

新医科背景下临床分子生物学检验技术课程虚实融合实验教学的改革与实践

雷静，汪勤进，秦振启

阜阳师范大学，安徽 阜阳 236037

DOI: 10.61369/SDME.2026080035

摘 要： 在新医科背景下，传统课程实验教学存在新医科理念与实验教学融合深度不足、实验内容与评价模式较为传统、虚拟仿真与实体实验交叉程度偏低等问题，难以适应新时代复合型医学人才的培养需求。为此，本课程聚焦学生实际能力的培育，对实验教学体系进行重新规划，通过构建“虚拟－实体－创新”三层递进式实验体系，将虚拟预训练、实体操作、案例研讨与创新拓展等环节有机串联。学生需依次完成课前、课中、课后各阶段任务，全程通过过程性评估记录学习表现，推动其实验操作能力、临床思维、科研意识与职业素养的协同提升。此项改革为新医科背景下临床分子生物学实验教学提供了具有借鉴价值的实践思路。

关 键 词： 新医科；临床分子生物学；虚实融合；实验教学；教学改革

Reform and Practice of Virtual and Real Integration Experimental Teaching of Clinical Molecular Biology Testing Technology in the Context of New Medical Sciences

Lei Jing, Wang Qinjin, Qin Zhenqi

Fuyang Normal University, Fuyang, Anhui 236037

Abstract： Against the backdrop of the Emerging Medical Education Initiative, conventional experimental teaching of curricula is beset by several drawbacks: the Emerging Medical Education philosophy is insufficiently integrated into practical teaching, experimental contents and assessment frameworks are outdated, and the integration between virtual simulation and physical experiments is limited. These issues impede the cultivation of interdisciplinary medical talents required for the new era. To address these problems, the curriculum is restructured with an emphasis on cultivating students' practical competencies. A three-tier progressive experimental framework is established, which seamlessly connects virtual pre-training, hands-on physical operation, case discussion, and innovative extension. Students complete pre-class, in-class, and post-class assignments in sequence, and their learning performance is tracked through formative assessment throughout the entire learning process. This arrangement enables the coordinated improvement of students' practical laboratory skills, clinical thinking, research awareness, and professional literacy. This teaching reform provides referable practical experience for the experimental teaching of Clinical Molecular Biology under the Emerging Medical Education framework.

Keywords： emerging medical education; clinical molecular biology; virtual-physical integration; experimental teaching; teaching reform

在健康中国背景下的新医科建设，更注重医学人才需具备跨学科视野，并且能够理解疾病预防、诊断、治疗及康复等全周期健康服务过程^[1]。近年来，人工智能、大数据、精准医学等技术不断融入医院与实验室，医学课程改革也逐渐从“是否改革”的探讨，深入到“课程如何改革、课堂如何落实”的实践阶段^[2]。因此，课程教学需在医工、医理、医文等交叉融合中探寻新的切入点，使学生既能扎实掌握专业知识，又能形成一定的创新意识和实践能力^[3]。

临床分子生物学检验技术是医学检验技术及相关医学专业中一门具有承上启下作用的核心课程，对于学生而言，仅仅能够按步骤完成实验是远远不够的，还需理解检测结果的临床意义，掌握其服务于临床判断的逻辑与方法。

一、临床分子生物学检验技术实验教学现状及问题

（一）新医科理念与课程实验教学融合尚浅

在新医科视域下，课程改革已不再局限于“清晰阐释理论知

识”，而是更注重学生能否在实际任务中理解并运用知识。当前的课程改革也逐渐将项目式学习、过程性评价与多维融合育人确立为核心方向^[4]。然而，从临床分子生物学实验教学的实际实施情况来看，部分课堂依旧采用“教师先讲解、教师进行示范、学生

项目信息：阜阳师范大学教育教学改革研究项目（一般项目）。

按步骤操作”的传统流程。此模式虽操作稳定、学生易于完成实验，但存在显著局限：学生的注意力往往集中于“实验是否顺利完成”“结果是否符合预期”，对实验背后的临床问题及判断逻辑缺乏深入探究。长此以往，实验教学易演变为单纯的步骤训练，难以有效助力学生临床思维与综合实践能力的培养。

（二）实验内容与临床应用衔接不足

临床分子生物学检验技术已成为疾病诊断、疗效监测以及预后评估领域中不可或缺的关键技术方向^[5]。然而，在传统实验教学中，实验项目大多以核酸提取、PCR 扩增、凝胶电泳等单项技术训练为主要内容，各实验之间缺乏具有连贯性的任务设计。学生在完成实验后，关注焦点通常集中于“是否出现条带”“扩增是否成功”“报告格式是否规范”等操作层面的问题，而对“样本来源”“检测靶标的选择依据”“结果的可靠性验证”“临床解读逻辑”等核心问题的思考相对较少。长此以往，学生容易将分子检测简单等同于流程化的实验室操作，难以构建“实验室检测服务于临床诊疗”的系统性认知。

借助技术平台创设学习情境，有助于学生精准理解精准医疗相关的判断过程^[6]。然而，当前诸多课程虽配备了微课、流程动画以及虚拟仿真实验，但学生大多仅在课前进行浏览与测试，进入实验室后，课堂组织模式未发生明显变化。教师也较少依据平台记录调整讲解重点，学生在虚拟操作中出现的错误，往往未能在实体实验中得到持续跟进；实验结束后，结果分析、错误纠正以及二次训练也未能有效反馈至平台。如此，虚拟仿真与实体实验看似同时存在，实则仍处于相互分离状态，虚实融合的效能自然难以充分彰显。

（三）教学方法和评价方式仍偏传统

在以临床为导向的实验教学改革进程中，医学基础实验课程不应仅局限于使学生掌握操作步骤，还需借助人源样本的应用、临床标准的融入以及综合任务的设计，增强学生对临床问题的理解^[7]。从当前教学实际状况来看，多数学生依照实验指导书机械地完成操作，对“实验为何如此设计”“结果异常的可能原因”“质量控制应从哪些环节切入”等核心问题缺乏深入探究。基于内容重构与过程性考核的实验教学改革实践显示，评价内容应从单纯关注实验结果，转变为对学生学习过程与能力形成过程的全面关注^[8]；实验设计考核也不应仅以知识记忆作为衡量依据，而更应聚焦于学生提出问题、设计方案以及分析潜在结果的能力^[9]。

因此，临床分子生物学实验教学改革不应仅局限于增加线上资源或对若干实验项目进行简单调整，而应围绕学生未来岗位能力需求，对课程内容、教学流程、实践平台以及考核方式展开系统性的整体规划。

二、“新医科”背景下虚实融合实验教学改革探索

（一）以能力培养为导向，重构递进式实验内容

课程以培养学生能力为主线，依照“基础技能—综合设计—临床应用”的逻辑架构，对临床分子生物学实验教学内容予以重构设计（表 1）。借助三大模块的递进式训练，首先助力学生巩固

实验基础能力，使其理解分子检测并非孤立的操作环节，而是一套完整的技术流程；进而引导学生将实验结果与临床问题进行深度关联。OBE 理念强调从预期学习成果出发逆向设计教学活动，为实验内容的重构提供了明确的理论支撑^[10]。临床分子生物学课程思政研究亦表明，实验内容设计不能仅聚焦于知识与技能的传授，还需兼顾价值引导与职业素养的培育。

三层递进式实验体系使学生在基础模块中树立规范意识，在综合模块中掌握检测流程，在临床模块中学习结果阐释，促使实验教学从“完成一项任务”转变为“参与一个项目”。

表 1 临床分子生物学实验教学内容重构设计

模块	实验项目	教学重点	能力培养
基础技能模块	移液器使用与 PCR 体系配制	规范操作、误差控制	基本实验技能
基础技能模块	基因组 DNA 提取与质量评价	样本处理、核酸纯度判断	样本分析能力
综合设计模块	DNA 提取-PCR 扩增-电泳鉴定	技术串联、结果判断	综合实验能力
综合设计模块	荧光定量 PCR 检测模拟	标准曲线、Ct 值分析	数据处理能力
临床应用模块	病原体核酸检测案例分析	检测流程、质量控制	临床解释能力
临床应用模块	肿瘤分子标志物检测设计	方案设计、临床转化	科研创新能力

在新医科背景下开展的虚实融合实验教学，遵循“能实不虚、以虚补实、虚实互促”的原则。针对临床分子生物学实验的特性，该课程聚焦聚合酶链式反应（PCR）扩增、荧光定量检测等核心教学内容，构建了集操作视频、流程动画、交互式虚拟实验及在线测试于一体的教学系统。学生需在课前完成虚拟操作与预习测试，教学平台会自动记录其学习时长、操作失误情况及测试成绩。教师可依据平台反馈的数据，精准识别学生的易错环节，并将课堂讲解的重点聚焦于这些问题。借助这一机制，实体实验课程能够减少对流程重复讲解的时间消耗，进而将更多课时用于关键操作训练与现场问题分析。

课前训练并非旨在让学生完成一次“线上打卡”，而是助力学生在正式进入实验室之前，先构建基本认知、熟悉关键流程、预判潜在风险。通过虚拟平台的反复操练，学生对实验步骤不再感到陌生，进入实验室后也更易将注意力聚焦于规范操作与结果判定。对于教师而言，这种方式也能够将原本统一讲授的时间更多地转化为针对不同学生问题的指导。

（三）以临床案例为导向，推动实验教学与诊断实践的衔接

课程改革将临床分子诊断案例引入实验教学，摒弃了让学生仅围绕实验步骤开展学习的模式，而是引导学生在具体疾病情境中理解操作。以病原体核酸检测为例，教师在讲解核酸提取和 PCR 扩增之前，引导学生深入思考以下问题：针对此类病例，适宜采集何种样本；选择该检测靶标的原因；质控结果达到何种标准方为可信；最终的检测报告应如何撰写以提供给临床参考。在肿瘤分子标志物检测教学中，结合靶向治疗案例，使学生明晰基因检测结果与用药选择之间的关联。通过这样的处理，学生能够

逐渐认识到，分子检测并非孤立地完成一项实验，而是为后续临床判断提供依据。

在案例研讨环节，教师围绕“检测目的、检测内容、判断方法、结果解释”等核心问题展开引导。学生不仅需获取实验结果，还应尝试从医生、检验人员和患者的多元视角解读检测报告。例如，面对同一阳性检测结果，医生关注其对疾病诊断的支持度，检验人员注重结果的可靠性，患者则关心结果的临床意义。通过此类研讨，实验操作与临床服务、职业责任之间的关联将更为明晰，学生对课程的理解也将超越单纯的技术层面。

（四）以思维与创新融合为拓展，完善全过程评价体系

在课程实施过程中，教师将文献导读、开放性实验设计以及小组汇报等环节穿插于课堂教学之中，引导学生围绕数字 PCR、二代测序、液体活检等技术开展资料查阅工作，并尝试撰写简单的实验思路。对于学生而言，此类任务并不要求在初始阶段就设计得十分完善，更为关键的是使他们了解新技术的来源、所解决的问题以及未来在临床领域的应用可能性。当课程教学、学科竞赛以及实践平台之间构建起联系时，学生获得锻炼的机会将更为丰富，能力培养也将更为自然。

教师在讲解阴阳性对照与防污染操作时，引导学生认知检测结果准确性与患者诊疗安全之间的关联；在病原体核酸检测案例中，引导学生领会医学检验人员在公共卫生事件中的责任担当。

在评价环节，课程构建了涵盖课前、课中、课后的过程性评价体系（表 2）。课前对学生虚拟学习的完成状况进行评估，课中考查学生实体操作的熟练水平、安全意识以及合作意识，课后从实验报告、数据处理、异常结果分析等多个维度判断学生是否切实掌握实验原理。此外，课程针对综合拓展任务运用汇报临床案例、设计实验方案、开展文献讨论等多种形式进行评价。

表 2 临床分子生物学虚实融合实验教学评价体系

评价环节	评价内容	权重	评价等级 / 分			
			优秀	良好	一般	较差
课前虚拟学习	虚拟实验完成度、在线测试、预习报告	20%	90~100	80~89	60~79	< 60
课中实体操作	操作规范、质量控制、安全意识、团队协作	35%	90~100	80~89	60~79	< 60
课后结果分析	实验报告、数据处理、异常结果分析	25%	90~100	80~89	60~79	< 60
综合拓展任务	临床案例汇报、实验方案设计、文献讨论	20%	90~100	80~89	60~79	< 60

三、思考与体会

虚实融合模式于生理学实验教学中的应用表明，虚拟平台可提升学生的学习兴趣，亦有助于学生预先掌握实验流程。然而，对于临床分子生物学实验而言，虚拟仿真仅能解决部分问题，无

法取代真实操作。例如，移液的准确性、加样的稳定性、污染的控制程度以及结果的正确判断等能力，均需在真实实验中进行反复训练。因此，课程改革不应将“使用虚拟平台”等同于“完成教学创新”，而应回归教学目标本身，思索技术资源究竟服务于哪类能力的培养。

虚实融合教学改革对教师提出了全新要求。教师不仅需熟稔分子检测技术与实验教学流程，还应具备建设信息化资源、筛选与改编临床案例以及设计精细化过程性评价的能力。课程团队可构建“学生反馈—教师研讨—资源修订—课堂再实践”的改进机制，定期依据学生的学习状况对案例库和虚拟资源进行调整。唯有将资源建设、课堂实施与评价反馈有机结合，改革才不会仅停留在形式层面的变化，而是能够逐步实现课程质量的提升。

四、小结

临床分子生物学作为一门实践性显著且自然衔接基础医学、医学检验以及临床诊疗等多学科的课程，在新医科背景下，其实验教学不应仅局限于让学生完成实验步骤，更需引导学生深入理解实验结果的内涵及其临床意义。本文针对课程教学中的实际问题，系统且有层次地构建了“虚拟预习—实体实操—临床应用—创新拓展”的教学模式，将基础训练、综合实验、案例讨论以及过程评价等要素进行了合理整合。该模式有效解决了实验内容分散、临床联系不足以及评价方式单一等问题，切实有助于学生在操作技能、临床思维、科研意识和职业素养等方面实现提升。

参考文献

[1] 何珂, 汪玲. 健康中国背景下“新医科”发展战略研究[J]. 中国工程科学, 2019, 21(02):98-102.

[2] 钮晓音, 郭晓奎. “新医科”背景下的医学教育改革与人才培养[J]. 中国高等医学教育, 2021, (5): 1-2.

[3] 顾丹丹, 钮晓音, 郭晓奎, 等. “新医科”内涵建设及实施路径的思考[J]. 中国高等医学教育, 2018, (8): 17-18.

[4] 靳伟, 王怀颖, 邸科前, 等. 新医科视域下临床医学专业生物化学与分子生物学课程的学科融合式教学改革[J]. 医学研究与教育, 2025, 42(3):63-73.

[5] 陈林洁, 何小柏. 医学院校临床分子生物学检验课程教学思考[C]. 中国国际科技促进会国际院士联合体工作委员会. 2023年教学方法创新与实践科研学术探究论文集(二). [出版者不详], 2023:46-48. DOI10.26914/c.cnkihy.2023.022928.

[6] 李小丽, 李英博. AI 赋能的虚实融合基因组学教学在医学生精准医疗决策能力培养中的探索[J]. 中国医学教育技术, 2025, 39(6):773-778. DOI10.13566j.cnki.cmet.cn61-1317g4.202506014.

[7] 徐庚池, 李兰, 李德水, 等. 卓越医生教育培养计划 2.0 背景下正畸专业学位研究生临床实践能力的培养[J]. 吉林医学, 2025, 46(02): 501-504.

[8] 段梦夕, 马晓露. 基于 OBE 理念的医学检验本科教学的改革与实践[J]. 基层医学论坛, 2023, 27(04):127-130. DOI10.19435j.1672-1721.2023.04.041.

[9] 雷世鑫, 杨亮, 王岳. 地方院校医学检验技术专业创新人才培养体系建设[J]. 西部素质教育, 2023, 9(02):81-84. DOI10.16681j.cnki.wcqe.202302020.

[10] 董雯. 新医科背景下基于 OBE 理念的《临床分子生物学检验技术》课程思政教学探索与实践[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2025, 40(2):102-107. DOI10.19717j.cnki.ijun.2025.02.017.