

基于创新能力培养的“生理科学实验”课程教学模式探索与实施

厉旭云, 方瑜, 于晓云, 郑燕, 孙岑岑, 沈静

浙江大学医学院, 浙江 杭州
Email: lixuyun@zju.edu.cn

收稿日期: 2020年11月12日; 录用日期: 2020年11月25日; 发布日期: 2020年12月2日

摘要

高校实验教学以人才培养为目标, 以创新能力培养为核心。生理科学实验课程围绕研究型大学培养具有高素质创新人才的目标, 整合多学科理论知识和实验研究方法, 设计涵盖基础性实验、综合性实验和创新性实验多层次相结合的教学内容, 采用在线学习、翻转课堂和现场实验相结合的混合实验教学方式, 构建自主学习、自主实验和自主创新实践的实验教学体系, 在创新人才培养的实践中, 取得了良好的效果。

关键词

创新能力, 实验教学, 自主学习, 翻转课堂, 生理科学

Exploration and Implementation of the Teaching Mode of “Experimental Course of Physiological Sciences” Based on the Cultivation of Innovative Ability

Xuyun Li, Yu Fang, Xiaoyun Yu, Yan Zheng, Cencen Sun, Jing Shen

School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou Zhejiang
Email: lixuyun@zju.edu.cn

Received: Nov. 12th, 2020; accepted: Nov. 25th, 2020; published: Dec. 2nd, 2020

Abstract

The experimental teaching is based on the aim of colleges and universities at cultivating talents and the core of cultivating innovation ability. The physiological science experimental course fo-

cuses on the goal of cultivating high-quality innovative talents in research-oriented universities, integrates multidisciplinary theoretical knowledge and experimental research methods, and designs teaching contents that cover basic experiments, comprehensive experiments and innovative experiments at multiple levels. This course adopts the experimental teaching method of online learning, flipped class model and field experiment, thus constructing an experimental teaching system of independent learning, independent experiment and independent innovation practice, which has achieved good results in the practice of cultivating innovative talents.

Keywords

Innovation Ability, Experiment Teaching, Autonomous Learning, Flipped Classroom, Physiological Sciences

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

国家大学生创新性实验计划是高等学校本科教学质量工程的重要组成部分，该计划的实施旨在探索建立以问题和课题为核心的教学模式，倡导以学生为主体的创新性实验改革，调动学生的主动性、积极性和创造性，激发学生的创新思维和创新意识，逐渐掌握思考问题、解决问题的方法、提高其创新实践的能力。教育部明确提出加快推进现代信息技术与医学教育教学的深度融合，以学科建设为载体，加强科研实践和创新创业教育，促进专业教育与创新创业教育有机融合，开展基于问题导向的小组讨论式教学，深入推进以学生自主学习为导向的教学方式方法改革，完善以能力为导向的形成性与终结性相结合的评价体系，培养一流人才。实验教学作为连接理论知识和实践能力的桥梁，是掌握运用已知知识、探索获取未知知识的重要教学方法，是培养学生创新意识、科学研究能力的重要环节[1] [2] [3]。进行实验教学的改革与创新，建立以学生为本、以创新人才培养为核心目标的实验教学体系，是适应新形势下人才培养的需要[4]-[9]。本文以生理科学实验课程为例，介绍创新性实验课程的教学体系改革与成效。

2. 课程教学设计

2.1. 课程教学目标

生理科学实验是将生理学、病理生理学、药理学课程的实验教学内容抽离、整合而成的独立设置实验课程：是医学生的一门必修课程。依托我校综合性大学“以人为本、整合培养、求是创新、追求卓越”的办学理念和医学院“适应医药卫生发展需求，以胜任力为导向，培养具备良好人文、科学素养和职业操守，具有扎实专业知识、优秀临床能力和国际竞争力的创新型高素质医学人才”的人才培养目标，课程整合多学科理论知识和实验研究方法，以医学科研基础为起点，开设创新实验项目，培养学生的科研实践能力和创新能力[10] [11] [12]。

2.2. 课程架构

实验课程是巩固和综合运用理论知识、培养学生实践操作能力和创新能力的重要途径。生理科学实验课程将学院人才培养目标融入实验教学，以医学科研的基本理论、基本技能为起点，通过基础性实验

和综合性实验的训练夯实科研基本知识和技能，继而开展自主创新性实验项目，构建多层次、阶梯式教学体系，旨在培养学生的科研实践能力和创新能力。

2.3. 教学内容与教学设计

生理课实验课程教学内容由基本理论、虚拟实验、基础性实验、综合性实验、自主创新实验五个部分构成。基本理论介绍科研的基本程序、实验设计、数据统计、论文写作、实验动物和动物实验技术、常用仪器的原理和使用等内容，是开展基础性实验、综合性实验和创新性实验的基础。仿真实验系统共有 52 项实验，学生可在校园网络覆盖环境下自主完成指定项目。基础性实验、综合性实验和自主创新性实验是课程的核心内容，自主创新性实验项目由学生自主立项、竞争立项并实施完成。

2.3.1. 基础性实验、综合性实验的教学内容和教学设计

基础性实验、综合性实验项目涉及神经、肌肉、呼吸、循环、消化等各大系统，综合生理学、药理学和病理生理学的学科知识和实验技术，共开设 11 项动物实验(表 1)。课程以全新的实验教学设计对传统的经典动物实验教学内容进行改革与创新，从实验问题的探究出发进行教学设计，主要培养学生知识的综合运用能力、科研的基本知识和技能，为后续的自主创新性实验夯实基础。

Table 1. Basic and comprehensive experimental projects for the physiological science experiment course
表 1. 生理科学实验课程开设的基础性、综合性动物实验项目

为什么蟾蜍坐骨神经干双相动作电位不对称？
一块骨骼肌能举起自身重量几倍的物体？
小鼠缺氧耐受性实验
小鼠 CO、亚硝酸盐中毒的解救
如何用工具药鉴别乙酰胆碱、氯化钡等药物？
如何治疗小鼠惊厥？
家兔动脉血压稳态机制的探究
肾上腺素能抗哪些降低蟾蜍心肌收缩力的因素？
家兔肾功能损害对药物清除有什么影响？
为什么肝脏损伤病人临床用药要减量？
吸入气异常、酸中毒、麻醉品对家兔呼吸有何影响？

该部分教学采用基于问题的实验设计为主线进行层层推进。下面以“蟾蜍神经干双相动作电位为什么不对称？”实验为例，按问题的引入、实验设计、实验方案三个部分进行教学设计的说明。

1) 问题的引入与探究蟾蜍坐骨神经干动作电位实验是一个经典的生理学实验项目，传统的实验教学一般进行动作电位幅度、时程、传导速度的观察和测量，对于动作电位波形特征的形成机制并不进行深入的探讨。本课程在该实验教学的设计中引入问题“蟾蜍神经干双相动作电位为什么不对称？”，引导学生进行动作电位波形特征形成机制的理论探究，提出兴奋的神经纤维数量、动作电位的传导速度、正相波与负相波的叠加三个影响因素的假设。

2) 实验设计根据提出的三个假设，进行实验的专业设计和统计学设计。专业设计介绍受试对象即实验动物和标本选择，神经实验的方法和技术，动作电位的幅度、时程、传导速度等各项指标的意义，验证三个假设因素的处理方法。统计学设计则介绍实验设计方法的选择、样本数、统计方法的确定依据。

3) 实验方案根据实验教学条件, 将实验设计细化成可操作的具体实验方案。该部分主要介绍生物信号采集处理系统和神经干标本盒的使用、蟾蜍坐骨神经干标本的制备方法, 确定神经纤维数量、兴奋传导速度、正相波和负相波叠加三个假设验证的各项处理以及数据的采集和统计等内容。

2.3.2. 自主创新性实验项目教学内容和教学设计

开展以指导教师专题讲座为引导, 以研究团队和实验中心为基点, 学生自主完成创新性实验。指导老师以所在研究中心的大领域为切入点, 为学生介绍多样化、前沿性的研究背景和热点, 引导学生开拓思维、查阅文献, 自主完成选题、设计、实验实施、数据统计处理、论文撰写、答辩等在内的科学研究全过程[13]。

3. 课程教学模式

3.1. 基础性实验、综合性实验的教学模式

依托在线课程学习资源和教学实验室平台, 基础性实验和综合性实验围绕“兴趣驱动、压力驱动、成就驱动”进行线上自主学习、翻转课堂和现场实验相结合的混合教学模式。

1) 课前在线自主学习

在线课程导学专栏针对每一个实验项目, 提出待解决的问题引发学生的兴趣, 引导学生自主学习实验相关理论、实验方法技术、设计解决问题的实验方案和实验操作流程等, 给以压力驱动。

2) 翻转课堂讨论和现场自主实验

课堂上, 学生首先进行本项实验相关理论和操作知识测验, 随后进行实验前的翻转课堂研讨。讨论完毕后学生按拟定的实验方案进行现场自主实验, 实验完成后对实验结果进行数据统计汇总, 对实验结果、机制、存在的问题进行研讨。翻转课堂的研讨以学生为主角、小组为单位进行, 教师仅作必要引导与指导。

3) 课后知识深层内化

课后学生围绕实验统计结果进一步分析并独立撰写实验报告, 进行更深层次的知识内化。实验报告参照科学研究论文的格式, 由摘要、关键词、正文和参考文献组成, 其中摘要由目的、方法、结果和结论四个部分构成, 正文则包括背景、实验方法、结果、结论、讨论和实验误差分析六个部分。

3.2. 自主创新实验的教学模式

学生创新能力的培养是一个复杂渐进的过程, 课程在前期安排基本理论、基础综合实验教学, 使学生具备相应的基础知识和技能, 与此同时, 创新实验指导老师发挥项目主导作用, 开展医学科研基础知识和前沿学科领域研究的介绍。学生以小组为单位查阅文献, 自主选题和实验设计, 完成创新实验申报书, 每个班级通过小组竞争立项确定 1~2 个优秀项目, 班级学生在老师指导下进行项目的自我管理 with 实施, 以小组为单位进行项目结题答辩, 独立撰写项目研究论文。整个过程涵盖医学科研选题、立项、实施、答辩和撰写科研论文的全流程。

4. 教学资源建设和教学质量保障

课程组、实验中心和医学院共同建设课程网站、计算机虚拟仿真实验教学系统、开放式创新实验平台, 为学生自主学习、自主实验和自主创新实践构建实验教学环境与支撑体系。

4.1. 线上教学资源为学生自主学习创造丰富的学习环境

在线课程和教学资源网站在线课程网站由课程导航、基本理论、基础性实验、综合性实验、创新性实验构成, 每个部分由若干项实验项目组成, 每项实验教学内容的资源包括授课视频、课件、翻转课堂

讨论题及规则、在线测验、学习要求、教材和参考资料。教学资源网站内容涵盖仪器设备、实验动物、实验技术操作、数据统计、论文撰写等相关内容。

虚拟仿真实验教学系统运用摄影、摄像、动画制作、生物信号处理、计算机编程技术，首创实景仿真实验技术，使生理科学仿真实验与真实实验的实验现场、实验对象活动、仪器、实验处理、实验数据及动态变化、数据自动分析测量等达到高度的一致性。实验中心老师自主研发的生理科学仿真实验系统目前有 52 项实验，覆盖生理、病生、药理三学科的主要教学实验内容。课程利用仿真实验教学系统开展虚实结合、虚前实后、自主开放的实验教学，优化教学内容，倡导动物实验“减少、替代、优化”原则，减少实验消耗和废弃物排放。

4.2. 开放的自主创新性实验环境

实验室作为教学、科研的基地，在创新人才培养方面具有重要地位与作用[14]，高校科研实验室与教学实验室有机结合，借助科研实验室高水平的仪器和设备，助力本科生创新实验的开展[15]。生理科学实验创新性实验项目实施不受教学实验室场地、课内教学时数的限制，教学实验室对创新性实验项目全天候开放，教学实验室之外的实验研究资源如指导教师的科研实验室、实验动物中心、学院大型仪器共享平台等同样全力支持学生创新性实验项目的开展。

5. 课程教学效果

课程组学期结束发放教学调查问卷，2018 年选课学生 427 人，发放教学调查问卷 427 份，回收有效问卷 391 份。问卷为七级程度量表，1 至 7 分别代表程度由低到高(很低、低、较低、适中、较高、高和很高)。问卷基于专业测评软件“问卷星”生成，学生通过访问超链接或扫描二维码进行匿名评价，“问卷星”自动生成统计结果。

问卷调查结果显示，基础性、综合性实验教学中采用科学问题的引入、思考并设计实验解决问题的教学方法，在提高学生对于科学问题的探究能力方面得分为 5.93 ± 1.13 ，观察能力方面得分为 5.90 ± 1.12 ，较好的提高了学生对于科学问题的探究能力和观察能力，同时，“基于问题的实验设计”的基础性、综合性实验教学在线自主学习、翻转课堂和现场实验的教学模式对于提高学生的学习兴趣得分为 5.71 ± 1.22 ，说明在该方面具有一定的帮助作用(图 1)。

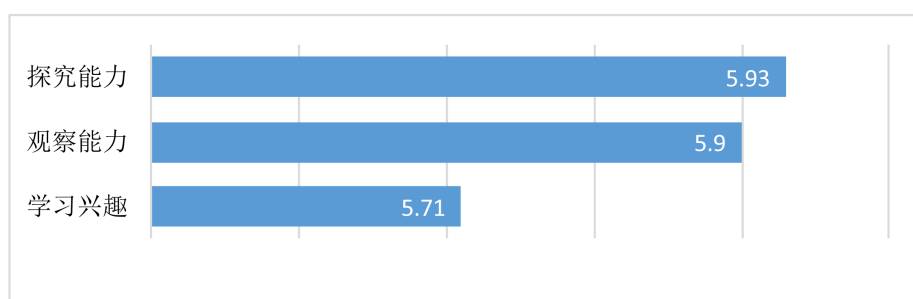


Figure 1. Investigation results of experimental teaching effect of “Problem-based experimental Design”

图 1. “基于问题的实验设计”的实验教学效果调查结果

在课程整个教学过程中，学生需独立完成科学研究论文格式的实验报告 10 篇，创新性实验研究论文 1 篇，调查问卷显示，撰写科学实验报告能力评分为 6.03 ± 1.06 ，说明通过多次实验报告的撰写与教师评阅反馈的训练，学生该方面的能力得到了很好的提高。实验设计和实验结果的分析讨论需要理解运用生理学、病理生理学、药理学、医学统计学等各学科的专业知识，学生认为通过课程的学习对于知识的综

合应用能力有了很大的提高(5.91 ± 1.05)。同时,通过基于问题的实验教学和自主创新实验项目的实施,学生的实验设计能力和科学提出问题、思考问题、解决问题的能力得到较程度的提升(图 2)。

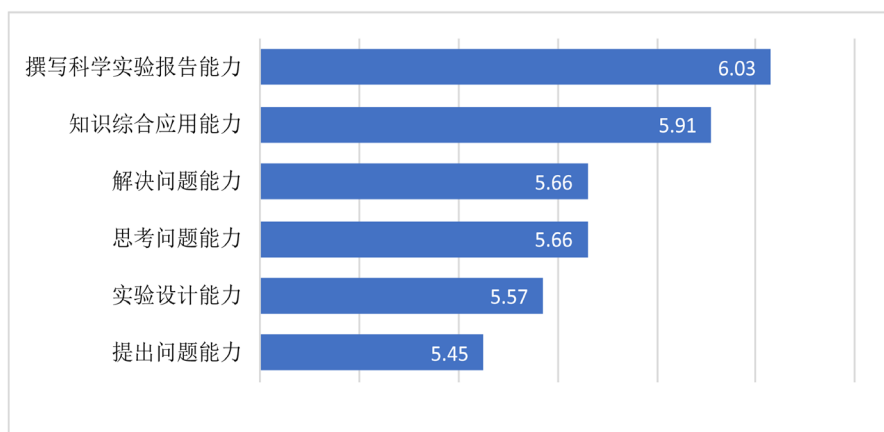


Figure 2. Evaluation of learning effect

图 2. 课程综合学习效果

通过课程自主创新性实验项目的实施,学生在参加创新类竞赛项目中呈现出较大的兴趣及优势。学生通过选拔代表医学院参加“全国大学生基础医学创新论坛暨实验设计大赛”,在最近的 2016 年、2018 年的两届参赛获奖队伍中,基于课程创新实验项目的参赛队伍占到整个医学院参赛队伍的 67%。

6. 结束语

高校是国家培养人才的基地,高校实验室是培养创新人才的摇篮,实验教学应以人才培养为目标,创建有利于培养学生创新能力的实验教学体系[6] [16] [17]。生理科学实验从课程设计、教学内容、教学方法出发,将学科与创新能力培养紧密集合,通过课内与课外结合、自主学习与课堂教学结合、基础训练与创新实践相结合的学习过程,学生的科研思维能力、实验设计能力、科技写作能力显著提高,在创新人才培养的实践中,取得了良好的效果。

相比传统实验教学方式,学生、教师双方都投入了大量的时间和精力,学生的创新能力不能依靠传统的标准答案模式来准确评估,教师和实验技术人员的工作量也难以凭借传统的考核方式来量化[1]。因此,优化实验室资源分配,保障实验经费,建立健全创新性实验教学的评价和激励机制,进一步探索创新性实验教学模式,未来实验教学的改革还有很大的发展空间。

基金项目

浙江大学高等教育“十三五”第一批教学改革研究项目(Zdjg08066, Zdjg08068)。

参考文献

- [1] 陆国栋,李飞,赵津婷,等. 探究型实验的思路、模式与路径——基于浙江大学的探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2015(3): 86-93.
- [2] 张鹏辉,张翠翠,王中方. “电子系统设计与创新创业能力”培养体系的研究[J]. 实验技术与管理. 2019, 36(5): 200-204.
- [3] 刘明,韩梦迪,汪旋,等. 工程教育专业认证下的大学生创新性实验计划实施探索与分析[J]. 实验科学与技术, 2019, 18(2): 1-6.
- [4] 教育部. 教育部卫生部关于印发《本科医学教育标准——临床医学专业(试行)》的通知[Z]. 2008.

-
- [5] 教育部. 教育部、财政部、国家发展改革委联合发布《关于高等学校加快“双一流”建设的指导意见》[Z]. 2018.
- [6] 李颖, 尹文萱. 构建实验教学质量保障体系培养矿业特色创新人才[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(11): 226-229.
- [7] 胡志, 闫洪, 艾凡荣, 等. 基于“卓越计划”的材料成型及控制工程专业创新实践教学体系构建[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(5): 205-208.
- [8] 郑家茂, 熊宏齐, 潘晓卉. 推动学生自主学习构建开放创新实验教学体系[J]. 中国高等教育, 2009(5): 38-41.
- [9] 张莉, 尹龙, 谢红燕, 等. 基于创新创业能力培养的“五位一体”实践教学模式研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(4): 186-188.
- [10] 厉旭云, 梅汝焕, 王梦令, 等. 基于混合学习的生理科学实验形成性评价体系构建[J]. 基础医学教育, 2018, 20(12): 1088-1090.
- [11] 王梦令, 梅汝焕, 厉旭云, 等. 在线课程和现场实验相结合提高学生的综合能力[J]. 实验室研究与探索, 2017(5): 174-177.
- [12] 厉旭云, 王琳琳, 梅汝焕, 等. 生理科学实验课程线上、线下混合教学模式的学习效果评价[J]. 基础医学与临床, 2019, 39(12): 1781-1784.
- [13] 王琳琳, 厉旭云, 梅汝焕, 等. 论创新性实验教学中教师引导作用的重要性——以生理科学实验教学为例[J]. 中国高等医学教育, 2019(1): 43-44.
- [14] 夏有为. 创新机制教科融合为培养高质量创新人才建设高水平实验平台——访北京建筑大学校长张爱林教授[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(11): 1-3.
- [15] 王艳忠, 操应长, 蕙克来, 等. 沉积学实验教学改革和创新人才培养[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(11): 173-176.
- [16] 张媛媛, 孟庆玲, 庞刚, 等. 求发展促创新, 构建基础医学实验教学新体系[J]. 基础医学教育, 2018, 20(10): 876-879.
- [17] 王宗山, 袁鹏丽, 端木琳. 建筑环境与能源应用工程专业自主研究型实验教学模式的实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(10): 219-222.