

# 探讨分子生物学虚拟实验的构建要素

德伟<sup>1</sup>,王子杰<sup>2</sup>,陈雅<sup>2</sup>,徐爱明<sup>2</sup>,沙珊<sup>2</sup>,张爱萍<sup>3</sup>

(1. 南京医科大学生化与分子生物学系, 江苏南京 210029; 2. 南京医科大学第一临床医学院, 江苏南京 210029; 3. 江苏省捷达软件工程有限公司, 江苏南京 210024)

**摘要:**随着虚拟实验技术的发展,虚拟实验逐渐成为分子生物学教学改革的方向之一。南京医科大学生化教研组构建了一套分子生物学虚拟实验,具备界面友好、操作性强,素材、动画写实性,实用性,内容微观性以及测试性等要素,在试点教学中广受师生好评。

**关键词:**分子生物学;虚拟实验;构建要素

中图分类号: G642.423

文献标识码: A

文章编号: 1671-0479(2013)02-166-003

doi:10.7655/NYDXBSS20130219

## 一、构建分子生物学虚拟实验的意义

分子生物学是研究核酸、蛋白质等生物大分子的功能、形态结构特征及其重要性和规律性的科学,是人类从分子水平上真正揭开生物世界奥秘的基础学科<sup>[1]</sup>。分子生物学是以实验技术为基础,理论与技术密切结合的一门实践课程。但传统的分子生物学实验教学,由于实验周期长、成本高、教学难度大等因素,限制了其在高校的普遍开展。随着虚拟实验教育的发展及各院校教育环境的改善,通过电脑创建虚拟学习环境辅助分子生物学理论与实验教学已成为教学改革的方向之一。

## 二、国内构建分子生物学虚拟实验的现状

分子生物学虚拟实验教学是将实验内容在计算机上重现,实验所用的仪器、试剂和耗材的图像采集均以实体为标准,应用大量文本、图像、逼真动画、多种视频和音频素材及丰富的人机交互方式,为学生构造一个仿真的实验环境,从而实现虚拟实验的真实性和操作性<sup>[2]</sup>。在国内,复旦大学、南京医科大学、第二军医大学、南方医科大学等高校都在根据自身的教学需求构建分子生物学虚拟实验。

南京医科大学生化与分子生物学系自2006年起构建分子生物学虚拟实验,连续六年在研究生、七

年制、南亚留学生中开展分子生物学实验教学虚实结合的试点,取得了教师和学生的一致好评,并获得江苏省教育厅多媒体课件比赛三等奖。

## 三、构建本套分子生物学虚拟实验的要素

近年来,我们依据最新的分子生物学教学大纲,结合本校研究生分子生物学实验教学经验,构建了新版分子生物学虚拟实验,充分体现了虚拟现实技术多感知性、真实性、互动性、操作性等特点。在2010年全国第二届生物化学与分子生物学教学研讨会、2011年华东六省一市生物化学与分子生物学学会、2011年江苏省生化与分子生物学实验教学交流会上,我们曾分别演示了本套分子生物学虚拟实验的部分内容,获得全国各院校的专家和老师的广泛好评,同时也收获了很多宝贵的修改意见。现将我们构建本套分子生物学虚拟实验的要素总结如下,以供各高校同行参考和指正。

### (一)虚拟界面设计友好,可操作性强

本套分子生物学虚拟实验的操作界面设为一级界面、二级界面和三级界面。一级界面为虚拟实验的初始界面,列出了分子生物学虚拟实验的三个模块:总RNA提取及RT-PCR虚拟实验、免疫印迹技术虚拟实验、基因工程虚拟实验。鼠标点击任一模块,即可进入该实验模块的二级界面,包括虚拟实验的实

基金项目:江苏省高等学校大学生实践创新训练计划(KY101J2010003)

收稿日期:2012-09-18

作者简介:德伟(1956-),男,江苏南京人,教授,研究方向为生化与分子生物学。

实验目的、实验原理、实验步骤、注意事项、实验自测等模块。点击二级界面任一模块即可进入三级界面即工作台界面,学生可依照操作提示,通过鼠标的点击和拖动完成移动实验仪器、添加样品等实验操作,从而最大程度地模拟了实际操作。

现以基因工程虚拟实验为例:点击一级界面中基因工程虚拟实验模块,进入实验步骤模块的二级界面。二级界面包含了基因工程的几个主要实验:分离目的基因及载体 DNA;利用限制性核酸内切酶分别切割目的基因和载体;利用连接酶将目的基因与载体 DNA 共价连接形成重组 DNA 分子;重组 DNA 分子转入宿主细胞;重组子的筛选与鉴

定等。点击二级界面中的“分离目的基因及载体 DNA”模块,即可进入该实验的三级界面(图1):界面的顶部为实验的名称“分离目的基因及载体 DNA”;具体的实验步骤为“切胶回收、纯化 RT-PCR 产物”,左侧为该实验所需的所有仪器——手术刀、1.5 ml EP 管、恒温水浴箱等;右侧为该实验所需的所有试剂——溶胶液 PN、漂洗液 PW、洗脱缓冲液 EB 等;界面中央为实验动画的主要场所,所有具体的实验操作均在此进行;界面下方为各项实验操作的“操作提示”说明框——点击手术刀,将凝胶块放入 EP 管;此外,界面右下角还有“返回”和“垃圾桶”图案。

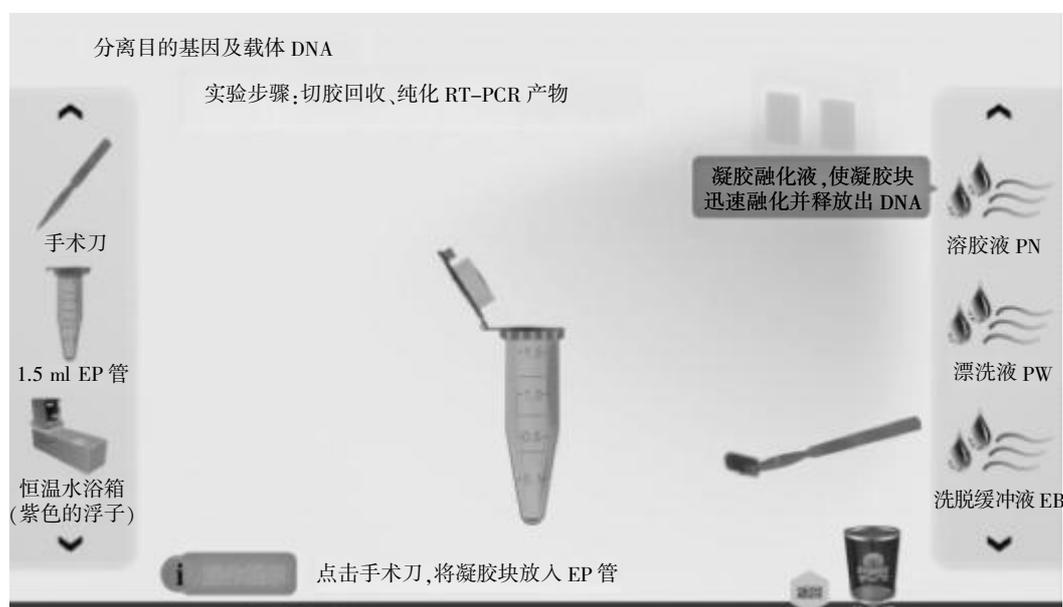


图1 “分离目的基因及载体 DNA”模块示意图

类似上述的一系列三级界面构成了本套分子生物学虚拟实验的主体。这种高度仿真的界面充分体现了友好界面的设计理念,使学生使用该虚拟实验时有一种身临其境的感觉。在使用该虚拟实验的过程中,学生不仅可以了解实验的操作步骤,而且可按照提示自由拖动界面中的组织、试剂、仪器等,真实模拟了实际的实验操作,使学生可以在没有教师指导的情况下独立完成整个实验过程。

### (二)虚拟实验素材、动画高度写实性

本虚拟实验界面中的实验仪器、试剂和耗材的图像均以实体为标准制作,而且随着实验的进行,可观察到实验的动态变化。例如在“小鼠肝脏组织总蛋白的提取”虚拟实验的操作界面中,鼠标点击匀浆机时,匀浆机就开始对肝脏组织块进行匀浆,伴随着仿真匀浆机运转的声音,转子高速旋转,肝脏组织的大小、颜色随之发生相应变化。这个匀浆操作高度

模拟了实际操作中使用匀浆机的过程。

虚拟实验的高度写实,不仅是虚拟实验可视化的需要,更重要的是,它高度仿真了实际操作中的器械和过程,从而更好地指导学生完成相关实验的实际操作,提高学生的实践操作能力。

### (三)虚拟实验内容教学实用性

本虚拟实验运用了大量的说明框,内容涵盖实验名称、关键操作步骤、操作提示、关键环节的选择项、实验重要参数等各项内容。在可视化图形界面中适量地加入实验说明框,使整个虚拟实验的内容更加丰满,不仅弥补了虚拟实验重视实验操作,忽略基本理论的不足,还可让学生适量地记忆实验中关键的知识点,实现理论教学和实验操作较为完美的结合,使教学能达到预期效果。

以“分离目的基因及载体 DNA”实验为例,图中界面中有说明框“凝胶融化液,使凝胶块迅速融化并

释放出DNA”。这一说明框指出了该步骤中使用凝胶融化液的作用。因此,学生在操作实验步骤的同时,也掌握了实验的理论知识。

(四)涵盖丰富的2D动画视频资料,体现微观性

本虚拟实验不仅可通过鼠标的点击和拖动模拟实际操作过程,更添加了丰富的2D动画及视频资料,将难以解释的实验原理及实验操作中无法观察到的微观世界变化,以可视化形式动态地呈现出来,从而使教学更直观,更具有可感知性,也使教学形式更丰富活泼,教学的成效将会更加显著。

例如免疫印迹实验的原理是:以固相载体上的蛋白质或多肽作为抗原,与对应的抗体起免疫反应,再与酶或同位素标记的第二抗体起反应,经过底物显色或放射自显影以检测电泳分离的特异性目的基因表达的蛋白成分。因此,实际实验操作中,需要依次进行“一抗孵育”和“二抗孵育”。但学生在实践时,很难理解这两个步骤的实验原理和微观反应过程,从而影响实际教学效果。因此,我们在“免疫印迹技术虚拟实验”中,制作了丰富的微观2D动画视频资料,当学生点击“一抗孵育”或“二抗孵育”实验步骤时,操作界面会出现相应的动画视频,从而帮助学生形象地理解这一微观过程。

(五)虚拟实验的操作测试性

标准化的虚拟实验除了涵盖实验原理、目的、操作过程,还应具备测试习题。本虚拟实验在操作过程中及实验完成后分别设计了相应测试题,以评估学生对实验原理和过程的掌握程度。例如,在“小鼠肝脏组织总蛋白的提取”虚拟实验中,涉及到离心机使用的操作界面中,会显示离心机的设置参数“A. 4℃, 12 000 g, 15 min; B. 常温, 12 000 g, 10 min”,该

选择项的答案为A,测试学生对蛋白提取所需低温条件的理解。在人机互动操作过程中,若出现操作错误,界面将自动弹出错误提示框,提醒操作者如何正确操作。在实验操作后,设计了相关的测试习题以供学生复习、巩固和提高。学生提交试题后,软件系统会自动显示测试成绩、错题及其正确答案。教师也可通过评分反馈系统,及时全面了解学生对实验知识点及操作过程的掌握程度。

#### 四、本套分子生物学虚拟实验待完善的内容

本套分子生物学虚拟实验仅涵盖了部分经典实验,内容单薄。因此本教研组正计划研制蛋白质的分离与纯化、酶活性测定、糖与脂的定性和定量等实验以辅助传统实验的教学。另外,实验设计时要补充中英文对照以适应国内的双语教学和留学生教学的需求。

分子生物学是生命科学的前沿学科,所运用的分子生物学实验技术也是日新月异、飞速发展。目前很多常规实验方法,如:基因芯片、实时定量PCR等,由于缺少相应的仪器试剂等原因在国内不能普遍开展,从而导致培养过程中学生信息技术滞后的现象,极大地影响了学生系统全面的科研思维的形成。虚拟实验教学系统则很好地弥补了这一问题,因此对前沿技术的研制也是亟待我们去攻关的难关。

#### 参考文献

- [1] 朱玉贤,李毅.现代分子生物学[M].2版.北京:高等教育出版社,2002:1-3
- [2] 郭静,张一鸣,王宁.虚拟现实技术在分子生物学实验教学中的应用[J].山西医科大学学报:基础教育版,2008,10(5):626-628

## Discussion on the construction of virtual molecular biology experiment

De Wei<sup>1</sup>, Wang Zijie<sup>2</sup>, Chen Ya<sup>2</sup>, Xu Aiming<sup>2</sup>, Sha Shan<sup>2</sup>, Zhang Aiping<sup>3</sup>

(1. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Nanjing Medical University, Nanjing 210029; 2. the First Clinical Medical College, Nanjing Medical University, Nanjing 210029; 3. Jieda Software Engineering Company of Jiangsu Province, Nanjing 210024, China)

**Abstract:** With the development of virtual experimental technology, virtual experiment has gradually become one of the directions of teaching reform of molecular biology. The molecular biology virtual experiment constructed by biochemistry department of Nanjing Medical University shows the interface friendly, realistic, practical and testable characteristics. Highly praise is received by teachers and students in the practice teaching.

**Key words:** molecular biology; virtual experiment; construction elements