

基于生物医学大数据技术的生物信息学课程体系改革研究

肖云 徐锦远 张欣欣 兰雨佳 平艳艳 庞林 庞博 王一涵 胡晶

(哈尔滨医科大学 黑龙江哈尔滨 150081)

随着生命科学各个领域检测技术的突破和普及、医疗信息化以及信息技术的升级与发展,特别是高通量测序技术的广泛应用,各种组学数据如潮水般汹涌而至,增长惊人,生物医学研究迎来了一个崭新的“大数据”时代。与此同时,大数据时代的来临也对生物医学的研究产生了重要影响,海量生物医学数据的积累推动着由假设驱动向数据驱动的发展趋势转变,有助于挖掘重大生物医学规律。然而,与生物医学数据的迅猛增长相比,相关知识和信息的增长却相对缓慢,二者之间的矛盾,极大地催生了生物信息学的快速发展。生物信息学作为一门较为年轻的交叉学科,旨在综合运用生物学、数学及计算机科学等多种学科理论及工具,阐明和解读海量生物医学数据所蕴含的生物学意义,已经成为整个生命科学创新发展的重要支柱,是信息时代带给生物医学的巨大推动力[1]。目前,生物信息不仅在基因组领域取得了长足的发展和进步,同时也逐渐被应用到生物医学的各个领域,如医学信号的探测与处理、医学成像技术、计算机辅助药物研发等各个方面,社会对生物信息学人才的需求也愈发迫切[2]。

生物医学大数据已经成为现代生命科学研究中不可或缺的重要组成部分,与人类健康密切相关,并将成为未来“智慧健康”的基础。目前为止,许多国家相继实施了相应的生物医学大数据计划,并确定了生物医学大数据的重大研究任务,衍生出大量分析技术,包括大数据采集与处理、大数据分析及挖掘、大数据展现等方面。生物医学大数据技术能够从各种组学的生物医学大数据中快速获取有价值信息,其在系统生物学、疾病风险因素分析、疾病诊断和治疗、疾病发病预测、个性化精准医疗等领域中均有重要意义[3]。欧美国家的许多高校纷纷开设了生物医学大数据相关课程,应用各个阶段的大数据技术对海量生物医学数据进行分析,已经成为生物信息学的核心内容之一。因此,生物信息学的发展离不开生物医学大数据技术的支持[4]。扎实掌握生物医学大数据技术,加快完善生物信息学课程体系改革,对培养生物信息学人才至关重要,对国内前沿生物信息课程的开展及精品课程的建设具有重要的意义。

一、生物医学大数据时代下生物信息学课程体系存在的问题

(一) 教学内容滞后、教学模式单一

生物信息学专业学习内容具有更新发展速度快、创新性与实践性强等特点。有些院校没有将新课程改革的要求落到实处,改革只停留在规章制度中,不能够与时俱进。授课教师所讲授的教学内容多年不变,跟不上学术前沿,使得学生难以及时掌握最新科研动态,影响学习效果[5]。例如,近三年,单细胞测序技术的发展趋势势如破竹,而有些教师的教学内容还停留在十年前芯片技术的讲解,教学内容严重滞后。也有部分教师授课内容仍然停留在理论阶段,无法应用,不能够解决所遇到的实际生物学问题,这样会使得学生有一种学无所用的错觉。此外,生物信息学专业教材大部分都是来自于英文书籍或者英文文献,需要授课教师理解翻译后再进行讲授,从而不适合国内学生学习相关知识,因此会降低教学有效性。同时,在实际教学过程中,大部分院校授课时依然是以教材和教师为中心,教学模式单一,不能结合学生的知识基础和发展,灵活多样地组织教学形式和创新教学方法,造成课堂氛围缺乏生机,学生不能更好地学习知识,能力也难以得到锻炼和强化,不利于学生的全面发展。而且,这种传统的灌输式教学模式使得学校极少能参与到课堂教学中,主动性与动手实践能力都很差,非常不利于学习和掌握生物信息学专业专业知识,造成学习效果和品质不佳。近五年,教学手

段已经发生了日新月异的变化,从单一的讲授式教学方法逐渐过渡到多元化授课模式。不仅仅要改善课堂教学模式单一的问题,而且要丰富学生课后学习资源,从而提升教学效果,以期达到培养生物信息学专业人才的目标。

(二) 课程体系不系统、数量多

生物信息学的课程体系是在融合医学、数学、计算机科学、生物学等多学科的基础上建立的,因此课程知识体系庞杂,涉及到多个学科知识的相互交叉,系统性不足。在课程教学结构方面,虽然本着先基础后专业的原则开设课程,但前两年的基础课程多以数学、生物学以及计算机基础课程为主,体系分散、不够系统,并且与后两年专业课程内容之间联系的逻辑性不够强,课程设计不够循序渐进、环环相扣。大三同时开设多门专业课程后,学生常常学此忘彼,无法从全局上掌握课程之间的关系,将之前学到的理论知识应用到专业实践中也较为困难。另外,以需求为导向的专业课程体系还不够完善。生物信息学是一门实践性较强的学科,更注重培养学生运用所学知识解决问题的能力,课程开设前缺乏充分的考察和调研,科学发展的动态及市场对生物信息人才能力的需求没有充分地融入到课程体系的改革中。同时,课程体系中的实验教学仍需加强,尤其是计算机和生物信息方面需要编程实践的课程,以逐步形成“理论带动实验,在实验中理解理论”,实现理论教学和实验教学的一体化。

此外,目前的课程体系中还存在着课程数量较多的问题,而且课程强度的设置以及课程设置的时序关系需进一步优化。如在大四学年,学生由于面临考研和就业的双重压力,把大量精力放在复习考研和做题上,对于课堂上老师传授的知识不够重视,进而导致真正进入毕业阶段后,由于专业理论知识缺乏或者综合运用所学知识的能力差,后劲不足,课题进展不顺利。同时较多的课程也加重了学生期末的考试压力,使学生难免产生倦怠情绪[6]。

(三) 课程针对性和实用性不强

数据的存储、管理、整合、分析、挖掘等是生物医学大数据研究迫切解决的问题,也是生物信息相关人才重点关注的研究问题。为解决这些问题,生物信息专业学生需要具有较强的大数据分析动手实践能力。而目前的课程体系中针对生物医学大数据相关的课程偏重基础,缺乏针对复杂医学大数据实用性的教学与训练。比如,C语言、java语言、R语言、Python语言、Perl语言等生物信息编程相关课程注重程序基础概念和常规用法的教学,针对大数据分析相关高级编程实用知识拓展和实验训练的课时相对较少,这就导致学生动手实践能力无法得到全面的培养[7]。同时,鉴于大数据的高度复杂性和庞大性,生物信息学生也必须要功底深厚的数学算法开发实践能力。数学分析、高等代数、高等多元统计等数学专业基础课已经成为生物信息专业的核心基础课程,但针对生物医学大数据分析常用的深度学习算法、机器学习算法等高级算法相关的课程开设不够充分,这将制约学生灵活解析生物医学大数据问题的能力。被国际顶级杂志《Science》评为2018年度十大突破之首的单细胞测序技术研究是生物医学大数据研究的重要热点,近几年单细胞相关的研究和数据的数量呈现井喷式增长,其相关的基础理论概念和研究技术方法散落在各个科学研究成果中,虽然部分老师在课堂中会拓展部分相关的内容,但其相关知识的广度和深度还远远不够,缺乏单细胞研究相关系列课程的开设。此外,生物医学大数据研究相关的智能医学等领域方兴未艾,但相关课程时也是极其缺乏。因此,目前的课程体系部分课程存在授课内容和课时缺乏针对生物医

学大数据研究的问题,也缺乏针对医学前沿研究相关的课程。

二、多元化方式改革现有生物信息学课程体系

(一)以调研为先导进行核心课程设计

充分调用多元化调研方式,合理剖析,设计适应生物医学大数据时代的生物信息课程结构。通过合理设计调查问卷,了解已毕业学生在分析生物医学大数据时面临的困境及能力诉求;通过对生物信息学毕业生的用人单位进行充分调研和实地考察,如生物医药公司、科研机构、高等院校及附属医院等,掌握当前用人单位对于生物信息学人才的知识与能力要求;通过专题研讨以及专题资料征集与调阅等方式,从中解离出生物医学大数据相关的关键技能。整合上述多种调研结果,剖析当前生物信息学课程体系存在的课程问题和教学痛点,有针对性地改革生物信息学课程结构并创新生物医学大数据核心课程。

在课程教学内容方面,基于现有课程与实际生物医药大数据分析和前沿学科领域脱节的痛点问题,开设针对生物医学大数据技术的前沿课程。融合当下大数据分析理念和生物医药数据分析热点,在原有课程基础上推陈出新,不断增加科学前沿问题热点探究与生物医药新问题的教学比例与实践比例,建立实时热点生物数据问题的开放性研究项目,使学科前沿融入基础教学的各个环节,实现理论、实践、前沿相融合的一体化教学。在课程教学结构方面,基于现有课程中学生实际操作和数据分析能力与理论能力匹配不足的现象,通过前期基础理论课程铺垫与后期针对性实验课程的建设,设计出一组较为完善的适应生物医学大数据时代的课程结构,以基础理论和实践操作为主,以科研项目和学科训练为辅,使各个学科课程有机排布,理论与实践相结合地推进课程结构的创新,并将主要课程建设为精品课程,并开设网络课程进行深度推广。在课程教学进度方面,基于现有课程跳跃性和进度跨越大的问题,合理安排生物信息学各个课程的教学进度,生物信息学理论基础课先行并同时辅以编程语言类课程,使课程之间循序渐进、环环相扣,从而最高效地实现生物医学大数据技能的培养。

(二)以市场需求为起点针对性改革课程结构

以市场需求为导向,顺应大数据时代及市场人才需求的变化,调整生物信息学专业结构,构建“人才培养,科学研究,社会服务”多元化、多层次的课程体系,解决大数据时代背景下实际生物医学问题的动手能力和创新能力,获得社会需求生物信息学人才必备的技能,增强学生的就业竞争力,能够迅速投入未来科学研究和工作中。

针对生物信息学专业相关工作单位进行大规模的调查问卷与实地走访,分析确定生物医学大数据人才所应具备的关键技能与专业素养,逆向设计出专业所需核心技术课程和职业技能课,从而最高效地实现生物医学大数据技能的培养。围绕生物医学大数据时代下生物信息学人才培养目标,摒弃“重理论、轻实验”思想,针对生物信息学特点合理增加实践教学比重,改变教师与学生对实践教学的思想理念,重视实践过程与实践质量,重点培养学生理论转化实践动手能力;协同合理设置各个课程实践内容,探索阶梯式实践培养模式。围绕生物医学大数据时代下的前沿生物医学问题设计实验教学任务,最大程度激发学生的兴趣性、积极性和主观能动性;优化调整实践的考核体系,注重学生实践学习质量,逐层加深实践考核机制,联合考查学生理论知识扎实性和理论转化实践能力。针对生物医学大数据市场发展需求,将勇于善于将产生新维度新分辨率生物医学数据的新技术引入课堂,总结新技术以及相关生物医学大数据数据分析方法,研发日新月异性技术课程,使得学生所掌握的专业理论知识与实践能力能够紧紧跟随生物信息学市场需求变化,使得学生能够更快更精准地投入到未来的工作,为生物医学领域创造价值。进一步,通过与生物医药公司、科研院所、医院等用人单位进行校企合作,因材施教地增加各类实践课程,为学生提供专业且具有可操作性的实践工作和环境,全面提升学生的专业素

养,培养学生解决实际问题的能力,促进学生更加迅速地适应新经济发展需求,为企业和科研单位培养更多生物信息学高素养的创新复合型人才,注入新鲜血液,促进生命医学科学研究的发展。

(三)以课题为载体建立立项化教学环节

在大数据盛行的今天,具有生物医学大数据分析经验的生物信息人才在国内外科院所和相关医药企业中出现了一将难求情况,那么如何才能培养出具有丰富生物医学大数据分析经验的生物信息专业人才呢?课题立项化的教学环节是一个很有潜力教学的方式,即在教学培养过程中为学生有针对性地设计立项化的创新课题,使学生在完成立项化的课题学习任务中积累生物医学大数据分析经验,最终使学生在未来的工作选择中更具优势。为了系统构建课题立项化教学环节,首先,依据科研院所和企业等对生物信息人才的需求,并结合学生的就业意向与兴趣爱好情况对其进行分组,构建学生就业意向库;其次,在生物信息专业本科生毕业实习阶段,以用人单位对学生能力的实际需求为导向,建立相应课题研究方向库;最后,在课程教师或学业导师的指导下,结合学生意向和研究方向库,学生完成创新性课题方案的任务确定、流程设计、可行性论证、组织实施、综合评估、成果共享等,从而系统构建课题立项化的教学环节,全面提升学生的专业素养,培养学生解决实际问题的能力。此外,课题立项化教学过程的项目集合与开发的生物信息相关的生物医学大数据技术教学平台相结合,进一步完善理论学习与实践学习为一体生物信息学课程体系。

生物信息学作为一门基础研究学科具有重大的研究价值和科学意义,同时,它也作为一门应用型学科,在生命健康和临床医学领域展现出巨大的经济效益潜力。随着生物医学“大数据”时代的到来,社会对大数据技术型生物信息人才的需求越来越强烈,“生物医学大数据技术+生物信息学教育”趋势势不可挡。生物信息学在这一时代浪潮中发挥着不可替代的作用,与精准医学发展联系密切,对科研成果向高新技术产业转化贡献巨大。推动大数据技术与生物信息学专业的深度融合,设计符合新时代发展准则的生物信息学教育方案和课程结构,对培养生物医学大数据时代背景下的复合型生物信息学人才至关重要。此外,结合不同学科背景和思维方式,帮助学生理解大数据技术在生物信息学和生物医学问题上的应用,强化大数据分析思想,有助于进一步提高生物信息学教学效果。生物信息学课程体系的改革仍需要从诸多角度去思考,需要教师深入科研和企业一线,不断调研、学习,在探索中持续前行。

基金项目:黑龙江省教育科学规划重点课题《基于生物医学大数据技术的生物信息学课程体系改革研究与实践》课题编号:GJB1421269。

参考文献:

- [1] 郭丽,胡栋,王俊,等.生物医学大数据背景下学习生物信息学的学科特点分析.高教学刊.2016,(19),48-49
- [2] 陈宇杰,吴江,鸿丽春,等.大数据时代下的生物信息学教学探究.内蒙古民族大学学报(自然科学版).2021,36(05),455-457
- [3] 张春丽,成戛.大数据分析技术及其在医药领域中的应用[J].标记免疫分析与临床.2016,23(03):327-333
- [4] 胡瑞峰,邢小燕,孙桂波,等.大数据时代下生物信息技术在生物医药领域的应用前景.药学学报.2014,49(11):1512-1519
- [5] 王文栋,张浩婷,崔若彤,等.大数据时代科研导向的生物信息学专业教学方法探索.科教导刊.2019年第21期1-1.4,共2页
- [6] 王鹏,郭秋艳.“大数据”时代生物信息学教学探索与改革.科技创新导报.2016,13(15)
- [7] Susan McClatchy et al. Nine quick tips for efficient bioinformatics curriculum development and training. PLoS Comput Biol. 2020 Jul 23; 16(7): e1008007