

新医科视角下医学微生物学课程的创新与实践

钮晓音, 何平, 郭晓奎, 刘畅*

上海交通大学医学院, 上海 200025

钮晓音, 何平, 郭晓奎, 刘畅. 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.

NIU Xiaoyin, HE Ping, GUO Xiaokui, LIU Chang. Curriculum innovation and practice of Medical Microbiology from the perspective of New Medicine[J]. Microbiology China, 2024, 51(11): 4798-4814.

摘要:“医学微生物学”是临床医学、口腔医学和预防医学等专业开设的核心必修课。在强调学科交叉、系统集成、先进技术支撑的新医科建设背景下,针对课程教学中存在的“易混淆难运用、轻整体弱思辨、疏防病少责任”三大问题,设计基于显隐双主体的课程目标,重构旨在培养系统性思维与批判性思维的教学内容,建立“讲授与讨论相结合,专业与故事相结合,基础与前沿相结合,线上与线下相结合”的教学模式,构筑发展性多元评价体系。课程创新成果表明,学生学习成绩、知识运用能力、系统性思维、批判性思维、专业责任感及创新内驱力均显著改善,为从新医科视角下进行基础课程教学改革提供新思路。

关键词: 医学微生物学; 新医科; 教学模式; 教学评价

Curriculum innovation and practice of Medical Microbiology from the perspective of New Medicine

NIU Xiaoyin, HE Ping, GUO Xiaokui, LIU Chang*

Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China

Abstract: Medical Microbiology is a core compulsory course for medical students. Under the background of developing New Medicine, which emphasizes disciplinary crossing, system integration, and advanced technology, we have taken measures to reform and innovate the

资助项目: 中华医学会医学教育分会医学教育研究项目(2023B344, 24KC0416); 2023年上海高校本科重点教改项目(沪教委高[2023]47号); 2024年度上海市教育科学研究项目(C24223); 上海交通大学医学院2023年本科教改重点项目(沪交医教[2023]13号)

This work was supported by the Medical Education Research Project of Medical Education Branch of Chinese Medical Association (2023B344, 24KC0416), the 2023 Shanghai Key Undergraduate Education Reform Project ([2023]47), the 2024 Shanghai Educational Science Research Project (C24223), and the 2023 Key Undergraduate Education Reform Project of Shanghai Jiao Tong University School of Medicine ([2023]13).

*Corresponding author. E-mail: tiantianlc@sjtu.edu.cn

Received: 2024-03-12; Accepted: 2024-04-21; Published online: 2024-05-13

teaching of Medical Microbiology in view of the weakness in application ability, overall view and critical thinking, and prevention and responsibility senses. Specifically, we designed the curriculum objectives based on explicit and implicit subjects, reorganized the teaching contents aimed at cultivating systematic thinking and critical thinking, and built a teaching model characterized by four combinations (lecturing and discussion, professional knowledge and practical cases, basic knowledge and frontiers, and online blended with offline) and a developmental multiple evaluation system. The innovation results show that students' academic performance, knowledge application ability, systematic thinking, critical thinking, professional responsibility sense, and innovation drive have been significantly improved. This study provides a new direction for the teaching reform of basic curriculums from the view of New Medicine.

Keywords: Medical Microbiology; New Medicine; teaching model; teaching evaluation

“医学微生物学”是临床医学、口腔医学和预防医学等专业的核心基础必修课程，内容包括病原微生物的生物学特性、致病性和免疫性、微生物学检查法及防治原则，以控制和消灭感染性疾病和相关免疫损伤，达到保障和提高人类健康水平的目的。该课程是连接基础与临床、医疗与预防的重要桥梁^[1-2]，共计 40 学时，2 学分，开设于本科二年级第二学期。

作为一门传统主干课程，课程创新需要精准对接我国高等医学教育的发展方向。2018 年，教育部提出“四新”建设。2020 年，相关文件中提出“以新医科统领医学教育创新”。新医科是适应新时代科技革命、生命科学、医学和教育模式的发展，是基于人体认识、建模、优化理念的医学教育体系的重塑，也是服务于健康中国、创新型国家发展战略及教育强国战略等一系列国家战略的重要举措^[3-4]。因此，“新医科”指导下的课程教学创新势在必行。

本文从“新医科”视角出发，以上海交通大学医学院医学微生物学课程在临床医学专业中的改革创新为例，从教学理念、教学目标、教学内容、教学模式和教学评价等多个方面进行介绍，以为医学基础课程的教学创新提供有效的路径和范式。

1 医学微生物学课程教与学中的痛点问题及其解决思路分析

1.1 基于学情和课情分析的痛点问题

课程教学团队对学生的学习习惯和学习过程开展调研，结合课程教学内容特点，分析和总结出课程教学中目前存在的 3 个痛点问题。

1.1.1 易混淆难运用

低年级医学生习惯以记忆性学习为主，形成性学习和转化性学习能力较弱。医学微生物学教学内容涵盖 37 章超过 140 种不同类型的微生物。单独学习每一种微生物时，学生都能够很好地掌握专业知识点。然而，在整门课大量知识点的冲击下，学生缺乏思考和知识再加工的过程，会出现知识点易混淆的问题。同时，学生还须将记忆性学习的成果融入未来临床相关疾病的诊治中。此外，在新现病原体不断出现的背景下，学生更须通过课程学习建立微生物学思维，发现、认识和应对未知病原。

1.1.2 轻整体弱思辨

学生具有良好的线性模块化思维，但更多会侧重关注微生物本身，运用系统思维和批判性思维理解运用微生物学科内容及微生物与宿主间关系的能力较弱。

系统性思维的欠缺主要表现在两个方面：一是课程生物学分类为主线的知识体系，不利于学生运用临床器官系统思维来分析与归纳微生物，弱化了微生物和宿主之间的联系；二是学生仅侧重关注微生物在引起人类疾病中的作用，而忽略了动物、环境等综合因素在微生物引起传染病发生过程中的作用和意义，欠缺整体观，即全健康(One Health)的理念。此外，学生对于微生物与宿主关系的认知仅停留在微生物是引起疾病的原因，鲜有认识到微生物与宿主间的关系已经超越病原范畴，而发展到以群体形式(微生物组)维持宿主健康，甚至同一种微生物可能同时处于具有致病和促进健康双重作用的前沿阶段，欠缺批判性思维。

1.1.3 疏防病少责任

学生偏向于关注微生物引起感染性疾病的致病机制，而往往疏于意识到新医科背景下疾病的关注点已从“治疗”为主向“预防”为主发生转变，预防感染性疾病的发生与传播是临床工作中需具备的重要专业责任和素养，而这一责任和素养的建立需要学生将微生物的知识和技能内化于心、规范临床诊疗行为，做到“化知为行”，这些是学生在选修课程中较少接触也较为欠缺的。

1.2 新医科视角下教与学痛点问题的解决思路

在“新医科”建设背景下，医学教育以学生为中心，注重成果导向教育(outcome-based education, OBE)，课程建设中，重构学科交叉为特征的知识体系，关注生命全周期、健康全过程，并融合互联网、大数据、人工智能等信息技术，建设丰富的资源作为支撑^[4]。“医学微生物学”课程目标与新医科的建设要求环环相扣，旨在培养学生的微生物学核心素养，即在

掌握微生物学核心知识与技能的基础上，具备系统性思维和批判性思维、建立全健康理念以及传染病防控的使命与责任^[5-7]。

因此，课程解决思路创新聚焦于以下 3 个方面：

① 针对“易混淆难运用”问题，基于成果导向构建课程教学目标，精准对接医学人才培养目标；运用多元化教学方法创新教学模式，并构筑发展性多元评价体系，提高学生学习效率。融入现代化信息技术的应用，激活内驱，以“科学家医师”必需的科学思维为培养重点。

② 针对“轻整体弱思辨”问题，增加器官系统主线的临床病例，建设基于“人-动物-环境”综合防控的拓展素材，引入多角度理解微生物的前沿理念，培养学生系统思维与批判性思维。重构更优知识体系，融入系统平衡、生态文明、人类健康命运共同体的理念。

③ 针对“疏防病少责任”问题，将知识探究和能力建设作为显性主体，价值引领和人格养成作为隐性主体，强调显隐双主体并行，挖掘提炼育人元素作为支撑，从“课前-课中-课后”全程融入专业责任和学科素养。融入以“患者和人群”为中心的专业素养。

2 教学目标的设计

基于 OBE 教育理念，课程以“显隐双主体并行”作为设计总则，从专业知识、专业技能和综合素养 3 个层面设计课程目标^[4]。强调记忆性学习是基础，形成性学习为重点，兼顾转化性学习，用以解决真实世界问题。课程设计教学目标见表 1。目标中加强了知识应用、微生物学思维、职业素养、使命和责任以及全球健康和全健康的要求。

表 1 医学微生物学课程教学目标

Table 1 Learning objectives of Medical Microbiology

目标类型 Types of objective	目标内容 Learning objective
专业知识 Professional knowledge	1.1 描述重要微生物的形态和结构、培养、遗传和变异、抗原构造和分类、抵抗力 1.2 总结重要微生物的致病物质、所致疾病和防治原则 1.3 列举重要病原的实验室诊断方法 1.4 解释医学微生物学的重要专业术语、常见名词和概念 1.5 列举不同系统常见病原感染 1.6 复述医学微生物学发展历史中的重大事件 1.7 归纳新发、再现传染病病原与传统病原在生物学特性、致病性和防治原则上的异同点 1.1 Describe the morphology and structure, culture, resistance, heredity and variation, antigenic structure and classification of important microorganisms 1.2 Summarize the virulence factors of important microorganisms, the diseases they cause and the principles of prevention and treatment 1.3 List the laboratory diagnostic methods for important pathogens 1.4 Explain important terminology, common terms and concepts in medical microbiology 1.5 List common pathogens in different systems 1.6 Retell the major events in the history of medical microbiology 1.7 Summarize the similarities and differences in biological features, pathogenesis and principles of prevention and treatment of emerging and re-emerging infectious disease pathogens and known pathogens.
专业技能 Professional skills	2.1 归纳医学微生物学的基本研究策略和技术 2.2 应用无菌操作技术、微生物的分离、培养方法和常用的消毒灭菌方法 2.3 设计不明微生物感染的诊断策略 2.4 鉴别同一系统感染病原的不同特征 2.5 根据已知病原特征建立对未知病原的研究策略 2.1 Provide a concise overview of the fundamental research strategies and techniques employed in medical microbiology 2.2 Apply aseptic techniques, isolation and culture methods, common disinfection and sterilization methods 2.3 Develop diagnostic strategies for the identification of unknown microbial infections 2.4 Identify the characteristics of pathogens within the same system 2.5 Design the research strategy for unknown pathogens according to the characteristics of known pathogens
综合素养 Comprehensive attitudes	3.1 铭记医学微生物学发展过程中的伟大科学家 3.2 讲述中国科学家在医学微生物学发展中的贡献 3.3 应用整体观, 批判性思维理解微生物与人类之间的关系 3.4 建立健全健康理念下的微生物感染综合防治思路 3.5 运用全球健康的视野理解国家的发展和感染性疾病控制之间的关系 3.6 总结医务工作者的责任心和专业性在感染性疾病控制中的重要作用 3.7 认识医学微生物学在临床中常见的伦理问题 3.1 Recall the significant contributions of eminent scientists to the advancement of medical microbiology 3.2 Tell the contributions of Chinese scientists to the development of medical microbiology 3.3 Employ a holistic approach and critical thinking to facilitate an understanding of the relationship between microorganisms 3.4 Establish a comprehensive prevention and control strategy for microbial infections from the One Health perspective 3.5 Understand the relationship between the development of a country and the control of infectious diseases 3.6 Provide a summary of the crucial role that medical professionals play in the control of infectious diseases 3.7 Identify and understand the common ethical issues that arise in the context of medical microbiology in clinical practice

3 教学内容的重构与拓展

课程以“系统思维, 前沿拓展, 激活内驱”为基本方向, 对接新医科要求中的整体系统观, 从基于个体的“微生物-器官-系统”和基于生态的“人-动物-环境”宏观系统分别进行了知识的更新和重构, 补充以科学思维和职业素养为主要目标的课程思政案例库, 进行了教学内容的创新改革^[6]。

3.1 新增以器官系统为基础的知识体系, 串联知识点、培养临床系统思维

课程对原有知识点进行筛选、重组, 新增以器官系统为主线的知识体系, 从生物学(横向)-器官系统(纵向)两个维度帮助学生理解记忆, 同时促进培养临床系统性思维, 并关注各系统间的协调统一。在夯实课程理论上, 团队与临床教师合作, 设计以器官系统为主线的临床病例 33 个, 采取“基于案例的学习

(case-based learning, CBL)”方法, 设计相关问题, 引导学生讨论解决(表 2), 同时也促进基础与临床的融合。

3.2 引入全健康理念, 培养传染病防控中的宏观系统思维

课程建立全健康案例库, 引导学生关注并思考传染病防治中蕴含的系统性思维, 构建“人-动物-环境”健康整体观(图 1)。尤其在案例中加入近年来新发、再现传染病与动物病原、环境、气候变化之间的关系, 并借助案例剖析新发、再现传染病病原出现的背景和特征, 引导学生认识动物宿主在未知病原出现中的作用, 促进医防融合。

3.3 拓展学科前沿, 提高认识微生物与宿主间关系的思辨能力

结合“微生物群、微生物组、菌群协同病原”的前沿内容, 引导学生从多角度认识微生物与人类健康的关系, 也拓展微生物分类的演变和

表 2 基于案例的学习病例对应的病原

Table 2 Pathogens corresponding to case-based learning cases

系统/途径 System/Transmission route	对应病原 Pathogen
呼吸系统 Respiratory system	肺炎链球菌、流感嗜血杆菌、肺炎支原体、结核分枝杆菌、流感病毒、冠状病毒 <i>Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Mycoplasma pneumoniae, Mycobacterium tuberculosis, influenza virus, coronavirus</i>
消化系统 Digestive system	大肠埃希菌、志贺菌、沙门菌、幽门螺杆菌、艰难拟梭菌、轮状病毒、乙肝病毒 <i>Escherichia coli, Shigella, Salmonella, Helicobacter pylori, Clostridioides difficile, rotavirus, hepatitis B virus</i>
神经系统 Nervous system	脑膜炎奈瑟菌、破伤风梭菌、肉毒梭菌、脊髓灰质炎病毒、狂犬病病毒 <i>Neisseria meningitidis, Clostridium tetani, Clostridium botulinum, poliovirus, rabies virus</i>
泌尿生殖系统 Urogenital system	淋病奈瑟菌、梅毒螺旋体、沙眼衣原体、解脲脲原体、白色念珠菌 <i>Neisseria gonorrhoeae, Treponema pallidum, Chlamydia trachomatis, Ureaplasma urealyticum, Candida albicans</i>
血液系统 Hematologic system	EB 病毒、人类免疫缺陷病毒、人类嗜 T 细胞病毒 <i>EB virus, human immunodeficiency virus, human T-lymphotropic virus</i>
皮肤黏膜系统 Mucocutaneous system	金黄色葡萄球菌、人乳头瘤病毒、水痘带状疱疹病毒 <i>Staphylococcus aureus, human papillomavirus, varicella-zoster virus</i>
虫媒传播 Arthropod-borne	乙脑病毒、登革病毒、汉坦病毒、伯氏疏螺旋体 <i>Epidemic type B encephalitis virus, dengue virus, Hantavirus, Borrelia burgdorferi</i>



图1 全健康(One Health)理念在课程案例中的融入

Figure 1 Integration of the One Health concept in the study cases.

对微生物体结构的新认识等。同时,对存在学术争议的内容进行延伸解读和讨论,从学科发展角度培养学生思辨能力,建立正确认识微生物与宿主间关系的理解力。

3.4 显隐双主体深度融合,以故事为依托,深化课程思政

课程以“心怀家国天下,拓展科学思维,激励科学精神,提升专业素养”作为课程思政建设方向^[8-9]。心怀家国天下,是聚焦于培养学生胸怀天下,感染性疾病防控的使命感和责任感;拓展科学思维,是让学生能够用系统性思维与批判性思维理解微生物;激励科学精神则是培养学生勇于创新、追求真理的科学家精神和大医精神;提升专业素养,是让学生理解依法应对重大突发公共卫生事件能力的重要途径,关注科学诚信与科学伦理。课程从以上4个方面深入挖掘提炼育人元素,编写了涵盖26个学科发展中的标志性事件的拓展阅读素材集,制作拓展阅读微课,结合专业内容设置开放性思考题,问题聚焦“矛盾碰撞”“价值伦理”“系统整体”。在横向维度与其他基础课程共同拓展学生科学

思维,在纵向维度与“传染病学”“流行病学”等临床课程协同提升职业素养,每个素材均有精准对应的课程目标,并有机融入课程思政元素(表3)。

4 教学模式创新

课程设计实施了基于显性隐性双主体的“讲授与讨论相结合,专业与故事相结合,基础与前沿相结合,线上与线下相结合”的“四结合”教学模式^[10-12](图2),结合现代化信息技术的应用,有效提升学生的学习效率和学习成果。

4.1 讲授与讨论相结合: 思辨驱动学生碰撞沟通,提升学生系统思维和专业运用能力

以全体学生为中心设计教学活动,以问题为驱动,为学生思考和展示提供平台。对于基本理论,课前通过在线课程平台预设先导问题,激发学生学习兴趣,并进行慕课自主学习;课中通过基于团队的学习(team-based learning, TBL)、翻转课堂等方式针对拓展问题进行互动讨论,增加学生参与度;课后基于学科前沿进

表3 医学微生物学课程拓展阅读素材集

Table 3 Reading materials of Medical Microbiology

专业内容切入点 Learning content	素材内容 Contents of material	对应课程目标(表 1) Corresponding learning objectives (Table 1)
医学微生物学发展史 The history of medical microbiology	历史上重大传染病回顾 A review of major infectious diseases throughout history	1.6, 3.1, 3.2
人体微生物群 Human microbiota	余澹教授: 试谈人体正常菌群问题的辩证法 ^[13] Prof YU He: Dialectic on the problem of human normal flora	1.4, 3.2, 3.3
医院感染 Nosocomial infection	院感病例回顾分析 Retrospective analysis of nosocomial infection cases	1.2, 2.2, 3.6
抗血清的应用 Application of antiserum	圣诞节大拯救 The great Christmas rescue	1.2, 1.5, 1.6
生物安全 Biosafety	全球生物恐怖事件回顾 A review of global bioterrorism events	1.2, 3.4, 3.5, 3.7
抗生素的应用 Application of antibiotics	青霉素的发现史 History of the discovery of penicillin	1.2, 2.1, 3.1, 3.3
金黄色葡萄球菌 <i>Staphylococcus aureus</i>	金黄色葡萄球菌的发现史 History of discovery of <i>Staphylococcus aureus</i>	1.2, 1.5, 1.6, 3.6
大肠埃希菌 <i>Escherichia coli</i>	揭秘肠道“两面派”(辩证看待大肠埃希菌) Uncovering the double-faced gut microorganism (a dialectical view of <i>Escherichia coli</i>)	1.2, 1.5, 1.6, 2.3, 3.1, 3.6
伤寒沙门菌 <i>Salmonella Typhi</i>	伤寒玛丽(对细菌带菌者的认识) Typhoid Mary (discovery of carriers)	1.2, 1.4, 1.5, 2.4, 3.3
幽门螺杆菌 <i>Helicobacter pylori</i>	埋藏在肠胃中的诺贝尔奖(发现史) The Nobel Prize behind the stomach disorders (discovery history)	1.1, 1.2, 1.5, 1.6, 2.1, 2.3, 3.1
	幽门螺杆菌与人体健康的关系 Relationship between <i>Helicobacter pylori</i> and human health	2.5, 3.3, 3.7
艰难拟梭菌 <i>Clostridioides difficile</i>	粪菌移植 Fecal microbiota transplantation	1.2, 1.4, 1.5, 2.1, 2.5, 3.3, 3.7
结核分枝杆菌 <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	科赫发现结核分枝杆菌 Koch discovered <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	1.2, 1.5, 1.6, 2.2, 3.1
铜绿假单胞菌 <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	春满人间: 噬菌体治疗邱财康感染 Spring fills the land: phage therapy for QIU Caikang infection	1.2, 1.5, 2.1, 2.4, 3.1, 3.2, 3.3, 3.6, 3.7
鼠疫耶氏菌 <i>Yersinia pestis</i>	鼠疫的流行史、伍连德防控东北鼠疫 Epidemiological history of plague, WU Liande's prevention and control of plague in the North-east China	1.2, 1.6, 2.1, 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6
立克次体 Rickettsiae	魏曦对立克次体的研究故事 The story of WEI Xi's research on rickettsiae	1.2, 1.4, 1.5, 2.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6
沙眼衣原体 <i>Chlamydia trachomatis</i>	光明的使者: 汤飞凡发现沙眼衣原体 The envoy of light: TANG Feifan discovered <i>Chlamydia trachomatis</i>	1.1, 1.2, 1.3, 1.5, 2.1, 2.3, 3.2, 3.6, 3.7
病毒的感染 Infection of viruses	新发和再现传染病的流行 Epidemics of emerging and re-emerging infectious diseases	1.2, 1.4, 1.5, 2.4, 3.3, 3.4, 3.5

(待续)

(续表 3)

专业内容切入点 Learning content	素材内容 Contents of material	对应课程目标(表 1) Corresponding learning objectives (Table 1)
流感病毒 Influenza virus	百变恶魔: 流感的流行史 A hundred demons: the history of the flu epidemic	1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.4, 3.4, 3.5, 3.6
冠状病毒 Coronavirus	SARS、MERS 和 COVID-19 的防控 The prevention and control of SARS, MERS and COVID-19	1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.4, 2.5, 3.4, 3.5, 3.6
脊髓灰质炎病毒 Poliovirus	脊灰疫苗的发明历史、糖丸爷爷顾方舟 The history of the invention of polio vaccine, sugar pill grandfather GU Fangzhou	1.2, 1.4, 3.2, 3.5, 3.6
乙肝病毒 Hepatitis B virus	我国乙肝防控的重大成就 A major achievement of hepatitis B prevention and control in China	1.2, 1.4, 1.5, 1.6, 2.4, 3.2, 3.5, 3.6
人类免疫缺陷病毒 Human immunodeficiency virus	HIV 的防控成果 HIV prevention and control achievements	1.2, 1.4, 1.6, 2.1, 2.3, 3.1, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7
埃博拉病毒 Ebola virus	流芳布天涯: 中国援非医疗队 The Chinese medical team for Africa	1.2, 1.6, 3.4, 3.5, 3.6
人乳头瘤病毒 Human papillomavirus	英才济苍生: 周健发明 HPV 疫苗 The great talent helps the people: ZHOU Jian invented HPV vaccine	1.2, 1.4, 3.3
真菌的生物学性状 Biological features of fungi	郭可大环: 真菌的小培养 GUO Keda loop: small culture of fungi	1.1, 1.3, 1.4, 2.3, 3.2

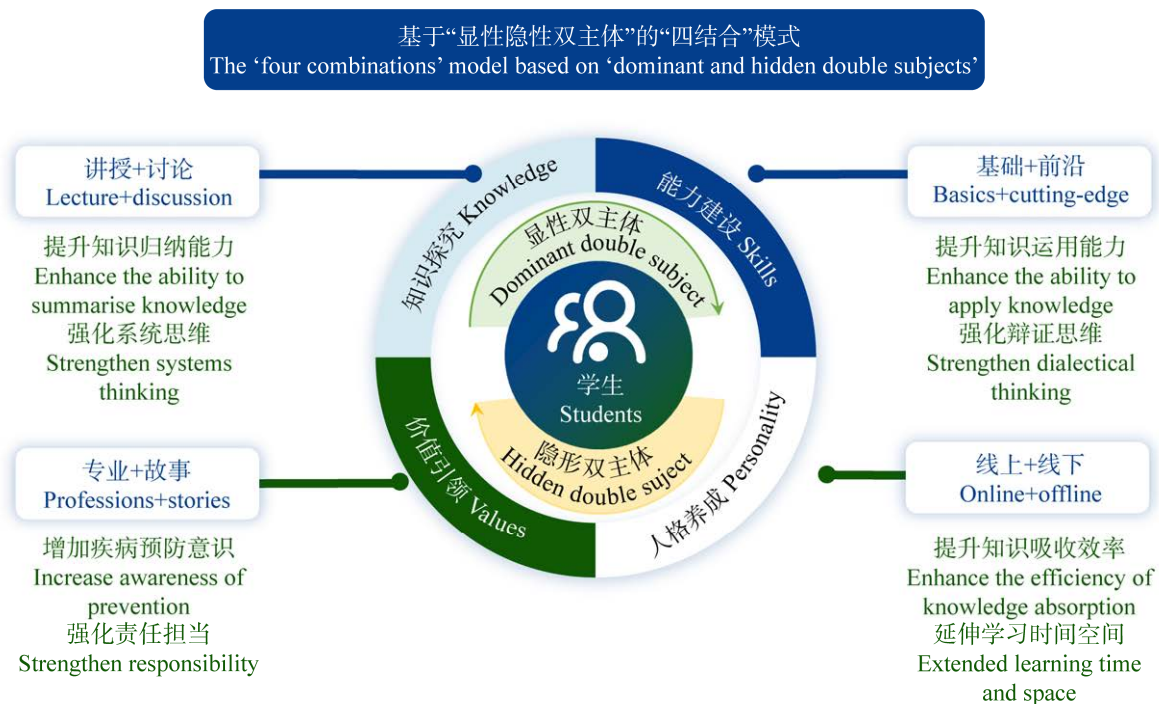


图 2 “四结合”教学模式

Figure 2 “Four combinations” teaching model.

行开放性问题设置,引发学生讨论、辩论和思考。而问题的核心,则主要聚焦于矛盾碰撞、系统整体和价值选择 3 个方面。整门课的运行中,理论课的主题讨论共 5 次。不同级次的同学随机进行主题更换。

CBL 学习中,对接每部分内容的教学目标,创设问题情境,引导学生通过讨论解决临床问题。全健康案例库中,对传染病中典型的全健康案例进行回顾学习,同时模拟未知病原传染病暴发案例,引导学生讨论设计解决方案。

4.2 专业与思政相结合:故事驱动学生情感共鸣,强化学生疾病预防意识和责任担当

依托拓展阅读素材集并制作微课开展课程思政教育,通过课前学生自主阅读观看、课中师生共同分享、课后思考及体会,加深理解素材中蕴含的专业知识融合点,辅以后开放性、有深度、有思辨的思考题,并提供延伸阅读素材,引导学生拓展学习,着重体会科学思维的

培养、科学伦理的认知、专业需具备的综合素养,与教学目标相对应。

4.3 基础与前沿相结合:兴趣驱动学生动手实践,激发学生创新动力

教师将学科前沿融入教学内容,通过讲授、讨论、课后开放性作业等教学形式激发学生科研兴趣,鼓励学生进行科研创新。对有思考、有探索意愿的学生进行带教指导,通过文献导读瞄准本课程中蕴含的科学问题,设计研究策略,积极动手实践。激励优秀项目参加创新竞赛,辅导学生基于原创科研成果撰写发表科研论文。

4.4 线上与线下相结合:混合驱动学生多元学习,提升学习效率

教师从“课前-课中-课后”3 个方面,建设并利用优质线上资源,设计“线上预习-线下参与-线上探索-线下实践”4 个教学环节,贯穿教学全过程,将传统教学的时间和空间都进行了延伸,提升了教学效率,也引导学生进入深度学习(图3)。

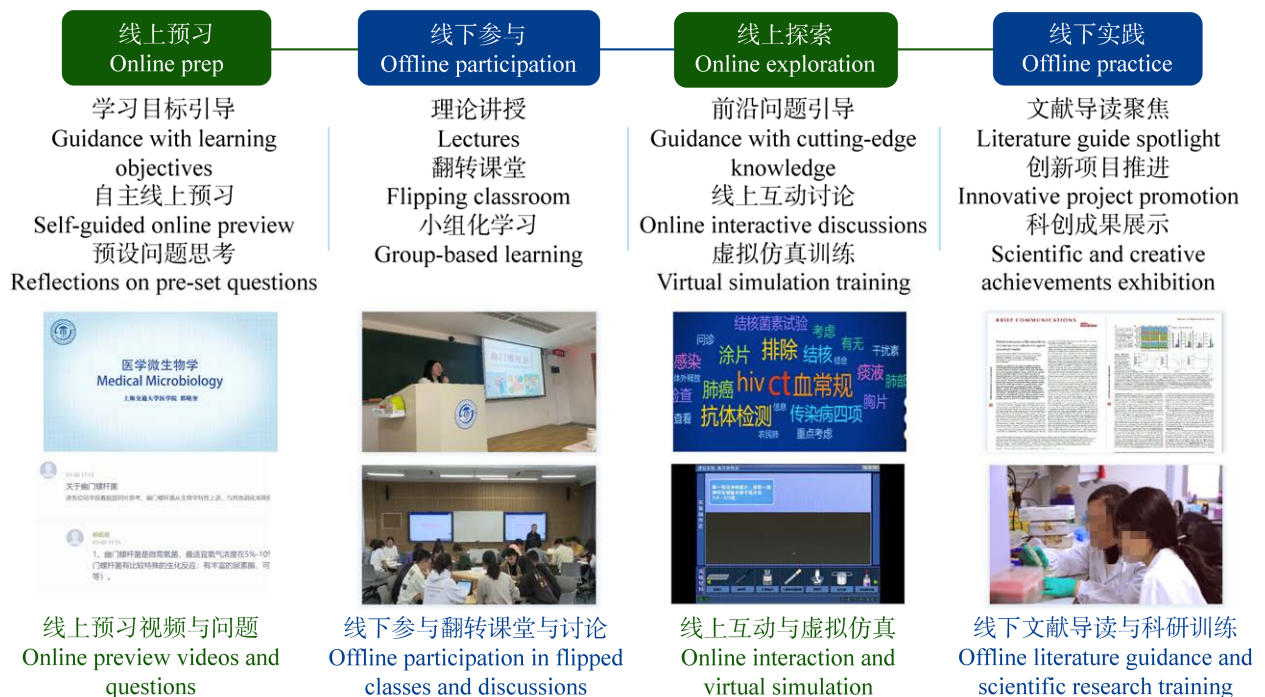


图 3 线上线下混合式教学模式的开展

Figure 3 The practice of a blended online and offline teaching model.

4.5 四结合模式的应用实例

四结合模式的具体应用,依据教学内容和教学对象的不同,可做不同选择。以临床医学专业八年制“幽门螺杆菌(*Helicobacter pylori*)”教学章节为例进行说明(图4)。课前,教师在在线课程平台上传慕课学习资源、拓展阅读素材《埋藏在肠胃中的诺贝尔奖》以及幽门螺杆菌发现者巴里·马歇尔的一段描述细菌发现过程的视频。布置2个预习问题:(1) 消化系统中,幽门螺杆菌为何感染胃而不感染肠道?(强化器官系统思维。)(2) 幽门螺杆菌感染率高,但为何发现较晚?(启发对细菌基本特征的思考与理解。)要求学生自主学习线上资源后,5人为一组,绘制思维导图,并就预习问题进行讨论和课堂展示准备。课中,学生进行课堂展示,学生之间利用在线平台进行实时互动。教师进行总结后分享2个拓展主题:(1) 究竟是谁第一个发现了幽门螺杆菌?(旨在培养学生认识到郭霍法则在病原体认识中的指导意义,理解科学中“看见”不等于“发现”,并感受科学家勇于挑战、追求真理的精神。)(2) 如何正确认识幽门螺杆菌与人体健康的关系?(旨在引导学生批判性认识微生物与宿主间的关系;引入学科前沿中对于幽门螺杆菌的新认识;通过矛盾激发学生科学兴趣。学生就2个主题进行分组线下讨论、分享,不同组同行进行组间互评。)课后,教师布置前沿问题:(1) 思考幽门螺杆菌的治疗对消化道微生物群的影响;(2) 基于全健康理念阐述幽门螺杆菌耐药性的传播。同时提供参考文献,学生基于问题完成形式不限的开放性作业。课后问题主要聚焦合理用药、耐药性防控中的全健康理念,以及生态系统的平衡健康,旨在内化全健康宏观系统思维与专业素养。

学生以微课、思维导图和耐药基因传播模式图等形式提交各具特色的作业,教师进行评

价反馈。另外,也有学生对病原的耐药性防控产生兴趣,加入教师课题组进行创新课题实践。

5 课程评价创新

5.1 构筑多元评价体系,全面考核学习效果

课程围绕教学目标达成度设计全过程、多手段、多主体、多维度、重反馈的教学评价,包括过程性评价和终结性评价(表4)。整体评价分为线上、线下、拓展和附加4部分:线上以学生的慕课观看学习完成程度、线上问题的互动以及线上资源学习后的自测进行评分,一学期结束后进行综合计算,占总成绩的20%;线下分为细菌、病毒和真菌3部分进行单元测评、课堂讨论的表现(含教师评价和学生评价)及最终的期末考试构成,由于基本知识已经在单元测评和线上自测中进行反复练习,期末考试的占比相对不高,线下总评价占总成绩的60%;拓展评价主要包括5次课后作业的完成情况以及拓展阅读中任选1道思考题的完成情况,占总成绩的20%。这3部分综合构成学生的成绩,降低终结性评价比例,提升过程性评价比例。此外,课程还特设了附加评价指标,请学生们根据感兴趣的病原进行形式不限的展示,同时对自己的学习进行问卷自评。这部分指标不计入成绩,但教师会在在线平台展示优秀作品,并颁发荣誉证书,激励同学发挥创新意识,自主学习。通过评价方式的改革,对学生的评价从单一的理论知识维度向人文素养、科学思维、职业胜任力、专业责任感等多维度延伸^[10]。

5.2 注重形成性评价,持续优化学习过程

教师对于评价结果即时进行反馈,实时调整教与学的策略:① 课前设置MOOC单元小测,检验学生在线学习效果,教师根据结果调整教学内容;② 组织生生互评结合教师评价,通过交叉反馈,促进知识内化;③ 以全体学生



埋藏在肠胃中的诺贝尔奖

幽门螺杆菌

1984年，澳大利亚科学家Robin Warren和Barry Marshall成功在胃内发现了与慢性胃炎、消化性溃疡甚至胃部肿瘤发生密切相关的幽门螺杆菌，第一次证实胃内有病原菌的存在，也解释了许多慢性消化性疾病的病因。

学生线上预习资源 Online pre-reading of students

幽门螺杆菌 (*Helicobacter pylori*)

- 生物学性状
 - 形态与染色: 革兰氏阴性, 螺旋形/棒状杆菌, 单, 多鞭毛, 运动活泼
 - 培养特性: 微需氧环境, 微嗜酸
 - 生化反应: 不发酵糖类
- 致病性
 - 致病物质: 鞭毛, 粘素, 毒素, CagA毒素, Vac毒素等
 - 传播途径: 人与人之间, 动物-人, 口腔-口腔
 - 所致疾病: 慢性胃炎, 消化性溃疡, 胃癌, 胃淋巴瘤, 胃癌等
- 微生物学检验法
 - 侵入性: 胃镜检查, 活检, 快速尿素酶试验
 - 非侵入性: 血清学检测, 粪便检测, 呼气试验
- 防治原则
 - 预防: 饮食卫生, 分餐制
 - 治疗: 抗生素+抑酸+质子泵抑制剂

病原生物学·第十一章 螺杆菌与弯曲菌
幽门螺杆菌
高昕琦 居以恒 陆宁皓 杨天翼 张开颜 朱颖
2022-5-18 18:10
ELICOBACTER PYLO

学生自主绘制思维导图 Students draw their own mind maps

学生课堂展示准备 Students presentation preparation



学生课堂展示
Students presentation



学生课堂互动
Students interactions



学生分组讨论
Students group discussion



学生组间互评
Students assessment in groups



学生基于课后问题
完成微课作业
Students complete assignments
based on postlesson questions



学生基于全健康理念
绘制耐药基因传播模式图
Students draw the transmission maps
of resistant genes based on
One Health concepts



学生积极参与病原
防控的科学实践
Students involved in the scientific
practice of pathogen prevention and
control actively

图 4 幽门螺杆菌教学章节教学活动
Figure 4 Teaching activities of *Helicobacter pylori*.

表 4 医学微生物学课程评价体系

Table 4 Medical microbiology course evaluation system

完成形式 Form of completion	评价项目 Subject	评价比例/结果形式 Assessment ratio/result	评价指标 Assessment indicator
线上 Online	线上视频观看 Online video	10%	是否全部完成 Fully completed or not
	线上互动 Online interactions	5%	参与次数、回答问题准确性 Number of participations, accuracy of questions answered
	线上随堂测验 Online tests	5%	正确率 Correctness rate
线下 Offline	线下单元测评 Offline unit review	10%	正确率 Correctness rate
	线下专题展示 Offline presentation	25% (教师评价 15%+学生评价 10%) (Teacher evaluation 15%+ student evaluation 10%)	展示准备、展示内容、展示效果、合作沟通、应变能力等 Presentation preparation, presentation content, presentation effect, co-operation and communication, adaptability, etc.
	期末考试 Final test	25%	正确率 Correctness rate
拓展 Expand	课后作业/思考题 Post-class assignments/reflection questions	15%	形式多样, 内容充实, 学术规范, 科学思维 Variety of forms, abundant content, academic discipline, scientific thinking
	拓展阅读 Extended reading	5%	科学伦理及职业素养元素 Science ethics and professionalism elements
附加 Extra	微课制作 Microlesson design	荣誉证书 Certificate	微课设计及实施 Design and practice of microlesson
	自评问卷 Self-assessment questionnaire	教学改进 Teaching improvement	教学对学生情感的影响 The impact of teaching on students' attitude

为中心, 布置分层作业, 学生选择适合层次的作业, 学习过程由浅入深, 于拓展再学习中形成新的认知。所有评价, 教师根据学生人数和作业类型进行个性化或普适性反馈, 关注到全体学生。根据评价结果, 对于学习困难的同学提供一对一的学习指导; 对于有更高学习需求的同学, 鼓励进行创新实践, 实现知识转化。课程结束后, 线上展示优秀作业, 以展促学, 以评促优。整体评价以“评价-反馈-完善-提升”的方式螺旋式推进。

5.3 关注内驱激活, 课程思政效果评价

课程依托拓展阅读素材等教学资源, 将育人元素融入学生的学习与思考, 体现于课程思政效果评价全过程, 思政效果评价包括学生教学活动的参与度和表现; 对具有挑战度、有思辨性甚至有伦理困境的考试题和思考题的总结和表达; 讨论中学生的辩论话题和参与度, CBL讨论和素材阅读中体现出的系统思维、伦理关怀及职业素养; 学生作业完成形式与质量等。课程结束发放问卷并组织座谈会, 听取学生反

馈, 总结学生课程体会与感悟。

6 教学痛点问题解决情况分析

6.1 “易混淆难运用”问题解决情况

通过改革创新, 学生学习成绩显著提升, 高阶知识掌握运用能力显著增强。对学生综合评价结果进行分析发现, 学生成绩稳步提高, 尤其在需要灵活运用知识的 A2 型题和案例分析题中的回答情况显著优于平行班(表 5、表 6)。基础与临床间的连接和融合在题目中均有体现。

此外, 学生基于课程专业内容学习, 积极参与科学探索, 促进知识转化, 提升创新内驱力。随着改革逐步推行, 学生主动参与课程内容相关大学生创新项目/基于探究的学习(research-based learning, RBL)科研项目年均 6-7 项, 参与学生数每届 50-60 人。近 6 年学生发表各类论文 30 余篇, 获得创新类比赛奖项 7 项, 其中国家比赛 3 项。科研过程中的学术规范和学术诚信也由教师的规范行为潜移默化

表 5 2018-2020 级改革班成绩分析表

Table 5 Analysis of the performance of the reformed classes from 2018 to 2020

Item	2018 级 Grade of 2018	2019 级 Grade of 2019	2020 级 Grade of 2020
学生人数 Number	30	30	30
最高分 The highest score	96.26	91.33	96.49
最低分 The lowest score	70.01	72.00	80.64
平均分 Average score	83.76	84.10	88.22
标准差 Standard deviation	6.14	5.18	4.58
H 值 H value		9.26	
P 值 P value		0.010	

表 6 改革班与平行班期末考核成绩比较($X \pm SD$, 分)
Table 6 Comparison of final assessment results between reformed and parallel classes ($X \pm SD$, score)

班级 Class	改革班 Reform class (n=30)	传统班 Traditional class (n=31)	t 值 t value	P 值 P value
A1 型题 Type A1 questions	19.95 \pm 2.00	20.66 \pm 2.22	0.77	0.450
A2 型题 Type A2 questions	26.34 \pm 2.40	24.91 \pm 2.58	2.86	0.008
简答题 Short answer questions	12.76 \pm 0.73	11.79 \pm 2.48	1.64	0.115
案例分析题 Case study questions	24.78 \pm 0.43	19.98 \pm 4.45	6.12	1.140 $\times 10^{-6}$
总分 Totals	83.83 \pm 4.54	77.35 \pm 5.54	4.54	1.000 $\times 10^{-3}$

化地影响着学生, 在学生的科研汇报和科研论文中有所体现。学生对所学的知识能够深度理解、灵活运用。

6.2 “轻整体弱思辨”问题解决情况

学生自主选题进行课堂展示, 内容多围绕器官系统感染病原总结; 从“人-动物-环境”综合理解微生物、微生物群和微生物基因; 从“疾病”和“健康”两个角度批判性认识病原等, 展示内容丰富多样, 显示出较强的归纳整理和举一反三能力, 同时也显现学生已建立了科学的微生物认识观, 思考问题全面而有角度, 与预防医学和生态学学科间的交叉也有所体现。学生自主设计绘制了 7 幅高质量的器官系统感染病原图谱, 将系统思维内化于心、富有创意(图 5)。学生能够把握整体、分析思辨。

6.3 “疏防病少责任”问题解决情况

增强学生的防病意识, 初步建立应有的专业素养。课后反馈结果体现出学生疾病“预防”重于“治疗”思想的深化, 对传染病的防控于国

呼吸道感染病原菌

消化道感染的病原菌

2022年3月21日

Discussion

项目	肺炎链球菌	流感嗜血杆菌	金黄色葡萄球菌	白色念珠菌
菌形/菌落	细菌	细菌	细菌	真菌
革兰氏染色	G+	G-	G+	G+
正态人菌群含量	是 (40%-70%)	是	是	是
氧气需求	需氧/兼性厌氧	需氧/兼性厌氧	需氧/兼性厌氧	需氧
主要致病物质	荚膜	荚膜	酶、外毒素、表皮溶菌素	菌丝繁殖
传播途径	气溶胶	飞沫传播	机会致病性	机会致病性
所致疾病	大叶性肺炎	鼻窦炎、肺炎等	化脓性炎症、毒血症、皮肤黏膜感染、内脏及中枢神经系统感染	

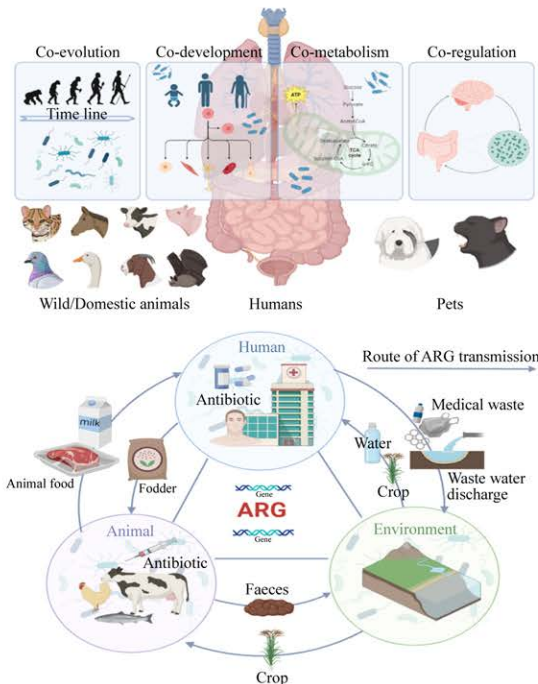
常见的胃肠道感染致病菌——总表

菌名	菌	种	学	所致疾病	致病物质	特点
葡萄球菌属	-	金黄色葡萄球菌	学	急性坏死性肠炎、食物中毒	肠毒素	G ⁺ 、耐酸性、耐盐、耐干燥、耐冷、耐热、耐高渗透压
埃希菌属	-	大肠埃希菌	肠产毒性大肠埃希菌	STX以下霍乱弧菌、肠产毒性大肠埃希菌	LT-1, Stx, C/A1-III	
			肠致病性大肠埃希菌	肠致病性大肠埃希菌	肠致病性大肠埃希菌	
志贺菌属	-	志贺菌属	痢疾志贺菌、福氏志贺菌、柔氏志贺菌、宋内志贺菌	痢疾志贺菌、福氏志贺菌、柔氏志贺菌、宋内志贺菌	Shiga I, Shiga II	
			产志贺毒素的大肠埃希菌	产志贺毒素的大肠埃希菌	产志贺毒素的大肠埃希菌	

泌尿道主要病原体比较

项目	支原体	白色念珠菌	衣原体	淋球菌
菌形/菌落	细菌	真菌	细菌	细菌
革兰氏染色	G-	G+	G-	G-
生长方式	出芽、分枝、丝状、棒状	腐生/寄生	胞内寄生	分裂增殖
氧气需求	微需氧或兼性厌氧	需氧	需氧	需氧
主要致病物质	粘附因子、细胞抗原、荚膜、毒性代谢产物	菌丝	内毒素、外膜蛋白	菌毛、外膜蛋白
传播途径	机会致病性	机会致病性、性传播	主要性传播	性传播、产道感染、毛状念珠菌传播
所致疾病	阴道炎、附件炎、不孕不育、新生儿肺炎或败血症	泌尿生殖系统、阴道炎	非洲性尿道炎、淋病、淋菌性结膜炎、肺炎、盆腔炎	淋病、淋菌性尿道炎、宫颈炎、盆腔炎

学生基于器官系统归纳总结病原翻转课堂展示
Student flipped classroom presentation based on organ-system thinking of pathogens



学生从One Health角度理解微生物、微生物群与微生物基因
Students understand microbes, microbiota and microbial genes from a One Health perspective

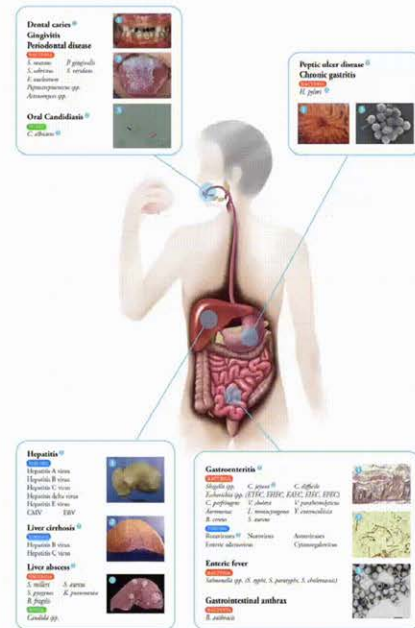


Fig 1. Microbial Infections of the Digestive System (Li Sun, Xiao-lin Guo)

学生基于器官系统绘制病原知识图谱
Students map pathogen knowledge based on organ-system approach

图 5 学生课堂展示与课后作业

Figure 5 Student presentations and post-lesson assignments.

家发展的意义有了更深刻的体会。学生自主进行防病相关科普宣传，在大医精神的感召下，对医务人员在传染病防控中应有的责任和义务有了更深刻的理解(图 6)。学生初步显示出了重视防病、内化责任的学习效果。

7 课程创新成效和推广

7.1 课程创新成效

课程的教学创新获得了学生高度认可，课程评教连续位列学院前 3%，学生课程满意度 100%。学生优秀作业和创新成果不断涌现，学生的开放式作业形式多样且富有创意。

课程建设取得多项国家和上海市级成果。医学微生物学课程曾先后被认定为国家精品课程和国家精品共享课程，并被认定为首批国家一流本科课程。同时，课程还被认定为上海市级课程思政示范课程、全英文示范课程和高校优质混

合式示范课程。团队近年主编 5 部国家规划教材，覆盖了本科生/研究生、中文/英文、理论/实验 6 种类型。课程建设实践中获得教学研究课题和课程建设项目 30 项，其中上海市级以上项目 11 项。在这些项目支持下，团队开展教学研究，发表教学论文 42 篇，含英文教学论文 4 篇。

在创新过程中打造了一支在国内同行中具有广泛影响力的教学团队。授课团队和教师共荣获课程教学相关荣誉 98 项。教学团队获得国家集体荣誉一项，上海市级集体荣誉 3 项。课程负责人郭晓奎教授先后荣获“全国优秀教师”和“国家教学名师”称号，主讲教师刘畅教授也先后荣获全国高校青年教师教学竞赛一等奖、全国基础医学青教赛一等奖、全国高校教师教学创新大赛二等奖、上海市高校青教赛特等奖、上海市课程思政教学名师、上海市教学能手、上海市五一劳动奖章等 20 余项教学荣誉。



图 6 学生课后调查问卷和反馈
Figure 6 Student post-lesson questionnaires and feedback.

7.2 课程创新经验推广

课程创新成果在国内教学会议上进行交流 30 次。团队举办国家课程思政建设研讨会，与国内多所医科院校的本专业教师进行教研合作，参与人数 3 000 余人次。在团队主编的教学学术专著《医学教学导论》^[4]中，将课程创新经验作为典型案例进行展示，通过专著阅读进行推广。团队教师常年承担教学技能与课程思政建设系列讲座授课讲师，分享课程理念和建设实践，在国内 60 余所医学院校进行过 100 多次的线上/线下交流，累计受惠学员 3 万余人次，成为国内同行竞相学习的对象。

8 总结与展望

在新发和再现传染病不断发生的大背景下，在“新医科”建设的引领之下，“医学微生物学”课程以学生为中心，设计了 OBE 理念的课程目标，基于显隐双主体的“四结合”教学模式，提升学生效率，强化了对专业知识的记忆、理解和运用，实现了有效教学；重构了教学内容，补充器官系统为主线的知识体系与传染病综合防控的案例，融入学科前沿理念，助推学生系统性思维与批判性思维的建立；课程将显隐教育深度融合，线上线下多元混合，价值引领推动学生创新实践，使学生重视防病、内化责任；以形成性评价贯穿，附加评价激励，即时反馈整体提升，实现师生共评、“教”“学”相长。医学微生物学课程的教学创新模式，必将为新医科指导下课程教学改革提供新思路和新范式，助力卓越医学创新人才的培养。

“新医科”指导下的医学教育，必须创新顶层设计，构建未来医师所需的医学知识、技能和人文素养，以及掌握这些综合能力所需的通识教育和基础学科知识体系。作为经典的基础医学课程，“医学微生物学”课程在未来既要注

重对已有课程教学内容和教学模式的优化，又要补充“医+X”学科交叉内容，并将信息技术融入教与学的全过程，将课程的创新理念和经验进行更多元的辐射和推广。

REFERENCES

- [1] 李凡, 徐志凯. 医学微生物学[M]. 9 版. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
LI F, XU ZK. Medical Microbiology[M]. 9th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2018 (in Chinese).
- [2] 郭晓奎, 潘卫. 病原生物学[M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2021.
GUO XK, PAN W. Medical Microbiology and Parasitology[M]. 3rd ed. Beijing: Science Press, 2021 (in Chinese).
- [3] 马陆亭. 新工科、新医科、新农科、新文科: 从教育理念到范式变革[J]. 中国高等教育, 2022(12): 9-11.
MA LT. New engineering, new medicine, new agricultural science and new liberal arts: from educational concept to paradigm change[J]. China Higher Education, 2022(12): 9-11 (in Chinese).
- [4] 郭晓奎, 钮晓音, 刘畅. 医学教学导论[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2023.
GUO XK, NIU XY, LIU C. Introduction to Medical Teaching[M]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University Press, 2023 (in Chinese).
- [5] 陈孝春, 赵珈艺, 王艺蓉, 赵淑珍, 周豫生. 卓越医生核心素养的认知现状及其培养: 基于 1 138 位医患调查对象的分析[J]. 中国高等医学教育, 2023(9): 26-28.
CHEN XC, ZHAO JY, WANG YR, ZHAO SZ, ZHOU YS. Current awareness and cultivation of core competencies of outstanding physicians: an analysis based on a survey of 1 138 medical professionals and patients[J]. China Higher Medical Education, 2023(9): 26-28 (in Chinese).
- [6] 刘畅, 董珂, 何平, 郭晓奎, 赵蔚. 基于学科知识迭代背景下医学微生物学教学内容中的若干问题探讨与对策分析[J]. 微生物学通报, 2023, 50(6): 2765-2772.
LIU C, DONG K, HE P, GUO XK, ZHAO W. Discussion and countermeasure analysis of problems in the teaching content of Medical Microbiology under the background of discipline knowledge development[J]. Microbiology China, 2023, 50(6): 2765-2772 (in Chinese).
- [7] 李铭, 马珣玻, 王红杰. 新医科背景下“医学微生物

- 学”课程教学改革[J]. 教育教学论坛, 2023(23): 57-60.
- LI M, MA XB, WANG HJ. Reform of Medical Microbiology course teaching under the background of new medical science[J]. Education and Teaching Forum, 2023(23): 57-60 (in Chinese).
- [8] 邹清华, 鲁凤民, 沈弢. 新时代背景下医学微生物学课程思政的建设与应用探索[J]. 中国继续医学教育, 2023, 15(8): 166-169.
- ZOU QH, LU FM, SHEN T. Construction and application of ideological and political education in Medical Microbiology under the background of the new era[J]. China Continuing Medical Education, 2023, 15(8): 166-169 (in Chinese).
- [9] 张艳丽, 杨延辉, 王大军, 林源, 王琦, 梁锦屏, 李燕. 医学微生物学课程创新的探索与实践[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(1): 48-53.
- ZHANG YL, YANG YH, WANG DJ, LIN Y, WANG Q, LIANG JP, LI Y. Exploration and practice of Medical Microbiology curriculum innovation[J]. Medical Education Research and Practice, 2023, 31(1): 48-53 (in Chinese).
- [10] 董珂, 李擎天, 何平, 郭晓奎, 刘畅. 《医学微生物学》混合式教学模式的实践与思考[J]. 中华医学教育探索杂志, 2023, 22(9): 1315-1318.
- DONG K, LI QT, HE P, GUO XK, LIU C. Practice and reflection on the mixed teaching model of Medical Microbiology[J]. Chinese Journal of Medical Education Research, 2023, 22(9): 1315-1318 (in Chinese).
- [11] 王一松, 高娜, 盛子洋, 吴艳花, 安静, 王培刚. 医学微生物学翻转课堂的教学内容设计探索[J]. 继续医学教育, 2023, 37(11): 141-144.
- WANG YS, GAO N, SHENG ZY, WU YH, AN J, WANG PG. Exploration on teaching content design of Medical Microbiology in flipped classroom[J]. Continuing Medical Education, 2023, 37(11): 141-144 (in Chinese).
- [12] 齐眉, 王红, 刘娟. 我国基础医学“医教协同”教学模式探索与思考: 以医学微生物学为例[J]. 中国大学教学, 2022(7): 31-38.
- QI M, WANG H, LIU J. Exploration and reflection on the teaching mode of “medical-teaching cooperation” in basic medicine in China: taking Medical Microbiology as an example[J]. China University Teaching, 2022(7): 31-38 (in Chinese).
- [13] 余之. 历史回顾: 试谈人体正常菌群问题的辩证法[J]. 中国微生态学杂志, 2001(1): 7-8.
- YU Z. Dialectic on the problem of human normal flora[J]. Chinese Journal of Microecology, 2001(1): 7-8 (in Chinese).