

新医科背景下医学研究生《生物信息学》 教学改革与创新能力培养探索与实践

吴群英^{1*}, 林军^{2#}

¹桂林医科大学基础医学院, 广西 桂林

²桂林医科大学检验与生物技术学院, 广西 桂林

收稿日期: 2025年12月31日; 录用日期: 2026年1月27日; 发布日期: 2026年2月9日

摘要

在新医科建设背景下, 医学研究生《生物信息学》课程教学面临内容滞后、知识割裂、理论与实践脱节等问题。本研究通过构建前沿内容动态更新机制、实施项目驱动教学模式、建立分层递进的实践教学体系, 完善全过程多元化评价, 系统推进课程改革, 有效促进了学生从被动学习向主动探索的转变, 显著提升其数据整合能力、系统思维与科研创新能力, 为培养适应健康中国战略的高层次医学创新人才提供可借鉴的经验。

关键词

生物信息学, 研究生教育, 创新能力, 教学改革

Exploration and Practice of Teaching Reform and Innovation Capacity Building in “Bioinformatics” for Medical Postgraduates in the New Medical Era

Qunying Wu^{1*}, Jun Lin^{2#}

¹School of Basic Medical Sciences, Guilin Medical University, Guilin Guangxi

²School of Laboratory Medicine and Biotechnology, Guilin Medical University, Guilin Guangxi

Received: December 31, 2025; accepted: January 27, 2026; published: February 9, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

Abstract

In the context of New Medical Science development, “Bioinformatics” education for medical post-graduates faces pedagogical challenges including outdated content, knowledge fragmentation, and the theory-practice divide. This study implemented systematic curricular reforms through establishing a dynamic content update mechanism, adopting project-driven pedagogy, developing tiered practical training frameworks, and refining multidimensional assessment systems. These initiatives effectively transformed learning approaches from passive reception to active inquiry, significantly enhancing students’ data integration capabilities, systems thinking, and research innovation competencies. The reforms provide valuable insights for cultivating medical innovation talent aligned with Healthy China’s strategic objectives.

Keywords

Bioinformatics, Postgraduate Education, Innovation Capability, Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

研究生教育是国家创新体系的核心组成部分,肩负培养高层次创新人才、攻克关键核心技术的时代使命。《教育部国家发展改革委 财政部关于加快新时代研究生教育改革发展的意见》明确指出,需立足国家战略需求,优化人才培养结构,着力增强研究生的实践创新能力与创新精神[1]。在此战略指引下,医学教育领域正全面推进“新医科”建设,旨在应对新一轮科技革命与产业变革,主动对接“健康中国”战略,其核心在于推动医学教育从传统生物医学模式,向医工、医理、医文深度交叉融合,向精准化、智能化及产学研融合的新型范式转型[2]。

《生物信息学》作为衔接生命科学前沿与临床医学实践的关键桥梁,是现代医学研究,特别是精准医学、转化医学和智慧医疗发展的关键引擎,它通过整合基因组学、蛋白质组学、代谢组学等多组学数据,为疾病机制解析、生物标志物发现、药物靶点筛选提供强大的方法论支撑[3][4]。对于医学研究生而言,掌握生物信息学知识与技能,不仅有助于将临床真问题转化为可计算、可验证的科学问题,更有助于培养其数据思维、跨学科整合能力以及面向复杂临床场景的科研创新能力[5]-[7]。然而,当前面向医学研究生的《生物信息学》课程,在教学内容、教学模式与实践环节上,仍存在与“新医科”人才培养目标不相适应的突出问题,制约了课程育人实效与研究生创新能力的提升[8]。因此,推进系统性、深层次的教学改革,探索有效的创新能力培养路径,已成为一项紧迫而重要的课题。

2. 当前课程教学面临的主要问题

2.1. 教学内容与前沿技术发展脱节, 制约创新视野拓展

生物信息学作为一门交叉学科,其知识体系和技术工具正经历着指数级演进,特别是在多组学整合、人工智能应用和空间多模态分析等前沿领域。然而,当前的课程设置往往还停留在传统的生物信息学分析范式,对第三代测序技术、空间转录组学、单细胞多组学整合分析等新兴领域的系统性覆盖严重不足。

课程内容与实际科研需求之间的鸿沟,使得学生难以形成对现代生物信息学研究的整体认知,无法掌握从大数据中挖掘生物学洞见的系统方法论。这种结构性滞后直接导致学生在面对真实世界复杂生物学问题时,缺乏运用前沿技术进行分析创新的能力,严重制约了他们在快速发展的生物医学研究领域的竞争力。

2.2. 模块化教学固化知识壁垒, 导致整体性思维与系统解决能力缺失

为便于教学组织,当前课程普遍采用模块化结构(如序列分析、结构预测、高通量测序数据分析等独立模块)。这种方式虽提升了教学管理的便利性,却极易造成“知识孤岛”现象。学生可能熟练使用 BLAST 进行核酸序列比对,也能够利用 UniProt、Pfam 进行蛋白质功能域分析,但却无法将核酸层面的变异与蛋白质结构功能的变化有机串联,难以构建“序列-结构-功能-表型”的完整分析逻辑链条。这种碎片化的知识获取方式,使学生缺乏将多模块工具与方法融会贯通,以解决复杂生物医学问题的系统性思维和能力。当面对需要多步骤衔接的复杂分析任务时,学生虽然能够独立操作各个分析环节的对应工具,却难以将这些离散的步骤构建成具有严密逻辑关系的完整工作流。例如在从原始测序数据到生物学意义阐释的全流程中,学生容易在数据预处理、统计分析、功能注释等环节之间出现理解断层,导致最终的分析框架缺乏系统性和内在一致性。这种思维断层不仅影响了学生解决复杂生物信息学问题的效率,更深层次地制约了他们在科研实践中提出原创性方法、构建新型分析管道的创新能力。

2.3. 理论教学与实践应用严重脱节, 弱化创新实践能力培养

生物信息学是一门高度实践性的学科,然而,当前教学普遍存在“重理论、轻实践”或“理论与实践两层皮”的现象。课堂讲授偏重算法原理、数据库介绍和软件命令的罗列,但配套的实践环节仅为验证性实验,与真实科研场景相距甚远。比如,学生学习了基因组比对的基本理论,却可能未处理过一份原始的测序数据;这种脱节导致学生在课程结束后,仍无法独立开展基本的生物信息学分析,在面对导师课题的真实数据时茫然无措。枯燥的理论灌输与缺乏成就感的实践,不仅消磨了学生的学习热情与自主探索精神,更使其创新能力成为无源之水、无本之木。

3. 教学改革与创新能力培养的核心路径与举措

针对上述问题,本研究系统构建了“前沿引领、项目驱动、能力递进、评价闭环”四位一体的教学改革体系,旨在切实提升医学研究生的生物信息学核心素养与科研创新能力。具体举措如下:

3.1. 构建动态更新的前沿化教学内容体系

为应对生物信息学领域知识快速迭代带来的教学挑战,教学团队建立常态化的文献追踪与技术评估流程,定期对单细胞测序、空间转录组学、人工智能辅助分析等前沿领域的最新进展进行教学化转化。通过每学期的集体备课与专题研讨,教学团队将具有代表性的前沿研究成果转化为结构化教学案例与专题模块,并实时更新课程讲义与实验指导。此外,教学团队系统整理来自权威数据库、重要学术期刊及开源工具文档的最新资源,构建持续更新的教学内容资料库,确保教学资源与学术前沿同步更新。这一体系不仅注重知识的时效性,更强调前沿技术与基础理论的内在联系,引导学生建立从经典方法到最新技术的知识演进脉络。通过这种方式,学生在掌握核心技能的同时,能够理解技术发展的逻辑路径,培养其前瞻性思维和持续学习能力。

3.2. 实施阶梯递进的跨学科项目驱动教学模式

为打破传统模块化教学的局限性,我们构建了“基础-进阶-创新”三级项目驱动教学体系。在第一阶段,学生通过完成标准化的基础分析项目,掌握利用 R 语言进行 FastQC 数据质控、DESeq2 差异分

析、富集分析等。在第二阶段,不同专业学生以3~4人小组形式开展协作,针对真实生物医学问题设计完整的分析方案。例如,以“糖尿病肾病关键基因鉴定与药物靶点发现”为例开展系统性探究,学生利用WGCNA方法筛选与糖尿病肾病性状显著相关的关键模块,结合支持向量机、随机森林、LASSO回归和XGBoost等机器学习算法,进行建模与交叉验证,确定高置信度的核心靶点;通过clusterProfiler开展通路富集分析,基于DSigDB数据库进行药物重定位预测,运用AutoDock Vina完成分子对接,最终利用GROMACS实施分子动力学模拟以评估结合稳定性。整个流程涵盖了从原始数据处理、多组学整合分析到计算药理学验证的完整链条,使学生在解决复杂生物医学问题的过程中,将模块化技能有机整合为系统性的科研实践能力。在第三阶段,鼓励学有余力的学生,学习利用Seurat、SingleR和Monocle3等R语言包进行单细胞测序分析;或是在导师指导下,自主设计小型研究课题,探索更具挑战性的科学问题。这一递进式的项目设计,使学生在解决问题的过程中自然地整合不同知识模块,将离散的技能点串联成完整的分析链条。特别强调的是,项目小组要求包含临床医学、基础医学、生物信息学等不同专业背景的学生,促进多学科思维的交融碰撞,培养学生的团队协作能力和跨学科问题解决能力。

3.3. 构建分层递进与问题导向相结合的实践教学体系

为有效弥合生物信息学课程中理论与实践之间的鸿沟,我们重构实践教学体系,建立“分层递进-问题导向”相结合的实践教学模式。在理论教学环节,重点强化生物信息学核心概念与关键算法的深度讲解,为学生后续实践应用奠定坚实的认知基础。针对医学研究生计算机基础差异大的特点,实践教学从基础命令行操作开始,设计结构化的“代码模块库”,提供分步骤注释的脚本模板,学生通过修改关键参数逐步掌握数据分析流程。针对生物信息学工具链复杂的问题,采用“工具包整合教学法”,将开源软件按功能组合成标准分析流程,并通过详细的配置文档和FAQ解决环境搭建难题。实践项目设计遵循“数据驱动-问题导向”原则,初期提供经过预处理的规范数据集,让学生专注于分析方法的学习与应用;中期引入接近原始状态的临床相关数据,要求学生进行数据清洗和质控;后期则指导学生从公开数据库独立获取数据,完成从课题设计到报告撰写的完整科研训练。通过建立课程专属的技术支持群,组建“学生技术互助小组”,并安排助教定期驻场指导,构建线上线下结合的技术支持网络,确保每位学生都能在有限条件下获得充分的实践机会和技术支持,有效提升解决真实生物信息学问题的能力。

3.4. 完善全过程多元化的教学评价体系

为系统评估教学改革成效并实现教学质量持续提升,课程构建了“过程-结果-增值”三位一体的多元化评价体系。过程性评价关注学生学习全程,通过项目日志、阶段成果展示、课堂参与度及小组协作贡献等多维度指标进行动态监测,及时掌握学习进展并调整教学策略。终结性评价聚焦学习成果质量,重点考察项目研究报告的学术规范性、分析逻辑严谨性、结果解读科学性以及答辩展示的专业性。同时,引入增值性评价维度[9][10],通过课程前后对比问卷调查,系统量化学生在生物信息学技能掌握度、学习兴趣水平及创新意识等方面实质性提升。此外,通过定期组织教学反馈座谈会、匿名问卷调查及线上交流平台等多种渠道,广泛收集学生对教学内容、方法及效果的意见建议,将学生反馈与学习数据作为课程持续改进的重要依据。这一机制有效促进了教学过程的动态优化,使教学改革始终与学生学习需求保持同步,为创新能力的培养提供了坚实的质量保障。

4. 结语

本课程通过系统化的教学改革,学生成绩分布从改革前的 92.07 ± 6.82 优化为改革后的 91.68 ± 1.71 。虽然平均分略微下降0.39分,但标准差显著收窄74.9%,同时最低分从73分提升至88分。这一“均值

稳、差异小”的成绩分布特征表明,在规模扩大与专业异质性增强的挑战下,课程团队通过结构化教学设计有效提升了教学的一致性,使不同专业背景、不同起点学生的创新能力培养质量趋于均衡,为“新医科”背景下医学研究生创新能力的规模化培养提供了可复制的实践路径。最为突出的是学生角色实现了根本性转变,从传统教学模式下的被动知识接收者,转变成为能够主动探索、协作解决复杂问题的项目实践者。在此基础上,通过完成多层次、跨学科的综合性项目,学生不仅掌握了生物信息学分析的技术流程,也建立了从数据到发现的系统性思维框架,能够将离散的分析工具与研究方法进行有机整合,形成了解决真实科学问题的整体性认知。

项目驱动的团队学习模式有效促进了不同学科背景学生之间的深度交流,在思想碰撞中激发了创新性解决方案的产生。与此同时,课程构建的前沿内容动态更新机制,使教学内容与科研热点保持同步,显著提升了学生的学术视野与研究热情。而全过程、多元化的评价体系,则更加科学、全面地反映了学生的能力成长轨迹,为教学持续改进提供了可靠依据。这些实践成效充分证明,本教学改革路径有效契合了“新医科”建设对高层次医学人才数据科学能力与创新素养的培养需求。

展望未来,我们将进一步深化教学改革的系统性与开放性:一方面,持续优化“分层递进-问题导向”的实践教学体系,加强与临床真实科研场景的对接;另一方面,积极探索与产业界、医疗机构的协同育人机制,引入更丰富的实践资源与评价视角。同时,我们将对改革成效开展长期的追踪研究,通过实证数据不断完善教学模式,为推动医学研究生生物信息学教育的创新发展提供可借鉴的经验与方案。

基金项目

广西学位与研究生教育改革课题(项目编号:JGY2024224, JGY2021134),桂林医学院研究生课程思政示范课程(GYYSZ202303)。

参考文献

- [1] 教育部国家发展改革委财政部关于加快新时代研究生教育改革发展的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2020(10): 27-31.
- [2] 曲波. 高校新医科建设的基本内涵、现实困境与推进策略[J]. 现代教育管理, 2025(6): 41-50.
- [3] 陈润生. 基因组、大数据、精准医学[J]. 名医, 2020(13): 81-84.
- [4] 兰雨佳, 肖云. 大数据时代生物信息学课程体系改革研究[J]. 中国继续医学教育, 2023, 15(7): 6-9.
- [5] Canzoneri, R., Lacunza, E. and Abba, M.C. (2019) Genomics and Bioinformatics as Pillars of Precision Medicine in Oncology. *Medicina*, **79**, 587-592.
- [6] 陈润生. 医疗大数据结合大语言模型的应用展望[J]. 四川大学学报(医学版), 2023, 54(5): 855-856.
- [7] 姜淼, 赵小梅, 张敏, 等. 生物信息学对医学生科研能力培养的作用[J]. 基础医学教育, 2022, 24(5): 330-333.
- [8] 陆进, 袁圆, 赵学影, 等. 基于 GEO 的“临床-生物信息学”教学模式构建与应用[J]. 基础医学教育, 2026(1): 68-73.
- [9] 池芳. 人工智能赋能研究生增值评价的内在逻辑、现实困境及实践路径[J]. 成都工业学院学报, 2025, 28(6): 65-70.
- [10] 刘淑媛. 专业学位研究生教育评价重塑: OBE 理念引领与新质生产力协同驱动的创新实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2025(10): 53-57.