

大学生视角下细胞生物学教学改革的实践路径

——以研促学·赛教融合

李林 代杭成 王亮^{通讯作者}

川北医学院

摘要:在国家大力推进医学教育改革和教育现代化的背景下,医学细胞生物学作为基础医学的核心课程,其教学改革成效显著。然而,理论与实践教学内容的割裂仍是一个亟待解决的问题。本研究突破传统医学教育范式,提出“KTA模型”,帮助学生从被动学习转向主动学习,通过理论学习、科研实践以及竞赛应用,使医学生深入理解细胞生物学专业知识、掌握实验技能,并在实践中培养创新思维和团队协作能力。

关键词:医学细胞生物学; KTA模型; 科研素养; 以研促学; 以赛促学

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.07.014

引言

医学细胞生物学在医学教育中架起基础与临床的桥梁,承前启后。它涵盖细胞结构与生命活动规律,知识虽繁杂抽象,却是医学生构建基础医学知识体系的关键,更是迈向临床实践不可或缺的基石,为医学发展奠定坚实基础。

对于细胞生物学课堂教学和实验教学内容割裂严重,进而导致学生学习积极性不高这个问题,进行了以下剖析:医学细胞生物学知识体系繁杂抽象,传统灌输式教学导致学生参与度低;实验教学停留于验证性操作,抑制科研素养提升。

近年来,随着“新医科”建设的推进,以科研案例为导向的教学模式逐渐受到关注。通过将科研课题融入课程教学,并结合实验技术训练和科研竞赛实践的教学模式,不仅能帮助学生更好地理解抽象的细胞生物学知识,还能培养他们创新思维和科研素养。本文将从医学生的视角来阐述细胞生物学科研案例学习、科研素养培养和“以赛促学”模式的实践路径。

一、以研促学:用科研实践促进《医学细胞生物学》专业内容的学习

近年来,有高校通过优化课程体系、增设科研项目、强化师资建设及搭建实验平台等措施,显著提升了医学生的科研能力^[1]。以川北医学院“医学细胞生物学”课程为例,教师在讲授教材^[2]第四章内容“细胞行为”时,引入研究成果^[3],将理论知识与科研技术深度融合。例如:在解析疾病信号通路时,需结合细胞结构与功能知识来设计实验方案;进行细胞培养或蛋白质检测时,要求充分掌握细胞生物学原理来规范操作流程。学生借助AI辅助学习,不仅深化了对细胞间相互作用、细胞周期调控等知识的理解,更系统掌握了细胞培养、细胞技术、细胞基因编辑等专业技术。实践表明,以科研案例驱动

教学的模式,将抽象概念转化为可操作的实验逻辑,强化了学生对知识的理解与掌握^[4]。这体现了科研导向教学在提高学生专业素养与科研能力中的价值。

二、KTA模型:医学细胞生物学视域下医学生科研素养培养体系

(一) 科研素养的核心价值

在“新医科”背景下,医学生科研素养是衔接基础研究与临床实践的核心能力。批判性思维助力多学科技术整合,数据驱动思维推动传统实验向智能研究转型,支撑精准医疗发展。这些素养不仅构建科研逻辑体系,更培养未来医生在技术革新中平衡创新与安全的决策能力,为应对医学复杂挑战提供关键保障。

(二) KTA模型的构建与应用

由笔者自主设计的KTA模型(Knowledge-Technical-Application模型),是一个学生科研能力培养体系,旨在系统解决学生科研训练过程中出现的一系列阶段性瓶颈。(1)基础认知阶段(Knowledge),着力构建学科知识图谱。运用组合式检索策略筛选高被引文献,建立基于影响因子矩阵的文献分级体系;借助配合Zotero实施三阶阅读法,实现文献元数据关联,并同步训练实验数据深度解读能力。(2)技术强化阶段(Technical),聚焦实验技能的掌握。从基础实验的规范操作进阶至实验方案的独立设计,学习生物信息学、分子细胞生物学等技术方法,掌握“数据获取-分析-验证-可视化”实验体系全流程。(3)综合应用阶段(Application),注重学以致用。将所学理论知识及实验技能运用具体疾病或生理进程的研究,积极进行学术交流,以期为人类健康贡献力量。该模型通过“知识学习-技术掌握-实践应用”的螺旋式进阶路径,将碎片化知识整合为结构化科研素养,为医学生从事精准化医学等前沿领域的研究打下坚实基础。

（三）文献智能管理能力

1. 文献检索策略

基于《医用细胞生物学》课本知识体系构建关键词网络，采用组合式检索策略，利用 CNKI, PubMed 等平台筛选高被引文献。导出文献到 endnote 等阅读管理软件，建立文献价值评估矩阵，引用次数和学术机构权重进行分级管理。

2. 深度阅读能力

实施“三阶阅读法”：摘要-解构-验证。配合思维导图工具建立知识关联网络，通过 Zotero 实现文献元数据智能归类。

3. 图表解析能力

图表解析遵循四步路径：坐标系分析（区分变量与观测指标）→模式识别（柱状图比差异、折线图析趋势、热图显共表达）→统计验证（误差棒重叠度、* $p < 0.05$ 显著性、样本量评估）→生物学阐释（关联机制，警惕相关性与因果性误判），规避截断坐标、图形扭曲等数据陷阱，实现科学本质提炼。

（四）实验创新能力培养

1. 基础能力三阶段

学习期：掌握蛋白质免疫印迹等 30 余项基础技术规范，通过实验室培训、标准化手册及文献研读，精准控制转膜时间、抗体浓度等参数，理解技术原理与误差来源（如条带模糊成因），奠定方法论基础。

应用期：规范执行实验方案并确保可重复性，如蛋白质检测设置 ≥ 3 次生物学重复，利用误差棒或 t 检验评估数据波动范围，验证结果可靠性。

设计期：构建假设驱动型研究方案，例如基因功能研究采用“基因敲除（实验组）-野生型（阴性对照）-过表达（阳性对照）”三元对照体系，通过科学问题凝练与逻辑严谨性排除非特异性效应，培养批判性科研思维。

2. 创新维度模型

跨学科整合：融合生物信息学与分子生物学技术路径；批判性重构：对经典实验方案进行效度检验与优化；逆向设计：从临床问题反推基础研究切入点

（五）数据处理体系

1. 生信分析

从 GEO、TCGA 等数据库获取含临床信息的转录组数据，使用 DESeq2 筛选差异基因（阈值 $\log_2FC > 1$ 、 $FDR < 0.05$ ），通过火山图/热图可视化；利用 GO/KEGG 进行功能富集（ClusterProfiler 生成气泡图/网络图）。

2. 数据可视化

数据可视化：清洗时剔除异常值（Grubbs 检验）、

填补缺失值；GraphPadPrism 制作柱状图/折线图/热图，标注显著性差异（* $P < 0.05$ ，** $P < 0.01$ ）；禁止篡改数据点，仅允许统一调整亮度/对比度，完整保存原始数据及分析步骤，确保“原始数据→规范图表→科学结论”的可追溯性。

（六）科研伦理守则

构建“三位一体”伦理框架：数据真实性、生命伦理、学术诚信^[8]。建立实验数据溯源系统，确保 5 年内可复现。

（七）学术交流体系

构建“海报-报告-论文”三维呈现能力：掌握科研故事线设计技巧，运用 ElevatorPitch 法则进行 3 分钟核心发现陈述。参与实验室组会 ≥ 20 次，完成学术会议报告 ≥ 3 次。

三、以赛促学

基于“KTA 模型”，结合医学生科研竞赛特点，设计涵盖选题、执行、输出与转化全周期的全流程实施框架，突出科研素养实战化培养，助力医学生深化细胞生物学知识与技能。

（一）竞赛准备阶段（Knowledge 奠基）

1. 文献驱动型选题

使用 PubMed/CNKI 构建关键词网络（如：肿瘤微环境+外泌体+免疫逃逸），筛选近 3 年高被引文献及临床转化型研究。通过 Zotero 建立文献矩阵，标注“技术可行性（试剂可及性）”、“临床缺口”、“伦理风险”，生成选题热度雷达图。对比领域内 5 篇顶级综述，识别争议性问题。评估团队技术储备与选题匹配度，规避超能力范围的“伪热点”。

2. 团队组建与分工

实验组：1-2 人负责 WB、细胞培养等湿实验，需通过实验室安全考核。生信组：2 人掌握 R/Python 语言，负责 GEO/TCGA 数据挖掘及可视化。临床组：1 人对接附属医院，获取临床样本数据。

3. 时间规划

制定竞赛时间规划表，明确关键节点（如：第 6 周完成预实验、第 12 周投稿预印本），预留 20% 缓冲时间应对实验失败等意外事故。

4. 预实验与方案优化

选择低成本高信度指标（如 CCK-8 代替动物实验）完成预实验，确认核心假设可验证。对关键步骤进行“双盲对照”（如两组学生独立操作 Western Blot），评估结果一致性。提交《科研伦理自查表》，重点说明基因编辑、患者数据匿名化处理方案，获取机构伦理批件。

5. 竞赛申报书撰写

采用“临床问题→科学假设→技术路径→预期成果”

叙事结构，用技术路线图替代文字堆砌。标注创新性标签（如“首次将单细胞测序用于XX疾病耐药性预测”），但需附参考文献佐证“首创性”。针对常见失败场景预设替代方案，体现科研严谨性。

（二）竞赛实施阶段（Technical 实践）

1. 实验标准化与数据治理

湿实验质量控制：建立《实验日志模板》，记录关键参数（如抗体批次、离心转速），确保结果可重复。采用“三线表”汇总原始数据，使用 GraphPadPrism 统一图表风格。

2. 生信分析

从 GEO 数据库下载数据集（GSE 编号），使用 DESeq2 进行差异分析，筛选条件： $\log_2FC > 1$ 且 $FDR < 0.05$ 。通过 Cytoscape 构建蛋白互作网络，标注 Top10 枢纽基因，与湿实验结果交叉验证。

3. 阶段性成果输出

详细记录实验数据，每个实验重复三次以上，避免偶然性等多种实验中可出现的因素。按照竞赛要求的时间，提交实验结果。

（三）竞赛评比阶段（Application 输出）

1. 终稿论文撰写

结构化写作：摘要采用“目的-方法-结果-结论”四要素，突出临床转化价值。图表规范：使用 AI 检测工具排查图片重复。学术诚信自查：使用 Turnitin 查重（相似度 $< 15\%$ ），引文格式统一风格，标注基金支持与利益冲突。

2. 答辩策略设计

用“故事三部曲”（痛点→突破→应用）串联研究，图表用红/蓝色突出关键发现，插入 15 秒动画解释技术（如基因编辑），避免花哨特效，确保逻辑清晰、重点突出。

3. 成果产出与转化

专利布局：对具有应用潜力的发现（如新型生物标志物）申请实用新型专利，需提交实验原始记录公证件。临床对接：与附属医院合作开展回顾性研究，验证基础研究结论。

（四）经验沉淀与传承

技术手册编写：整理《Western Blot 故障排查指南》、《GEO 数据清洗 SOP》，移交下一届竞赛团队。伦理案例库更新：将竞赛中遇到的伦理争议（如患者知情同意书修订）转化为教学案例，纳入科研伦理课程。

该流程通过 KTA 模型实现“文献洞察→技术验证→成果转化”的闭环，既符合科研竞赛评审标准，又能系统提升医学生的结构化科研能力，为后续临床研究奠定方法论基础。

结语

针对医学细胞生物学教学理论与实践脱节问题，本研究构建“以研促学·赛教融合”双路径模式，创新设计 KTA 模型（知识-技术-应用三阶螺旋体系）。通过科研案例驱动理论转化（如 Zotero 文献矩阵与三阶阅读法强化知识整合），竞赛实战提升技术应用（Western Blot 标准化与 GEO/TCGA 生信分析实现技能进阶），形成“选题-伦理-答辩”闭环训练，培养临床导向创新思维。期待未来引入虚拟仿真技术模拟细胞信号通路，拓展基因编辑等前沿课题，完善“实验室-临床-竞赛”三环联动机制，培育兼具科研能力与人文关怀的复合型医学人才。

参考文献

- [1] 吴素珍, 洪芦燕, 周娟, 谢富华, 罗晓婷. 医学本科生科研思维与创新能力培养的实践与探索 [J]. 检验医学与临床, 2022, 19 (20): 2867-2870.
 - [2] 蔡晓明主编; 陈保锋, 宋桂芹副主编. 医学细胞生物学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
 - [3] Wang L, Li J, Jiang M, Luo Y, Xu X, Li J, Pan Y, Zhang H, Xiao ZJ, Wang Y. SIRT1 Stabilizes β -TrCP1 to Inhibit Snail1 Expression in Maintaining Intestinal Epithelial Integrity to Alleviate Colitis. *Cell Mol Gastroenterol Hepatol*. 2024; 18 (2): 101354.
 - [4] 杨娇艳, 刘凯于, 张金菊等. 自噬流的诱导与检测综合性实验的设计与实践 [J]. 实验科学与技术, 2024, 22 (03): 47-53.
 - [5] Smith, J., Brown, L., & Green, R. (2020). *Basic Experiment Techniques in Cell Biology*. Cell Press.
 - [6] Brown, A., & Green, T. (2021). *Applying Scientific Concepts in Laboratory Settings*. Science Publishing.
 - [7] Jones, M., & Lee, H. (2022). The Role of Independent Research in Scientific Training. *Research Methods Journal*.
 - [8] 刘静羽, 贾毓洁, 黄金霞, 王昉. 开放科学创新生态构建中的数据处理伦理准则框架研究. *农业图书情报学报*. 2022, 34 (9): 29-43.
- 项目基金：本文系四川省线上线下混合式一流课程（医学细胞生物学）；四川省线下一流本科课程（医学生物学）；川北医学院 2024 年研究生教育教学质量工程项目（项目编号：PGAL2024009）研究成果。