学习（P）

在参与式学习过程中，AI助教的使用进一步提升了课堂讨论的效率，加深了学习深度。课堂开始前，教师向各小组提供本节课需要讨论的临床案例或问题情境，并明确讨论目标与关注要点。小组讨论阶段，学生可将病例关键信息或讨论问题输入AI助教进行查询和互动，其提问方式以“依据定位型”和“推理提示型”为主，例如围绕诊断依据、处理原则或易混淆概念进行追问。在小组围绕课程问题展开讨论时，AI助教被定位为1名不直接给出最终结论的讨论参与者。其反馈主要以提示相关教材章节、提出引导性问题或提醒可能存在的认知偏差为主，而不是直接输出答案。这种方式促使学生在讨论过程中主动回溯证据来源，阐明判断依据，并对不同观点进行比较和修正。对于教材未直接呈现但与课程目标相关的延伸性问题，AI助教可在知识库范围内进行拓展理解，帮助学生形成更完整的知识体系。各小组形成初步讨论结论后，学生可再次与AI助教进行针对性互动，对已有答案进行核对和反思，重点关注推理链条是否完整、依据是否充分。随后，教师组织全班进行汇报与讨论，对关键知识点和常见认知偏差进行集中讲解和纠偏，从而将AI支持下的分组讨论结果有效整合进课堂教学中。

1.3.2.5　课后评估（P）

课后评估在教学结束后当堂实施，用于检验学习目标达成情况与课堂教学实践效果。本研究课后评估所使用的习题题库，来源于经教研室审核通过的由ChatGPT生成的题库。课后短测通过“问卷星”平台现场发放，学生当堂独立完成作答，作答期间AI助教功能关闭，以保证结果真实反映学生即时掌握水平。测评结束后，学生可在课后再通过AI助教对本次易错点与典型题进行定位、再验证与思维补正，进一步巩固与完善知识结构。通过“课前评估—参与式学习—课后再测”连续评估，完成对本节课学习成效的闭环验证与反馈调节。

1.3.2.6　总结（S）

总结环节作为教学的收束阶段，主要用于对本章高频易错点、关键知识链及临床思维路径进行再梳理与结构化沉淀。由教师组织小组回顾与汇报，归纳知识盲点与推理偏差，教师进行集中纠偏与重点提炼，帮助学生形成更加稳定与可迁移的知识结构。本阶段不进行即时AI干预，以保证临床思维归纳与关键概念抽离由教师主导完成。课后复盘阶段，学生可根据自身薄弱点进入AI助教进行针对性查阅与追问，辅助完成错误定位、证据回溯与深层逻辑补全，以促进知识网络进一步重建与加固。教师课堂总结与课后AI模型复盘相结合，使总结环节不仅具有课堂即时收束功能，同时承接课后自我提

升，实现本节学习目标向可持续能力发展的延伸。

1.4　教学效果评价

教学效果评价主要从题库质量评价、课程学习成效、课程满意度与课程感受4个维度开展综合评估。针对由模型辅助生成的课程习题，由两院教研室组织开展题库质量审核，使用5级量表从题目难度、题干清晰度、解析清晰度、与大纲契合度、题目整体满意度等指标进行主观质量评价，分别统计单选题与多选题的各等级比例，用以判断ChatGPT智能出题的教学适配性与可用性。在课程学习成效比较部分，对2组学生2024至2025学年第二学期急诊医学课程期末综合成绩进行对比分析，评价本教学模式对课程成绩提升的实际作用。对2组学生进行课程满意度调查，满意度以3级评定等级呈现。最后，在试验组学生内部采用随机数字表法随机抽取80名学生开展课程体验调查，重点了解学生对课程难易度、课堂节奏与投入感、整体满意度，以及AI助教的设置合理性、回答清晰度、内容贴合度、使用便捷性与促进自主学习等方面的主观感受，用以反馈本模式在实际教学过程中的接受度与可推广价值。

1.5　统计学方法

采用SPSS 25.0统计软件进行数据处理。计量资料先进行正态性检验，对于符合正态分布的资料，以均数 ± 标准差表示，2组间比较采用独立样本 t 检验；若不符合正态分布，则采用中位数 $M(Q_1, Q_3)$ 进行描述，并使用非参数检验（Mann-Whitney U 检验）[10]。计数资料以例数及构成比表示，2组间比较采用卡方检验或Fisher确切概率法[10]。检验水准 α=0.05。

2　结果

2.1　习题设计评价

模型共生成单选题440道、多选题440道。采用5级量表进行主观质量评价，结果显示：在题目难度方面，单选题主要集中在“中等”和“较好”区间，占比分别为46.82%（206/440）和29.77%（131/440）；多选题在这2个区间的占比分别为50.23%（221/440）和23.64%（104/440）。“较差及非常差”的比例较低，单选题为10.00%（44/440），多选题为15.91%（70/440）。在题干清晰度方面，被评为“较好及非常好”的单选题占比为94.10%（414/440），多选题占比为92.27%（406/440）。在解析清晰度方面，单选题占比为95.68%（421/440），多选题占比为93.86%（413/440）。在大纲契合度方面，单选题占比为89.32%（393/440），多选题占比为85.91%（378/440）。在总体题目满意度方面，单选题占比为84.55%（372/440），多选题占比为80.91%（356/440）（图1）。

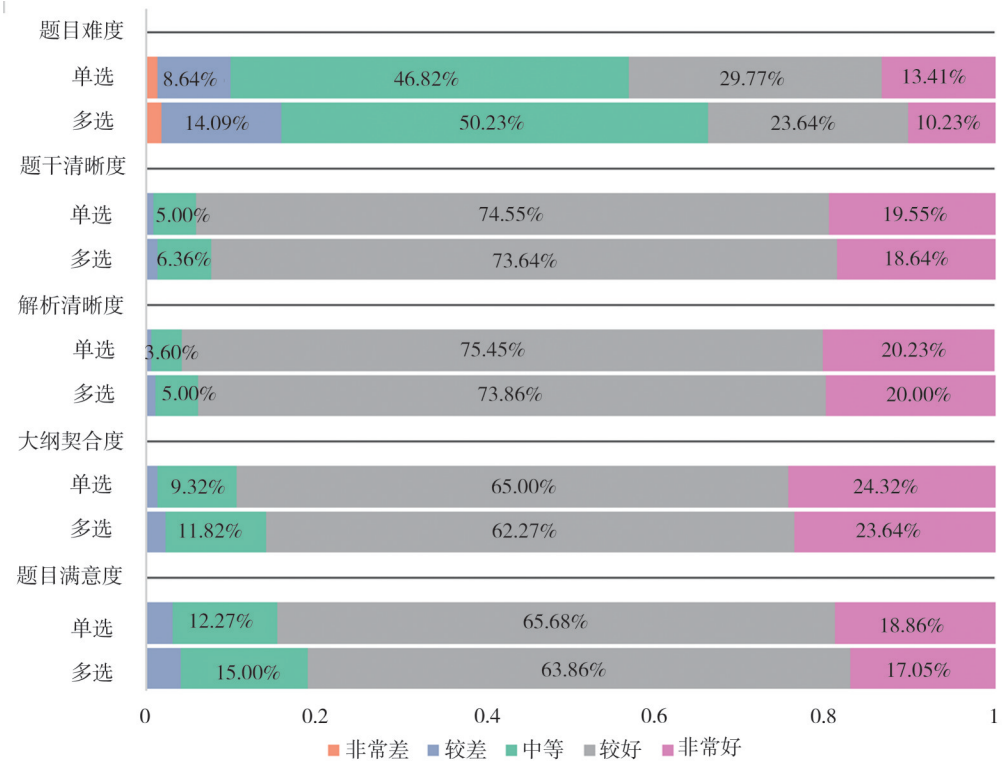


图1　ChatGPT生成题库质量的5级评价分布

2.2　教学成绩比较

对2组学生课程期末综合成绩进行正态性检验，结果提示成绩分布不符合正态分布。结果显示，试验组学生期末综合成绩高于对照组，差异有统计学意义（P<0.05）（表1）。

表1　2组学生课程期末综合成绩比较$M(Q_1,Q_3)$

组别	课程期末综合成绩	Z值	P值
试验组（n=375）	78（74，81）	−6.73	<0.001
对照组（n=366）	75（71，79）		

2.3　教学满意度比较

结合此教学模式，在课堂导入、明确学习目标、课堂讨论互动、教学过程促进思维发展、课后即时测评及课堂总结6个方面分别进行评估。结果显示，试验组学生的满意度均明显高于对照组，2组差异均具有统计学意义（P<0.05）（表2）。

2.4　试验组学生对课程的感受

调查结果显示，80名学生中有30名（37.50%）认为课程内容的难易程度非常合适，40名（50.00%）认为比较合适，仅有10名（12.50%）认为不合适；有28名（35.00%）认为课堂节奏与时间安排非常舒适，42名（52.50%）认为比较舒适，10名（12.50%）认为不舒适；有27名（33.75%）认为课堂氛围良好且能投入学习，41名（51.25%）认为比较能投入，12名（15.00%）认为投入一般或不能投入；在总体满意度方面，有25名（31.25%）非常满意，44名（55.00%）比较满意，仅11名（13.75%）表示不满意。

调查结果显示，80名学生中有68名（85.00%）认为AI助教设置合理，适合与本课程教学模式结合，另有10名（12.50%）认为比较合理，仅2名（2.50%）认为不合理；有45名（56.25%）学生认为助教的回答清楚易懂，30名（37.50%）认为比较清楚，仅5名（6.25%）认为不清楚；在助教与课堂内容及病例情境贴合度方面，有44名（55.00%）学生认为非常合适，31名（38.75%）认为比较合适，仅5名（6.25%）认为不合适；有48名（60.00%）学生认为助教使用过程便捷且稳定，28名（35.00%）认为比较便捷稳定，仅4名（5.00%）认为不便捷或不稳定；在继续使用意愿方面，有56名（70.00%）学生非常愿意继续使用该助教，18名（22.50%）比较愿意，仅6名（7.50%）不愿继续使用；对于学习体验，有40名（50.00%）学生非常同意使用助教有助于增强其学习主动性与独立性，25名（31.25%）认为有一定帮助，仅15名（18.75%）认为无明显帮助。

3　讨论

急诊医学要求学生具备快速判断与处理急危重症的能力，传统静态教学已难以满足复杂情境下的临床思维与决策需求[11-14]。本校在急诊医学教学中已常态化实施BOPPPS教学模式，该模式强调学生的主动参与，通过问题导入、目标设定、互动学习等环节激发学生学习兴趣，可有效提高学生的批判性思维和综合应用能力[15-16]。但在本校的教学实践中发现，该教学模式存在学生学习主动性不足、深度思维与情境迁移能力培养不充分、教学资源与案例和课程目标适配度偏低等问题。随着AI在教学领域的不断应用与发展，传统BOPPPS教学模式的数字化改革成为未来重要的发展方向之一。

3.1　多GLM协同赋能对提升急诊医学学习主动性的作用

本研究结果显示，采用多GLM协同赋能的BOPPPS教学模式后，学生在课堂导入、学习目标明确性、课堂互动、学习效率等多个维度的满意度均显著高于对照组，课程期末综合成绩也明显提升。这一变化并非源于单纯引入AI工具，而是多GLM技术被有序嵌入BOPPPS教学流程后，对学生学习行为结构产生了实质性重塑。在传统BOPPPS教学模式中，尽管强调学生参与，但学生在课前准备、课堂讨论及课后复盘环节仍较为依赖教师引导，学习主动性易受基础差异与学习资源获取负担的影响。本研究通过ChatGPT辅助构建标准化课前与课后习题，并将经严格审核的题库与教材内容统一整合至封闭式AI助教中，使学生能够在学习过程中快速定位知识依据并完成自我核对，显著降低了“找不到依据”“不知从何学起”带来的学习阻力，从而促进

表2　2组学生的教学满意度比较[例（%）]

项目	试验组（n=375）			对照组（n=366）			χ^2值	P值
	非常满意	比较满意	不满意	非常满意	比较满意	不满意		
课堂导入有助于迅速进入学习情境	166（44.27）	174（46.40）	35（9.33）	114（31.15）	182（49.73）	70（19.13）	21.40	<0.001
学习目标明确，有助于理解本节课的重点	180（48.00）	160（42.67）	35（9.33）	125（34.15）	180（49.18）	61（16.67）	18.03	<0.001
小组讨论与课堂互动有助于加深对知识的理解	173（46.13）	164（43.73）	38（10.13）	119（32.51）	183（50.00）	64（17.49）	17.55	<0.001
上课过程有助于提升学习效率与思维深度	161（42.93）	171（45.60）	43（11.47）	111（30.33）	189（51.64）	66（18.03）	14.84	<0.001
课后即时测评有助于检验学习成效和发现薄弱点	152（40.53）	176（46.93）	47（12.53）	98（26.78）	179（48.91）	89（24.32）	24.55	<0.001
课堂总结有助于巩固重点知识并促进应用	188（50.13）	153（40.80）	34（9.07）	132（36.07）	177（48.36）	57（15.57）	17.25	<0.001

学生由被动接受转向主动探究。此外，多GLM协同赋能使学习目标由教师单向传递转变为可拆解、可追踪的学习任务。学生在明确教学目标的基础上，借助AI助教对重点概念与易错知识点进行二次拆分与验证，这有助于形成清晰的学习路径，增强学生对学习过程的掌控感。该过程不仅提高了学生对课堂任务的参与度，也强化了其对自身学习进度与薄弱环节的主动监控能力。从急诊医学课程特点来看，该学科强调在时间受限条件下进行快速识别与动态判断。本研究构建的“课前评估—课堂互动—课后即时测评—再复盘”的连续反馈机制，与急诊临床中不断修正决策的认知模式高度契合，使学生在学习阶段即反复经历“判断—验证—修正”的过程。由此，多GLM协同赋能的BOPPPS教学模式不仅提升了学生的学习主动性，也为其后续临床学习中形成以证据为基础的主动决策能力奠定了认知基础。

3.2　多GLM协同赋能的参与式学习对临床思维深化与情境迁移能力的促进

本研究发现，试验组学生在课堂互动、思维发展促进及整体学习体验等方面的满意度均显著高于对照组，这提示在BOPPPS框架下引入多GLM协同赋能的参与式学习，有助于促进学生从表层知识理解向临床思维建构的转变。传统BOPPPS教学模式虽然强调参与式学习，但在实际实施过程中，学生讨论内容往往停留在结论层面，对判断依据和推理路径关注不足，情境迁移能力的培养也相对有限。

本研究通过将AI工具嵌入参与式学习环节，为学生提供即时、可追溯的知识支持及引导式反馈，有效改善了上述问题。一方面，AI助教能够帮助学生在讨论过程中快速定位相关教材内容和知识依据，减少因无效翻阅和信息筛选带来的学习资源获取负担，让课堂时间更多地用于分析临床问题本身。另一方面，系统在讨论中以提示和追问为主，而非直接给出最终答案，引导学生不断反思其判断逻辑和证据来源，从而推动讨论从“是否正确”转向“为何如此”，促进临床推理过程的显性化和结构化。学习体验调查结果表明，大多数学生认为在AI支持下的课堂讨论更容易投入且更具启发性，这提示参与式学习质量的提升并非源于讨论频次的增加，而是源于讨论深度和思维参与度的提高。本研究所构建的AI支持的参与式学习模式，让学生在课堂上就反复接触不同变式情境，并在持续的推理和反思中完成知识迁移，有助于缩短从课堂学习到临床应用之间的认知距离。这一结果提示，在结构化教学框架下合理引入AI支持，有助于推动参与式学习从形式参与向高质量认知参与转变，进而实现临床思维的深化和情境迁移能力的提升。

3.3　多GLM协同赋能的教学资源精准适配在急诊医学课程中的实践价值

急诊医学课程内容覆盖面广、更新速度快，既包含相对稳定的处置原则，也涉及大量依赖情境判断的临床决策。在教学实践中发现，即便在BOPPPS框架下开展结构化教学，若案例、习题与当节课的教学目标匹配度不足，学生仍容易在学习过程中出现重点不清晰、复习无从下手等问题，进而影响学习效果的稳定性。本研究尝试在不改变教学目标与评价标准的前提下，优化教学资源的组织与使用方式，以提升其与课程目标的契合度。在具体实施过程中，AI主要用于辅助教学资源的初步生成与整合，而非替代教师的判断。通过明确约束生成范围，并经教研室逐题审核与修订，将病例情境、习题及解析统一与教材和课程大纲相锚定，使不同教学环节所使用的资源围绕同一知识主线展开。学生在课前预习、课堂讨论及课后复盘时，能够快速定位相关依据，减少因反复翻阅资料带来的学习负担，从而将更多精力投入到理解与思考中。从教学效果来看，教学资源的精准适配增强了课程导入、形成性评价与课堂总结之间的内在连贯性，使学生更容易把握每节课的学习重点与逻辑结构。这种清晰的学习路径不仅提高了课堂参与度，也有助于学生在复习阶段对知识进行系统化整理。对于急诊医学这类强调规范性与整体观的课程而言，教学资源从“够用”转变为“对位”，有助于提升教学实施的稳定性与可复制性，为后续课程推广与持续改进提供了实践基础。

从整体机制上看，本研究中ChatGPT与智谱清言并非简单叠加使用，而是在BOPPPS教学流程中形成了明确分工与协同关系：前者侧重于教学资源与测评素材的生成与变式扩展，后者侧重于资源的规范化调用、证据定位与学习支持。二者在功能上的互补，使生成式内容得以在可控、可追溯的教学框架内反复使用，并嵌入形成性评价与参与式学习全过程，从而放大了单一模型难以实现的教学效应。该协同机制并非来源于模型能力的简单相加，而是来源于生成能力与教学约束条件之间的结构性匹配，体现出“1+1>2”的教学增益。

3.4　研究局限性

本研究仍存在一定局限性。首先，本研究以班级为单位进行随机分组，尽管在师资、教学内容与

学时安排等方面进行了严格控制，但不同班级之间在学习氛围、学生基础及课外交流等方面仍可能存在差异，难以完全排除组间潜在混杂因素的影响。其次，本研究的教学效果评价主要基于课程期末综合成绩、课堂满意度及学生主观学习体验，其中部分指标依赖问卷调查，可能受到社会期望偏倚及新教学模式新颖效应的影响。此外，由于题库中多数试题未经过同质学生群体的完整实测，目前尚无法采用教育测量学方法对命题质量进行客观分析，仅能以专家主观评价作为替代。试验组课程体验调查因期末时间安排及学生返家等客观原因，无法大规模开展调查，仅能采取随机抽样方式实施，未能覆盖全部学生，可能带来一定偏倚。再者，本研究对人工智能工具的使用情况未进行精细化量化分析，不同学生课后 AI 助教使用频率、使用方式及投入深度上的差异，可能对学习效果产生一定影响，但尚未在本研究中进一步分层探讨。最后，本研究以单一院校的急诊医学课程为研究对象，课程设置、学生构成及教学管理模式具有一定的情境特异性，研究结论在不同院校、不同课程或不同教学阶段中的适用性仍需通过多中心、跨课程的研究加以验证。

4　结语

将智能技术与课程教学深度融合是医学教育发展的必然方向。以生成式工具为代表的数字化手段，能够在 BOPPPS 框架下为教学各环节提供素材重构、快速定位依据及个性化学习支持，提升课堂效率和学习体验，并促进知识向临床思维与决策路径迁移。本研究构建的由多 GLM 协同赋能的 BOPPPS 教学模式取得了显著成效，这提示在规范化质控与可追溯知识库的约束下，智能技术可作为优化教学流程和形成性评价闭环的重要支点。不过，研究在模型选择、知识库边界、质控标准方面仍有进一步细化的空间。未来研究可在不同学校、不同课程类型、不同教学场景中持续验证该模式的可推广性，并进一步优化知识库管理、AI 使用规范及教师 AI 教学能力的培养路径，探索在确保安全性、专业性和教育价值前提下的最佳实施机制。通过不断迭代优化，AI 与医学教育的融合有望构建更加精准、可信、可持续的教学新范式。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　朱磊、许云鹏、李君芬：研究设计、教学实施、数据整理、论文撰写；王文进、杨子：研究方案优化、技术支持；王珂、何翠芳、蒋弘博：教学实施、问卷调查、数据收集；李雪斐、孙虹佳：统计分析、结果解读；刘健：研究指导、论文修改、质量控制；常桂霞：课题总体设计、研究指导、关键学术观点凝练、论文终审

参考文献

[1] Taybeh EO, Naser AY, Taybeh A, et al. Public preparedness and knowledge about emergency medicine: a study across 6 countries [J]. Medicine, 2025, 104(28): e43217. DOI: 10.1097/md.0000000000043217.

[2] 窦清理，徐军，顾亚楠，等. 急诊专科医联体体系下急诊学科的转化研究和实践[J]. 中国急救医学，2024，44(7)：559-563. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2024.07.002.

[3] 陈瑶，陈传熹，曹钰. 数智化建设为急诊医学高质量发展注入新质生产力[J]. 华西医学，2024，39(11)：1673-1678. DOI: 10.7507/1002-0179.202411176.

[4] 薛思懿，郭锐，胡蓉，等. 数字赋能：BOPPPS 模式下 ChatGPT 与地理教学融合的逻辑建构和实践审思[J]. 地理教学，2024(15)：26-31. DOI: 10.3969/j.issn.1000-078X.2024.15.007.

[5] 袁靳闲，李金政. 人工智能应用于医学教育的现状、挑战与前景[J]. 中华医学教育探索杂志，2025，24(6)：777-783. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240711-02049.

[6] 冯蕾，周昊泽，候佳佳. 人工智能赋能高等医学教育的现状调查[J]. 中华医学教育探索杂志，2025，24(8)：1022-1031. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20241208-01989.

[7] Cheng Y, Zhu L. A review of ChatGPT in medical education: exploring advantages and limitations [J]. Int J Surg, 2025, 111(7): 4586-4602. DOI: 10.1097/js9.0000000000002505.

[8] 季松岭，张潜，罗怀香. 智谱清言 AI 智能体在解剖学实验课的应用思考[J]. 基础医学教育，2024，26(12)：1080-1083. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2024.12.14.

[9] World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects [J]. Nurs Ethics, 2002, 9(1): 105-109. DOI: 10.1191/0969733002ne486xx.

[10] 陈炳为. 医学统计学[M]. 南京：东南大学出版社，2023.

[11] Nijman RG, Schickerling C, Bognar Z, et al. Providing urgent and emergency care to children and young people: training requirements for emergency medicine specialty trainees [J]. Eur J Emerg Med, 2024, 31(5): 305-307. DOI: 10.1097/mej.0000000000001148.

[12] 张海红. 高质量发展下急诊医学现状分析与面临困境的对策研究[J]. 中国中西医结合急救杂志，2023，30(3)：354-357. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.03.021.

[13] 合依热古丽·吾拉依木，郭鑫培，李国旗，等. 急诊医学教学模式的研究进展[J]. 新疆医学，2025，55(10)：1295-1296，1311. DOI: 10.3969/j.issn.1001-5183.2025.10.022.

[14] 黄家祺，张敏，余情，等. 急诊科住院医师规范化培训入专业基地教育的实践探索[J]. 中国毕业后医学教育，2025，9(10)：731-735. DOI: 10.3969/j.issn.2096-4293.2025.10.003.

[15] 罗洁瑜，韦伶郁，陈华东，等. 以岗位胜任力为导向联合 BOPPPS 的情景模拟教学法在西藏地区团队急救培训的应用[J]. 中华医学教育探索杂志，2025，24(11)：1472-1477. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20250512-02147.

[16] 李禄生，周渝冬，梁平，等. BOPPPS 教学模式在小儿外科学中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志，2025，24(9)：1242-1246. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20240615-02028.

（收稿日期：2025-11-30）
（本文编辑：邬小梅）