

文章编号: 2095-1663(2020)05-0001-05

DOI: 10.19834/j.cnki.yjsjy2011.2020.05.01

潜心立德树人 执着攻关创新

——中国科大免疫学研究生教学团队的探索与实践

田志刚, 孙 洵, 魏海明

(中国科学技术大学 生命科学与医学部, 合肥 230027)

摘要: 研究生科研素质培养是研究生教育的核心任务。中国科技大学免疫学教学团队在近二十年免疫学教学实践中, 潜心立德树人, 坚持将教学与科研紧密结合, 以基础教育为根本, 以科研诚信培养为基石, 以创新驱动为引领, 把研究生科研素质培养贯穿于科研实践的过程管理中, 不仅培养了一批极具创新能力的免疫学学者, 而且还推动了免疫学学科快速发展, 培育了一个国家创新研究群体, 形成了一个具有鲜明中国特色的国际免疫学科研高地。

关键词: 硕博连读研究生; 素质培养; 精英教育

中图分类号: G643

文献标识码: A

研究生教育是大学本科之后以研究和创新为主要特征的高层次专业教育, 而研究生科研素质(主要包括科研道德、创新意识、创新精神、科研方法等)培养一直是研究生教育的核心, 受到国家和地方各级教育部门的高度重视, 也有众多成功范例^[1-2]。但在目前研究生教育中仍然存在很多问题, 突出表现在以下两个方面: 一是混淆了研究生教育与职业教育的界限, 背离研究生教育学术追求的宗旨; 二是混淆了研究生教育与大学教育的区别, 将研究生教育变成大众普及性教育^[1]。中国科技大学免疫学教学团队从2001年至今20年来, 始终把教学与科研紧密结合, 按照“精英教育”的目标定位, 积极探索并构建硕博连读研究生长时程培养体系, 以基础教育为根本, 以科研诚信培养为基石, 以创新驱动为引领, 紧扣科研素质培养的基本内涵要求, 注重研究生学术精神和研究能力的培养, 逐步形成了适合于拔尖人才成长的“理论—技能—实践三梯次学习”培养模式。近二十年来, 受益于这套教育培养体系, 形成了由三代教师组成的免疫学研究生教育培养团队, 为

国家培育了一大批年轻的免疫学学者, 同时, 中国科技大学免疫学科也从无到有, 快速发展, 以至进入国际ESI学科前1%, 推动了国家级免疫学优势学科的形成, 建立了一个具有鲜明中国特色的国际免疫学科研高地。

一、免疫生物学本硕博贯通课程群构建

(一) 免疫生物学课程群构建背景

免疫生物学在综合大学生物学教学中是一个难点。上世纪50年代开始现代免疫学进入迅猛发展阶段, 成为了获得诺贝尔生理与医学奖获奖最多的学科, 也成为了现代生物医药的支柱, 在医疗医药历史上有多次里程碑贡献。本世纪开始国际上各大院校开始加大免疫学的教学, 比较有代表性的范例是哈佛大学、耶鲁大学、多伦多大学等顶级大学纷纷开设“免疫学课程群(Immunology Program)”, 从三年级学生中选拔精英学生(前5%)提前进入免疫学的

收稿日期: 2020-07-27

作者简介: 田志刚(1956—), 男, 山东莱州人, 中国科学技术大学基础医学院院长, 教授, 博士; 中国工程院院士。

孙 洵(1959—), 女, 北京市人, 中国科学技术大学生命科学与医学部教授。

魏海明(1963—), 男, 安徽合肥人, 中国科学技术大学生命科学与医学部副部长, 教授, 博士。

系统学习,并在本科毕业后直接进入免疫学博士阶段深入培训,这样一个长时程培养体系对培养免疫学人才是一个大胆的尝试。而当时我国生物学教学体系中几乎没有设立免疫学课程,少数设立免疫学选修课程的学校也只是照搬医学院校的医学免疫学(侧重应用),不能体现生物学更加注重现象本质这一特点。考虑选修课在课时上的“机动灵活性”和生物学侧重深入现象本质这两个特点,有机融合生物学和医学免疫学这两大学科,设立适合中国免疫生物学的教学体系就显得十分必要。

中国科技大学自建校起就一直秉承精英教育理念,本科生和研究生考生质量、师生比例和科学研究总体环境都体现出精英教育所具备的基本条件。免疫生物学是现代生物学的重要基础学科之一,既有本身基础生物学理论,又延伸到疾病与健康的实际问题,是一个既需要“基础宽厚实”又需要“博采众长”的可交叉学科。因此,根据免疫学的必然发展趋势、学生对免疫学的需求、学生自身学习潜力等因素,设立既能满足有深度学习兴趣学生需求,又符合接受通识教育学生的广度扩展需要的免疫生物学课程群,与中国科技大学精英教育理念相契合,是一个难得契机,值得积极探索。

(二)本硕博贯通的“三位一体”课程群的构建思路和特点

由于本科生、硕士生、博士生对免疫生物学的学

习兴趣均十分浓厚,而研究生却来自不同学校不同专业,入校后又分布于不同专业,对免疫学知识的需求差异巨大,课程设置十分困难。为了满足这种多样化的学习要求,必须实现“四兼顾”:兼顾免疫学知识需求深度与广度、兼顾学生原有免疫学知识差距、兼顾不同专业对免疫学需求不同、兼顾免疫生物学选修课和其它生物科学必修课之间桥梁关系。在学校有关部门的大力支持下,我们通过设置难度渐进式的课程群体系,避免课程设置中容易出现的“同质化”或“重复性”,采用分阶段递进式学习方式,创建了本科生一硕士生一博士生贯通的“三位一体”免疫学课程体系。从2001年开设免疫生物学课程,免疫生物学课程群历经三代教师20年的探索实践,目前已经由“本科一硕士一博士三位一体”免疫生物学课程群贯通体系,扩展为面向全校学生的免疫学通识课、生命科学学院学生的免疫生物学选修课、医学院学生的医学免疫学必修课、留学生的免疫生物学英文课、国家免疫学视频微课教学等多种形式(图1)。本科生可以根据自己的兴趣和未来职业规划,选择课程群中一门或若干门由浅入深地学习。研究生则可以根据自己已有免疫学基础、未来科研需求以及导师建议选择其中一门或多门课程学习,每个学生的起点课程和终止课程可以完全不同,本硕博贯通课程群设置为研究生技能训练奠定基础。

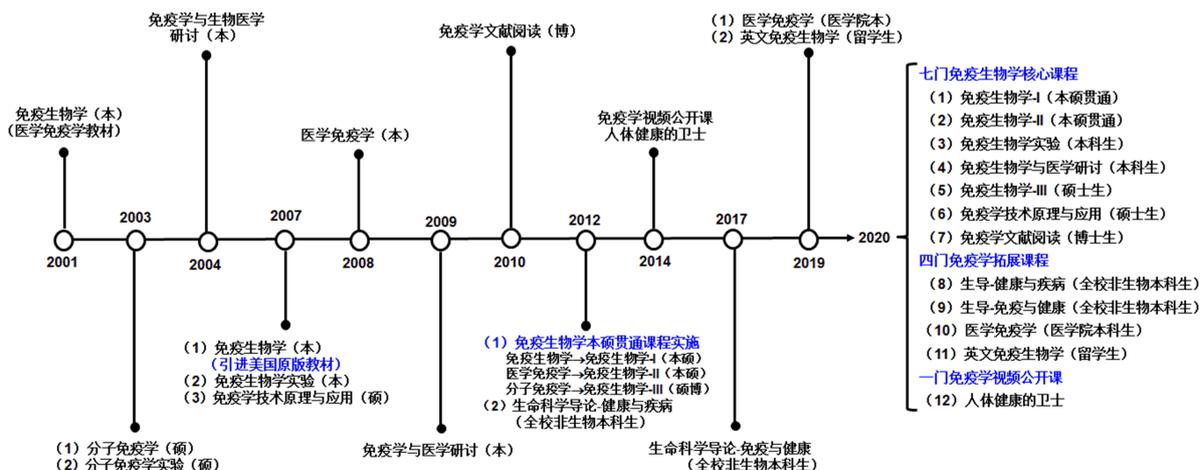


图1 免疫生物学课程体系20年的发展历程

二、以基础教育为根本的“三梯次”教育教学模式探索

(一) 理论学习→技能学习→输出性学习的“三梯次”教学方式

本硕博贯通的课程群的实施需要同步进行教育方法的改革。通过不断摸索和改进,我们将课程群进行难度渐进式递进,创建了理论学习→技能学习→输出性学习的“三梯次”教学方式。一方面加强学生的免疫学基础教育,实验技能的培训,另一方面通过开设讨论课程,把课堂变成论坛,让同学们针

对热点专题,主动收集更新知识,鼓励学生提出问题,在充分讨论中以“输出性”方式学到系统知识,激发学生的学习和科研兴趣,产生了很好的教学效果。

(二)“三梯次”课程设置与实施方案

第一梯次教学为“免疫学前沿知识与学科发展趋势”的知识输入性学习,课程为《免疫生物学-III》,面向硕博研究生,侧重于知识更新、开阔视野、拓宽思路,为解决生物学和医学中的有关实际问题奠定必要的理论基础。《免疫生物学-I》和《免疫生物学-II》,是为本科阶段没有或较少学习免疫学的硕士生提供的补习课程;第二梯次教学是“免疫学研究能力与技巧”的学习,课程为《免疫学技术原理与应用》,面向硕士生,培养学生运用实验、设计实验、记录实验、分析结果及描述结果的能力;第三梯次教学为“免疫学综合知识与能力”的输出性展示,课程为《免疫学文献阅读》,面向博士生,在老师指导下选择国际顶级免疫学论文,由学生进行文献介绍,直接进入国际前沿,引导学生捕捉和研究问题的探求欲,提升学生的创新意识,培养学生综合知识、分析问题、逻辑思维能力以及演讲表达能力。

(三)配合“三梯次”教学的基本技能训练

在具备一定科研意识的基础上,我们开始加强学生的研究方法训练,旨在使其尽快掌握实验设计、开展实验研究、撰写学术论文等方面的技能。具体做法是为1~6年级研究生(中国科大主要为硕博连读)分别制定不同的培养计划和考核表格(表1):

①1年级在完成学位课程基础上设立五项必须考核达标的基本技能训练(细胞增殖与杀伤实验;流式细胞术;RT-PCR及RNA操作技术;重组DNA技术;免疫病理及免疫组化技术),同时必须参加实验室每周文献报告和周工作报告,以便能在第一时间接触科研前沿;②2年级主要完成研究选题(3次以上答辩)、重要预实验结果(重复3次以上)、实验记录训练及检查(后述)、季度工作报告(文字+口头);③3~5年级是研究的主要阶段,在完成本专业重要高级技能训练(流式细胞分选技术;激光共聚焦显微镜技术;活细胞工作站技术;显微切割技术;激光光镊技术等)基础上,需要开展前沿课题研究、获取论文主要实验结果并整理。这个阶段对周工作、月工作、季度工作、年中、年终的各次汇报(文字+口头;全体会议)进行“破案式”的严格追踪,确保实验结果的可信、可重复、可推广(学生之间重复);④6年级主要完成论文写作和发表、毕业论文写作和答辩。此阶段注重毕业论文与答辩在研究生培育中的核心价值(不仅仅以SCI为标杆,发表SCI论文只是研究生培养的一个环节),特别强调中文功底和力争发表中文文章的价值。英文论文的写作不能导师“取而代之”,注重写作能力和国际视野的培养。把写作过程分解为若干部分(图表形成→Legend→Method/Materials→Results→Abstract→Introduction→Discussion→References等;周而复始3轮以上),并对每个环节提出具体要求与目标,

表1 中国科学技术大学免疫学研究所本科生/研究生培养计划

	本科实习生(一年)	硕士研究生(三年)	博士研究生(三年)
基本实验技能	①流式细胞术 ②细胞分离与培养技术 ③RT-PCR及RNA操作技术 ④重组DNA技术 ⑤免疫病理及免疫组化技术 ⑥蛋白质电泳及Western Blot技术	①流式细胞术 ②RNA干扰技术 ③RT-PCR及RNA操作技术 ④重组DNA技术 ⑤免疫病理及免疫组化技术 ⑥蛋白质电泳及Western Blot技术 ⑦荧光显微镜技术	任选其中2项 ①流式细胞分选技术 ②激光共聚焦显微镜技术 ③显微注射技术 ④质谱分析技术 ⑤Biacore3000生物大分子相互作用系统
周工作报告	每周周日提交	每周周日提交	每周周日提交
季度报告	4次	12次	12次
年中工作报告	2次	6次	6次
年终工作报告	1次	3次	3次
研究小组组会	每周一次	每周一次	每周一次
实验记录检查	4次	12次	12次
文献报告	2次	6次	6次
学术会议	……	1~2次国内会议	1次国际会议,国内会议2~3次
发表论文	1篇符合PubMed或SCI收录期刊	重要核心期刊发表论文1篇或一项国家发明专利公开	发表IF≥4SCI论文1篇

老师不断指出不足和修改意见,由学生自己完成修改,使其在稿件投出后真正具有独立写作能力。经过这一过程培训,使研究生逐步提高创新意识并具备应有的学术研究能力,取得相应的研究成果。

三、以科研诚信培养为基石的 科研实践过程管理

(一)严格管理,把研究生科研素质教育和能力培养作为重中之重

由于中国社会本身的世俗主义导致的功利倾向,一些学生攻读研究生的目的不是为了科学研究,而仅是为了提升学历,从而在未来就业或职位中获得利益^[1]。为了避免研究生只为毕业而仅仅注重SCI论文的发表,忽略素质和能力建设这一研究生培养的通病,中国科技大学免疫学教学团队通过构建一套有序、规范、科学的培养体系来保障素质与能力培养目标的实现,并通过过程管理和目标分解等措施加以细化。在整个培养过程中形成了研究组会、周工作汇报,季度工作汇报,年中汇报、年终汇报、一对一单独研讨等固定规范的培养流程,通过严格的流程管理逐步培养学生的科研兴趣和勇于探索、敢于创新、不怕失败的科研品质,鼓励学生提出问题,通过组会、工作汇报积极营造学生之间、师生之间的自由辩论环境,使学生充分表达自己的观点,从而提高其创新意识和创新能力。同时把科研诚信作为信念,把数据溯源作为手段,纳入到科研实践的过程管理。为了培养学生的国际化视野,除了大量邀请国外学者来访交流外,还安排每位研究生至少一次出国进行学术交流。这些过程管理保障了学生基本能力和科研素质的大幅提升。

(二)注重细节,将科研诚信、实验伦理和实验记录培训落到实处

科研诚信、实验伦理和实验记录在科学研究过程中具有非常重要的作用,需要研究生对此问题高度重视,才能在源头上杜绝数据造假、科研活动不规范、剽窃学术思想或资料等各类学术不端行为,而研究生导师在这一环节中具有十分重要的责任^[3-5],因此,导师们必须始终铭记“学高为师,德高为范”的教研宗旨。在本科实习生(推免研究生)和研究生进入实验室前首先要进行科研道德伦理和实验记录培训,在整个研究生学习期间始终坚持实验记录的规范化、可读化、查阅公开化、常态定时检查程序化管理措施,科研工作的周、月、季度、年中、年终等进度汇报的实验结果必须与实验记录的具体出处严格

挂钩(每个图表与实验记录的具体时间、页码对应),对实验记录的规范性、准确性、工作量等若干方面还要进行实验室全体人员的评比排队(每季度全体评比检查1次),并进行最终总结点评,公布优秀和落后名单。同时,每位实验者必须在每本实验记录的首页对科研道德、实验伦理和实验记录真实性作出郑重承诺。从而在实验室建立了一整套科研道德规范和实验记录检查的体系,保证了科研的严肃性,从源头上杜绝了科学不端行为的发生^[5]。

四、实践成效

长期以来,中国科技大学免疫学教学团队一直秉承“科技报国”的传统,注重培养“创新驱动”和“成果转化”的国家意识,强调科学家的国家属性以及用所学知识服务国家、服务人民的责任,以做好教学科研工作为第一要务,潜心立德树人,执着攻关创新,在实践中取得了显著成效。

(一)培育了一批年轻免疫学学者

经过这样系统的免疫生物学培训的本科生、研究生和博士生毕业后多数能够收到国内外顶级实验室的邀请,一批学生已成为国际名校的博士生或博士后。近五年中国科技大学免疫学研究所毕业研究生为第一作者发表SCI论文130余篇,其中高影响论文30篇(包括Cell、Nat Immunol、Immunity、J Exp Med等免疫学顶级刊物),21位优秀研究生分别获得中科院院长特别奖、优秀奖和优博论文。培养出的研究生已经在国内外崭露头角,做出骄人的成绩。其中获得国家自然科学基金优秀青年基金资助6人次,国家自然科学基金杰出青年基金资助2人次,国家自然科学基金创新群体负责人1人,中共中央组织部“青年千人计划”资助3人次,9人获中国免疫学会颁发的“中国免疫学会青年学者奖”,成为各单位的骨干力量。

(二)建设了一支具有国际声誉的科研队伍

免疫学课程群的教学实践极大地推动了科学研究,免疫学研究生科研素质教育的探索实践取得一定成功,激发了一大批学生从事免疫学科研和教学的热情。有的学生本硕博教育结束后留校任教取得教学科研双丰收,其中4人获得国家自然科学基金委员会“优秀青年基金”资助,5人获得中国免疫学会颁发的“中国免疫学会青年学者奖”;有的学生在科大研究生毕业后在国外完成博士后学习返回学校任教,他们中已有4人分获国家自然科学基金委员

会“杰出青年基金”、中共中央组织部的“万人计划”领军人才、中共中央组织部的“青年千人计划”等资助。同时也吸引了一大批国内外其它高校优秀人才加盟免疫学研究生教育教学队伍,其中有3人分别获教育部“长江学者”、中国科学院“百人计划”等资助,形成了一支强大的免疫学学科科研团队。

(三)形成了具有中国特色的免疫学科研国际高地

现代社会的创新人员主要来自于研究生教育培养的人才,因此研究生教育的质量基本决定了国家的未来创新能力^[1]。自2001年成立了校级科研机构—免疫学研究所以来,20年努力已经形成了由20位教授组成的免疫学团队(包括院士1名、国家自然科学基金“杰出青年基金”1名、“优秀青年基金”3名、国家中共中央组织部“青年千人计划”2名,教育部“长江学者”1名,不重复计算),成为有中国特色(NK细胞与天然免疫)的国际免疫学研究高地。在免疫学研究领域先后获得教育部的“长江计划创新团队”、两次“国家自然科学基金委创新群体”、首个国家自然科学基金委基础科学中心(医学部—免疫学)承建单位、两次获得国家自然科学二等奖。创办的中国免疫学会英文会刊(*Cellular & Molecular Immunology*),成为国家卓越期刊计划的领军期刊,位列全球免疫学SCI期刊前9%。系列免疫学技术和产品中有三个项目成功实现技术转让,转让资金合计超过1亿元人民币,为国家经济建设和医疗健康事业发展作出了贡献。

(四)促进了“科大新医学”的创立和发展

免疫学发源于医学,也是医学院校的必修课,医学教育也是国际知名大学必设门类。基于免疫学科与医学密切相关的属性,2001年,以免疫学教师为

主体建立了“安徽省分子医学重点实验室”;2009年倡导并详细论证了中国科技大学筹建医学学科的重要意义,促成了“中国科技大学医学中心(医学院筹建)”;2014年获批建设的“中科院天然免疫与慢性疾病重点实验室”和2018年获批的“合肥微尺度物质科学国家研究中心分子医学部”,是2017年正式成立中国科技大学生命科学与医学部的主要推动力量。随着生命科学与医学部的成立,以及“生物医学与健康安徽省实验室”和“合肥综合性国家科学中心大健康研究院”的筹建,一个具有鲜明特色、正在蓬勃发展的“科大新医学”已初步形成。在2020年抗击新冠肺炎的战役中,中国科大免疫学团队提出新冠肺炎“炎症风暴”导致重症化的免疫学发病机制,并制定“托珠单抗+常规治疗”的免疫治疗方法,入选国家卫生健康委员会《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》,正式进入临床试用,进一步彰显了中国科大免疫学团队的实力,提升了“科大新医学”的影响力。

参考文献:

- [1] 冉亚辉. 中国研究生教育基本理论论纲[J]. 研究生教育研究, 2020(2):6-13.
- [2] 王战军,于妍,王晴. 中国研究生教育发展:历史经验与战略选择[J]. 研究生教育研究, 2020(1):1-7.
- [3] 林仕尧. 德育融入研究生培养体系的理论探索[J]. 研究生教育研究, 2018(6):14-17.
- [4] 李祥,王路路. 研究生学术不端行为治理的制度构建与完善[J]. 研究生教育研究, 2019(3):53-59.
- [5] 孙纳,魏海明,田志刚. 研究生实验记录的培训和规范化[J]. 学位与研究生教育, 2010(4):26-29.

Devoting Themselves to Fostering Virtue through Education and Persisting in Innovating and Tackling Key Problems: Exploration and practice of the USTC teaching team for postgraduates in immunology

TIAN Zhigang, SUN Rui, WEI Haiming

(Division of Life Sciences and Medicine, University of Science and Technology of China, Hefei 230027)

Abstract: The scientific research ability cultivation for postgraduates is the core task of the postgraduate education. Over the past nearly 20 years of practice, the immunology teaching team of the University of Science and Technology of China has persisted in integrating teaching and scientific research closely while attaching great importance to moral education. Taking basic education as the foundation, scientific research integrity cultivation as the benchmark, and innovation-driven as the leading principle, the team carries the scientific research ability cultivation for postgraduates throughout the whole process management of scientific research practice. In this way, the team has not only cultivated a number of immunologists with great innovative ability for the forward-advancing development of immunology in China, but also fostered the formation of a national innovative research group and the establishment of an international immunology research high ground with Chinese characteristics.

Keywords: students in master-doctoral program; ability cultivation; elite education