



战“疫”时期“病毒生物学”课程的教学调整与思考

李瑞娟 周海波 钟冠男 李爱英*

山东大学微生物技术国家重点实验室 山东 青岛 266237

摘要: 2020 年春天, 全球进入对抗新型冠状病毒(Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, SARS-CoV-2)感染引起的“新冠”肺炎(Coronavirus Disease, COVID-19)疫情的斗争中。为了适应全民抗“疫”的新形势, 引导学生理性地、科学地认识此次病毒疫情, “病毒生物学”课程的教学从内容到形式也进行了同步设计与微调。除了将教学模式由线下教学变成线上直播, 本课程结合疫情发展情况在学期初进行 COVID-19 的专题讲座, 以及通过“COVID-19-5 min”形式每次上课进行疫情周报解读, 分析国内外疫情并传授病毒流行病学相关知识。另外, 对“病毒生物学”的教学计划和教学内容做了适当微调, 更多关注病毒性传染疾病发展和相关科学研究的进展。通过对在线教学从教学模式、教学过程和教学内容的设计和调整, 强化教学效果的反馈和改善, 引导学生不信谣、不传谣, 帮助学生加强对新型冠状病毒(SARS-CoV-2)及疫情的科学认识。通过教学内容和教学形式的调整以及病毒疫情相关知识的强化, 激发了生物学专业学生对病毒学、流行病学及公共卫生健康等问题的关注。

关键词: 呼吸道病毒性疾病, 新冠肺炎, 病毒生物学, 线上教学

Thinking and teaching adjustment of Virus Biology upon fighting against COVID-19

LI Ruijuan ZHOU Haibo ZHONG Guannan LI Aiyang*

State Key Laboratory of Microbial Technology, Shandong University, Qingdao, Shandong 266237, China

Abstract: COVID-19 is threatening the public health in China and oversea in the spring of 2020. During fighting against COVID-19, course teaching of Virus Biology for bachelor students in the school of life sciences has been adjusted to the new situation in the following aspects, aiming to help students establish scientific and rational viewpoints on the pandemic situation: Besides applying online teaching mode instead of offline mode, teaching contents on virology, epidemiology and public health were strengthened further. Besides the special speech on COVID-19 in the beginning of the new semester, a 5-min talk on COVID-19 has been presented for whole semester. These measurements during teaching of Virus Biology helped students understand scientifically and rationally this pandemic caused by virus infection and spreading. These teaching adjustments were necessary to inspire more interest in virology amongst students, epidemiology and public health, and will be improved with the change of this epidemic situation

Foundation item: General Project of Reformation in Education and Teaching in Shandong University (2020Y082)

***Corresponding author:** Tel: 86-532-67722918; E-mail: ayli@sdu.edu.cn

Received: 18-03-2020; **Accepted:** 08-05-2020; **Published online:** 03-08-2020

基金项目: 山东大学 2020 年教育教学改革研究一般项目(2020Y082)

***通信作者:** Tel: 0532-67722918; E-mail: ayli@sdu.edu.cn

收稿日期: 2020-03-18; **接受日期:** 2020-05-08; **网络首发日期:** 2020-08-03

in China and oversea.

Keywords: viral respiratory infection, COVID-19, virus biology, online teaching

2020 年春天, 新型冠状病毒(Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2, SARS-CoV-2)的感染和传播引发了严重疫情, 全球各个国家和地区先后展开了对抗“新冠”肺炎(Coronavirus Disease, COVID-19)疫情的斗争。2020 年 2 月 17 日, “病毒生物学”作为一门专业选修课以一种特殊方式开课了。作为一线教师, 病毒学的课程已经讲授了十几年, 但疫情当前, 从线下教学转到线上教学, 从以往进行回顾性讲授病毒疫情到实时讲授当下发展中的病毒疫情并答疑解惑, 对我们教师而言是一个新的挑战。

为了结合此次“新冠”肺炎疫情的发展情况, 适时地给学生讲授科学、准确的病毒学知识和科研进展, 开学以来, 我们在本课程教学过程中做了一些必要调整, 并结合本学期的实际情况, 整理总结了疫情当下关于“病毒生物学”教学的思考。

1 几种在线教学平台的比较和融合使用

为响应教育部“停课不停学”的通知, 本学期采

用线上教学, 在开学第一天即开始了疫情中的“病毒生物学”第一堂授课。

“病毒生物学”的教学依赖大量的教学资源展示和实时的讲解与教学互动, 因此, 选择稳定的线上教学平台来支持本课程的教学非常重要^[1-3]。我们在正式上课前对几种常用的教学平台进行了试用, 比较了其优缺点(表 1), 最后选择“腾讯会议+雨课堂”混合模式作为课堂教学直播平台, 而微信群主要用于师生在课后进行及时的信息反馈和交流^[4]。

在“腾讯会议+雨课堂”混合模式中, 以“腾讯会议”作为主要教学平台, 在使用其“屏幕共享”时, 教师启用“雨课堂”教学界面进行共享, 一方面可以让学生收到课程全程回放的内容, 便于课下复习; 另一方面学生上课过程中可以与教师及时语音互动, 克服“雨课堂”只能弹幕反馈的缺陷。根据学生对线上教学平台使用的满意度匿名调查(图 1A), 目前教学平台能发挥各自优势, 运转良好。

表 1 几种在线教学平台的比较

Table 1 Comparison between several commonly-used online teaching platforms

平台名称 Platforms name	优点 Advantages	缺点 Disadvantages
微信群 WeChat	普及率高, 使用面广, 易操作, 师生沟通便利 Universal and user friendly	利于小组会议, 不利于进行大班的视频会议; 不利于课件即时展示 Inconvenient in group meeting and live courseware presentation
雨课堂 Rain-Classroom	可储存学校教务信息, 可进行教学直播(课件展示和讲解)、可回放、储存和下载; 具有完善的后台辅助系统 Convenient in live courseware presentation, playbackable and downloadable with background systems	师生不能进行语音互动; 不适合主题讨论和会议模式 No oral mode for online interactive communication
腾讯会议 Tencent-Meeting	可进行视频或语音会议进行专题讨论, 可进行多形式的课件展示和即时讲解; 可进行师生语音互动(文本或语音反馈) Convenient in oral or text interactive communication and group meeting and live presentation	不能进行直播教学过程的存储、不能支持课程回放 Unrecordable and unplaybackable
混合模式: 雨课堂+腾讯会议+微信 Blend mode: Rain-Classroom+Tencent-Meeting+WeChat	实现课堂语音互动和会议讨论、可以进行课件展示和讲解、可以进行直播资源储存和后台管理、课下师生继续互动沟通 Recordable, playbackable and convenient in online oral or text interactive communication, group meeting, live presentation and after-class communication	与线下教学相比, 对学生听课状况依然不能做到及时和全面掌握 Hard to grasp in time learning status of each student

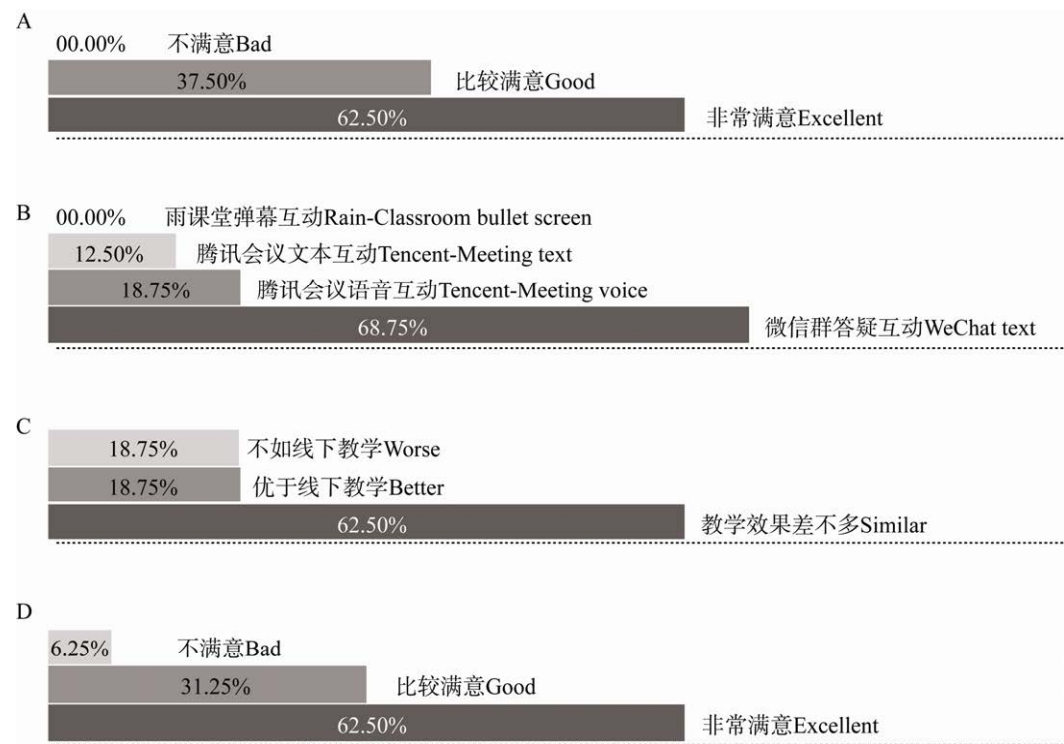


图 1 在线“教”与“学”效果的匿名调查

Figure 1 An anonymous investigation on online teaching and learning

注: A: 对教学平台使用的满意度; B: 师生互动模式偏好性; C: 线上线下教学效果比较; D: 学生主动参与线上学习的自我评价
Notes: A: Using experience of the online teaching platforms; B: Preference for online interactive communication modes; C: Comparison of teaching effects: online vs offline; D: Self-evaluation of online learning

2 在线教学过程设计与教学反馈

2.1 教学过程设计

课前通过微信群发布上课信息和授课主题。上课过程中,为了防止线上学习中学生长时间关注电子屏幕产生倦怠感,教师每隔 15 min 左右点名提问,要求学生连麦回答或给予学生主动发问的机会(每节课互动次数 2 次以上),教师每隔 10 min 检查文本聊天小窗中学生的提问,及时回答学生问题,间或进行课堂小测验。课后在微信群中继续答疑,并布置课后作业和阅读材料。

2.2 课堂管理与教学组织实施

2.2.1 课堂管理

为了缩小线上教学中师生的距离感,教师尽量启动腾讯会议中的“开启视频”按钮,做到全程出境,并鼓励学生回答问题时打开视频。为了加强学生在线学习的参与度,课前在腾讯会议平台的聊天

框中进行文本签到,通过不定时点名监测学生在线学习的专注度。

2.2.2 课堂互动

在每节课的互动环节中,互动问题的设置和互动时间的控制都需要教师在课前预先设计好。比如,在介绍病毒疫情防控时,课前先通过微信及“雨课堂”发送相关参考文献,让学生提前阅读,作为课堂提问和讨论的素材来源。

2.2.3 课后拓展

安排学生开展更多的课后阅读和基础病毒学或病毒性传染病的专题科技报告分享,拓宽学生的知识面。疫情过后每学期可以酌情邀请 1-2 名病毒学、传染病学、公共卫生领域的专家走进课堂,让学生面对面与专家交流。同时,指导学生关注几个重要的疫情分析平台:国际疫情统计(美国约翰霍普金斯大学网站实时统计和世界卫生

组织的每日统计网站)、SARS-CoV-2 病毒基因组序列数据库[全球共享流感数据倡议组织(GISAID)网站]等,获取权威疫情信息。

2.3 在线“教”与“学”的阶段性效果评价和改进措施

开学大半个学期以来,借助“雨课堂+腾讯会议”平台直播和微信群辅助,“病毒生物学”线上课程的学生上课出勤率平均达 95%以上(统计数据来自腾讯会议参会人员数量统计及雨课堂自动统计,5%缺勤率多是由于因故请假或电子设备故障所致)。

关于教学互动模式,通过匿名调查发现:多数学生喜欢微信群的答疑,这是他们最喜欢的师生互动模式,腾讯会议的语音互动模式次之(图 1B)。微信群答疑作为课堂的延伸,具有及时、便捷、自由等优势,虽然占用教师很多课后时间,但也能深入了解学生对知识点的掌握情况,并及时分享一些病毒研究进展的文献。课堂教学更多在于基础知识的大量传输,课堂上师生语音互动能让教师及时调整教学进度并对某些知识点进行及时强化。但限于时间,课堂互动频率不能过多,所以线下线上的两种互动能起到互补作用。

就课堂上的语音互动模式,进一步调查显示得知:多数学生(80%)喜欢利用腾讯会议的文本模式进行主动提问而由老师语音答疑,少数喜欢语音模式进行主动提问或主动抢答,这跟线下教学情况类似。跟线下相比,文本提问模式给一些害羞的学生多了一个主动提问的渠道。

截至目前,大多数学生对于线上教学效果表示满意(图 1C),多数学生对于主动参与线上学习的自我评价表示满意(图 1D)。

基于调查分析结果,我们下一步的教学改进重点是进一步提高学生在教学中的主动性和参与度。因此,教师除了多给学生课堂上主动提问和主动回答的机会,会继续扩大微信群的互动功能,及时把握学生学习的薄弱环节,也有助于平衡课堂讲授时间不足和提高课堂互动频率之间的矛盾。后期我们

就某些小专题安排了 3-4 次“学生讲/老师听”(模拟“翻转课堂”形式)的讲座,以激发学生参与教学过程的积极性。

3 在线教学内容设计(应对“新冠”肺炎疫情进行微调整)

3.1 新形势下教学计划的微调整(关于病毒疫情的专题分析)

在“病毒生物学”线上课程开课前,我们通过选课学生的微信群进行了前期调研,了解到很多学生对当下疫情发展和抗“疫”战争存在很多想法和看法,比如疫情发生原因、疫情谣言、疫情发展趋势甚至情绪焦虑等问题,急需有一个“倾吐”的出口。所以,当务之急,作为“病毒生物学”的授课教师,给学生搭建一个针对病毒疫情进行师生互动和交流的平台是非常必要的。

3.1.1 开展 COVID-19 疫情的专题讲座(学期初)

第一次直播授课是 2020 年 2 月 17 日,“病毒生物学”的教学没有像往年一样开篇先讲授第一章序言,而是针对此次病毒疫情进行了专题讲座“关于‘新冠’肺炎的 Mini-Talk”(表 2)。

从 1 月 23 日武汉封城到本学期开课,全国进行疫情的联防联控已经持续二十多天。为了准备该次专题讲座,我们教师在整个疫情发展过程中,每天跟踪疫情发展,对各种相关数据进行总结梳理和归纳,对疫情中科研领域的进展进行分析和总结。

因此,在第一节课的专题讲座中,针对前期微信群调查发现的学生最关心的疫情问题,确定了几个主题:(1)关于“新冠”病毒感染诊断的几种方法及其基本原理与利弊分析;(2)关于几种具有潜在治疗效果的药物的研发进程;(3)关于疫苗的不同类型和研发的可行性分析;(4)关于几篇重要的涉及“新冠”疫情论文的科学性解读等^[5-7]。讲座中尽可能做到答疑解惑。

根据课后与学生沟通,学生普遍反映此次专题讲座非常及时,尽管学生还不能完全理解有些专业的病毒学知识,但激发了学生对病毒学的学习兴趣。

表2 “病毒生物学”课程教学重点内容的调整

Table 2 Adjustments on key points of teaching contents of Virus Biology

教学版块 Key teaching modules	教学内容(疫情前) Contents (before COVID-19)	教学微调(疫情中) Adjustments (during COVID-19)
1. 病毒研究历史、结构特性、分类及基因组多样性 (原 8 课时) 1. Virus study history, and viral structure, taxonomy and genome diversity (8 class hours)	1.1 引言 1.1 Introduction 1.2 病毒的结构及特性 1.2 Viral structure 1.3 病毒分类及研究方法 1.3 Viral taxonomy and research methods 1.4 病毒基因组结构的复杂性 1.4 Viral genome diversity	附加 0.5 课时关于新疫情的专题讲座 More 0.5 class hour of speech on COVID-19 before introduction 1. “COVID-19-5 min”周报 1. Weekly 5-min talk for COVID-19 2. 加强流感病毒、冠状病毒等呼吸道病毒的内容介绍 2. More introduction on flu and corona virus
2. 病毒的复制过程 (原 17 课时) 2. Viral life circle (17 class hours)	2.1 病毒进入细胞 2.1 Viral internalization 2.2 病毒生物合成 2.2 Viral biosynthesis 2.3 病毒粒子的组装和释放 2.3 Viral assembly and release	1. “COVID-19-5 min”周报 1. Weekly 5-min talk on COVID-19 2. 针对近些年疫情, 重点介绍呼吸道病毒、血液病毒等研究最新进展; 课时量减少 1 课时 2. In response to the epidemic in recent years, focus on the new advance on respirovirus and blood virus, reducing 1 class hour
3. 病毒与宿主的相互关系 (原 7 课时) 3. Interaction between virus and host (7 class hours)	3.1 病毒致病性及机体抗病毒机制 3.1 Viral pathogenesis and host antiviral mechanism 3.2 常见病毒疾病的预防和治疗 3.2 Precaution and therapy of common virus-causing diseases 3.3 亚病毒 3.3 Subviruses	1. “COVID-19-5 min”周报 1. Weekly 5-min talk on COVID-19 2. 引入各国传染病防控体系的比较, 课时量增加 1 课时 2. Comparison of infectious disease control systems in different countries, increasing 1 class hour

3.1.2 开展“COVID-19-5 min”每周播报和分析

2020 年 3 月 11 日, 世界卫生组织宣布全球疫情由“Epidemic (局部流行)”转为“Pandemic (全球大流行)”, 表明全球联合战“疫”已经是大势所趋^[8]。海内外疫情形势瞬息万变(国内各省份由公共卫生安全事件一级响应改为低级响应), 每个国家采取的抗疫措施也各种各样。疫情不断, 学生每天就要面对海量的科学和不科学的疫情信息轰炸, 需要教师给学生进行及时梳理。因此, 开学以来, 每次正式讲课前安排了“COVID-19-5 min”, 教师对每周疫情进行播报和总结, 并对每周疫情相关的防疫措施和科研进展进行分析和解读(表 2)。

在过去大半学期的“COVID-19-5 min”教学中, 教师和学生一起进行了 COVID-19 与 2009 年甲型流感、2003 年非典、2005 年中东呼吸综合征的比较, 分析了 COVID-19 可能的源头、欧洲不同国家防疫措施的科学背景、COVID-19 的疫苗和药物研究进程等问题。通过“COVID-19-5 min”的播报和分析, 加

上课下微信群的使用, 运用专业知识帮助学生分析疫情中哪些是理性的思考、哪些是惑众的谣言, 并要认识到滥杀野生动物的危害。在抗疫进行到一定程度时, 让学生认识到“不能对疫情放松警惕”的重要性和必要性^[8]; 根据呼吸道病毒的传播特点, 让学生了解此疫情通过科学防疫, 即在无特效药和疫苗时保持社交隔离和佩戴口罩非常必要, 可以达到有效预防和控制, 不必恐慌。当疫情形势从局部流行变为全球流行模式时, 引导学生理性看待国内外采取的不同防疫措施, 尤其是针对个别政府提出的“群体免疫”概念, 让学生了解到这实际是西方做的一个尝试, 也有可能是巨大冒险, 可能会以牺牲一批老弱民众性命为代价换取本国经济水平不受重创, 但能否形成群体免疫尚属未知, 毕竟此病原体未知信息太多。我们提醒学生不随波逐流, 继续科学防疫, 珍惜我国付出巨大代价换来的可控局面。

作为一种新的病毒疫情, 关于 COVID-19 还有许多科学问题亟待解决, 如: 病原体 SARS-CoV-2

的起源、变异和感染机制, SARS-CoV-2 感染后机体免疫力的建成和机体感染的愈后跟踪调查, 有效疫苗和药物的研发, 更有效的临床诊断技术和治疗方案等^[9-11]。在本学期教学中, 我们教师实时跟踪这些问题的解决情况, 仍然以“COVID-19-5 min”的形式与学生进行及时沟通交流和知识点的传授, 后期 4 次安排学生收集资料主动来课堂做讲解。

3.2 适应新形势, 微调教学重点

“病毒生物学”作为微生物学科的重要支撑性课程之一, 教学目标一直是引导学生掌握有关病毒的基本知识, 熟悉病毒学研究中常用技术、方法和手段, 并了解病毒学研究的最新进展, 以拓宽学生视野, 为其今后从事相关工作打下基础^[12-13]。所以, “病毒生物学”的教学大纲设计是结合《普通病毒学》《分子病毒学》和 *Principles of Molecular Virology* 等几门国内外病毒学教科书来设置的^[12-15]。本课程的教学重点包括: (1) 病毒的研究历史、结构特征、基因组多样性和分类; (2) 病毒的复制过程; (3) 病毒与宿主的相互关系(表 2)。

随着 2003 年非典、2005 年中东呼吸综合征^[16]、2014 年埃博拉出血热^[17]以及 2020 年的 COVID-19 疫情的发生, 学生对病毒学的关注度在逐渐提高, 国家对相关学科领域的研究也在进行调整和加强。本课程的教学重点也因势利导、与时俱进地进行调整, 在尽可能夯实学生病毒学基础知识的基础上, 将传授更多病毒学发展的前沿进展, 激发学生对病毒学、传染病学、公共卫生的研究兴趣, 为促进我国相关领域的研究进行种子储备。

新形势下, 在不改变本学期“病毒生物学”课程教学大纲基本框架的前提下, 结合疫情对教学课时进行适当调整: 在“病毒的结构与特性、分类及研究方法”讲授中强化呼吸道病毒的介绍; 将“病毒复制”这部分内容进行压缩(压缩 1 课时), 强化介绍引发最近几次疫情的病毒的研究进展; 将“病毒与宿主的相互关系”的内容进行扩展, 比较分析各国传染病防控体系的不同以及我国传染病防控体系在这次疫情防控中的作用, 并将此部分授课时间增加 1 课时。

总之, 将此次病毒疫情的发展和抗疫进程作为本学期教学的一个重要议题, 贯穿到各教学知识点的传授中, 让学生深刻体会到病毒疫情对人类的危害性、人类合作科学抗疫的必要性和科学研究的重要性。

4 复学后的教学衔接

线上教学有其优势, 例如: 课堂容量可不受实体教室限制; 只要网络顺畅, 所有学生都能看得清楚和听得清楚; 可播放资源和文件形式没有限制, 学生可以看教学回放。然而, 其最大缺点就是讲课中师生无法全程面对面, 教师不能根据学生面部反应来判断某些知识点的掌握程度, 不能全程了解所有学生的上课参与度和专注度。

4.1 教学效果的衔接

复学前后拟采取几种方式进行弥补: (1) 需要加强师生互动频率, 课上没有时间展开讲授的内容, 在微信群中发给学生课下自学, 教师课堂提问进行检测; (2) 增加课后作业和课堂小测的频率, 以便及时掌握学生学习“病毒生物学”课程中存在的薄弱环节。

4.2 教学模式的衔接

复学后, “病毒生物学”的教学将由线上教学模式转为线下教学。但是在疫情防控政策下, 部分学生预期不能如期返校, 或返校后仍需单独隔离, 或者为减少聚集可能部分学生需要在宿舍上课。为了保证这部分学生能参与学习, 本课程将遵循学校统一安排开展线下教学, 同时在教室电脑上安装“雨课堂”及“腾讯会议”的直播平台, 将面授课和网络直播授课同步融合, 让不在现场的学生依然同步参加课程学习和在线交流。

即使疫情全部结束, 线下教学也需要线上教学平台的辅助。比如: 线下教学过程中可依然保留“雨课堂”的线上教学回放功能, 有助于学生复习; 对于部分远程教学, 可通过主讲教师在线教、助教线下答疑等方式解决教师不足的问题; 继续发挥微信群的互动答疑、课堂延伸的功能。我们预期, 将来线下和线上教学模式的融合将成为一种趋势。

5 结论

作为生命科学领域重要的分支, 病毒学的研究对人类发展的重要性不言而喻。人类不断与新旧病毒的抗疫历程显示, 人类与病毒疾病的斗争是长期的。这次“新冠”病毒疫情的发生, 再次印证了致病性的病毒对人类公共健康甚至人类生存的巨大威胁, 以及对社会经济的巨大伤害。“新冠”疫情过后, 国家对相关科研领域的重视程度预期会加强。所以, 希望更多生命科学专业的学子能通过本课程的学习投身到病毒学、传染病学、公共卫生科学的研究中去。

新形势下, 开展病毒学课程的讲授, 结合疫情发展状况和防控情况, 及时强化“病毒生物学”课程教学中某些领域知识点的传授以及调整授课模式都是非常必要的。这些调整一方面是在让学生在相关专业知识方面得到扩充, 但更重要的是能够激发学生对病毒学的研究兴趣, 为我国病毒学、公共卫生、传染病学研究储备科研力量。

REFERENCES

- [1] Lu YJ, Huang FQ, Zhang XL, Hong HR, Chen JZ. Application and evaluation of Rain Classroom online platform in speciality teaching[J]. *Education Modernization*, 2019, 6(51): 146-148 (in Chinese)
陆英杰, 黄福强, 张雪莲, 洪鸿荣, 陈俊泽. 雨课堂网络移动教学平台在专业教学中的应用及评价[J]. *教育现代化*, 2019, 6(51): 146-148
- [2] Yang SY, Feng ZL. Application and practice of online live classroom in grass-roots open university[J]. *Journal of Yunnan Open University*, 2019, 21(3): 48-55 (in Chinese)
杨水燕, 丰壮丽. 网络直播课堂在基层开放大学的应用实践[J]. *云南开放大学学报*, 2019, 21(3): 48-55
- [3] Zhang QR. The effectiveness of “Rain Classroom” in information teaching of higher vocational colleges[J]. *The Guide of Science & Education*, 2019(3): 103-104 (in Chinese)
张前蓉. “雨课堂”在高职院校信息化教学中的有效性探究[J]. *科教导刊*, 2019(3): 103-104
- [4] Yuan HL. Practical exploration of the fight functions of WeChat assisted instruction[J]. *Digital Education*, 2019, 2019(4): 75-79 (in Chinese)
袁惠玲. 微信辅助教学的八种功能实践探索[J]. *数字教育*, 2019(4): 75-79
- [5] Graham RL, Donaldson EF, Baric RS. A decade after SARS: strategies for controlling emerging coronaviruses[J]. *Nature Reviews Microbiology*, 2013, 11 (12): 836-848
- [6] Li Q, Guan XH, Wu P, Wang XY, Zhou L, Tong YQ, Ren RQ, Leung KSM, Lau EHY, Wong JY, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia[J]. *The New England Journal of Medicine*, 2020, 382(13): 1199-1207
- [7] Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China[J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2020, 41(2): 145-151 (in Chinese)
中国疾病预防控制中心新型冠状病毒肺炎应急响应机制流行病学组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 145-151
- [8] WHO Director-General’s opening remarks at the media briefing on COVID-19-11 March 2020 [EB/OL]. <https://www.who.int/dg/speeches/6>
- [9] Ziegler CGK, Allon SJ, Nyquist SK, Mbano LM, Miao VN, Tzouanas CN, Cao YM, Yousif AS, Bals J, Hauser BM, et al. SARS-CoV-2 receptor ACE2 is an interferon-stimulated gene in human airway epithelial cells and is detected in specific cell subsets across tissues[J]. *Cell*, 2020, 181(5): 1016-1035
- [10] Sungnak W, Huang N, Bécavin C, Berg M, Queen R, Litvinukova M, Talavera-López C, Maatz H, Reichart D, Sampaziotis F, et al. SARS-CoV-2 entry factors are highly expressed in nasal epithelial cells together with innate immune genes[J]. *Nature Medicine*, 2020, 26(5): 681-687
- [11] Zhou P, Yang XL, Wang XG, Hu B, Zhang L, Zhang W, Si HR, Zhu Y, Li B, Huang CL, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin[J]. *Nature*, 2020, 579(7798): 270-273
- [12] Xie TE, Hu ZH. General Virology[M]. Beijing: Science Press, 2019: 3-38 (in Chinese)
谢天恩, 胡志红. 普通病毒学[M]. 北京: 科学出版社, 2019: 3-38
- [13] Huang WL. Molecular Virology[M]. 3rd ed. Beijing: The People’s Medical Publishing House, 2016: 1-430 (in Chinese)
黄文林. 分子病毒学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 1-430
- [14] Mang KQ, Beld M, Mang R. Basic Virology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005: 2-290 (in Chinese)
莽克强, Beld M, Mang R. 基础病毒学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 2-290
- [15] Cann AJ. Principles of Molecular Virology[M]. 6th ed. USA: Academic Press, 2016: 1-310
- [16] Chan JFW, Lau SKP, To KKW, Cheng VCC, Woo PCY, Yuen KY. Middle east respiratory syndrome coronavirus: another zoonotic betacoronavirus causing SARS-like disease[J]. *Clinical Microbiology Reviews*, 2015, 28(2): 465-522
- [17] Malvy D, McElroy AK, de Clerck H, Günther S, van Griensven J. Ebola virus disease[J]. *The Lancet*, 2019, 393(10174): 936-948