

文章编号: 2617-6084 (2024) 03-0058-09

## 基于“虚+实”结合模式的药剂实验教学方法改革

罗芮<sup>1</sup>, 李沙<sup>1</sup>, 孙平华<sup>1</sup>, 张佳琳<sup>2</sup>, 李琰<sup>2</sup>, 徐俊<sup>1\*</sup>

(1. 暨南大学药学院, 广东广州 510632; 2. 暨南大学实验室与设备管理处, 广东广州 510632)

**摘要:** 将传统实验教学(实)和虚拟仿真实验教学(虚)相结合的改革策略是打破目前药剂学实验教学局限, 实现专业课程链与药物研发链双链融合的有效方式。笔者重点阐述基于“双链融合”的教学理念, 建设虚实结合的“1+1+1”教学模式的药剂实验教学改革策略, 即: 通过一个阶段的药剂实验课前预习虚拟仿真实验教学、一个阶段的药剂实验课程线下教学以及一个阶段的药剂学课外素质拓展虚拟仿真实验教学, 配合多维的教学资源以及考核模式, 培养厚基础、强能力、宽视野、能创新、高素质的药学拔尖创新人才。

**关键词:** 虚拟仿真; 药剂实验; 教学模式

**中图分类号:** G642.0; R94 **文献标识码:** A

药剂学是药学专业的核心课程, 是连接药物研发和制药企业生产的关键环节<sup>[1]</sup>。药剂学实验是以药剂学理论课程为指导的综合性、应用型实验课程, 是培养学生动手能力、创新思维与实践应用能力的重要手段。由于受课时、场地、硬件及安全等各方面的局限, 导致现阶段药剂学实验教学内容仍偏重于培养基础技能的验证性实验。验证性实验通过对经典基础药剂实验的重复与验证性操作, 加深学生对基础理论的理解以及基本实验技能的掌握, 但其以教师为主体, 将实验背景、实验目的和实验方法逐一介绍的教学模式很难调动学生的积极性与主动性<sup>[2]</sup>, 不利于学生创新思维的培养和动手能力的锻炼<sup>[3]</sup>, 也不利于学生构建药剂学理论与实践结合的知识体系, 最终导致学院大力推行的药物研发链与专业课程链有机结合的“双链”人才培养模式出现“脱节”。

虚拟仿真实验教学作为教育部在新时期推出的五类“金课”之一, 已成为教育教学改革的一个重要方向<sup>[4]</sup>, 其不仅有效弥补了真实实验教学广度和深度的不足以及教学时间和空间的不足<sup>[5]</sup>, 同时也是建设一流本科、加强“双一流”学科建设的有力支撑<sup>[6]</sup>。信息技术的快速发展为虚拟仿真实验教学系统开发与开放教育资源的建设和应用提供了强劲支撑<sup>[7]</sup>, 充分利用虚拟仿真技术, 定将为培养药学综合拔尖创新人才提供有力支持。

## 1 药剂学实验课程教学现状

### 1.1 教学现状及改革需求

药剂学实验受课时、场地、硬件及安全等各个方面的限制, 开展的创新实验有限, 验证性实验占比较高, 不利于培养学生实践应用能力和创新能力。在课时层面, 暨南大学药学院药剂学实验课

**投稿日期:** 2023-06-14

**基金项目:** 暨南大学教学质量与教学改革工程教学改革研究项目(JG2023058)

**作者简介:** 罗芮(1989-), 女(汉族), 重庆永川人, 硕士, 实验师, 主要从事药剂实验室建设与管理研究, E-mail rui Luo@jnu.edu.cn; **\*通信作者:** 徐俊(1982-)男(汉族), 湖北武汉人, 博士, 高级实验师, 主要从事为药物构效关系、生物信息学及临床试验管理研究, E-mail xujun@jnu.edu.cn。

为36学时, 实验内容涵盖液体药剂、片剂、软膏剂、注射剂、栓剂、微囊和滴丸等, 因实验课程内容较多、学时数有限, 为保证教学进度, 压片机、滴丸机、安瓿熔封机、紫外分光光度计等设备只能由实验教师提前调试并设置仪器参数, 样品溶液(如: 硫酸钠溶液、氢氧化钠溶液等)也是由实验教师提前配制, 这种“保姆式”实验教学模式不利于学生全面掌握药剂学相关实验技术。同时, 药剂实验涉及众多制剂领域仪器设备与科研仪器, 但受实验室场地、经费等限制, 无法将制剂生产线、制剂研发的各种高精尖设备都“请进来”, 现有实验室设备以验证性实验所需设备为主, 导致探索性实验的开展受到限制。另外, 出于对学生实验安全、废液处理等多方面因素的考虑, 部分涉及易燃、易制毒试剂的综合创新类实验也无法全面开展。

以上问题严重阻碍了学生创新思维的培养与突破, 不利于专业课程链与药物研发链的“双链融合”, 如得不到有效解决, 将严重制约药学拔尖创新人才的培养。打破传统实验教学束缚, 探索新型实验教学方法, 已成为药剂实验教学改革的重要命题。

## 1.2 本院在虚拟仿真实验教学改革中取得的进展及不足

虚拟实验教学是利用数字技术将现有的真实实验虚拟化, 并通过计算机网络将虚拟实验系统网络化, 从而构建数据采集、分析以及远程操作为一体的新型实验教学系统<sup>[8]</sup>。虚拟仿真实验能有效消除时间、空间、环境、伦理、资源及实验室安全的束缚, 在最大程度上服务高素质药学拔尖创新人才的培养。虚拟仿真实验教学中心作为暨南大学药学院实验教学中心重点建设项目之一, 其不仅适应国家以及学校对药学人才培养的目标与定位, 同时, 也是药学院持续高水平发展的产物。

目前, 本院虚拟仿真实验教学中心已利用数字技术将现有的真实实验室虚拟化, 建立了药学院实验室虚拟可视化系统, 使所有具有学习意愿的受众都能够通过网络进入到实验室进行仪器和基本实验操作的练习(图1A)。



Fig. 1 Pharmacy laboratory virtual visualization system (A) and featured virtual simulation projects (B)

图1 药学院实验室虚拟可视化系统(A)和特色虚拟仿真项目(B)

该可视化系统包含药学院特色虚拟仿真项目区和药学院基础虚拟仿真培训区。其中，特色虚拟仿真项目区主要包含了国家级虚拟仿真实验教学项目《道地药材广地龙加工炮制的虚拟实验教学项目》和《重组 SOD2 蛋白中试规模制备的虚拟教学实验项目》（图 1B）。基础虚拟仿真培训区设计涵盖了药物化学、药理学、分子生物学、药物分析、药剂学等多个药学学科方向的实验室，主要供学生学习该学科方向基础实验的基本操作（图 2）。但目前建设较为完善的内容主要集中在药理学基础实验模块（氨茶碱和异丙肾上腺素的平喘作用、苯海拉明对离体肠肌的作用、地塞米松对实验性大鼠脚趾肿胀的抗炎作用、家兔高钾血症及抢救、家兔呼吸运动的调节、抗心律失常药物的作用、硫酸链霉菌的毒性反应及氯化钙的对抗作用、吗啡对呼吸抑制和解救、尼可刹米对吗啡所致呼吸抑制的影响等实验操作）和分子生物学基础实验模块（BCA 法测定蛋白质含量、Bradford 法测蛋白质含量、DNA 琼脂糖电泳、RNA 提取和纯化、Taqman 荧光探针法测 SNP 分型、病原体 RNA 的定量检测、大肠杆菌—平板固体培养、大肠杆菌液体培养基培养、动物细胞培养等实验操作），而药剂学实验模块仅试点完成了《对乙酰氨基酚片的制备》的虚拟操作建设，这对于突破药剂学真实实验教学的瓶颈还远远不够。

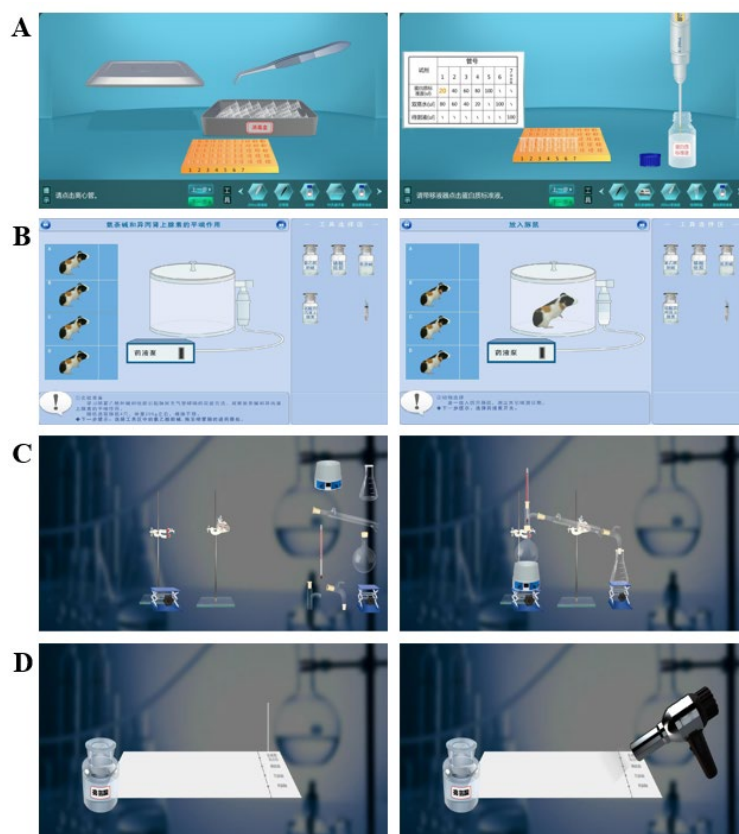


Fig. 2 Basic virtual simulation training area in college of pharmacy, (A) determination of protein content by BCA method, (B) antiasthmatic effect of aminophylline and isoprenaline, (C) experimental operations of atmospheric distillation, (D) experimental operations of chromatographic analysis

图 2 药学院基础虚拟仿真培训区, (A) BCA 法测定蛋白质含量, (B) 氨茶碱和异丙肾上腺素的平喘作用, (C) 常压蒸馏实验操作, (D) 色谱分析实验操作

因此, 本轮药剂学实验教学方法改革拟整合院内药剂学相关教学资源 and 师资力量, 打破现有药剂学教学体系, 利用现有虚拟仿真教学平台, 构建“虚+实”结合的药剂学实验教学体系, 完善虚拟仿真平台药剂学模块的实验教学内容, 弥补现有真实药剂学实验教学的不足, 提升药学拔尖创新人才的培养水平。

## 2 基于“双链融合”的“1+1+1”虚实结合的教学模式构建

### 2.1 创新教学理念

基于本院“药物研发链”与“专业课程链”相融合的药学拔尖创新人才培养模式<sup>[9]</sup>, 充分把握“虚实结合、虚实互补、相互促进”的原则, 围绕“扎实的药学专业基础”“宽广的药物应用与研究视野”“超强的实践动手能力”这一培养理念<sup>[10]</sup>, 结合学院前期构建虚拟仿真实验教学平台和虚拟仿真教学项目的经验<sup>[11-12]</sup>, 打破原有理论教学与实验教学的限制, 整合药学院丰富的理论教学资源、虚拟仿真平台资源和高端药物制剂科研成果, 从创新虚拟仿真实验教学资源、创新实验教学模式和构建多维考核体系三个维度打造特色的药剂学实验教学理念(图3), 建设药剂学实验虚拟仿真教学资源, 以期提升学生科研创新力、知识更新力, 最终实现药学拔尖创新人才培养目标。

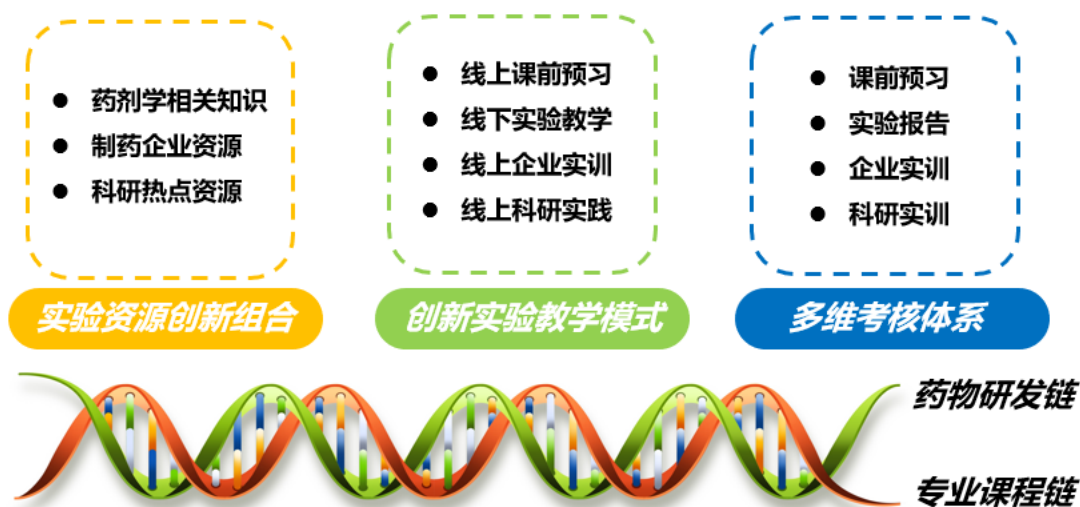


Fig. 3 Teaching concept of pharmaceuticals experiment based on “dual chain integration”

图3 基于“双链融合”的药剂学实验教学理念

### 2.2 创新整合药剂学虚拟仿真实验教学资源

本项目依托药学“双一流”建设学科优势, 整合药剂学相关教学资源、药剂领域前沿科研资源、制药企业生产一线资源, 打破原有教学体系, 构建全新的药剂学虚拟仿真实验教学资源体系(图4)。

#### 2.2.1 整合药剂相关教学资源形成基础实验虚拟仿真教学项目

本项目拟通过完善虚拟仿真实验教学资源, 提升学生自主学习效果。一方面将整合药剂学理论教材与一线教师授课 PPT 文案, 以文字、图片和微视频形式构建系统的药剂学理论知识体系; 另一

方面将收集整理药剂实验所涉及的通用仪器（电子天平、移液枪、鼓风干燥机、离心机等）和专用仪器（压片机、胶囊机、滴丸机、透皮吸收仪、溶出度仪等）资料，以微视频介绍仪器原理、应用范围、仪器操作流程，加深学生对仪器的认识，从而形成较为完善的基础实验虚拟仿真教学资源。

### 2.2.2 整合药剂领域前沿科研资源形成创新实验虚拟仿真教学项目

为培养学生系统严谨的科研思维与创新能力，本项目依托药学院在抗肿瘤微针、肺部靶向微球等药剂前沿研究领域的科研成果，基于已发表的高水平文献，总结归纳系统的药物制剂新剂型与新技术的实验技术路线、制剂实验操作、动物模型建立、药效学评价等内容，并利用虚拟仿真技术将其虚拟化，构建综合创新型虚拟仿真实验教学内容。学生将通过线上虚拟仿真操作熟悉药剂学前沿研究思路与方法、培养严谨的科研思维，为后续创新药物设计与研究综合大实验、中药创新综合大实验和生物制药创新大实验等综合探索性实验课程中药剂实验的开展奠定实验基础。

### 2.2.3 整合制药企业生产一线资源形成应用技能实操虚拟仿真教学项目

药剂学是一门与实际生产关系密切的学科，但受课时等限制，仅在大四为学生统一安排企业见习机会，为使学生能够尽早体验制药企业真实生产过程，本项目将由学院聘请的制药企业导师负责选取目前具有代表性的企业生产线（包括片剂、胶囊剂、注射剂等传统制剂生产线以及单克隆抗体等生物药生产线），拟利用虚拟仿真技术将真实一线生产虚拟化，构建基于制药企业生产线的应用型实操虚拟仿真教学项目，其中包括从原料的处理到制剂制备和产品包装的完整生产工艺，以期加深学生对制药企业一线生产中涉及的药剂理论知识的理解与实践运用能力。



Fig. 4 Innovative integration of pharmaceuticals virtual simulation experimental resources

图 4 创新整合药剂学虚拟仿真实验资源

## 2.3 创新药剂学实验教学模式

在整合药剂学虚拟仿真实验教学资源的基础上，进一步凝练提出了“1+1+1”三个阶段培养药剂学拔尖创新人才的药剂学实验教学模式（图 5），拟通过“第一导师”线下授课与“第二导师”线上虚拟仿真教学相结合的方式，全面提升拔尖创新人才培养成效。



Fig. 5 “1+1+1” teaching model: 3 stages of cultivating top pharmaceutical talents

图 5 “1+1+1”教学模式: 3 阶段培养拔尖药剂学人才

### 2.3.1 “一”个阶段的药剂学实验课前预习虚拟仿真实验教学

为弥补学生现阶段课前预习主动性、规范性差的短板,拟通过构建实验相关理论知识讲解—通用及专用仪器原理介绍和操作视频演示—药剂实验虚拟仿真操作—思考题等四个模块组成的药剂实验课前预习虚拟仿真教学系统。该系统将按照实验讲义顺序,建立十个独立的虚拟仿真实验,包括液体药剂、片剂的制备、溶出度和溶出速度的测定、颗粒剂的制备、黄芩苷注射液的制备、软膏剂的制备、栓剂的制备、滴丸的制备、包合物的制备、微囊的制备等。每个实验均包含重点知识讲解、实验相关通用仪器和专用仪器原理介绍及操作视频演示、实验虚拟仿真操作以及思考题四个部分。学生将通过在可视化系统内自主学习,提前掌握基础理论知识、实验要点和仪器操作,有效弥补因学时数限制而导致在线下教学阶段没有充足时间理解消化实验理论和仪器设备规范操作的不足,以及自主预习主动性和规范性差的不足,有效提高学习效果。

### 2.3.2 “一”个阶段的药剂学实验课程线下教学

药剂实验线下教学模块仍将采用传统的教师讲解实验相关理论知识—实验仪器介绍与演示—学生动手操作实验课后处理数据、撰写实验报告的常规教学模式。与传统实验教学不同的是,依托第一阶段的课前预习系统,教师线下授课将更有针对性,学生线下实验的目的性也更强。一方面,教师将主要针对学生在线上预习系统出错率高的知识点进行重点讲解,并以课堂讨论的形式,解答学生线上预习遇到的问题,帮助学生理解实验核心知识点。另一方面,学生在课前预习系统已充分了解实验原理,并通过仪器操作视频演示和实验虚拟仿真操作等方式,对整个实验流程有了充分的认识,因此,在线下实验阶段,实验操作将更规范,实验完成将更高效,实验目的性也将更强,

即使部分实验样品配制和仪器调试没能参与，学生也能通过线上预习系统将缺失的该部分操作与线下实践操作部分充分衔接，形成线上线下良性互补的实验教学体系。

### 2.3.3 “一”个阶段的药剂学课外素质拓展虚拟仿真实验教学

为有效弥补药剂学课程理论知识与实践应用脱节的困境，帮助学生构建理论与实践结合的知识体系，在课前预习虚拟仿真教学项目基础上，拟同步构建药剂学课外素质拓展虚拟仿真系统，其主要包含制药企业规模化生产虚拟仿真模块和药剂领域科研热点虚拟仿真模块。该系统将真实科研和生产线的图片和视频资源与虚拟仿真技术相结合，设计药剂前沿研究课题与制剂生产线的虚拟仿真操作，可有效消除时间、空间、场地、仪器设备、制剂原料等限制，有效衔接专业课程链和药物研发链，培养学生创新精神与实践应用能力，为后续药学探索性实验的开展以及企业实训筑牢基础。

## 2.4 多维度实验考核体系

为全面评价学生学习效果，拟设计包括课前预习、线下实验、前沿课题研究和企业实训四个维度的实验考核体系（图 6）。课前预习占总成绩的 20%，主要从浏览时长、随堂测试、在线答题等方面对学生线上课前预习效果进行打分。线下实验占总成绩的 40%，打分点包括实验操作规范性、制剂成品质量与实验报告撰写质量等，主要体现学生线下实验成绩。前沿课题研究与企业实训主要反映学生课外素质拓展效果，分别占总成绩的 20%，采取线上考核，打分点包括浏览时长、随堂测试、在线答题等。

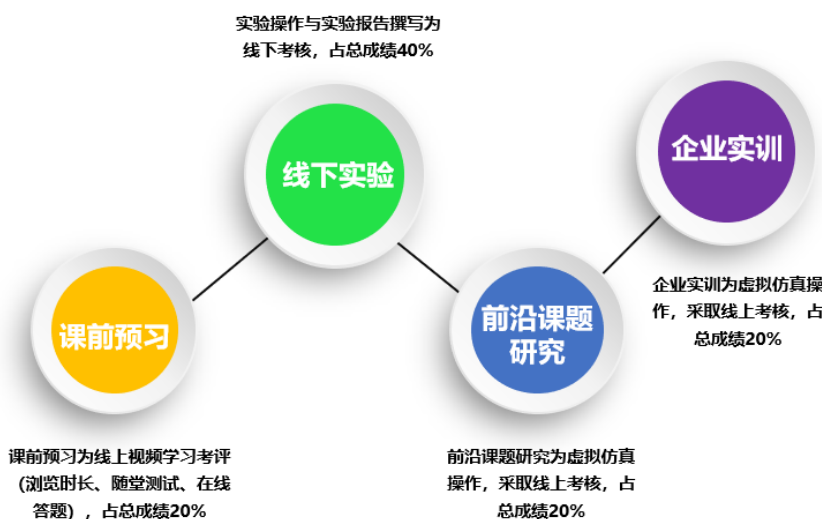


Fig. 6 Multi-dimensional experiment assessment system

图 6 多维度实验考核体系

## 3 特色与创新

基于“虚+实”结合模式的药剂学实验教学改革，以现阶段药剂实验课程面临的问题为导向，充分挖掘、整合药学院药剂学相关的理论教学资源、虚拟仿真资源、科研资源和校企合作资源，分解重构现有药剂学理论与实验教学知识体系，充分利用信息化技术，打破传统教学模式在时间、空间、

场地等方面的限制,建设虚实结合的“1+1+1”教学模式,形成课前预习、线下教学、素质拓展为一体的全新药剂学实验教学体系。该体系一是可以满足真实实验教学需求,有助于学生课前预习、课中指导、课后复习、课外拓展;二是实现基础实验、创新实验和应用型实操的虚拟仿真教学内容的全覆盖;三是有效衔接药物研发链与专业课程链,拓展了真实实验教学的广度和深度,为药剂学课程学习、探索性实验开展以及应用实践提供强而有力的支撑。

## 4 结语

药剂学实验教学虚拟仿真平台建设是一个不断更新和完善的过程,本项目在今后的实施过程中,一是通过定期开展调研与研讨会等形式,加强与教学科研人员和企业一线技术人员的沟通交流,根据实验教学大纲、药剂领域热点和企业生产工艺流程的更新,不断增减优化平台内容;二是依据学生使用该“虚+实”结合教学系统后实验报告完成质量、探索性实验完成质量、参与科研项目数、发表科研论文数、参加挑战杯等创新创业项目数等多维度的数据综合评估平台使用效果,并不断调整建设方向,深化平台内涵建设,以期实现“以虚实融合为手段,筑牢基础实验操作技能、提升综合素质与创新水平”的建设初衷,更好地服务于药学拔尖创新人才的培养;三是探索建立校校、校院、院院之间的虚拟仿真教学系统共享机制,扩大受益面,实现资源共享最大化。

### 参考文献:

- [1] 乔明曦,杨丽,方亮,等.可持续发展的药剂学虚拟仿真实验教学模式探讨[J].药学教育,2015,31(2):55-57.
- [2] 方心葵,葛海燕,陈鲁勇.验证性实验教学改革的实践与探索[J].实验室研究与探索,2022,41(3):212-216,248.
- [3] 蔡鹰,李思东,吴湛霞,等.高校验证性实验教学质量的控制[J].实验技术与管理,2016,33(8):14-17.
- [4] 谭承佳,马家骅,田徽,等.“一贯式”虚实融合的制药综合技术实验教学模式研究[J].广东化工,2021,48(15):245-247.
- [5] 董桂伟,赵国群,王桂龙.我国虚拟仿真实验教学的发展与趋势研究:基于近十年中国知网文献的知识图谱分析[J].中国大学教学,2021(7):85-92,96.
- [6] 张敏,文福安,刘俊波.高质量虚拟仿真实验教学课程内涵和特征[J].实验技术与管理,2022,39(3):1-4.
- [7] 王卫国,胡今鸿,刘宏.国外高校虚拟仿真实验教学现状与发展[J].实验室研究与探索,2015,34(5):214-219.
- [8] 宋象军.虚拟实验室在高校实验教学中的应用前景[J].实验技术与管理,2005,22(1):35-37.
- [9] 孙平华,颜海波,谭沛鸿,等.药物研发链与专业课程链相融合的大药学拔尖人才培养模式[J].药学教育,2017,33(2):1-5.
- [10] 许芳,郭嘉亮,徐俊,等.计算机辅助药物设计MOOC课程建设与创新人才培养[J].高等药学教育研究,2021(1):19-24,37.
- [11] 马志国,徐俊,王峰,等.药学虚拟仿真实验教学平台的建设与实践[J].实验技术与管理,2020,37(4):224-226,248.
- [12] 马志国,徐俊,谭秋彤,等.中药炮制学示范性虚拟仿真实验教学项目的建设与应用[J].中医教育,2020,39(6):51-54.

(下转至第73页)

[6] TENG Y, STEWART S G, HAI Y W, et al. Sucrose fatty acid esters: synthesis, emulsifying capacities, biological activities and structure-property profiles[J]. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021,61(19): 3297–3317.

## Visualization analysis and teaching applications of Chemistry English based on word frequency using Python programming

TENG Yinglai<sup>1</sup>, LAN Ping<sup>1</sup>, MENG Yongjun<sup>2</sup>, HE Yutao<sup>1\*</sup>

(1. *Institute of Advanced and Applied Chemical Syntheses, College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China*; 2. *Guangzhou O.cn Network Technology Co., Ltd., Guangzhou 510630, China*)

**Abstract:** Chemistry English is an essential component of the teaching in chemistry and chemical engineering majors at colleges and universities. To quickly acquire key professional vocabulary, a self-developed Python program was used to conduct word frequency analysis in Chemistry English. The analysis was based on comprehensive reviews from two different chemical fields and the titles of papers published in two high-impact international chemical journals in recent years. The results were then graphically displayed. The high-frequency vocabulary obtained can help teachers prepare lessons, assist students learn important professional words as well as aid the in targeted paper submissions. This study demonstrated the potential application of computer programming-assisted word frequency statistics in the teaching practice and research of Chemistry English.

**Keywords:** professional English vocabulary; high-frequency words; Python programming; data visualization

(上接第 65 页)

## Reform of pharmaceuticals experiment teaching method based on the combination of “virtual + real” model

LUO Rui<sup>1</sup>, LI Sha<sup>1</sup>, SUN Pinghua<sup>1</sup>, ZHANG Jialin<sup>2</sup>, LI Yan<sup>2</sup>, XU Jun<sup>1\*</sup>

(1. *College of Pharmacy, Jinan University, Guangzhou 510632, China*; 2. *Laboratory and Equipment Management Office, Jinan University, Guangzhou 510632, China*)

**Abstract:** The reform strategy of combining traditional experiment teaching (real) and virtual simulation experiment teaching (virtual) is an effective way to break the current limitations of pharmaceuticals experiment teaching and to realize the integration of the dual chains of professional course chain and drug development chain. The authors focus on the reform strategy of pharmaceutical lab teaching based on "dual chain integration" and the construction of a "1+1+1" teaching model that combines reality and virtuality. This model involves: one phase of pre-class virtual simulation experimental teaching, one phase of offline teaching for pharmaceutical experiment courses, and one phase of virtual simulation lab teaching of extracurricular quality development, supplemented by multi-dimensional teaching resources and assessment models. This approach aims to cultivate top innovative talents in pharmacy with a solid foundation, strong capabilities, broad vision, innovation ability and high quality.

**Keywords:** virtual simulation; pharmaceuticals experiment; teaching mode