

# 生物信息实践课程在转化医学与分子生物学本科教学的融合应用

周宇<sup>1</sup>, 张裕<sup>2</sup>, 艾彬<sup>2</sup>, 王灵<sup>3</sup>, 王越<sup>2</sup>, 王腾蛟<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>海军军医大学科研学术处, 上海

<sup>2</sup>海军军医大学转化医学研究中心, 上海

<sup>3</sup>海军军医大学基础医学院解剖学教研室, 上海

收稿日期: 2024年4月28日; 录用日期: 2024年5月24日; 发布日期: 2024年5月31日

## 摘要

传统临床医学本科生理理论与实验相结合授课的优势是本科教育改革的重要内容, 依据目前高校教学改革内容, 通过对不同班次实践课程教学的分组实验, 我们发现适当增加生物信息实践课程在理论课程中的占比, 对于本科生更好地理解理论知识具有重要作用。通过本科生理理论与实验课的有机结合, 能够加深学生理论基础、掌握实验技能, 为今后的研究工作打下基础。

## 关键词

医学本科, 实践课, 生物信息, 教学改革与创新, 转化医学

# The Integration and Application of Bioinformatics Practice Course in Undergraduate Teaching of Translational Medicine and Molecular Biology

Yu Zhou<sup>1</sup>, Yu Zhang<sup>2</sup>, Bin Ai<sup>2</sup>, Ling Wang<sup>3</sup>, Yue Wang<sup>2</sup>, Tengjiao Wang<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Research and Academic Division, Naval Medical University, Shanghai

<sup>2</sup>Translational Medicine Research Center, Naval Medical University, Shanghai

<sup>3</sup>Department of Human Anatomy, College of Basic Medicine, Naval Medical University, Shanghai

Received: Apr. 28<sup>th</sup>, 2024; accepted: May 24<sup>th</sup>, 2024; published: May 31<sup>st</sup>, 2024

\*通讯作者。

文章引用: 周宇, 张裕, 艾彬, 王灵, 王越, 王腾蛟. 生物信息实践课程在转化医学与分子生物学本科教学的融合应用[J]. 教育进展, 2024, 14(5): 1611-1616. DOI: 10.12677/ae.2024.145884

## Abstract

The advantage of combining theoretical and experimental bioinformatics courses in traditional clinical medicine for undergraduate students is an important part of undergraduate education. Based on the teaching reform content of our university, through grouping experiments of practical courses in different classes, we found that practical courses play an important role in helping undergraduate students better understand the knowledge of theoretical courses. Therefore, through the organic combination of theoretical and experimental courses, students can better understand theoretical knowledge and master experimental skills through practice, laying a solid foundation for their future career.

## Keywords

Medical Undergraduate, Practical Class, Bioinformatics, Teaching Reform and Innovation, Translational Medicine

Copyright © 2024 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. 生物信息学课程在分子生物学中的广泛应用

生物信息学在分子生物学中有着广泛的应用。通过生物信息学技术，研究人员可以分析和理解生物体内的基因组、蛋白质组和代谢组等大量数据，从而揭示生物体内复杂的生物学过程[1]。生物信息学在分子生物学中的应用主要包括以下几个方面：

1) 基因组学：生物信息学可以帮助研究人员对生物体内的基因组进行序列分析、比对和注释，从而揭示基因的结构、功能和调控机制[2]。

2) 转录组学：通过生物信息学技术，研究人员可以对生物体内的转录组数据进行分析，了解基因的表达模式、调控网络和信号通路[3]。

3) 蛋白质组学：生物信息学可以帮助研究人员预测蛋白质的结构和功能，识别蛋白质相互作用网络，以及研究蛋白质在疾病发生发展中的作用[4] [5]。

4) 代谢组学：通过生物信息学技术，研究人员可以对生物体内的代谢产物进行定量和定性分析，揭示代谢通路的调控机制和相关疾病的代谢异常[4] [5]。

5) 单细胞与空间转录组学：生物信息学在单细胞与空间转录组学领域的应用正在变得越来越重要。单细胞转录组学研究可以揭示不同细胞类型之间的转录组差异，帮助我们更好地理解细胞的功能和发育过程。而空间转录组学则能够提供组织和器官中基因表达的空间分布信息，揭示细胞在组织结构中的位置和功能[6] [7]。

总的来说，生物信息学在分子生物学领域的应用极大地推动了生命科学研究的进展，为人类深入了解生物体内的生物学过程提供了强大的工具和支持。

生物信息学技术的应用授课主要培养学生以下几个方面的能力：

数据处理能力：生物信息学工具可以用于处理和分析单细胞和空间转录组学数据，包括数据质控、归一化、细胞类型鉴定、基因表达分析等[8]。

数据集成与挖掘：生物信息学方法可以帮助研究人员整合不同来源的单细胞和空间转录组学数据，

发现新的细胞类型、基因表达模式和调控网络[9]。

高级分析：生物信息学工具可以将基因表达数据与组织结构信息结合起来，帮助研究人员理解细胞在组织中的空间分布、相互作用和功能[10]。

数据可视化与解释能力：生物信息学技术可以用于将复杂的转录组学数据以直观的方式呈现，帮助研究人员更好地理解 and 解释数据结果[11]。

转化医学与分子生物学的融合教学是典型的交叉学科教学模式。它结合了生物学、计算机科学和信息技术，旨在研究和解析生物大数据，以揭示生命系统的秘密。这一领域的社会重要性体现在几个关键方面：1) 促进医学研究与发展：生物信息学使科学家能够分析和解释复杂的生物数据，如基因组序列，有助于新药的发现和疾病治疗方法的开发。这不仅可以提高治愈率，还可以促进个性化医疗的发展，为患者提供更为精准的治疗方案。2) 增强疾病预防和管理：通过分析遗传信息，生物信息学有助于识别疾病的风险因素，从而提供早期预防措施。此外，它还可以用于监测和预测传染病的爆发，帮助公共卫生部门制定有效的应对策略。3) 促进生物科学的研究进展：生物信息学工具和方法加速了生物科学的研究，使科学家能够处理和分析前所未有的数据量。这有助于深化我们对生物系统复杂性的理解，推动生命科学的各个领域，如生态学和进化生物学的研究。4) 支持可持续发展：生物信息学在农业和环境科学中的应用有助于提高作物产量，改善食品安全，以及监控和保护生物多样性。通过分析环境数据，生物信息学可以帮助预测和缓解气候变化的影响，促进生态系统的健康与可持续性。这种教学模式不仅体现在其对科学研究的贡献，也在于其对健康、环境保护和社会福祉的积极影响。培养多学科交叉的专业人才，能够加速这些领域的发展，对于应对全球性挑战，如疾病、饥饿和气候变化，具有重要意义。

## 2. 生物信息实践课程能够加深学生对理论课知识的理解

将生物信息学理论课程与实践课程结合可以从实践中加深学生对理论知识的理解，可以帮助学生更全面地理解和应用生物信息学知识，其优势在于：

1) 理论与实践相结合，提高学习效果：通过将理论知识与实际操作相结合，学生可以更好地理解生物信息学的概念和原理，加深对知识的理解和记忆[11]。

2) 培养实际操作技能：实践课程可以帮助学生掌握生物信息学分析工具的使用方法，培养他们的实际操作技能，为将来从事相关研究或工作打下良好基础[4] [7]。

3) 促进团队合作和交流：实践课程通常需要学生在小组中合作完成任务，这有助于培养学生的团队合作能力和交流能力，提高他们的团队合作意识[12]。

4) 激发学生学习兴趣：通过实践操作，学生可以亲自动手进行数据分析和解释，这种亲身体验可以激发学生对生物信息学的兴趣，提高学习积极性[8] [10]。

5) 培养问题解决能力：实践课程中常常会遇到各种问题和挑战，学生需要通过运用所学知识和技能解决问题，这有助于培养他们的问题解决能力和创新思维[13]。

6) 实践验证理论：通过实践课程，学生可以将理论知识应用到实际中，验证理论的正确性和实用性，从而加深对知识的理解和认识[14] [15]。

综上所述，将生物信息学理论课程与实践课程相结合可以为学生提供更丰富的学习体验和更全面的知识储备，有助于他们在未来的学术研究或职业发展中更好地应用所学知识。

## 3. 通过分组实验对理论结合实践课程效果分析与讨论

### 3.1. 融合教学的班次分组实验设计

我们根据教学改革的任务需求，挑选了三个班次(A、B、C班)的学员，每个班级 50 人，共 150 人，

如下表 1 所示。我们保证理论授课内容一致的情况下，针对 A 班的课程设置 50 分钟的课内交互式实践学习、B 班的课程设置 30 分钟的课内交互式实践学习、C 班的可成设置 5 分钟的实践工具介绍。3 个班次的学员在分子生物学基础相同的情况下，观察其一学期后的学习效果。

**Table 1.** Basic information of students

**表 1.** 学员基本信息

组别	人数	男	女	平均年龄	期中成绩			期末成绩		
					<60	60~80	>80	<60	60~80	>80
A	50	28	22	21.44	0	49	1	0	9	41
B	50	27	23	20.42	3	47	0	0	30	20
C	50	29	21	19.44	4	46	0	0	37	13

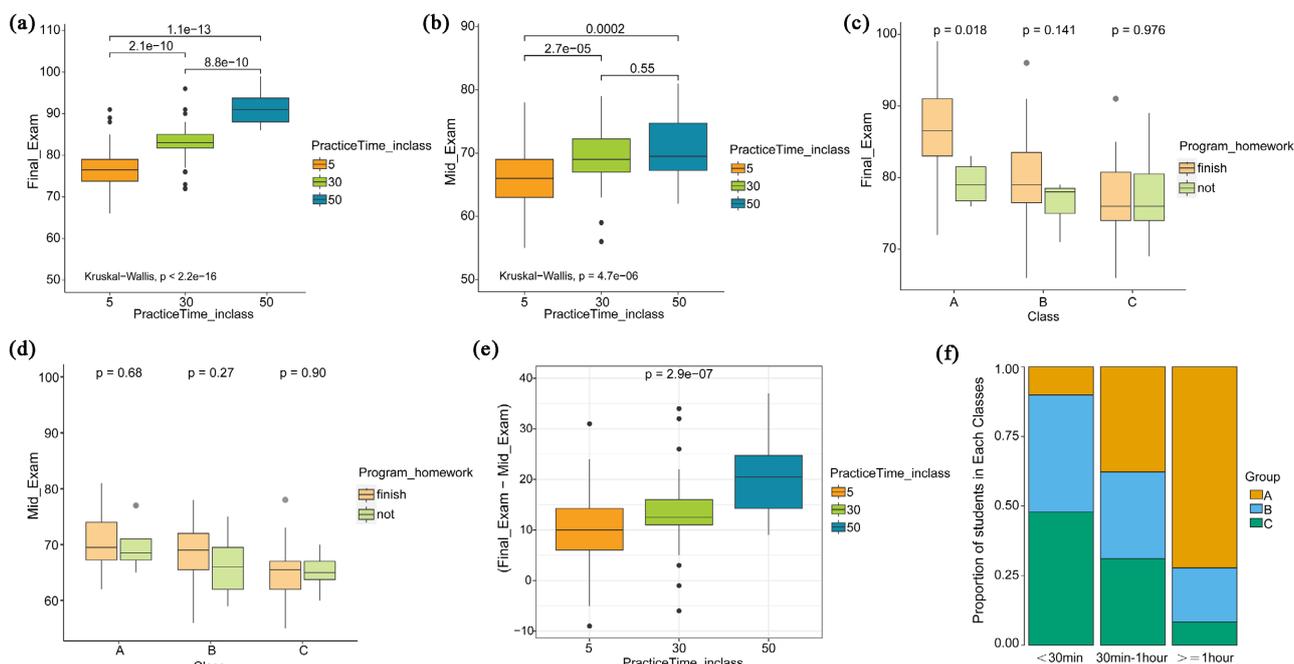
### 3.2. 融合教学的结果

通过比较不同班次学员考试成绩以及完成作业情况我们对理论与实践课程交叉教学有了进一步的认知。图 1(a)展示了期末考试成绩与实操时间的组间差异。当课堂练习时间从 5 分钟、30 分钟、50 分钟时期末考试成绩的提高在不同组间具有统计显著性( $p < 2.2 \times 10^{-16}$ )。图 1(b)展示了期中考试成绩与实操时间的组间差异。当课堂练习时间从 5 分钟、30 分钟、50 分钟时期末考试成绩的提高在 5 分总组与 50 分钟组以及 5 分钟组与 30 分钟组具有显著的统计学差异( $p < 4.7 \times 10^{-6}$ )，而 30 分钟组与 50 分钟组之间在其中考试成绩中不具有很大区别。图 1(c)展示了(A、B、C)班中完成编程作业与期末考试成绩的组间比较。可见在课堂练习时间为 50 分钟组(A 班)的同学中，完成编程作业的人比未完成编程作业的人成绩具有显著提高，而课堂练习为 30 分钟和 50 分钟组(B 班、C 班)完成编程作业与否，对期末考试并无显著差异。由此可见理论集合实践的生物学课程，最好将课堂练习时间控制在 50 分钟。这样的编程作业对于帮助学生理解理论知识具有显著效果。图 1(d)展示了(A、B、C)班中完成编程作业与期中考试成绩的组间比较。课堂编程时间为 50 分钟组，完成作业与否对期中考试成绩提高并无统计学差异。可见编程与生物信息学数据分析实践是一个长期训练的过程，通过半学期的训练，学生还不能很好的理解并构筑知识体系。图 1(e)分别展示了期末考试与期中考试成绩的提高，在课堂练习时间不同的三个班次学生中具有显著差异( $p < 2.9 \times 10^{-7}$ )。图 1(f)展示了 A、B、C 班课外练习时间大于 1 小时、30 分钟~1 小时、小于 30 分钟的学生占比占比。可见，课堂练习编程与生物信息学实践越多，课后的练习时间中同学对编程越感兴趣，而课堂练习时间少的班次，课后练习时间也会相对较少。

### 3.3. 数据讨论

通过分组比较，我们认为对生物信息学课程的教学内容和时间配置应当做出适当调整。首先是伴随所学理论知识，适当增加课堂编程操作的学习时间，在理论课进行的同时，通过实践帮助学员吸收理论所学。其次，适当增加课后作业的编程练习内容，帮助学生有效的巩固课堂知识，吸引同学对数据处理的注意力，并且将所学的知识以及求知兴趣延伸到未来的研究中。最后增加编程实践的课程幅度，如果课堂练习时间较短，仅仅通过理论学习不足以帮助学员系统的理解和掌握生物信息学的知识。结合编程操作提高教学效果的论文，可以更好地将编程知识教授给学生，通过利用计算机和编程来实现知识传递，提高学生对编程知识的理解和运用能力，从而达到提高教学效果的目。在实践中，要使更加积极主动地参与编程操作，提高他们的学习效率和技能水平。同时，编程教学要具有可操作性和可观测性，使学生能够从中获取真正有用的信息。此外，还应该结合不同类型的教学活动，比如教学案例分析、教

学讨论等，以达到提高学习效果的目的。



**Figure 1.** Comparison of test scores and completed assignments among different group  
**图 1.** 不同分组班次在考试成绩以及完成作业的比较

#### 4. 生物信息学实践课程在融合教学中的未来研究方向

生物信息学在单细胞与空间转录组学领域的应用为我们提供了深入研究细胞和组织内部基因表达的新视角，有助于揭示生物体内更细致和复杂的生物学过程。这些技术的发展将进一步推动生命科学领域的研究和应用。生物信息实践课程在转化医学与分子生物学本科教学的融合课程中扮演着关键角色，其发展方向可以集中在以下几个重点：1) 跨学科教育：鼓励生物信息学、转化医学和分子生物学之间的跨学科合作，通过实践课程促进这些领域知识与技能的综合应用。课程设计需要围绕这些学科的交叉点，如基因组学、蛋白质组学和生物标记物的发现等。2) 实践技能培养：注重实验室技能和计算技能的并重，通过实际案例和项目让学生应用生物信息学工具和技术解决转化医学和分子生物学中的问题。这包括数据挖掘、生物统计分析、基因组学数据解析等。3) 项目导向学习：通过团队合作的研究项目，让学生直接参与到转化医学的研究中，从而理解从基础研究到临床应用的全过程。这种项目导向的学习方式有助于学生理解如何将分子生物学的发现转化为实际的医疗解决方案。4) 临床数据分析：引入临床案例和真实的患者数据，教授学生如何处理、分析和解释这些数据，以支持临床决策和个性化医疗。这种实践经验能够增强学生解决实际医疗问题的能力。5) 伦理、法律与社会问题：在课程中融入生物伦理、数据隐私和患者权益等内容，让学生理解在使用生物信息技术进行医疗研究和应用时需要考虑的伦理和法律问题。

通过这些发展方向，生物信息实践课程不仅能够加强学生的技能培养，也能促进他们对转化医学研究过程的深刻理解，为未来的科研工作或进一步的学术追求打下坚实的基础。

#### 基金项目

海军军医大学“深蓝”人才工程“远航”人才培养工程，基于信息化互动实验教学平台的基础医学研究，研究生实验综合技能课程体系建设(JPY2022A13)。

## 参考文献

- [1] 唐锐敏, 白强, 贾小云, 袁建琴, 张红梅, 王亦学, 胡军. 信息化背景下“生物信息学”混合式教学模式应用分析[J]. 电脑与信息技术, 2023, 31(6): 99-102.
- [2] 李永海, 李萌, 赵兴华. 生物信息学专业学科交叉型人才培养探索与实践[J]. 科教导刊, 2023(31): 51-53.
- [3] 敖露, 李静, 陈湖星. 生物信息学本科生创新能力培养现状的问卷调查与分析[J]. 中国高等医学教育, 2023(10): 28-29+49.
- [4] 何宁宁, 商士朋, 李尚勇. 临床医学专业生物信息学课程教学改革实践与思考[J]. 高校医学教学研究(电子版), 2023, 13(4): 28-31.
- [5] 唐婷, 张玉明, 柳峰松. 基于生物信息学和分子生物学相结合的课程改革初探[J]. 教育教学论坛, 2021(41): 109-112.
- [6] 杨静. 生物信息学在分子生物学实验教学中的应用与实践[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2018, 8(6): 13-16.
- [7] 刘宏生, 郑方亮, 艾海新, 朱春玉, 朱俊丰, 于晶晶, 王加友. 强化生物信息学实践教学探索与成果[J]. 生物信息学, 2010, 8(4): 368-370+377.
- [8] 李红梅. 生物信息学课程教学实践与心得[J]. 农业与技术, 2007(1): 165-167.
- [9] 陈紫微, 刘玲. 生物信息学专业生物化学教学思考[J]. 基础医学教育, 2023, 25(6): 480-483.
- [10] 连超群, 唐王刚, 夏俊, 王颖, 张静. 新医科背景下生物化学与分子生物学课程融入生物信息学元素探究[J]. 河北北方学院学报(自然科学版), 2023, 39(6): 54-57.
- [11] 陈湖星, 严海丹, 王先龙, 郭政, 敖露. 具有医学特色的生物信息学研究型教学模式探究[J]. 福建医科大学学报(社会科学版), 2020, 21(2): 60-64.
- [12] 张大保, 张敏. 生物信息学与转化医学研究[J]. 转化医学研究(电子版), 2012, 2(4): 41-52.
- [13] 张力, 刘晓钰, 张雨溪, 田奇峰, 王廉馨, 朱春玉, 冯华炜, 刘宏生. 生物信息学课程项目式教学模式改革探索[J]. 高教学刊, 2023, 9(5): 45-48.
- [14] 张皓旻, 杨波, 郭斌, 于睿莉, 迟小华, 陈红飞, 席义博, 陈锡勳, 贺培凤, 卢学春. 浅谈临床生物信息学在临床医学教育中的作用及初步实践[J]. 转化医学杂志, 2018, 7(3): 176-179.
- [15] 明文龙, 李晟, 罗幸, 徐军, 谢建明, 刘宏德, 陆祖宏, 孙啸. 生物信息学本科人才培养的调研与思考[J]. 生物信息学, 2018, 16(2): 65-71.