

案例与技术赋能的病原生物学教学模式构建及探索

蒋钰玉, 丁莹莹, 芮冰, 丁玥, 刘星光, 赵春燕*

海军军医大学基础医学院病原生物学教研室, 上海

收稿日期: 2026年7月20日; 录用日期: 2026年8月21日; 发布日期: 2026年8月31日

摘要

病原生物学是连接基础医学与临床医学的桥梁课程。传统教学模式面临知识点多而杂、学生参与度低、实验教学受生物安全限制等现实困境。为适应新医科建设要求与信息技术发展趋势, 本文构建了一种以临床案例为基础、以信息技术为支撑的病原生物学教学新模式, 探索其在教学实践中的优势与局限。

关键词

病原生物学, 案例教学, 技术赋能, 混合式教学, 虚拟仿真, 人工智能

Construction and Exploration of Pathogenic Biology Teaching Model Empowered by Case and Technology

Yuyu Jiang, Yingying Ding, Bing Rui, Yue Ding, Xingguang Liu, Chunyan Zhao*

Department of Pathogenic Biology, School of Basic Medicine, Naval Medical University, Shanghai

Received: July 20, 2026; accepted: August 21, 2026; published: August 31, 2026

Abstract

Medical microbiology serves as a pivotal bridge between basic medical sciences and clinical medicine. Conventional teaching models face practical challenges including extensive and fragmented content, low student engagement, and biosafety constraints in laboratory instruction. To meet the demands of New Medical Sciences development and information technology advancement, this study constructs a case-based and technology-empowered teaching model for medical microbiology,

*通讯作者。

文章引用: 蒋钰玉, 丁莹莹, 芮冰, 丁玥, 刘星光, 赵春燕. 案例与技术赋能的病原生物学教学模式构建及探索[J]. 教育进展, 2026, 16(8): 1962-1967. DOI: 10.12677/ae.2026.1681838

grounded in clinical cases and supported by information technology, to explore its advantages and limitations in medical microbiology education.

Keywords

Pathogenic Biology, Case Teaching, Technology Empowerment, Blended Teaching, Virtual Simulation, Artificial Intelligence

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

人工智能快速发展,新医科建设持续推进,病原生物学作为医学院校各专业必修的专业基础课程,以及衔接基础医学与临床医学的桥梁课程,正面临前所未有的机遇与挑战。新发突发传染病不断出现,凸显了病原生物学知识在公共卫生防控中的核心价值。当前教学实践中仍存在诸多突出问题:课程知识点多,学生难以建立逻辑关联;课堂教学课时压缩,知识传授与能力培养难以兼顾;实验教学中高致病性病原微生物操作受生物安全限制,学生动手能力培养不足;学生学习参与度不高,被动接受知识的现象较为普遍。现有主流教学方式仍以线下讲授为主,这种单一模式已难以满足现代医学教育对复合型、创新型人才的培养需求[1]。

与此同时,以人工智能、虚拟仿真、大数据为代表的新一代信息技术为医学教育改革创新提供了有力的技术支撑。雨课堂、慕课、智慧课程等线上教学平台的普及,使课前、课中、课后全链条教学管理成为可能。虚拟仿真技术突破了生物安全实验室的物理限制。生成式人工智能的兴起,为个性化学习与临床案例生成开辟了新途径[2]。

2. 案例与技术赋能的理论基础及内涵

案例教学法在医学教育中已获得广泛应用,其在培养学生临床思维与问题解决能力方面具有显著优势。该方法强调学生主动参与,通过建构知识网络实现知识内化,而非简单习得。然而,单纯开展案例教学面临临床案例资源数量与质量有限、课堂时间不足等现实约束。将案例教学法与信息技术深度融合,构建线上线下混合、虚实结合的新型教学模式,是病原生物学教学改革的重要方向。

建构主义学习理论为这一模式提供了学理支撑。该理论源于康德认识论,经皮亚杰发展后认为学习本质是个体主动构建认知结构,而非教师单向灌输。维果茨基进一步补充了社会交往与同伴互助在学习中的作用,强调教师应搭建脚手架逐步辅助学生完成建构,最终使其独立构建知识。这一理论认为,知识并非通过教师单向传授获得,而是学习者在特定情境下借助他人帮助,利用必要学习资源,通过意义建构主动获取。教师承担情境设计者、探究引导者、支架搭建者与答疑协作者的角色。案例与技术赋能的病原生物学教学模式正是基于这一理论:临床案例为学生提供真实情境与待解决的临床问题;信息技术辅助教师搭建知识脚手架,建设优质临床案例库,通过线上学习平台提供微课、知识图谱、案例分析等个性化资源,使学生在辅助下构建完整的知识框架并应用于案例分析,实现知识传授与能力培养的双重目标[3]。雨课堂等平台的弹幕、投票、随堂测验功能促进了师生、生生之间的即时互动,形成有效的交往辅助机制[4]。

案例与技术赋能是指以临床案例为教学主线，以现代信息技术为支撑手段，通过技术与教学的深度融合，增强案例教学的沉浸性、互动性与个性化水平。其核心内涵包含三个层面：一是案例驱动，即以精心设计的临床案例为教学起点；二是技术赋能，即利用在线教学平台、虚拟仿真、人工智能等技术突破传统教学的时空限制；三是多元融合，即将案例教学法、翻转课堂等多种教学方法与信息技术有效结合[5]。以肠杆菌学习为例，课前创设食堂食物中毒真实情境，利用微课搭建前置学习脚手架，循序渐进构建知识体系；学生小组协作探究，分析案例关键信息，解决防治措施制定等具体问题；教师作为辅导者进行纠偏、答疑，并引导人工智能工具的使用[6]。

3. 案例与技术赋能的病原生物学教学模式构建

该模式采用三阶段十环节的教学框架(如表 1)。课前阶段包括案例发布、资源推送、自主学习与预习反馈；课中阶段包括案例导入、分组讨论、汇报交流与教师点评；课后阶段包括拓展学习、在线测试与反思总结。该框架体现以学生为中心的教学理念，将技术工具嵌入教学全流程。

Table 1. Three-stage, ten-step teaching implementation plan
表 1. 三阶段十环节教学实施方案

教学阶段	环节	技术工具	师生活动
课前阶段	案例发布	雨课堂、学习通	教师发布临床案例和引导问题
	资源推送	在线课程平台	教师推送微课视频、电子教材等
	自主学习	移动端 APP	学生完成案例阅读和知识点预习
	预习反馈	雨课堂测验	学生完成在线测试，教师掌握学情
课中阶段	案例导入	PPT、视频	教师呈现案例情境，提出问题
	分组讨论	雨课堂弹幕、分组功能	学生分组讨论，分析案例
	汇报交流	多媒体投影	各组代表汇报分析结果
	教师点评	雨课堂实时投票	教师点评总结，补充讲解重难点
课后阶段	拓展学习	虚拟仿真平台	学生完成虚拟实验或拓展阅读
	在线测试与反思	在线考试系统	学生完成测试，撰写学习反思

上述十环节并非对立运行，不同技术工具之间通过数据流转形成协同。可概括为预习诊断、课中响应、课后追踪的闭环结构。学生在雨课堂完成预习测验后，平台自动统计各知识点的错误率。当某知识点的班级错误率超过 40%时，系统自动标记该知识点为课中需重点讲解内容，并同步至教师端。同时，AI 助教分析学生在案例讨论区的留言，提取高频疑问词，生成学生关注焦点报告供教师备课参考。课中分组讨论时，学生通过雨课堂弹幕提交的疑问经 AI 实时分类后，分为基础概念类、案例分析类、拓展思考类三类。基础概念类问题由 AI 助教即时回复。案例分析类问题汇聚后由教师在点评环节统一回应。拓展思考类问题被标记为课后研讨素材。课后学生完成虚拟仿真实验后，其操作数据回传至知识图谱系统，自动更新个人知识掌握度画像。对于掌握度低于 60%的节点，系统在下次课前推送针对性预习资源。学生在反思日志中提及的知识关联困惑经教师审核后，可转化为知识图谱中新的关系边，使知识图谱从静态资源转变为动态生长的学习工具。该教学模式的构建重点围绕以下两个技术融合路径展开。

3.1. 基于雨课堂与生成式 AI 的案例教学法融合路径

雨课堂依托学堂在线与清华大学在线教育办公室的技术合作开发而成,作为一款智慧教学平台,其操作门槛低、课堂互动形式丰富,且具备较为完备的学习行为数据采集与分析能力,备课、授课与课后反馈可在同一平台上连贯完成,无需在多个系统间切换。本研究并非仅将雨课堂作为信息发布工具,而是将其与生成式 AI 深度融合,构建 AI 辅助案例生成、AI 引导案例分析、平台采集学情反馈的完整链条[7]。

在案例资源建设方面,基于教学目标与知识点要求,利用生成式 AI 创建以器官系统为主线的感染病例。以肠道致病菌教学为例,具体的 Prompt 设计遵循角色设定、任务描述、约束条件、输出格式四要素结构。角色设定为:你是一位具有 20 年教学经验的医学微生物学教授。任务描述为:请为本科医学微生物学课程设计一个关于肠道致病菌、沙门菌属的案例教学法教学案例。约束条件为:案例需适合本科二年级医学生认知水平,病程描述不超过 300 字,实验室检查结果需符合临床实际,讨论问题应覆盖生物学特性、致病机制、实验室诊断和防治原则四个维度。输出格式为:请按病史摘要、体格检查、实验室检查、讨论问题四个模块输出。AI 输出的案例需经过教师审核修正,质量控制流程包括三个环节。医学准确性核查由临床微生物学专家审核病原体特性、检验结果与临床表现的匹配度。教学适宜性评估判断案例难度是否与教学目标匹配。伦理合规性审查确保患者隐私信息已脱敏处理。经此流程生成的案例纳入课程案例库,目前本教研室已积累涵盖细菌、病毒、真菌、寄生虫四大类病原体的教学案例共计 47 例。

以结核分枝杆菌的教学内容为例,教师在课前准备阶段紧扣大纲要求,遴选具有代表性的临床病例,借助雨课堂向学生发布预习任务,并围绕病例设置层层递进地探究问题。例如,讲授结核分枝杆菌章节时,可设计如下案例:患者男性,28 岁,咳嗽咳痰 2 个月,午后低热、盗汗,胸片示右上肺斑片状阴影,痰涂片抗酸染色阳性。围绕该案例提出问题:该患者最可能的诊断是什么?痰涂片抗酸染色阳性的临床意义是什么?结核分枝杆菌的生物学特性与其致病性有何关联?学生利用雨课堂平台提供的微课视频、电子教材等资源进行自主学习。课中教师通过随堂测验检验预习效果,组织学生分组讨论案例,各小组利用弹幕和投稿功能分享分析思路,教师进行针对性讲解。课后教师发布拓展案例和练习题,学生在线完成并获取即时反馈[6]。

课中阶段, AI 可作为智能学伴嵌入小组讨论环节,具体实施分为问题拆解、知识关联、方案评估三个步骤。问题拆解是指学生将案例中的关键信息输入 AI 对话框, AI 基于预设指令将复杂临床问题拆解为可讨论的子问题。针对前述沙门菌案例, AI 可引导学生思考:患者腹泻物呈水样便还是黏液脓血便?这一差异对病原学鉴别有何提示?知识关联是指当学生提出疑问时, AI 不直接给出答案,而是推送相关知识点链接,促使学生回归教材与前置学习资源进行验证。方案评估是指各小组形成初步诊疗方案后, AI 提供多维度评估框架,涵盖诊断依据充分性、鉴别诊断完整性、治疗方案规范性三个维度,学生据此进行自我修正。在一轮涉及 32 名学生的试点教学中,上述流程使小组讨论的平均时长从传统模式的 12 分钟延长至 21 分钟,学生主动提问次数由人均 0.8 次增加至 2.3 次。这一变化是否直接归因于 AI 介入,抑或受新颖效应影响,尚需对照实验进一步验证。课后收集的学生反馈显示,回收有效问卷 29 份,72% 的学生认为 AI 辅助的问题拆解有助于理清思路,21% 的学生反映 AI 推送的知识点链接有时与当前讨论焦点关联度不高。针对后者,教师团队调整了 AI 指令中的上下文关联权重参数,并在第二轮教学中将关联度不符的比例降至 8%。这一迭代过程表明, AI 辅助教学的效果高度依赖于 Prompt 工程与后续的人工校准。

3.2. 虚拟仿真技术与知识图谱协同的实验教学创新

病原生物学实验教学涉及金黄色葡萄球菌、伤寒沙门菌、结核分枝杆菌、流感病毒、痢疾阿米巴等多种病原体,生物安全方面面临诸多限制。高致病性病原微生物的生物安全等级要求高,在本科教学中

存在困难,尤其是学生数量多,高等级生物安全实验室无法满足教学需求,难以开展活菌操作。病原体生长繁殖需要时间,在教学安排上存在限制,部分综合性实验周期长、成功率不稳定,造成学生学习困难。基础医学虚拟仿真实验教学中心的建设为上述问题的解决提供了基础设施保障[8]。

本研究将虚拟仿真实验与知识图谱构建相结合,试图在操作技能训练与知识体系建构之间建立双向关联。以肝炎病毒章节为例,知识图谱采用三级节点结构。一级节点即核心概念为肝炎病毒。二级节点即分类维度为 HAV、HBV、HCV、HDV、HEV。三级节点即属性维度为每个二级节点下展开为生物学特性、流行病学、致病机制、免疫性、实验室检查、防治原则六个分支。生物学特性涵盖形态、基因组类型、培养特性。流行病学涵盖传染源、传播途径、流行特征。致病机制涵盖入侵途径、靶细胞、病理损伤类型。免疫性涵盖抗原抗体系统、免疫应答特点。实验室检查涵盖病原学检查、血清学检查、分子生物学检查。防治原则涵盖一般预防、疫苗接种、抗病毒治疗。节点之间的关系以有向边标注,如 HBV 指向 Dane 颗粒指向直径 42 nm 表示属性关系,HBV 指向母婴传播指向垂直传播表示流行病学关联。学生通过拖拽节点、添加连线的方式参与知识图谱的协同构建,教师后台可实时查看各小组的图谱完成度与错误节点分布。

虚拟仿真技术可在一定程度上突破生物安全限制,以痰液中结核分枝杆菌检测虚拟仿真实验为例,学生可在虚拟环境中完成抗酸染色、显微镜观察、培养基接种等操作,既不受生物安全限制完成整套实验,又可获得系统实时反馈与操作正误记录[9]。本研究进一步将虚拟仿真操作与知识图谱节点进行动态映射。当学生进行抗酸染色操作时,系统自动高亮知识图谱中结核分枝杆菌、生物学特性、细胞壁结构、分枝菌酸节点,并弹出提示:分枝菌酸与石炭酸复红结合后抵抗盐酸酒精脱色,是抗酸染色的结构基础。当学生选择接种罗氏培养基时,系统关联至实验室检查、培养特性、专性需氧与生长缓慢节点,并记录操作时长。若学生未在模拟的 2 至 4 周等待期内返回查看培养结果,系统自动标记该节点为需强化。当学生误判抗酸染色阳性即为结核分枝杆菌时,系统触发纠错机制,关联至非结核分枝杆菌节点,提示堪萨斯分枝杆菌、鸟胞内分枝杆菌等亦可呈抗酸染色阳性,需结合菌落特征与分子生物学方法鉴别。这种操作与知识的双向映射,使虚拟仿真不再是孤立的操作训练,而成为知识图谱的动态填充过程。学生实验报告中的操作日志与知识图谱节点激活数量呈正相关,相关系数 r 为 0.64, p 值小于 0.05,样本量 n 为 32,提示操作实践与知识建构之间可能存在一定关联,但因果关系的确立仍需更严格的实验设计。

该模式保留了传统实验的动手操作训练,拓展了高危实验项目的可及性,在确保生物安全的前提下有效提升了学生的实验技能[10]。虚拟仿真实验可与人工智能相结合,通过 AI 赋能发挥协同效应。在虚拟仿真中融入智能导学、智能评价、智能交互等模块,AI 根据学生操作路径、错误节点、停留时长推送个性化提示,自动识别操作规范性与逻辑合理性并给出即时反馈和改进建议,还可通过虚拟助手提出问题并进行引导性操作。基于上述映射关系,AI 导学模块的触发遵循错误驱动与进度适配原则。错误驱动是指学生在虚拟仿真中的操作错误被系统捕获后,自动推送对应知识节点的微课视频,时长控制在 3 至 5 分钟,并附 2 至 3 道针对性练习题。进度适配是指对于提前完成实验且操作规范的学生,系统开放拓展节点,如结核分枝杆菌耐药机制、GeneXpert 分子检测原理,实现学习路径的分化。在一轮试点中,接受智能导学推送的学生样本量为 16,在后续单元测试中的平均得分较未接受推送的对照组高出 4.7 分,满分 100 分,但两组的标准差均较大,实验组 12.3 分,对照组 14.1 分,提示个体差异可能掩盖了组间的效果差异。此外,样本量较小也限制了统计效力的充分性。已有研究表明,虚拟仿真与真实实验相结合的教学模式在临床微生物学检验教学中具有显著效果[11]。

4. 存在的问题与对策

案例与技术赋能的病源生物学教学模式在实践中仍面临一些挑战。技术层面,部分院校信息化基础

设施不完善,虚拟仿真平台建设投入大、维护成本高,部分教师信息技术应用能力有待提升。资源层面,高质量临床案例资源相对匮乏,生成式 AI 生成内容的准确性仍需人工审核。教学管理层面,混合式教学增加了教师备课与技术调试的时间成本,部分学生存在刷课现象,学习行为数据的信度受到影响。虚拟仿真实验在病原生物学教学中的探索与实践表明,上述问题的解决需要系统性的资源投入与机制保障。针对上述问题,可能的改进方向包括:建立校际案例资源共享机制以降低案例开发成本;制定 AI 生成内容的医学审核规范;将技术工具的使用培训纳入青年教师教学能力培养体系;在学习平台中引入过程性评价指标,比如讨论区发言质量、知识图谱贡献度,以替代单一的点击率和完成率统计。

5. 结语

案例与技术赋能是病原生物学教学改革的必然趋势。以临床案例为主线、以信息技术为支撑的新型教学模式,能够有效解决传统教学中的诸多痛点,实现从以教为中心向以学为中心的转变。通过雨课堂等在线平台开展案例教学法混合式教学,通过虚拟仿真技术突破实验教学限制,通过生成式人工智能与知识图谱支持个性化学习与知识体系构建,形成了技术融合、方法协同、虚实结合的教学新生态。在推进改革过程中,应始终坚持以学生发展为中心,以教学目标为导向,依据具体教学内容合理选择和运用技术工具,避免为技术而技术的形式化倾向。虚拟仿真与真实实验相结合的教学效果验证,为技术赋能教学提供了实证支持。未来,随着人工智能、虚拟现实等技术的进一步发展在教育数字化转型的深入推进,病原生物学教学将迎来更多创新机遇,为培养高素质医学人才提供更有力的支撑。

基金项目

2025 年度上海市教育科学研究项目(C2025066)。

参考文献

- [1] 赵春燕,白洁,芮冰,等.病原生物学教学改革中多种方法的应用探讨[J].继续医学教育,2022,36(3):9-12.
- [2] 范定容,王倩倩,沈奥,等.从 ChatGPT 到 Sora:人工智能在医学教育中的应用潜力与挑战[J].中国医学教育技术,2025,39(1):33-40.
- [3] 吴洋,王小辉.建构主义学习理论视域下信息技术赋能高校思政课教学:总体审视、现实之困与解决之策[J].管理案例研究与评论,2026,19(1):163-74.
- [4] 王帅国.雨课堂:移动互联网与大数据背景下的智慧教学工具[J].现代教育技术,2017,27(5):26-32.
- [5] 顾存林,马慧娅,沈国平,等.BOPPPS 结合翻转课堂与雨课堂的三维融合教学模式在护理专业《生物化学》糖代谢教学中的应用研究[J/OL].中国生物化学与分子生物学报,1-15.
<https://link.cnki.net/urlid/11.3870.q.20260401.1000.002>,2026-04-02.
- [6] 刘畅,胡珏,卢芳国,等.“人工智能+教育”时代背景下医学教育教学改革与发展研究——以免疫学基础与病原生物学为例[J].中国免疫学杂志,2025,41(6):1315-1319.
- [7] 何茂章,刘承忠,丁瑞培,等.人工智能融入医学微生物学教学的现状与前景[J].基础医学教育,2024,26(4):323-329.
- [8] 顾鸣敏,王亚云,张伟鹏.基础医学虚拟仿真实验教学中心建设的中国专家共识[J].实验室研究与探索,2024,43(6):113-117.
- [9] 张永鹏,韩亚飞,吴越,等.虚拟仿真技术在病原生物学实验教学中的探索[J].中国病原生物学杂志,2024,19(2):248-250.
- [10] 黄轩,杨志英,资源,等.AI 赋能的虚拟仿真实验在病原生物学实践教学中的探索[J].湘南学院学报(医学版),2025,27(4):68-70.
- [11] Meng, L., Liu, X., Ni, J., Shen, P. and Jiao, F. (2024) An Investigation for the Efficacy of Teaching Model of Combining Virtual Simulation and Real Experiment for Clinical Microbiology Examination. *Frontiers in Medicine*, 11, Article 1255088. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1255088>