·教学改革·

虚拟仿真实验平台在医学检验技术实验教学中的应用

赵荣兰　彭效祥
潍坊医学院医学检验学系　261053
通信作者：彭效祥，Email：pxx74@sina.com

【摘要】 医学检验技术实验教学受实验成本高、过程长、形态学教学难度大及临床标本生物安全性等相关限制，导致很多项目无法开展。虚拟实验平台通过整合课程实验、增加实验检测项目、创建形态学检验数据资源库、创建检验仪器设备虚拟操作平台及虚拟实验考核操作平台，可突破常规实验教学在时间、空间及安全性等方面的限制，在实验教学中发挥重要作用。本文就医学检验技术实验教学现状、虚拟仿真实验平台的建设和应用、存在的问题与对策等方面进行了综述，期望为医学检验技术专业虚拟仿真实验平台的建设和应用提供借鉴。

【关键词】 虚拟仿真实验平台；　医学检验技术；　实验教学
【中图分类号】 R-05
基金项目：2019 年山东省高等医学教育研究中心科研规划课题（YJKT201917）；潍坊医学院教育教学改革与研究课题重点项目（2016Z0501）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200214-00484

Application of virtual simulation experiment platform in experimental teaching of medical laboratory technology

Zhao Ronglan, Peng Xiaoxiang
Department of Medical Laboratory, Weifang Medical University, Weifang 261053, China
Corresponding author: Peng Xiaoxiang, Email: pxx74@sina.com

【**Abstract**】 Experimental teaching occupies an important position in the teaching of medical laboratory technology. At present, many experimental projects cannot be carried out due to the high cost and the long process of the experiment, the difficulty of morphology teaching and the biological safety of clinical specimens. Virtual simulation experiment platform can break through the limitations of conventional experimental teaching in time, space and safety by integrating course experiment, increasing the experiment test item, building morphological inspection data repository, the virtual operation platform for inspection instrument and equipment and the virtual experiment assessment operation platform, and play an important role in the experimental teaching. This paper reviews the current situation of experimental teaching of medical laboratory technology, the construction and application, the existing problems and countermeasures of virtual simulation experiment platform, and expects to provide reference for the construction and application of virtual simulation experiment platform for medical laboratory technology in the future.

【**Key words**】 Virtual simulation experiment platform;　Medical laboratory technology;　Experimental teaching
Fund program: Scientific Research Planning Project of Higher Medical Education Research Center of Shandong Province in 2019 (YJKT201917); Key Projects of Educational and Teaching Reform and Research in Weifang Medical University (2016Z0501)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20200214-00484

2013 年教育部启动虚拟仿真实验教学中心建设工作，推动了虚拟仿真实验教学的快速发展[1-2]。医学检验技术专业注重实践性和操作性，实验教学的作用非常重要[3]。目前受实验室场地、临床常用高精尖仪器设备及临床标本生物安全性等相关限制，导致大量临床常用检测项目无法开展，实验教学与临床脱节；大量临床检测项目的增加及检测方法的更新，导致理论知识的更新与实验教学不能同步；实验教学形式较单一、师资相对缺乏、学生实验积极性和参与度不高；加之医学检验技术“五改四”后[4]，学制缩短、课时减少等因素，均制约了医学检验技术实验教学的发展。虚拟仿真实验平台可不受实验资金投入和实验室用房面积的限制，根据专业发展需求不断更新和扩充知识体系和教学资源，实现实验教学与理论知识的更新同步化；学生可随时随地通过互联网终端设备进入虚拟仿真实验平台学习，碎片化时间被充分利用[5]。虚拟仿真实验平台在拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量和水平等方面发挥着越来越重要的作用。

1　医学检验技术实验教学的现状

1.1　根据专业课程分隔实验教学

目前，医学检验技术专业课程的实验教学安排是以课程为单位进行，有利于各门课程理论教学与实验教学的紧密结合和同步化，保证了各课程教学的系统性和连贯性；有利于培养和强化学生基本的实验操作技能。但在实际的临床工作中，医学检验工作者面对的是病人的标本，罹患不同疾病的病人体内会存在复杂的理化、细胞学、免疫学及微生物学等病变，需要进行多指标相关检测及实验结果的综合分析，最终为临床疾病的诊断、鉴别诊断、疗效判断及预后评估提供客观依据。传统的根据专业课程分隔实验教学的形式，已不能满足培养学生这种综合能力的要求，打破课程分离、开设整合课程实验项目势在必行。

1.2　实验内容更新慢、试剂耗材和仪器设备成本较高

目前，医学检验技术各专业课程的实验教学内容更新较慢，与学科发展和知识更新的速度不能同步化，学生较难学习和掌握新的临床检测技术；实验试剂和耗材实现商品化，增加了实验成本，不能满足学生对部分实验重复练习的需求，导致学生的实验操作技能偏低，尤其是某些试剂耗材成本较高的临床常用检测项目无法在实验室开展和普及，使理论和临床实践脱节；随着检验技术的发展，临床检验的仪器设备越来越多，占用面积越来越大，更新也越来越快，而大部分医学检验技术专业实验室面积有限，更新换代较滞后，且仪器设备运行和维护成本较高，也在不同程度上限制了实验教学的发展。

1.3　形态学检验实验教学难度大

形态学检验的实验教学包含内容多、信息量大，涉及临床多种标本显微形态学的内容，主要包括血液、骨髓、尿液、体液、分泌物及排泄物等；实验教学内容繁杂、检测结果变化多样，加之课时和资源有限，都加大了学生学习难度。传统的实验教学，不能保证所有学生都能观察到每个检测标本的真实、全面的形态学内容；同时实验标本无法长期储存和使用，这些因素均导致形态学检验的实验教学效果不理想。

1.4　实验室安全隐患

医学检验技术专业课程的实验教学，从实验试剂的配置到大型仪器设备的操作使用，很多环节都可能给实验室带来安全隐患，甚至危及实验者的人身安全。另外，生物安全也是制约实验教学发展的重要因素。一方面，实验教学中使用的检测标本大多来自临床，标本中可能存在病原体。这导致标本在转运、检测、储藏、销毁等过程中均存在一定的生物安全隐患。这便限制了相关实验检测项目的开展和普及。另一方面，考虑到生物安全因素，检测 HIV、结核分支杆菌、乙肝病毒等高传染性和致病性病原体，大部分医学院校并未将其列入学生实验课内容中。这便导致学生在这些方面的检验技术和能力培养存在一定的欠缺。

1.5　学生全程参与实验过程难度较大

实验课时有限，实验全程耗时较长，因此实验课前准备和预实验主要由带课教师或带课教师带领部分学生完成。大多数学生对实验内容的学习仅限于课上教师已准备好的内容，无法对实验全程进行质量控制和结果分析，阻碍了学生全面理解和掌握实验内容，不利于实验教学目的的达成和教学效果的实现。

2　医学检验技术虚拟仿真实验平台的构建

根据医学检验技术专业人才培养目标和课程设置，分层次、分模块建设，整合形态学资源和各种实

验教学视频资源，构建层次清晰、内容结构完整、易于使用的医学检验技术虚拟仿真实验平台，通过虚拟仿真实验教学弥补传统实验教学的不足。虚拟仿真实验平台可分两个层次，其中第一层次主要包含医学检验技能虚拟实验、医学检验仪器虚拟实验、医学检验形态学数据资源库、虚拟综合考核四大模块；第二层次主要是四大模块下面涉及的多门课程的技能、仪器及形态学虚拟实验[6]。每个虚拟实验包含实验目的、原理、操作视频、实验仿真人机交互操作及关键操作步骤和注意事项，设定实时监测考核点等内容。教师可对学生的整个实验过程进行实时监测和考核；也可在实验完成后借助虚拟考核模块进行考试，及时了解学生对实验内容和操作的掌握情况，有利于把控整个实验教学。

3　虚拟仿真实验平台在医学检验技术专业教学中的应用

3.1　打破课程分离，开设整合课程实验，实现学生全程参与实验

借助临床大而全的案例库，选取典型案例，模拟临床病人检测指标，建立整合课程实验。学生在进行线上虚拟实验时，打破传统的课程分离限制，联合运用多课程的理论内容及实验操作；最后，对结果进行总结和分析，为疾病的诊断和鉴别诊断提供客观依据。虚拟实验操作全程包括：实验前仪器、试剂及耗材的选择和准备；实验中仪器的正确操作、待检标本和试剂的正取处理和移取；实验后结果的分析和判断等。虚拟实验时学生可参与实验全过程，有助于全面理解和掌握所学实验内容。通过虚拟实验的实践，可促进学生对所学多学科知识的融会贯通，提高其综合应用能力。

3.2　增加实验检测项目、降低实验成本、拓宽实验场地

虚拟仿真实验平台，可以不受生物安全、实验经费及实验场地的限制，密切结合临床，增设大量临床常用而实体实验中不能开设或不能反复练习的检测项目，来弥补实体实验在这些方面的检验技术和能力培养的欠缺。虚拟实验所用实验仪器图像采集均以实体为标准，检验仪器操作规范化、可视化，可以直观、清晰地显示实验仪器的每一步操作和注意事项[7]。通过虚拟反复练习及注意事项的强化，不断提高学生的仪器操作熟练度和准确度。另外，虚拟仿真实验平台，无需消耗实体的实验试剂及耗材，只需实时更新实验内容，极大地缩减了实验费用。再者，借助平台大型检验仪器设备 3D 虚拟仿真建模，打破了实验场地和仪器设备对实验项目的限制。

3.3　创建形态学检验数据资源库

针对形态学教学内容比较多、标本收集制作难度大、耗时长且不宜长期保存等问题，分模块或以疾病分类，通过数字切片系统，创建典型的形态学图片数据资源库。如病原微生物形态学检验主要包括微生物形态观察与鉴定、培养和应用等[8]；寄生虫形态学检验主要包括血液、粪便和免疫学检查等[9]；还有血细胞形态学检验[10]等。形态学检验数据资源库的创建，能够有效解决课程资源有限的限制，为学生提供丰富的学习资源，通过反复练习，不断提高学生的形态学检验技能；同时，它也是医学检验技术专业课程实验教学的重要突破和创新。

3.4　创建检验仪器设备虚拟操作平台

将临床医学检验中常用的大型仪器设备的结构、原理、操作、维护及注意事项等，制作成可以交互使用的虚拟数字仪器。学生通过互联网终端设备登录后，可以随时随地使用虚拟实验平台，了解大型仪器设备的结构、原理及维护；同时还可以借助虚拟实验标本的检测，熟悉常用仪器设备的操作及注意事项，且学习不受次数及场地的限制，可反复多次练习，为学生今后实习和工作中实体仪器设备的操作奠定基础。通过检验仪器设备虚拟操作平台的使用，不但可降低因仪器设备操作不当引起的实验室安全问题；还可以帮助学生实时了解并熟悉临床常用的仪器设备，提高学生毕业后的岗位胜任力。

3.5　创建虚拟实验考核操作平台

针对重点实验内容，创建虚拟实验考核操作平台，包括实验原理、步骤、操作、注意事项和结果分析等。学生操作虚拟仪器完成实验的过程中，系统会自动统计操作的对错，虚拟操作结束后按照百分制给出实验考核成绩（总分和每个操作步骤的得分）。虚拟实验考核操作平台，采取过程性评价体系，注重人机交互，可对学生的整个实验过程进行实时监测和考核；同时后台收集的大数据，可帮助教师及时了解和反馈学生操作中的难点和易错点，有利于把控整个实验教学。

4　现阶段虚拟仿真实验平台建设中存在的问题与对策

受技术水平的限制[11]。目前不同软件公司开发

设计的虚拟实验平台各有特点，但是兼容性较差、资源共享和远程访问等问题有待改进；人机交互程度有待提高；实验操作全过程的质量监控系统有待改进和完善。因此需要制定相关的技术标准，规范虚拟实验平台建设，逐步提高软件资源的数据共享和远程访问；规范虚拟实验操作流程，提高人机交互程度；建立实验操作考核的过程性评价体系等，不断提高虚拟实验平台建设水平。

虚实结合程度把握不够准确。在一定程度上过度依赖虚拟实验，没有准确把握“虚实结合、能实不虚”[12]的虚拟实验原则。临床标本不断变化，影响因素复杂，虚拟实验不能充分、准确地反映实际实验；同时仪器操作程序固定化等，均导致实验结果理想化，与实验室真实实验存在偏差。这些都不利于培养和锻炼学生实际环境中的分析和解决问题能力。因此在实验教学安排时，要依据人才培养目标、教学大纲及每个学校现有的实验条件，合理分配虚拟实验比例，真正实现实际操作与虚拟实验合理结合、相互补充的目的。

实验平台利用率和开放共享程度有待提高。有些实验平台建成后，本单位内学生对虚拟实验平台的使用率不高，如何提高学生使用平台的积极性和主动性，是今后虚拟实验平台建设中需要重点关注和解决的问题。可尝试采取将虚拟实验纳入学生课程结业总成绩、虚拟实验操作合格后方有资格进行期末实验操作考核等措施，充分调动学生使用平台的积极性和主动性，提高虚拟实验的教学效果。另外，虚拟仿真实验平台资源具有明确的知识所属权[13]，在保护智力创造性劳动成果的同时，限制了资源的开放和共享，阻碍了虚拟仿真实验平台教学资源的可持续性发展。可从全国层面制定标准和制度，建设虚拟仿真资源共享和管理平台，提高资源的开放程度和共享水平[14]。

专业教师和软件制作技术人员的沟通有待提高。虚拟仿真实验平台建设除了需要大量医学检验技术专业教师团队外，还需要大量计算机专业人员，且二者专业背景差距较大。这就要求在平台建设和使用过程中，要不断加强两者的交流、沟通和合作；否则，专业教师的虚拟实验设想就无法准确、及时地实施和创建。同时平台建成后也需要二者密切配合，根据课程需求不断进行内容的更新和充实。如何有效提高二者之间的沟通，也是虚拟仿真实验平台建设中需要面临和解决的重要问题。通过校企合作研发虚拟仿真实验平台、企业对教师进行技能培训、学校以项目为依托对企业人员进行相关知识培训等方式，可有效提高二者之间的沟通、交流和合作。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明　赵荣兰：论文构思、撰写论文；彭效祥：总体把关、修改论文、审订论文

参考文献

[1] 王森, 高东峰. 在线开放虚拟仿真实验项目建设的思考[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 115-118. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2018.05.030.

[2] 李平. 推进虚拟现实技术应用提高高校教育教学质量[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(1): 1-4. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7167.2018.01.001.

[3] 李旭霞, 孟庆瑜, 隋文. 医学检验虚拟仿真实验教学平台建设模式探索[J]. 科教导刊, 2018(20): 57-58. DOI: 10.16400/j.cnki.kjdkz.2018.07.028.

[4] 陈婷梅, 尹一兵, 冯文莉, 等. 四年制医学检验技术专业的培养目标及教学的思考[J]. 中国高等医学教育, 2014(8): 38-39. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2014.08.019.

[5] 张任平. 基于虚拟仿真实验室的创新性实验教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2017(11): 273-274. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9324.2017.11.126.

[6] 桂芳, 费嫦, 李树平, 等. 基于仿真模拟的医学检验专业技能项目化教学探索[J]. 卫生职业教育, 2017, 35(10): 67-69.

[7] 马洁, 朱伟, 乔正, 等. 医学检验技术专业虚拟仿真实验教学平台的建设及探索[J]. 教育观察, 2017, 6(12): 64-65. DOI: 10.3969/j.issn.2095-3712.2017.12.029.

[8] 王思宇, 徐建国, 张丽红, 等. 微生物学虚拟仿真实验教学模式初构[J]. 高教学刊, 2018(22): 104-106.

[9] 吴健桦, 吴琛耘, 杨杨, 等. 医学寄生虫学虚拟实验软件的构建与应用探索[J]. 基础医学教育, 2016, 18(9): 747-750. DOI: 10.13754/j.issn2095-1450.2016.09.21.

[10] 费嫦, 张荔茗, 桂芳, 等. 医学检验实验教学虚拟仿真平台建设初探[J]. 卫生职业教育, 2015, 33(18): 54-56.

[11] 刘琼, 张韦深, 付裕, 等. 医学虚拟仿真实验教学平台建设的探索[J]. 高校医学教学研究(电子版), 2016, 6(2): 17-20. DOI: 10.3969/j.issn.2095-1582.2016.02.005.

[12] 明仲, 蔡茂国, 朱安民. 虚实结合建设高水平虚拟仿真实验教学中心[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(11): 146-150. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7167.2017.11.036.

[13] 狄海廷, 董喜斌, 李耀翔, 等. 高校虚拟仿真实验教学资源的可持续发展机制研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 236-238. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2018.05.061.

[14] 胡凯, 郑兴福, 陈如松, 等. 江苏高校实验教学示范中心共享平台建设与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(8): 144-147. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7167.2014.08.035.

（收稿日期：2020-02-14）

（本文编辑：唐宗顺）