·教学改革·

# 基于“互联网+”的《临床检验仪器学》虚拟仿真教学实践

陈瑾　黄慧　许健
浙江中医药大学医学技术与信息工程学院，杭州　310053
通信作者：陈瑾，Email：chenjin0425@zcmu.edu.cn

【摘要】《临床检验仪器学》是一门实践性课程，为改变目前教学中实验场地局限、大型自动化检测仪器缺乏等限制，提出《临床检验仪器学》虚拟仿真教学探索思路。本文基于医学检验应用型人才培养目标，形成检验仪器学单个仪器和综合项目训练的虚拟仿真教学设计与管理举措；构建教学效果评价与质量监控的方法，显著提高学生的自主学习能力和综合实践能力；借助互联网共享优势促进医学检验实验教学的内涵建设。

【关键词】互联网+；　虚拟仿真教学；　临床检验仪器学；　智能互动
【中图分类号】R-05
**基金项目**：浙江中医药大学 2022 年教学学术研究项目（AXS22001）；教育部高等教育司产学合作协同育人项目（202101283013）
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210601-01318

**Virtual simulation teaching exploration of clinical laboratory instrumentation based on "Internet +"**

*Chen Jin, Huang Hui, Xu Jian*
*School of Medical Technology and Information Engineering, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China*
*Corresponding author: Chen Jin, Email: chenjin0425@zcmu.edu.cn*

【**Abstract**】Clinical laboratory instrumentation is a practical course. In order to change the limitations of the experimental site and the lack of large automatic testing instruments in the current teaching, this paper puts forward the idea of virtual simulation teaching of clinical laboratory instrument. Based on the training objective of medical laboratory application-oriented talents, the design and management of virtual simulation teaching of single instrument and comprehensive project training are formed. The teaching effect evaluation and quality control method are constructed, which significantly improves the students' autonomous learning ability and the comprehensive practical ability. It further promotes the connotation construction of medical laboratory experiment teaching with the help of Internet sharing advantages.

【**Key words**】Internet + ; Virtual simulation teaching; Clinical laboratory instrumentation; Intelligent interactive
**Fund program:** 2022 Teaching Academic Research Project of Zhejiang Chinese Medical University (AXS22001); Industry-university Cooperative Education Program of Higher Education Department of the Ministry of Education (202101283013)
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20210601-01318

在教育领域，“互联网+教育”促进了教育信息化建设，通过远程教育培训发展，优质数字教育资源共享，支撑教育面向人人、面向社会[1]。因此，未来教育必将是构建在互联网上的数据驱动的新教育。

基于“互联网+”的虚拟仿真实验，通过计算机模拟并创建三维动态视景和行为实体，将学习人员置于模拟实验环境中操作学习，并完成各种实验项目。研究表明，仿真模拟教学能明显改善教学理论与实践脱节的情况，缩小教学与实践的差距，有助于提高学生的操作能力、沟通能力、自主学习能力、

临床思维能力等多种综合能力，目前在医学领域受到广泛重视[2]。医学检验是一门实践性学科，在传授给学生理论知识的同时更侧重技能的培养。临床检验仪器更是涉及各种临床自动化检测仪器的组成结构、工作原理等相关理论知识和技术指导。传统的实验教学已无法完全适应飞速发展的检验仪器及方法学的进步，亟待开展基于“互联网+”的虚拟仿真教学探索。

## 1 《临床检验仪器学》传统教学挑战及改革

医学检验技术专业自“五改四”后，人才培养目标定位于医学检验应用型人才的培养，而《临床检验仪器学》课程顺应医学检验自动化新时代，是每位医学检验人走上临床检验岗位前的必修课程。该课程涉及多学科交叉，要求学生掌握临床常用检验仪器的基本原理、结构、性能、应用和日常维护等，为日后进入临床正确、有效开展检验项目仪器分析奠定基础。目前，临床检验仪器教学多采用课堂讲授与医院见习模式，其面临诸多挑战[3]。首先是教学内容的自限性。临床检验仪器多为高精密度、全自动化复杂仪器，仅书本模式图难以对仪器的详细结构与工作原理进行系统、直观介绍；同时，检验设备更新换代周期缩短、检测原理不断优化等，使得书本内容滞后，对学生的学习与理解造成很大的障碍。其次检验仪器和场地受限。临床检验仪器价格昂贵，维护成本高，无法专门配备在高校教学实验室供教学使用。这无疑限制了学生的专业视野，严重影响将理论知识向实践与操作的转化。此外，尽管目前在教学中以医院作为检验仪器学第二课堂，但因实践课时少、学生数量多，难以让学生有详细观看仪器内部结构及动手操作的机会。这都造成了学生的知识面停留在理论，阻滞了学生对仪器的整体把握。实验教学与临床工作间的巨大差距，使得毕业生进入临床之后，对全自动的检测仪器无从下手，间接地降低了人才培养质量。

基于以上《临床检验仪器学》教学困境，虚拟仿真技术以其交互性、沉浸性、构想性特性，模拟临床检验真实场景，以视频动画展示仪器结构，以数字化三维建模技术还原人机交互，达到学生对仪器和检验过程的标准化操作，提高学生专业技术水平。已有研究报道通过搭建医学检验技术虚拟仿真实验平台，将虚拟现实技术引入《临床检验仪器学》教学中，顺应了现代“学生为主体”的教学理念，解决了传统课堂教学资源匮乏的困境，能较好衔接学校与临床，有助于应用人才和创新人才的培养[3-4]。因此，基于在《临床检验仪器学》教学中引入虚拟仿真技术的必要性和重要意义，本文就本校实际及学生学情，开展基于“互联网+”的《临床检验仪器学》虚拟仿真教学探索。

## 2 《临床检验仪器学》虚拟仿真教学设计

### 2.1 教学目标

为解决传统仪器学教学困境，结合岗位需求特点和专业特点，构建了线上、线下多元化实验教学模式。在教学经费相对有限的情况下，发挥模拟实验的教学优势，克服了实验条件滞后的问题；同时将最新的临床医学知识和技术引入教学中，确保检验仪器学的教学先进性，实现从知识到能力到素质的人才培养目标。

①知识目标：通过虚拟仿真沉浸式学习，学生掌握临床常见检验仪器设备的原理、结构、性能、正确使用方法、仪器的日常保养维护。

②能力目标：通过虚拟仿真交互式学习，增强学生动手实践能力、团队协作能力、分析问题和解决问题能力，培养临床仪器检验工作能力。

③素质目标：通过虚拟仿真实验，一方面让学生了解和掌握相关领域最前沿的先进实验技术，拓宽学生视野，培养学生的创新思维能力；另一方面形成检验仪器质控的管理思维，对每一个检测结果的真实性和可信度负责，增强检验人辅助临床诊断的医者意识。

### 2.2 教学内容

根据四年制医学检验技术专业培养目标，以检验专业工作任务与职业能力要求为依据，对临床检验仪器课程内容进行分解和重构，定制单个检验仪器项目和综合技能模块（图 1）。单个检验仪器从检测原理上划分为光谱分析仪器、电化学分析仪器、色谱质谱分析仪器等；从临床应用上划分为临床血液学检验仪器、临床尿液检验仪器、临床生化检验仪器、临床免疫学检验仪器等。在单个仪器虚拟仿真教学过程中，系统包括实验场景、三维虚拟仪器、配套试剂和虚拟实验等内容，重点介绍原理、操作、结果解读等内容。在综合技能模块，以临床常见白血病分型诊断、人乳头瘤病毒感染诊断、免疫细胞治疗等为例综合考查检验仪器技能。要求严格按照临床工作流程进行，例如编写样本“患者”的临床资料，学生根据临床资料和标本特点首先制订出检验程序，选择适当的检验方法，分析实验结果，进行临床意义解读等。

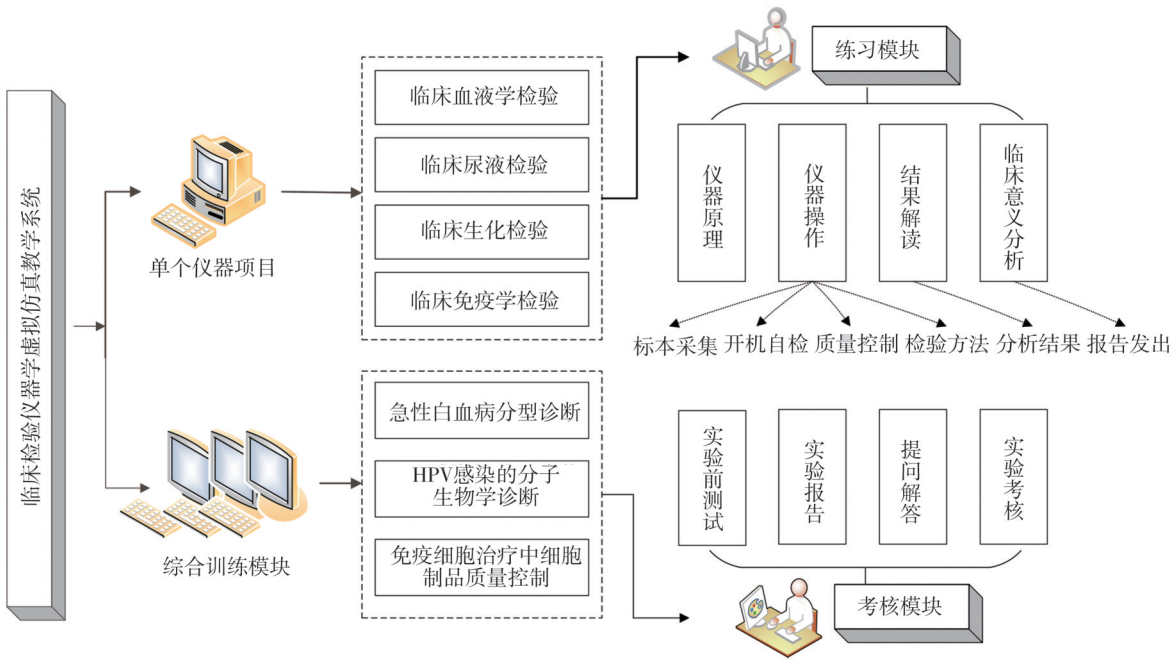



**图 1**　《临床检验仪器学》虚拟仿真教学系统

### 2.3　教学过程设计与管理

根据教学目的，采用基于网络平台的“虚拟仿真实验”来实施临床检验仪器的仿真模拟教学，以“虚”补“实”。与理论课程交叉进行，做到理论指导实践，实践加深理论。虚拟实验设计分练习模式和考核模式。在练习模式，主要包括实验目的、实验原理介绍、实验操作视频、实验仿真交互操作、思考训练及补充知识等模块；系统 3D 仿真模拟标本采集、开机自检、质量控制、选择检验方法、数据采集、分析实验结果、最后发出报告等过程。具体系统包含四大管理模块。

#### 2.3.1　实验预习

系统提供课件、实验指导、仪器设备操作指南、虚拟基本实验操作视频等辅助教学资源，使学生可以自主学习和预习。

#### 2.3.2　实验过程智能指导

通过对学习者实验过程的数据收集和监控，提供智能和人性化的指导，实现“在线教师”的功能。过程中设置纠错环节与互动环节，学生如果全部选择正确就可出现理想的实验结果，但若选择错误或疏漏则结果会出现偏差或无法进行下一步实验。当学生在实验过程中遇到问题时可以通过该系统寻求指导帮助，系统也可以主动对学生在实验过程中的不当操作进行提示，避免发生错误。

#### 2.3.3　实验结果自动批改

从实验平台中获取学生所做的实验结果状态数据，进行数据处理。评价系统根据教师在知识库中预先录入的标准步骤对学生的实验结果信息进行鉴别和批改，并得出结论。

#### 2.3.4　实验教学效果评估

平台自动收集实验前辅助学习、实验过程指导、答疑、实验成绩的相关数据。通过调查问卷收集学生对实验系统、实验设计、学习效果等方面的评价与反馈信息，并进行统计分析。用图表直观展示分析结果，以便进一步改善虚拟实验平台的功能，提高虚拟实验的教学质量。

### 2.4　教学效果评价与质量控制

在虚拟仿真教学效果的评价中，对于学生能力的培养，从两个层面进行评估和反馈。首先是针对教学过程本身，包括学生的操作能力、分析和诊断能力、设计能力及创新能力[5]，在实验前测试、实验报告、提问解答和实验完成后的考核模块中体现（表 1）。其次，在“医教一体”提高医学检验技术专业人才实践教学质量的学科建设背景下，对学生进行综合临床实践模拟评定，全方位监控虚拟仿真教学的效果和质量。

### 2.5　初步实施效果

基于“互联网+”的《临床检验仪器学》虚拟仿真教学改革形成了“多层次、多形式、多内容”的立体化教学体系。通过调整实验教学计划和内容，强调实践教学与应用背景相结合，打破一张试卷定成绩的惯例，构建多元化考核评价体系，切实提高学生

**表 1**　教学考核细则

| 考核要求 | 考核内容 | 评分 |
|---|---|---|
| 实验前测试 | 实验前学习情况和对实验原理的了解，考核基础知识掌握，训练自主学习能力 | 10 |
| 实验报告 | 对实验目的、原理、结果等深层次的理解和分析，考查仪器检验的应用能力；对实验的评价和建议是否完整或具有建设性，拓展创新思维 | 30 |
| 提问回答 | 对操作过程中关键步骤的理解，考查对细节的把握，训练严谨的实验态度和工作责任心 | 10 |
| 考核模块 | 对整个项目内容的掌握程度，对知识、能力和素质目标的综合测验 | 50 |
| 总分 | | 100 |

检验技能。以本校 2017 级医学检验技术学生为示范教学对象，虚拟仿真实验教学前以传统课堂讲授与医院见习模式授课，结束后进行测验。随后引入虚拟仿真实验教学，完成练习再次进行测验。结果表明，4 个班采用虚拟仿真实验教学后，成绩分别提高 22%、25%、8%、5%，总体平均成绩提高 15%。同时，通过课后问卷调查，表明虚拟仿真的应用使学生在学习兴趣、合作能力、实践能力和探索精神方面均有明显提升（图 2）。同时，依托学科竞赛和技能比赛，学生的创新能力和科研思维不断加强。以“赛”促“教”，学生参加国家、省部级技能竞赛获奖十余项，实习单位、用人单位满意度提高。

## 3　思考

基于“互联网+”虚拟仿真实验教学改革探索，让学生真正成为“教”“学”过程的中心和主体。用新形式提高学生兴趣，让知识“活”起来；用互动功能增强学生参与，让学生“走”进来；促进师生交流，让师生“动”起来。

首先，整合教学资源，打破了课程界限。《临床检验仪器学》服务于临床基础检验学技术、临床血液学检验、临床生物化学检验技术等专业核心课程。其建立了以综合能力培养为核心的虚拟仿真实验教学体系，加强了多课程交融的综合性、设计性、创新性实验训练，拓展了原先每门课程孤立、分散的实验模式，有助于提高学生的操作能力、沟通能力、自主学习能力、临床思维能力等多种综合能力。

其次，增强了学生学习的能动性，提高了教学水平。在线互动与虚拟仿真教学加强资源开放与共享，拓展学习空间和时间，真正体现了以学生为主体的教育思想，实现了教与学的统一。同时，单一仪器操作学习与综合临床实践模拟相结合，多方面、多角度掌握仪器功能特征，提高了学习效果。

最后，有机融入临床案例和科研成果，准确把握人才培养和教学发展趋势。虚拟仿真系统模拟临床检验的实验环节，在节约大型仪器投入的基础上，让学生熟悉临床检验的工作环节和实验原理，使学生无缝接轨实习前亚临床工作状态。同时，“互联网+”虚拟仿真技术可以深化和拓展学生科研项目的深度和广度，增强教师科研社会服务的能力和效率，成为实践教学改革的新起点。

在今后医学检验学科建设中，将进一步整合资源，推进实验课程体系的改革及内容的优化；处理好线上资源与线下资源、虚拟仿真实验与实体实验、教学内容与教学形式的关系，建立以能力培养为核心的实验教学体系；将临床研究和教学优势纳入本科生实验教学的各环节，有效地培养学生实践创新能力[6-7]。

**利益冲突**　所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明**　陈瑾：论文构思、撰写论文；黄慧、许健：论文修改、校对

**参考文献**

[1] 杨英华. “互联网+”背景下高职院校教育资源库建设创新研究[J]. 中国管理信息化, 2018, 21(18): 214-215. DOI: 10.3969/j.issn.1673-0194.2018.18.102.

[2] 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.

[3] 朱满, 李洪春, 涂建成. 虚拟现实技术在临床检验仪器学实验教学中的应用展望[J]. 中国高等医学教育, 2017(1): 9-10. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1701.2017.01.005.

[4] 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(中旬刊), 2018(20): 57-58. DOI: 10.16400/j.cnki.kjdkz.2018.07.028.

[5] 王志华, 张继红, 曹广胜. 优质实验资源共享环境下的虚拟仿真教学实践[J]. 实验科学与技术, 2017, 15(5): 73-76. DOI: 10.3969/j.issn.1672-4550.2017.05.018.

[6] 万莉, 张红, 吴民泸, 等. 医学检验技术专业虚拟仿真实验室的建设与思考[J]. 国际检验医学杂志, 2020, 41(7): 889-891. DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2020.07.028.

[7] 郭婷, 杨树国, 江永亨, 等. 虚拟仿真实验教学项目建设与应用研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(10): 215-217, 220. DOI: 10.16791/j.cnki.sjg.2019.10.052.

（收稿日期：2021-06-01）
（本文编辑：唐宗顺）