·教学改革·

# 基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式的构建

姚庆收　张小华　赛思翔　秦加阳　张加余
滨州医学院药学院，烟台　264003
通信作者：姚庆收，Email：yaoqingshou@126.com

【摘要】 **目的**　分子生物学实验技术已经成为探究生物学和医学等相关学科的重要基础工具，探究有效的分子生物学实验教学模式必将提高学生的分子生物学实验技能和自主学习能力。**方法**　以建构主义理论为指导，以分子生物学实验课程为载体，以构建系统的基本的分子生物学实验技术为基本要求，建立引导学生自主预习实验的教学平台。整合优化实体实验项目，增加虚拟仿真实验项目，虚实结合，提高学生的分子生物学实验技能和自主学习能力。**结果**　建立了线上教学平台，有效地引导和提高了学生预习实验的效果，培养了自主学习能力。通过实体实验项目整合优化和虚拟仿真实验项目相结合的实验教学模式显著提高了学生的分子生物学实验操作技能和解决问题的能力。**结论**　建立了基于建构主义的分子生物学虚实结合教学模式，该模式是提高学生分子生物学实验技能和自主学习能力的有效途径。

【关键词】 建构主义；　分子生物学；　实验；　虚实结合；　教学模式
【中图分类号】 R34
**基金项目**：山东省本科教学改革研究面上项目（M2020042）；滨州医学院教学改革与研究项目（JYKTMS2021053，JYKT201926）；2021 年滨州医学院研究生教育教学改革研究项目
DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220329-01273

**Construction of virtuality and reality combination teaching mode of molecular biology experiment based on constructivism**

*Yao Qingshou, Zhang Xiaohua, Sai Sixiang, Qin Jiayang, Zhang Jiayu*
*College of Pharmacy, Binzhou Medical University, Yantai 264003, China*
*Corresponding author: Yao Qingshou, Email: yaoqingshou@126.com*

【**Abstract**】 **Objective**　Molecular biology experimental technology has become an important basic tool for exploring biology and medicine and other related disciplines. We aim to explore an effective molecular biology experimental teaching model which will definitely improve students' molecular biology experimental skills and autonomous learning ability. **Methods**　Guided by the theory of constructivism, with the molecular biology experimental course as the carrier, and with the basic requirements of constructing the basic molecular biology experimental technology of the system, a teaching platform was established to guide students to preview the experiment independently; the physical experimental projects were integrated and optimized and the virtual simulation experimental projects were increased, with virtuality and reality, to improve students' molecular biology experimental skills and autonomous learning ability. **Results**　An online teaching platform has been established, which effectively guides and improves the effect of students' preview experiments, and cultivates the ability of autonomous learning. Besides, the experimental teaching mode combining optimization of physical experimental projects and virtual simulation experimental projects significantly improved students' molecular biology experimental operation skills and problem-solving ability. **Conclusion**　A constructivism-based teaching mode of combining virtual and real molecular biology has been established, which is an effective way to improve students' molecular biology experimental skills and

autonomous learning ability.

【Key words】 Constructivism; Molecular biology; Experiment; Virtuality and reality combination; Teaching mode

**Fund program:** Shandong Province Undergraduate Teaching Reform Research General Project (M2020042); Binzhou Medical University Teaching Reform and Research Project (JYKTMS2021053, JYKT201926); The Research Project of Postgraduate Education Teaching Reform of Binzhou Medical University in 2021

DOI: 10.3760/cma.j.cn116021-20220329-01273

随着学科交叉融合，分子生物学实验技术近年来得到了迅猛发展。培养学生自主学习能力是掌握分子生物学实验技术的有效途径。学生只有具备自主学习能力，才能自主利用各种教学资料获取足够的分子生物学实验技术方法。而目前在实验教学过程中，依旧是以教师的示范教学为主，学生的自主学习能力不够，限制了学生的主观能动性。而实验教学过程中，实体实验教学和虚拟仿真实验教学各有利弊，探究二者的有机融合有助于提升实验教学的质量。以学生为中心的基于建构主义教学理论的教学改革探究引起了广泛关注[1-4]。本科阶段是建构分子生物学基础实验技术的重要时期，提高分子生物学实验教学质量，建立有效的教学模式，必将为培养学生分子生物学实验技能和拓展创新能力提供重要的支撑。本研究以建构主义理论为指导，以培养学生自主学习能力为根本，以掌握基本的分子生物学实验技术为主线，将实体实验项目和虚拟仿真实验项目相结合；以线上网络教学平台为实验理论教学活动平台，延伸实体课堂教学，增加教师与学生的互动时间，进行基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式的探究。

## 1　对象与方法

### 1.1　实验对象

以本校生物技术专业和生物制药专业的分子生物学实验课程为载体，进行教学模式的构建。

### 1.2　基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式构建方法

改变现有分子生物学实验课程单一的实体实验项目教学模式，建立基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式（图 1），为分子生物学实验教学提供长期的支撑。实验教学项目与线上教学平台内容动态更新，为提高分子生物学实验课程的教学质量提供支撑。

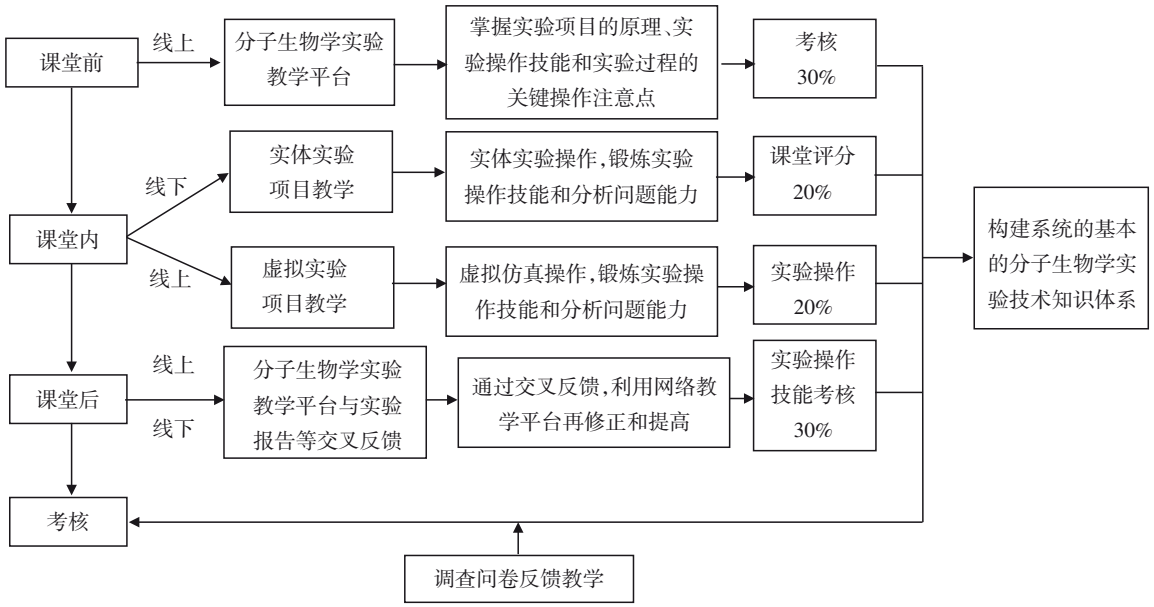



**图 1**　基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式构建流程

**1.2.1**　基于建构主义理论的分子生物学实验教学平台构建

以建构主义理论为指导，以提高学生自主学习能力为最终目标，以构建系统的基本的分子生物学实验技术为基本要求，以学生为中心，以教师指导为引导，建立分子生物学实体项目和虚拟项目的线上教学资源库。对每个实验项目围绕自主学习能力提出建构目标，设置实验项目知识储备要求及与其相契合的练习题、实验项目视频资料和实验项目互动答疑等数据资源。督促学生利用碎片时间借助平台数据资源预先对实验项目进行知识点查阅、思考、分析，掌握实验项目的原理、实验操作技能和实验过程的关键操作注意点。通过练习题提高学生解决问题的能力，拓展其创新思维。

**1.2.2**　“虚实结合”实验项目的整合与优化

分子生物学实验课程是生物技术专业和生物制药专业的专业实验课程，共设置32学时。其囊括常用的分子生物学实验技术，以实验操作锻炼和提高分析问题能力并重；包含基因组提取、质粒DNA提取、酶切、聚合酶链反应（polymerase chain reaction，PCR）技术（又称DNA体外扩增技术）、琼脂糖凝胶电泳、重组转化和筛选等实体实验项目。整合优化后，增加实验项目的综合性、实验技能练习的连贯性，提高学生多个实验知识点综合分析的能力。将原有32学时的实体实验项目优化为24学时。例如，将微量质粒DNA提取、限制性核酸内切酶消化DNA、琼脂糖凝胶电泳分析鉴定及胶回收融合为一个实体实验项目；在基因组DNA提取实验中，增加紫外分光光度计法检测DNA质量的实验操作，形成与琼脂糖凝胶电泳检测DNA质量的比对；将细菌16S rDNA的PCR扩增、产物纯化、DNA片段的体外连接、大肠杆菌转化和蓝白斑筛选实验融合。因实验药品的危险性、实验药品价格、实验项目历时时间、实验仪器等原因不能被选作实体实验项目开展但又在本科阶段必须掌握的一些实验项目，通过虚拟实验项目开展。增加荧光定量PCR仪虚拟操作系统、大肠杆菌crispr基因敲除虚拟仿真实验项目、重组蛋白质的表达分离纯化与鉴定等虚拟仿真实验项目。根据虚拟仿真实验教学建设和分子生物学实验技术的进展，动态更新实验项目。通过实体实验项目的优化，虚拟仿真实验项目的增加，增强实验项目的连续性，增加实验的可操作性和实验现象分析的综合性，提升多角度分析问题的能力。虚实结合，增强分子生物学实验课程的教学效果。

**1.2.3**　考核

有效的考核方式是课程教学的质量保障。从4个方面考核，线上平台数据资源预习占30%，实体实验项目实验报告占20%，虚拟仿真实验项目占20%，实验操作考核占30%。综合成绩100分，60分合格，并要求若有两个方面的成绩低于60分，则综合成绩为不合格，督促学生的主动学习能力。

**1.2.4**　教学反馈

从线上平台数据资源建设、实验项目的整合与优化、虚实结合实验教学模式等方面开展调查问卷分析。对本校2018级和2019级生物技术专业和生物制药专业的学生进行调查问卷分析。统计分析基于建构主义的分子生物学实验虚实结合教学模式的效果，并根据分析结果进一步调整、优化实验教学，不断促进分子生物学实验教学质量的提高。

## 2　结果

**2.1**　建设线上教学平台，为自主学习提供资源

建设了资源丰富的分子生物学实验教学平台，可以查阅实验项目的具体内容、实验操作具体过程、实验操作视频、实验答疑、实验考核、思政元素融入案例等资料，为教学质量奠定了坚实的基础。重点突出单元学习、课程资源和课程活动等环节。以学生为中心，针对不同的实验项目设置具体的问题从而引导学生思考。例如，实验视频找茬可以提高学生的操作技能，实验现象分析可以提高学生解决问题的能力等。激发学生自主学习的兴趣，让学生主动融入实验项目中。调查分析显示，80.2%（65/81）的学生认为平台建设资料能够满足实验教学需求，有助于节约自己搜索资料的时间。以此资源为基础，通过师生互动，学生充分利用碎片时间进行自主学习，通过实验答疑和考核，提高了学生对实验现象和实验结果的分析能力，促进了学生提出问题、分析问题和解决问题的能力，在潜移默化中提高了创新能力。89.1%（57/64）的学生认为平台中的讨论板块为自己理解和掌握实验项目提供了非常好的信息来源，基本能够解决自己在实验过程中遇到的问题，可以将实验中遇到的问题放置在平台中讨论，提高了对实验的理解。平台设置的内容持续更新和动态调整，能更有针对性地提供教学资源。

平台的建设拓展了师生交流的空间，成为教学相长的新基地。

**2.2** 引导学生提高自主学习能力

以自建的线上平台为依托，通过发布实验项目要求、作业、小测和问题讨论等，督促和激发学生主动查阅资料、探究实验项目的动力，并赋予一定比例的考核成绩，增加约束。例如，在实验项目关键知识点上设置有针对性的问题，引导学生查阅资料，自主解决问题。这既增加了实验预习的针对性，又提高了学生自主学习的能力。88.2%（75/85）的学生认为自主学习能力非常重要，较强的自主学习能力是提升个人能力的重要基础。93.2%（68/73）的学生认为设置针对性强的问题对预习实验起到了关键作用，提高了预习的效率，有助于掌握和理解实验，激发解决问题的兴趣，使其自觉融入自主学习的乐趣中。例如，质粒的提取实验，在平台中设置问题“溶液Ⅰ（重悬溶液）、溶液Ⅱ（裂解溶液）和溶液Ⅲ（中和溶液）在质粒提取过程中各有何作用？这3种溶液加样顺序是否有要求？与实验原理有何关系？”。只要解决了这些问题，学生就会从知其然跳跃到知其所以然。

**2.3** 实验项目虚实结合优势互补，有效提高了教学质量

实体实验项目重新整合和优化后，更为连贯和综合，增加了实验操作的连续性和实验分析的难度，强化了实验操作练习，提高了分析能力。调查结果表明，92.9%（79/85）的学生认为实验项目设置合理，通过实体实验项目的学习，实验操作得到系统训练，实验分析更加综合，提高了知识的综合运用能力；整个课程实验项目前后衔接，提高了对分子生物学实验技术的整体理解，而不是单纯的互不相关的实验操作。虚拟实验项目的云端操作，拓展了学生学习的空间，增加了在实验室内难以实现的实验项目，使学生能够在有限的课上时间掌握更多的分子生物学技术。通过实验项目的虚实结合，弥补了实体实验项目和虚拟仿真实验项目各自的不足，有效地提高了分子生物学实验课程的教学质量。

## 3 讨论

目前，在分子生物学的实验教学过程中，教师的示范教学依旧占据主体地位，缺乏引导学生自主学习的环节，不能有效激发学生参与实验课堂的积极性。为解决这一问题，本校对分子生物学实验教学进行改革，建立适应课程需求的资源丰富的线上平台，为学生的自主学习提供引领，保障学生在有限的学习时间内能够有目的性地获得与实验课程教学相对应的参考资料。这既提高了学生的自主学习能力，又节约了学生的学习时间。平台资料保持动态更新，既保障了教学内容的前瞻性，又为分子生物学实验教学提供了长期的支撑。本文构建的线上教学平台充分显现了这种效果，通过该平台的实验预习，有效地提高了学生对实验知识的掌握，增强了学生提出问题、分析问题和解决问题的能力，引导学生提高了自主学习能力。

实体实验教学和虚拟仿真实验教学各有利弊，探究二者的有机融合有助于提升实验教学的质量。实体实验项目教学优势在于学生能够真正地参与到实验过程中，充分锻炼实验操作技能。但是，纯粹的实体实验项目教学也存在诸多弊端。首先限于实验场地和实验仪器，能够开设的实验项目往往只能限于一些基本的、低层次的实验项目；其次由于实验药品的危险性、毒性或者价格昂贵等，有些实验项目也不能被选作实体实验项目开展；再次，有些实验项目由于历时较长，无法满足实验课程学时安排，也不能满足实验教学的需要[5-6]。而近些年随着网络教学平台在教学中的大规模应用，对教学带来了重大革新，对实验教学也提供了新的途径和平台[7-9]。通过网络教学平台，选择与教学课程相贴切的虚拟仿真实验项目，可以将不能在实体实验项目中进行的项目进行仿真教学，极好地解决了实体实验项目带来的教学限制[10-12]。虚拟仿真实验教学的缺点是学生不能真实地通过操作实验仪器得到实验结果，缺少真正的实验操作技能锻炼。这些问题的解决需要综合考究实体教学项目和虚拟仿真实验项目的优缺点，探究新的实验教学模式。本文通过虚实结合教学模式，有效地融合了两者的优点。经过改革后，学生实验操作得到系统训练，实验分析更加全面，提高了知识的综合运用能力；整个课程实验项目前后衔接，提高了学生对分子生物学实验技术的整体理解，构建了系统的基本的分子生物学实验技术知识体系，提高了学生的实验操作水平，拓展了实验教学的内容。

本校建立了基于建构主义的分子生物学虚实结合教学模式。该模式是提高学生分子生物学实