

DOI:10.13350/j.cjpb.240124

• 教学与探讨 •

## 医学细胞生物学虚拟仿真实验教学的效果评价研究\*

苏立宁,王艳兵,魏会平\*\*

(河北北方学院,河北张家口 075000)

**【摘要】** 目的 利用虚拟仿真系统开展医学细胞生物学实验教学,探讨虚拟仿真教学平台的应用效果。方法 选取本校临床专业2022级118名本科生作为研究对象,随机分为两组,传统教学方式组(未使用虚拟仿真软件辅助教学),虚拟仿真教学组(在传统教学方式上增加虚拟仿真实验环节)。连续观察一个章节学习效果,分析使用虚拟仿真软件辅助教学前后学生成绩、和教学评价的差异。结果 虚拟仿真教学组学生理论测试成绩(91.24±1.26)高于传统教学组成绩(85.17±3.65)分,差异有统计学意义( $P<0.01$ )。在课堂参与度评分方面,实验组课堂讨论参与度、合作与协作能力,以及提问能力评分均高于对照组,两组比较差异有统计学意义(分别为 $t=-4.06,-4.91,-6.86$ ,均 $P<0.01$ )。在对两组学生不同能力的评价方面,实验组学生在学习能力、理论知识掌握能力、团队协作能力、自主学习能力和自我展示能力均高于对照组,差异均有统计学意义(均 $P<0.01$ )。实验组对教学的总体满意度也高于对照组,差异有统计学意义( $Z=-2.74,P=0.004$ )。结论 虚拟仿真实验教学平台的应用,可以有效地提升教学效果。该平台强化了学生对理论知识的掌握,提高了操作技能。

**【关键词】** 医学细胞生物学;虚拟仿真教学;虚拟仿真平台;实验教学

**【文献标识码】** A

**【文章编号】** 1673-5234(2024)01-0120-04

[*Journal of Pathogen Biology*. 2024 Jan;19(1):120-123.]

## Evaluation study on the effectiveness of virtual simulation laboratory teaching of medical cytology

SU Lining, WANG Yanbing, WEI Huiping (Hebei North University, Zhangjiakou 075000, Hebei, China)

**【Abstract】** **Objective** To explore the application effect of virtual simulation teaching platform in medical cell biology experimental teaching. **Methods** Virtual simulation technology was utilized to build an experimental teaching platform for medical cell biology including learning mode and examination mode. One hundred and eighteen undergraduate students of the 2022 class of clinical expertise at the Hebei North University were selected for the study. Randomized into two groups, Group of traditional teaching methods (without the use of virtual simulation software to assist teaching and learning), Virtual Simulation Teaching Group (adding a virtual simulation lab session to the traditional teaching method). Observing the learning effects of one chapter in a row, Analyze the differences in student achievement, and instructional evaluations before and after using virtual simulation software to aid instruction. **Results** Students' scores on the theory test were higher in the virtual simulation group (91.24 1.26) than in the traditional teaching group (85.17 3.65), The difference between the two groups was statistically significant ( $P<0.01$ ). In terms of classroom participation scores, the experimental group's classroom discussion participation, cooperation and collaboration ability, and questioning ability scores were higher than those of the control group, and the differences between the two groups were statistically significant ( $t=-4.06,-4.91$ , and  $-6.86$ , respectively, all  $P<0.01$ ). In the evaluation of the different abilities of the two groups of students, the experimental group was higher than the control group in learning ability, theoretical knowledge mastery, teamwork ability, independent learning ability and self-presentation ability, and the difference between the two groups was statistically significant. In addition, the experimental group's overall satisfaction with teaching was higher than that of the control group, and the difference between the two groups was statistically significant ( $Z=-2.74,P=0.004$ ).

**Conclusion** The application of virtual simulation experimental teaching platform can effectively improve the teaching effect. The platform strengthens students' mastery of theoretical knowledge and largely improves their mastery of operational skills.

**【Key words】** cellular microbiology; virtual simulation teaching; virtual simulation platform; laboratory teaching\*\*\*

\* **【基金项目】** 河北省高等教育教学改革研究与实践项目(No. 2021GJJG342);校级教学改革项目(No. GJ2020310)。

\*\* **【通讯作者】** 魏会平, E-mail: whp123456@sina.com

**【作者简介】** 苏立宁(1983-),女,河北衡水人,硕士,副教授,主要研究方向:医学细胞生物学教学改革。E-mail:1931451387@qq.com

随着现代教育技术的普及和发展,虚拟仿真实验教学已成为一种新的教学方法<sup>[1]</sup>。该技术利用计算机模拟和仿真技术来替代传统的实验室教学或实践操作,以帮助学生学习和理解,已经在诸多领域广泛应用<sup>[2]</sup>。特别是,在一些特殊学科(如临床医学)的专业教学方面,可以突破生物实验的安全性、伦理性等限制,显示出极大的优势<sup>[3-4]</sup>。

医学细胞生物学作为基础性学科之一,在医学生的教育培养过程中十分关键。学习研究与医学有关的微生物细胞的生物特性、致病性和免疫机制以及特异性诊断防治措施,可以指导临床控制和避免感染性疾病的传播和与之有关的免疫损伤<sup>[5]</sup>。然而,在实际教学过程中,师生均需要面对微生物种类繁多、操作流程复杂、部分甚至存在致病风险等挑战<sup>[6]</sup>。不同生物学实验需要在不同安全级别的实验室开展,特别是对于实验条件受限的院校,相关教学工作的开展十分困难,严重影响了教学质量和效果<sup>[7]</sup>。

本研究针对细胞层面实验教学难题,利用医学细胞生物学虚拟仿真实验平台,使学生易于从细胞层面掌握传染性微生物发病机制,通过比较传统实验和虚拟仿真实验,评估学生的学习成绩、参与度和反馈。

## 1 教学方法

传统教学方式组按照教学大纲的要求,利用PPT课件和课本讲义向学生讲授该章节的内容。在课堂上,师生交流多通过问答方式,互动较为有限。虚拟仿真教学组是基于Labster开发的虚拟仿真教学软件,借助该平台向学生讲授。两组除教学方式存在差别外,其余均保持一致。

虚拟仿真教学软件的搭建:运用Unity3D引擎开发,将信息化、数字化、可视化技术引入细胞生物学教学培训中。主要包括以下关键步骤:(1)项目规划与需求分析,明确虚拟仿真教学软件的功能和特性。(2)制定虚拟场景设计方案,包括细胞实验室的布局、设备、工具和实验场景。创建细胞、微生物或生物分子的模型,确保模型真实、精确且可交互。(3)开发交互式功能模块,实现虚拟实验的交互功能,包括实验操作、设备使用、样本处理等交互性操作。(4)开发交互式模块,例如物体拾取、触发事件、碰撞检测等,以增强用户体验。(5)引入教学内容与资料,导入课程相关的教学内容和资料,包括文本、图像、视频、音频等多媒体资源。(6)将教学内容嵌入到虚拟场景中,使学生可以在实践中学习相关知识。(7)优化用户界面与体验,设计用户友好的界面,确保操作简单、易懂,提高用户的使用舒适度和便捷性。进行用户体验测试,收集反馈,优化和改进用户界面和交互设计。(8)实施系统测试与调试,进行系统级测试,包括功能测试、性能测试、兼容性测试等,确保软件稳定性和功能完整性。(9)对虚拟仿真环境进行调试和持续优化。

## 2 教学评估

从以下方面对教学质量进行评估:①章节测试考核:通过设置不同类型考题,考查学生对教学内容的理解和掌握程度。为了避免考试的影响,所有学生采用传统试卷进行考核(满分100分)。②课堂参与度评分:教师通过出席情况(15分)、课堂讨论参与度(30分)、合作与协作能力(30分)、课堂笔记(10分)、提问能力(15分)等方面评价学生的课堂表现,满分100。③教学效果满意度评价:通过匿名问卷调查方式,从学习兴趣、

理论知识掌握情况、团队协作能力、自主学习能力和自我展示能力提升等5个方面评价学生对教学的满意度,每个方面设有“满意”和“不满意”2个选项。④教学总体满意度分为优秀、良好、及格、不及格4个等级,教学总体满意率=(评“优”人数+评“良”人数+评“及格”人数)/总人数×100%。

## 3 统计分析

所有数据的分析均使用SPSS 22.0软件实现。计量资料以平均值±标准差表示。组间比较采用t检验;计数资料以例数或者百分比表示,组间比较采用卡方检验;等级资料采用曼-惠特尼秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 4 结果

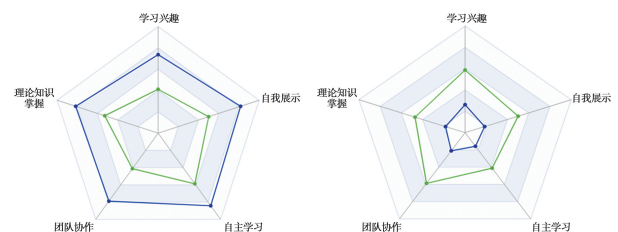
测试考核成绩比较,传统教学方式组学生和虚拟仿真教学组学生的课前成绩分别为(85.06±4.95)分和(85.21±3.52)分,成绩差异无统计学意义( $t = -1.07, P = 0.286$ )。该章节课程结束后的考核成绩分别为(85.17±3.65)分和(91.24±1.26)分,传统教学方式组成绩显示低于虚拟仿真教学组成绩( $t = -8.41, P < 0.01$ )。

比较两组学生课堂参与度,结果显示,在出席情况和课堂笔记评分方面,两组学生之间差异无统计学意义。但在课堂讨论参与度、合作与协作能力,以及提问能力方面,虚拟仿真教学组学生表现明显优于传统组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ )。此外,虚拟仿真教学组的课堂参与度总分也明显高于传统组,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),见表1。

表1 两组学生课堂参与度比较  
Table 1 Comparison of classroom participation between two groups of students

项目	传统教学方式组	虚拟仿真教学组	t	P
出席情况	15.00±0.00	15.00±0.00	-	-
课堂讨论参与度	23.25±2.13	25.05±3.17	-4.06	<0.01
合作与协作能力	24.76±2.51	26.01±2.73	-4.91	<0.01
课堂笔记	9.44±1.05	9.87±0.79	-1.11	0.192
提问能力	11.01±3.18	12.73±2.64	-6.86	<0.01
总分	80.71±1.28	90.63±3.22	-10.03	<0.01

对两组学生的不同维度的能力比较显示,虚拟仿真教学组学生在对章节内容的学习能力、理论知识掌握能力、团队协作能力、自主学习能力及自我展示能力等5个方面的均高于对照组,两组比较差异有统计学意义,见图1。



左图为满意度,右图不满意度。蓝线为虚拟仿真教学组,绿线为传统方法教学组。图中点表示不同维度评分百分比。

图1 两组学生对教学效果的满意度评价图

Fig. 1 Two groups of students' satisfaction evaluations of teaching effectiveness

教学总体满意度评价显示,虚拟仿真教学组对教学的总体满意率显著高于传统教学方式组,差异有统计学意义(表2)。

表 2 两组学生对教学总体满意度评价的比较  
Table 2 Comparison of overall satisfaction evaluation of teaching between two groups of students

分组	优秀	良好	及格	不及格	总满意度	Z	P
传统教学方式组(N=59)	38	19	2	0	100%	-2.74	0.004
虚拟仿真教学组(N=59)	30	15	7	7	89%		

进一步对比分析了影响两种教学方式总体满意度的因素,包括学习时长,学习灵活度,教学资源,教学内容和教学形式,发现在所有影响因素中,虚拟仿真教学组在学习所需时长方面的认可度低于传统教学方法。其他方面的认可人数均高于传统教学组。

### 5 讨论

随着现代教育技术的普及和发展,虚拟仿真实验教学已经成为一种全新的教学方法<sup>[8-13]</sup>。通过参与者和虚拟环境的交互,基于自身的感知实践可以全面地理解虚拟环境中蕴含的各种空间和逻辑信息,并对无法具象化的实际问题有更直观的认识<sup>[14-19]</sup>。在医学教育领域,在细胞层面掌握传染性病原微生物的致病性和传播方式对医学生至关重要。尤其是,传统的实验室教学面临着一系列挑战,包括生物安全问题、资源限制和时间限制<sup>[20-22]</sup>。虚拟仿真实验作为一种替代教学方法,可以提供更安全、灵活和可重复的教学体验,具有极大的优势<sup>[23-27]</sup>。本研究显示,虚拟仿真授课模式下学生的学习成绩、课堂参与程度、满意度等均有显著提高,学习效果比传统授课方式更好。证明了该教学模式的科学性和有效性。作为传统课堂的有效补充,打破了传统授课方式的局限性。

在本研究中,通过虚拟仿真教学模拟来激发学生的兴趣和好奇心,促使学生更积极地参与到教学中。学生可以根据自己的学习进度和兴趣,选择不同难度和内容的实验项目进行学习。我们发现,接受该方法教学的学生比传统教学方法组学生课堂参与度更高。尤其是在课堂讨论参与度、合作与协作能力、提问能力方面,虚拟仿真教学组明显优于传统组。这主要是由于该方法的应用可以通过模拟真实情境引起学生兴趣。该组的学生普遍反映虚拟实验更容易理解也更有兴趣。同时,虚拟仿真实验提供了更多的操作机会,并允许不断试错和重新尝试。让学生能更容易获取实践经验,增强学习的动机和效果。基于虚拟环境下的教学方法能更加灵活多样,让学生从不同的角度认识事物,提高学生的认知能力和实践能力,从而更好地实现学习目标。

虚拟仿真实验教学平台增强了教学效果,促进了实验教学改革。已有研究表明,虚拟仿真教学在医学教学、考核、自主学习等方面具有辅助作用<sup>[28-32]</sup>。本研究显示,经过虚拟仿真实验教学后,实验组的学生在对于教学效果的满意度和总体满意度方面优于对照组,虚拟仿真实验系统的使用提高了学习兴趣、理论知识掌握情况、团队协作能力、自主学习能力和自我展示能力提升,表明教学设计是有效的。该平台可以在细胞层面准确地呈现传染性病原微生物的生物学特点和临床致病过程,学生可以以无创、无风险、可重复的方式直观学习。

通过问卷的反馈,所有的学生认为虚拟仿真实验平台对学习的帮助超过 90%。学生乐于接受这种学习方法,并希望能增加更多的教育内容。虚拟仿真教学是高等教育改革的一项重要内容,是实验教学示范中心的重要组成部分,是学科与信息技术

相结合的产物<sup>[33-35]</sup>。虚拟仿真教学与现实相结合,可以相辅相成,显著提升临床专业实验教学效果,有利于教育资源的共享与优化。此外,还可以调动学生参与实验教学的积极性和主动性。将信息技术应用于实验教学,建立开放式、网络化的虚拟仿真实验教学系统,建立培养模式,可以有效弥补传统实验教学的不足。该虚拟仿真平台能够有效提升教学质量,并促进高校实验教学的发展。

### 【参考文献】

- [1] 王恩漫,刘伟,常凤军,等. 病原生物学实验教学中虚拟仿真方法的应用研究[J]. 中国病原生物学杂志,2022,17(8):991-993.
- [2] Wang Q, Li C, Xie Z, et al. The development and application of virtual reality animation simulation technology: Take gastroscopy simulation system as an example[J]. Pathol Oncol Res, 2020, 26(2):765-769.
- [3] Sun H, Wang P, Li Y. An integrated microbiome project for charactering microbial diversity in classroom based on virtual simulation experiments[J]. Biochem Mol Biol Educ. 2023 Mar;51(2):171-179.
- [4] Zhou C, Lewis M. A mobile technology-based cooperative learning platform for undergraduate biology courses in common college classrooms[J]. Biochem Mol Biol Educ, 2021, 49(3):427-440.
- [5] 郭亮,张成林,赵英,等. 基于群体协同交互式学习模式的“微生物生理学”虚拟仿真实验教学方法[J]/OL. 微生物学通报:1-8[2023-10-22].
- [6] Hsu JL, Rowland-Goldsmith M. Student perceptions of an inquiry-based molecular biology lecture and lab following a mid-semester transition to online teaching [J]. Biochem Mol Biol Educ, 2021, 49(1):15-25.
- [7] Jin P, Shu WD, Li L. The research and practice on teaching reform of the comprehensive experiment of microbiology [J]. IJIEET, 2019, 9(11):1304.
- [8] Xu X, Allen W, Miao Z, et al Exploration of an interactive "Virtual and Actual Combined" teaching mode in medical developmental biology[J]. Biochem Mol Biol Educ, 2018, 46(6):585-591.
- [9] 袁一彪,王觉金,林茂辉,等. 构建基于电子标准化病人的虚拟仿真教学平台[J]. 生理学报, 2020, 72(6):730 - 736.
- [10] 李菲菲,刘亚坤,任坤,等. 基于虚拟仿真平台的多维手段在病例讨论教学中的应用[J]. 广州医科大学学报, 2018, 46(5):75-78.
- [11] Zhang X, Yang J, Chen N, et al. Modeling and simulation of an anatomy teaching system [J]. Vis Comput Ind Biomed Art, 2019, 2(1):8.
- [12] 张萍,况琰,庞浩文,等. 基于虚拟仿真技术的混合式教学在心肺复苏教学中的应用研究[J]. 中国医学教育技术, 2023, 37(4):451-457.
- [13] Pezel T, Coisne A, Bonnet G, et al. Simulation-based training in cardiology: State-of-the-art review from the french commission of simulation teaching (Commission d'enseignement par simulation-COMSD) of the french society of cardiology[J]. Arch Cardiovasc Dis, 2021, 114(1):73-84.
- [14] 闫长斌,时刚,张素磊,等. "双一流"和"双万计划"背景下学科、专业、课程协同建设:动因、策略与路径[J]. 高等教育研究学报, 2019, 42(3):35-43.
- [15] Lacey K, Wall JG. Video-based learning to enhance teaching of

- practical microbiology[J]. FEMS Microbiol Lett, 2021, 368(2): fnaa203.
- [16] 岳峰, 李尧, 张宏锋, 等. 虚拟仿真实验教学践行“两创”的路径探索[J]. 中国高等教育, 2023(11): 51-54.
- [17] Zhang G, Liu J, He Y, et al. Modifying *Escherichia coli* to mimic *Shigella* for medical microbiology laboratory teaching: a new strategy to improve biosafety in class [J]. Front Cell Infect Microbiol, 2023, 13: 1257361.
- [18] 李勇向, 张禄清, 郭海霞, 等. 基于虚拟仿真技术的机械设计课程教学改革实践[J]. 生物工程学报, 2022, 38(4): 1671-1684.
- [19] 郭长存, 罗贯虹, 韩英, 等. 模拟医学教育在医学本科临床技能教学中的作用[J]. 中国临床研究, 2017, 30(7): 993-994, 998.
- [20] 李忠玉, 刘良专, 梁瑜等. 多层次综合性医学虚拟仿真实验教学中心的建设与成效分析[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(9): 220-222.
- [21] 岳峰, 李尧, 张宏锋等. 虚拟仿真实验教学践行“两创”的路径探索[J]. 中国高等教育, 2023(11): 51-54.
- [22] Jeremiah D. Evaluation of the hyflex, hybrid, and asynchronous online teaching modalities on student learning in graduate microbiology coursework[J]. FASEB, 2022, 36(S1): R6050.
- [23] Timmis K. A road to microbiology literacy (and more): an opportunity for a paradigm change in teaching[J]. J Microbiol Biol Educ, 2023, 24(1): e00019-23.
- [24] Smyth DS, Broderick NA, Goller CC. Editorial: Community series in tools, techniques, and strategies for teaching in a real-world context with microbiology, volume II[J]. Front Microbiol, 2023, 14: 1156805.
- [25] Joyner JL, Parks ST. Scaffolding STEM literacy assignments to build greater competence in microbiology courses[J]. J Microbiol Biol Educ, 2023, 24(1): e00218-22.
- [26] 黄金玉, 徐能全, 王华京, 等. 医维度虚拟仿真教学平台在系统解剖学理论教学中的应用[J]. 赣南医学院学报, 2022, 42(12): 1338-1340.
- [27] 潘晋, 顾园, 秦啸峰, 等. 虚拟仿真技术在病原生物学实验教学中的应用及探索[J]. 医学教育管理, 2021, 7(04): 389-392, 397.
- [28] 孙琦. 国内外虚拟仿真教学研究进展与比较分析[J]. 江苏科技大学学报(社会科学版), 2022, 22(4): 96-104.
- [29] Moreno ACR, Pasternak TN, Piantola MAF, et al. Real-Lab-Day: undergraduate scientific hands-on activity as an authentic learning opportunity in microbiology education [J]. FEMS Microbiol Lett, 2023, 370: fna062.
- [30] de Sousa EBG, Alexandre B, Ferreira MR, et al. Applications of learning analytics in high schools: A systematic literature review [J]. Front Artif Intell, 2021, 4: 737891.
- [31] 杨闽楠, 邢效瑞, 王光西, 等. 医学微生物学虚拟仿真实验平台建设初探[J]. 基础医学教育, 2018, 20(2): 137-140.
- [32] 刘伯阳, 吕丽艳, 杜凤霞, 等. 虚拟仿真实验在病原生物学与免疫学实验教学中的应用研究 [J]. 齐齐哈尔医学院学报, 2020, 41(17): 2220-2221.
- [33] Hu JP, Wu ZX, Xie T, et al. Applications of molecular simulation in the discovery of antituberculosis drugs: A review[J]. Protein Pept Lett, 2019, 26(9): 648-663.
- [34] Yu L, Wang W, Liu Z, et al. Construction of a virtual simulation laboratory for gene detection[J]. BMC Med Educ, 2023, 23(1): 423.
- [35] 陈晓军, 周莎, 邱竞帆, 等“虚实结合”实验教学模式在人体寄生虫学教学中的应用: 以血吸虫综合实验为例[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2022, 35(2): 180-183.
- 【收稿日期】 2023-10-25 【修回日期】 2023-12-11

(上接 119 页)

- [80] Akoglu H. User's guide to correlation coefficients[J]. Turk J Emerg Med, 2018, 18(3): 91-3.
- [81] Mavridis K, Wipf N, Muller P, et al. Detection and monitoring of insecticide resistance mutations in *Anopheles gambiae*: Individual vs pooled specimens[J]. Genes (Basel), 2018, 9(10).
- [82] Vontas J, Mavridis K. Vector population monitoring tools for insecticide resistance management: Myth or fact? [J]. Pestic Biochem Physiol, 2019, 161: 54-60.
- [83] Ingham VA, Jones CM, Pignatelli P, et al. Dissecting the organ specificity of insecticide resistance candidate genes in *Anopheles gambiae*: known and novel candidate genes. [J]. BMC Genomics, 2018, 19(1): 1-15.
- [84] Riveron JM, Ibrahim SS, Chanda E, et al. The highly polymorphic CYP6M7 cytochrome P450 gene partners with the directionally selected CYP6P9a and CYP6P9b genes to expand the pyrethroid resistance front in the malaria vector *Anopheles funestus* in Africa[J]. BMC Genomics, 2014, 15(1): 817.
- [85] Campos M, Phelan J, Spadar A, et al. High-throughput barcoding method for the genetic surveillance of insecticide resistance and species identification in *Anopheles gambiae* complex malaria vectors[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 13893.
- 【收稿日期】 2023-08-08 【修回日期】 2023-10-15