

• 医学教育研究 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.13.023

人工智能在《临床微生物学检验技术》教学中的应用实践*

谢 宁^{1,2,3},郭杨柳^{1,2,3},姚佳欣^{2,3},万 琪^{1,2,3},白雨霆^{1,2,3},蒋 瑶^{1,2,3},张 红^{1,2,3},郭 斌^{1,2,3△}

1. 川北医学院附属医院检验科,四川南充 637000;2. 川北医学院检验医学院,四川南充 637000;
3. 川北医学院转化医学研究中心,四川南充 637000

摘 要:目的 探讨人工智能(AI)在《临床微生物学检验技术》教学中的应用实践。方法 选取 2024 年 1 月至 2025 年 6 月川北医学院检验医学院 328 名医学检验专业本科生作为研究对象,分为对照组和实验组,2 组均以“学习通”APP 作为线上教学互动平台,实施线上线下混合式教学。实验组增加 AI 技术融入课程教学的环节。采用 SPSS27.0 统计软件进行学习成绩 *t* 检验;通过问卷描述性统计分析 2 组教学效果。结果 实验组线上考核成绩、实验成绩、期末总成绩及各类题型成绩均高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$);实验组使用 AI 后每篇随堂测试成绩也高于第 1 次,差异有统计学意义($P<0.05$);实验组 95% 以上的学生认为 AI 赋能的课程能提高学习效果。结论 AI 具有赋能《临床微生物学检验技术》课程教学体系重构的现实必要性。该研究通过过程性评价证明了 AI 多元化教学实施的可行性,并针对问卷调查所发现的问题提出了优化对策,有利于进一步增强实施方案的广泛适配度和学生学习能力的可持续性提高,是一种值得应用推广的教学方法。

关键词:《临床微生物学检验技术》; 人工智能; 课程教学; 实践研究

中图法分类号:R319;G434;G642 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2026)13-1867-06

Application of artificial intelligence in the teaching of Clinical Microbiology Laboratory Technology*

Xie Ning^{1,2,3},Guo Yangliu^{1,2,3},Yao Jiaxin^{2,3},Wan Qi^{1,2,3},Bai Yuting^{1,2,3},
Jiang Yao^{1,2,3},Zhang Hong^{1,2,3},Guo Bin^{1,2,3△}

1. Department of Clinical Laboratory, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan 637000, China; 2. College of Laboratory Medicine, North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan 637000, China; 3. Translational Medicine Research Center, North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan 637000, China

Abstract: **Objective** To explore the application of artificial intelligence (AI) in the teaching of Clinical microbiology Laboratory Technology. **Methods** From January 2024 to June 2025, 328 undergraduates majoring in laboratory medicine in the Laboratory Medicine School of North Sichuan Medical College were selected as the research objects, and they were divided into the control group and the experimental group. The "Xuexi-tong" APP was used as the online teaching interactive platform to implement online and offline mixed teaching. The experimental group added AI technology into the course teaching. SPSS27.0 statistical software was used for student's *t* test. The teaching effect of the two groups was analyzed by questionnaire descriptive statistics. **Results** The online examination scores, experimental scores, final total scores and scores of various question types of the experimental group were higher than those of the control group, and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The scores of each test in the experimental group after using AI were also higher than those of the first test, and the difference was statistically significant ($P<0.05$). More than 95% of the students in the experimental group believed that AI-enabled courses could improve learning outcomes. **Conclusion** AI has the practical necessity to empower the reconstruction of the teaching system of Clinical Microbiology Laboratory Technology. This study proves the feasibility of the implementation of AI diversified teaching through the process evaluation, and puts forward optimization countermeasures for the problems found in the questionnaire survey, which is conducive to further enhance the wide suitability of the implemen-

* 基金项目:四川省南充市社会科学研究“十四五”规划 2025 年度项目(NC25B258);川北医学院高阶课程项目(GJJC-2025-05);四川省高等教育人才培养质量和教学改革项目(JG2024-0940)。

△ 通信作者, E-mail: guobin1368@163.com。

引用格式:谢宁,郭杨柳,姚佳欣,等.人工智能在《临床微生物学检验技术》教学中的应用实践[J].检验医学与临床,2026,23(13):1867-1872.

tation plan and the sustainable improvement of students' learning ability. It is a teaching method worthy of application and promotion.

Key words: clinical microbiology test technology; artificial intelligence; curriculum teaching; research in practice

《临床微生物学检验技术》的课程特点是知识量大、逻辑性强、重难点知识不易理解,具体表现为传统教学面临学生形态学辨识困难、临床技能转化滞后、专业拓展知识来源匮乏和优质案例资源不足四重挑战,亟需运用新的技术手段突破瓶颈,重塑教学体系^[1-2]。如今,随着科技的迅猛发展,人工智能(AI)已然成为推动各个领域变革的核心力量。在教育教学迭代过程中,AI 技术凭借知识体系快速整合及多元化教学资源优化重组的特点,为教育教学方式的革新注入了新动能^[3-6];在医学教育领域,特别是医学检验教育中,AI 已在虚拟实验室、个性化知识图谱、智能问答、学习效果评估等方面开展了广泛研究,显示出在提升学生实践与临床思维能力方面的巨大潜力^[7-11]。但是,现有研究多聚焦于宏观的技术应用层面,缺乏针对课程的深度融合实践案例。为此,本文旨在将 AI 技术融入《临床微生物学检验技术》教学中,通过智慧赋能创新构建以微生物检验形态学、虚拟仿真、前沿知识、优质案例为核心要素的教学新路径,通过学习行为数据的动态评估,提升现有教学资源在学生知识体系建构中的支撑效能与转化效率,实现资源赋能与智慧育人深度融合、线上线下协同联动、多方协同共育的育人目标。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2024 年 1 月至 2025 年 6 月接

受《临床微生物学检验技术》课程学习的川北医学院检验医学院 328 名医学检验专业本科生作为研究对象,分为实验组和对照组。实验组为 2026 届医学检验技术本科学生,共 152 名。实验组中男生 69 名,女生 83 名;平均年龄(21.84±1.44)岁;平均入学成绩(549.43±16.63)分。对照组为 2025 届医学检验技术本科学生,共 176 名。对照组中男生 79 名,女生 97 名;平均年龄(21.60±1.06)岁;平均入学成绩(546.35±18.15)分。2 组性别、年龄、入学成绩比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

1.2 教材与平台 2 组授课教材均为人民卫生出版社第 1 版《临床微生物学检验技术》,每一章节教学为同一授课教师。理论学时、实验学时、教学内容和教学目的均一致。2 组均以“学习通”APP 作为线上教学互动平台,实施线上线下混合式教学。

1.3 多元化教学实施情况比较 2 组涉及的教学内容一致,教学基本形式为借助“学习通”APP 平台,开展结合案例式学习(CBL)和问题式学习(PBL)的多样灵活授课方式,课前上传学习资料,课中融合随堂测试,课后开展师生互动^[12]。与对照组比较,实验组在教师引导下,增加了 AI 技术融入课程教学的环节。多元化教学实施情况比较见表 1。

表 1 多元化教学实施情况比较

篇章编号	教学内容	理论 学时(个)	实验 学时(个)	教学目标	教学手段	
					对照组	实验组
第 1 篇(第 1~7 章)	细菌、真菌和病毒检验基本技术;细菌耐药性检测;医院内感染;质量保证;实验室安全防护及菌种保存技术	8	6	学生应掌握细菌形态结构,能鉴别分析;掌握细菌耐药性检测方法、原理、注意事项,熟悉抗菌药物种类、细菌耐药机制;掌握医院感染的鉴别能力;学生应理解并具备对微生物学检验常规质量保证的能力	虚拟仿真实验,翻转课堂	在对照组基础上增加 AI 提供错误操作归类整理及复现再测等服务;AI 工具提供文献检索和数据分析
第 2 篇(第 8~21 章)	球菌、肠杆菌科、弧菌属、气单胞菌属、非发酵菌、分枝杆菌属等各论检验	23	19	学生具备对球菌、肠杆菌科、弧菌属、气单胞菌属、非发酵菌、分枝杆菌属等各论常见病原体的微生物学检验能力	形态学学习与测试,虚拟仿真实验,CBL	增加 AI 融入图像识别和测试反馈;AI 提供错误操作归类整理及复现再测等服务;运用 AI 病例生成引擎
第 3 篇(第 22~23 章)	临床真菌学检验	3	3	学生具备对常见临床致病真菌进行微生物学检验能力	翻转课堂,CBL	增加 AI 工具提供文献检索和病例引擎
第 4 篇(第 24~30 章)	临床病毒学检验	3	0	学生应掌握病毒感染的实验室诊断策略	PBL	增加 AI 工具提供文献检索、病例引擎和数据分析
第 5 篇(第 31~38 章)	临床标本细菌学检验	3	12	学生理解并具备临床常见微生物标本检验的思维能力	课堂示范性案例分析	增加运用人机对话协同进行案例综合分析与问题解答

注:每个学时为 40 min。

1.4 教学效果评价

1.4.1 期末考试成绩 期末考试成绩由线上课程考核(20 分)、实验成绩(20 分)、期末理论考试(100 分卷面成绩×60%)构成。线上课程考核以“学习通”APP 作为平台,包括线上资料学习、随堂测试、讨论、作业、参与教学活动等。实验成绩包括期末实验考试成绩和平时实验报告成绩。期末理论考试包括选择题、简答题和案例分析题。2 组线上资料、随堂测试、作业等教学活动基本一致;2 组期末理论考试试卷知识点分布与难易程度大体一致。

1.4.2 过程性评价 对照组学生学习每篇内容后进行一次随堂测试。实验组每篇内容结束后进行第一次随堂测试(题目同对照组),借助 AI 工具对每位学生错题知识点进行分析,学生自行通过 AI 精准推荐相关视频学习,并举一反三练习题目巩固知识。下次授课前教师再次发布第 2 次随堂测试(知识点和难度与第一次大体一致)。

1.4.3 问卷调查 课程组根据课程特点、行业标准

和多数高校通用教学评价量表自行编制调查问卷,包括学生学习兴趣、自学能力、信息获取、分析和解决问题能力等内容^[13-14],此问卷经信效度检验信度良好(校正后 Cronbach's $\alpha=0.795$),效度良好(KMO=0.844, $P<0.001$)。

1.5 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数或百分率表示。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组期末考试成绩比较 实验组线上考核成绩、实验成绩、期末理论考试(单选题、多选题、简答题和案例分析题)成绩及总成绩均高于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.2 2 组随堂测试成绩比较 实验组第 1 次随堂测试成绩与对照组比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);实验组第 2 次随堂测试成绩均高于第 1 次和对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

表 2 2 组期末考试成绩比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	<i>n</i>	线上考核成绩	实验成绩	期末理论考试成绩				合计
				单选题	多选题	简答题	案例分析题	
对照组	176	17.68±1.02	17.36±0.96	28.14±4.40	1.67±0.87	4.39±1.62	5.06±2.13	73.27±6.45
实验组	152	18.07±1.15	18.40±1.86	29.84±4.18	2.23±0.85	5.89±1.81	6.86±1.87	79.02±6.22
<i>t</i>		-3.52	-6.76	-4.01	-6.46	-8.03	-8.29	-7.11
<i>P</i>		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

表 3 2 组随堂测试成绩比较($\bar{x}\pm s$,分)

组别	<i>n</i>	测试	第 1 篇	第 2 篇	第 3 篇	第 4 篇	第 5 篇
对照组	176		4.94±1.15	4.85±1.15	5.09±1.05	5.03±1.05	5.17±1.02
实验组	152	第 1 次	4.95±1.29	4.87±1.23	5.16±1.17	5.05±1.16	5.25±1.11
		第 2 次	7.06±1.39*	7.07±1.37*	8.02±1.29*	7.24±1.22*	7.45±1.26*

注:与实验组第 1 次和对照组比较,* $P<0.05$ 。

2.3 实验组学习能力培养效果分析 实验组课程结束后开展有关学生学习能力培养方面的调查问卷,实验组 152 名学生有 13 名主动放弃问卷调查,故只有 139 名学生参与问卷调查。139 名学生中 95%以上的学生认为 AI 赋能《临床微生物学检验技术》课程学习后能让知识掌握更牢固,提高自学能力,提高获取信

息、分析和解决问题能力,并且能运用更合理的案例培养学生临床检验思维能力,提高学习兴趣与效率。近 80%的学生认为 AI 赋能《临床微生物学检验技术》课程教学优于传统教学模式。但也有 49.64%的学生认为 AI 的使用会产生依赖性。见表 4。

表 4 实验组学习能力培养效果分析[*n*(%),*n*=139]

问卷内容	非常符合	比较符合	不符合	不知道
知识掌握更牢固	110(79.14)	26(18.71)	0(0.00)	3(2.16)
提高自学能力	108(77.70)	29(20.86)	0(0.00)	2(1.44)
提高获取信息、分析和解决问题能力	108(77.70)	28(20.14)	0(0.00)	3(2.16)
提高创造性思维能力	101(72.66)	34(24.46)	0(0.00)	4(2.88)

续表 4 实验组学习能力培养效果分析[n(%), n=139]

问卷内容	非常符合	比较符合	不符合	不知道
课程与考核中案例合理性	98(70. 50)	38(27. 34)	0(0. 00)	3(2. 16)
提高学习兴趣	116(83. 45)	21(15. 11)	1(0. 72)	1(0. 72)
提高学习效率	111(79. 86)	25(17. 99)	0(0. 00)	3(2. 16)
优于传统教学模式	74(53. 24)	37(26. 62)	10(7. 19)	18(12. 95)
会产生依赖性	69(49. 64)	37(26. 62)	14(10. 07)	19(13. 67)

3 讨 论

3.1 AI 融入《临床微生物学检验技术》课程的必要性 随着《“健康中国 2030”规划纲要》的全面推进,以 AI 为引领,推动 AI 与医学教育深度融合,才能为高质量医学知识体系重塑及高水平人才培养体系重构提供新质生产力支撑和明确实施路径^[15-18]。在此背景下,《临床微生物学检验技术》传统教学模式正迎来重大转型机遇。当前,《临床微生物学检验技术》课程教学存在四大核心痛点:(1)传统显微镜教学效率低下,微生物形态学辨识度依赖经验积累;(2)微生物传统实践教学往往受到生物安全与资源约束等客观条件限制,无法提供丰富的实践经验;(3)耐药机制分析涉及多学科知识整合分析,常规教学方法难以覆盖其全面且前沿的内容;(4)临床标本的病原学诊断流程复杂,传统案例单一,不利于学生全面思维能力培养^[19-20]。因此,将 AI 融入教学全要素、全方位、全过程,营造人才与技术共创齐进的良好氛围,既具有现实必要性,也符合学科发展趋势。

3.2 AI 融入《临床微生物学检验技术》课程的可行性 本研究实验组期末考试总成绩高于对照组。过程性评价结果显示,在未纳入 AI 辅助学习前,2 组随堂测试成绩比较无差异,但在一系列 AI 融入教学训练后,实验组第 2 次随卷测试成绩明显高于对照组,与高琼等^[21]人机协同中学课堂实践案例研究结果类似,通过人机协同更好地解决了传统课堂教学存在的学情了解不及时、作业分层困难、反馈不及时及教学效率低等问题。分析本研究 2 组试卷难度最大的案例分析题得分和作答情况,实验组分析回答问题考虑更全面,更能抓住问题关键点,符合具体临床问题分析的逻辑性。以上结果初步表明,AI 融入教学活动既能帮助学生夯实微生物检验理论基础,又能通过数字化实践平台锤炼关键技术能力,分析其原因如下:在形态学教学中,运用 AI 图像识别技术构建智能显微镜系统,可实时标注病原体特征,通过深度学习算法与库中数万张微生物图谱进行比对,自动识别镜下形态并对鉴别要点进行标注^[22-25],该系统将传统静态图谱升级为动态智能导学,帮助学生快速掌握革兰染色肺炎链球菌的“矛头状”排列、脑膜炎奈瑟菌的成肾形排列、流感嗜血杆菌的多形性菌体等典型特征,明显提升形态辨识准确率。在形态学测试环节采用自

适应测评系统,基于学生答题数据动态推送薄弱知识点学习资料,并生成个性化题库。如针对隐球菌墨汁染色形态认识错误,AI 会智能推送墨汁染色原理讲解和三维动画解析题,并生成知识图谱可视化分析报告,实现“测-学-评”闭环训练,有效增强了学生对特征性形态的掌握,过程性评价成绩的提升客观反映了这一实际情况。

虚拟仿真实验平台为检验学生提供了一个安全、可控且高度仿真的虚拟临床检验操作环境,在 AI 融入后,其算法优势有利于精准定位问题,靶向解决错误^[26-28]。本研究首先让学生通过虚拟实验平台进行结核分枝杆菌抗酸染色、布鲁菌培养与鉴定等具有生物安全隐患的实验操作,而后基于学生的基本操作过程,AI 工具针对错误有的放矢地推送正确操作视频与原理讲解,同时复现此操作练习与测试,在有效降低实验成本和风险的同时,结合精准纠错来提高学习效率。在达到提高学生实操能力的同时,还可进一步夯实基础理论知识,从而促进学习成绩提高。

细菌耐药性检测与机制涉及综合知识运用,灵活性强且与临床结合紧密,一直是学生学习《临床微生物学检验技术》课程的重点与难点^[29]。本研究运用 AI 工具提供文献检索和资源汇集,为学生提供更前沿的耐药性检验与机制的学习资源^[30-32]。当学生在学习过程中遇到不解之处时,可重复利用 AI 深度学习功能,抽丝剥茧,展现基础与临床相关知识全貌,并给出通俗易懂且详细的解析,从而解决困惑,这有利于辅助知识图谱在学生脑海中的自主建构,达到事半功倍的效果。在过程性评价第 1 篇中上述效果得到了明确体现,学生随堂测试成绩大幅提升,表明对该知识点综合理解能力进一步加深。

《临床微生物学检验技术》教学目标除了要求学生掌握本专业知识外,还需了解感染性疾病、药理学等多学科知识,具备综合性分析能力^[33]。因此,“以病例为先导,以问题为基础,以学生为主体,以教师为主导”的小组讨论式教学非常适合该课程。而优质的案例选择是以上教学策略的前提,教师以临床实际案例为基础,借助 AI 工具作为病例生成引擎,设计适合学生学习内容的优质病例,最终赋能教学模式创新。如教师于某日工作中发现某腹泻患者血培养检出沙门菌,便以该病例为切入点,经总结和 AI 辅助生成教学

病例,随后运用 AI 辅助诊断系统向学生“提出问题”,如“该患者血流感染沙门菌的可能来源?”“如何进行沙门菌血清分型?”等,引导学生共同讨论“分析问题”和“解决问题”,在此过程中还可通过 AI 自然语言处理技术,自动提取病例关键指标,关联最新指南,并给出鉴别诊断建议,训练学生将理论知识转化为临床决策的能力。以上学习行为的实施是学生在综合病例分析题考核得分增加的关键。通过以上举措,不仅激发了学生学习内在动力,而且这种深度融合 AI 技术的教学模式,更有利于形成“智能识别-虚拟训练-临床决策”的全链条人才培养模式。

3.3 问卷调查结果分析 问卷调查结果显示,课程在经过 AI 赋能教学实践后取得了良好的效果,大多数学生认为这种教学方式能提高自身的学习效率,在夯实专业基础知识的同时,还能提升问题综合分析能力,在潘雨凌等^[9]用 ChatGPT 辅助临床生物化学检验技术在线教学探索中也得到类似结果。但本研究近半数学生也表达了对 AI 依赖性的担忧,少数学生提出不能较好地适应 AI 教学过程而更愿意接受传统教学方式的问题,都是在实践过程中需要直面的问题,说明从宏观规划到具体实施、推广仍需进一步优化改进,如何将虚拟与现实有效融合,如何促进智慧赋能教学资源建设的广泛适配度,给该领域未来的探索提出了新的目标和要求。

3.4 AI 融入《临床微生物学检验技术》课程教学存在的问题及应对措施 AI 为《临床微生物学检验技术》课程教学带来了变革潜力,但在实际融合过程中仍需进一步优化。(1)坚持“立德树人”目标不动摇,先进技术是工具和手段,不能改变课程教学的目的与使命,要注意把握好课程核心价值 and 总体方向;(2)要夯实教育资源开发与知识产权保护,随着对智慧软件的深度应用,教师与学生在课程资源开发建设方面会衍生大量智力成果,如何保证既尊重开发平台知识产权,又保障自身合法权益,这需要更多政策支持与保障;(3)AI 的便捷性给教师和学生带来了巨大知识获取便利,但对部分学生容易脱离现实学习与实际技能培训,而陷入对虚拟方式的依赖性中,这反而不利于学生自主思考和批判性思维能力的锻炼,切记始终以学习者为中心,虚实结合,做 AI 工具的驾驭者。此外,打造多媒体教室与智能硬件管理系统,构建微生物形态学图谱、知识图谱和课程 AI 智慧辅助工具需投入一定成本,这对部分地方院校可能存在困难。因此,循序渐进、逐步完善、日积月累是最终实现目标的有效路径。

针对以上问题,可采取以下具体应对措施:(1)加强课程本身的思政建设,始终坚持五育并举育人方针,培养学生正确的价值观及独立思考问题及辨识能力,保障学生全面发展目标不动摇^[34]。(2)为充分发挥智能技术对《临床微生物学检验技术》教学的促进

作用,教育机构应当着力完善数字化教学资源体系,同时建立健全知识成果保护机制,从而为智能化教学工具的推广应用创造有利条件。(3)为平衡 AI 的应用与教育本质,需采取多维度策略,在明确 AI 的辅助角色基础上,分层设计学习任务。初级学习阶段禁用 AI,要求学生独立完成基础操作,如显微镜观察和手绘记录,强化基本功。进阶学习阶段允许使用 AI 辅助,但需学生对比结果差异并提交分析报告。此外,增加反思作业,例如让学生修正 AI 的错误结论或讨论识别失败的案例。通过以上措施,既能发挥 AI 的高效性,又能避免学生的依赖性,确保学生掌握不可替代的实践专业技能。(4)鼓励教师及其团队锚定建设目标,在川北医学院检验医学院整体学科建设支持的基础上,积极申报各级各类课程建设或教改项目,合理规划,有效使用建设经费,持续推动课程向高阶发展。

3.5 AI 融入《临床微生物学检验技术》课程教学的可持续性 本研究借助 AI 赋能《临床微生物学检验技术》教学实践,可实现教学资源的累积性数字化沉淀,具有明显的可持续发展价值。教师通过线上线下融合培训掌握 AI 工具后,可持续迭代教学案例库等资源,减少重复备课成本;AI 辅助的自动化形态识别与个性化学习推荐能长期降低实验耗材支出;同时,标准化的教学流程可缓解师资流动带来的质量波动;本项目基于省级一流专业、教改课题及校级高阶课程建设项目支持,5 年共计投入经费约 30 万元,年均成本约 6 万元,低于传统教学更新的人、财、物成本,且随着技术复用率提升,效益将呈逐年递增趋势。因此,从长远来看,AI 课程对教学资源的精准投放,有利于兼顾高效性和低成本的优势,实现教学方式不断更新迭代,持续优化,最终实现从技能传授到创新思维培养的育人模式转型。

4 结 语

本研究客观评价和阐释了 AI 在《临床微生物学检验技术》教学中的定位,明确了以“赋能而非替代”的核心理念,有利于培养兼具传统实验基本素养和数字诊疗能力的新一代检验人才。与此同时,由于本研究领域尚缺乏业界通用的教学评价量表,因此,在教学评价的权威性方面存在一定的局限性,有待进一步改进和提升。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献 谢宁、郭斌:研究题目确定,研究方案设计,论文撰写及修改;郭杨柳:研究建议提出、审校论文;姚佳欣、万琪、白雨霏、蒋瑶、张红:资料收集,数据统计,问卷设计、发放及测试。

参考文献

[1] 王频佳,程曦,孙丰慧,等.基于一流专业建设的应用型示范课程改革与实践:以“临床微生物学检验”课程为例

- [J]. 微生物学通报, 2021, 48(6): 2270-2278.
- [2] 曹敬荣, 闵嵘, 王培昌, 等. 多途径教学培养高素质临床微生物检验医师的应用探讨[J/CD]. 中华实验和临床感染病杂志(电子版), 2015, 9(5): 722-724.
- [3] 张宇超, 薛筱茜, 张一帆, 等. AI 助力的数字化教育教学方法研究与实践[J]. 计算机教育, 2024, 22(5): 118-122.
- [4] 欧阳芳, 杜梅. 智能技术赋能体育教育教学效果评价: 模型建构与实证检验[J]. 上海教育科研, 2023, 43(7): 41-47.
- [5] 周小芹, 刘慧珍, 王婷, 等. 人工智能赋能医学领域的挑战与发展方向[J]. 中国胸心血管外科临床杂志, 2025, 32(2): 244-251.
- [6] 黄炜, 吴昀璟, 余辉, 等. 生成式人工智能技术在实验教学中的应用: 以数据科学实验为例[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(9): 122-128.
- [7] 孔令希, 朱璇. 人工智能在检验医学教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2024, 32(6): 713-717.
- [8] 裴亚欣, 刘新育, 王明道, 等. 人工智能技术在微生物学教学中的应用及其挑战[J]. 华东科技, 2024, 40(6): 48-50.
- [9] 潘雨凌, 郝娟, 金丹, 等. ChatGPT 辅助临床生物化学检验技术在线教学探索[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(9): 1341-1344.
- [10] 刘涛, 杨大千. 大语言模型在检验医学中的应用评测体系现状及进展[J]. 检验医学与临床, 2025, 22(24): 3322-3327.
- [11] 王永刚. 基于生成式人工智能的“校企双元”教育生态系统运行机制研究[J]. 中国职业技术教育, 2024, 32(16): 79-85.
- [12] 彭丽娟, 罗杰伟, 李雪璐, 等. 基础医学课程建设的实践与思考: 以医学微生物学为例[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(11): 1484-1487.
- [13] 陈永洪, 傅君毅, 吴丹桂, 等. Mini-CEX 联合 DOPS 量表在神经内科学实习教学中的应用[J]. 浙江医学教育, 2025, 24(2): 87-91.
- [14] 任吉, 王克芳, 张玉琪, 等. 混合式教学能力评估量表的汉化及信效度检验[J]. 中华护理杂志, 2025, 60(2): 228-235.
- [15] 何茂章, 王姝妹, 丁瑞培, 等. 基于新医科与 AI 技术融合的医学教学模式探讨[J]. 湘南学院学报(医学版), 2024, 26(3): 63-66.
- [16] 张开友, 王思佳. 基于 WOS 的重症医学领域人工智能研究的可视化分析[J]. 检验医学与临床, 2023, 20(9): 1287-1293.
- [17] 李杰蓉, 潘俊希, 单斌, 等. 人工智能驱动下检验医学教育模式的变革[J]. 卫生职业教育, 2025, 43(20): 1-5.
- [18] 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.
- [19] 张艳, 曹龙古, 唐俊杰, 等. 临床微生物学检验实验教学改革的几点建议[J]. 社区医学杂志, 2015, 13(14): 68-69.
- [20] 刘伯玉, 刘浩, 刘春燕, 等. 医学微生物学实验教学体系优化的思考[J]. 基础医学教育, 2023, 25(2): 123-126.
- [21] 高琼, 陆吉健, 王晓静, 等. 人工智能时代人机协同课堂教学模式的构建及实践案例[J]. 远程教育杂志, 2021, 39(4): 24-33.
- [22] Tian T, Zhang X, Zhang F, et al. Harnessing AI for advancing pathogenic microbiology: a bibliometric and topic modeling approach[J]. Front Microbiol, 2024, 15: 1510139.
- [23] Burns B, Rhoads D, Misra A. The use of machine learning for image analysis artificial intelligence in clinical microbiology[J]. J Clin Microbiol, 2023, 61(9): e0233621.
- [24] Matias A V, Amorim J G A, Macarini L A B, et al. What is the state of the art of computer vision-assisted cytology? A systematic literature review[J]. Comput Med Imaging Graph, 2021, 91: 101934.
- [25] 赵瑞斌, 杨现民, 张燕玲, 等. “5G+AI”技术场域中的教学形态创新及关键问题分析[J]. 远程教育杂志, 2021, 39(2): 44-52.
- [26] Yu T, Chae M, Wang Z, et al. Microbial technologies enhanced by artificial intelligence for healthcare applications[J]. Microb Biotechnol, 2025, 18(3): e70131.
- [27] 程东庆, 金燕, 周芳美, 等. 虚拟仿真实验在“病毒学检验”教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2024, 32(6): 785-791.
- [28] 宋超, 章文, 洪云霞, 等. 医学虚拟仿真教学的人工智能化前景探讨[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(5): 515-519.
- [29] 迟静. 细菌耐药性试验在微生物学检验教学中的改革研究[J]. 科技视界, 2021, 11(6): 128-129.
- [30] Krishnan A, Anahtar M N, Valeri J A, et al. A generative deep learning approach to de novo antibiotic design[J]. Cell, 2025, 188(21): 5962-5979.
- [31] Khalaf W S, Morgan R N, Elkhatib W F. Clinical microbiology and artificial intelligence: Different applications, challenges, and future prospects[J]. J Microbiol Methods, 2025, 232: 107125.
- [32] Mairi A, Hamza L, Touati A. Artificial intelligence and its application in clinical microbiology[J]. Expert Rev Anti Infect Ther, 2025, 23(7): 469-490.
- [33] 鞠晓红, 王月华, 王瑶, 等. 基于思维能力培养的“临床微生物学检验技术”混合式教学探索[J]. 中华医学教育探索杂志, 2025, 24(3): 351-356.
- [34] 彭丽娟, 杜经纬, 杨健, 等. 信息技术下医学微生物学融合德育教育的混合教学模式探讨[J]. 中国高等医学教育, 2022, 36(9): 141-142.

(收稿日期: 2025-11-26 修回日期: 2026-03-11)

(编辑: 周晓凤 熊欣然)