

生成式 AI 赋能临床药理学动态案例教学

赵廷坤, 方辉, 陈博超

(山东第二医科大学药学院, 山东 潍坊 261053)

摘要: 为解决临床药理学案例内容静态化、复杂用药情境不足及案例更新成本高等问题, 构建生成式人工智能赋能的动态案例教学模式。以临床胜任力为导向, 建立“角色—情境—约束—演进—输出”结构化提示词框架, 将患者特征、疾病状态、药代动力学参数、多重用药和时间轴事件参数化; 采用模型自检、教师与临床药师复核、权威指南对标的三级质控机制, 形成可追溯的动态案例库; 按照课前锚定、课中演进、课后迁移组织人机协同教学, 并设计涵盖知识、处方审核、临床决策和学习投入的多元评价方案。该模式将生成式人工智能限定为受循证依据和教师监督约束的案例生成与情境模拟工具, 可为药学桥梁课程的数智化改造提供可操作路径。

关键词: 生成式人工智能; 临床药理学; 动态案例库; 案例教学; 智慧教学

Generative AI-Enabled Dynamic Case-Based Teaching in Clinical Pharmacology

Zhao Tingkun, Fang Hui, Chen Bochao

(School of Pharmacy, Shandong Second Medical University, Weifang 261053, China)

Abstract: To tackle the static nature of traditional clinical pharmacology cases, the lack of complex real-world medication scenarios, and the high labor cost of case renewal, a generative artificial intelligence-enabled dynamic case teaching model was constructed. Guided by clinical competence, a role-context-constraint-evolution-output prompt framework was developed to parameterize patient characteristics, disease status, pharmacokinetic parameters, polypharmacy, and timeline events. A three-level quality-control mechanism comprising model self-checking, review by teachers and clinical pharmacists, and verification against authoritative guidelines was used to build a traceable dynamic case library. Human-AI collaborative teaching was organized through pre-class anchoring, in-class case progression, post-class knowledge transfer, with a multidimensional evaluation scheme covering knowledge, prescription review, clinical decision-making, and learning engagement. In this model, generative artificial intelligence is restricted to case generation and scenario simulation under evidence-based rules and teacher supervision, providing an operational approach for the digital and intelligent transformation of pharmacy bridging courses.

Key words: generative artificial intelligence; clinical pharmacology; dynamic case library; case-based teaching; smart teaching

临床药理学是连接药理学基本理论与合理用药实践的桥梁课程, 教学目标不仅是使学生掌握药理学、药代动力学和治疗药物监测等知识, 更要培养其在患者状态持续变化的情境中识别风险、评价处方并调整用药方案的能力。传统案例常以单病种、固定检查结果和确定性结局呈现, 便于讲授知识点, 却弱化了真实临床中的共病、多重用药、器官功能波动及不良反应演进。学生可能能够复述指南条款, 但面对信息不完整或关键指标突变时, 仍难以形成连续决策。

收稿日期: 2026-07-08; 在线发表日期: 2026-07-14

资助项目: 山东第二医科大学校级教育教学改革与研究立项课题“生成式 AI 赋能临床药理学动态案例库与智慧教学创新研究”(项目编号: 2026YB039)

第一作者: 赵廷坤(1981—), 男, 硕士, 讲师, 主要从事临床药理学的教学和科研工作。

通信作者: 陈博超(1994—), 女, 博士, 讲师, 主要从事临床药理学的教学和科研工作。

生成式人工智能能够根据自然语言指令快速生成病例叙事、检验数据和追问反馈，为批量构造差异化情境提供了技术条件^[1-2]。已有研究显示，大语言模型在教育和医学知识任务中表现出较强的文本生成与解释能力，但其输出同时存在事实错误、虚构证据、偏见和隐私风险^[3-7]。因此，将生成式人工智能直接作为“答案提供者”并不适合高风险的医学教育场景。技术应用的关键不在于追求完全自动化，而在于通过结构化提示、循证核验和教师主导，将其转化为可控的情境生成器与认知脚手架。

基于临床药理学课程特点，构建“提示词框架—动态案例库—三级质控—智慧教学—多元评价”一体化模式，旨在兼顾案例生成效率、医学严谨性与课堂可实施性，为后续教学实践和实证评价提供标准化方案。

1 课程痛点与模式设计依据

1.1 静态案例难以承载连续决策训练

合理用药决策具有显著的时间依赖性。同一药物在患者年龄、肝肾功能、遗传表型、合并疾病和联用药物改变后，获益—风险关系可能随之变化。传统案例多在单一时间点提供完整信息，问题通常对应唯一知识点，学生容易通过关键词匹配获得答案。真实临床决策则需要持续提出问题、筛选证据、解释指标变化并修订方案。若案例缺乏时间轴和不确定信息，处方审核训练容易停留在“找错题”层面，难以转化为对风险的前瞻判断。

1.2 手工建设案例库的更新成本较高

高质量案例需要完成素材收集、隐私脱敏、教学目标映射、数据一致性校验、问题链设计和答案依据标注。不同基础水平的学生还需要不同难度与变量组合，教师依靠手工改写难以持续扩容。生成式人工智能可按参数快速衍生同源异构案例，但只有将生成任务拆分为可校验字段，才能降低内容漂移并保留案例间的可比性。

1.3 技术效能必须服从医学安全与育人目标

大语言模型以概率方式生成文本，并不天然具备事实真实性保证。Kasneci 等^[4]指出，教育应用需要强化批判性思维和事实核查；UNESCO 的相关指南强调以人为本、数据保护和适龄使用^[5]。医学教育中的错误剂量、禁忌证或相互作用信息可能造成错误认知，因而必须明确三项边界：人工智能输出不能替代教材、指南和教师判断；案例不得输入可识别的真实患者信息；学生必须披露人工智能使用过程并对最终判断负责^[8-9]。

2 动态案例库的构建

2.1 构建原则

案例库遵循教学目标先行、变量最小充分、证据可追溯和人机责任分离原则。首先，以课程目标和章节重难点确定案例要训练的核心能力，避免从模型生成内容反向拼凑教学目标。其次，仅设置影响药物选择、剂量、疗程或监测的有效变量，防止无关信息增加认知负荷。再次，关键判断均关联药品说明书、诊疗指南、专家共识或教材依据。最后，人工智能负责生成候选内容，教师和临床药师承担准入、修改和发布责任。

2.2 “角色—情境—约束—演进—输出”提示词框架

为提高输出稳定性，将提示词划分为五个模块，见表 1。角色模块界定模型任务与受众；情境模块给出患者和疾病的初始状态；约束模块规定循证边界、禁止事项和数据范围；演进模块设置触发事件与时间间隔；输出模块统一病例、问题链、评价要点及证据清单的格式。与一次性开放提问相比，模块化

框架便于替换单个变量、复核来源及比较不同版本。

表 1 结构化提示词模块及其功能

模块	主要参数	教学功能
角色	临床药理学案例设计助手；授课对象；章节目标	限定专业语境与难度
情境	年龄、体质量、诊断、器官功能、基因型、用药史	形成病例初始状态
约束	药物范围、指南版本、数值区间、禁用真实身份信息	控制事实与伦理边界
演进	时间点、症状变化、检验变化、新增药物、突发事件	驱动连续决策
输出	标准化病历、任务单、参考答案、评价要点、依据清单	支持教学实施与审核

提示词可采用如下基本语式：“面向×年级学生，围绕×教学目标，生成一例包含×基础变量的病例；仅使用给定药物与数值范围；按 T0、T1、T2 三个时间点呈现病情，每次仅释放与当前决策相关的信息；分别输出学生任务、评价要点、需核查的循证依据和不确定内容，不得虚构文献。”该语式不要求模型给出不可验证的内部推理过程，而要求其呈现可供师生检查的判断依据。

2.3 动态案例的数据结构

每个案例由“基础层—演进层—任务层—证据层—版本层”组成。基础层记录人口学特征、主要诊断、共病、过敏史和初始用药；演进层按时间点记录症状、生命体征、实验室指标和治疗事件；任务层设置处方审核、剂量调整、监测计划和医患沟通等任务；证据层标注关键结论对应的指南条款或药品说明书；版本层记录生成模型、提示词版本、审核人、修订时间及停用原因。

动态案例不是任意增加戏剧性事件，而是围绕预设能力目标改变一个或少数关键变量。例如，在肾功能不全用药案例中，可保持诊断与基础方案不变，仅改变肌酐清除率、合并肾毒性药物或透析状态，使学生比较剂量调整与监测策略。对同一母案例进行参数分层后，可形成基础型、进阶型和挑战型案例，既支持分层教学，也便于评价学生的迁移能力。

2.4 三级质控与准入机制

第一级为模型自检。要求模型按预设清单检查患者年龄、体质量、剂量、给药途径、检验值、时间关系和前后叙述的一致性，并把不确定信息单独列示。自检只能作为初筛，不能视为事实核验。

第二级为专业复核。课程教师和临床药师分别从教学适切性与临床合理性进行独立审核，重点检查药物选择、剂量、禁忌证、相互作用、药代动力学逻辑及问题链难度。存在分歧时保留修改记录，经讨论形成一致意见。

第三级为循证核验。对影响用药决策的关键字段逐条核对现行药品说明书、国家药典、诊疗指南或高质量系统评价。无法获得可靠依据、证据版本过期或具有潜在误导风险的内容不予入库。表 2 给出案例准入的核心检查项。

表 2 动态案例准入检查表

维度	核心检查项	准入要求
医学准确性	诊断、剂量、禁忌证、相互作用、检验值	关键字段有可靠依据且逻辑一致
教学适切性	目标匹配、难度、问题链、评价要点	能够观察目标能力，不以偏题难倒学生
动态真实性	事件因果、时间间隔、指标变化	演进符合临床与药代动力学规律
伦理合规	隐私、偏见、敏感信息、风险提示	全部使用虚拟或充分脱敏信息
可追溯性	提示词、模型、证据、审核与版本记录	来源和修改过程可查询

3 人机协同智慧教学的实施

3.1 课前：锚定问题与识别知识缺口

课前通过智慧教学平台推送基础型锚点病例。学生独立完成初步处方审核，提交“已知信息—待补信息—初步判断—证据来源”四栏任务单，并标注是否使用人工智能及使用方式。教师根据共性错误调整课堂变量与分组任务。该阶段不追求获得标准答案，重点是暴露学生的信息检索策略和知识缺口。

3.2 课中：变量演进与多轮决策

课堂采用小组协作与分段释疑。教师首先发布 T0 信息，各组形成初始方案；随后按教学目标释放 T1 和 T2 事件，如肾功能下降、新增联用药、出现不良反应或治疗无效。学生必须说明“哪些新证据改变了原判断、改变的方向及监测依据”，并在限定时间内修订方案。不同小组可获得同一母案例的不同变量组合，通过交叉汇报比较决策边界。教师承担情境导演和证据裁判角色，人工智能仅用于生成候选追问、模拟患者反馈或提供经审核的信息片段。

3.3 课后：同源异构迁移与个性化反馈

课后依据课堂薄弱点推送同源异构案例。例如，对未能识别药物相互作用的学生，保留疾病背景而替换联用药物；对剂量计算薄弱的学生，改变体质量或肾功能参数。反馈包括正确与否、错误类型、证据位置和改进建议，不直接提供完整结论。学生完成二次修订并提交反思记录，使评价从一次性判分转向“判断—反馈—修订”的闭环。

3.4 教师与学生的责任配置

教师负责目标设计、提示词审批、案例准入、课堂调控与评价解释；学生负责信息辨别、证据检索、方案论证和人工智能使用披露；技术工具负责候选案例生成、变量改写、格式转换和低风险反馈。涉及药物剂量、禁忌证及治疗建议的内容必须经过人工审核后方可进入课堂。通过责任清单将“人机协同”落实为可检查的工作流程，避免技术替代教师的专业判断。

4 教学效果评价设计

4.1 评价指标

评价采用结果与过程并重的思路。知识维度考查药理学概念及药代动力学计算；技能维度采用结构化处方审核测验，评价问题识别、严重性分级、方案调整和监测计划；思维维度通过新情境案例评价信息整合、证据运用与决策修订；投入维度采集课前完成率、有效发言、证据检索和修订次数；体验维度

调查学生的认知负荷、学习投入、人工智能素养及技术接受度。教师端记录案例建设时间、审核退回率、错误类型和案例复用率，以检验资源建设效率。

4.2 研究方案

可选择同专业、培养方案与前期成绩相近的平行班开展准实验研究。实验组实施动态案例教学，对照组采用常规案例教学；两组保持授课教师、教学目标、学时和终结性考试范围一致。教学前后分别实施等值处方审核测验和临床决策自评，教学结束后增加陌生情境迁移测验。定量资料根据分布特征采用独立样本 t 检验、配对 t 检验或相应非参数检验，并报告效应量与置信区间；对开放式反思、访谈和课堂观察资料进行主题分析，与平台行为数据相互印证。

评价研究应预先确定主要结局指标、评分量规和缺失数据处理方法。案例评分建议由两名评价者独立完成，并检验评分一致性。由于当前模式仍处于建设与待实施阶段，不以模拟数据代替教学结果；后续应在获得伦理与教学管理许可后，报告样本来源、基线差异、完整统计结果及不良体验。

5 风险控制与推广条件

5.1 防范医学幻觉与自动化依赖

所有生成内容默认处于“待核验”状态，页面显著标注模型版本、生成日期和审核状态^[9-10]。建立高风险字段清单，对剂量、疗程、禁忌证、相互作用和特殊人群用药实施双人复核。课堂评价重视证据质量和修订过程，不因学生给出与模型一致的答案而直接判定正确，以维持独立判断。

5.2 保护隐私与规范学术使用

案例优先使用完全虚拟数据；确需借鉴真实病例时，应在授权范围内完成去标识化和必要性审查，不向开放模型输入姓名、住院号、精确日期等可识别信息。制定课程层面的人工智能使用规范，要求学生在作业中说明使用工具、用途、关键提示和人工修订内容^[8,10]。禁止利用人工智能伪造参考文献、实验数据或个人学习记录。

5.3 保持资源可持续更新

案例库按章节设定负责人和复审周期。当指南、说明书或课程标准更新时，通过证据字段定位受影响案例并触发复审。提示词模板、案例内容与评分量规分别版本化，避免模型升级导致原有案例不可复现。推广至药理学、临床药物治疗学等课程时，应保留通用的流程框架，同时由目标课程教师重新定义专业变量和准入标准，不能简单复制临床药理学案例。

6 结语

生成式人工智能为临床药理学案例的动态化、分层化和规模化建设提供了新工具，但其教育价值取决于教学设计与治理机制。所构建的“提示词框架—动态案例库—三级质控—智慧教学—多元评价”模式，以临床胜任力为主线，将模型生成能力置于循证依据、教师审核和过程追溯之下，并通过课前锚定、课中演进和课后迁移训练连续决策。该模式仍需通过规范的准实验研究检验学习成效、教师负担及学生体验。只有坚持教师主导、证据优先、隐私保护和结果可核验，生成式人工智能才能从新颖工具转化为稳定、可复制的药学教育基础设施。

参考文献：

- [1] 祝智庭, 戴岭, 胡姣. AIGC技术赋能高等教育数字化转型的新思路[J]. 中国高教研究, 2023(6): 12-19, 34. DOI:10.16298/j.cnki.1004-3667.2023.06.02.
- [2] TLILI A, SHEHATA B, ADARKWAH M A, et al. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education[J]. Smart Learning Environments, 2023, 10: 15.

- DOI:10.1186/s40561-023-00237-x.
- [3] KUNG T H, CHEATHAM M, MEDENILLA A, et al. Performance of ChatGPT on USMLE: potential for AI-assisted medical education using large language models[J]. PLOS Digital Health, 2023, 2(2): e0000198. DOI:10.1371/journal.pdig.0000198.
 - [4] KASNECI E, SESSLER K, KÜCHEMANN S, et al. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education[J]. Learning and Individual Differences, 2023, 103: 102274. DOI:10.1016/j.lindif.2023.102274.
 - [5] UNESCO. Guidance for generative AI in education and research[R]. Paris: UNESCO, 2023.
 - [6] SALLAM M. ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: systematic review on the promising perspectives and valid concerns[J]. Healthcare, 2023, 11(6): 887. DOI:10.3390/healthcare11060887.
 - [7] LEE H. The rise of ChatGPT: exploring its potential in medical education[J]. Anatomical Sciences Education, 2024, 17(5): 926-931. DOI:10.1002/ase.2270.
 - [8] CHAN C K Y. A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning[J]. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 2023, 20: 38. DOI:10.1186/s41239-023-00408-3.
 - [9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. Ethics and governance of artificial intelligence for health: WHO guidance[R]. Geneva: World Health Organization, 2021.
 - [10] VAN DIS E A M, BOLLEN J, ZUIDEMA W, et al. ChatGPT: five priorities for research[J]. Nature, 2023, 614(7947): 224-226. DOI:10.1038/d41586-023-00288-7.

Copyright © 2026 by author(s) and Global Academic Press Co., Limited.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 International License. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

