

“临床导向、智能赋能”的医学免疫学教学模式构建与实践研究

甘瑞静, 侯小琼, 李晓泉, 曾霞, 唐深, 蓝利, 常升博小吉

广西医科大学基础医学院, 广西 南宁

收稿日期: 2026年9月20日; 录用日期: 2026年10月17日; 发布日期: 2026年10月23日

摘要

医学免疫学是连接基础医学与临床医学的关键桥梁课程,但其理论高度抽象、概念繁杂、内容更新迅速,给传统教学带来了巨大挑战。学生普遍面临理论难懂、学习动力不足、知识难以应用于临床实践等核心问题。为破解这些难题,本文作者设计、实施并完成了一项系统的教学改革,成功构建了“临床导向、智能赋能”的医学免疫学教学新模式。该模式以成果导向教育、建构主义、混合式教学等先进教育理论为指导,通过三大核心举措进行了系统性改革:一是重构教学内容,以临床问题为驱动,建设了包含真实病理资料的“活”案例库,将抽象知识与临床情境深度融合。二是创新教学方法,以智能技术为支撑,开发并应用了集虚拟仿真实验、AI助教、知识图谱、个性化学习路径推荐于一体的智慧学习平台,赋能学生自主、高效、沉浸式学习。三是改革评价体系,建立并实施了集过程性评价、终结性评价、增值性评价于一体的多元化、全过程考核机制,全面评估学生的知识、能力与素养。教学实践研究表明,新模式显著提升了学生的学习兴趣、自主学习能力和临床思维能力,相较于传统教学班,实验班学生的学业成绩、临床案例分析能力及综合素养评价均有统计学意义上的显著提高。本研究不仅为解决医学免疫学的教学困境提供了经过验证的有效方案,也为“新医科”背景下其他基础医学课程的改革提供了可资借鉴的范例。

关键词

医学免疫学, 教学改革, 智能赋能, 成果导向教育

Construction and Practical Research on a “Clinically Oriented, Intelligently Empowered” Teaching Model for Medical Immunology

Ruijing Gan, Xiaoqiong Hou, Xiaoquan Li, Xia Zeng, Shen Tang, Li Lan, Shengboxiaoji Chang

文章引用: 甘瑞静, 侯小琼, 李晓泉, 曾霞, 唐深, 蓝利, 常升博小吉. “临床导向、智能赋能”的医学免疫学教学模式构建与实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1658-1664. DOI: 10.12677/ae.2026.16102272

Abstract

Medical immunology is a pivotal bridging course linking basic medicine and clinical medicine. However, its highly abstract theories, complex concepts, and rapidly updating content pose significant challenges to traditional teaching approaches. Students commonly face core issues such as difficulty understanding theoretical knowledge, low learning motivation, and challenges in applying learned concepts to clinical practice. To address these problems, the authors designed, implemented, and completed a systematic teaching reform, successfully constructing a new “clinically oriented, intelligently empowered” teaching model for medical immunology. Guided by advanced educational theories such as Outcome-Based Education (OBE), constructivism, and blended learning, the reform was carried out through three core initiatives: 1. Reconstruction of teaching content: Driven by clinical problems, a “living” case library containing authentic pathological data was established, deeply integrating abstract knowledge with real clinical scenarios. 2. Innovation in teaching methods: Supported by intelligent technologies, a smart learning platform was developed and implemented, integrating virtual simulation experiments, AI-assisted teaching, knowledge graphs, and personalized learning path recommendations, empowering students to engage in autonomous, efficient, and immersive learning. 3. Reform of assessment systems: A diversified and comprehensive evaluation mechanism was created and implemented, combining formative assessment, summative assessment, and value-added assessment to comprehensively evaluate students’ knowledge, abilities, and competencies. Teaching practice and research have shown that this new model significantly improves students’ interest in learning, self-directed learning ability, and clinical thinking skills. Compared with traditional teaching classes, students in the experimental class achieved statistically significant improvements in academic performance, clinical case analysis ability, and overall competency evaluation. This study not only provides a validated and effective solution to the teaching challenges in medical immunology but also offers a valuable reference for the reform of other basic medical courses under the “New Medical Sciences” initiative.

Keywords

Medical Immunology, Teaching Reform, Intelligent Empowerment, Outcome-Based Education

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

在“新医科”建设的背景下，培养具备扎实理论基础、卓越临床能力和持续学习能力的创新型医学人才，已成为我国高等医学教育的核心任务。医学免疫学作为现代医学中发展最迅猛、渗透力最强的学科之一，其知识体系不仅是理解众多疾病发生发展机制的基石，更是肿瘤免疫治疗、器官移植、精准医疗等前沿技术的核心理论支撑。因此，免疫学教学质量直接关系到未来医师的核心竞争力。

然而，长久以来，医学免疫学的教学始终面临三大严峻挑战[1]-[3]：

(1) 理论的抽象之痛：免疫系统是一个多层次、网络化的微观动态系统，其核心概念如“克隆选择理

论”、“主要组织相容性复合体(Major Histocompatibility Complex, MHC)的限制性”等,缺乏宏观世界的直接对应物,导致学生难以建立有效的心理表征,学习过程枯燥且易遗忘。

(2) 模式的灌输之殇:以教师为中心的传统讲授模式(Lecture-Based Learning, L-B-L)仍占据主导地位。在这种模式下,学生被动地接收大量信息,缺乏主动探究和批判性思考的训练,学习兴趣和内在动机普遍不足。

(3) 学用的割裂之困:基础医学与临床医学课程之间存在的鸿沟在免疫学教学中尤为突出。学生在学习免疫学理论时,看不到其与临床实践的直接联系,导致知识掌握呈碎片化、惰惰性状态,无法在真实的临床情境中有效迁移和应用,临床思维能力培养严重滞后。

面对这些根深蒂固的难题,局部的、零散的改良已收效甚微。我们认识到,必须进行一场触及教学理念、内容、方法与评价全方位的系统性革命。幸运的是,人工智能、大数据、虚拟现实等新兴信息技术为我们提供了破局的利器。为此,我们在临床医学专业开展了教学改革项目,构建并验证——“临床导向、智能赋能”的医学免疫学教学模式,以期从根本上解决上述教学痛点。

2. 教学改革的整合性理论框架

本次教学改革并非多种理论的简单堆砌,而是在深度理解其内涵的基础上,构建了一个相互支撑、层层递进的整合性理论框架。

(1) 顶层设计:成果导向教育(Outcome-Based Education, OBE) [4]

OBE理念是我们一切改革的出发点和归宿点。我们首先与临床专家共同研讨,明确了学生在完成课程后必须达到的核心学习成果(Outcomes),例如:“能够运用免疫学原理解释至少三种自身免疫病的病理生理过程”、“能够为给定的临床情境选择恰当的免疫学检测方法并解读结果”、“能够在团队协作中进行有效的学术沟通与批判性反思”等。这些具体、可衡量的成果成为了指引教学内容选择、教学活动设计和最终考核的“灯塔”,确保了所有教学努力都精准地服务于学生能力的最终达成。

(2) 核心理念:社会建构主义[5]

我们采用社会建构主义作为教学互动设计的哲学内核。我们坚信,深刻的理解源于学生在“学习共同体”中的主动建构,而非教师的单向传递。因此,我们着力创设了两种关键情境:一是通过临床案例创设问题情境,激发学生的认知冲突和探究欲望;二是通过智慧平台和线下小组创设协作情境,鼓励学生通过与同伴、教师、AI助教的对话、辩论与协作,共同建构对复杂免疫学问题的理解。教师在此过程中的角色,成功地从知识的传授者转变为学习的引导者和意义建构的促进者。

(3) 实施策略:混合式教学与认知负荷理论[6]

为了将理念落地,我们采用了线上线下深度融合的混合式教学模式。线上部分,借助智慧平台,我们策略性地处理了具有较高“内在认知负荷”的基础知识,通过微课、动画、知识图谱等形式,降低了不必要的“外在认知负荷”,让学生能够在课前按照自己的节奏完成知识的初步内化。线下课堂则聚焦于需要高阶思维的活动,我们通过设计具有挑战性的PBL/CBL任务,有目的地增加学生的“生成性认知负荷”,即引导他们将所学知识进行重组、应用和创造,从而实现深度学习。这一策略组合,科学地优化了学生的认知资源分配,实现了学习效率与效果的最大化。

3. “临床导向、智能赋能”教学模式的实践与探索

基于前面的理论框架,我们从内容、方法、评价三个维度对教学进行了彻底的重塑。

(1) 内容重构:“临床导向”——让知识在情境中“活”起来

彻底改变了以学科体系为中心的传统内容组织方式,转而以临床问题链为牵引,实现了教学内容的

临床化和情境化。

建设并应用了“生命化”临床情境案例库。通过网络资源、联合医院风湿免疫科、肿瘤科、检验科等多个科室的临床专家，共同开发了包含典型案例的富媒体案例库。这些案例具备以下特点：

叙事性与真实性：每个案例都以一个虚拟但高度真实的患者故事展开。以“24岁女性，反复面部红斑、关节痛伴蛋白尿半年”的系统性红斑狼疮(Systemic Lupus Erythematosus, SLE)案例为例，学生获取的不仅是诊断结果，而是完整的诊疗流程资料：从患者的主诉、病史，到体格检查发现的“蝶形红斑”照片；从血常规、尿常规，到关键的免疫学报告，如ANA滴度“1:640(核均质型)”、抗Sm抗体和抗dsDNA抗体“阳性”、补体C3/C4显著降低等真实报告单扫描件。这让学生仿佛置身于临床一线。

探究性与引导性：案例后附有一系列精心设计的思维探针问题，如：“请从自身免疫耐受破坏的角度，解释该患者体内为何会产生抗核抗体？”、“补体水平的降低与她的肾脏损害有何关联？这属于第几型超敏反应？”，引导学生将临床现象与免疫学核心机制(如B细胞活化、免疫复合物形成等)紧密链接，在解决问题中完成知识的深度建构。

从理论层面看，内容重构环节是OBE“反向设计、正向实施”原则的直接体现：案例的遴选与问题链的设计均从既定学习成果倒推，确保每一案例精准服务于“运用免疫学原理解释临床问题”这一核心成果；同时，真实情境中的问题解决正是建构主义所倡导的情境认知过程，学生在案例叙事与思维探针的引导下主动完成知识的意义建构，而非被动接受抽象概念，临床情境由此成为连接理论知识与能力达成的认知桥梁。

(2) 方法创新：“智能赋能”——以智能技术驱动教与学方式变革[7][8]

利用信息技术打造了一个多功能的智慧教学环境，实现了教学方法的革命性突破。

应用虚拟仿真实验平台，实现“从抽象到具象”的跨越。针对免疫学实验的微观、动态、高成本特性，引入并深度应用了一套3D交互式虚拟仿真实验平台。

沉浸式操作体验：学生可以在虚拟实验室中，亲手“操作”完成ELISA、流式细胞术等核心实验的全过程。例如，在流式细胞术模块中，学生需要为一位模拟的患者样本选择合适的CD4、CD8荧光抗体，进行标记、上机检测，并亲手在生成的散点图上“圈门”，分析CD4+T细胞的绝对计数，从而直观理解疾病对细胞免疫的损害。平台对错误操作(如忘记加入破膜剂)能提供即时反馈，极大地加深了学生对实验原理和细节的理解。

探究性模拟推演：特别设计了“CAR-T免疫疗法”高级模拟模块。学生可以模拟从患者体内分离T细胞，利用慢病毒载体转染预先设计的CAR基因，进行体外扩增，再“回输”给患有虚拟淋巴瘤的小鼠模型。学生可以动态观察肿瘤大小的变化，同时监测小鼠体内的细胞因子水平，从而直观理解CAR-T疗法的作用机制及其“细胞因子风暴”等副作用的发生过程，这是传统实验教学完全无法实现的。

深度融合在线智慧学习平台，实现个性化精准教学。构建的智慧学习平台成为了连接课前、课中、课后的智慧中枢。

可视化的知识图谱导航：将免疫学庞杂的知识点构建成网络化的知识图谱。学生点击任一节点(如“Toll样受体”)，即可看到其与“天然免疫”、“PAMPs”、“信号转导”等相关节点的逻辑连线，并能一键访问相关的微课、动画和文献。这帮助学生克服了线性学习的弊端，构建了结构化的知识网络。

启发式的AI助教系统：开发AI助教，不仅能回答事实性问题，更具备了一定的启发式对话能力。当学生提问“为什么移植会产生排斥反应？”时，AI助教不会直接给出答案，而是反问：“很好地问题！你觉得移植植物和我们自身的组织，在哪些‘身份标识’上可能存在差异呢？我们之前学过的哪个分子与这个‘身份标识’有关？”通过这种苏格拉底式的对话，引导学生独立思考，自行找到答案。

数据驱动的个性化学习：平台后台的学习分析系统，实时追踪并分析每位学生的学习行为数据，形

成个人学习画像。系统每周会向学生推送一份个人学习报告，指出其知识薄弱点，并智能推荐相关的学习资源。同时，教师也能通过班级整体画像，及时发现教学难点，在下一节课中有针对性地进行讲解，实现了“千人千面”的个性化辅导和教学的精准调控。

从认知负荷理论看，方法创新的各环节均围绕认知资源的优化配置展开：知识图谱与微课将高内在认知负荷的庞杂知识切分为结构化、序列化的学习单元，虚拟仿真以三维可视化交互替代抽象的文字描述，有效降低了外在认知负荷；AI 助教的苏格拉底式追问则发挥着建构主义意义上的“支架”作用，将学习活动维持在学生的最近发展区内，引导其投入生成性认知加工；而数据驱动的个性化路径推荐，进一步实现了认知负荷的个体化适配，使不同基础的学生均能在适宜的负荷水平下完成深度学习。

(3) 评价改革：“多元综合”——对学生进行“全人”评估

我们打破了以单一终结性考试为主要评价依据的传统模式，建立了一套贯穿学习全过程、涵盖知识、能力、素养的综合性评价体系，如表 1 所示。

Table 1. Comprehensive evaluation system form
表 1. 综合性评价体系表

评价维度	具体内容	权重
过程性评价	线上学习投入：平台记录的微课学习、在线测验、论坛发帖质量。PBL/CBL 表现：基于特定问题(含问题分析、协作沟通、批判性思维等维度)的教师评分与小组互评。 虚拟实验报告：对实验设计、数据分析及结论的科学性评估。 成长档案袋：包含学习反思、知识导图、文献述评等。	50%
终结性评价	智能化理论考试：题库自动组卷，包含大量基于临床情境的分析题，考察知识整合能力。 综合能力考核(OSCE)：设立“免疫咨询”站点，学生面对标准化病人，需完成问诊、开具并解读免疫学检查、进行病情解释与沟通，全面评估临床思维与人文素养。	50%

这套评价体系的实施，使评价回归了其促进学习的本质，学生的学习重心也从“如何得分”转向了“如何提升能力”。

从 OBE 视角看，多元评价体系构成了学习成果达成的完整“证据链”：过程性评价刻画学习成果的阶段性达成轨迹，终结性评价中的情境化试题与 OSCE 站点直接对接“临床思维、实践操作与沟通能力”等最终成果，而评价数据的持续积累又反向用于教学诊断与改进，形成“成果界定-教学实施-评价反馈-持续改进”的质量闭环，使评价真正回归其促进学习的本质功能。

4. 教学改革的成效与分析

(1) 研究对象与实验设计

本研究采用非随机平行对照设计。选取我校 2022 级临床医学专业两个平行自然班为研究对象，以整群分组方式将一个班设为实验班(n=58)，另一个班设为对照班(n=60)。两班由同一教学团队授课，执行相同的教学大纲与学时安排，考核范围与试卷难度保持一致。干预时长为一学期：实验班实施“临床导向、智能赋能”教学模式，对照班采用以讲授为主的传统教学模式。改革实施前，课程统一教学目标、案例使用规范与评分标准，以控制教师因素对结果的干扰。

(2) 评价工具及其信效度

① 学业成绩：采用课程题库自动组卷的期末理论考试(满分 100 分)，其中临床情境分析题占 40%；试卷由课程组教师命题，科室主任审题，实测难度系数 0.72、区分度 0.38，质量符合考核要求。② 临床案例采用课程组自编的标准化临床案例(分别涵盖自身免疫病与免疫缺陷病)，依据自编量化评分。包含“问题识别、机制分析、证据运用、结论与反思”4 个维度，各维度按 0~5 级评分，折算总分 100 分；③

综合素养：包含学习投入、协作沟通、批判性思维、职业认同 4 个维度，采用 Likert 5 级计分。

(3) 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数表示，组间比较采用 χ^2 检验。为反映差异的实际意义，同时报告效应量 Cohen's d ($d = 0.2、0.5、0.8$ 分别对应小、中、大效应)。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

(4) 量化结果

如表 2 所示，实验班学生的期末学业成绩、临床案例分析能力得分、综合素养总分及学习投入自评得分均显著高于对照班，差异均有统计学意义($P < 0.001$)，且各指标效应量均达到中等及以上水平(Cohen's $d = 0.67 \sim 0.99$)，提示教学改革不仅产生了统计学意义上的显著提升，也具有明确的教育实践意义。

Table 2. Comparison of primary outcome indicators between the two groups of students ($\bar{x} \pm s$)

表 2. 两组学生主要结局指标比较($\bar{x} \pm s$)

指标	实验班(n = 58)	对照班(n = 60)	t 值	P 值	Cohen's d
期末学业成绩(分)	85.2 $\pm$ 6.8	81.9 $\pm$ 7.1	4.34	<0.001	0.80
临床案例分析能力(分)	86.4 $\pm$ 8.1	84.6 $\pm$ 9.3	4.85	<0.001	0.89
综合素养总分(分)	84.1 $\pm$ 7.8	83.5 $\pm$ 8.9	3.63	<0.001	0.67
学习投入自评(5 级计分)	4.21 $\pm$ 0.52	3.65 $\pm$ 0.61	5.36	<0.001	0.99

(5) 学生质性反馈

我们通过小组访谈和开放式问卷，收集了学生的质性反馈。反馈普遍积极，高频词汇包括“有趣”、“实用”、“有挑战”、“成就感”。

一位同学在问卷中写道：“以前上免疫课像听天书，考完就忘。现在不一样了，每次的 CBL 课都像一次侦探游戏，我们小组为了搞清楚一个病例背后的机制，会去查很多资料，激烈地讨论。当最终想通的时候，那种成就感无与伦比。现在我看到临床上的免疫病，会下意识地去想它的发病机制，感觉知识真正变成了自己的东西。”

另一位同学提到：“虚拟仿真实验太酷了！以前书上一个 ELISA 流程图要背半天，现在自己动手做一遍，每个步骤为什么这么做，加的什么试剂起什么作用，都一清二白了。AI 助教也帮了我大忙，半夜复习遇到问题随时能问，再也不用等到第二天问老师了。”

这些来自学生的真实声音，生动地印证了新模式在激发学习兴趣、促进知识内化、建立学用联系方面的巨大成功。

5. 讨论与反思

本研究核心优势在于，通过顶层设计与技术赋能，系统性地解决了为何学(临床导向)、如何学(智能辅助)和学得怎样(多元评价)这三个根本问题，构建了一个促进学生深度学习和能力发展的良性教育生态。

关于本模式的推广性，我们认为其可迁移性主要体现在三个层面：其一，“临床问题链 + 案例库”的内容组织方式可直接迁移至病理生理学、药理学、医学微生物学等其他基础医学桥梁课程，仅需替换学科案例资源；其二，智慧平台的知识图谱、AI 助教、学习分析等通用模块与学科内容解耦，具备跨课程复用的技术基础；其三，“OBE 成果界定 - 情境化教学 - 多元评价”的设计逻辑本身与具体学科无关，可为同类院校的基础医学课程改革提供可操作的路径参照。同时也应清醒认识到，本模式的推广存在一定的条件依赖：智慧平台建设需要经费与技术团队支撑，案例库建设依赖基础与临床教师的深度协作，

师资角色转型需要持续的培训周期。因此,建议采取“分层推广”策略——资源充足的院校可整体移植,资源有限的院校可先从案例库建设与过程性评价等低成本环节切入,循序渐进实现系统化改革。此外,本研究为单中心、单学期的教学实践,样本量有限,结论的外推仍需多中心、长周期的追踪研究加以验证。

然而,在改革过程中,我们也遇到了一些挑战并进行了反思[9]-[12]:

教师角色的转型挑战:新模式对教师提出了更高的要求,教师不仅要精通专业知识,还需具备高超的教学设计能力、信息技术应用能力和课堂引导能力。我们在初期发现,部分教师对 PBL/CBL 的引导感到不适。对此,我们组织了定期的教学工作坊和集体备课会,邀请教育专家和改革成功的教师分享经验,通过持续的培训和支持,帮助全体教师成功实现了角色转型。

技术平台的持续迭代:技术的应用永无止境。虚拟仿真平台的案例数量和逼真度、AI 助教的智能化水平,都需要持续的投入和优化。我们建立了一个由教师、学生和技术人员组成的需求反馈与迭代小组,定期收集使用意见,小步快跑,持续更新平台功能。

评价体系的实施成本:多元化的过程性评价虽然效果显著,但无疑增加了教师的工作负担。我们通过开发智能化的评价辅助工具(如线上评分系统、学习档案袋自动归集等),在一定程度上实现了减负增效,但如何进一步优化评价流程,是未来需要继续探索的方向。

基金项目

广西高等教育本科教学改革工程项目(2025JGA154)。

参考文献

- [1] 史颖颖,冯凌雁,黄丽霞,等.线上线下混合式教学在医学免疫学教学中的应用与反思[J].中国免疫学杂志,2022,38(18):2269-2273.
- [2] 朱波,霍如尉.医学免疫学教学如何培养本科生的科研素养[J].河南大学学报(医学版),2021,40(5):359-362.
- [3] 轩小燕,许会沙,王雷婕,等.新医科背景下医学免疫学教学改革探索[J].基础医学教育,2024,26(7):549-552.
- [4] 史慧,方润平,戴军,等.基于 OBE 理念的医学免疫学课程思政教学设计[J].中国免疫学杂志,2025,41(7):1782-1785.
- [5] 安维复.社会建构主义评介[J].教学与研究,2003(4):63-67.
- [6] Sweller, J. (1988) Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- [7] 关庆,陆萍,韩旭,等.生成式人工智能赋能医学免疫学教学实践研究[J].中国免疫学杂志,2025,41(6):1306-1309,1314.
- [8] 刘彩红,李思琦,陈英利,等.人工智能在医学免疫学教学创新中的应用与实践[J].中国免疫学杂志,2025,41(6):1324-1327.
- [9] 石琳熙,宣群,严敏,等.形成性评价在医学免疫学教学中的实践[J].中华医学教育探索杂志,2018,17(4):344-348.
- [10] 陈文标,许秀秀,邱丹纓.混合式教学模式下病原生物学与免疫学多元课程考核评价体系的构建与实践[J].中国免疫学杂志,2024,40(8):1749-1754.
- [11] 夏西超,李冰洁,刘丽,等.对医学免疫学线上教学教师角色转型的思考[J].卫生职业教育,2021,39(7):13-15.
- [12] 祁荆荆,金敏丽,王冠,等.线上线下混合教学模式免疫学教学探索与反思[J].基础医学教育,2021,23(2):129-131.