

• 医学教育研究 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2026.15.022

# 基于 ATR 模式的教学查房在临床微生物学专业住院医师规范化培训中的实践与探索<sup>\*</sup>

顾 敏<sup>1,2,3</sup>,倪 芳<sup>1,2,3</sup>,夏文颖<sup>1,2,3</sup>,刘根焰<sup>1,2,3</sup>,王 宏<sup>1,2,3</sup>,王 婷<sup>1,2,3</sup>,张晓慧<sup>1,2,3△</sup>

1. 南京医科大学第一附属医院检验学部,江苏南京 210029;2. 南京医科大学第一临床医学院医学检验学系,江苏南京 210029;3. 国家医学检验临床医学研究中心分中心,江苏南京 210029

**摘 要:**为应对人工智能(AI)赋能医学教育的发展趋势,解决临床微生物学住院医师规范化培训中教学情境脱离临床、学员主观能动性不足、专业技能培养难度大等问题,该研究将 ATR[AI-团队学习(TBL)-研究(RBL)]教学模式融入临床微生物学教学查房,构建以检验医师为主体、AI 辅助支撑、临床病例为导向的互动式学习框架。选取 2023—2025 年间分批进入该培训基地的 12 名检验医师作为研究对象,通过教学查房评分、出科考核及学员问卷进行效果评价。结果表明,该模式可提升学员实践操作能力、逻辑思辨与团队协作能力,有效激发主动学习意识,提高教学查房质量与学员满意度。ATR 教学模式可有效优化住院医师规范化培训教学质量、强化学员综合素养,为培养检验医学复合型人才提供创新方向。

**关键词:**人工智能-团队学习-研究; 教学模式; 教学查房; 临床微生物学; 检验医师; 规范化培训  
**中图分类号:**G424.1;R446.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2026)15-2156-05

## Practice and exploration of teaching ward round based on ATR model in the standardized training of clinical microbiology residents<sup>\*</sup>

Gu Min<sup>1,2,3</sup>, Ni Fang<sup>1,2,3</sup>, Xia Wenyong<sup>1,2,3</sup>, Liu Genyan<sup>1,2,3</sup>, Wang Hong<sup>1,2,3</sup>, Wang Ting<sup>1,2,3</sup>, Zhang Xiaohui<sup>1,2,3△</sup>

1. Department of Laboratory Medicine, the First Affiliated Hospital with Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210029, China; 2. Department of Laboratory Medicine, the First School of Clinical Medicine, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu 210029, China; 3. Branch of National Clinical Research Center for Laboratory Medicine, Nanjing, Jiangsu 210029, China

**Abstract:** To cope with the development trend of artificial intelligence (AI) in medical education, solve problems such as teaching separated from clinical practice, lack of subjective initiative of students, and difficulty in professional skills training in the standardized training of clinical microbiology residents. In this study, ATR [AI-team-based learning (TBL) -research-based learning (RBL)] teaching model was integrated into the clinical microbiology teaching ward round, and an interactive learning framework with laboratory physicians as the main body, AI assistance, and clinical cases as the guidance was constructed. A total of 12 laboratory physicians who entered the training base in batches from 2023 to 2025 were selected as the research objects, and the effect was evaluated by teaching ward round score, department examination and student questionnaire. The results show that this model can improve students' practical operation ability, logical thinking and team cooperation ability, effectively stimulate active learning awareness, and improve the quality of teaching ward rounds and students' satisfaction. ATR teaching model can effectively optimize the teaching quality of standardized residency training, strengthen the comprehensive quality of students, and provide an innovative direction for the training of compound talents in laboratory medicine.

**Key words:** artificial intelligence-team-based learning-research-based learning; teaching model; teaching ward round; clinical microbiology; laboratory physician; standardized training

<sup>\*</sup> 基金项目:江苏省“十四五”医学重点学科/实验室建设单位项目(ZDXK202239);江苏省高等教育质量保障与评价研究课题项目(2023-Z10);南京医科大学教育研究课题项目(2023YJS-ZD011)。

<sup>△</sup> 通信作者, E-mail: 15195968763@163.com。

引用格式:顾敏,倪芳,夏文颖,等. 基于 ATR 模式的教学查房在临床微生物学专业住院医师规范化培训中的实践与探索[J]. 检验医学与临床, 2026, 23(15): 2156-2160.

教育数字化进程已成为我国教育改革发展 的核心战略<sup>[1]</sup>。在此背景下,人工智能(AI)赋能教育已成为必然趋势,其与医学教育的深度融合,为培养高素质医学人才提供了有力支撑<sup>[2-4]</sup>。住院医师规范化培训(以下简称住培)作为医学人才培养的关键环节,亟须教学模式的创新与升级。

教学查房作为最基本且不可或缺的教学活动,是培养住院医师临床诊疗思维和实践能力的重要途径<sup>[5-6]</sup>。临床微生物学因生物安全风险高、专业性强、操作繁杂、经验依赖度高、临床沟通频繁等特点,成为住培的难点<sup>[7]</sup>。因此,在 5 个月的轮转中必须强化实践环节,通过病例分析、病例讨论及教学查房等形式深化实践教学,提升学员综合能力。

ATR 教学模式深度融合了 AI、团队学习(TBL)与研究(RBL)三大要素。学员在 AI 辅助下以小组为单位探究科学问题,通过成果展示与答辩完成从自主学习到协作共创的学习循环,旨在有效驱动学员的主观能动性并促进学员进行深度学习<sup>[8]</sup>。本研究总结

了 2023—2025 年 ATR 模式在临床微生物学教学查房的阶段性实践,评估其对提升检验医师感染性疾病实验室诊断及培训质量的成效,旨在为医学检验人才培养提供可推广的教学范式。

## 1 以检验医师为核心的临床微生物学教学查房设计

检验医学专业的教学查房不同于临床科室,缺乏床位管理和直接接触患者的机会,常面临案例来源单一、教学情境脱离临床实际、学员参与积极性不高等问题<sup>[9]</sup>。为此,本专业实行“住院医师导师制”<sup>[10]</sup>,由带教老师制订个性化培训计划,内容涵盖岗位轮转、日常考核、每月开展 4 次小讲课、2 次教学查房及 2 次病例讨论,轮转结束后进行出科考核。研究构建以检验医师为核心的教学查房模式:确定教学查房主题后,检验医师运用 AI 工具梳理病例、分析疾病知识,完成病例汇报;结束后,由带教老师组织开展集体研讨,围绕病例进行深入点评并总结关键知识点。见图 1。



图 1 基于 ATR 模式的临床微生物学教学查房流程

## 2 临床微生物学教学查房的具体实施

**2.1 确定教学查房主题** 教学查房主题的选择直接影响教学效果。本研究依据临床实际反馈、学员学习需求及住培目标,动态筛选具有教学价值的典型病例,确保查房内容贴近临床实践。检验教学查房病例主要来源于以下 3 个途径<sup>[11]</sup>:(1)主动提供报告解释的病例。如检验医师门诊接诊的患者,或在日常工作中发现的具有教学意义的典型案例;(2)被动接受需要报告解释或重点关注的病例。如临床科室发出会诊或电话沟通的病例;(3)参加临床多学科诊疗实施诊治的病例。所有候选病例均由检验医师与带教老师共同评估其教学代表性、知识覆盖度与启发性后,最终确定为教学查房主题。

**2.2 优化知识体系结构** 2012 年学制改革后,临床

检验诊断专业硕士研究生仅招收临床医学专业本科毕业生。这一生源变化带来了新的教学挑战:学员虽具备扎实的疾病诊疗知识,但普遍缺乏微生物分类鉴定、药敏试验原理及实验室质量管理等理论基础,同时在病原菌形态学辨识、药敏结果分析等核心技能方面训练不足,导致其在承担感染性疾病诊断与用药建议等检验医师核心职责时面临专业壁垒<sup>[12]</sup>。为此,导师需要结合临床病例,系统讲授从标本采集、病原菌形态学及分离鉴定技术、药敏结果解读与临床沟通的全流程知识。

**2.3 AI 赋能下创新临床教学查房** 在正式教学查房前 1 周,检验医师和带教老师引入 AI 工具辅助常规准备。检验医师利用 AI 系统整理病例资料、分析诊断依据、检测流程及结果解读要点;带教老师则借

助 AI 梳理教学大纲,优化教学设计,以实现更系统、更精准的教学安排。教学中使用的 AI 工具包括 DeepSeek、豆包等(2023 年起随版本更新逐步引入),所有生成内容均由带教老师审核确认。教学中明确 AI 仅为辅助工具,学员须以临床指南和专业文献为最终依据。

以感染性心内膜炎(IE)为例, AI 辅助完成以下关键教学内容的准备。(1)IE 诊断:整合改良 Duke 标准(AI 辅助指南学习);(2)血培养送检:明确采血时机、送检套数及操作要点(AI 辅助行业标准学习);(3)组织培养阴性原因分析:AI 辅助分析抗菌药物干扰及标本采集、转运和接种等影响因素;(4)IE 病原谱与耐药特征:利用 AI 辅助文献检索,总结病原菌分布及药敏结果。AI 的深度融入进一步实现教学内容精准化、前沿化和个性化,促进教与学的双向提升。

**2.4 多媒体分享与讨论学习** 为提升教学查房效果与检验医师综合素养,本研究引入“多媒体分享与讨论学习”环节,组建多元化学习梯队,促进多视角交流。实施中,由检验医师作为汇报主体,围绕病例从案例背景与检验指标动态变化、关键决策与逻辑分析、检验结果与临床诊断关联性解读及个人反思等方面系统展示,推动学员从“操作执行者”向“主动思考者”转变。汇报后开展开放式讨论,资深教师聚焦检

验规范与质控;进修生探讨结果解读的临床价值与局限性;实习生从基础知识提问,促使汇报者深度理解;带教老师主持与引导,以启发式提问培养批判性思维。检验医师全程记录疑难点,课后借助 AI 及权威数据库进行自主探究,形成“准备—汇报—讨论—反思—再学习”的闭环模式,全面提升理论认知、实践技能与临床思维,助力其从医学生向合格的临床检验人才转变。

**3 ATR 模式在临床微生物学教学查房中的应用效果**

为科学评估本研究实施成效,选取 2023—2025 年间分批进入本培训基地的 12 名检验医师作为研究对象,由带教老师依据教学查房评分表(表 1)进行打分。结果表明,每名学员共有 10 次评分,单次得分均>85 分,个人平均分为 88~93 分。出科考核成绩显示,所有学员的操作技能考核均>95 分,理论考核均>90 分。为进一步从检验医师角度评估教学查房效果,发放并收集调查问卷(表 2)。问卷参与度及有效回收率均为 100%。结果发现,超过 90%的学员对 ATR 模式表示认可,其中在“逻辑思辨与临床决策能力”“自主学习与知识整合能力”“案例研讨与团队协作能力”3 个维度提升占比最高。所有研究对象对本研究知情同意并签署知情同意书。

表 1 基于 ATR 模式的临床微生物学专业住培教学查房评分表

| 评分维度       | 评分要点          | 评分维度       | 评分要点           |
|------------|---------------|------------|----------------|
| 查房准备(20 分) | 病例选择恰当性(6 分)  | 汇报表现(30 分) | 表达流畅、专业(8 分)   |
|            | 资料完整性(6 分)    |            | PPT/可视化质量(7 分) |
|            | AI 工具应用(8 分)  |            | 时间控制(5 分)      |
| 汇报内容(30 分) | 逻辑清晰(6 分)     | 提问(20 分)   | 应变与引导能力(10 分)  |
|            | 微生物学分析深入(8 分) |            | 学生提问质量(6 分)    |
|            | 多角度临床思维(8 分)  |            | 教师/专家提问回应(8 分) |
|            | AI 与循证支持(8 分) |            | 讨论参与度(6 分)     |

表 2 ATR 模式应用于检验医师临床微生物学教学查房的学员反馈

| 评估维度        | 具体条目       | 反馈结果(是) |
|-------------|------------|---------|
| 逻辑思辨与临床决策能力 | 提升临床逻辑推理能力 | 100.0%  |
|             | 强化检验结果关联诊断 | 100.0%  |
| 自主学习与知识整合能力 | 激发主动探索知识动机 | 100.0%  |
|             | 促进新旧知识融会贯通 | 100.0%  |
| 案例研讨与团队协作能力 | 增强团队学术交流意愿 | 91.7%   |
|             | 提升协同解决问题能力 | 100.0%  |
| 专业认同与职业自信心  | 深化检验专业价值认同 | 91.7%   |
|             | 增强未来岗位任职信心 | 91.7%   |
| 教学模式设计与满意度  | 教学模式结构清晰合理 | 100.0%  |
|             | 总体满意且值得推广  | 100.0%  |

#### 4 临床微生物学教学查房体会与反思

感染性疾病诊断高度依赖微生物检验,抗菌药物规范化管理与耐药谱演变提升了实验室检验结果的临床价值,也对检验工作提出更高要求<sup>[13-14]</sup>。提升微生物检验教学质量是检验科带教的重要课题,亟须创新带教模式助力医学生向临床岗位转型<sup>[15]</sup>。教学查房以典型病例为核心,融合临床资料、检验报告与行业标准,覆盖细菌培养、药敏试验全流程及检验全过程质量控制,通过师生互动与临床沟通提升检验水平<sup>[16-17]</sup>。本研究依托 AI 技术,首次将 ATR 教学模式应用于临床微生物学教学查房,以真实临床病例为载体,引导学员查阅指南、文献并开展汇报研讨,借助 AI 实现教学资源整合,形成 AI 辅助、检验医师主导、多角色参与、反思再学习的完整教学流程。

相较于国内同类教学改革,ATR 模式在技术融合和教学设计方面体现出一定特色。既往研究多采用单一教学方法探索,如以案例为基础的教学联合双语 Seminar 模式<sup>[15]</sup>,较少涉及 AI 的深度融入。本研究依托 AI 工具辅助学员开展资料检索与知识整合,实现教学内容精准化、个性化供给,这一结论与闻德亮等<sup>[18]</sup>学者提出的 AI 优化医学教育资源配置观点高度契合。教学设计上,ATR 模式构建的“准备—汇报—讨论—反思—再学习”闭环流程,强调学员在真实病例驱动下的主动探究,与传统单向传授模式形成互补<sup>[19-20]</sup>。

为验证 ATR 模式的应用效果,本研究结合检验医师考核成绩与问卷调查开展评估,结果证实该模式在实践操作能力、逻辑思维、自主学习及团队协作等多个维度实现了学员综合素养的协同跨越。多项研究已证实 AI 技术赋能医学教学可显著提升医学生实践操作、临床思维与自主学习能力<sup>[21-22]</sup>。AI 辅助系统通过构建沉浸式学习场景、提供个性化学习路径与即时反馈机制,有效打通了理论教学与临床实践之间的壁垒<sup>[23-24]</sup>。团队学习机制促使学员在“质疑—论证—共识”的认知循环中将碎片化的知识点整合为系统化的临床决策能力<sup>[25]</sup>。类似研究在微生物检验教学中同样证实,AI 辅助教学模式能够显著提升学生的诊断思维能力与实践操作水平<sup>[26]</sup>。此外,ATR 模式进一步融合案例驱动、小组协作、结构化复盘等优势,既吸纳了 AI 智能化案例库、虚拟实训、精准反馈等核心教学价值,又通过多角度沉浸式互动研讨,强化团队协作能力。该模式有效解决了微生物教学案例碎片化、思维断层化的痛点,也弥补了纯技术教学缺乏沟通协作训练的不足。优异的考核成绩及学员高认可度证实,该模式贴合检验医师规范化培训规律。

然而,ATR 模式在实践中也面临一定挑战。第一,对带教老师的综合能力提出更高要求,教师需同时精通专业知识、AI 工具应用及多层次团队引导能

力<sup>[16,27-28]</sup>。第二,病例资源的标准化积累亟待加强,未来可依据培训大纲构建分级分类教学案例库<sup>[29]</sup>。第三,AI 辅助教学的边界需明确,教学中应强化学员循证医学素养,避免过度依赖 AI 工具<sup>[30-31]</sup>。此外,本研究亦存在一定局限性,研究样本量较小,且未设立传统教学模式同期对照。未来可通过扩大样本量、细化实施方案,开展多中心、大样本随机对照研究并延长随访周期,进一步验证 ATR 模式的长期教学效果。

综上所述,ATR 教学模式提升了检验医师在逻辑思辨、实践操作、自主学习及团队协作等多维度的综合素养,不仅为临床微生物学教学查房提供了可推广的实践范式,也为新医科背景下复合型检验医学人才培养探索了创新路径。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献** 顾敏:试验设计、数据收集与分析、论文初稿撰写;倪芳、夏文颖:数据核对、数据管理、修订初稿;刘根焰、王宏:论文指导;王婷:图片可视化;张晓慧:研究思路、论文修改。

#### 参考文献

- [1] 陈丽,张文梅,郑勤华.教育数字化转型的历史方位与推进策略[J].中国电化教育,2023,44(9):1-8.
- [2] 贺长军,李英滨,傅毕成,等.“人工智能+大数据”在胸外科金课建设中的实践和应用[J].中华医学教育探索杂志,2022,21(4):442-446.
- [3] Rani S,Kumari A,Ekka S C,et al. Perception of medical students and faculty regarding the use of artificial intelligence (AI) in medical education: a cross-sectional study [J]. Cureus,2025,17(1):e77514.
- [4] 成祥君,马金霞,张美娟,等.检验医师应急能力常态化培训的探索[J].检验医学与临床,2024,21(1):141-144.
- [5] 彭科,嵇富海,单希胜,等.PBL-CTU 教学查房在麻醉科住院医师规范化培训中的应用成效[J].中华医学教育探索杂志,2025,24(6):835-840.
- [6] Yang P,Xiong T,Dong X,et al. Interprofessional teaching rounds in medical education: improving clinical problem-solving ability and interprofessional collaboration skills [J]. Med Educ Online,2025,30(1):2451269.
- [7] 夏梦,刘爽,段梦夕,等.临床检验医师微生物检验实习带教模式的探讨[J].中国卫生检验杂志,2023,33(11):1400-1401.
- [8] 朱哈,黄明燕,朱鲤烨,等. ATR 教学模式应用于医学免疫学实验教学的探索[J].中国免疫学杂志,2025,41(6):1310-1314.
- [9] 王宏,刘根焰,徐建,等.检验医学科专业基地住院医师规范化培训教学查房形式的探索[J].中国毕业后医学教育,2024,8(8):583-586.
- [10] 付杰,苏鹏,蒋兴宇,等.“1+N”导师制在检验医学科住院医师规范化培训中的应用与实践[J].临床检验杂志,2025,43(5):382-385.
- [11] 乔蕊,苏扬,郭弯弯,等.检验医学教学查房的形式探索与思考[J].临床检验杂志,2022,40(1):57-59.

[12] 陈婷梅,尹一兵,张彦,等.新医科背景下检验医师培养的思考[J].中国高等医学教育,2020,34(10):12-13.

[13] Turner P,Rupali P,Opintan J A,et al. Laboratory informatics capacity for effective antimicrobial resistance surveillance in resource-limited settings [J]. Lancet Infect Dis,2021,21(6):e170-e174.

[14] Palavecino E L,Williamson J C,Ohl C A. Collaborative antimicrobial stewardship: working with microbiology [J]. Infect Dis Clin North Am,2020,34(1):51-65.

[15] 谢吐秀,吕菁君,张新奇,等.基于 ZOOM 平台的 CBL 联合双语 Seminar 教学模式在全科住院医师规范化培训中的应用效果[J].中国医药导报,2021,18(25):59-62.

[16] 陈旭,王院霞,姚锂凤,等.检验医师规范化培训中临床微生物检验专业教学模式的探索[J].临床检验杂志,2024,42(5):360-362.

[17] 邬文燕,李维,曹治东,等.医学检验专业实习生临床微生物实习带教方案探索与实践[J].检验医学与临床,2021,18(17):2607-2609.

[18] 闻德亮,魏晓彤.人工智能在医学教育领域中的应用进展与未来趋势[J].中华医学教育杂志,2026,46(1):1-7.

[19] Liao P,Liu S,Luo C,et al. Dual-track drive for precision education: developing a targeted teaching model in the standardized training of lymphoma subspecialty physicians through the integration of problem-based learning and case-based learning [J]. BMC Med Educ, 2025, 25 (1):1590.

[20] 刘凯,曾俊.以病例为基础的探究式-小组教学对提高医学生综合能力的实践[J].中华医学教育探索杂志,2020,19(7):837-839.

[21] 周永红,李俊,李科,等.人工智能联合 PBL+CBL 教学模式在内科学临床教学中的应用研究[J].中国现代医生,2025,63(36):72-75.

[22] Jafari F,Keykha A,Taheriankalati A,et al. The role of AI in shaping medical education; insights from an umbrella review of review studies[J]. J Adv Med Educ Prof,2025, 13(4):270-293.

[23] 黄洁雯,卫蓓文,倪培华,等.人工智能在医学检验技术教学中的应用初探[J].中国高等医学教育,2025(12):70-71.

[24] 姜歆,谢娜,姚辉,等.人工智能病理诊断助力教学体系构建在临床病理科培训中的应用[J].中国毕业后医学教育,2026,10(2):126-131.

[25] 贺俊,吕丽华,吴志芳,等.人工智能辅助儿童口腔医学教学应用现状与效果评价的研究进展[J].全科医学临床与教育,2026,24(2):162-166.

[26] 李静,郭普,郑晶,等.人工智能辅助的个性化翻转课堂教学模式在微生物检验教学中的效果评价[J].蚌埠医科大学学报,2025,50(7):1004-1008.

[27] 郭宏,幸泰杞.大学教师人工智能素养:分类构建与分阶实践[J].中国高等教育,2025,61(7):41-47.

[28] 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.

[29] 董轲,林芳,王希,等.标准化病例库在实验诊断学教学中的应用[J].中国实验诊断学,2020,24(7):1221-1223.

[30] 蔡湘文.生成式人工智能应用于基础教育的风险与控制:基于复杂适应系统理论分析[J].基础教育参考,2025,23(6):70-80.

[31] Hough J,Culley N,Erganian C,et al. Potential risks of GenAI on medical education[J]. BMJ Evid Based Med, 2025,30(6):406-408.

(收稿日期:2025-12-01 修回日期:2026-04-25)

(编辑:熊欣然 陈晶)

(上接第 2155 页)

[31] Mekontso D A,AlShamsi F,Belletti A,et al. European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) 2025 clinical practice guideline on fluid therapy in adult critically ill patients:part 2 the volume of resuscitation fluids[J]. Intensive Care Med,2025,51(3):461-477.

[32] Kotani Y,Ryan N,Udy A A,et al. Haemodynamic management of septic shock[J]. Burns Trauma,2025,1310. 1093:burnst.

[33] Bitton E,Zimmerman S,Azevedo L C P,et al. An international survey of adherence to surviving sepsis campaign guidelines 2016 regarding fluid resuscitation and vasopressors in the initial management of septic shock[J]. J Crit Care,2022,68:144-154.

[34] Morales S,Wendel-Garcia P D,Ibarra-Estrada M,et al. The impact of norepinephrine dose reporting heterogeneity on mortality prediction in septic shock patients[J]. Crit Care,2024,28(1):216.

[35] D'Andria Ursoleo J,Bottussi A,Khanna A K,et al. Norepinephrine pharmacolexicology:a chronological review of dose reporting and the implications of salt formulations [J]. Intensive Care Med,2025,51(9):1664-1673.

[36] Wieruszewski P M,Leone M,Kaas-Hansen B S,et al. Position paper on the reporting of norepinephrine formulations in critical care from the society of critical care medicine and European society of intensive care medicine joint task force[J]. Crit Care Med,2024,52(4):521-530.

[37] Salvati S,D'Andria Ursoleo J,Belletti A,et al. Norepinephrine salt formulations and risk of therapeutic error: results of a national survey [J]. J Cardiothorac Vasc Anesth,2024,38(11):2624-2629.

[38] Goury A,Djerada Z,Hernandez G,et al. Ability of diastolic arterial pressure to better characterize the severity of septic shock when adjusted for heart rate and norepinephrine dose[J]. Ann Intensive Care,2025,15(1):43.

(收稿日期:2025-12-05 修回日期:2026-04-20)

(编辑:熊欣然 陈晶)