

基于计算机应用技术的本科分子生物学教学改革探索^{*}吴海波¹,冯 辉²,李博浩¹,付蓓蓓¹,熊 艳¹,罗 阳^{2△}

1. 重庆大学生命科学学院,重庆 400044;2. 重庆大学医学院智慧检验与分子医学中心,重庆 400044

摘 要:分子生物学是生物学领域中的重要课程,通常被归类为生物学中的微观领域,它着眼于研究生物体内在分子水平上的结构、功能和相互作用。对许多学生来说,分子生物学可能是相对抽象和具有挑战性的课程。分子生物学课程通常并不要求学生具备高级的计算机应用技术,但随着科技的进步和生物信息学的发展,计算机技术在生物学领域中扮演了越来越重要的角色。该文总结了传统分子生物学教学的难点,基于课程教学改革的目标和要求,提出了分子生物学课程改革的建议,并对其做了可行性分析和价值分析,目的是使用最新的计算机应用技术来帮助教师改革以往的教学方式,降低分子生物学课程的理解难度,增加学生对生物学学习的兴趣并培养创新型人才。

关键词:计算机应用技术; 生物学课程; 分子生物学; 教学改革

中图法分类号:G642;R446

文献标志码:B

文章编号:1672-9455(2024)19-2941-04

分子生物学是从分子水平研究生物大分子的结构与功能而阐明生命现象本质的科学,涵盖了许多分支方向^[1]。在高校生物学教学方案中,分子生物学课程对本科生和研究生往往都属于必修课程。同时,分子生物学还被作为全国硕士研究生统一招生考试的科目,因此硕士研究生在入学后应熟练掌握分子生物学的理论和方法。而未经过系统性学习过分子生物学的本科生学习分子生物学具有一定挑战,因为它涉及到许多抽象和微观层面的概念,需要学生建立起对生物分子、基因、细胞过程等基础概念的理解。对一些学生来说,这些概念可能比较新颖和抽象,因此学习起来可能会有一定难度。虽然目前国内外有很多优秀的教材用于分子生物学教学,但是在教学中仍然有进一步改革的必要性。近年来,计算机技术在各个领域都有了长足的进步,不断推动着科技的发展和社会的变革。这些技术的发展为各行各业带来了更多创新和可能性。在这里,笔者总结了分子生物学理论教学中存在的难点,包括抽象的微观概念、复杂的学科交叉和丰富的实验技术。针对这些难点,本文提出了充分发挥计算机软件应用的优势,具象化分子生物学知识的新教学改革方案。

1 传统分子生物学教学的难点

分子生物学课程在生物学专业普遍开设,根据学校不同,可能选用不同的教材或不同的版本。分子生物学包括理论分子生物学和实验分子生物学。以《现代分子生物学(第5版)朱玉贤等》教材为例,实验分子生物学包括第五章和第六章,其他章节均为理论分子生物学。理论分子生物学涉及到染色体、基因、核酸、蛋白质等微观结构和基因的传递、表达和调控,部分内容在高中的课程中亦有涉及。实验分子生物学

主要包括结构研究和功能研究^[2]。笔者认为,在分子生物学的教学中,主要的教学问题是缺乏和学生的共情,高估了学生的理解能力和学习速度,对于本科生学习的难点教学方法不够灵活;次要的问题是教学的表现形式不够丰富,增加了学生学习并理解的难度。根据近年教学的总结和经验,笔者发现,分子生物学的难点主要在于课程本身复杂、难度较大,主要存在以下问题。

1.1 抽象的微观概念 分子生物学研究生物体内在分子水平上的结构、功能和相互作用。它关注 DNA、RNA、蛋白质等生物分子,以及它们如何在细胞内执行特定的功能。分子生物学涉及到一些抽象的概念和化学性质,研究生物体内在微观尺度上的结构和功能,涉及到分子、原子甚至更小的粒子级别^[3]。这些微小的尺度使得它的概念相对抽象,难以直观地感知和理解,难以与日常生活联系起来,记忆网络难以构建。这一点在理解复杂的动态的生物学过程中尤为突出,复杂的生物过程如基因表达调控、信号传导通路、蛋白质折叠等,往往涉及多种因子之间的反应,并且存在上游的先导过程和下游的级联反应。这些概念有时难以直观地展现在学生面前,需要借助模型和理论来解释。因此学生可能需要更多的时间和精力去理解这些概念。教师需要通过生动的例子、图表和模型等方式来解释这些抽象概念,让学生更好地理解。

1.2 复杂的学科交叉 有些学生可能在理解生物分子的结构、功能以及它们之间的相互作用时感到困难,因为这需要对化学和生物学的知识有较深入的理解。分子生物学与这些学科的交叉融合,使得它能够从多个角度深入研究生物体内分子层面的结构、功能

* 基金项目:重庆大学教育教学改革研究一般项目(cquyjg240305)。

△ 通信作者,E-mail:luoy@cqu.edu.cn。

和相互作用,促进了跨学科的合作与创新。分子生物学作为一个学科交叉性很强的领域,与许多不同学科有着紧密联系,如生物化学、细胞生物学、遗传学等。生物化学是分子生物学的基础,涉及到生物体内分子的化学结构、反应和能量转化。细胞生物学研究细胞的结构、功能和生命周期,与分子生物学密切相关。分子生物学和细胞生物学相互补充,结合起来解释生物体内的基本生命现象。遗传学研究基因的遗传传递和表达,是分子生物学的重要组成部分。分子生物学揭示了基因结构和功能,从而促进了遗传学的发展。由于这个原因,分子生物学的学习难度一直不低,生物学基础知识薄弱的学生难以入门。教师需要整合和传授大量的知识,确保学生对多学科内容的全面理解^[4]。

1.3 丰富的实验技术 分子生物学涉及到许多实验技术,比如聚合酶链反应(PCR)、基因编辑等,这些技术可能对初学者来说是新颖且抽象的,需要时间去理解和掌握。分子生物学的实验涉及到多个步骤和技术流程,例如 DNA/RNA 提取、PCR 扩增、基因克隆、蛋白质分离和纯化等。每个步骤都需要准确地操作和控制条件,否则可能会影响实验结果。分子生物学实验通常需要无菌环境,以及特定的温度、湿度和 pH 值条件等。对实验仪器的准确性和环境的稳定性要求较高,这无疑增加了实验的难度。标本的质量对实验结果至关重要,但标本的提取、处理和保存可能影响分子生物学实验的结果。对标本的处理和质量控制要求严格,这需要专业的技能和经验。合理的实验设计和优化是成功进行分子生物学实验的关键。选择合适的试剂、控制变量、优化反应条件等都需要技术和经验支持。实验结果的分析 and 解读也是一个挑战,特别是对于大规模数据的处理、数据挖掘和生物信息学分析,需要具备一定的计算和数据处理能力。总之,分子生物学既需要很强的理论基础,又需要进行实验室工作来观察和验证分子水平的现象。教师需要确保学生能够安全地进行实验,并理解实验背后的原理和意义^[5]。

1.4 强发展性 和其他生物学课程相似,分子生物学也是一个知识发展性极强的领域^[6]。分子生物学领域的前沿研究和新发现层出不穷。科学家们在基因表达调控、蛋白质结构与功能、基因组学等方面持续进行深入探索,不断开辟新的研究领域。实验技术和研究工具的不断更新也推动了分子生物学的发展。新的实验方法、高通量技术、生物信息学工具等的出现,加速了对生物分子和生物过程的理解和研究。分子生物学的研究成果广泛应用于医学、药物研发、农业生物技术、环境保护等领域,不断涌现的新技术和理念为这些应用领域带来了更多可能性。因此,分子生物学的知识更新速度快,对教育和培训提出了挑战。教师需要及时了解最新的研究成果和技术进展,将最新的知识传授给学生。实验室设备和技术更新

换代较快,教学机构需要投入大量资源来保持实验室设备和技术的先进性,以保证学生能够接触到最新的实验技术和方法。

2 课程教学改革的目标和要求

分子生物学课程改革的根本目标是培养学生的科学思维,掌握实验操作技能,提高独立思考和解决问题的能力^[7]。高校课程改革的出发点是为了提高教育质量、培养更适应社会需求的人才,适应社会和经济的发展变化。这些改革的目标是多维的,旨在推动教育体系不断向更好的方向发展。教学改革需要具备灵活性和适应性,能够随着时代变化和社会需求做出调整。课程设置、教学方法、评估方式等都需要不断更新和调整^[8]。笔者强调,使用多元化的教学资源 and 手段,包括利用新技术、多样化的教学材料和实践性的教学方式,能提高教育质量,确保学生的学习效果和教学效益。

3 基于计算机应用技术的本科分子生物学课程改革建议

为了帮助学生克服这些困难,教学方法非常关键。利用视觉化工具、案例研究、实际应用、互动式教学以及讨论等方法可以帮助学生更好地理解 and 应用分子生物学的概念^[9],本文从以下几个方向进行讨论。

3.1 生物学的抽象概念具象化 制作分子结构模型或使用图表来展示生物分子的结构和相互作用。这可以通过物理模型或者计算机软件来实现,让学生更直观地理解分子的构成和特点^[10]。进行一些简化的实验模拟演示,展示分子生物学中的一些基本概念和原理。例如,DNA 复制模型、蛋白质折叠的模拟等,能够帮助学生更好地理解分子生物学的基本过程。使用视觉化工具或软件,比如生物信息学的可视化软件或基因编辑的模拟工具,让学生通过交互式方式探索和理解分子生物学的内容。展示分子生物学在现实生活中的应用,比如基因工程在医药领域的应用、基因组学在农业改良中的应用等,让学生了解分子生物学的实际意义。让生物教学落于实地,降低理解难度,帮助学生理解。教师和学生分子生物学课程中的视角有所不同,但两者是相互关联的。教师需要理解学生的需求和学习状况,调整教学方法和内容;学生也需要理解教师的教学意图和期望,积极参与学习,与教师共同促进知识的传授和学习效果的提高。笔者强调,在备课教学的过程中换位思考,感受学生的视角,有针对性地调整教学策略和内容,满足学生的学习需求,提高教学效果。

3.2 生物学软件的熟练应用 目前,分子生物学课程教学多使用 PPT,利用图表、模型、动画或实验来呈现分子生物学的概念。尽管这有助于学生以更直观的方式理解分子结构和生物过程,但是这一套教学方法已经沿用多年,缺乏与时俱进的创新和技术的革新。笔者强调更多地提升计算机软件的应用程度。

教师需要更加了解计算机软件应用,并鼓励学生使用计算机软件进行分子生物学的学习。教师可以向学生介绍适合学习分子生物学的优质软件资源,比如分子模拟软件、基因编辑工具、生物信息学分析软件等。向学生推荐一些易于使用且有趣的软件,能够激发学生的学习兴趣。教师可以进行软件的示范和指导,演示软件的基本操作和功能,并指导学生如何利用软件进行分子生物学方面的学习和实践。提供简单的教程或视频指导,帮助学生快速上手软件。设计一些任务或项目,要求学生使用特定的软件进行分析、模拟或实验。例如,要求学生使用分子模拟软件模拟蛋白质的折叠过程或利用基因编辑软件设计基因序列等,从而促进学生主动使用软件进行学习。在学生使用软件进行学习的过程中,及时给予评估和反馈。可以通过作业、项目、实验报告等形式,评价学生使用软件的效果,并给予针对性的指导和建议。通过这些方法,教师可以有效鼓励学生利用计算机软件学习分子生物学,帮助他们更好地理解和应用课程内容,提高学习效果。教师自身应该熟练应用软件帮助分子生物学教学。如 GROMACS、NAMD、AMBER 等分子动力学软件可以模拟生物分子的运动和相互作用。这些软件使用物理学原理来模拟蛋白质、DNA、RNA 等生物分子在原子水平上的运动,有助于理解分子结构和功能。生物分子建模软件如 PyMOL、ChimeraX 和 UCSF Chimera 等允许用户创建和可视化生物分子的三维结构。通过这些工具,学生可以探索蛋白质、DNA 和 RNA 的结构,了解它们的构成和相互作用。

3.3 生物学网络资源的合理利用 分子生物学有许多优质的网络资源,包括学术期刊、数据库、在线课程等。分子生物学是一个快速发展的领域,新的研究成果和发现不断涌现。通过网络资源的合理利用,能及时了解最新的研究动态、技术进展和学术观点,帮助研究者保持在该领域的前沿^[11],可以深入了解特定领域的研究现状、问题和进展,帮助研究者更好地定位自己的研究方向和问题,避免重复他人研究,同时能够从前人的研究中吸取经验和教训。目前,网络资源为研究者提供了必要的信息和支持,促进科学研究的发展与进步。许多在线资源和教学平台提供了交互式的分子生物学模拟。比如, Molecular Workbench 和 PhET Interactive Simulations 等平台提供了分子级别的模拟实验,让学生通过操作和观察来理解分子生物学的概念。UCSC Genome Browser 和 NCBI 的基因组数据库提供了交互式的基因组浏览和查询功能,让学生可以直观地探索基因组数据。同时,一些近年更新的在线课程和教育资源中也广泛地使用了计算机应用技术,新颖的教学方式必然为分子生物学教学带来更大的可能性。

3.4 生物学教学人才的培训 在这里,笔者提出了一些对于生物学教学人才教学能力的提高建议。组

织专门的培训课程,针对教师的不同水平和需求,系统地介绍计算机应用于教学的基本知识、技能和方法。这些课程可以包括基础的计算机操作、教学软件的使用、在线教学工具的应用等内容。培训课程应该注重实践,为教师提供充足的实践机会,让他们亲自动手操作计算机软件和工具,熟悉其使用方法和技巧。可以设置模拟教学场景,让教师在实际教学中应用所学的计算机技术。组织教学案例分享会或研讨会,邀请具有丰富计算机应用经验的教师分享其成功的教学案例和经验。通过借鉴他人的经验和做法,可以帮助其他教师更好地理解和应用计算机技术于教学中。在教师实践计算机应用于教学的过程中,及时提供反馈和指导,帮助他们发现问题、改进方法,提升教学效果。可以通过观摩课堂、课后讨论、个别辅导等方式进行反馈和指导。培训不应该止步于一次性活动,而是需要持续跟进和支持。建立教师培训的长效机制,定期组织相关培训活动,提供持续的技术支持和指导,确保教师的计算机应用能力不断得到提升。通过以上方法,可以有效地培训教师的计算机应用教学能力,提升其利用计算机技术进行教学的水平和能力。

4 可行性分析和价值分析

4.1 计算机应用技术在分子生物学教学改革中应用的理论支持 计算机应用技术在国内外取得了巨大成功,如人工智能技术^[12]、大数据分析^[13]和虚拟现实技术^[14]的发展,这些技术有效地降低了生物学教学的难度。本文提出的课程改革建议在计算机应用方面借鉴了许多国际上先进的经验。计算机应用技术在国内外也已经非常成熟,学生多能够灵活地操作电脑,这为计算机应用技术在分子生物学当中的推广提供了坚实的基础。在其他科目的教学改革中,计算机应用技术已经得到了一些应用。无论是计算机应用技术还是分子生物学教学,都蕴含着“高新”的理念,也正因为这个原因,计算机应用技术创造能很好地为分子生物学的教学提供舞台。

4.2 计算机应用技术在分子生物学教学改革中应用的预期成果 计算机应用技术可以很好地解决现阶段分子生物学教学存在的问题。计算机可以用于创建生物分子的三维模型、动画和交互式教学工具,帮助学生更直观地理解生物分子的结构、功能和相互作用。这种可视化教学方式能够激发学生的学习兴趣,提高他们的学习效果。计算机模拟技术可以用于模拟生物实验过程,例如 DNA 复制、蛋白质合成等,让学生在虚拟实验室中进行实验操作,降低实验成本和风险,同时提供更多的实验机会和实验数据供学生分析和探讨。计算机教学软件可以根据学生的学习进度和能力水平进行个性化教学,提供定制化的学习内容和学习路径,帮助学生更有效地掌握分子生物学知识。计算机网络为学生提供了丰富的在线资源和学习工具,包括教学视频、教学软件、网络课程、学术论

文等,帮助学生随时随地获取学习资料,并且可以与其他学生和教师进行交流和合作。计算机教学系统可以实时监测学生的学习进度和表现,并及时给予反馈和评估,帮助学生发现和纠正学习中的问题,提高学习效果和成绩。计算机应用技术可以促进分子生物学与计算机科学、数学、物理学等学科的跨学科整合,为学生提供更全面、更综合的学科知识和技能。

5 结论与展望

本文讨论了传统分子生物学教学特点,针对分子生物学教学当中的难点提出了改革建议。本文提出,计算机应用技术的发展可以为教学改革带来新思路。本文列举了几种计算机应用技术 in 生物学教学方面的具体应用,这些措施能有效降低教学难度,提高教学效率。

尽管计算机应用技术在教学中有许多潜在的好处,但是同时笔者也注意到,在现阶段,在分子生物学教学中大面积推广计算机应用技术仍然面临许多困难。比如:(1)计算机应用技术的成功应用通常依赖于稳定的技术基础设施和良好的网络连接,在一些地区或学校,可能存在技术设备老化、网络不稳定或带宽不足等问题。这个门槛会影响到教学中计算机应用技术的有效性。(2)教师教学能力培训成本高昂,并且需要不断跟进新技术的发展。对于教师来说,可能需要额外的时间和支持来适应新的技术工具,才能充分发挥教师在教学中的潜力。(3)教师需要根据需求选择合适的计算机应用技术,并将其有机地整合到教学中。然而,由于计算机应用技术的种类繁多,教师可能面临内容选择的困难。

计算机应用技术 in 分子生物学教学中具有广阔的前景,未来可以通过个性化学习、增强现实、深度学习、智能辅助工具、在线实验等方式,为学生和教师提供更丰富、更高效的学习和教学体验,促进分子生物学教育的发展和创新。

在学生学习方面,计算机技术可以提供个性化学习,根据学生的学习需求、兴趣和能力水平,提供定制化的学习内容和学习路径,使教学更加灵活和有效。智能辅助工具和智能教学系统可以根据学生的学习情况和表现,提供个性化的学习建议和教学支持,帮助学生更好地理解和掌握分子生物学的知识。计算机应用技术可以促进分子生物学与计算机科学、数学、物理学等学科的跨学科整合,为学生提供更全面、更综合的学科知识和技能,培养跨学科思维和创新能力。

在教师教学方面,利用增强现实和虚拟实验室技术,可以提供更真实、更交互的实验体验,让学生在虚拟实验室中进行生物实验操作,探索生物分子的结构和功能,培养实验技能和科学思维。随着互联网和远程技术的发展,可以开发在线实验和远程实验平台,

让学生在网络上进行实验操作,解决实验资源有限和实验安全性问题,提供更多的实验机会和实验数据供学生分析和探讨。

生物学教育改革是为了更好地适应时代发展,提高教学质量,培养更具竞争力和创新力的学生,让他们更好地应对未来的挑战。计算机软件在分子生物学中扮演着不可或缺的角色,提供了丰富的工具和资源,帮助研究人员更快、更准确地理解和探索生命科学的各个领域。本文强调,加深计算机应用技术和分子生物学教学的合作程度,可充分发挥教师教学的潜力,帮助学生增加知识的获取效率和利用程度,为新时代的教育改革提供新的思路和策略。

参考文献

[1] 薛仁镛,赵春梅. 分子生物学课程课题式教学的探索与实践[J/CD]. 高校生物学教学研究(电子版),2023,13(4): 28-32.

[2] 张际峰,王顺昌,王云. 浅谈地方高校分子生物学实验室建设与发展[J]. 淮南师范学院学报,2010,12(5):95-96.

[3] 王坤,王联新. 生物学微观实验可视化的实践[J]. 生物学教学,2020,45(6):53-55.

[4] 孙丽超,马晓焉,陈振娅,等. 基于学科交叉实施生命科学基础类课程教学改革[J]. 生物工程学报,2023,39(11): 4718-4729.

[5] 贺旭,刘华. 虚拟仿真实验系统在分子生物学实验教学中的应用[J]. 基础医学教育,2023,25(7):620-624.

[6] Equestria. 生物化学与分子生物学:活跃在生命科学的最前沿[J]. 求学,2023(23):44-45.

[7] 程春红,蔡兆明. 本科分子生物学综合实验教学模式改革与实践[J]. 安徽农学通报,2023,29(15):153-156.

[8] 宁启兰,闫小飞,武丽涛,等. 新时代分子生物学实验教学体系改革[J]. 基础医学教育,2023,25(9):789-792.

[9] 廖璘. 高中生物学教学具象化实物模型构建运用分析[J/CD]. 新课程教学(电子版),2023(1):36-37.

[10] 孙铭娟,王梁华,黄才国,等. 分子生物学虚拟实验教学软件的设计与应用探索[J]. 中国医学教育技术,2011,25(3):283-285.

[11] 张明兰. 浅谈网络资源在生物学教学中的应用策略[J]. 中学生物教学,2021(8):45-47.

[12] JUMPER J, EVANS R, PRITZEL A, et al. Highly accurate protein structure prediction with AlphaFold[J]. Nature, 2021, 596(7873):583-589.

[13] REICHSTEIN M, CAMPS-VALLS G, STEVENS B, et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science [J]. Nature, 2019, 566(7743):195-204.

[14] PETTERSEN E F, GODDARD T D, HUANG C C, et al. UCSF ChimeraX: structure visualization for researchers, educators, and developers[J]. Protein Sci, 2021, 30(1): 70-82.