

基于“三识一力”生物安全理念的医学微生物学课程重构研究

秦照玲, 常文军, 任浩, 陈哲昕, 赵平, 朱仁心*

海军军医大学海军医学系, 上海

收稿日期: 2026年2月25日; 录用日期: 2026年3月26日; 发布日期: 2026年4月3日

摘要

病原微生物安全问题是全球持续关注的焦点, 尤其是医源性生物安全风险, 已成为新发突发传染病等重大生物安全事件的重要源头。生物安全教育与医学微生物学课程教学密切相关, 本文系统总结了将生物安全理念融入医学微生物学理论教学与实验环节的实践路径与教学反思, 旨在强化医学生的生物安全风险意识, 提升其应对生物突发事件的处置能力, 从而为培养未来国家传染病防控体系的核心力量提供支撑。

关键词

医学微生物学, 生物安全, 课程重构, 教学实践

Research on the Curriculum Restructuring of Medical Microbiology Based on the “Three Awarenesses and One Capability” Biosafety Concept

Zhaoling Qin, Wenjun Chang, Hao Ren, Zhexin Chen, Ping Zhao, Renxin Zhu*

Faculty of Naval Medicine, Naval Medical University, Shanghai

Received: February 25, 2026; accepted: March 26, 2026; published: April 3, 2026

Abstract

The safety of pathogenic microorganisms is a persistent global concern, particularly with respect to
*通讯作者。

文章引用: 秦照玲, 常文军, 任浩, 陈哲昕, 赵平, 朱仁心. 基于“三识一力”生物安全理念的医学微生物学课程重构研究[J]. 教育进展, 2026, 16(4): 199-204. DOI: 10.12677/ae.2026.164640

iatrogenic biosafety risks, which have become a major source of significant biosafety incidents such as emerging and re-emerging infectious diseases. Biosafety education is closely linked to the teaching of Medical Microbiology. This article systematically summarizes the practical approaches and teaching reflections on integrating biosafety concepts into both theoretical instruction and laboratory sessions of Medical Microbiology. The aim is to strengthen medical students' awareness of biosafety risks and promote their ability to respond to biological emergencies, thereby providing support for training the core workforce of the national infectious disease prevention and control system in the future.

Keywords

Medical Microbiology, Biosafety, Curriculum Restructuring, Teaching Practice

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

自 2000 年以来, 传染病暴发引发多次重大公共卫生事件, 日益凸显加强全球生物安全治理的紧迫性; 我国《生物安全法》也将生物安全提升至国家安全战略高度[1][2]。生物安全问题, 尤其是医源性病原微生物安全, 始终是国际社会持续关注的焦点; 重大新发突发传染病疫情更在不断重塑各国对传染病防控、实验室安全管理及生物技术监管的认知框架[3]。

医学微生物学作为连接基础医学与临床实践的关键学科, 其教学内涵需超越传统的病原体“三性两法”(生物学特性、致病性、免疫性、微生物检查法与防治法)知识框架, 承担起培养医学生生物安全危机意识、风险辨识与应对能力的重要使命。然而, 当前教学模式在系统融入生物安全理念方面仍显不足, 学生面对实际风险时, 往往难以快速科学应对。因此, 强化医学微生物学教学中的生安教育, 系统培育生物安全意识, 提升应对生物突发事件的能力, 已成为培养新时代复合型医学人才的迫切要求[4]-[6]。本文结合近年教学实践, 总结生物安全理念融入课程的路径, 并探讨其在生物安全维度下的系统性重构与优化策略。

2. 医学微生物学教学中生物安全教育现状

目前, 我们医学微生物学课程仍以“三菌四体一病毒”(即细菌、真菌、放线菌、螺旋体、支原体、衣原体、立克次体和病毒)为主体框架, 围绕其“三性两法”组织教学, 分为理论与实验教学两部分, 其中理论教学中, 细菌和病毒均按总论与各论两个层次展开。尽管生物安全教育与医学微生物学课程内容密切相关, 且生物安全议题与各类病原体关联最为直接, 但在当前教学中多作为课程零散补充, 未能系统融入课程主线。加之该课程知识点较分散、不同病原体间逻辑关联不强、内容繁杂等特点, 导致生物安全教育碎片化, 与教学主体及考核环节衔接不足, 难以形成连贯的知识体系。

3. “新医科”背景下的时代需求

“新医科”强调现代医学教育应向涵盖预防、治疗、康养的全周期健康维护转变, 并注重医、工、理、文等多学科交叉融合, 以培养复合型医学人才[7]。对于军事医科院校的学生而言, 作为未来传染病防控与生物威胁应对的重要力量, 树立生物安全防范意识、掌握生物突发事件应对能力, 已成为其“大

安全观”不可或缺的组成部分[8]。在此背景下,医学微生物学教学也需重新定位:除传授专业知识外,更应立足国家生物安全战略,着力培养具备系统生物安全素养的医学人才,故课程教学应为此提供坚实支撑。

4. 基于“三识一力”融合策略的医学微生物学课程重构与实施路径

适应生物安全战略与“新医科”建设双重需求,近年来,本课程教学团队针对如何将生物安全理念深度融入、有机整合并有效贯穿于教学全过程展开了系列探索。着重厘清专业教育与生安教育、医学生的专业能力与国家生物安全间的内在联系,避免简单的内容堆叠,遵循认知规律的金字塔结构,着力培养以“危机意识、专业知识、风险辨识与防控能力”(简称“三识一力”)为核心的职业素养,推进课程体系的系统性重构。

为此,本研究从教学理念、内容体系、方法手段和评价机制四个维度入手,尝试构建以“理念引领-内容重构-方法协同-评价多元”为核心的课程教学框架。

4.1. “三识一力”生物安全理念的引领

基于生物安全与医学微生物学的内在联系,结合学生未来的岗位需求,我们提出以“三识一力”为核心的融合理念,推动生物安全从课程的“附加”或“点缀”模式转变为贯穿始终的内在属性与专业底色。

为此,构建“生物安全融入式”教学模式,其核心是树立“病原体即风险源”的底线思维。在教学目标上,按照布鲁姆教育认知层次,注重知识、能力与素质的“三位一体”融合:在知识层面,将生物安全规范转化为可教可学的知识点,与病原体特性有机整合,便于记忆与理解;在能力层面,将病原体传播特性与安全操作规范,分别内化为制定防控措施与提升实验技能的基本要求,形成“从传播到防控、从操作到应用”的内在逻辑;在素质层面,通过案例教学、情境模拟等方式,培养学生的风险意识、辨识思维与责任担当。这一全方位融合旨在使学生不仅能掌握专业知识,更能自发形成从风险防范、辨别区分到积极应对的系统性思维框架。

4.2. “基础-核心-拓展”三级进阶式内容体系的重构

根据生物安全知识体系,先将其分解为若干单元,如重大传染病疫情防控、生物威胁防范、新兴生物技术、病原微生物实验室生物安全等。随后,将这些单元精准嵌入并融入到医学微生物学课程的理论与实验教学各章节的相关知识点中。最后,对课程内容进行系统化重组,构建出“基础-核心-拓展”三级模块化、进阶式的内容体系。

4.2.1. 基础模块

本模块侧重于融入生物安全的通用知识与基本规范,如《生物安全法》的核心条款、病原微生物分类管理、实验室分级标准与使用规范、人类遗传资源与生物资源安全等。

融入设计方面,不是简单宣讲法条,而是结合医学微生物学课程内容,帮助学生理解法律条款背后的科学依据与现实意义。比如在讲解生物实验室分级时,可结合高致病性病毒研究所需的生物安全三级(BSL-3)实验室要求,分析不同防护等级对应的设施设备、操作规范与管理制度的差异;讲解“病毒学总论”时,可结合病毒传播与感染机制,融入高致病性病毒样本的管理、运输及医疗废弃物处理原则与规范;而在讲解“细菌和病毒遗传与变异”时,可融入人类遗传资源与生物资源安全相关内容,课程涉及的所有病原微生物、人体器官、组织、细胞等遗传材料,以及由此产生的数据信息均属于此类范畴。人类遗传资源与生物资源是影响全球生物安全格局的关键支点,也是构筑国家生物安全体系的重要基石[9]。

相关样本对于人类遗传信息研究、基因与疾病关联分析、未来新药研发、个性化精准医疗等方面，均具有重要价值。因此，教学中应着重强调国家对这些资源都享有主权；采集重要遗传家系和特定人群遗传资源等行为，应当符合伦理原则，不得危害公众健康、社会公共利益和国家安全。

4.2.2. 核心模块

本模块主要聚焦于各类病原微生物、相关传染病及其防控。每个章节均增设“生物安全考量”环节，结合病原体传播途径、感染剂量、抵抗力、消毒方法及应急处置等信息，系统融入生物安全防范意识、风险评估与防控技术等内容。

1) 防控重大新发突发传染病疫情

以呼吸道病毒为例，流感病毒与新型冠状病毒是全球关注的重点。在讲授这部分内容时，可以“1918大流感”与“2019新型冠状病毒病”为切入点，分析导致其全球大流行的两个关键因素：一是传播途径，呼吸道传播高效且无国界；二是病毒易变异，一旦出现新亚型，人群普遍缺乏免疫力，从而加速疫情扩散。进而，从流行现象深入其生物学本质，强调二者均为RNA病毒，其复制酶缺乏校正功能，导致子代病毒表面抗原(如流感病毒的HA与NA蛋白)易发生突变，抗原变异使得原有免疫保护作用有限。由此引出防控重点在于切断传播途径，需落实呼吸道隔离措施，如佩戴口罩、勤通风、洗手、保持社交距离，以降低感染风险；同时加强医院感染防控、职业暴露管理，并持续推进病原监测、致病机制研究、药物与疫苗研发，以应对未来可能的疫情暴发。

2) 防范生物恐怖威胁

部分病原微生物不仅能引发重大传染病疫情，也可能被用于生物恐怖袭击。因此，在讲授“炭疽芽胞杆菌、鼠疫耶尔森菌等动物源性细菌”时，可结合2001年“炭疽邮件”事件与战争期间传染病流行的案例，说明其在政治威慑与非战斗减员方面的作用。通过这些实例，既能帮助学生深入理解这类病原体的生物学特性与防控方法，也能增强其对生物恐怖威胁的防范意识，提升应急处置与防御能力。

3) 病原微生物实验室生物安全

微生物实验教学是开展生物安全实操训练的核心环节[10]-[12]。鉴于学生此前往往缺乏系统教育，实验课成为培养其生物安全意识的理想时机。实验室生物安全涉及防护级别、操作规范、专业能力等多方面，相关知识点通过问题导向的教学设计、动画及视频等辅助手段，帮助学生在实际操作前建立直观认知。

实验室硬件建设须严格遵循国家生物安全标准，配备必要的实验安全设备(如生物安全柜、高压灭菌器、紫外灯等)与防护用品(如消毒液、口罩、手套等)；授课教员也应具备相关专业背景、生物安全知识与经验[13]。实验开始前，应组织学生认真学习实验室安全管理规定，对实验可能涉及的生物安全风险进行评估并提交书面报告。实验结束后，所有生物危害废弃物均需按规范处理。

实验内容主要围绕临床常见病原体展开，涵盖基本操作(如消毒灭菌、染色镜检)以及重要病原体鉴定技术(如肠道致病菌的分离鉴定、流感病毒血凝试验等)。教员需在强调技能的同时，着重融入生物安全意识。例如在细菌平板划线实验中，重点教授接种环的正确使用、灼烧灭菌等无菌操作，强化无菌意识，使学生理解实验中“防人员感染、防环境污染”的双重安全要求。此外，还通过实验室意外泄露案例教学与应急演练，提升学生对生物突发事件的应急处置能力，为其未来参与传染病防控工作奠定基础。

4.2.3. 拓展模块

本模块主要聚焦合成生物学、基因编辑等前沿生物技术，探讨其与病原体改造、生物恐怖防范及全球生物安全治理关系等议题，旨在通过文献研讨、项目式学习等形式，培养学生跨学科知识整合与解决复杂问题的能力。

生物技术是医学发展的关键驱动力,但其应用也给生物安全、生物伦理带来诸多隐患或不确定性[14]。在病原体各论教学中,结合最新研究进展,引导学生认识生物技术的双重性。例如,在讲解登革病毒、寨卡病毒等蚊媒传染病时,引入利用基因工程改造蚊的防控案例。

2021年,美国佛罗里达州群岛释放了约2000万只利用基因工程改造的埃及伊蚊[15]。该技术通过在雄蚊中导入受四环素调控的致死基因,旨在使其与野外雌蚊交配后产生无法存活的后代,从而降低蚊群密度。类似试验曾在巴西开展,宣称使当地野生蚊数量下降超过90%。然而,后续独立研究对此提出了质疑。采样监测发现,部分野外蚊子携带了目标基因片段,表明杂交后代并未全部死亡,实际防控效果存在不确定性,且可能对当地自然生态系统造成潜在影响。

生物灭蚊这一应用案例生动说明,生物技术虽为疾病防控提供了新工具,但其应用尚需建立在严格的科学评估与机制监管之上。教学中引入此类内容,既能拓宽学生视野,使其了解技术前沿,更能引导其从生物安全、生态伦理及全球治理的多元视角,审视技术发展的风险与责任,深刻理解“创新”与“安全”并重的必要性。

4.3. 混合式教学方法的协同应用

以各类病原微生物为核心的“医学微生物学”课程教学主干结构清晰、脉络分明,生物安全理念的融入应追求“盐溶于水”般自然。为此,需协同运用多种教学方法。

在讲授绪论及总论部分时,可采用翻转课堂模式,引导学生课前自学生物安全相关法规与生物军控,课中围绕“病原体突变研究的利与弊”展开分组讨论,强化生安防范意识。在讲解具体病原体时,可借助AI技术,结合相关案例史料,使学生深入理解其特性与危害,让学生知其因、明其果,并通过实验操作将知识内化于心、外化于行。以炭疽芽胞杆菌为例,可结合炭疽芽胞意外泄漏事件,开展情境想定教学:从感染症状与应急处置入手,逐步延伸至传播途径、病原特征与疾病类型,引导学生制定防控方案,并联系其生物恐怖威胁潜力,增强风险识别与实际应对能力。教学中,还依托慕课、“国家高等教育智慧教育平台”等资源,开展“线上预习-线下深化”混合式教学。总之,应持续优化教学方法,实现生物安全与专业知识的有机融合。

4.4. 多元化评价机制的建立

根据新版人才培养方案,课程建立了过程性评价与终结性评价相结合的评价体系,将过程性评价占比提高至40%,引导学生注重学习过程与全面发展。

过程性评价采用多元考核,包括:实验操作评分、生物安全风险评估报告、课堂案例分析、课后思考题、在线课程学习情况等。其中,实操考核专设“无菌操作与生物安全规范性”评价点,并借助高清摄像与传感系统等信息化手段,通过电子评分系统自动分析操作行为(如消毒灭菌、病原微生物分离培养、锐器处理等技术;是否规范穿戴防护用品、操作中是否发生洒溅等),生成个人报告以帮助改进。

终结性评价(占比60%)为闭卷理论考试,为检验融入效果,加大了对生物安全法规、风险评估及应急处置等内容的考查力度,突出案例分析与综合论述题型,检验学生解决实际生物安全问题的能力。

评价结果不仅用于成绩评定,教员还会依据整个学习周期的行为数据建立学生档案,分析教学薄弱环节,形成“评估-反馈-改进”的持续质量提升闭环。

5. 课程建设反思

本课程改革通过“三识一力”融合策略,从理念、内容、方法与评价四个维度重构教学体系,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。但在实施中仍面临诸多挑战,如跨学科资源整合难、实验室升级成本高、教员工作负荷显著增加等。课程教学改革是一项持续性工程,需要不断优化与调整,后续

可通过开发低成本、易推广的生物安全教学工具包、构建校际共享的教学资源平台、建立自检与互检安全风险复盘制度、优化教学团队分工协作与激励机制等策略,着力破解资源瓶颈,使“三识一力”培养模式植根于各类医学院校,为应对新发突发传染病疫情培养更多具有生物安全素养的医学人才。

6. 未来展望

随着合成生物学、微生物组学、基因驱动等前沿技术的发展,生物安全外延不断扩展。医学微生物学课程需持续纳入新兴生物技术风险、基因数据安全等议题,借助人工智能、大数据、区块链等新技术,整合优质资源,推动多学科交叉融合,从而培养兼具生物安全意识与社会责任的高素质复合型医学人才,服务健康中国与国家安战略。

基金项目

2024 年海军军医大学教学研究与改革项目(项目编号: JYG2024B25)。

参考文献

- [1] 王小理. 国家生物安全能力内涵解析与体系构建[J]. 国家安全论坛, 2025, 4(2): 68-82.
- [2] 中华人民共和国生物安全法[EB/OL]. http://www.npc.gov.cn/npc/c2/c30834/202010/t20201017_308282.html, 2020-10-17.
- [3] 保建云. 生物安全、国家安全与人类安全共同体构建[J]. 人民论坛, 2022(15): 12-16.
- [4] 孙浪, 王莉莉, 邬国军, 等. “医学微生物学”课程教学中的生物安全教育策略探讨[J]. 医学教育研究与实践, 2025, 33(6): 888-892.
- [5] 马丽. 生物安全背景下医学院校免疫与病原微生物教学实验室安全管理探索[J]. 实验室检测, 2025, 3(21): 176-178.
- [6] 商庆龙, 康鹏, 李家宁, 等. 基础医学阶段医学生物安全教育的反思[J]. 基础医学教育, 2020, 22(11): 824-826.
- [7] 唐琳, 归航, 王辰. 健康中国背景下新医科建设工作的再思考[J]. 国家教育行政学院学报, 2024(1): 51-57.
- [8] 李峰, 杨建虎. 总体国家安全观融入高校“大思政课”探究[J]. 中国高等教育, 2025(7): 33-36.
- [9] 朱敏, 谭华璐, 赵添羽, 等. 统筹安全与发展: 中国人类遗传资源的有效保护与合理利用[J]. 遗传, 2025, 47(6): 611-615.
- [10] 钮晓音, 何平, 郭晓奎, 等. 新医科视角下医学微生物学课程的创新与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(11): 4798-4814.
- [11] 章先, 王继璇, 于晓虹, 等. 依托病原生物学实验培养医学生物安全意识路径探析[J]. 基础医学教育, 2023, 25(3): 214-218.
- [12] 王学芳. 医学院校实验室生物安全问题与对策研究[J]. 中国卫生产业, 2022, 19(13): 100-103.
- [13] 柏银兰, 张芳琳, 路延之, 等. 提升医学微生物学研究人员生物安全意识的管理与探讨[J]. 医学动物防制, 2023, 39(10): 1011-1017.
- [14] 杨娜. 关键生物技术领域的大国竞争[J]. 现代国际关系, 2024(12): 96-115+146.
- [15] 骆驼. 转基因蚊子飞出实验室[J]. 环球财经, 2021(6): 12.