

以遗传学科学思想为核心,创新人才培养模式

吴燕华,林娟,卢大儒,皮妍,郭滨,乔守怡^(✉)

复旦大学生命科学学院,上海,200433

摘要:遗传学是揭示生命活动与演化规律的核心学科。遗传学教学是生物学人才培养的重要组成部分,应与学科发展和社会人才需求相适应。我们以传播“遗传学科学思想”为核心教育理念,从发展遗传学知识体系、转变遗传学理论教学理念、改革遗传学实验教学方法、培育遗传学科创成果四个方面探索教学改革道路,打通了一条从课堂到课外、从理论到实践、从被动学习到自主创新的一体化人才培养模式,培养了一大批优秀的学生。

关键词:遗传分析,人才培养,教学改革

Innovation of Talent Cultivation Mode Focusing on the Idea of Genetic Analysis

WU Yan-hua, LIN Juan, LU Da-ru, PI Yan, Guo Bin, QIAO Shou-yi^(✉)

School of Life Sciences, Fudan University, Shanghai 200433, China

1 前言

生物学科正以前所未有的速度迅猛发展,研究型和应用型生物科学人才的培养日益成为社会发展的重大需求。遗传学是揭示生命活动与演化规律的核心学科,遗传学教学是生物学人才培养的重要组成部分,应与学科发展和社会人才需求相适应。但是,反思遗传学教学的现状,不少问题亟待解决。例如:目前遗传学知识呈现丰富化、复杂化、交叉

化与前沿化的趋势,而传统的内容框架与知识体系亟待发展,传统的教学方法与培养模式亦亟待创新;其次,信息技术的快速发展拓宽了知识获取途径,但信息内容鱼目混珠,大学课堂的专业性、准确性和权威性面临严峻挑战;再次,生物学专业培养规模急剧上升,生源质量与就业前景普遍下滑,课堂教学与人才培养出现脱节^[1]。

面对遗传学教学中存在的突出问题,面向生物学人才培养的迫切需求,笔者所在教学团队以传播“遗传学科学思想”为核心教育理念,以培养集“遗传学知识、能力与素质”为一体的人才为目标,从理论课堂、实验课堂和科创实验室三个维度,从发展遗传学知识体系、转变遗传学理论教学理念、改革遗传学实验教学方法、培育遗传学科创成果四个方面进行了人才培养模式的创新实践。

收稿日期:2018-02-10;修回日期:2018-04-15

基金项目:国家基础科学人才培养基金(J1210012);上海市高校本科重点教学改革项目(沪教委高[2017]34号);上海市高校优质在线课程建设项目(沪教委高[2016]35号)

通讯作者:乔守怡, E-mail: syqiao@fudan.edu.cn

2 发展遗传学知识体系

近 20 年来，遗传学领域的研究经历了重大的变革和发展，已经从单一的基因—性状研究向全基因组水平的系统性研究转变，与此同时，大量的新问题、新观点、新方法不断涌现，催生了一系列新兴的分支学科，如基因组学、表观遗传学、发育遗传学等。然而，纵观国内高校，遗传学课程的知识体系与快速发展的学术背景不相适应的问题普遍存在。在一些已经着手改革的学校中，常见的做法是简单追加学术进展，但由于忽视了经典遗传学与现代遗传学的内在联系，又造成了知识孤立与生硬的新问题。

团队通过教材建设和数字资源建设构建了以“遗传学科学思想”融合经典与现代遗传学内容的知识体系（图 1）：围绕“遗传物质的组成与性质”“遗传物质如何在世代间传递”“遗传物质如何在个体发育中发挥功能”及“遗传学如何研究遗传物质的性质与规律”四大模块进行课程章节的设计。一方面，四大模块延续了经典遗传学研究所关注的遗传分析核心问题；另一方面，在每个模块的设计中，利用横向拓展和纵向深入的方法引入现代遗传学内容与学术前沿，从而启发学生从中领会遗传学知识的发展过程、内在联系与逻辑关系。例如，在“遗传物质的组成与性质”模块中，我们从“基因”横向拓展至“染色体”“基因组”，又从“三位一体的基因概念”纵向深入到“基因可以‘割裂’‘转座’‘调控’‘互作’”等性质，再到“非编码 RNA 对传统基因概念的挑战”等。又如，在“遗传物质如何在世代间传递”的模块中，我们从单基因性状遵循

的“孟德尔遗传”横向拓展至多因素决定的“复杂性状”，与此相对应的是，在“遗传学如何研究遗传物质的性质与规律”模块中，我们从研究单基因的“定位克隆”横向拓展到研究复杂性状的“数量性状作图”与“关联分析”。利用纵横交错的内容设计，我们成功帮助学生在有限的学习时间内构建了清晰的遗传学知识体系与研究思路。

3 转变遗传学理论教学的理念

生物学专业人才培养规模在近年来大幅上升。如何针对学习态度、能力和目标参差不齐的学生群体，提高基础课程的学习成效？笔者在实践中发现，学生学习效果低下与传统的教学目标的偏差有关。教师在课堂上更多地关注“教”的过程与实践，例如知识点有无讲解清晰、习题解答有无差错，而忽视了学生的“学”的过程与效果。要培养真正的生物学人才，遗传学的学习效果就不应该只停留在知识的记忆和理解层面，而是更多地提高学生运用知识、分析问题、学术评价、创新研究的能力^[2]。

因此，为了有针对性地提高学生遗传分析的能力与素质，笔者尝试用案例式教学等方法来重新组织课程内容^[3]。具体做法是：摒弃了“遗传学是什么”的灌输式教学方法，而是以遗传学科学思想的传授与启发为核心，以“经典案例遗传规律与机制的剖析”为主线，先用案例讨论引出本节课想要解决的遗传学问题，再系统介绍本节课的知识体系框架，然后逐个知识点进行遗传分析，启发学生在课堂上主动思考“什么是遗传学问题”“什么时候需要运用遗传学知识”“如何解决遗传学问题”“遗传学

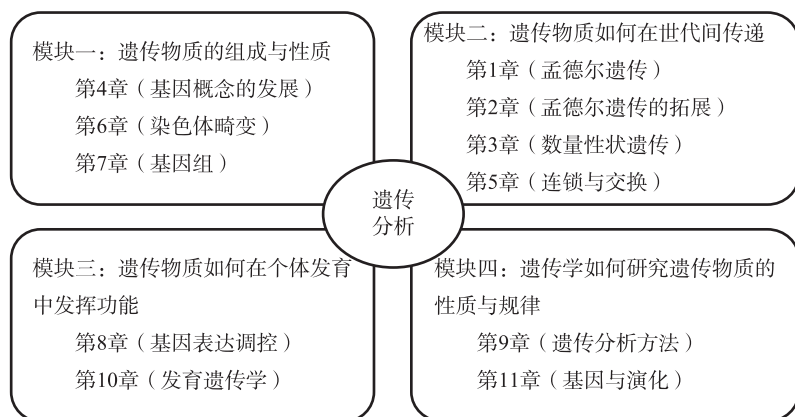


图 1 改革后的遗传学知识体系结构

知识存在漏洞和局限吗”“如何发掘新的遗传学知识”等问题。

例如，“连锁与交换”是遗传学的学习重点，但理论晦涩且计算繁复。经典的“四分子分析”是学习难点，但与学术研究脱节，教师的时间分配多，但学生的学习效果差。改革教学理念后，我们用经典的甲腩综合征家系^[4]引出核心问题：既然B型血不是造成甲腩综合征的直接原因，那么为什么我们会看到B型血和疾病之间呈现关联？由这个案例我们进行递进式提问，引导出本章全部内容（图2）：①现象启发，用“为什么连锁是造成这一关联现象的原因？”引出“连锁”；②知识反思，用“为什么有的O型血个体患病，但B型血个体不患病？”引出“交换”；③理论深入，用“研究者据此去进行甲腩综合征的基因定位，他们为什么能够这么做？”引出“遗传作图”；用“他们研究的不足是什么？”引出“遗传标记”；④学术拓展，用“他们是如何做的？”引出“定位克隆”。实践发现，教学理念与方式的转变极大地促进了学生从被动接受转向主动学习。

4 改革遗传学实验教学的方法

实验课程是生物学教学的重点和难点。近年来，国内很多高校以教学改革为契机，反思传统实验教学中重技术轻能力的教学思想，在全国范围内掀起了一阵改革的浪潮^[5-7]。笔者所在的教学团队也针对遗传学实验开展了积极的改革创新：理论联系实验，以研究对象、研究层次和研究领域进行阶梯式模块

化的实验设计，切实提高学生分析和解决问题的能力。我们提倡轻内容重体系，轻技术重能力，轻验证重探索的教学方式，将实验课程知识体系的科学性和学术性放在实验内容的多样性和新颖性之前，将实验课程的能力培养放在技术训练之前，将科学问题的探索放在理论验证之前。

遗传学实验摒弃了用技术方法进行内容编排的传统思路，从不同研究对象（果蝇、线虫、大肠杆菌、拟南芥、人等）、不同研究角度（基因突变、基因表达、基因转移、基因编辑等）和不同研究领域（分子生物学、人类演化、个体发育等）进行实验课程的整体设计，具体包括模式生物性状、人类性状、染色体、基因突变、基因连锁、基因定位、基因功能、亲缘关系、生物演化、性别发育共计10个实验模块^[8]。课程的调研显示，改革后的课程在实验中很好地帮助学生领悟不同遗传学问题的研究思路与方法。

5 打通从课堂到科创的培养道路

创新型人才培养是社会发展的重大需求，如何充分利用本科教学为国家培养科研领域的专业人才是面向教师的重大问题。笔者所在团队的教师们在课堂学习和科学研究中为学生架起一座桥梁，兼职本科生学术创新指导委员会委员，通过学术问题挖掘、课题研究组织与科创竞赛指导成功培养了一批有知识、有能力、有志向从事学术研究的本科生。

2013级本科生胡健和2014级本科生周逸人等

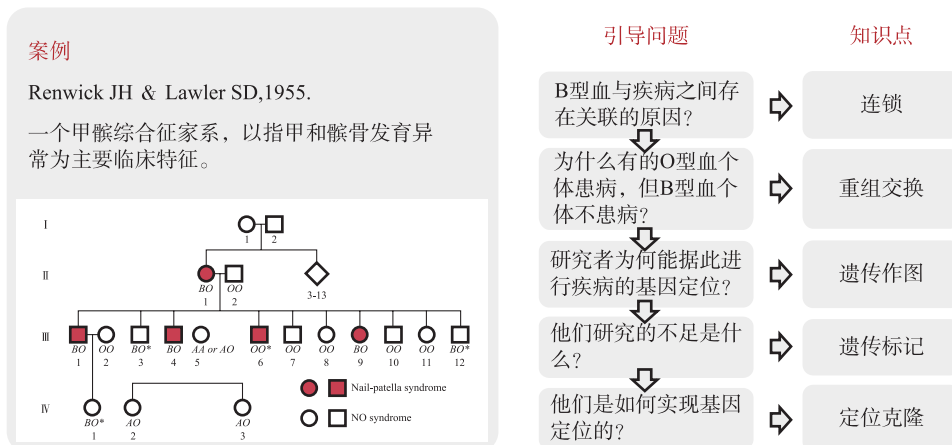


图2 利用甲腩综合征案例^[4]组织连锁与交换章节的关键知识点

学生在遗传学理论和实验课堂上提出了 ABO 血型的 RFLP 基因分型方法存在不足、ABO 等位基因遗传漂变知识晦涩等问题，在遗传学团队教师的直接指导下开展了实验课程的改革摸索，创新了 ABO 基因分型方法并自主编写了模拟遗传漂变的计算机软件，研究成果直接应用到遗传学理论与实验课堂，并以第一作者身份在《遗传》上发表研究成果^[9]。

2014 级本科生李国庆和 2015 级本科生周子雪等学生在遗传学课堂上对基于全外显子测序的遗传分析手段产生了研究兴趣，在遗传学团队教师的推荐和指导下加入学院的人类医学遗传学实验室，积极开展人类疾病的遗传分析工作，研究成果揭示了卵巢早衰的可能遗传易感因素与所在信号通路，获得了首届大学生生命科学竞赛一等奖。

6 结语

近年来，全球的教育改革掀起了以提升“学生的知识储备、科学素质、创新能力”为目标的成效为本的教育方式（outcome-based education）^[10]。相比于传统的以教师为核心，以传授内容为根本，成效为本的教学理念，强调改革教育的方式方法，以学生为中心，以培养“知识、能力和素质”为根本。显然，成效为本的教育创新模式是具有科学性的教育理念，更加符合当下的人才培养需要。为此，面向学术发展和社会变革，笔者所在教学团队坚持“遗传分析科学思想”的核心，将理论课堂与实验课堂并轨，将教学实践与科学研究渗透，以提升学生在知识体系、实践能力和科学思想等方面的综合水平为根本，人才培养成效显著。

参考文献

- [1] 乔守怡. 生物专业建设与人才培养现状分析 [J]. 高校生物学教学研究 (电子版), 2012, 2 (3): 3-6.
- [2] 安德森. 布鲁姆教育目标分类学 [M]. 蒋小平, 等译. 北京: 外语教学与研究出版社, 2009.
- [3] 吴燕华, 卢大儒, 林娟, 等. 案例式教学在遗传学课堂中的运用及效果分析 [J]. 高校生物学教学研究 (电子版), 2013, 3 (2): 25-29.
- [4] RENWICK J H, LAWLER S D. Genetical linkage between the ABO and nail-patella loci [J]. Ann Hum Genet, 1955, 19 (4): 312-331.
- [5] 李兴锋, 仝允峰, 王树芸, 等. 基于翻转课堂教学模式的遗传学实验教改实践 [J]. 高等农业教育, 2017, 5: 65-67.
- [6] 黄雪盈, 范凯, 叶炎芳, 等. 基于 SLP 分子标记验证遗传学三大定律的教学实践探索与体会 [J]. 遗传, 2017, 39 (9): 856-862.
- [7] 赵健, 胡冬梅, 于大德, 等. 人类血型性状综合遗传大实验的设计与教学实践 [J]. 遗传, 2016, 38 (5): 461-466.
- [8] 乔守怡. 遗传学分析实验教程 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2008.
- [9] 胡健, 周逸人, 丁佳琳, 等. ABO 血型综合实验基因分型技术简化及其群体遗传分析拓展 [J]. 遗传, 2017, 39 (5): 423-429.
- [10] KENNEDY K. Conceptualising quality improvement in higher education: policy, theory and practice for outcomes based learning in Hong Kong [J]. Journal of Higher Education Policy & Management, 2011, 33 (3): 205-218.

(责编 靳然)