

AI技术赋能BOPPPS教学模式： 理论应用与案例探索

蒋 玲，韦秋文*

广西医科大学第一附属医院，广西 南宁

收稿日期：2025年4月22日；录用日期：2025年5月20日；发布日期：2025年5月27日

摘 要

随着现代医学教育面临知识更新加速和实践能力要求提升的双重挑战，传统教学模式已难以满足学生多样化和个性化的学习需求。BOPPPS教学模式以其以学生为中心、强调互动与反馈的特点，为医学教育改革提供了新思路。与此同时，人工智能(AI)技术在教育领域的应用为教学创新提供了新机遇。本研究聚焦于AI技术赋能BOPPPS教学模式的理论应用与案例探索，系统分析了AI技术在BOPPPS各环节中的应用策略及其教学效果。研究表明，AI技术通过个性化学习路径、智能评估、虚拟现实等手段，显著提升了学生的学习兴趣、课堂参与度和学业成绩。AI与BOPPPS的结合不仅优化了教学流程，还为医学教育的创新发展提供了有力支持。需要特别关注的是，AI应用过程中涉及的数据隐私保护、算法公平性验证以及人机责任界定等伦理问题亟待解决。未来，在推动AI技术深度应用的同时，需建立多层次的伦理审查机制，确保技术应用的合规性与教育的人文性平衡发展。

关键词

BOPPPS教学模式，人工智能，医学教育，教学创新，个性化学习

Empowering the BOPPPS Teaching Model with AI Technology: Theoretical Application and Case Exploration

Ling Jiang, Qiuwen Wei*

The First Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning Guangxi

Received: Apr. 22nd, 2025; accepted: May 20th, 2025; published: May 27th, 2025

*通讯作者。

文章引用：蒋玲，韦秋文. AI 技术赋能 BOPPPS 教学模式：理论应用与案例探索[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 1070-1079.
DOI: 10.12677/ae.2025.155873

Abstract

With the dual challenges of accelerated knowledge updates and increased demands for practical abilities in modern medical education, traditional teaching methods have struggled to meet the diverse and personalized learning needs of students. The BOPPPS teaching model, characterized by its student-centered approach and emphasis on interaction and feedback, has provided new ideas for the reform of medical education. Meanwhile, the application of artificial intelligence (AI) technology in education has offered new opportunities for teaching innovation. This study focused on the theoretical application and case exploration of AI technology empowering the BOPPPS teaching model, systematically analyzing the application strategies of AI technology in each component of the BOPPPS framework and its teaching effects. The study showed that AI technology significantly enhanced students' learning interest, classroom engagement, and academic performance through personalized learning pathways, intelligent assessments, and virtual reality, among other means. The integration of AI and BOPPPS not only optimized teaching processes but also provided strong support for the innovative development of medical education. However, it was crucial to note that ethical challenges such as data privacy protection, algorithmic fairness verification, and human-machine responsibility delineation required urgent attention. Moving forward, while advancing the deeper application of AI, it was necessary to establish a multi-level ethical review mechanism to ensure a balance between technological compliance and educational humanistic values.

Keywords

BOPPPS Teaching Model, Artificial Intelligence, Medical Education, Teaching Innovation, Personalized Learning

Copyright © 2025 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

当前医学教育正经历深刻变革,知识爆炸式增长与临床能力培养的双重要求,使传统教学模式的局限性日益凸显。BOPPPS 教学模型通过重构课堂互动机制、强化即时反馈环节,为培养新时代医学人才提供了创新路径。该模式通过导入(Bridge-in, B)、明确学习目标(Objective, O)、前测(Pre-assessment, P)、参与式学习(Participatory Learning, P)、后测(Post-assessment, P)和总结(Summary, S)六个环节,有效促进学生的主动参与和深度学习[1]。与此同时,人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术在教育领域的应用为教学创新提供了新机遇。AI 通过机器学习、自然语言处理等技术,能够实现个性化学习路径定制和实时学习行为分析,为教师提供精准的教学反馈[2]。将 BOPPPS 模式与 AI 技术相结合,可充分发挥两者的协同优势,为医学高等教育创新提供有力支持[3]。本研究聚焦 BOPPPS 模式各环节中可应用的 AI 工具,探讨其对教学效果和学生体验的影响,旨在为教育工作者提供实践参考,推动 BOPPPS 模式与 AI 技术的深度融合,促进医学教育教学的创新发展。

2. 文献综述

2.1. BOPPPS 教学模式在医学教育中的实践

BOPPPS 教学模式作为一种以学生为中心的教学设计框架,由 Douglas Cole 于 20 世纪 90 年代提出。

该模式通过六个关键环节, 构建了完整的闭环教学过程, 在提升教学效果和优化学习体验方面展现出显著优势。近年来, 这一模式在医学教育领域的应用日益广泛, 其有效性得到了多维度验证。

在我国医学教育中, BOPPPS 模式已广泛应用于不同层次课程改革。研究表明, 该模式在培养学生核心能力方面效果显著。例如, 《护理学》骨科临床护理教学将情景案例与 BOPPPS 模式结合, 通过典型案例引导学生分析讨论, 学生理论实践成绩显著提升, 自主学习与临床思维能力得到培养[4], 证实了该模式在实践技能培养中的优势。《临床药物治疗学》课程将 BOPPPS 模式与线上线下混合教学结合, 结果显示学生成绩和学习满意度显著提高[5], 验证了其在理论教学及现代混合式环境中的适应性。在职业培训领域, 基于 BOPPPS 模式的社区药师培训项目提升了药师岗位胜任力、师资教学能力及培训基地实力[6], 拓展了该模式的应用边界。《病理学》教学研究也显示, BOPPPS 模式能有效培养学生自主学习、问题分析和临床思维能力[7], 与骨科护理研究形成呼应, 进一步证实了其在医学教育中的普适性。

综合分析表明, BOPPPS 模式在基础医学、临床课程及职业培训中均具显著价值, 其成功关键在于:

- (1) 学科适应性强, 满足不同教学场景需求;
- (2) 与情景模拟、案例教学等方法兼容性好, 便于教学创新;
- (3) 在提升知识掌握、培养自主学习及临床思维能力等方面优势突出。这些特点使其成为医学教育改革的重要工具。

2.2. AI 技术在医学教育中的应用

近年来, AI 技术在医学教育中的应用正深刻改变传统教学模式, 通过智能化、个性化和沉浸式学习方式, 显著提升教学质量和效率。在智能辅导方面, 虚拟病例模拟系统如中南大学湘雅三医院的交互式 AI 平台, 利用机器学习算法动态调整病例难度, 为学生提供个性化学习路径, 有效培养临床思维能力[8]; 同时, 浙江大学医学院的“启真智医 AI 平台”通过自然语言处理技术实时分析课堂讨论, 精准识别知识盲点并生成改进方案, 大幅提升教学反馈效率[9]。在资源开发领域, 上海交通大学医学院的“AI+ 医学教育”项目运用深度学习算法智能拆解教材内容, 已高效构建 50 门数字化课程, 既减轻教师备课负担, 又优化了教学资源结构[10]。这些创新应用不仅弥补了传统医学教育中个性化指导不足的短板, 还通过数据驱动的精准教学, 为培养高水平医学人才提供了新范式。

在实践教学方面, 虚拟现实(Virtual Reality, VR)和增强现实(Augmented Reality, AR)技术的融合应用带来了重大突破。清华大学“Agent Hospital”项目构建的虚拟医疗世界包含 50 万 AI 患者, 完整模拟诊疗全流程, 其手术训练模块显著提升学生操作准确率[11]; 纽约大学格罗斯曼医学院通过 AI 驱动数字化平台(如 DX Mentor、VR/AR 教学系统及 NYUTron 预测模型)实现了从理论学习到临床培训的全流程智能化, 整合电子病历与医学资源以提升教学效率与诊疗决策能力[12] [13]。此外, AI 在特殊医学教育领域也展现出独特价值, 如中医针灸教学中基于计算机视觉的辅助系统, 能实时监测并纠正学生手法, 提高穴位定位精度[14]。这些技术通过智能评估、沉浸式训练和精准学情管理, 构建起“理论 - 实践 - 反馈”的闭环学习生态, 不仅解决了传统医学教育中高风险操作训练受限、个性化反馈滞后等痛点, 更为培养具备扎实临床能力的医学人才提供了智能化解决方案。

2.3. AI 技术与 BOPPPS 教学模式融合的理论基础和作用机制

AI 技术与 BOPPPS 教学模式的融合根植于学习理论与认知科学的双重支撑。从建构主义视角看, BOPPPS 模式倡导的参与式学习与知识主动建构原则高度契合, 而 AI 技术通过虚拟仿真、智能交互等工具深化了这一过程。例如, 基于自然语言处理的智能讨论助手(如 DeepSeek)可实时解析医学案例研讨中的逻辑漏洞, 推送关联文献引导思辨, 扩展协作学习的认知边界[15]。认知科学理论进一步揭示了 AI 的适配性, 根据认知负荷理论, AI 支持的动态前测系统能通过机器学习分析学生先验知识图谱, 实现差异

化学习路径匹配,避免传统前测环节的认知超载[16];而知识图谱工具可动态呈现知识网络关联,降低复杂医学概念的认知难度[17]。此外,布鲁姆的掌握学习理论在 AI 赋能下得到智能化实践,智能评测系统通过实时分析虚拟问诊操作数据,以多模态反馈形成“教学-评估-修正”闭环[18]。上述理论共同构成 AI 与 BOPPPS 融合的学理基础,印证了分布式认知理论中技术中介重构认知过程的观点[19]。

AI 技术通过四维作用机制推动 BOPPPS 模式的效能升级。认知可视化维度上,扩展现实技术将解剖结构动态演变具象呈现,帮助学生在导入环节快速建立学习目标的心智模型[20][21]。过程自适应维度依托知识追踪模型,在前测和后测环节预测学习瓶颈,动态调整教学内容的颗粒度与递进节奏,例如根据眼动数据识别学科难点并推送强化训练[22]。交互沉浸化维度通过虚拟标准化病人系统,在参与式学习阶段构建高仿真临床场景,支持全天候问诊训练与即时纠错,显著提升临床决策的沉浸体验[23]。评估立体化维度则突破传统总结性评价局限,在总结环节融合语音、操作日志等多源数据,构建临床能力的多维评价模型,如通过问诊对话的情感分析评估医患沟通软技能[24]。这四个维度并非孤立存在,而是形成“感知-适配-沉浸-反馈”的协同回路:认知可视化降低入门门槛,过程自适应维持认知流畅度,交互沉浸化深化知识迁移,评估立体化则确保教学目标的可测性与可优化性。

2.4. AI 技术在医学教育的 BOPPPS 教学模式中的应用及效果

AI 技术与 BOPPPS 教学模式的深度融合正在重塑医学教育的创新格局。这种结合充分发挥了 AI 的智能化、个性化和交互性优势,使 BOPPPS 模式的六个核心环节得到显著优化。在基础医学教育领域,乐率团队将雨课堂在线互动平台和微课短视频资源融入医学微生物学课程的 BOPPPS 教学,不仅提高了学生的课堂参与度,更显著提升了学业成绩[25]。临床教学方面,孙钰团队创新性地将虚拟仿真技术与情景模拟结合 BOPPPS 教学模式应用于儿科本科教学,结果显示学生在理论掌握和技能操作考核中的表现明显优于传统教学组[26]。这些实践充分证明,AI 赋能的 BOPPPS 模式能够通过智能化手段有效提升医学教育的质量和效率。在专科医学教育领域,AI 技术的应用同样展现出独特价值。胡明芳团队在医学影像学课程中引入虚拟现实技术,结合 BOPPPS 教学模式,学生在出科理论成绩、读片分析能力等方面均有显著提升[27]。梁晨团队则在留学生神经外科见习中采用 BOPPPS 联合 3D 打印及 AR 技术,有效促进了学生理论知识的掌握和临床思维的培养[28]。医学技术教育方面,唐亚平团队运用 3D 数字化技术结合 BOPPPS 多模式教学,显著提升了口腔全科住培生的理论水平和临床实践能力[29];王彤彤团队基于 3Dbody 软件的 BOPPPS 教学法,不仅提高了护理专业学生的解剖学成绩,还增强了其自主学习能力[30]。这些案例共同表明,AI 技术通过创设沉浸式学习环境、提供精准化训练等方式,能够有效支持 BOPPPS 模式在医学教育各领域的应用。

尽管取得了显著成效,当前研究仍存在 AI 工具应用环节单一、缺乏系统性整合等局限。多数实践仅聚焦于 BOPPPS 的特定环节,未能充分发挥 AI 技术在整个教学流程中的潜力。未来研究应着力构建更完整的应用框架,比如利用智能导学系统优化“导入”环节,通过自适应学习平台提升“前测”精准度,结合虚拟实验室增强“参与式学习”体验,并借助学习分析技术实现教学效果的动态评估。这种深度整合不仅能弥补现有不足,更能为教育工作者提供可操作的实践指南。针对上述不足,以下内容将对 AI 技术在 BOPPPS 各教学环节的应用进行整合,以为教育工作者提供较全面的理论指导,进一步推动 AI 技术在医学教育中的应用。

3. BOPPPS 教学模式各环节中可应用的 AI 工具举例

在 BOPPPS 教学模式与 AI 技术融合的实践基础上,剖析 AI 工具在各环节的理论应用至关重要。AI 通过数据处理与智能分析,为 BOPPPS 注入新活力,从个性化学习到智能互动,全方位优化教学流程,

提升效果。以下将举例在 BOPPPS 教学模式中可应用的部分 AI 工具。

(一) 在导入环节, 个性化学习路径、智能视频生成、AI 助教和 AI 绘画等工具的应用能够通过个性化和趣味化的内容激发学生的学习兴趣, 增强学习动机, 为后续学习奠定基础:

1) 个性化学习路径: Roadmapped.ai: 快速生成个性化学习路线图, 根据用户目标和水平推荐资源, 支持多学科学习, 免费且操作简单, 但功能单一。Synaptiq Learning: 利用间隔重复算法和自适应学习技术, 为医学生定制学习路径和进度跟踪, 资源丰富但需付费。MagicSchool: 智能评估学生水平, 生成差异化教学方案, 支持多语言需求, 但高级功能需付费。

2) 智能视频生成: 智谱清影: 支持文生视频和图生视频, 30 秒内生成 10 秒、4 K、60 帧视频, 操作简单且免费, 但时长限制为 10 秒, 高级功能需升级。即梦 AI: 生成首尾帧连贯的视频, 适合创意制作, 但生成更长视频需积分或升级。Sora: 快速生成 4 K、60 帧高质量短视频, 操作简便且风格多样, 但免费版时长限制为 10 秒。

3) AI 助教: ChatGPT: 支持智能问答、教学材料生成和个性化学习计划制定, 知识覆盖广泛, 但高级功能需付费。豆包 AI: 提供个性化学习路径规划和智能辅导, 免费使用, 但高级功能需付费。Notion AI 教育版: 支持协同备课和学情分析, 帮助教师高效管理资源, 但高级功能需付费。

4) AI 绘画: StableDiffusion: 免费开源, 支持多种风格模型, 但本地部署需高配置电脑。文心一格: 通过文字描述生成绘画作品, 适合新手, 但高级功能需付费。通义万相: 支持“文生图”和“图像风格迁移”, 功能多样, 但高级功能需付费。

(二) 在确定学习目标环节, 智能教学目标生成和教案生成等工具的应用能够帮助教师更精准地制定教学目标, 确保目标的可操作性和针对性, 从而提高教学的有效性:

1) 智能教学目标生成: Synaptiq Learning: 利用自适应算法和间隔重复技术, 为教师提供个性化教学目标, 资源丰富但价格较高。SmartPrep.AI: 根据教学内容生成课程计划和目标, 支持多种教学方法, 但对医学教育目标的精准度不足。AICheck: 智能分解和评估教学目标, 确保科学性, 但需人工校验。

2) 教案生成: 笔灵 AI 写作: 提供教育写作模板和智能续写功能, 快速生成教案, 但高级功能需付费。DeepSeek、Kimi Chat: 根据课程主题生成教案框架, 基础功能免费。

(三) 在前测环节, 自动出题和智能测评系统、AI 学情分析等工具的应用能够帮助教师更精准地了解学生的学习起点, 从而调整教学策略, 提高教学的针对性和有效性:

1) 自动出题及智能测评系统: Synaptiq Learning: 为医学生提供个性化试题, 实时跟踪学习进度, 但对主观题评估不够准确。豆包、通义千问: 通过投喂知识点生成符合考试要求的试题。

2) AI 学情分析: 启真智医 AI 助学平台: 通过学生学习行为数据生成学情报告, 精准定位薄弱点, 但对数据质量依赖高。智绘学情: 通过多模态数据采集生成学情报告, 但部分高级功能需付费。

(四) 在参与式学习环节, 互动式学习助手和协作学习平台工具的应用能够通过多样化的互动和个性化支持, 增强学生的课堂参与度, 提高学习效果:

1) 互动式学习助手: 腾讯元器、豆包: 通过提问和案例分析引导学生互动, 但对教师数智能力要求高。EduSphere: 提供线上线下混合教学体验, 但部分高级功能需付费。RefAI: 支持智能错题本和个性化作业, 但知识广度不足。

2) 协作学习平台: Notion AI: 支持实时协作和评论功能, 但操作复杂。Synaptiq Learning: 允许团队构建和共享学习材料, 但对算法依赖高。

(五) 在后测环节, AI 出题、智能化批改与反馈和成绩预测与分析工具的应用能够通过自动出题、评估和反馈, 减轻教师的工作负担, 同时提供更详细的学习分析, 帮助教师优化教学策略, 自动出题内容在此不再赘述:

1) 智能化批改与反馈: MD.ai: 快速识别语法、拼写错误, 但对文章整体结构理解有限。MediSearch: 精准识别医学术语和逻辑错误, 但适用范围窄。MedRAG: 提供个性化反馈, 但对数据准确性要求高。

2) 成绩预测与分析: WPS AI 表格助手: 快速完成成绩数据统计和可视化, 但仅支持基础分析。Gradescope: 自动评分并提供反馈, 适合标准化考试, 但对主观性强的学科应用受限。

(六) 在总结环节, 知识图谱构建、总结报告生成和 AI 文献阅读助手工具的应用能够通过知识图谱和总结报告等形式, 帮助学生巩固学习成果, 同时也为教师提供了教学反思和改进的依据:

1) 知识图谱构建: SAC-KG: 自动化程度和精度高, 但计算成本较高。Knowledge Graph Studio: 支持多模态数据处理, 但开源项目功能完整性不足。

2) 总结报告生成器: GradesAI: 生成个性化学习计划和复习材料, 但高级功能需付费。Mindgrasp AI: 从文档、视频中提取关键信息生成笔记, 但准确性因材料复杂度而异。全能速记宝: 快速生成条理清晰的总结报告, 但对复杂语境理解不足。

3) AI 文献阅读助手: Kimi Chat、文心一言: 提取文献关键信息并生成总结, 但对非结构化信息总结效果较差。Perplexity: 快速搜索并整合答案, 提供文献摘要, 但中文搜索结果可能不全面。Research Rabbit: 智能搜索相关文献并生成摘要, 但目前仅支持英文文献。

4. 讨论部分

4.1. AI 技术赋能 BOPPPS 教学模式的必要性与重要性

在当前教育数字化转型的大潮流下, AI 技术与 BOPPPS 教学模式的结合不仅是教育技术发展的必然趋势, 更是推动医学教育改革与创新的重要举措。从国家教育战略层面来看, 教育部公布的两批“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例[31], 充分体现了国家对教育与 AI 技术融合的高度重视。这些案例不仅展示了 AI 技术在高等教育中的广泛应用, 还强调了其在人才培养模式创新、教学方法改革和教育治理能力提升方面的关键作用。例如, AI 技术在智能辅导、个性化学习、智能评估与反馈等方面的应用, 为学生提供了更加高效、个性化的学习体验, 同时也为教师提供了更精准的教学支持。这与 BOPPPS 教学模式以学生为中心、强调互动与反馈的核心理念高度契合。从本研究对 AI 技术在 BOPPPS 教学模式中的应用分析来看, AI 工具在 BOPPPS 的各个环节中都起到了重要作用。在导入环节, AI 助教和智能视频生成等工具能够通过生成个性化和趣味化的内容激发学生的学习兴趣; 在明确学习目标环节, 智能教学目标生成等工具帮助教师更快制定精准的教学目标; 在前测环节, AI 学情分析等工具能够精准定位学生的学习起点; 在参与式学习环节, 互动式学习助手和协作学习平台等能增强学生的课堂参与度; 在后测环节, 智能化批改与反馈工具可减轻教师的工作负担; 在总结环节, 知识图谱构建和总结报告生成等工具帮助学生巩固学习成果, 文献阅读助手能让学生迅速了解课外知识。这些 AI 工具的应用不仅提升了学生的学习效果, 还为教师提供了更全面的教學支持, 充分体现了 AI 与教学方法结合的必要性。

4.2. AI 技术与 BOPPPS 教学模式结合的实践意义与案例分析

通过文献综述和研究理论分析可以看出, AI 技术与 BOPPPS 教学模式结合在医学教育中的实践意义。例如, 在医学微生物学课程中, 将雨课堂在线互动教学平台和微课短视频资源融入 BOPPPS 教学模式, 显著提升了学生的学习兴趣 and 课堂参与度, 同时也提高了学生成绩[25]。这表明 AI 技术的引入为 BOPPPS 教学模式提供了更丰富的教学资源 and 更高效的教学手段, 能够更好地满足医学教育的需求。在医学影像学课程中, 将虚拟现实技术应用于 BOPPPS 教学模式, 显著提高了学生的理论成绩 and 实践能力[27], 进一步证明了 AI 技术在提升教学质量和学生学习效果方面的显著优势。这些案例与教育部公布的“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例中的实践成果高度一致, 充分说明了 AI 技术在医学教育中

的应用具有广泛的代表性和积极影响。

从 2024 年教育部公布的首批 18 个“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例来看, 这些案例涵盖了智能辅导、个性化学习、智能评估等多个方面, 展示了 AI 技术在高等教育中的广泛应用前景。这些案例不仅为医学教育提供了宝贵的参考, 也为其他学科的教学改革提供了借鉴。例如, 通过 AI 技术实现的虚拟病例系统和智能评估平台, 为学生提供了更加真实的学习环境和个性化的学习路径, 显著提升了学生的实践能力和学习效果。这与 BOPPPS 教学模式中强调的参与式学习和形成性评估机制不谋而合, 进一步证明了 AI 技术在教学方法中的重要性。

4.3. AI 技术与 BOPPPS 教学模式结合对教育改革的推动作用

AI 技术与 BOPPPS 教学模式结合不仅在实践层面取得了显著成效, 还在教育教学改革的理论层面具有重要意义。从 2024 年 1 月全国教育工作会议提出的“开辟教育数字化新赛道”[32]到 2024 年 11 月公布的第二批 32 个“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例, 国家对教育数字化转型的重视程度不断提升。AI 技术在教育中的应用不仅推动了教学方法的革新和迭代, 还促进了教育治理能力的提升。例如, AI 学情分析工具能够通过大数据分析为教师提供精准的教学反馈, 帮助教师及时调整教学策略, 提升教学质量。这与 BOPPPS 教学模式中强调的及时反馈机制相一致, 进一步证明了 AI 技术在教学改革中的重要性。

从 2024 年 4 月第十四届教师专业国际峰会上怀进鹏部长的发言可以看出[33], AI 技术不仅能够提升学生的思考能力和合作能力, 还能够推动跨文化交流和可持续发展。在 BOPPPS 教学模式中, 通过 AI 技术实现的互动式学习和协作学习平台, 为学生提供了更加多样化的学习方式和合作机会, 有助于培养学生的综合素质和创新能力。这与国家教育战略中强调的培养具有开放包容品质和跨文化交流能力的人才目标高度一致, 进一步证明了 AI 技术在教育改革中的必要性。

4.4. AI 技术在 BOPPPS 教学模式中的伦理挑战与实践应对

AI 技术在 BOPPPS 教学模式中的应用虽能提升互动性与个性化学习效果, 但也面临多重伦理性挑战, 需通过制度设计与技术创新协同应对。

数据隐私与算法公平性风险: AI 驱动的 BOPPPS 模式依赖大量临床案例与学生行为数据, 但医疗数据的匿名化处理仍存在再识别漏洞。研究表明, 即使采用差分隐私技术, 仍有 12.5% 的医疗数据可能被关联攻击还原[34]。此外, 算法偏见可能扭曲教学内容公平性。美国心脏协会的心衰风险评估模型曾因训练数据偏差低估黑人患者风险值[35], 若此类偏差融入教学案例库, 将误导医学生的临床判断。对此需通过多维度审计机制监测偏差。例如, 我国国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心组织制定了《深度学习辅助决策医疗器械软件审评要点》, 来规范医疗 AI 技术的数据获取和质量控制, 以确保数据的真实性和无偏见[36]。AI 赋能的 BOPPPS 模式要求教师从“知识传授者”转向“AI 协同引导者”, 但目前仅少部分教师能准确识别 AI 的瑕疵。然而, 现行法律框架下, AI 开发企业明确拒绝对生成内容担责[37]。欧盟《AI 法案》提出的三级审查体系可提供参考[38]: 技术层面: 审核 AI 工具的合规性; 教学层面: 监督 AI 生成内容的准确性; 机构层面: 建立追责机制。BOPPPS 模式强调互动性与反馈闭环, 但过度依赖 AI 可能导致人文关怀缺失, 削弱学习动机。研究表明, 医学生对 AI 工具的信任度与其可解释性呈正相关[39]。因此, 需将伦理原则嵌入教学设计: 向学生公开 AI 决策逻辑、赋予学生算法异议权、确保 AI 工具使用以提升学习效果为核心。

5. 未来展望

未来, AI 技术与 BOPPPS 教学模式的深度融合将推动医学教育数字化转型。AI 将优化个性化学习

路径设计、智能评估和教学反馈,提升学习效率和教学质量。同时,需构建 AI 教育伦理治理体系,包括开发可解释算法、规范医疗教学数据使用,以及培养师生 AI 伦理风险意识,实现技术与伦理的协同发展。根据 2024 年 9 月中共中央、国务院发布的《关于弘扬教育家精神加强新时代高素质专业化教师队伍建设的意见》[40],到 2035 年,教师数字化能力将成为常态。教师需主动适应 AI 技术变革,提升智能教学工具应用能力,以推动 BOPPPS 模式的创新发展。

6. 结论

AI 技术与 BOPPPS 教学模式的结合显著提升了医学教育的个性化水平和教学效果,为教育改革提供了创新路径。在推进智能化应用过程中,必须建立包含数据治理、算法审计和伦理监督等体系,确保在发挥 AI 技术优势的同时,有效防范隐私泄露和决策偏差等风险。只有实现技术创新与伦理规范的平衡,才能真正促进医学教育质量和人文素养的协同发展。

基金项目

2022 年自治区级教育教学改革立项 2022JGB154。

2022 年自治区级新医科研究与实践项目 XYK2022005。

2024 年广西医科大学教师教学能力发展项目 2024JF03。

参考文献

- [1] 宋潼潼, 杨巍, 于玲, 等. 免疫系统的器官系统整合 BOPPPS 教学模式在新生研讨课中的初步探索[J]. 中国免疫学杂志, 2024, 40(12): 2638-2641.
- [2] 张磊, 张静. 人工智能在外科学教育领域的应用前景[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(15): 162-166.
- [3] 李玲, 杨振涛, 王聆文. AI 联合 BOPPPS 教学模式在胸部影像学教学中的应用[J]. 继续医学教育, 2024, 38(11): 90-93.
- [4] 沈秋香, 朱婀娜. 情景案例结合 BOPPPS 混合教学模式在骨科临床护理教学中的实践探索[J]. 当代护理, 2024, 5(7).
- [5] 龚慧, 颜苗, 张毕奎, 等. BOPPPS 教学模式在《临床药物治疗学》教学中的设计初探[J]. 中南药学, 2023, 21(8): 2242-2245.
- [6] 张卿, 何霜霜, 杨雪, 等. BOPPPS 教学模式用于临床药师培训实践[J]. 中国药业, 2023, 32(8): 16-20.
- [7] 张翔, 罗琼. BOPPPS 教学模式下混合式教学在病理学课程的应用[J]. 中国中医药现代远程教育, 2023, 21(23): 48-50.
- [8] 国内首个大语言模型 AI 智能主检系统在湘雅三医院启动[EB/OL]. 2025-01-14. <https://news.csu.edu.cn/info/1063/160646.htm>, 2025-02-01.
- [9] 浙江大学围绕“教学考评”研发医学 AI 助学平台[EB/OL]. 2024-12-16. https://www.ictdedu.cn/news/gddt/xxhdt/n20241216_85847.shtml, 2015-02-01.
- [10] “AI+医学教育”交医探索新医科背景下医学创新人才培养新模式[EB/OL]. 2025-01-08. <https://news.sjtu.edu.cn/jdyw/20250108/206413.html>, 2025-02-02.
- [11] AIR 孵化 Agent Hospital 首批 AI 医生上线内测[EB/OL]. 2024-11-01. <https://air.tsinghua.edu.cn/info/1007/2351.htm>, 2025-02-01.
- [12] Schaye, V. and Triola, M.M. (2024) The Generative Artificial Intelligence Revolution: How Hospitalists Can Lead the Transformation of Medical Education. *Journal of Hospital Medicine*, **19**, 1181-1184. <https://doi.org/10.1002/jhm.13360>
- [13] Jiang, L.Y., Liu, X.C., Nejatian, N.P., Nasir-Moin, M., Wang, D., Abidin, A., et al. (2023) Health System-Scale Language Models Are All-Purpose Prediction Engines. *Nature*, **619**, 357-362. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06160-y>
- [14] 江哲涵, 奉世聪, 王维民. 人工智能生成内容在医学教育中的应用、挑战与展望[J]. 中国教育信息化, 2024, 30(8): 29-40.
- [15] 闫温馨, 刘珏, 梁万年. DeepSeek 赋能全科医学: 潜在应用与展望[J]. 中国全科医学, 2025, 28(17): 2065-2069.

- [16] 张岩, 张红玲, 张金金. 5G 网络联合 BOPPPS 教学模式在线上医学教育中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(13): 160-163.
- [17] 方雅青, 朱丽娜, 胡慧美, 等. 基于数字化知识图谱的医学信息素质课程教学改革研究[J]. 中华医学教育杂志, 2025, 45(4): 288-292.
- [18] 殷宝媛, 陈云奔, 王雪静, 等. 多模态诊断教学问题: 生成逻辑、诊断机制和实践模型[J]. 电化教育研究, 2023, 44(12): 80-86, 94.
- [19] 屠明将, 刘义兵, 吴南中. 基于 VR 的分布式教学: 理论模型与实现策略[J]. 电化教育研究, 2021, 42(1): 93-99, 121.
- [20] 唐祖南, 胡末豪, 陈震, 等. 增强现实技术在口腔颌面颈部解剖识别中的应用评价[J]. 北京大学学报(医学版), 2024, 56(3): 541-545.
- [21] Isikay, I., Cekic, E., Baylarov, B., Tunc, O. and Hanalioglu, S. (2024) Narrative Review of Patient-Specific 3D Visualization and Reality Technologies in Skull Base Neurosurgery: Enhancements in Surgical Training, Planning, and Navigation. *Frontiers in Surgery*, **11**, Article ID: 1427844. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2024.1427844>
- [22] Sapountzi, A. (2024) Automatically Assessing Student Mastery and Designing Optimal Stopping Policies: A Bayesian Approach. 146 p.
- [23] Kockwelp, P., Meyerheim, M., Valkov, D., Mergen, M., Junga, A., Krüger, A., et al. (2024) VR-Based Competence Training at Scale: Teaching Clinical Skills in the Context of Virtual Brain Death Examination. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, **8**, 1-31. <https://doi.org/10.1145/3664635>
- [24] Shaik, T., Tao, X., Li, L., Xie, H. and Velásquez, J.D. (2024) A Survey of Multimodal Information Fusion for Smart Healthcare: Mapping the Journey from Data to Wisdom. *Information Fusion*, **102**, Article ID: 102040. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.102040>
- [25] 乐率, 饶贤才, 周晶, 等. 基于雨课堂及微课的 BOPPPS 教学模式在医学微生物学课程中的设计与应用[J]. 微生物学通报, 2024, 51(12): 5240-5248.
- [26] 孙钰, 姜红堃. 基于 BOPPPS 模式的智慧教学法在儿科学本科教学中的应用与探索[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(5): 672-677.
- [27] 胡明芳, 郑屹峰. 基于 BOPPPS 教学模式下的虚拟现实技术在医学影像诊断教学中的运用研究[J]. 全科医学临床与教育, 2024, 22(6): 540-542.
- [28] 梁晨, 魏婷, 张威, 等. 基于 OBE 理念的 BOPPPS 教学方式联合 3D 打印及增强现实技术在留学生神经外科临床见习教学中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(5): 684-689.
- [29] 唐亚平, 刘莉, 吕雪, 等. 3D 数字化技术结合 BOPPPS 多模式教学在根管治疗实践课程教学中的应用研究[J]. 重庆医学, 2024, 53(14): 2228-2232.
- [30] 王彤彤, 丁刚, 李艳艳, 等. 基于 3Dbody 软件的 BOPPPS 教学模式在护理专业人体解剖学教学中的应用研究[J]. 卫生职业教育, 2022, 40(19): 73-75.
- [31] 教育部高等教育司关于公布第一批、第二批“人工智能 + 高等教育”应用场景典型案例的通知[EB/OL]. 2024-04-12. <https://higher.smartedu.cn/topic/%E4%BA%BA%E5%B7%A5%E6%99%BA%E8%83%BD>, 2025-02-01.
- [32] 教育部部署 2024 年教育工作重点任务[EB/OL]. 2024-01-12. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/s5147/202401/t20240112_1099870.html, 2025-02-01.
- [33] 怀进鹏出席第十四届教师专业国际峰会[EB/OL]. 2024-04-24. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202404/t20240424_1127386.html, 2025-02-01.
- [34] 李天立, 张兵兵, 刘飞, 等. 生成式 AI 赋能医学教育的应用潜能、伦理风险与对策[J]. 现代教育与应用, 2024, 2(7): 66-68.
- [35] Weidener, L. and Fischer, M. (2024) Proposing a Principle-Based Approach for Teaching AI Ethics in Medical Education. *JMIR Medical Education*, **10**, e55368. <https://doi.org/10.2196/55368>
- [36] 国家药品监督管理局医疗器械技术审评中心关于发布深度学习辅助决策医疗器械软件审评要点的通告[EB/OL]. 2019-07-03. <https://www.cmde.org.cn/xwdt/shpgzgg/gztg/20190703141714991.html>, 2025-04-26.
- [37] Franco D'Souza, R., Mathew, M., Mishra, V. and Surapaneni, K.M. (2024) Twelve Tips for Addressing Ethical Concerns in the Implementation of Artificial Intelligence in Medical Education. *Medical Education Online*, **29**, Article ID: 2330250. <https://doi.org/10.1080/10872981.2024.2330250>
- [38] Pupic, N., Ghaffari-zadeh, A., Hu, R., Singla, R., Darras, K., Karwowska, A., et al. (2023) An Evidence-Based Approach to Artificial Intelligence Education for Medical Students: A Systematic Review. *PLOS Digital Health*, **2**, e0000255. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000255>

-
- [39] Civaner, M.M., Uncu, Y., Bulut, F., Chalil, E.G. and Tatli, A. (2022) Artificial Intelligence in Medical Education: A Cross-Sectional Needs Assessment. *BMC Medical Education*, **22**, Article No. 772.
<https://doi.org/10.1186/s12909-022-03852-3>
- [40] 中共中央 国务院关于弘扬教育家精神加强新时代高素质专业化教师队伍建设的意见[EB/OL]. 2024-08-06.
http://www.moe.gov.cn/jyb_xxgk/moe_1777/moe_1778/202408/t20240826_1147269.html, 2025-02-01.