

基于建构主义理论的AI-医学PBL教学模式构建与实施

袁琳波^{1*}, 金可可², 李城菲³, 严辰杰¹, 孙嘉玮¹, 韩丛美¹

¹温州医科大学生理学教研室, 浙江 温州

²温州医科大学病理生理学教研室, 浙江 温州

³温州医科大学第一临床医学院, 浙江 温州

收稿日期: 2025年12月12日; 录用日期: 2026年1月16日; 发布日期: 2026年1月27日

摘要

当前, AI与医学PBL教学的融合仍面临“案例更新滞后、师资匹配不足、技术脱离教学实际、评价方式单一”等现实问题, 制约了智能化教学模式的推广应用。针对“技术落地”难题, 本研究创新构建了动态迭代型案例库, 搭建涵盖教学全流程的AI工具矩阵并提出“软能力 + 硬指标”双维度AI评价模型。同时, 创新性地建立“师资 - 技术 - 教学”三位一体协同机制, 形成涵盖内容、工具、评价和保障为一体的AI-PBL教学模式。该模式已在临床医学专业的基础与临床课程中展开实践。结果显示, 实验组学生在临床技能考核中的通过率较对照组显著提升了20.5%, 教学满意度达到92.3%, 教师案例准备时间缩短了40%。该模式有效实现了技术服务与教学目标的根本宗旨, 避免了技术应用流于形式, 为AI赋能医学教育改革提供了可复制、可推广的实施路径。

关键词

AI-PBL, 医学教育, 动态迭代型案例库, 三位一体适配机制, 双维度评价模型

Construction and Implementation of AI-Medical PBL Teaching Model Based on Constructivism Theory

Linbo Yuan^{1*}, Keke Jin², Chengfei Li³, Chenjie Yan¹, Jiawei Sun¹, Congmei Han¹

¹Department of Physiology, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

²Department of Pathophysiology, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

³The First Clinical Medical College, Wenzhou Medical University, Wenzhou Zhejiang

*通讯作者。

Received: December 12, 2025; accepted: January 16, 2026; published: January 27, 2026

Abstract

At present, the integration of AI and medical PBL teaching still faces practical problems such as “lagging case updates, insufficient teacher matching, technology decoupling from teaching practice, and single evaluation methods”, which restrict the promotion and application of intelligent teaching models. To address the challenge of “technology landing”, this study innovatively constructs a dynamically iterative case library, builds an AI tool matrix covering the entire teaching process, and proposes a dual-dimensional AI evaluation model of “soft capabilities + hard indicators”. Meanwhile, it innovatively establishes a “teacher-technology-teaching” trinity coordination mechanism, forming an AI-PBL teaching model integrating content, tools, evaluation and guarantee. This model has been put into practice in basic and clinical courses for clinical medicine majors. Results show that the pass rate of experimental group students in clinical skill assessments increased by 20.5% compared with the control group, teaching satisfaction reached 92.3%, and teachers’ case preparation time was shortened by 40%. This model effectively achieves the fundamental purpose of technology serving teaching goals, avoids the formalization of technology application, and provides a replicable and promotable implementation path for AI-empowered medical education reform.

Keywords

AI-PBL, Medical Education, Dynamically Iterative Case Library, Trinity Adaptation Mechanism, Dual-Dimensional Evaluation Model

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着医学教育改革的不断深化，PBL 逐渐成为培养临床思维和自主学习能力的重要教学模式。但是目前 PBL 教学存在案例库相对固定而缺乏更新机制，教学工具功能零散而缺乏系统整合，以及评价体系片面等问题。这些不足限制了教学灵活性和效率，也导致 PBL 教学难以满足医学人才培养的综合素质要求。

为此，本研究提出“教学目标驱动技术应用”这一核心，创新构建“三位一体适配机制”，打通教师需求、技术开发与教学研究的协同通道，并且设计动态迭代型案例库，实现案例实时更新与难度梯度推送，提升教学内容的精准性与适应性，进一步构建软硬结合的 AI 评价模型来实现对医学知识和临床软技能的全面评估(见图 1)。这些创新举措旨在推动 AI 与 PBL 深度融合，促进医学教育智能化、高效化和个性化，培养符合现代医疗需求的高素质临床医师。

2. 现实困境

2.1. 案例库静态化

目前，多数医学院的 PBL 教学案例库仍以固定集合为主，这些案例往往更新滞后，未能及时衔接当前临床指南的最新进展，且普遍缺乏与学生学习阶段相匹配的难度分级，难以构建由浅入深、循序渐进

的系统性学习路径。这些静态且缺乏分层的案例库不仅制约了教学过程灵活性和个性化，而且还限制了学生接触最新临床实践的机会，进而影响临床思维和解决复杂问题的能力培养。

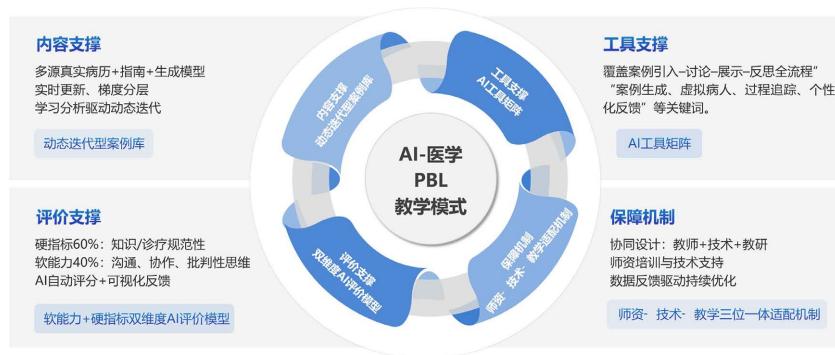


Figure 1. Overall structure diagram of the AI-PBL teaching model
图 1. AI-PBL 教学模式总体结构图

2.2. AI 工具碎片化

在当前的医学 PBL 教学中，引入的智能工具大多集中于虚拟问诊这一具体场景，在案例生成、讨论引导、教学过程追踪以及反馈优化等关键环节仍缺乏相应的技术支持[1]。各类工具功能较为零散，未形成统一的集成平台而导致教学流程出现断裂。此外，教师难以全面掌握学生在讨论过程中暴露的知识盲区，这影响和制约了针对性指导的实施和整体教学质量的提升。与此同时，教师对智能工具的操作熟练度普遍不高，使用频率也相对较低，这进一步加剧了工具应用的碎片化现象。

2.3. 评价体系片面化

现阶段医学 PBL 教学所采用的主要评价方式集中于案例报告与笔试等可量化指标。这种评价体系侧重对学生知识掌握程度的考核，但在临床沟通、团队协作、职业素养等关键软能力方面的评估相对薄弱。这种以单一维度为核心的评价模式，难以全面反映学生真实的临床综合能力与实践表现，与培养合格临床医师的教育目标之间形成一定差距[2]。已有研究指出，软能力评估环节的缺失可能导致教学评价体系出现结构性失衡，影响学生综合素质的系统性培养，进而制约其在真实临床工作环境中的实际应用能力发展。

2.4. 师资适配缺失

当前医学教学中，技术研发过程往往未能充分遵循教学规律，造成虚拟病人对话系统等工具的设计与真实临床问诊流程之间存在脱节现象，影响了教学的真实感和有效性。同时，多数教师在智能工具操作及融合技术的教学设计方面缺乏系统性培训，导致这些工具的实际使用频率不高，智能技术在课堂教学中的应有潜力未能充分发挥[3]。已有研究普遍表明，教师相关能力培训的不足成为教学技术与课程整合及推广过程中的主要障碍。

3. 创新路径

3.1. 创新“动态迭代型案例库”：实现“教学内容与临床、学生能力双匹配”

本研究以“临床真实化、更新实时化、梯度适配化”为原则，构建可自我优化的动态迭代案例库，力图实现教学内容与临床实践、学生能力发展的双重匹配(见图 2)。

在案例来源与结构方面，案例库整合多源数据。一是汇聚多家附属医院脱敏后的真实病历，覆盖常见疾病谱，并按“主诉-现病史-体格检查-辅助检查-诊疗方案”的完整临床路径进行标准化标注，以保证情境的真实性和可推理性。二是对接权威临床诊疗指南数据库，利用关键词检索和内容解析定期更新反映新指南、新技术的病例，维持病例内容与循证证据的同步。三是借助生成模型补充罕见病与复杂合并症病例，拓展学生接触少见情境的机会。所有病例均经伦理审查和严格脱敏处理，以保障隐私与规范性。

在智能迭代与分层推送方面，本研究引入学习分析与自适应推送机制，对学生在不同病例中的完成率、错误类型和讨论高频盲点进行持续监测，形成“案例难度适配度”指标，用于动态调整同类病例的呈现频次与版本难度。同时，根据学生所在学段和能力画像，将病例划分为基础问诊、综合诊断和疑难鉴别等不同层级，并通过“能力-目标匹配”规则进行分层推送，避免“一刀切”式的统一任务分配，支持学习路径的渐进与螺旋上升。这一动态迭代机制，使案例库从静态资源转变为“随学而变”的智能系统，为PBL提供持续对齐临床与学生能力的情境基础。



Figure 2. Schematic diagram of case tiering and push mechanism
图 2. 案例分层和推送机制示意图

3.2. 搭建“AI工具矩阵”：实现“教学全流程技术赋能”

围绕PBL教学“案例引入-小组讨论-成果展示-总结反思”四环节，明确各环节工具选型、功能与操作流程，确保教师可直接落地使用。

案例引入阶段利用智能案例生成器，依托包含1200余知识点和800余临床技能标准的医学知识图谱，教师只需选择课程、章节及教学目标，系统即可在10分钟内自动生成符合教学需求的个性化案例，并准确标注相关知识点，极大提升教学准备效率，同时确保案例与临床实践紧密结合[4]。

在小组讨论阶段，虚拟病人系统模拟真实临床问诊环境。学生可提出多角度问题，例如询问“是否感到口渴或饮水增多”。系统能够反馈虚拟患者的实时体征变化与情绪状态，如表现出焦虑或疼痛反应。该系统同时记录学生问诊过程的完整性，对遗漏的关键问诊点提供提示，从而提升临床沟通训练的真实感与系统性。此外，讨论辅助助手通过实时语音识别与文本分析技术，自动识别讨论过程中出现的知识盲区。例如当讨论未涉及糖尿病分型标准时，系统主动推送相关权威诊疗指南内容。教师可启用辅助功能，将推荐资源一键分享至小组讨论界面，帮助学生准确理解并掌握关键知识点。

在成果展示环节，过程追踪分析通过系统记录每位学生的发言频率并评估其内容与主题的相关程度，生成详尽的团队合作报告，帮助教师识别小组中参与程度较低的学生，从而有针对性地推动小组协作效率与互动质量的提升。进入总结反思阶段后，个性化反馈报告生成系统综合学生在案例分析、课堂讨论及知识测试等方面的表现结果，形成个体化的能力建设报告并自动同步至学生个人学习账户。系统同时

配套推荐与之相适应的课程视频与文献资料，以支持学生开展有针对性的自主学习与能力补强训练(见表1)。

该AI工具矩阵实现了对教学内容组织、课堂互动过程和学习效果反馈的全流程智能化支持。这一体系有力推动了PBL教学向精准化与个性化方向深入发展，在提升整体教学质量的同时显著增强了学生临床能力的培养成效，从而成为医学教育数字化转型过程中重要的技术支撑。

Table 1. Correspondence between PBL four stages and AI tools

表 1. PBL 四环节与 AI 工具对应关系表

教学环节	AI 工具名称	核心功能	实操要点
案例引入	智能案例生成器	基于 1200+ 知识点、800+ 临床技能标准的知识图谱，快速生成案例	教师选择课程 - 章节 - 教学目标，系统自动生成案例并标注知识点
小组讨论	虚拟病人系统	模拟临床问诊场景，支持学生提问，反馈体征及情绪变化	学生与虚拟病人互动，系统实时记录问诊完整性并提示遗漏问诊点
小组讨论	讨论辅助助手	实时分析讨论语音/文字，识别知识盲区，推送相关诊疗指南片段	教师开启辅助模式，系统在讨论界面弹窗推送资料，教师可一键分享给小组
成果展示	过程追踪分析仪	统计发言频次、内容相关性，生成协作报告	教师查看团队协作雷达图，关注低参与学生，进行针对性引导
总结反思	个性化反馈报告生成器	整合成绩、表现、测试结果，生成个体报告并推荐学习资源	报告自动同步至学生账号，包含个性化学习建议和相关课程资源

3.3. 设计“软能力 + 硬指标”双维度 AI 评价模型：实现“医学人才全面评估”

本模型突破传统单一评价模式，结合医学人才培养目标，明确硬指标与软能力权重分配，确保评价科学客观[5]。

硬指标占比 60%，包括 AI 自动评分的案例报告，重点评估诊断依据的准确性及治疗方案的规范性，同时匹配相关题库进行知识点测试，极大提升评分效率并显著节省教师批改时间，数据来源涵盖 AI 案例生成器与在线测试系统。

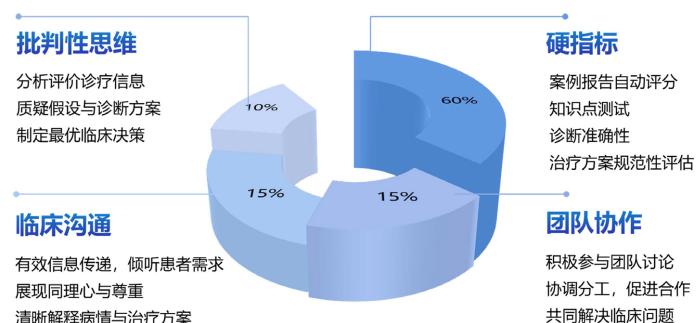


Figure 3. Dual-dimensional AI assessment model diagram

图 3. 双维度 AI 评价模型图

软能力占比 40%，涵盖临床沟通能力(15%)、团队协作能力(15%)及批判性思维能力(10%)，依托虚拟病人系统视频及讨论辅助助手语音数据，智能分析表达流畅度、同理心、参与度及质疑性思考，构建软

能力雷达图，辅助教师实现个性化培养(见图 3)。该模型融合知识掌握与临床软技能，促进医学生综合素质全面发展，增强临床决策与沟通能力。相关研究强调，结合 AI 的多维度评价体系，有助于提升医学教育质量和人才培养的匹配度。

3.4. 首创“师资 - 技术 - 教学”三位一体适配机制：解决“技术落地”

为保障 AI 技术在教学中的持续应用，建立“三方协同、闭环优化”的机制。协同设计阶段由临床教师、AI 开发人员和教育技术专家组成专项小组，教师提出需求并具体化，技术团队评估实现方案，教学研究者设计教学融合方案，形成系统性实施计划。

师资培训阶段融合理论讲解与实操演练，确保教师熟练掌握智能案例生成器和虚拟病人系统等工具操作，提升教学设计能力；同时设立技术支持群，配备专职技术人员，实现快速响应与持续服务。反馈优化阶段，通过自动化数据监测与师生问卷收集使用情况，专项小组定期分析反馈，技术团队及时调整功能，教学团队同步优化教学策略，确保技术与教学深度融合，实现技术创新的有效落地(见图 4)。

结合国内外医学教育 AI 应用实践，如北京大学“Medseek”医学大模型成功集成高校教学，和哈佛医学院 AI 辅助教学系统推广经验，验证了协同机制促进 AI 技术实质落地的有效性。该机制为推动医学教育智能化转型，提供了坚实保障和范例。



Figure 4. Flowchart of the faculty-technology-teaching tripartite adaptation mechanism
图 4. 师资 - 技术 - 教学三位一体适配机制流程图

4. 教学模式的实践应用与效果

4.1. 实践设计

本研究选取本校 2023 级临床医学专业本科生 200 人，随机分为实验组和对照组，各 100 人。实验组应用 AI-PBL 教学模式，对照组采用传统 PBL 教学，确保两组学生基本特征均衡。研究围绕从基础到临床(32 学时)和病理生理学(64 学时)两门核心课程展开，由同一教师团队授课以排除教师变异影响。教学周期为 2024 年 9 月至 2025 年 6 月，涵盖前测、教学干预及后测三个阶段。

实验组实施基于动态迭代案例库和 AI 工具矩阵的综合教学，涵盖智能案例生成、虚拟病人互动、讨论辅助及个性化反馈，突出技术支持下的个性化学习和能力培养。对照组维持传统 PBL 流程，依赖纸质或既有电子案例和人工评价。教学后，通过理论知识测试、临床思维能力测评、沟通与团队协作能力量表等多维度指标进行效果比较。研究旨在验证 AI 辅助 PBL 模式在提升医学核心能力、促进临床思维与实践能力形成方面的优势[6]。

4.2. 实践效果(数据来源：校教学质量监控中心、师生问卷)

实践数据表明，AI-PBL 模式显著提升学生硬能力和软能力。硬能力方面，实验组临床技能考核通过率达到 89.0%，明显高于对照组的 68.5%；案例报告中“诊疗方案规范性”评分达 82.6 分，较对照组提升 18.3 分。软能力方面，实验组的“临床沟通能力”评分为 78.9 分，较对照组提升 22.1%；“团队协作能力”评分为 80.2 分，提升 19.4%（见表 2）。这些数据反映了基于 AI 支持的教学模式对学生综合临床能力的显著促进作用。

Table 2. Effect of AI-PBL mode on ability of students

表 2. AI-PBL 模式对学生能力的影响

硬能力				软能力			
临床技能考核通过率		诊疗方案规范性评分		临床沟通能力评分		团队协作能力评分	
对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组	对照组	实验组
68.5%	89%	64.3 ± 2.11	82.6 ± 2.65*	64.62 ± 1.9	78.9 ± 2.76*	67.17 ± 3.28	80.2* ± 3.51

*p < 0.05。

教学效率方面，教师端案例准备时间由传统 4 小时缩短至 0.5 小时，节省 40%；批改报告耗时由 2 小时降低至 0.3 小时，节省 85%。学生端完成一个 PBL 案例的平均学习时间由 8 小时缩短至 6 小时，缩短 25%；由于知识盲区造成的讨论停滞显著减少 60%。师生满意度亦表现优异，92.3% 的学生认可虚拟病人系统的临床真实感，89.5% 表示个性化反馈帮助识别学习短板；81.5% 的教师认为三位一体适配机制有效解决 AI 工具使用障碍，90.0% 教师愿继续采用该教学模式。此效果验证了 AI-PBL 模式在提升教学质量、效率和师生体验上的优势。

5. 创新价值、局限与展望

5.1. 核心创新点

本研究在医学教育领域实现多方面创新。理念上，突破了单纯的“技术驱动”误区，提出“教学目标驱动技术应用”理念，确保所有 AI 工具和案例库设计均围绕“培养合格临床医师”的核心目标展开，有效避免了技术形式化和脱离教学实际的风险；机制上，首创“三位一体适配机制”，通过教师提需求、技术开发与教学研究者融合三方协同，有效解决了行业普遍存在的技术与教学“两张皮”问题，促进技术与教学的深度结合和持续优化；方法上，构建“动态迭代型案例库”，实现案例的实时更新与梯度适配，弥补了现有案例库静态、无难度分层的不足，增强教学内容的时效性与个性化匹配度；评价上，创新性地将“临床沟通能力”和“团队协作能力”等医学软技能纳入 AI 评价体系，实现知识掌握与能力培养的双维度全面评估，契合医学人才培养的实际需求和规律，推动评价向综合素质评价转型。

综上所述，该研究创新点涵盖理念、机制、方法与评价四大维度，为推动智慧医学教育和 AI 赋能教学提供了理论依据与实践路径，具备重要的推广价值和应用前景。

5.2. 局限

AI 在高等医学 PBL 教学中的应用虽能通过优化资源供给、辅助探究流程等提升教学效率与可及性，但受技术特性、实施条件的多重约束，局限性突出。其核心短板在于难以匹配 PBL 对高阶思维培养与人文情感交互的核心诉求——AI 缺乏人类教师对学生思维误区的精准捕捉、创新想法的针对性引导及情感

关怀能力，无法有效替代教师在课堂动态调控、伦理决策引导与人文素养培育中的核心作用[7]。在案例应用层面，AI 生成的案例多基于数据拼接，难以还原真实场景的复杂性与不确定性，且存在更新滞后、同质化严重等问题，难以适配不同专业方向、学习阶段的个性化需求。过度依赖 AI 还易导致学生自主探究与信息甄别能力弱化，违背 PBL “以学生为中心”的核心原则[8]。此外，技术实施需承担较高的平台搭建成本与操作门槛，数据收集存储过程中的隐私泄露风险、AI 评价依赖量化指标导致的评价片面性等问题，进一步限制其深度应用。

5.3. 实践展望

本模式将进一步拓展到其他基础医学课程领域，如“医学免疫学”“生物化学”，通过开发“免疫机制模拟案例库”和“代谢异常虚拟病人”等资源，覆盖医学教育的全阶段学习需求，推动基础与临床教学的深度融合；技术方面，计划持续升级 AI 算法，提升虚拟病人在“症状反馈”的临床真实性，例如动态模拟心肌梗死时的心电图变化，同时优化软能力评价的客观性，降低 AI 对非语言信号误判的风险，确保评估结果更加准确可靠；临床衔接方面，探索“AI-PBL+ 临床实习”融合模式，学生在医院实习后借助 AI 工具复盘真实病例诊疗过程，系统对比自身方案与带教医师的差异，促进理论知识与临床实践的紧密结合，提升学生的实践能力和临床决策水平。

该展望为未来医学教育智能化和个性化发展指明方向，将在提升教学效果、优化人才培养质量方面发挥重要作用。

基金项目

浙江省高教学会 2025 年度高等教育研究课题重点项目(KT2025006)，温州医科大学 2025 年度高等教育教学改革重点项目(JG2025001)，温州医科大学课程思政教改项目(KCSZ202404)。

参考文献

- [1] Hui, Z., Zewu, Z., Jiao, H. and Yu, C. (2025) Application of Chatgpt-Assisted Problem-Based Learning Teaching Method in Clinical Medical Education. *BMC Medical Education*, **25**, Article No. 50. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06321-1>
- [2] Elshama, S.S. (2020) How to Apply Problem-Based Learning in Medical Education? A Critical Review. *Iberoamerican Journal of Medicine*, **2**, 14-18. <https://doi.org/10.53986/ibjm.2020.0004>
- [3] Jennebach, J., Ahlers, O., Simonsohn, A., Adler, M., Özkaya, J., Raupach, T. and Fischer, M.R. (2022) Digital Patient-Centered Learning in Medical Education: A National Learning Platform with Virtual Patients as Part of the Digi Pal Project. *GMS Journal for Medical Education*, **39**, Doc47.
- [4] Dennick, R. (2016) Constructivism: Reflections on Twenty Five Years Teaching the Constructivist Approach in Medical Education. *International Journal of Medical Education*, **7**, 200-205. <https://doi.org/10.5116/ijme.5763.de11>
- [5] Savery, J.R. and Duffy, T.M. (1995) Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework. *Educational Technology*, **35**, 31-38.
- [6] Alrayyan, S.A., Bailey, E.S., Khan, M.A. and McConomy, R. (2025) Enhancing Problem-Based Learning with Large Language Models: A Pilot Study. *Advances in Physiology Education*, **49**, S22-S34.
- [7] Alqahtani, T., Badreldin, H.A., Alrashed, M., Alshaya, A.I., Alghamdi, S.S., bin Saleh, K., et al. (2023) The Emergent Role of Artificial Intelligence, Natural Learning Processing, and Large Language Models in Higher Education and Research. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, **19**, 1236-1242. <https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2023.05.016>
- [8] 王世鹏, 王非凡. 生成式人工智能创造力层级性缺失及其在高等教育领域的应用风险[J]. 云南大学学报(社会科学版), 2025, 24(3): 103-110.