

## 教学研究

# 以《细胞生物学》课程为依托开展生物学 研究生科研素质训练

胡红刚<sup>#\*</sup> 晏琼<sup>#</sup> 侯玲玲 江红 王字玲

(北京交通大学理学院生命科学与生物工程研究院, 北京 100044)

**摘要** 该文以《细胞生物学》课程为依托开展生物学研究生的科研素质训练, 以此为切入点促进生物学硕士研究生创新型人才的培养。我们将科学研究的方法和思路、科研动手能力、学术交流和沟通能力等研究生科研素质的训练融入到《细胞生物学》理论课程和实验课程的教学过程中, 通过PBL教学法、整体实验设计等多种手段结合课程内容对生物学研究生开展全面的科研素质训练, 使研究生们能够在入学后尽快掌握科研方法和思路, 提高其动手能力、分析能力和表达能力等。实践结果表明, 以《细胞生物学》课程为依托开展的研究生科研素质训练是提高生物学研究生人才培养质量的有效途径。

**关键词** 细胞生物学; 科研素质训练; 创新型人才

## Scientific Research Qualities Training of Biology Graduate Students Based on “Cell Biology” Course

Hu Honggang<sup>#\*</sup>, Yan Qiong<sup>#</sup>, Hou Lingling, Jiang Hong, Wang Ziling

(College of Life Science and Bioengineering, School of Science, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract** In order to promote the innovative talents cultivation, we carried out the scientific research qualities training of biology graduate students based on “Cell Biology” course. The training of scientific research qualities, including scientific methods and ideas, experimental skills, academic exchanges and communication etc, were integrated into theoretical and experimental courses teaching. The various means such as teaching method of PBL and the overall design of experiment were used during the teaching. The graduate students can master the scientific research methods and thoughts as soon as possible and improve their experimental skills, analysis ability and expression ability etc through the comprehensive training. Practice indicates that it is an effective ways for enhancing biology graduate students' qualities by carrying out the scientific research qualities training based on “Cell Biology” course.

**Keywords** cell biology; scientific research quality training; the innovative talents

我国研究生教育的根本目标是培养具有创新意识、创新精神和创新能力的高层次人才, 加强对研究生的科研素质训练是实现这一目标的重要途

径。然而, 目前国内大多数高校普遍存在对研究生科研素质训练不足的缺点, 研究生在入学后接受的半年或一年的课程教育中, 大部分的课程教育还是

收稿日期: 2014-07-17 接受日期: 2014-10-13

北京交通大学研究生教育专项资金(批准号: 134137522、134202522)资助的课题

<sup>#</sup>共同第一作者

\*通讯作者。Tel: 010-51688577, E-mail: hgghu@bjtu.edu.cn

Received: July 17, 2014 Accepted: October 13, 2014

This work was supported by the Special Funds for Graduate Education of Beijing Jiaotong University (Grant No.134137522, 134202522)

<sup>#</sup>These authors contributed equally to this work

\*Corresponding author. Tel: +86-10-51688577, E-mail: hgghu@bjtu.edu.cn

网络出版时间: 2014-12-25 17:11 URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/31.2035.Q.20141225.1711.009.html>

延续传统的应试教育模式,没有与基本科研素质的训练相结合,使得培养的研究生缺乏独立思考和创造性思维等基本的科研素质,进入各自的研究领域后常常还是感到茫然不知所措。事实上,目前国内各高等院校和科研院所的科学研究主力军应该说都是在读的博士和硕士研究生,因此在研究生开展科学研究之前,对研究生尤其是硕士研究生进行科研素质的训练是当前研究生教育值得关注的焦点问题。

研究生的科研基本素质包括对文献、资料及信息的检索能力、对研究方向和趋势独到的创新思维、扎实的知识储备及完整详细地实验规划能力、科学的研究方法及对待数据严谨的科学态度等。对生物学研究生培养而言,科研素质的训练更为重要,因为生物学科是一门日新月异、发展迅速、前沿性很强的科学,研究生必须具备良好的科研素质,才有可能做出创新性的高水平研究工作。目前的研究生培养时间一般为两年半或三年,但专门拿出时间来开展科研素质的训练不现实也不能起到实际的训练效果,因此,如何结合课程的学习来开展科研素质的训练是值得探究的课题。通过分析生物学研究生培养方案的课程设置,我们认为,生物学研究生的核心课程《细胞生物学》(理论和实验课程)是一门适宜开展生物学研究生科研素质训练的课程。一方面,在发展日新月异的生命科学中,无论是基础理论还是应用技术研究,细胞生物学都是生命科学中最活跃的领域,与生命科学中其他学科的关联十分密切,可以说是生命科学领域的核心学科;另一方面,国内外高校生物学和生物工程相关专业都将《细胞生物学》作为其主干课程,除了理论教学之外,还开设了实验课程。并且,国内相当多高校的研究生教学改革研究都认为,《细胞生物学》课程教学质量的好坏直接影响到学生对生命科学其他理论和实验技术的理解掌握程度。目前,我们为研究生开设的《细胞生物学》课程共64学时,其中理论教学32学时,实验教学32学时。因此,我们选择《细胞生物学》课程作为载体开展研究生科研素质的培养,让研究生在课程学习和实践的过程中逐渐进入科研工作者的角色当中去,逐步建立作为一个科研工作者必备的思维习惯、实验规范和研究能力,为即将从事的科研工作打下良好的基础<sup>[1]</sup>。

为此,我们对《细胞生物学》的理论和实验课

程教学内容和教学方法进行了梳理和改革,从多个角度将科研素质训练融入到理论课程和实验课程中去,实现依托《细胞生物学》课程加强生物学研究生科研素质训练的目标。

## 1 理论课程与科研素质训练的结合

《细胞生物学》课程内容多,信息量大,具备基础与前沿结合的特点。我们在《细胞生物学》理论课的教学过程中,将前沿进展穿插在基础知识章节中进行讲授。比较典型的例子包括:(1)在“物质的跨膜运输”章节中,将获得2013年诺贝尔生理学或医学奖的细胞“囊泡运输”的最新研究成果引入进来。(2)在“细胞的分化与调控”章节中,对干细胞目前的分类、来源鉴定、临床应用前景等内容进行介绍,并特别介绍了iPS细胞的最新进展。(3)在“死亡与衰老”章节中,对“端粒酶”的相关进展、发现和应用进行了介绍。(4)在“细胞衰老与程序性死亡”章节中,对凋亡的调控和进展进行介绍。这种基础与前沿相结合讲授的方法,使学生在掌握基础知识的同时能够认识到人类对细胞的基础研究还在不断向前推进。同时我们充分认识到:课程中许多重要理论的产生过程就是科学问题的探究过程,过程中包含着科学的思维方法和研究方法;课程中涉及到的前沿热点问题的研究,也无不体现着科学的创新思维在推动细胞生物学发展过程中的积极作用。因此,从加强研究生科研素质训练的角度出发,我们结合典型的知识点和事例,在教学过程中贯穿科学过程和思维方法的传授,使学生在了解和学习知识的过程中了解和掌握细胞生物学研究的基本方法;同时在教学过程中利用PBL(problem based learning)教学法开展研究型教学,培养学生具备文献资料查阅能力、有效归纳整理信息能力以及良好的沟通表达能力等基本科研素质。

### 1.1 将科学过程和思维方法贯穿于基本知识点的讲授过程中

从大的角度来看,生命科学本身是一门能够很好体现自然科学本质和科学研究过程的科学。作为生命科学领域明珠的细胞生物学的发展,也处处渗透着科学思维和科学方法的应用。因此,《细胞生物学》理论课程的讲授,不能局限于知识点的讲授,而应当使学生了解细胞生物学发展史上重要知识点的来龙去脉,从典型的科学重大发现事件中理解科学的本质

和科学研究的方法,从而得到启发。在这种教学思路下,我们将生命科学研究的基本方法——“发现-归纳法”和“假说-演绎法”贯穿于理论知识的讲授中,带领学生探讨其中的基本理论和基础知识,加深学生对科学本质的认识,帮助学生建立科学的思维过程。

例如,钙调节蛋白(calmodulin, CaM)的发现可以说是“发现-归纳法”在细胞生物学中成功应用的典型事例。CaM的发现有着十分耐人寻味的历程,它的发现使得生命科学领域的研究掀起了一个新的高潮。正是由于CaM的发现者张槐耀博士敏锐的洞察力,才使得常常被研究者认为是操作失误导致的纯化效率降低的现象成为了发现CaM的关键线索。随后,研究者们不断发现CaM的功能,加深了对它的认识,加上钙离子的重要作用在分子水平上的豁然开朗,CaM的发现在生命科学中开辟了一个崭新的研究领域。因此在讲授的过程中,不能仅仅陈述这些发现的结果,而应将“发现-归纳”的科学方法作为主线贯穿于整个学说的建立过程中,对发现的过程进行分析,对众多繁杂的现象抽丝剥茧,引导学生“身临其境”地去发现、去归纳。并且在学习过程中,让学生体会科学知识的建立是随着对客观世界发现的不断深入而发展的,对各种事物和现象进行观察并且总结规律现在仍然是一个重要的科学研究方法。而对于“假说-演绎法”这一重要的科学研究方法来说,细胞生物学中可应用分析的例子更是不胜枚举。比如对生物膜、对细胞分化的研究等,都是科学家观察到一定的实验现象后提出相关的假设,然后再设计实验去验证假设的正确与否。因此在讲授这些知识点的时候,要应用“假说-演绎”的思路对这些过程进行分析,引导学生理解科学研究过程在具体研究中的应用。

通过在理论教学过程中贯穿科学过程和思维方法的传授,可以使研究生们在学习知识点的过程中体会重要的科学思想精髓,了解课程中最基本的知识点中隐含的思考问题的方式。这种授课思路既进一步夯实了学生的基础理论知识,又培养了学生在今后的课题研究中运用科学的思维方法解决可能遇到的科学问题的能力。只有掌握了最基本的研究过程和科学思维方法,研究生们才能具备创新的潜力。

## 1.2 在前沿热点知识的讲授中灵活应用PBL教学法,开展研究型教学

### 1.2.1 应用PBL教学法培养学生的创新能力 《细

胞生物学》理论课程除了基础知识外,还有大量的与生命科学其他学科交叉的、具有前沿性的内容。这部分内容,应该说在目前取得了一定的研究成果,是目前各类文献期刊报道的重点内容,但还存在很多待解决的问题,还没有被人类完全解析清楚。因此,针对这部分还存在开放性结论的内容和与其相关的基础理论知识的教学,利用PBL教学法进行讲授,是开展研究型教学、培养学生创新能力的有效途径之一<sup>[2]</sup>。

因此,在《细胞生物学》理论课程的相应章节教学后,在研究生们已经具备了较好的细胞生物学基本理论知识的基础上,我们结合基础理论知识与目前研究的前沿热点问题设计了两次PBL的教学环节。这两次PBL教学环节设计的内容和问题包括:(1)“细胞信号转导”和“细胞增殖调控与癌细胞”是本课程的重点,也是细胞生物学领域的热点,结合这两章提出的问题是:在多细胞生物这个细胞社会里,信号调控涉及细胞的生长、分化、凋亡及各种生理功能,你了解的细胞信号转导途径主要有哪些?其中与肿瘤相关的信号转导途径有哪些,如何预防和治疗?(2)结合本课程的重点“细胞分化与胚胎发育”与目前细胞生物学领域的热点“干细胞生物学”,提出问题:干细胞如何分类?目前干细胞领域的研究进展如何?干细胞的临床应用情况如何?目前存在哪些问题?利用细胞生物知识提出可能的解决方案。

然后,我们将研究生分成4组,每组3~4名同学,要求各组研究生们围绕上述设计的问题,去查阅相关文献资料,并对收集到的信息进行分析整理。同时引导研究生们在查阅文献的过程中,能够发现教师未涉及到的知识点的相关问题。在分组查阅文献资料这一环节中,涉及到科研工作者必须具备的重要基本素质之一——阅读能力的训练。能够有效阅读文献资料是任何研究工作的起点和基础,科研文献资料阅读的一个基本原则是在有限的时间内获得更多与自己研究相关的信息。在阅读文献资料的基础上,要求组内的研究生们在课下利用收集到的信息互相进行交流讨论,找出解决问题的具体思路和方法,给出问题可能的答案。然后在课堂上要求各个小组派出代表,互相阐述各小组的答案与观点,互相评判其他小组的研究结论是否充分、完整和正确。当然,在这个过程中,教师起到引导和判断的作

用。

尽管最终不能通过实验验证答案的正确与否,但是这种研究型教学过程,能够使研究生们充分体验科学的研究过程,提升他们的创新思维能力。经过这种基本科研素质训练的研究生,在今后的课题研究面临问题的时候,能够以冷静的头脑、缜密的思维和敏锐的分辨能力,去寻找解决问题的办法和途径。

**1.2.2 通过PBL教学法培养科研工作者必备的表达能力** 由前文所述可知,在PBL教学法中,小组讨论和小组陈述也是其中重要的两个环节。小组讨论是各小组内部讨论,组内成员需汇总信息并进行交流讨论,相互补充;小组陈述是指小组间讨论,针对各自问题,各小组进行陈述,同时互相提问、指正。经过小组内和小组间讨论后,各小组要对解决问题的成果进行进一步梳理和补充,形成总结论文和汇报PPT,向全体同学就学习成果进行汇报并为评分环节提供依据。

在这两个环节中,涉及到科研工作者必备的表达能力三个方面的训练,即口头表达能力、判断能力和书面表达能力。PBL教学法中的小组讨论环节和小组陈述环节都是研究生们锻炼自己的口头表达能力的良好机会,在讨论和交流中学会如何去表达自己的观点,如何与对方交流各自的观点。在PBL教学中的小组陈述环节,我们引导学生通过听取其他小组的汇报对其他小组的工作进行判断,对本组的工作形成正确的认识,并且启发他们在此过程中有所感悟,获得新的思路 and 想法。最后我们要求各小组提交总结论文,就是对学生的书面表达能力进行了训练,要求学生提交的论文必须符合以下几个条件:(1)能够简洁凝练地对问题进行概括;(2)论文逻辑合理,条理清晰;(3)论文引用的信息完整而且是最新的;(4)讨论有的放矢,能够对未来的研究重点进行有效地预测。同时,为了更好地实现对研究生科研表达能力的训练,我们设计了详细的学生小组内评分和组间评分表格,让学生互相进行评价,评价内容包括信息收集的完整性、表达的条理性与清晰度、讨论的相关性以及参与小组内活动的积极性等。通过这种互相的评价增强学生的主动性和加强他们之间的竞争意识。

因此,通过PBL教学法的小组讨论和小组陈述这两个环节,有效地加强了研究生必备的科研表达

能力的训练。

## 2 实验课程中科研素质训练的实施

生命科学是一门实验性很强的科学,想要做出高水平、创新性的研究工作,必须具备良好的实验动手能力和操作能力;同时需要具备科学合理规划实验的能力、很好地运用科学研究方法的能力、严谨的科研态度和实事求是的科研精神等<sup>[1]</sup>。而我们目前招收的研究生普遍存在科研素质较差的问题,主要体现在:实验动手能力和操作能力的培养不够;科研主动性不高,过分依靠导师,缺乏主动思考;发现问题、解决问题的能力不强;创造性思维和融会贯通能力欠缺;学术交流、沟通和表达能力有待加强。为了使研究生在进入课题研究时能更快更好地开展研究工作,在课程培养环节,结合《细胞生物学》实验课程来开展科研能力训练就是一条有效的途径。基于此,我们将《细胞生物学》实验课程定位于提升研究生基本科研素质的培养,课程内容以科研训练为目标进行整体设计,课程安排以训练学生的动手能力为抓手,并且通过实验课程培养研究生严谨的科研工作作风和态度。

### 2.1 实验课程内容以科研训练为目标进行设计

细胞生物学实验所涉及到的实验技术应该说是生命科学领域最基础的实验技术,是生命科学领域各学科各研究方向的研究生们所必须掌握的基本实验技能。但实验课程不能只起到让研究生学会实验技能的作用,而是应当作为将理论课程中学到的科研方法和科研思维进行实践的平台。因此,我们围绕科研训练的目标对实验课程内容进行整体设计,以“癌基因在细胞内的定位与表达”为题设计一套连续的实验,以研究一个癌基因为中心,将实验分为几个模块。通过细胞转染使其在细胞内过表达并进行标记,研究其在细胞内的定位;通过RT-PCR,研究其在不同细胞中的转录情况;通过免疫组化实验,则进一步研究其在不同细胞与组织中的表达情况,并与RT-PCR结果进行对比与验证。在细胞转染实验中,我们设置了过表达组与对照组,对照组中则进一步设置了正常细胞组与空载体转染细胞组;在RT-PCR与免疫组化实验中,则开展了针对正常细胞与肿瘤细胞及相应的组织标本的实验。我们希望通过这样一个相对完整的实验,也即是一个相对完整的小的研究课题,能够让研究生充分体验一个科研课

题的设计、思考、实现和完成的整体过程,在头脑中初步形成开展科学研究的概念,使学生能够提前感受科学研究的整体思路和利用实验技术解决科学问题的方法。在这个过程中,研究生需要运用科学研究的基本理论知识自主地对实验进程进行规划;在学习实验技能的同时,独立地严格执行实验的操作过程。更为重要的是,研究生要能对实验中出现的合理的问题进行合理的分析和探讨,训练自己独立观察、发现和分析问题的能力。总体来说,实验课程的设计目标是要培养研究生具备基本的独立开展科学研究的能力,并在此基础上提升其创新能力<sup>[4]</sup>。

## 2.2 实验课程以训练学生的动手能力为抓手

对提高生命科学专业研究生的科研素质而言,训练其具备良好的实验技能是其中最根本的要素。因此在训练学生能够独立自主进行实验设计和进程规划的基础上,我们的《细胞生物学》实验课程把训练学生的动手能力作为抓手。围绕“癌基因在细胞内的定位与表达”为主题的研究,将无菌操作方法、细胞传代培养的基本方法、质粒DNA转染技术、荧光显微镜的操作技术、RNA提取技术、反转录PCR技术和免疫组化实验技术等一系列的实验方法和检测方法进行有序地整合,使得实验技能的训练也具有较好的系统性和完整性。实验课程涉及到的这些实验技术可以说是开展生命科学研究必须具备的最基本的和应用最普遍的实验技术,只有掌握好这些技术,研究生们才能在今后的科学研究中顺利地进行实验研究。同时在实验课上,我们尽量安排研究生能够单独进行实验,给他们充分的自主权,大胆放手让他们自己去进行实验。这样不但很好地加强了研究生的实验操作技能训练,使他们在今后开展各自的科学研究时,能够具备较为娴熟的实际操作能力,同时在动手能力的培养过程中,也培养了研究生吃苦耐劳、百折不挠的科研精神。

## 2.3 通过实验课程培养良好的科研工作作风

科研工作成功的前提是科研工作者必须具备实事求是、严谨、一丝不苟的学习态度和工作作风。但是这些科研工作作风的形成,必须要有载体的依托,必须在具体的实验训练过程中逐步形成。因此在《细胞生物学》的实验课程中,我们对研究生设定了严格的平时考核要求,包括对实验结果的规范记录、实验数据的正确分析、实验中出现问题分析与讨论等,希望通过平时的严格要求,帮助他们形

成认真、踏实的科研工作作风。同时,我们还希望通过实验课程培养研究生的团队合作和交流意识,因为尽管是每个人单独操作,但各人的实验技能水平参差不齐,我们鼓励动手能力较差的研究生主动向动手能力较强的研究生请教和交流经验,鼓励研究生们互相交流实验结果与数据分析等。通过这样的训练,研究生们应该能够在今后的科研工作中养成良好的工作习惯。

## 3 总结

我们从2011级招收的研究生开始,推行这项以《细胞生物学》课程为依托开展生物学研究生科研素质训练的教学改革,到目前为止,已有三届学生从中受益。对参与课程的研究生们的课后调研结果表明,学生对课程的满意度高达98%,认为通过学习这一门课程,不仅对生命科学研究的基础核心细胞有了全面的认识,并且在科研素质方面得到了较好的训练,为今后开展自己的课题奠定了良好的基础。因此可以说,我们依托《细胞生物学》课程开展研究生科研素质训练的教学改革是比较成功的,今后应在此基础上拓展思路,积极探索更好地将课程与生物学研究生的科研素质训练相结合的教学方法和手段,使研究生们能够在入学后尽快掌握科研方法和思路,提高动手能力、分析能力和表达能力,从而在将来的科研工作中能够深入思考、大胆探索、不断创新。

## 参考文献 (References)

- 1 朱海英, 晔晓渊, 苏娟, 谢志芳, 何志颖, 张红霞, 等. 基于“平台”理念, 打造实用型课程. 中国细胞生物学学报(Zhu Haiying, Zi Xiaoyuan, Su Juan, Xie Zhifang, He Zhiying, Zhang Hongxia, et al. Establishment of practical course based on the concept of platform. Chinese Journal of Cell Biology) 2014; 36(1): 149-52.
- 2 方瑾, 于敏, 张惠丹, 王桂玲, 李想, 李晓东, 等. 构建多元化的细胞生物学PBL教学模式. 中国细胞生物学学报(Fang Jin, Yu Min, Zhang Huidan, Wang Guiling, Li Xiang, Li Xiaodong, et al. Practice of multiple teaching model for problem-based learning in medical cell biology curriculum. Chinese Journal of Cell Biology) 2013; 35(1): 104-9.
- 3 曹祥荣, 顾曙余. 基于创新型人才培养的细胞生物学实验教学探索. 西北医学教育(Cao Xiangrong, Gu Shuyu. Exploration of experiment teaching reform of cell biology based on cultivating innovative talents. Northwest Medical Education) 2013; 21(3): 524-7.
- 4 高清祥, 侯岁稳, 高欢欢, 刘恒, 贾鹏飞, 王代恩, 等. 细胞生物学实验课程的改革与实践. 高等理科教育(Gao Qingxiang, Hou Suiwen, Gao Huanhuan, Liu Heng, Jia Pengfei, Wang Daisi, et al. Reform and practice in experiment courses of cell biology. Higher Education of Sciences) 2010; 2: 80-4.