

基于AI的慢性肾脏病(CKD)早期诊治与临床教学策略研究

张诗煜, 吴昊, 周洁, 王杰, 赵航, 李露*

西安医学院第一附属医院肾脏内科, 陕西 西安

收稿日期: 2025年12月17日; 录用日期: 2026年2月26日; 发布日期: 2026年3月5日

摘要

目的: 基于AI构建CKD早期诊治模型, 辅助教学, 评估AI辅助教学对医学生早期肾脏病诊治知识与技能掌握的提升情况。方法: 选择我院2022级五年制临床医学院和全科医学院的78名实习生随机分配到两个不同的组别: 观察组和对照组, 观察组为基于人工智能辅助教学, 对照组的教学方式为传统的临床教学模式, 教学结束后, 比较两组学生的理论考核成绩, 并对他们的满意度、主观体验等进行问卷调查。结果: 观察组理论知识考核平均成绩27.476分高于对照组25.703分, 差异有统计学意义($t = 5.583, P < 0.01$); 观察组技能操作平均成绩39.159分高于对照组36.029分, 差异有统计学意义($t = 7.977, P < 0.01$); 观察组病例分析考核成绩17.706高于对照组16.235, 差异有统计学意义($t = 4.853, P < 0.01$)。对照组学生实习教学满意度低于观察组, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。结论: 基于AI的慢性肾脏病(CKD)早期诊治与临床教学, 提高了学生的实习质量和对教学的满意度。

关键词

慢性肾脏病, 人工智能, 临床教学, 肾内科

Research on AI-Based Early Diagnosis and Treatment Strategies for Chronic Kidney Disease (CKD) and Clinical Teaching Approaches

Shiyu Zhang, Hao Wu, Jie Zhou, Jie Wang, Hang Zhao, Lu Li*

Department of Nephrology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: December 17, 2025; accepted: February 26, 2026; published: March 5, 2026

*通讯作者。

文章引用: 张诗煜, 吴昊, 周洁, 王杰, 赵航, 李露. 基于 AI 的慢性肾脏病(CKD)早期诊治与临床教学策略研究[J]. 职业教育发展, 2026, 15(3): 314-320. DOI: 10.12677/ve.2026.153157

Abstract

Purpose: Developing an AI-based model for the early diagnosis and management of chronic kidney disease (CKD) to support medical education, and evaluating the impact of AI-assisted teaching on enhancing clinicians' knowledge and skills in managing early-stage kidney disease. **Method:** Seventy-eight interns from the five-year clinical medicine and general practice programmes of our institution's 2022 cohort were randomly assigned to two distinct groups: an observation group and a control group. The observation group received AI-assisted teaching, while the control group underwent traditional clinical instruction. Following the teaching period, theoretical examination results were compared between groups, alongside conducting surveys on student satisfaction and subjective experiences. **Results:** The mean theoretical knowledge assessment score in the observation group (27.476) was significantly higher than that in the control group (25.703) ($t = 5.583, P < 0.01$). The mean practical skills assessment score in the observation group (39.159) was significantly higher than that in the control group (36.029) ($t = 7.977, P < 0.01$). The case analysis assessment score of the observation group (17.706) was higher than that of the control group (16.235), with a statistically significant difference ($t = 4.853, P < 0.01$). The control group students' satisfaction with practical teaching was lower than that of the observation group, with a statistically significant difference ($P < 0.01$). **Conclusion:** AI-based early diagnosis and treatment of chronic kidney disease (CKD) integrated with clinical teaching enhanced the quality of student placements and satisfaction with teaching.

Keywords

Chronic Kidney Disease, Artificial Intelligence, Clinical Teaching, Nephrology

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. 背景

教育部部长怀进鹏在 2024 年世界数字教育大会上表示, 将实施人工智能赋能行动, 促进智能技术与教育教学、科学研究、社会的深度融合, 为学习型社会、智能教育和数字技术发展提供有效的行动支撑, 让技术进步造福师生。

AI 辅助教学作为一种新兴的教育技术手段, 正在逐步改变传统教学模式, 为高等教育教学带来诸多的机遇和挑战。目前, AI 辅助教学的研究现状主要集中在智能助教系统的开发与应用上, 这些系统能够提供个性化学习支持、智能评估和反馈, 辅助学生进行深入思考, 激发学习灵感[1]-[3]。例如, 清华大学已经开展了 AI 助教系统的试点, 将 AI 技术从“工具”转变为“伙伴”, 创新教学模式。AI 辅助教学的研究价值体现在多个方面。首先, 它能够提高教学效率, 通过智能助教快速生成评价标准和具体评价, 为学生提供及时有效的反馈, 从而提升学生的写作水平和课程参与度。其次可以作为“助教”或者“伴读”进行辅助学习, AI 助教能够基于大量的教学材料实现自动知识点抽取, 辅助学生完成大作业, 提供项目设计的思路提示和流程设计, 加深对相关知识的理解和研究思路的启发。此外, AI 辅助教学还能够促进教育公平, 通过技术手段为不同背景的学生提供平等的学习机会[4]。同时, AI 技术在教育领域的应用也带来了新的伦理和法律问题, 如 AI 生成内容的版权问题、AI 助教输出结果的准确性等, 这些问题的研究对于指导 AI 辅助教学的健康发展具有重要意义[5] [6]。

综上：AI 辅助教学的研究具有重要的现实意义和深远的理论价值，不仅能够推动教育教学模式的创新，还能够为解决教育领域的实际问题提供新的思路和方法。随着技术的不断进步和教育需求的日益增长，AI 辅助教学的研究前景广阔，值得教育工作者深入探讨和实践。

2. 研究对象和方法

2.1. 研究对象

选择我院 2022 级五年制临床医学院和全科医学院的 78 名实习生随机分配到两个不同的组别：观察组和对照组。入选标准：临床医学专业本科阶段在读学生，具有完整的医学教育背景和实习资格；愿意参与教学改革实践，并能按照教学计划完成实习任务；无严重身体疾病或心理疾病，能够胜任肾内科慢性肾脏病实习的体力与心理要求；具有一定的自主学习能力和团队合作精神。排除标准：在实习期间因故无法全程参与教学改革实践的学生；对肾内科实习缺乏兴趣，或不愿意参与教学改革实践的学生；存在严重身体疾病或心理疾病；自主学习能力较差。观察组 39 例，其中男 6 例，女 33 例，平均年龄 (2.69 ± 1.080) 岁；对照组 39 例，其中男生 15 例，女生 24 例，平均年龄 (21.23 ± 1.327) 岁。两组学生的性别、年龄、既往学习成绩差异无统计学意义。具有可比性。

2.2. 研究方法

(1) 对照组：采用传统教学法，当实习医生进入肾内科 CKD 实习阶段时，首先会接受统一的肾内科理论知识学习和技能培训，如 PPT 讲授，课堂提问，课后作业及复习，和章节测试。(2) 观察组：基于医学模拟平台，采用 AI 辅助的教学模式，在传统教学模式的基础上引入 AI 虚拟仿真教学，通过课前，课程中，和课后“三段式的教学模式”进行 CKD 的全面学习。课前学生可借助仿真教学平台对课程进行初步的了解和预习，平台也会为学生推荐个性化的学习路径，提高自主学习效率，其次，可以通过“助教”或者“伴读”进行辅助学习，AI 助教能够基于大量的教学材料实现自动知识点抽取，对具体的问题提供的思路，加深对相关知识的理解和研究思路的启发。课程中也可与教师共同使用相应的 AI 仿真系统，进行更为真实的教学体验，如肾脏模型的搭建，模拟临床诊断和治疗等。课后，学生可对薄弱的部分借助开放的 AI 平台进行知识点的复习和巩固。两组学生实习在时长、大纲、师资上均保持一致(图 1)。

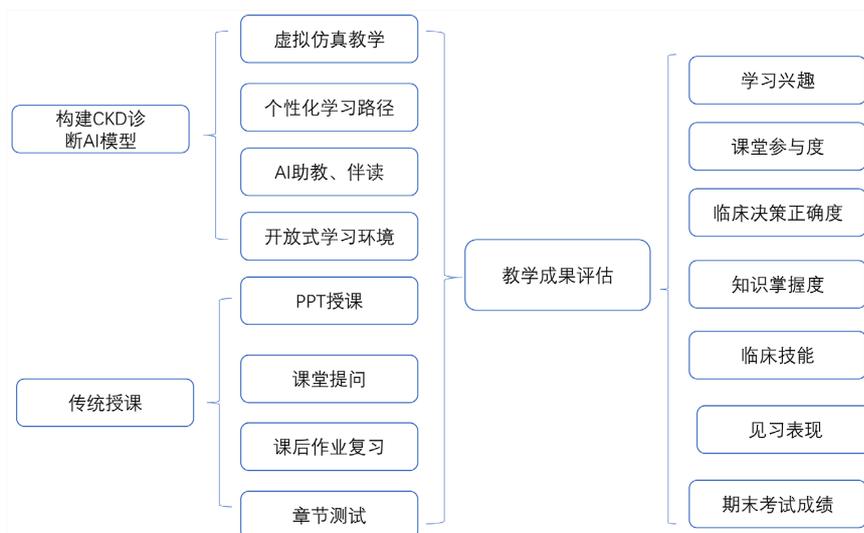


Figure 1. AI-based teaching process for Chronic Kidney Disease (CKD)

图 1. 基于 AI 的慢性肾脏病(CKD)教学流程

2.3. 教学效果评价

在 CKD 的学习完成后, 对照组与观察组的学生均需接受统一的评估与测试。包括: 理论知识、技能操作、病例分析 3 个项目, 其中理论知识总分 30, 技能操作总分 50, 病例分析总分 20, 三项合计 100 分, 得分越高表示学生对教学内容掌握越好。本次接受教学的同学还进行满意度及自评的调查问卷, 问卷包含基本信息、AI 辅助教学使用体验(仅实验组)、学习效果自评(理论和实践)、教学方法的比较(实验组与对照组)、长期影响和实际应用以及开放反馈部分。每个评估指标均被赋予了 1 个评分范围, 即从 0 分到 5 分, 以量化评价学生在该指标上的满意度水平和学习掌握效果。

2.4. 统计学方法

运用 SPSS27 统计软件进行数据分析。理论知识、技能操作、病例分析等资料以均数 \pm 标准差表示, 通过 t 检验对比差异; 计数资料则以百分数表示, 利用 χ^2 检验分析其差异。P < 0.05 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 临床实习考核成绩比较

对照组学生理论知识、技能操作、病例分析均低于观察组学生, 差异有统计学意义(P < 0.01, 表 1)。

Table 1. Comparison of assessment scores for two groups of nephrology interns (points, $\bar{x} \pm s$)

表 1. 两组肾内科实习学生考核成绩分数比较(分, $\bar{x} \pm s$)

组别	理论知识	技能操作	病例分析
AI 组	27.476 \pm 0.8557	39.159 \pm 1.4002	17.706 \pm 0.9822
传统教学组	25.703 \pm 1.4627	36.029 \pm 1.8088	16.235 \pm 1.4688
t 值	5.583	7.977	4.853
P 值	<0.01	<0.01	<0.01

3.2. AI 组满意度分析

我们通过问卷调查的方式, 收集 AI 组对当前教学模式满意度与知识掌握情况进行了采集。赋值为 1~5 分, 表示非常不认同到十分认同。结果显示 AI 教学系统的操作界面比较友好, 易于使用; AI 系统提供的个性化学习内容符合“我”的学习需求; 系统能及时反馈学习进度和薄弱环节; AI 教学模块中的临床案例(如症状、化验检查分析)具有实用性; AI 系统的互动性评测(例如问答、模拟诊断流程); 与传统教学相比, 我的知识记忆持久性更高(表 2)。也采集 AI 组学生知识理解深度, 临床决策能力培养、学习效率与以往的传统教学的比对情况(表 3)。

于此同时, 我们采集了学生在 AI 辅助教学过程中一最具价值的学习经历, 现场模拟, 辅助诊断, 知识点的梳理与精简是当前同学们学习体验中关键词(图 2); AI 辅助教学在慢性肾脏病教育中的最大优势, 优势主要体现在① 促进学生知识的深度理解与系统化构建, ② 加深了知识的理解和长期记忆, ③ 显著提升学习效率与灵活性, ④ 有助于临床思维能力的发展, ⑤ 精准定位短板, 实现个性化提升, ⑥ 支持实践技能的提升与模拟训练。以上两点可以方便我们后续设计出更具有针对性, 更有优势的 AI 模型。其次我们收集对 AI 教学系统的改进建议: 主要有软件操作的便捷程度有待提升, AI 模拟的临床场景更为书本化, 不利于学习临床中复杂的病情, 知识理解深度不足等。

Table 2. Feedback analysis of AI systems**表 2.** AI 系统的反馈分析

项目	统计分值
AI 教学系统的操作界面是否比较友好, 易于使用	4.41 ± 0.751
AI 系统提供的个性化学习内容是否符合“我”的学习需求	4.33 ± 0.701
系统能否及时反馈学习进度和薄弱环节	4.49 ± 0.601
AI 教学模块中的临床案例(如症状、化验检查分析)是否具有实用性	4.38 ± 0.711
AI 系统是否进行互动性评测(例如问答、模拟诊断流程)	4.08 ± 0.870
与传统教学相比, 我的知识记忆持久性是否更高	3.97 ± 1.112

Table 3. Intergroup comparisons of knowledge comprehension depth, clinical decision-making ability, and learning efficiency**表 3.** 知识理解深度, 临床决策能力, 学习效率的组间对比

题目/选项	AI 教学优于传统教学	两者相当	传统教学优于 AI 教学
知识理解深度	25 (64.1%)	11 (28.2%)	4 (10.3%)
临床决策能力培养	22 (56.4%)	15 (38.5%)	3 (7.7%)
学习效率	22 (56.4%)	12 (30.8%)	5 (12.8%)

**Figure 2.** Keywords for the most valuable learning experiences in ai-assisted teaching**图 2.** AI 辅助教学最值得的学习经历关键词**Table 4.** Intergroup comparison of CKD management, diagnosis, and treatment practices, alongside teaching modalities and future clinical support**表 4.** 组间比较 CKD 的掌握、诊断、诊疗的情况及教学模式与未来临床帮助

组别	通过教学, 我对 CKD 的早期诊断要点掌握清晰程度	在模拟临床场景中, 我的诊断准确性有所提升	我能熟练应用 CKD 的诊疗流程(如化验指标解读、治疗方案制定)	您对当前教学模式的总体满意度	您认为当前教学模式对未来的临床实践帮助程度
AI 组	4.41 ± 0.102	4.15 ± 0.113	4.33 ± 0.112	4.41 ± 0.095	4.15 ± 0.140
传统教学组	3.90 ± 0.131	3.72 ± 0.127	3.97 ± 0.135	3.77 ± 0.130	3.59 ± 0.179
t 值	3.082	2.56	2.406	3.984	2.483
P 值	0.003	0.012	0.044	<0.001	0.015

3.3. 教学效果满意度比较

在本次教学满意度调查中,共发放教学满意度调查表 78 份,实际回收有效问卷 78 份,有效问卷回收率为 100%。调查结果显示,两组学生在健康宣教和思政要素的融入增强了我的学习兴趣($P=0.075$)无统计学差异;CKD 的早期诊断要点掌握情况、在模拟临床场景中,我的诊断准确性有所提升、是否能熟练应用 CKD 的诊疗流程(如化验指标解读、治疗方案制定)当前教学模式的总体满意度、当前教学模式对未来的临床实践帮助程度(表 4)。

4. 讨论

当前时代飞速发展,医学教育也应顺应时代发展的潮流,AI 辅助教学是医学生跨越理论到实践鸿沟、全面提升临床胜任力、成长为合格医生的重要加速器和赋能工具。合理使用 AI 辅助教学优势如下:

① 促进学生知识的深度理解与系统化构建, AI 可以通过智能算法,对海量、复杂的医学知识进行高效组织、梳理和关联帮助学生超越零散记忆。

② 加深了知识的理解和长期记忆:通过智能化的内容呈现和交互(如个性化学习路径、智能问答、概念关系图生成),AI 能帮助学生理清知识点之间的逻辑联系,构建系统化、网络化的知识框架,这直接加深了知识的理解和长期记忆。

③ 显著提升学习效率与灵活性:AI 驱动的学习平台提供随时随地的学习入口,打破了时空限制。通过分析学习行为和识别学习难点,AI 能提供个性化的学习资源和反馈,避免无效学习时间,精准匹配学生需求。

④ 有助于临床思维能力的发展:AI 可以基于真实或模拟的病例数据,构建丰富的临床场景(虚拟病人、案例库),供学生在安全环境中进行练习和决策。提供智能问答和推理支持:学生在处理案例时遇到疑问,能即时提供相关知识点、鉴别诊断思路、循证依据的查询和支持(类似于提供结构化知识的支撑作用),辅助学生进行分析推理。AI 可以通过对学生案例处理过程的分析,给出推理路径的反馈和建议,帮助其反思和优化临床决策流程。

⑤ 精准定位短板,实现个性化提升:通过持续收集和分析学习行为数据(如答题记录、操作步骤、查询历史),AI 能精准定位每位学生个体的知识盲区、理解误区和技能短板。基于这些分析,AI 能提供高度个性化的强化练习、补救材料和学习建议,让学生能够更高效地集中精力弥补不足。

⑥ 支持实践技能的提升与模拟训练:AI 可驱动高仿真模拟人和虚拟手术/操作训练系统,提供接近真实的操作反馈(如力度感应、步骤评分、并发症模拟),显著提升操作练习的有效性和安全性。通过分析学生的操作数据,提供客观、量化的技能评估和针对性改进建议。

本文创新性:

① 首次将人工智能全面深入地应用于早期肾脏病诊治教学中,突破传统教学模式的局限。

② 利用人工智能实时监测和反馈功能,实现个性化教学,根据学生的具体情况动态调整教学内容和进度。

③ 结合大数据分析,挖掘学生在学习早期肾脏病诊治中的普遍问题和个体差异,为精准教学提供依据。

④ 通过长期跟踪观察,研究人工智能辅助教学对学生后续临床实践的影响,更全面地评估教学效果的持续性和深远性。

不足之处:

① AI 辅助教学可能会让学生产生依赖,独立思考的自主学习能力有所下降。

② 当前的 AI 系统还相对不完善,有时可能存在误报乱报的现象,如捏造数据,提供虚假的参考文

献等，这需要学生增强辨别信息能力。

③ 当前实验为单中心，小样本量实验，追踪时间较短，未来期待多中心大样本量的实验来验证本实验结论。

基金项目

西安医学院重点项目“基于 AI 的慢性肾脏病临床教学策略与研究”（编号：JG2024-02）。

参考文献

- [1] Rajpurkar, P., Chen, E., Banerjee, O., *et al.* (2022) AI in Health and Medicine. *Nature Medicine*, **28**, 31-38. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01614-0>
- [2] 刘梦迪, 李姣. 人工智能在医学教育中的应用研究进展[J]. 中国医学教育技术, 2023, 37(3): 261-265.
- [3] 周庆, 唐晓宇, 吴兵, 等. 基于人工智能的医学教学模式改革与实践[J]. 医学教育研究与实践, 2023, 31(2): 197-201.
- [4] 朱雪波, 梁韶晖, 叶晓霞. 人工智能时代医学教育的改革与发展[J]. 温州医科大学学报, 2023, 53(2): 165-168.
- [5] 赵申武, 刘理静, 贺兼斌, 等. 基于人工智能的医学教育模式的构建及应用效果分析[J]. 中国医学教育技术, 2022, 36(2): 155-159.
- [6] 黄健, 王飞, 黄钢. 人工智能在医学教育中的应用与思考[J]. 中华医学教育杂志, 2021, 41(2): 105-108.