

科研能力导向的医学微生物学实验课程改革与实践

——以医学病毒学实验为例

丁莹莹, 陈辉莹, 白 洁, 赵春燕, 芮 冰, 李翔宇, 刘星光*

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: 2025年7月11日; 录用日期: 2025年8月11日; 发布日期: 2025年8月18日

摘 要

目的: 针对传统医学微生物学实验教学长期以验证性实验为主, 存在综合性、创新性不足及与临床实践脱节等问题, 制约学生高阶思维与实践能力培养的现状, 本研究旨在优化课程体系, 提升学生综合能力。方法: 以“病毒-宿主相互作用”为核心轴线, 通过模块化设计整合医学微生物学理论、核心实验技术及多学科知识, 构建“纵向串联、横向整合”的教学框架; 采用“准备-探索-凝练”三阶段教学模式, 并建立多元化过程性评价体系。结果: 教学实践证实, 该模式显著提升了学生的学习自主性、实践操作技能、科研素养及团队协作能力, 有效弥合了理论与临床实践的差距。结论: 改革后的课程体系为培养兼具创新思维和实践能力的复合型医学人才提供了有效路径, 对医学微生物学实验教学改革具有推广价值。

关键词

医学微生物学, 综合性实验, 病毒-宿主互作, 教学改革

Reform and Practice of Research Competency-Oriented Medical Microbiology Laboratory Courses

—A Case Study of Medical Virology Experiments

Yingying Ding, Huiying Chen, Jie Bai, Chunyan Zhao, Bing Rui, Xiangyu Li, Xingguang Liu*

Department of Pathogen Biology, Naval Medical University, Shanghai

Received: Jul. 11th, 2025; accepted: Aug. 11th, 2025; published: Aug. 18th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 丁莹莹, 陈辉莹, 白洁, 赵春燕, 芮冰, 李翔宇, 刘星光. 科研能力导向的医学微生物学实验课程改革与实践[J]. 教育进展, 2025, 15(8): 998-1006. DOI: 10.12677/ae.2025.1581538

Abstract

Objective: To address the persistent issues in traditional medical microbiology laboratory education—characterized by a predominance of verification-based experiments, insufficient comprehensiveness and innovation, and a disconnect from clinical practice—which hinder the cultivation of students' higher-order thinking and practical skills, this study aims to optimize the curriculum system and enhance students' comprehensive competencies. **Methods:** Centered on the core scientific theme of “virus-host interactions”, we integrated medical microbiology theory, core experimental techniques, and multidisciplinary knowledge through modular design. This established a teaching framework emphasizing longitudinal coherence and horizontal integration. The “Preparation-Exploration-Crystallization” three-stage pedagogical model was implemented, supported by a diversified process-oriented evaluation system. **Results:** Teaching practice demonstrated that this model significantly enhanced students' learning autonomy, practical operational skills, scientific literacy (including critical thinking, data analysis, and complex problem-solving skills), and teamwork capabilities, effectively bridging the gap between theoretical knowledge and clinical practice. **Conclusion:** The reformed curriculum system provides an effective pathway for cultivating interdisciplinary medical talents with innovative thinking and practical abilities, offering demonstration value for the reform of medical microbiology laboratory education.

Keywords

Medical Microbiology, Comprehensive Experiments, Virus-Host Interaction, Teaching Reform

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

实验教学是医学教育体系中不可或缺的核心环节，是理论联系实际、培养学生实践能力和创新精神的关键步骤。教育部在《关于加强高等学校本科教学工作提高教学质量的若干意见》及后续的系列指导性文件中均反复强调，“要进一步加强科学研究和教学实验的结合，推进实验教学内容、方法、手段及人才培养模式的改革与创新”，“着力提升学生的创新精神和实践能力”[1]，指出了实验课的教学改革方向应与科学研究相结合，以达到提升学生科研能力的教学效果。医学微生物学作为一门理论和实验并重的学科，其实验教学肩负着培养学生严谨的科学态度、独立的批判性思维以及科研素养的重要使命[2]。然而，审视当前医学微生物学实验教学现状，仍存在以下亟待解决的问题[3] [4]：验证性实验占比过高，综合性、创新性实验严重不足；跨学科整合弱、与临床结合不紧密；评价体系单一等。近年来，国际医学教育界广泛采用 PBL (Problem-Based Learning)、TBL (Team-Based Learning) 及 CUREs (Course-based Undergraduate Research Experiences) 等模式提升学生科研能力。PBL 侧重问题驱动但系统性不足[5]，TBL 强化团队协作却弱化个体科研实践[6]，CUREs 虽提供真实研究体验，但多聚焦单一技术环节，缺乏临床整合维度[7]。

为解决以上问题，教学团队基于多年医学微生物学教学经验和对研究前沿的理解，以病毒学实验为试点，制定了以“病毒-宿主互作”为主线的整合性、综合性实验课程改革方案，其核心思想为：模拟真实科研路径，以解决一个核心科学问题为目标，将零散知识点有机串联起来，形成闭环、递进的实践过

程[8], 增强了系统性科研训练与临床能力的有机融合。改革的目的在于实现思维方式和能力培养框架的根本性转变, 并能够夯实基础知识、激发探索兴趣、系统培养创新思维和综合实践能力[9], 为建立健全医学微生物学实验教学新体系和保障教学质量提供实践依据和理论参考。

2. 综合性实验教学的系统改革: 理念、框架与内容

2.1. 改革理念与理论基础

课程改革核心理念源于“成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE) [10]”和“体验式学习(Experiential Learning)”理论[11]。OBE 强调以学生最终获得的能力和学习成果为出发点, 反向设计课程内容和教学方法。本课程设定的核心学习成果包括: 1) 知识整合能力: 能将医学微生物学、免疫学、细胞生物学、病理学等理论知识融会贯通, 理解病毒-宿主互作的分子与细胞机制; 2) 核心技术掌握: 熟练掌握病毒培养、滴度测定、核酸提取与检测、血清学检测、基本动物实验操作及病理分析等核心实验技术; 3) 科研流程实践: 能独立或在团队协作下完成从提出科学问题→查阅文献→设计实验方案→规范操作→数据收集与分析→结果解读与报告撰写的完整科研模拟过程; 4) 创新思维与批判性思维: 能对实验结果进行批判性分析, 提出改进方案或新的研究设想; 5) 有效沟通与团队协作: 能在小组中有效沟通、分工合作, 共同完成复杂任务并进行成果展示。本课程进行模块化设计, 按流程实施, 学生通过动手操作, 在数据分析和讨论中进行反思观察与抽象概括, 并在实验设计、方案优化和报告撰写中培养创新思维和综合实践能力[12]。

2.2. 模块化设计框架

打破传统按技术或病毒种类罗列实验的模式, 构建以“病毒-宿主互作”为主线的“纵向串联、横向整合”的模块化框架(见图 1)。纵向串联: 遵循病毒感染的自然进程(病毒进入宿主→复制增殖→宿主识别与感染检测→病理损伤与结局)设计实验模块, 体现逻辑递进性。横向整合: 在每个模块中, 整合必要的理论知识(医学微生物学、免疫学、病理生理学)、核心实验技术、相关临床案例以及前期学科知识(如细胞培养、动物实验基础)。例如, 在“病毒感染检测”模块, 不仅教技术, 更强调这些技术如何用于临床样本诊断(整合临床案例)和病毒复制动力学研究(整合病毒学理论), 并理解其原理(整合分子生物学知识)。

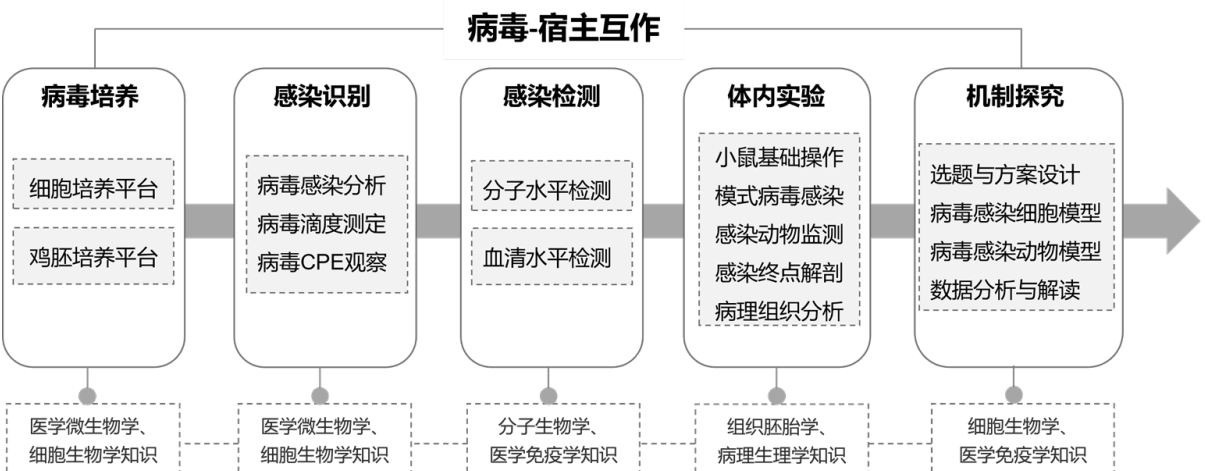


Figure 1. Modular design framework for comprehensive experimental course of Medical Virology
图 1. 医学病毒学综合性实验课程模块化设计框架

2.3. 实验内容的改革与优化

改革的核心是将原本分散、验证性的实验内容，围绕“病毒-宿主互作”主线，进行深度整合、拓展和升级，引入设计性、探究性环节。**表 1** 详细对比了改革前后的核心实验内容变化。改革亮点与能力培养聚焦以下几个方面：

- 系统性：构建了覆盖病毒学研究主要环节(体外到体内，表型到机制)的完整链条，真正实现了理论、技术、临床、多学科知识的有机融合。
- 创新性：增加了核心设计性/探究性环节，赋予学生一定的自主权，模拟真实科研过程。
- 进阶性：从基础技能训练到复杂系统应用，再到自主探究，难度和能力要求逐级提升。
- 临床相关性：在检测模块和动物模型症状/病理观察中融入临床思维。
- 科研规范性：方案设计到报告撰写，全程强调科研诚信、伦理规范和学术表达。

Table 1. Comparison of Medical Virology experiment course content before and after reform and focus on target ability
表 1. 医学病毒学实验课程内容改革前后对比与目标能力聚焦

课程	改革前	改革后	主要新增/强化点
模块 1: 病毒培养	病毒电镜图片及包涵体观察、病毒鸡胚尿囊腔接种	病毒的培养与接种系统： 1、细胞培养平台：细胞的传代培养、病毒接种、病毒扩繁与收获。 2、鸡胚培养平台：鸡胚的检视与培养、低致病性流感病毒尿囊腔接种、病毒收获。	1、细胞模型深度应用； 2、双模型对比：细胞培养与鸡胚培养； 3、生物安全强化：BSL-2 实验室规范操作。
模块 2: 感染识别	病毒的细胞病变效应观察	病毒感染现象的定性定量分析： 1、TCID50 法测定模式病毒滴度；空斑形成试验(PFU)测定流感病毒滴度。 2、病毒 CPE 现象的显微观察与记录。	1. 病毒定量技术引入； 2. CPE 深入观察。
模块 3: 诊断分析	病毒的血凝试验和血凝抑制试验	病毒感染的多维度检测： 1、分子检测：病毒感染的细胞总 RNA 提取、逆转录、荧光定量 PCR 定量分析病毒复制水平。 2、血清学检测：血凝(HA)试验、血凝抑制(HI)试验，结合临床血清样本案例分析。	1、分子诊断技术，血清学技术整合； 2、临床案例关联：利用 HI 结果解读疫苗接种效果或感染状态。
模块 4: 体内实验	无	病毒体内感染模型的建立与评价： 1、实验室小鼠基础操作(抓取、标记、分组)。 2、模式病毒接种感染。 3、感染动物监测：体重变化记录、临床症状评分。 4、感染终点解剖、病理分析。	1、动物实验引入； 2、感染进程监测； 3、病理学整合：感染动物解剖取材、H&E 染色、病理变化观察与描述。
模块 5: 机制探究	无	病毒-宿主互作机制初探： 1、选题与设计：结合科研课题方向选择探究特定宿主基因或通路，查阅文献，设计方案。 2、实验执行：利用实验室现有基因敲除小鼠或细胞模型。 3、病毒感染模型建立。 4、样本采集：血清、组织/细胞采集。 5、数据分析与解读：关联宿主分子变化与病毒复制水平、病理损伤程度。	1、设计性实验：学生主导选题(教师提供方向，如某天然免疫通路基因)。 2、分子机制探究； 3、多技术整合应用：综合运用前述模块技术。 4、数据分析深度：关联表型(病毒载量、病理)与分子变化。
模块 6: 成果凝练	实验报告	科研报告撰写与学术交流： 1、分组撰写综合性实验研究报告。 2、分组汇报研究成果，答辩与讨论。	1、学术论文规范；学术汇报答辩 2、同行评议体验：组内、组间互评报告与汇报。

3. 综合性实验教学的实施：流程、方法与评价

3.1. 教学对象与组织模式

实施对象为临床医学专业五年级本科生，已完成医学微生物学、免疫学、细胞生物学、病理学等前期课程学习。鉴于综合性实验的深度、连贯性和资源限制，采取“自愿报名 + 基础筛选”方式。每期开设 1 个教学班，容量约 30 人。筛选标准包括：前期相关课程(微生物、免疫、细胞生物学)理论成绩($\geq B$)，需提交简要的申请陈述(阐明兴趣与期望)。实验时，学生分为 5~6 人/组，尽量保证组内成员背景(理论基础、动手能力)的互补性。每组选定一个组长负责协调。

3.2. 教学实施流程(三阶段模型)

实施流程采用“准备 - 探索 - 凝练”三阶段模型(见图 2)，强调学生的主动参与和科研全流程模拟。教学流程分为三个阶段。

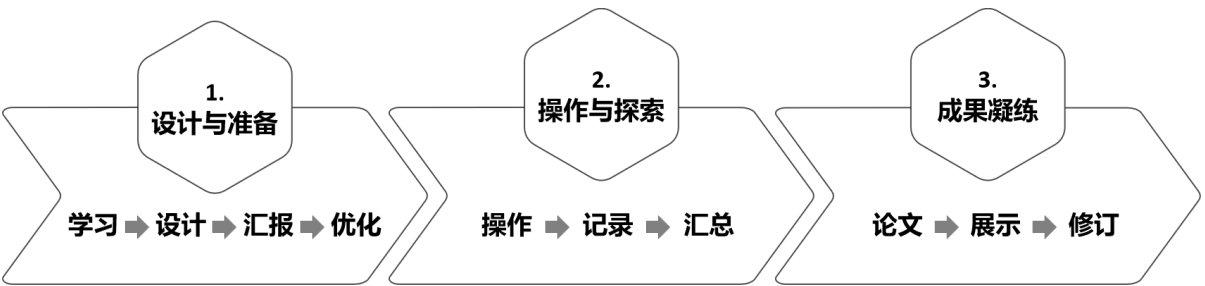


Figure 2. Three stage implementation flow chart of comprehensive experimental teaching of Medical Virology
图 2. 医学病毒学综合性实验教学三阶段实施流程图

3.2.1. 方案设计与准备阶段

课前，学生通过教师提供的核心技术微课视频、精选文献等进行自主学习并记录疑问。在教师指导下，根据选题设计实验方案(含材料/仪器/步骤/预期结果/注意事项)，分组汇报方案，教师现场反馈优化。

3.2.2. 实验操作与探索阶段

小组严格按照修订后的方案进行实验。教师全程巡视指导，重点监控关键操作步骤和原始数据记录的真实性和及时性。鼓励小组遇到问题时先组内讨论，尝试分析原因并提出解决方案，再寻求教师帮助。培养独立解决问题能力。

3.2.3. 数据分析与成果凝练阶段

小组汇总所有原始数据。教师提供基础的数据处理指导，学生小组需独立完成数据处理、统计分析和图表制作。以学术论文格式撰写实验报告，组织模拟学术研讨会：分组进行 PPT 汇报，要求逻辑清晰、重点突出、表达流畅。答辩环节考察学生对研究内容的掌握深度、应变能力和批判性思维。

3.3. 多元化、过程化的课程考核与评价体系

摒弃仅凭实验报告打分的传统方式，建立形成性评价为主、终结性评价为辅的多元化考核体系[13][14]，全面评价学生的知识、技能、能力和态度(见表 2)。评价主体包括教师、学生本人(自评)、组内成员(互评)和组间成员(互评)。教师使用设计好的评分量表进行评价，确保客观性和一致性[15]。组内、组间互评也使用简化量表或问卷进行，重点在协作、沟通、贡献等方面。所有评价结果及时反馈给学生，特别是模块 5 的设计方案、中期讨论和报告初稿阶段，提供改进建议。

Table 2. Diversified Assessment and evaluation system for comprehensive experimental course of Medical Virology
表 2. 医学病毒学综合性实验课程多元化考核评价体系

评价维度	评价内容与方式	权重(%)	评价主体	主要考察能力/素养
1、实验设计	选题科学性、可行性、方案完整性、方案汇报与答辩表现	20	教师(70%) 组间互评(30%)	科研思维；文献调研；逻辑表达；创新意识
2、实验操作	操作规范性、实验记录的原始性、及时性、规范性；团队协作表现	30	教师(观察记录) (80%) 组内互评(20%)	核心实验技能；动手能力；团队协作精神
3、数据分析与汇报	方法正确性、统计合理性、图表质量、结果解读，PPT 汇报逻辑性、清晰度	30	教师(60%) 组间互评(20%) 组内贡献(20%)	数据处理分析；批判性思维；知识整合应用能力
4、研究报告撰写	报告结构与格式、内容质量，写作规范程度	20	教师(100%)	学术写作能力；信息综合能力；科研规范性

课程结束后，制作调查问卷深入了解参加实验教学的学生的学习感受以及教学意见和评价等，以更好地完善实验教学体系的建设[16]。主要设置的问题包括：① 你认为此项实验教学模式是否能提升学习兴趣，激发学习主动性？② 与传统教学模式相比，你认为医学病毒学综合性实验对实践能力培养的效果如何？③ 这种实验模式能否培养可用思维和创新能力？④ 你认为此小组合作模式是否锻炼了团队协作能力，增强沟通技巧？⑤ 你对此项教学改革的接受度如何？⑥ 请指出这项实验教学模式存在的问题并提出宝贵意见。

3.4. 综合性实验教学的实施效果与数据分析

本研究在医学本科生中进行了一轮教学改革，共覆盖临床医学五年制学生 60 人(2 个班次，每班 30 人)。基于收集的多元化过程性评价数据和问卷调查，对教学效果进行深入、多维度的综合分析。

3.4.1. 过程性评价数据分析

表 2 所示的多元化评价体系提供了学生能力发展的具体证据，我们对各个维度的得分进行了统计分析(见表 3)。

实验设计能力(平均分：85.6±5.2)：学生在选题意义、方案科学性和可行性方面表现良好，方案汇报环节逻辑性普遍较强。组间互评显示，学生能有效借鉴他组思路，创新意识得分(如方案新颖性)存在个体差异。

实验操作能力(平均分：88.3±4.1)：核心实验技能掌握扎实(如细胞培养、病毒滴度测定、qPCR)，操作规范性评价高。团队协作得分优异(平均 > 90 分)，组内互评反映分工明确、沟通顺畅。

数据分析与汇报能力(平均分：83.7±6.0)：数据处理方法应用基本正确，图表制作规范性高。结果解读深度和批判性思维(是主要提升空间。口头汇报清晰流畅，但部分小组在回答深度提问时表现不足。组内贡献评价有效区分了成员参与度。

研究报告撰写能力(平均分：82.5 ± 4.8)：报告结构符合学术规范，内容完整性好。在讨论深度(联系理论、对比文献、提出未来方向)和写作精炼度上可进一步提升。

综上所述，过程性评价数据显著地、量化地证实了学生在科研思维、实验技能、数据分析、学术表达及团队协作等目标核心能力上均得到有效提升，与课程设定的 OBE 学习成果高度契合。

3.4.2. 学生满意度问卷调查分析

问卷调查结果(见表 4)显示学生对新模式高度认可：大多数学生表示，这种以科研课题为导向的实验

教学模式极大地激发了他们的学习兴趣。相较于传统的验证性实验，学生更愿意主动参与到实验设计和操作中，表现出更高的参与感和积极性。设计实验、分析结果和撰写论文这种教学模式显著提升了学生的实践动手能力和团队协作能力，有助于培养他们的创新思维和科研意识。学生整体认可综合性实验的整合模式，认为符合应用型医学人才培养需求。

Table 3. Statistical analysis of scores across dimensions in the process evaluation of the comprehensive experimental course in medical virology (N = 60)

表 3. 医学病毒学综合性实验课程过程性评价各维度得分统计分析(N = 60)

评价维度	平均分	标准差	得分范围	主要优势	主要提升空间
1. 实验设计	85.6	±5.2	75~95	方案科学性、可行性；逻辑表达	创新性深度；文献调研广度
2. 实验操作	88.3	±4.1	78~96	核心技能规范性；团队协作	复杂技术熟练度；问题即时解决
3. 数据分析与汇报	83.7	±6.0	70~94	图表规范性；汇报清晰度	结果解读深度；批判性思维
4. 研究报告撰写	82.5	±4.8	72~92	结构格式规范；内容完整性	讨论深度；学术严谨性

Table 4. Statistics of students' feedback on comprehensive experimental teaching reform of Medical Virology N/(%)

表 4. 学生对医学病毒学综合性实验教学改革的反馈意见统计 N/(%)

反馈内容	非常满意	满意	一般
学习兴趣提升	56 (93.33)	4 (6.67)	0 (0.00)
实践能力培养	52 (86.67)	5 (8.33)	3 (5.00)
创新能力发展	57 (95.00)	2 (3.33)	1 (1.67)
团队协作效果	50 (83.33)	3 (5.00)	7 (11.67)
教学改革接受度	52 (86.67)	4 (6.67)	4 (6.67)

3.4.3. 开放性反馈意见分析

基于对学生书面反馈的归纳分析，除高度认可外，学生对该模式优化建议的核心观点可系统归纳为以下五个方面：

1) 课时分配优化：希望减少部分基础操作重复演示时间，增加实验方案讨论、数据深度分析和结果汇报环节的时间。2) 创新性实验指导：部分学生希望在自主设计环节获得更清晰的阶段性指引，平衡自主探索与方向把控。3) 资源保障：建议确保关键设备(如 qPCR 仪)的高效轮转，优化动物实验资源调配。4) 分层教学探索：针对学生前期基础差异，建议提供不同难度梯度的选题或附加任务。5) 评价反馈及时性：高度认可多元评价，建议在模块关键节点(如方案设计初稿、中期数据)增加更及时的教师反馈。

综合量化与质性数据分析，改革后的综合性实验课程显著且全面地提升了学生的学习兴趣、实践操作技能、科研素养(设计、分析、报告)、创新思维及团队协作能力，有效弥合了理论与临床实践的差距。学生对改革高度认同，提出的宝贵建议为持续优化提供了明确方向。

4. 讨论：成效、挑战与优化方向

本研究基于“病毒-宿主互作”这一现代病毒学研究核心轴线，对医学微生物学实验课程中的病毒学实验进行了系统性的改革与实践。结果表明，这种以科研模拟为核心、能力培养为导向的综合性实验教学模式，在提升医学本科生的实践技能、科研素养、创新思维和综合能力方面取得了显著成效，验证了改革理念的可行性和有效性。

4.1. 主要成效与价值

本次课程改革构建了以“科研模拟为核心、能力培养为导向”的综合性实验教学模式。该模式在理念与实践上创新性地融合了 PBL 的问题驱动内核[5]、TBL 的协作机制[6]及 CUREs 的科研实践框架[7]，并展现出以下鲜明特色与创新优化：1) 突破 PBL 局限：以“病毒-宿主互作”这一核心科学问题为贯穿主线，构建覆盖科研全流程的模拟训练体系。通过精心设计的模块化结构整合微生物学、免疫学、病理学等多学科实验技术，有效克服了传统 PBL 知识碎片化的弊端，实现了技术训练与知识习得的纵向深度递进与横向有机融合。2) 升级 TBL 应用：借鉴 TBL 强化团队协作与责任分工的理念，并通过组内和组间互评机制加以实现。评价体系侧重科研全过程中体现的能力产出(如实验设计、操作、分析、报告)，而非仅限于知识的掌握与应用题解决。3) 深化 CUREs 实践：本模式高度契合 CUREs 的核心要素，使学生完整经历文献调研、假设提出、实验设计、技术操作、数据分析、结果解读及学术交流等科研环节。其设计天然融合了微生物学、免疫学、病理学等多学科知识，更具整合性优势。

改革后的综合性实验课程有效突破了传统医学病毒学实验教学以验证性为主、综合性创新性不足、与临床及科研脱节的核心问题。模块化设计确保了知识系统性与技能的连贯性，显著提升了学生核心能力。课程通过模拟近乎完整的科研全流程，不仅训练了核心技术，更关键地孵化了学生的科学思维、科研规范及学术交流能力。以“病毒-宿主互作”为主轴，天然促进了医学微生物学、免疫学、细胞生物学、病理学等跨学科知识与技术的深度融合，培养了学生的整合能力。以解决真实问题为驱动并赋予学生选题设计自主权，极大激发了内在学习动机与投入度，使学生成功从“被动执行者”转变为“主动探索者”。

4.2. 面临的挑战与优化方向

尽管成效显著，但在实际教学过程中仍面临一些挑战，需持续优化以下内容(见表 5)。

Table 5. Challenges and optimization direction in the process of experiment

表 5. 实验过程中面临的挑战与优化方向

序号	面临挑战	优化方案
1	平衡基础差异与难度：模块 5 设计性实验对部分学生难度高。	实施分层选题，增加预备培训(文献检索、科研设计)。
2	缓解课时紧张：学生反映工作量大，深度讨论不足。	精细分配课时，利用线上平台延伸讨论，优化实验流程效率。
3	调和创新引导与自主：部分学生需更明确创新指引。	明晰创新内涵(新方法/角度/方案)，提供创新具体切入点，加强过程指导。
4	优化小组协作：存在分工不均和冲突。	完善组内贡献评价并挂钩成绩，强化组长职责。

4.3. 推广价值与局限性

本研究具有潜在的推广价值，其模式可迁移，如课程改革的核心理念(以核心科学问题整合知识技能、模拟科研全流程、注重能力培养与创新思维)和实施方案(模块化设计、三阶段教学、多元化评价)可推广至其他医学实验课程(如免疫学实验、病理学实验、药理学实验)甚至基础医学整合课程。其资源具有可复制性，核心实验技术(细胞培养、PCR、基础动物操作)在多数医学院校实验室已具备条件，不同模块可根据各校资源进行适当调整。

本研究主要基于一轮教学实践和问卷/考核数据，对学生长期能力发展(如毕业后科研表现和临床思维能力)的追踪评估尚需进行。课程对师资要求较高，需要教师不仅具备扎实的理论和实验技能，还需有较

强的科研背景和教学组织能力,能有效指导学生设计和分析。在更大范围推广时,需充分考虑不同院校的生源基础、师资力量、实验室条件和经费支持的差异,进行本土化调整。

5. 结束语

通过以“病毒-宿主互作”为核心轴线的医学病毒学综合性实验课程的改革实践,成功探索出一条提升医学本科生实践能力、科研素养和创新思维的有效路径。课程通过模块化整合理论知识、核心技术、临床案例和多学科背景,模拟真实科研流程,并辅以多元化的过程性评价,显著激发了学生的学习主动性,有效培养了其知识综合应用、独立分析解决问题、跨学科整合及团队协作等核心能力。教学效果评估数据充分验证了该模式的有效性,课程实施过程中反映出的挑战为持续改进指明了方向。未来工作的重点在于:精细化教学设计以兼顾不同基础学生、优化资源配置与时间管理、深化创新引导与过程指导。

医学教育正经历从知识传授向能力培养和素养提升的深刻转型。本项改革实践表明,深度整合科研思维、临床实践与基础理论的综合性实验课程,是培养新时代所需“厚基础、强能力、重创新”的高素质应用型医学人才的关键环节。我们相信,这种基于核心科学范式的实验教学模式,不仅为医学微生物学教学提供了新范式,其理念和方法亦可为医学教育其他领域的教学改革提供有益借鉴,最终服务于医学人才培养质量的全面提升和国家卫生健康事业的发展需求。

参考文献

- [1] 教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见(教高[2019] 6 号) [EB/OL]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2020/content_5469721.htm, 2019-09-29.
- [2] 戚传娇, 曾智东. “三位一体”综合教改体系的探索与实践——以“细菌学与病毒学检验”实验课程为例[J]. 中国医学教育技术, 2022, 36(6): 762-766, 771.
- [3] 朱俊萍, 湛志筠, 张楠, 等. 病原生物学与免疫学综合性实验的设计与思考[J]. 医学教育管理, 2022, 8(S1): 167-170.
- [4] 兰太进, 梁亮, 农清栋, 等. “以学生发展为中心”的“医学微生物学”线上线下混合式教学模式的建设与探索[J]. 科技风, 2024(12): 34-36.
- [5] 卫洁, 权美平. “PBL + TBL”混合教学模式在微生物教学中的应用[J]. 科技风, 2024(30): 127-129.
- [6] 朱丽英, 刘咏梅, 谢婷婷, 杨芳. CBL 结合 TBL 教学模式在临床检验基础实验教学中教学效果的研究[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)教育, 2024(12): 184-189.
- [7] 吴忼, 李凤鸣, 胡艺龄. 生成式人工智能赋能本科生科研能力培养——ChatGPT 支持的 CUREs 教学模式[J]. 现代远程教育研究, 2024, 36(3): 3-10, 28.
- [8] 章先, 林旭璦, 李立伟, 等. 以早临床为导向的病原生物学实验教学体系的改革与实践[J]. 基础医学教育, 2024, 26(10): 860-865.
- [9] 汪希兰, 张雪, 宋磊, 等. 基于能力素养发展的实验教学体系的构建与实践[J]. 继续医学教育, 2024, 38(1): 37-40.
- [10] 杨波, 杨帅, 杜菲, 等. 基于 OBE 理念的应用型人才培养的探索与实践——以“医学微生物学”教学改革为例[J]. 教育教学论坛, 2024(36): 118-121.
- [11] 姚晶晶. 基于体验式教学理念的临床医学消化科教学改革[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2025(7): 81-84.
- [12] 王微微, 宋姗姗, 杨艾华, 等. 医学微生物学科研课题式实验体系的探索研究[J]. 基础医学教育, 2024, 26(1): 25-29.
- [13] 宋姗姗, 杨艾华, 王微微, 等. 关联设计性实验在临床本科生医学微生物学实验教学中的探索与实践[J]. 卫生职业教育, 2021, 39(13): 103-104.
- [14] 刘延刚, 丁翠玲, 郑旭. 应用与创新为导向的微生物学实验教学设计——以乙型肝炎病毒减毒活疫苗制备为例[J]. 教育教学论坛, 2023(10): 113-116.
- [15] 李力卓, 胡悦. 强化症状学教育对医学生临床思维培养的探讨[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2025, 20(5): 673-675.
- [16] 余永莉, 王丽君, 刘波, 等. 基于新发展理念基础医学综合性设计性实验教学模式探索[J]. 基础医学教育, 2025, 27(1): 62-65.