·教学改革·

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

鞠晓红　王月华　王瑶　曹亮
吉林医药学院检验学院，吉林 132013
通信作者：鞠晓红，Email：1435913184@qq.com

【摘要】 “临床微生物学检验技术”是医学检验专业的核心主干课程之一，其基本任务是快速准确鉴定感染性疾病病原体、指导临床合理用药，尤其在传染病的诊疗防控中发挥关键作用。为满足检验智能化、智慧化发展的新需求，培养具有自主学习能力和高阶思维能力的高素质微生物检验人才，本课程通过内容结构化、方法多元化及构建能力导向的考核评价体系等举措进行了系列改革。经过3年的探索实践，构建了基于思维能力培养的线上线下混合式教学模式，提升了学生的学习能力和逻辑思维能力，强化了专业能力培养，为医学检验技术专业的课程改革提供了借鉴。

【关键词】 临床微生物学检验；　思维能力；　自主学习；　混合式教学；　教学改革
【中图分类号】 R446
基金项目：2022年吉林省教育厅教育研究课题（JLJY202203471826，2022R2V20680028）
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20230912-01811

Exploration of thinking-based hybrid teaching for "clinical microbiology testing technology"

Ju Xiaohong, Wang Yuehua, Wang Yao, Cao Liang
Laboratory Institute, Jilin Medical University, Jilin 132013, China
Corresponding author: Ju Xiaohong, Email: 1435913184@qq.com

【**Abstract**】 "Clinical microbiology testing technology" is one of the core courses of medical laboratory science (MLS). Clinical microbiology testing enables quick and accurate identification of pathogens causing infectious diseases and provides guidance to the rational use of medications, thereby playing a key role in the diagnosis and treatment of infectious diseases. To address the evolving needs for intelligent testing and to nurture proficient microbiology technologists with self-learning abilities and advanced critical thinking skills, this course has undergone a series of reforms, focusing on content structure, method diversification, and the establishment of a skill-based assessment system. After three years of exploration and practice, an online-offline hybrid teaching mode aimed at improving students' thinking skills was developed. This teaching mode enhanced students' learning and logical thinking abilities and strengthened their professional training, serving as a reference for the reform of MLS courses.

【**Key words**】 Clinical microbiology testing; Thinking skill; Self-learning; Hybrid teaching; Teaching reform
Fund program: 2022 Education Research Project of Education Department of Jilin Province (JLJY202203471826,2022R2V20680028)
DOI：10.3760/cma.j.cn116021-20230912-01811

随着现代科学技术的迅猛发展，快速、微量、自动化的诊断方法在临床微生物学检验领域得到了广泛应用。尤其是飞行质谱技术、宏基因组二代测序（metagenomic next-generation sequencing，mNGS）等检测新技术，已经改变了常规临床感染病原诊断模式，极大地提高了微生物检验的时效性和准确

性。然而，检验的自动化、智能化和智慧化发展也对传统的微生物检验人才培养模式提出了新挑战。学生可能还未走出校门，所学的技术方法就已经更新迭代。因此，在当今科学技术飞速发展的时代浪潮下，将知识转化为智慧，提升学习能力和思维能力无疑成为智能化时代个体发展的核心竞争力。这是学生面对复杂社会情境冲击，谋求持续发展的必由之路，并决定他们未来的发展方向[1-4]。

在此背景下，立足微生物检验技术，深入探讨检验结果与临床疾病的关系，为临床提供更深层次的服务，打造以高阶思维能力培养为主旨的课堂教学成为“临床微生物学检验技术”（以下简称“微检”）课程改革的方向。基于此，本课程通过内容结构化、方法多元化及构建能力导向的考核评价体系等举措进行了系列改革。经过3年的探索实践，初步构建了基于思维能力培养的线上线下混合式教学模式，提升了学生的学习能力和逻辑思维能力，强化了专业能力培养，为学生未来的持续发展奠定了基础。

1　课程内容结构化

课程内容结构化的本质是探寻课程内容诸要素之间的相互关系。通过纵向延伸和横向交联，建立知识点间的连接纽带，形成对知识的整体性、系统化认识，有助于构建立体化知识网络，是实现专业核心素养目标的必然诉求[5-6]。微检课程具有知识点多、乱、杂的固有特点，加之不同菌属间缺乏必然的内在联系，导致知识极易碎片化、惰性化。为此，研究者通过跨课程重构再造和课程内理论实验一体化设计，基于课程目标构建逻辑结构更清晰、知识要素更优化的结构化课程体系，为学生建构知识、发展思维能力奠定课程基础。

1.1　跨课程重构再造

医学检验技术专业教学质量国家标准中，与微生物有关的课程有“医学微生物学”（简称“微生”）和“临床微生物学检验”（简称“微检”）两门。前者是基础医学课，后者是核心专业课。在传统课程设置中，两者独立开课，分属不同部门管理，缺乏有效沟通。虽然内容上各有侧重，但理论与实验均存在交叉重叠。独立开课不仅造成内容重复、学时浪费，更重要的是割裂了基础与临床的纵向贯通。学生在学习微生时（第3学期）无法建立与后续专业课微检（第5学期）的逻辑关联；再学微检时，必备的基础知识又几乎遗忘殆尽。这种学微生不知微检、学微检又忘了微生的状况，极不利于学生建构系统化的知识体系，严重阻碍微生物检验逻辑思维能力的培养。

为打破两者间的壁垒，构建内容连贯、逻辑性强的系统知识体系，课程组自2013年开始探索两门课程内容的拆分整合。经过四轮整合方案的修订优化，形成了跨课程重构再造的特色基础课“临床微生物学检验基础”和重构专业课“临床微生物学检验技术”。前者仅将微生中最基础的理论知识提炼出来，旨在为后续的药理学、病理学、免疫学等课程奠定必要基础；余者则全部拆分重整到微检课程，同时纳入检验技士（师）资格考试内容。最终形成基础-专业贯通，课-岗-证一体的专业课课程体系，为学生建构系统化的微生物检验知识体系提供课程支撑（图1）。

1.2　理论实验一体化

理论知识解决“是什么”和“为什么”的问题，实践知识解决“怎么做”的问题。理实一体化是将二者有目的、有组织地进行融合，使其成为一个整体，建立理论知识与实践过程的内在联系[7]。理实一体化课程设计有效促进理论知识与实践能力的深度融合，是培养应用型微生物检验人才的必然选择。

由于绝大多数细菌能够在体外分离培养、鉴定到种，并能通过药敏实验指导临床精准用药，因此成为微生物室最主要的检测项目。针对临床岗位，结合学校实验条件及实验室安全防护要求，课程开设的实验项目主要集中在细菌检验篇和临床应用篇。在教学实践中，课题组将有实操项目的理论章节与实验项目进行嵌合式整合，遵循层次递进原则，构建“四模块三步走”的理实一体化教学体系，全部在实验室完成授课。基础、综合、临床模拟、创新实践四模块分别采取扶着走、看着走、自己走的策略（图2）。通过“学中做，做中学”的教学设计，解决了理论、实验分开授课导致的学用脱节问题，实现理论、实验的深度融合，提升了解决真实问题的能力，促进了实践性思维能力的发展。对于无法实操的项目，如脑膜炎奈瑟菌检验、结核分枝杆菌检验等，采用理论与虚拟实验相结合的方式进行学习。

1.3　专业知识横向关联

任何一门课程都不是知识孤岛，与其他课程都会有一些交叉。因此，在课程设计上还要注意建立

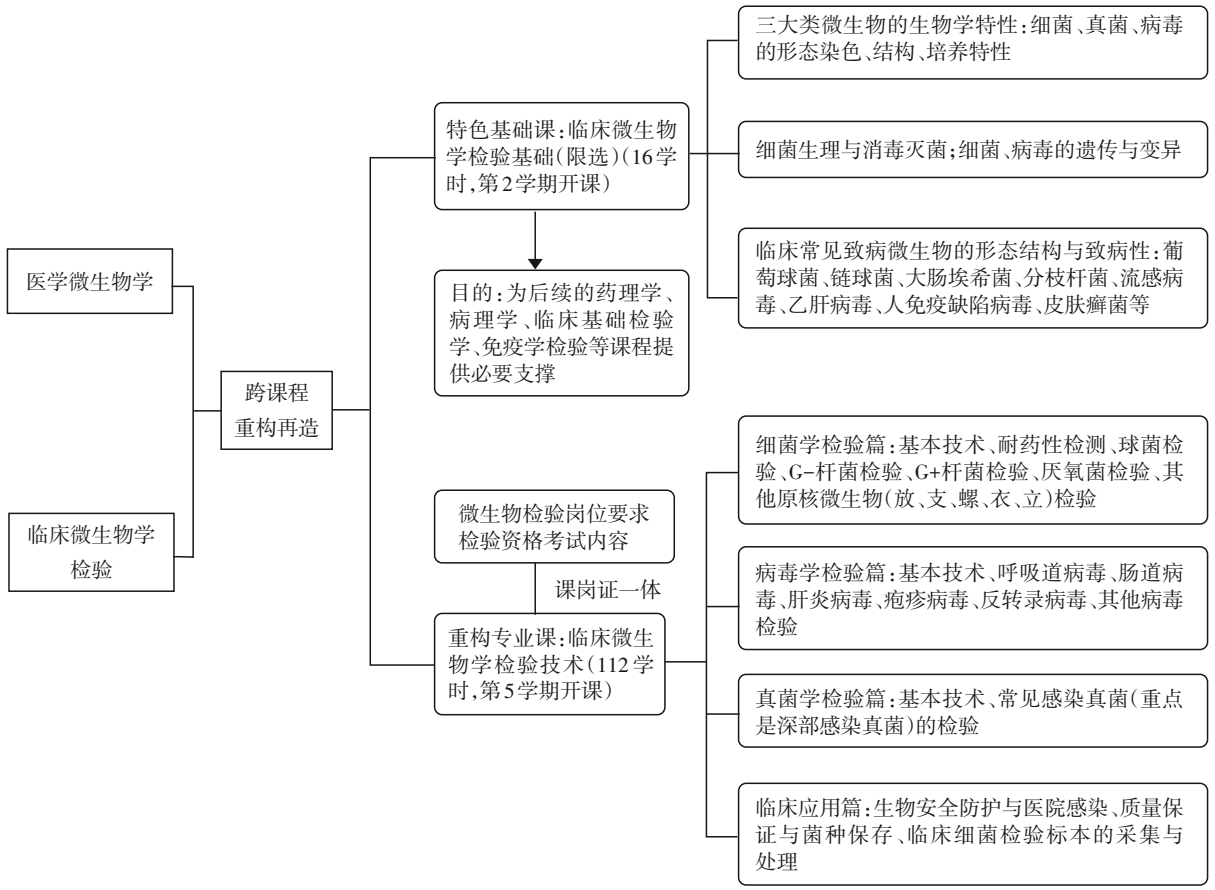


图1　跨课程重构再造

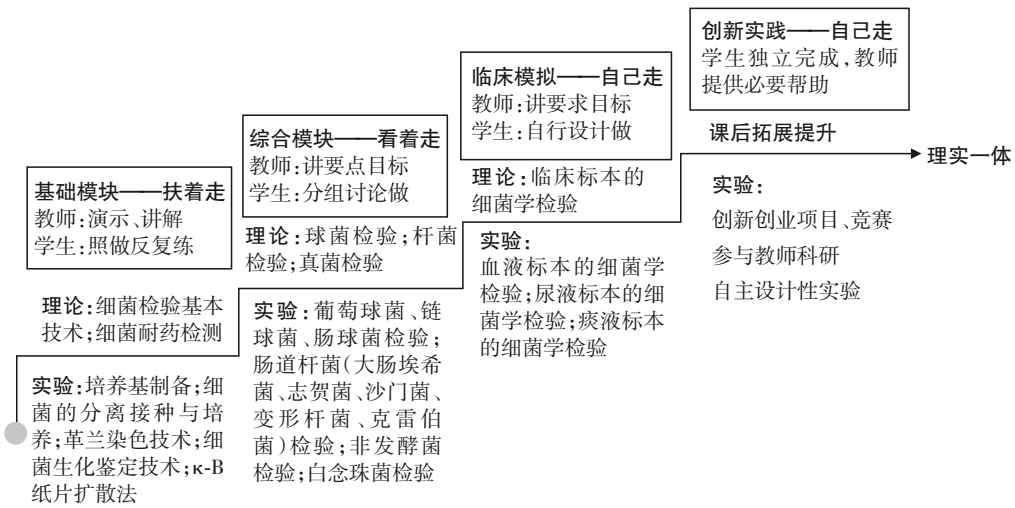


图2　“四模块三步走”理实一体化教学设计

与其他专业课（如临床检验基础、免疫学检验、生物化学检验等）的横向关联，帮助学生树立检验整体观，跳出微检看检验，初步培养学生综合分析检验结果、探寻背后临床意义的能力。例如，在学习细菌生化鉴定技术中的硝酸盐还原实验时，关联临床检验基础课程的尿常规检测，引导学生从微检角度分析尿常规检验中硝酸盐实验的临床意义及影响因素；在学习肝炎病毒检测时，关联免疫学检验（抗原抗体检测原理、影响因素）和生物化学检验（肝功能指标）的相关内容，建构肝病实验室检测整体观，从病毒结构及致病性角度深度解读免疫学检测结果及肝功能、肾功能检测结果。这种课程间的横向

交叉关联，有助于学生建构立体的结构化知识网络，对知识转化和学生思维能力的培养具有事半功倍的效果。

2　教学方法多元化

由于实验室生物安全制约及微生物自身培养特性的限制，能够实际开展的检验项目有限，例如病毒、结核分枝杆菌、厌氧菌、支原体、螺旋体、丝状真菌及大部分苛养性细菌的检测难以实际操作，因此只能依赖虚拟仿真实验。在教学设计上，依据是否有亲手操作的实验项目将教学内容分为理论教学和理实一体化教学两部分。两者均采取混合式教学模式，通过课前（线上）、课中（线下）、课后（线上）三段式完成教学。课前，学生在教师的指导下自主完成知识目标学习；课中，在教师引导下达成能力目标；课后，学生完成知识与能力的提升拓展。

2.1　“串讲探究+支架式教学+思维导图”教学

理论教学主要采取“串讲探究+支架式教学+思维导图”策略，全程贯穿引导启发，深度融合现代信息技术。

微生物检验的重点内容可概括为“两性一法”，“两性”指生物学特性和致病性，“一法”指微生物学检查法。其中，微生物学检查法是核心知识，生物学特性和致病性则是承载“一法”的基础。课前，学生自主学习“两性”、完成虚拟仿真实验训练。课中，教师首先以案例创设学习情境，再以“寻踪觅迹，识菌擒凶”为活动主线，开启探索未知之旅。在此过程中，教师带领学生通过分析“两性”来推导“一法”，例如从致病性推导标本类型、采集时间，从生物学特性推导显微镜检查要点、培养基种类选择、培养条件、可疑菌落挑选及血清学实验等。在抽丝剥茧的推理探究中，教师通过串讲关联碎片化知识，再结合“支架式教学+思维导图”的教学策略，帮助学生层次递进地建构“点、线、面、体”知识框架，学会方法，内化知识，促进思维发展[8]。

在具体教学实施中，45 min 的线下课堂学习内容被拆分成 3~4 个知识点，中间穿插提问、测试等课堂活动，聚焦问题以引导并启发学生步步深入地进行从“两性”到“一法”的推导演绎（图 3）。课堂测试允许学生讨论，以增加生生互动。需要注意的是，课堂活动中提出的问题应围绕核心知识整合设计系统化问题，要使碎片化知识脉络化、系统化，抽象知识可视化，从而帮助学生建构整体知识观。问题的设计切勿碎片化。

2.2　“同伴互助+角色示范+临时助教”教学

在实验教学中，以小组（3~4 人为一组）为单位完成项目并记录成绩。同伴互助主要体现在组内成员的协同合作及组间的交流探讨中，通过强强联手或强弱互助共同达成学习目标。角色示范的本质在于“择优”，即教师在学生的操作过程中选择表现优秀的学生进行“示范演示”。而“临时助教”则是在每次课中选取 1 至 2 名参与“角色示范”的学生担任，为其他学生提供指导。角色示范和临时助教不仅为优秀学生提供了自我展示的机会，同时也激励并促进了其他学生的学习热情。

2.3　“纠错式”教学

微检是一项从“未知”（即不知道标本中是否有微生物）到“未知”（即不知道具体有哪些微生物）的

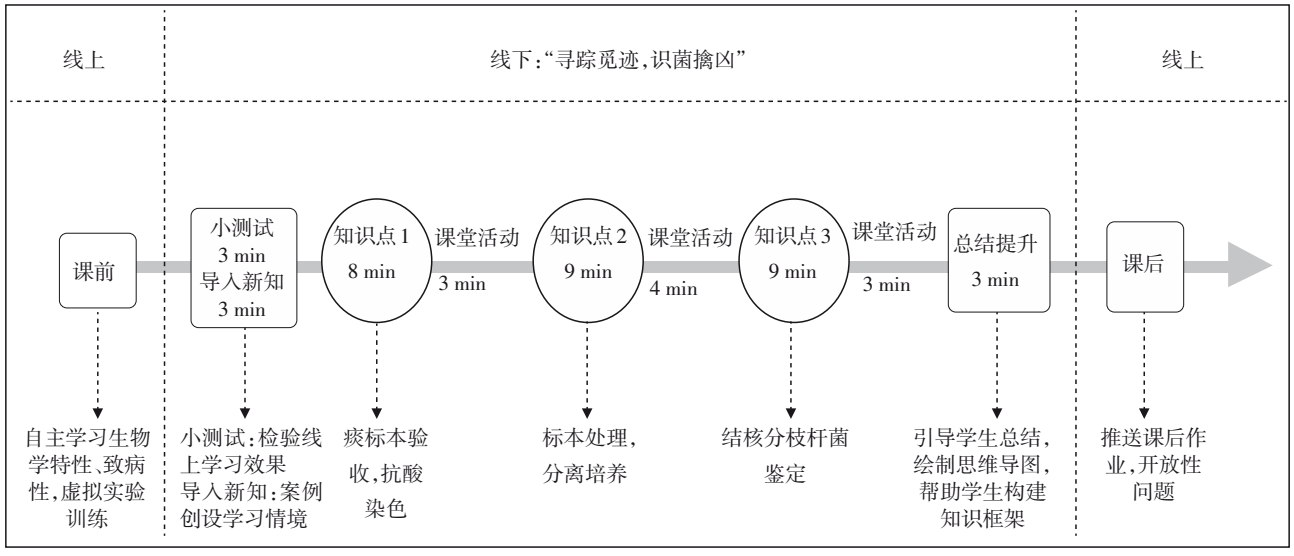


图 3　结核分枝杆菌课堂教学设计

检验过程，其结果的准确性极大程度上依赖于检验者的专业能力。因此，实验教学绝不能单纯以成功或失败来评判实验结果，教学的重点不是保证实验结果与预期结果一致，而是要教会学生对结果进行分析解读，对实验过程进行反思总结，对错误进行识别纠正，并对实验不完善之处提出改进建议。教师能够将实验中出现的差错转化为一种教学资源，生成动态的学习目标，并将其融入后续教学中，从而将“事故”变为“故事”形式的教学案例[9]。

“纠错式”教学的基本思路是识错（识别错误）–析错（分析原因）–纠错（纠正错误）。教师以实验中出现的“错误”为切入点，通过设计系统化问题，引导学生识别错误、分析原因，最后改正错误以解决真实问题，在问题解决的过程中培养学生的思维能力[10]。在微生物检验教学中，最复杂、最困难的部分是革兰阴性杆菌检验，尤其是肠道杆菌科细菌检验，需要通过大量生化实验进行菌种鉴定。这不仅涉及众多需要记忆和理解的知识点，更要求学生具备综合分析评判结果的能力，能对不同培养基上的生长现象进行比较分析，挑选出可疑菌落。因此，该部分内容是出现问题最多的章节，也是最容易生成动态教学资源的实验项目。例如，在氨基酸脱羧酶实验中，变紫色为阳性，变黄色为阴性，然而实验中却出现了灰色的结果。在这种情况下，教师以此为切入点，引导学生步步深入分析推理并设计实验印证猜想，极大地提升了学生的思维能力，无形中培养了学生的创新意识。

2.4　培养皿绘图竞赛

即使智能化发展到今天，选择合适培养基进行分离接种、识别出可疑菌落依然是决定微生物检验结果的关键环节。细菌培养中涉及的培养基种类繁多，尤其是肠道选择培养基，由于指示剂不同、细菌的生化特性各异，细菌生长的颜色变化、菌落形态各有不同，给学生学习带来困难。为此，在教学中，课题组结合实验内容和教学条件，为学生提供特定培养基，如 HE（Hektoen enteric agar，HE）平板、沙门–志贺氏（Salmonella-Shigella，SS）平板、麦康凯（MacConkey medium，MAC）平板、木糖赖氨酸脱氧胆盐（xylose lysine desoxycholate medium，XLD）平板、中国蓝平板和菌种（以肠道杆菌为主），开展培养皿绘图竞赛。这既能激发学生的兴趣，又能促进知识的内化迁移。学生们以培养基为画布、细菌为笔，描绘出心中的愿景，这充分体现了学术性、趣味性与审美价值的完美结合。

3　构建以能力为导向的考核评价体系

课程的考核评价标准是学生学习的风向标、指挥棒，考什么学生就学什么，怎么考学生就怎么学。因此，针对思维能力培养的学习目标，课题组构建了以能力为导向的考核评价体系。

3.1　增加综合应用型试题比例

建立图片案例库和临床案例库，并将其纳入日常测验和终结性考核试题库。图片案例库主要以实验教学中的真实图片和培养皿绘图大赛图片为主，对于教学中无法实操的病原体（如奈瑟菌、分枝杆菌、厌氧菌、炭疽芽孢杆菌、产单核细胞李斯特菌、螺旋体等）的检测，采用网上资源；临床案例库则主要引用“检验医学公众号”发表的案例，经修改后使用。考核测验主要以图片和病例等解决真实问题的综合应用型试题为主，增加非标准答案试题的比例，以此改变“死记硬背+刷题”的学习模式，从而有效解决学用脱节的问题。

以往考核生化鉴定实验和选择培养基原理及应用时，常以陈述性问题为主，例如大肠埃希菌在中国蓝培养基上的典型菌落是什么颜色，靛基质实验阳性结果是什么颜色等。学生无须过多思考，只需背诵答案即可得分，然而他们在实际工作中是否能真正识别则不得而知。建立图片案例库后，考核的形式转变为呈现真实图片，要求学生分析哪一个菌落可能是大肠埃希菌，哪一支试管呈现阳性结果。这样的考核方式迫使学生必须运用所学知识去解决实际问题，在解决问题的过程中实现知识的内化，并促进思维的发展。

综合应用型试题占终结性考试分值的 40%，占平时成绩的 50%（以平时测验形式完成）。

3.2　平时成绩二元化计分

平时成绩由课堂表现和平时测验两部分组成。平时测验采取二元化计分方式，一是计算平时测验的平均分，二是如果平时测验分数渐次提升，则记录最后一次分数（最高分）。这种方式重在关注学生进步程度，持续激发学生学习动力，尤其为前期成绩不理想的学生提供了不断努力的目标，避免中途出现倦怠。二元化计分本质上可以理解为一种增值评价（value-added assessment）。增值评价关注的是学生个体的纵向发展，以学业“增值”而非以一

次考试成绩作为评价指标，其有助于激发“后进生”的积极性，提高优秀生的“危机”意识[11]。探索增值评价是新时代深化教育评价改革的全新要求[12]。

3.3 增设附加分

培养皿绘图竞赛和“角色示范+临时助教”将以附加分的形式计入实验成绩。培养皿绘图竞赛设一等奖、二等奖和三等奖，分别以30分、15分和5分的形式加到实验成绩中。角色示范每次加10分，临时助教每次加20分。培养皿绘图竞赛的本质是知识的应用与迁移，角色示范和临时助教极大地提升了学生的实践技能。

4　成效与反思

经过连续三轮教学实践（2018至2020级检验本科班），学生的学习观念得以转变，学习态度有所迁移，学习意愿明显增强，学习能力也得到显著提升。课堂气氛明显变得活跃，课后主动提问的人次显著增多。2020级检验本科班问卷调查结果显示，95%（133/140）的学生认识到学习的关键是思考而非死记硬背，学习方法和态度是受益一生的宝贵财富。近5年来，学生参加了各类创新创业项目和大赛共计200余项，其中结核分枝杆菌检测试剂盒项目荣获第十三届“挑战杯”大学生创业赛银奖、吉林省赛特等奖。教学相长，教师的教学和教研能力也显著提升。在2019年和2021年连续两届吉林省教学创新大赛中，课题组教师分别荣获二等奖和一等奖的优异成绩。近3年来，课题组成功立项3项省级教改课题，课程组教师多次在校内外进行经验分享和交流。课程的改革实践获得广泛认可，引领示范效果显著。

3年的教学改革虽然取得了一定成效，但也存在不足。一是缺乏对线上自主学习质量监控的有效机制，只能以测验、提问等手段检验学习效果，无法对学生的学习表现做出全面评价。二是学生收集网络资料后，自我分析和提炼有价值信息的能力不足，这影响了自主学习和课堂讨论的深度和有效性。三是微检教学中缺乏课间见习环节，导致学生对自动化鉴定仪器及微生物室工作流程缺乏直观的感性认识。在今后的教学改革中，需重点完善线上学习质量评价反馈机制，关注学生的个体化差异，并安排学生实地参观微生物检验室，以使学生获得亲身体验感。

5　结语

在科技飞速发展的时代浪潮中，人工智能已从根本上改变了传统医学检验的运作模式。作为与临床联系最为紧密的微生物检验课程，如何在夯实专业操作技能的同时，储备更多的检验、临床、药理学等相关知识，通过联想、创造等思维活动挖掘结果与临床疾病的关联，为感染性疾病的诊疗提供建设性建议或指导，体现出人类智慧，这是广大检验专业教育工作者不懈努力的方向。

利益冲突　所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明　鞠晓红：项目实施、撰写论文；王月华、王瑶、曹亮：项目实施

参考文献

[1] 李金梅. 基于学生高阶思维能力培养的跨学科课程整合设计[J]. 教育理论与实践, 2021, 41(20): 45-48.

[2] 李高建. 基于学生高阶思维能力培养的教师素养研究[J]. 教育理论与实践, 2021, 41(26): 40-43.

[3] 徐晶晶, 胡卫平. 智能时代思维型教学引领技术赋能学习：现实反思、运行机制与实践路径[J]. 电化教育研究, 2021, 42(12): 93-99. DOI: 10.13811/j.cnki.eer.2021.12.013.

[4] 刘丙元. 思维能力培养：复杂社会情境中学校教育的基本着力点[J]. 当代教育科学, 2019(12): 8-12. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2221.2019.12.003.

[5] 张紫红, 崔允漷. 论课程内容结构化：内涵、功能与路径[J]. 课程·教材·教法, 2023, 43(6): 4-10. DOI: 10.19877/j.cnki.kcjcjf.2023.06.018.

[6] 吕立杰. 课程内容结构化：教育现代化的议题[J]. 教育研究, 2023, 44(4): 57-65.

[7] 史文晴, 匡瑛. 知识论视角下职业教育理实一体化教材的内容设计[J]. 教育与职业, 2020(9): 88-94. DOI: 10.13615/j.cnki.1004-3985.2020.09.014.

[8] 鞠晓红, 王月华, 曹亮, 等. 支架式教学在《临床微生物学检验技术》理论教学中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2022, 21(6): 676-680. DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210902-00877.

[9] 华应龙. “化错教育”的实践根基与文化底蕴[J]. 江苏教育, 2020(78): 15-18.

[10] 孙艳美, 王月华, 鞠晓红. “纠错式”实验教学模式在微生物学检验中的研究应用[J]. 吉林医药学院学报, 2017, 38(4): 316-317. DOI: 10.13845/j.cnki.issn1673-2995.2017.04.032.

[11] 周继良, 吴肖, 匡永杨. 高校学生学业增值评价：基本属性、现实困境与实践理路[J]. 现代教育管理, 2021(12): 9-18. DOI: 10.16697/j.1674-5485.2021.12.002.

[12] 潘杰宁, 李国军. 我国增值性评价研究的特征与展望[J]. 山西财经大学学报, 2023, 45(增刊1): 79-81.

（收稿日期：2023-09-12）

（本文编辑：邬小梅）