

# 虚拟仿真在《病原生物学与免疫学》实验教学中的实践探索

姜晶晶, 赵婷, 徐洋

江苏卫生健康职业学院, 江苏 南京 211800

DOI:10.61369/MRP.2026010022

**摘要 :** 为解决当前《病原生物学与免疫学》实验教学期间存在的抽象知识难懂以及高风险实验难以开展等问题, 践行“三教”改革要求, 本次研究针对虚拟仿真技术的应用价值与方法展开探讨。借助打造“虚拟预习-虚实融合实操-虚拟拓展”这一完整教学链条, 实现技术的落地运用, 同时将2023级临床专业120名学生充当研究对象实施对照实验, 以此对比分析传统教学与应用虚拟仿真技术辅助教学的效果。研究结果表明, 实验班理论成绩相较于传统教学平均提高12.3%, 实操规范率提高大约35%, 教学满意度约为92.8%。结论认为, 虚拟仿真技术能够具象化抽象知识、进一步降低实验教学风险, 可以大幅度提高教学质量, 研究旨在为医学实验教学改革工作提供可靠参考范式。

**关键词 :** 虚拟仿真; 三教改革; 病原生物学; 实验教学; 虚拟教学

## Practical Exploration of Virtual Simulation in Experimental Teaching of "Pathogenic Biology and Immunology"

Jiang Jingjing, Zhao Ting, Xu Yang

Jiangsu Health Vocational College, Nanjing, Jiangsu 211800

**Abstract :** To address the challenges of understanding abstract knowledge and conducting high-risk experiments in the current experimental teaching of "Pathogenic Biology and Immunology," and to align with the requirements of the "Three Educations" reform, this study explores the application value and methods of virtual simulation technology. By constructing a comprehensive teaching chain of "virtual preview - virtual-real integrated practical operation - virtual expansion," the technology is practically implemented. A controlled experiment was conducted with 120 students from the 2023 clinical major as the research subjects to compare and analyze the effects of traditional teaching versus teaching assisted by virtual simulation technology. The results indicate that the experimental class achieved an average increase of 12.3% in theoretical scores, approximately a 35% improvement in practical operation compliance rates, and a teaching satisfaction rate of about 92.8% compared to traditional teaching methods. The conclusion suggests that virtual simulation technology can concretize abstract knowledge, further reduce risks in experimental teaching, and significantly enhance teaching quality. This study aims to provide a reliable reference paradigm for the reform of medical experimental teaching.

**Keywords :** virtual simulation; three educations reform; pathogenic biology; experimental teaching; virtual teaching

## 前言

《病原生物学与免疫学》实验属于医学专业的一个核心实践课程, 发挥着培养学生精准识别病原以及免疫检测等实操能力的作用。在传统教学模式下, 革兰氏染色等各种基础实验常遇到操作细节难把控、病毒培养或者免疫应答等抽象过程无法展示、高致病性病原实

### 课题信息:

江苏卫生健康职业学院校级科研项目, 课题名称: “三教”改革背景下多元化教学模式在《病原生物学与免疫学》实验课程中的应用研究, 项目编号: JKC202416; 江苏卫生健康职业学院校级科研项目, 课题名称: 基于LAMP-2A介导的分子伴侣自噬对NLRP3炎症小体活化的调控探讨盐酸小檗碱治疗外阴阴道念珠菌病的作用机制, 项目编号: JKD202401。

### 作者简介:

姜晶晶(1994.09-), 女, 硕士研究生, 助理实验师, 研究方向: 微生物学;  
赵婷(1994.10-), 女, 硕士研究生, 助教, 研究方向: 中药抗感染;  
徐洋(1991.01-), 女, 硕士研究生, 实验师, 研究方向: 基础医学。

验有较大安全风险等问题。随着“三教”改革工作不断深入推进，多元化教学模式开始成为打破瓶颈的关键举措，虚拟仿真技术具备可视化、可重复以及低风险等特性，能够为实验教学革新提供可靠支持。因此，有必要对虚拟仿真在《病原生物学与免疫学》实验教学中的实践应用做出深入研究，从而为《病原生物学与免疫学》实验教学实验高质量健康发展进行助力。

## 一、虚拟仿真在《病原生物学与免疫学》实验教学中的应用优势

### （一）具象化抽象知识

在《病原生物学与免疫学》实验教学中，病毒结构以及抗原抗体反应机制等知识有着非常强的抽象性，传统教学模式采取的文字描述或者是静态图片展示无法让学生精准理解和把握。虚拟仿真技术借助三维建模、动画演示等措施，能够将微观过程宏观化以及抽象概念具象化转变，有助于降低理解难度。例如，在开展“抗原抗体特异性结合”实验教学期间，通过对虚拟仿真系统进行运用，学生能够360°观察抗原表位以及抗体可变区的具体结合过程，同时可借助拖拽操作有效模拟不同抗原抗体的实际反应效果，直观展示“锁钥模型”机制，这对提升学生学习积极性和学习效果均大有助益<sup>[1]</sup>。

### （二）规避安全风险

《病原生物学与免疫学》实验教学需要用到的结核分枝杆菌或者是霍乱弧菌等病原微生物有着非常高的致病性，传统实验教学由于受生物安全等级限制无法开展；对于免疫细胞凋亡检测等相关实验由于操作复杂以及试剂昂贵等，大部分学生缺乏实操机会。虚拟仿真技术打造的无风险实验环境，可以突破这些限制。学生能够于虚拟场景中完成各种高致病性病原的分离培养以及鉴定等各种操作，不但能够规避安全风险，还能够满足学生的实操需求<sup>[2]</sup>。

### （三）实现重复训练

传统实验教学由于受课时、耗材等因素的限制，学生对各类关键技能的练习次数存在严重不足，比较容易出现操作不熟练等有关问题。虚拟仿真平台能够开展无限次重复训练活动，学生能够针对薄弱环节自主安排相关练习活动，系统也可以实时记录学生的操作数据并反馈一系列错误点，如染色时间过长造成结果失真时，系统能够通过弹窗提示原理以及相关改进方法，这些均有助于学生熟练掌握各项关键技能<sup>[3]</sup>。

## 二、虚拟仿真在《病原生物学与免疫学》实验教学中的实践研究

### （一）打造“三维度”虚拟仿真教学资源体系

在将虚拟仿真技术运用于《病原生物学与免疫学》实验教学时，资源建设是应用的重要基础和前提，应该根据课程核心知识

点以及实验项目，打造出“基础操作-综合应用-创新拓展”相结合的三维资源体系。具体如下：

1. 基础操作模块。主要包括显微镜使用、涂片制作以及染色技术等各种关键技能，采取3D交互设计，重点涉及标准化虚拟实验操作流程，清晰标注关键操作节点及相关原理（比如原理动画、操作视频以及互动题库等），以此保证学生可以精准掌握基础技能；
2. 综合应用模块。主要将临床案例充当导向，精心设计“呼吸道感染病原检测”以及“自身免疫病诊断”等若干个虚拟实验项目，侧重整合多个知识点，比如模拟标本采集、分离培养以及鉴定分析全流程，用来培养学生较强的综合知识应用能力；
3. 创新拓展模块。主要与科研前沿进行对接，打造出“病毒疫苗研发模拟”以及“免疫疗法虚拟验证”等实验教学内容，教师需要为学生提供虚拟实验器材以及参数调整功能，引导学生自主设计实验方案，侧重激活创新思维。

虚拟仿真实验教学的资源建设中，每个实验项目可以设计“原理学习-虚拟操作-结果分析-考核评价”等子模块。以“细菌革兰氏染色”的虚拟实验教学威力，原理学习模块主要借助动画为学生演示染色机制；虚拟操作模块用来辅助模拟涂片、固定以及染色、脱色、复染等关键操作步骤；结果分析模块主要用来提供正常与异常结果之间的对比分析功能；考核评价模块能够自动评分同时生成报告<sup>[4]</sup>。

### （二）开展全流程虚实融合教学

为充分发挥虚拟仿真技术的价值和作用，应打造贯穿“课前-课中-课后”全流程的虚拟融合教学模式，具体做法如下：

#### 1. 课前

课前阶段，主要采取“虚拟预习+任务驱动”模式，课前1周，教师应该通过学习平台为学生提供预习任务清单，以此明确虚拟仿真操作要求以及具体目标。学生需要通过账号自主登录平台完成相关指定虚拟实验操作，以革兰氏染色实验威力，学生应完成虚拟涂片、染色以及镜检全流程，平台会自动对学生的记操作时长、步骤正确率等相关数据进行记录。此外，预习环节，教师应要求学生根据自身的虚拟操作实际情况以及平台反馈等信息记录存在的问题和疑问，比如“脱色时间以及细菌种类的关系”“涂片厚度能够对镜检结果产生怎样的影响”等，同时应该将小组充当单位共同编制和提交预习报告。教师借助后台数据反馈，全面掌握学生的实际预习情况，然后围绕共性问题合理选定课中重点讲解内容，以此在强化学生预习效果的同时，达到“以学定教”的目标<sup>[5]</sup>。

## 2. 课中

课中阶段主要采取“虚实交替+精准指导”模式，教师可以对“虚拟演示-小组讨论-真实操作-纠错提升”相结合的教学方法进行运用：（1）教师利用虚拟仿真平台为学生演示实验操作的关键难点，以革兰氏染色操作为例，应重点演示脱色技巧，借助动画放大具体的微观过程，确保学生可以准确地理解和把握原理；（2）围绕预习期间的共性问题组织学生开展小组讨论活动，如“怎样借助镜检结果精准判断染色是否成功”，每一个小组应根据虚拟操作经验积极分享观点，教师做出适当点拨；（3）完成上述操作后，教师应引导学生分组开展真实实验活动，学生实操期间，教师利用移动教学终端实时进行巡视，针对那些操作不规范的学生，可借助虚拟仿真平台的基础操作模块现场为学生进行演示，确保纠正相关操作；（4）组织学生对比虚拟实验以及真实实验的结果，比如可以将学生真实染色涂片和对应的虚拟标准结果进行对比，探讨差异原因，以此加深学生对所学知识的理解和记忆。

在课中学习环节，针对那些高风险以及高成本的实验（包括病原微生物分离鉴定等），应该对“虚拟为主、真实为辅”教学模式进行运用，教师需引导学生先借助虚拟仿真系统完成病原分离以及生化反应等关键步骤，然后再指导学生开展真实标本的重点环节操作，这样不但可以保障实验的安全性还可以兼顾实操体验。

## 3. 课后

课后阶段主要推行“虚拟拓展+巩固提升”模式，教师可利用虚拟仿真平台为学生设计一些分层拓展任务：（1）基础层。主要为实验复盘任务，要求学生通过仿真平台重新完成课中的虚拟实验活动，修正课中操作存在的各种失误，并且上传实验反思报告；（2）提高层。主要为案例分析任务，教师可以为学生提供一些临床真实病例，比如“某患者由于不明原因出现发热症状，请你开展病原检测工作”，学生需要借助虚拟平台自主设计检测流程以及诊断方案，并开展相关操作；（3）创新层。主要为实验设计任务，鼓励和支持学生依托于虚拟平台自主设计实验，比如“不同类型的消毒剂对细菌杀灭效果的对比分析实验”等，学生需要提交设计方案同时实施虚拟验证，并编制虚拟实验报告。

课后环节，教师还应该打造线上答疑平台，教师可以定期为学生上传一些虚拟实验操作技巧视频以及常见问题解答等相关资源，针对学生的提问应该及时进行回应。每月至少组织开展一次虚拟实验技能竞赛活动，比如“革兰氏染色快速精准操作大赛”等，然后引导学生以小组为单位进行参赛，以此调动学生学习积极性和强化技能练习<sup>[6]</sup>。

## （三）打造“四维度”多元评价体系

教师应基于多维度评价理念，打造“过程+结果+自评+互评”相结合的四维度考核体系，重点将虚拟仿真操作设定为考核关键指标，权重占比控制在40%。具体如下：

### 1. 过程评价

主要包括虚拟预习、课堂操作以及团队合作等有关指标。虚拟预习成绩可以由平台自动生成，需要涵盖操作完成度、测试分数以及报告质量等内容；课堂操作成绩主要由教师结合虚拟实验规范性以及虚拟与实体结果一致性等给出评分；对于团队合作成绩主要由小组内互评得出，围绕分工合理性、协作效率等关键指标进行评定。以革兰氏染色实验教学为例，过程评价占比控制在60%，设计虚拟预习（20%）、实体操作规范（25%）以及小组讨论参与度（15%）等内容。

### 2. 结果评价

主要考察虚拟与实体实验成果，其中虚拟实验成果由虚拟操作平台进行自动评分，实体实验成果由教师根据实验报告以及涂片质量进行评定；理论成绩借助线上测试考查学生的知识应用能力。

### 3. 自评与互评环节

主要由学生参考评价标准（包括操作规范性以及问题解决能力）开展自我评估，同时小组内实施互评，教师根据双方评价给出最终反馈<sup>[7]</sup>。

## 三、基于虚拟仿真的《病原生物学与免疫学》实验教学效果验证

### （一）实验对象与设计

本次研究主要选取我校2023级临床专业4个班共计120名学生充当研究对象，随机进行分配，划分为实验班（60人）以及对照班（60人），同时每班分为5个小组，每组设定为6-8人。两班学生在正式教学前开展入学成绩以及生物学基础测试活动，成绩不存在显著差异（ $P>0.05$ ），对于实验教学内容均设定为“细菌革兰氏染色”，并且均由同一名教师进行授课。其中对照班主要采取“教师演示+学生实操”传统实验教学模式，实验班采取本文打造的上述虚拟仿真辅助教学模式，教学时长均设定为4课时。

### （二）效果评价结果

结合测试成绩对比结果来看，采取虚拟仿真实验教学模式的实验班理论测试平均成绩达到 $(86.5\pm7.2)$ 分，相较于对照班 $(74.2\pm8.5)$ 分提高大约12.3%；实体实验操作成绩约为 $(88.3\pm6.1)$ 分，明显高于对照班的 $(67.9\pm9.3)$ 分，两者成绩差异具有统计学意义（ $P<0.05$ ）。此外，实验动手操作对比分析显示，实验班染色结果整体准确率约为92%，相较于对照班的65%有着大幅度的提高；此外，显微镜操作规范率以及实验完成效率分别相较于对照班提高大约35%和28%。

### （三）学生满意度调查

结合问卷调查结果来看，实验班学生对教学模式的满意度接近92.8%，其中大约89%的学生认为虚拟仿真技术能够帮助自己

更快、更精准地掌握关键操作技能，大约85%的学生表示非常愿意在其他实验教学中沿用这一模式；而对照班大约有63%的学生对传统教学模式满意，超过58%的学生普遍认为实操机会不足、细节无法观察等能够严重影响其技能掌握。

#### 四、结语

综上所述，虚拟仿真技术在《病原生物学与免疫学》实验教学中进行运用具备明显优势，其具象化、低风险以及可重复的特性，能够破解传统教学模式的诸多痛点。本次研究打造的“三维

资源体系 + 全流程嵌入 + 四维度评价体系”实践体系，经对照实验证能够明显提升的学生成绩以及实操能力，学生的满意度达92.8%。但在具体实践中仍有一定不足，比如与前沿实验衔接不足以及沉浸式设备覆盖率有限等。未来，将会进一步联合有关企业共同开发专项虚拟实验模块和系统，扩大VR/AR设备配备范围，深入推动虚拟仿真与AI以及大数据等高新技术工具的融合，从而确保虚拟仿真技术能够在《病原生物学与免疫学》实验教学中真正地发挥出应有价值和作用。

#### 参考文献

- [1] 尤红娟,于倩,刘晓梅,等.案例引导的虚拟仿真实验在《医学微生物学与免疫学》教学中的实践[J].中国继续医学教育,2023,15(19):27-30.
- [2] 顾鸣敏,王亚云,张伟鹏.基础医学虚拟仿真实验教学中心建设的中国专家共识[J].实验室研究与探索,2024,43(6):113-117.
- [3] 梁梅娟.生物制药虚拟仿真系统在生物实验教学中的应用[J].发酵科技通讯,2024,53(2):119-124.
- [4] 刘微,张磊,姜勇,等.虚拟仿真项目在生物制品实验教学中的建设及实践探索[J].吉林医药学院学报,2024,45(5):390-393.
- [5] 王甜,张大伟,李佛生,等.生物科学与技术虚拟仿真实验教学中心的建设与应用[J].生物学杂志,2024,41(3):121-126.
- [6] 吴尽哲,马知远,朱同宝.融入虚拟仿真的激光雕刻印刷电路板实验教学模式设计[J].实验室研究与探索,2024,43(10):44-47.
- [7] 贾浩宇,马利刚,赵乐,等.虚拟仿真技术在中医药院校微生物学实验教学中的应用[J].中国教育技术装备,2024(22):19-21,37.