



临床教学

人工智能在医学生泌尿系统整合课程教学中的应用

何丽洁,许晓萌,肖凯英

空军军医大学西京医院肾脏内科,陕西 西安 710032

摘要:目的 探索人工智能辅助三维病理平台在临床课程教学中应用的有效性,为提高学生学习效率、提升教学质量以及完善医学教学模式提供依据。方法 在空军军医大学开展的回顾性队列研究,2022级($n=64$)采用人工智能辅助的整合式教学模式进行泌尿系统疾病实践教学,而2021级($n=64$)采用传统教学模式。人工智能辅助的整合式教学课程包括三维解剖投影教学、数字病理切片教学和动态模拟病例教学。教学干预结束后,学生参加考试情景模拟病例分析并完成问卷,以验证人工智能辅助的综合教学模式相较于传统模式在培养学生自主学习能力和临床思维能力方面的优势。结果 教学效果的客观评估表明,人工智能辅助的整合式教学模式在理论成绩和临床实践能力方面取得了显著提升($P<0.05$)。问卷调查结果显示,学生认可他们在学习氛围、创新思维和师生互动方面取得了进步。然而,他们也认识到有待改进的方面,特别是学业负担的增加和自主学习所需时间的增多。结论 研究表明,人工智能辅助的综合教学模式是一种提高学生理论知识和临床实践能力的有效教学方法。在未来的临床教学中,应融入多维度教学工具,以优化学生的学习体验并提升他们的临床决策能力。

关键词:人工智能辅助教学系统;医学教育;综合医学教学;泌尿系统教育;本科理论教学

DOI:10.13555/j.cnki.c.m.e.2026.04.013

中图分类号:G642 文献标志码:A 文章编号:2096-3181(2026)04-0606-07

Application of Artificial Intelligence in the Teaching of Integrated Course of Urinary System for Medical Students

HE Lijie, XU Xiaomeng, XIAO Kaiying

Department of Nephrology, the First Affiliated Hospital of Air Force Medical University,
Xi'an 710032, China

Abstract: *Objective* To explore the effectiveness of the artificial intelligence (AI)-assisted three-dimensional (3D) pathological platform in clinical curriculum teaching, and provide a basis for improving students' learning efficiency, enhancing teaching quality, and perfecting the medical teaching mode. *Methods* This was a retrospective cohort study conducted at the Air Force Military Medical University. The 2022 cohort ($n=64$)

收稿日期:2025-09-08

基金项目:空军军医大学西京医院医务人员培养助推项目(XJZT23XG19;XJZT25CX38;XJZT25QN22;XJZT26QN41);陕西省级科技计划项目(2025SF-YBXM-211)

作者简介:何丽洁(1981—),女,河北唐山人,副主任医师,副教授,主要研究方向为泌尿系统整合医学,尿路感染,慢性肾脏病及腹膜纤维化。



underwent an integrated teaching mode assisted by AI for practical teaching of urinary system diseases, while the 2021 cohort ($n=64$) adopted the traditional teaching mode. The AI-assisted integrated teaching courses included 3D anatomical projection teaching, digital pathological section teaching, and dynamic simulated case teaching. After the teaching intervention, students participated in the exam with simulated case analysis and completed a questionnaire to verify the advantages of the AI-assisted integrated teaching mode over the traditional mode in cultivating students' self-learning ability and clinical thinking ability. **Results** The objective evaluation of teaching effects showed that the AI-assisted integrated teaching mode achieved significant improvements in theoretical scores and clinical practice ability ($P<0.05$). The questionnaire results indicated that students recognized the progress they had made in the learning atmosphere, innovative thinking, and teacher-student interaction. However, they also recognized aspects that needed improvement, especially the increase in academic burden and the time required for self-learning. **Conclusion** The study shows that the AI-assisted integrated teaching mode is an effective teaching method for improving students' theoretical knowledge and clinical practice ability. In the future clinical teaching, multi-dimensional teaching tools should be incorporated to optimize students' learning experience and enhance their clinical decision-making ability.

Keywords: AI-assisted teaching system; Medical education; Integrated medical teaching; Urinary systems education; Undergraduate theoretical teaching

泌尿系统疾病教学因其复杂的三维解剖结构与动态病理生理过程而具有特殊的教学挑战性^[1]。传统教学方法如尸体解剖教学和静态教科书插图往往难以弥合理论与实践的鸿沟。例如,尸体解剖无法有效演示尿液形成的功能动态,而静态图表则不能充分展现肾小球疾病的进展过程。这些缺陷与临床实践中的高错误率相关——调查显示许多住院医师在初期临床工作中经常误判肾脏空间关系^[2]。肾脏活检病理诊断是肾脏疾病诊断的金标准,也是肾脏病学教学中的核心内容,它不仅能够直观展示肾脏疾病的组织学改变,还能帮助医学生深入理解疾病的发病机制、病理分型及临床治疗策略,从而提升诊断准确性和制定个体化治疗方案的能力^[3]。然而,在传统的肾脏病学教学中,肾活检病理切片的获取、存储和使用存在诸多限制。①教学资源受限:病理切片数量有限,显微镜设备不足,导致学生无法充分观察典型病例;②教学效率低下:教师需在显微镜下一对一指导学生调整焦距、定位病变区域,耗费大量课堂时间;③切片保存困难:传统染色切片易受褪色、老化、破损等因素影响,长期保存后图像质量下降,影响教学效果;④病例共享困难:典型病例切片难以在多个教学场景中共享,限制了优质教学资源的广泛传播。病例模拟是医学教育中不可或缺的重要因素,它能高度还原临床真实场景,让学生在实践中锻炼诊断与决策能力,加深对理论知识的理解与运用^[4]。然而,传统病例模拟往往是静态的,其设定的病情和症状在模拟过程中固定不变,缺乏变化和发展。这

与临床实际中病情动态演变的情况大相径庭,使得学生难以体验到真实诊疗过程中病情的复杂性和不确定性。

人工智能(Artificial Intelligence, AI)技术通过多重能力为泌尿外科教育带来变革契机^[5]。深度学习算法与肾脏病理学家诊断一致性达94%,显著提升病理识别能力^[6];自然语言处理可模拟临床推理模式以强化诊断思维;自适应虚拟现实系统则能提供个性化手术训练环境。然而,当前AI在医学教育中的应用大多呈现为孤立模块。尽管AI智能体凭借较高的输出质量赢得了教师较高的满意度,成为生成式人工智能助力医科教师教学发展的颇具潜力的模式,但其在课后短期内的实际使用率却不尽如人意^[7]。这一现状凸显了AI在专科医学教育中系统性应用的重大缺口。人工智能与医学教育的深度融合,使其可信度与教学有效性评估成为全球教改核心议题^[8]。现有研究多聚焦AI在疾病诊断与影像判读中的应用,针对临床能力培养与知识内化机制优化的AI辅助教学模式证据仍显不足^[9]。值得注意的是,新一代医学生日益依赖AI平台进行解剖学习、病理分析与临床模拟,这一趋势在泌尿系统等复杂学科中尤为显著。但AI生成内容的准确性验证、教学设计的教学合理性及其与传统医学理论的兼容性等关键问题尚未得到系统解决^[10]。

本研究采用“三维解剖投影—数字化病理切片—动态病例模拟”的AI多维教学框架开展泌尿系统疾病教学。通过对照实验定量验证其对学习效率、临床能力及长期知识保留的影响,结合双盲评估机制(教

师-AI协同评分)与学生可信度感知量表,揭示AI生成教育内容的系统性偏差及修正策略。这些发现为优化AI教学工具提供了实证依据,同时提出伦理要求:唯有构建技术赋能与人文素养协同发展的教育体系,才能确保未来从业者在提升教育效能的同时,坚守患者安全底线。

1 研究方法

本回顾性研究在空军军医大学开展。本研究纳入了2021级和2022级的共128名临床医学专业学生,所有学生均无临床实习经验。2022级学生($n=64$)采用人工智能辅助的整合式教学方法学习泌尿系统知识,而2021级学生($n=64$)则接受传统的理论教学,并辅以后课实践。观察期约为两个月,涵盖了肾脏教学的整个学期。

1.1 人工智能辅助教学模式的设计和实

2022级学生利用“解剖学大师2023”(一款解剖学人工智能平台)加强对人体系统解剖学和生理学的学习,作为教师讲解的补充。此外,他们还使用了人工智能解剖投影技术,将人体泌尿系统的解剖过程通过屏幕投影到学生模型上,使学生能够直观地了解尿液的形成和排泄过程,以及整个泌尿系统的功能。2021级学生采用的是传统的教科书教学模式。

采用多媒体教学完成原发性肾小球疾病的初步学习。在2022级的教学中,学校自主研发的病理智能平台中的数字化肾脏切片标注了三种典型肾炎综合征和五种典型肾病综合征的病理表现及区别。这种方法生动地呈现了肾小球疾病中基底膜、毛细血管以及上皮下、内皮下和系膜区的变化。在光学显微镜下,通过免疫荧光染色和电子显微镜展示疾病的特征性改变,帮助学生了解不同类型的肾小球疾病。课后,“病例分析”环节将该人工智能平台上的切片与具体病例相结合,分析和巩固所学知识。同时,教师根据学生的答题情况找出易错点,并进行总结分析。2021级学生则通过学习教科书中的经典插图掌握原发性肾小球疾病的病理、临床表现及诊断和治疗,教师总结记忆口诀帮助学生学习和记忆。

课后,2022级的学生们利用笔记本电脑、平板电脑或智能手机,通过“智能医学培训与评估平台”复习课程,将自主学习空间从传统教学模式中拓展出来。此外,教授利用该平台的自主技能训练模块模拟典型肾小球疾病的发病机制。学生们通过熟悉常见肾脏疾病的相关问诊技巧、基本体格检查方法以及常规实验室和超声诊断方法,提高了临床思维和诊断

技能。相比之下,2021级的学生则按照课后惯例,根据教学内容和教材两人一组进行听诊和体格检查练习。

2022级学生模拟了疾病发作和患者问诊过程。人工智能平台设有10个典型肾小球疾病的预设病例。我们将2022级的64名参与者两两分组,一人扮演患者,另一人扮演医生。每个小组随机分配一个病例进行角色扮演。抽卡后,“患者”需模拟所分配疾病的临床表现;同时,“医生”要进行相关问诊和体格检查,并选择合适的辅助检查以进行鉴别诊断。最终,“医生”需根据人工智能平台展示的病理切片或辅助检查结果制定合理的诊疗方案。“医生”要做出诊断并进行详细分析,然后由带教教师和人工智能同时进行评估。人工智能平台会根据预设标准将评估结果分为“通过”或“不通过”。2021级学生在抽取10个预设病例分析卡片中的一张后,需提供书面回答,随后由教授进行分析和评估。人工智能辅助整合教学课程的流程图如图1所示。

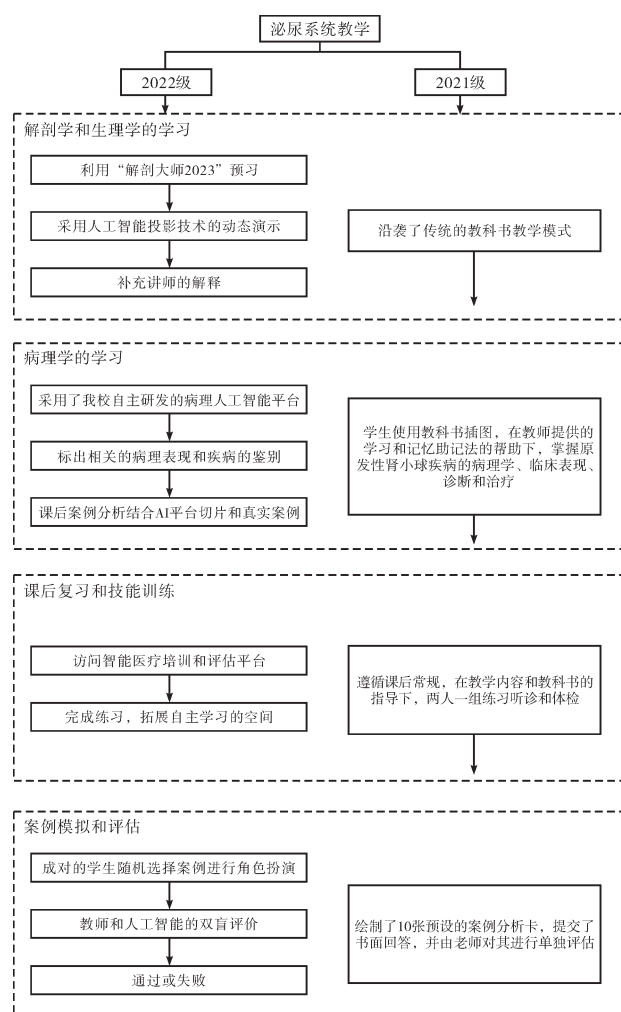


图1 人工智能辅助教学模型流程



2 调查与评估

2.1 问卷调查

完成教学干预后,我们向两个学生群体发放了由两位教学经验丰富的教授专门为本研究设计的问卷,以评估他们对人工智能辅助教学模式效果的反馈和满意度,该问卷包含两部分:第一部分“教学满意度评估”采用0~3分(0=不满意、1=有点满意、2=很满意、3=非常满意)的数字评分体系,评估维度涉及课堂氛围、时间分配、与临床要求契合度、教学效果、课程生动性、课程难度、预习时间及学习效率;第二部分“课程效果评估”采用0~3分(0=无影响、1=少有影响、2=有影响、3=有巨大影响)的数字评分体系,评估维度涵盖激发学习兴趣与创新思维、课程内容与临床场景的一致性、专业理解深度、医学知识掌握水平、临床技能、师生互动、信心、课堂专注力、医患沟通能力及人文关怀能力。调查的主要目的是探究人工智能辅助教学是否能提高学生的学习参与度、提升专业知识掌握程度,并培养其以患者为中心的意识。

2.2 评估与评价

本研究紧扣课程学习目标,构建了涵盖理论知识与实践技能的多维度评估体系。在理论知识评估方面,采用笔试闭卷考试形式,总分设置为100分,包含选择题(50分)与病例分析(50分)两个模块。其中选择题模块又细分为单选题(20分)和多选题(30分),分别考查学生对肾脏疾病基础概念、发病机制等理论知识的掌握程度以及对知识点的综合辨析能力;病例分析模块则通过呈现临床真实肾脏疾病病例,考查学生整合医学知识、应用理论分析病例并制定诊断方案的能力。

在实践技能评估上,采用“体格检查模拟+案例实践评估”的形式,借助模拟软件搭建高度逼真的临床场景,要求学生对肾小球疾病、间质疾病及常见肾脏综合征进行诊断,同时从医患沟通、技能操作、临床诊断和治疗,以及人文关怀四个维度进行综合评分,总分100分。其中,医患沟通维度占20分,主要评估学生与模拟患者沟通时的态度、语言表达及对患者问题的回应能力等;技能操作维度占30分,考查学生体格检查等临床操作的规范性与熟练度;临床诊断和治疗维度占40分,涵盖病史采集(20分)、体格检查(20分)、实验室检查选择(15分)、诊断准确性(20分)及治疗决定(15分)等细分内容;人文关怀维度占10分,评估学生对患者隐私保护、心理需求关注及医学伦理践行情况。

2.3 统计分析

呈正态分布的连续变量以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,而呈非正态分布的数据则以中位数(四分位间

距,IQR)表示。采用Shapiro-Wilk检验评估数据的正态性。对呈正态分布的变量采用独立样本 t 检验,对呈非正态分布的数据采用Mann-Whitney U检验。分类变量以频数(百分比)进行总结。所有统计分析均使用IBM SPSS Statistics 27.0版完成。统计学显著性定义为双侧 $P < 0.05$ 。

3 结果

3.1 基本特征

表1展示了128名学生的基线特征。研究结果显示,两组在性别、年龄、先前学习的理论评估、案例实践评估或使用人工智能平台的经验方面均无统计学显著差异($P > 0.05$)。

表1 学生的基线特征[n(%), n=64]

项目	2021级	2022级	P
男性	33(51.56)	31(48.44)	0.476
年龄(岁)($\bar{x} \pm s$)	21.44±0.64	21.45±0.91	0.943
理论成绩($\bar{x} \pm s$)	85.12±2.12	85.11±2.89	0.981
病例分析成绩($\bar{x} \pm s$)	80.13±4.21	80.14±4.67	0.989
使用过AI平台	55(85.94)	54(84.38)	0.804

3.2 教学满意度评估

在分析学生对“人工智能辅助教学模式”的满意度时,2022级学生对这一体验的评价总体上积极多于消极(表2)。结果表明,2022级学生对此接受度较高,主观体验良好,这对教学过程有显著的提升作用。2022级学生认为这种创新的教学形式营造了积极的课堂氛围,能有效满足他们对临床场景的需求,且教学过程高效。不过,他们也指出这种教学模式在时间效率方面相对较低。2021级学生的反馈显示,传统教学模式在提升学生实践和沟通能力方面存在不足。具体而言,学生普遍反映传统课堂对提高他们的学习兴趣和促进师生互动作用甚微。这些发现凸显了传统教学方法可能存在的缺陷。然而,学生也指出了传统教学的一些优点,比如预习时间较短、学习效率较高,这些方面值得在教学模式中保留。

表2 2022级学生对人工智能辅助教学模式的满意度分布(%)

评估维度	不满意	有点满意	很满意	非常满意
课堂氛围	4.00	20.00	16.00	60.00
时间分配效率	49.12	19.30	14.04	17.54
临床场景契合度	10.77	12.31	30.77	46.15
教学过程有效性	6.25	31.25	21.87	40.63



3.3 个人能力评估

根据课后问卷调查,与2021级学生相比,2022级学生认为人工智能辅助的融合教学方法提高了他们对医学知识、临床实践技能的掌握程度,增强了与带教教师的沟通能力,并提升了学习兴趣和创新思维(表3)。这表明他们有效地掌握了理论课程和实践课程中的知识,实现了显著的个人发展,可能意味着他们对人工智能辅助的融合教学有更高的期望。

表3 不同年级学生对教学方法个人能力提升效果的评价分布(%)

评估维度	年级	无影响	较小影响	较大影响	巨大影响
医学知识掌握程度	2022	6.3	14.3	31.7	47.6
	2021	7.1	46.4	35.7	10.7
临床技能掌握程度	2022	11.1	9.5	15.9	63.5
	2021	44.4	38.1	7.9	9.5
师生交流能力	2022	10.8	12.3	30.8	46.2
	2021	47.4	24.6	17.5	10.5
学习兴趣和思维	2022	12.5	20.8	33.3	33.3
	2021	32.1	39.3	19.6	8.9

3.4 学生考试成绩对比

人工智能辅助教学模式的实施使整体成绩显著提高,平均成绩提高了6.68分($P<0.01$),且总成绩差异的效应量较大(Cohen's $d=1.32$),这表明人工智能辅助教学模式产生了重大的教育影响。此外,2022级学生在案例分析中的成绩明显高于2021级($P<0.01$)。虽然2022级学生在多项选择题测试成绩方面优于2021级,但在单项选择理论知识测试成绩尚未观察到统计学上的显著差异($P>0.05$)。

3.5 学生临床实践能力对比

2022级学生在医患沟通、手术技能、临床诊疗和人文关怀等临床实践能力的各个方面均优于2021级学生。研究表明,人工智能辅助的综合教学方法在提高临床实践能力方面已显示出成效。研究结果强调了人工智能辅助的综合教学方法在培养临床能力方面的有效性,凸显了其作为医学教育中变革性工具的潜力。

3.6 病例展示评估

病例展示环节中,2021级(传统教学组)与2022级(人工智能辅助教学组)在6项临床技能维度的得分呈现出明显差异:病史采集(满分20分)维度,2021级平均得15分,2022级平均得18分;体格检查(满分20分)维度,2021级平均14分,2022级平均17分;实验室

检查(满分15分)维度,2021级平均12分,2022级平均14分;诊断准确性(满分20分)维度,2021级平均15分,2022级平均18分;治疗决定(满分15分)维度,2021级平均11分,2022级平均14分;人文关怀(满分10分)维度,2021级平均6分,2022级平均9分。统计分析结果显示,2022级在所有临床技能领域的表现均具有统计学上的显著优势($P<0.001$),效应量处于1.18~1.32的较大区间,尤其在诊断准确性和人文关怀维度的提升更为突出;不过,两组的平均分整体未呈现统计学上的显著差异($P=0.057$),这一结果提示,教授人工评分与人工智能评分的侧重点可能存在区别。

3.7 两种评估之间的一致性评估

在评估的64份病例报告中,AI评估与教授评估一致认为32例“通过”,20例“不通过”,总体一致率为81.25%(52/64)。较高的一致率表明评估者之间具有高度的一致性,这支持了评估标准的可靠性。然而,所观察到的差异凸显了需要进一步完善评估细则并开展额外培训,以确保评分标准的统一应用(表4)。

表4 病例分析评估一致性(例)

评估结果	教授评估通过	教授评估未通过	总计
AI评估通过	32	8	40
AI评估未通过	4	20	24
总计	36	28	64

4 讨论

与Sami. 等人的研究^[11]一致,我们的研究结果表明,学生对“人工智能辅助教学模式”的满意度和主观评价始终是积极的。具体而言,学生对这种教学模式的正面评价明显多于负面评价,这表明该模式得到了高度认可。事实证明,这种人工智能辅助教学模式在促进学生学习复杂的泌尿系统知识方面发挥了积极作用。因此,通过这种模式接受培训的学生在整体表现和病例分析方面有了显著提升。此外,由于在泌尿系统理论知识方面打下了坚实的基础,这些学生在临床实践能力方面优于通过传统方法接受培训的同龄人。这种优势在医患沟通、临床体格检查技能、临床诊疗以及人文关怀等各个方面均有体现。这些发现凸显了人工智能辅助教学模式在提升医学教育和临床实践能力方面的潜力。

在教育环境中整合人工智能辅助工具,已显示出重塑教学范式的变革潜力^[12]。本研究证实了先前的发现,即由人工智能驱动的自适应学习系统,通过根



据每个学习者的情况动态调整学习内容的难度和进度,能显著提升个性化教学效果^[13]。此类系统解决了传统课堂框架中长期存在的如何兼顾学生能力差异的难题,尤其是在“科学—技术—工程—教学”(Science-Technology-Engineering-Mathematics, STEM)学科中,不同学生对概念的掌握程度差异很大^[14]。值得注意的是,人工智能通过自然语言处理(NLP)和计算机视觉技术进行实时形成性评估的能力,使对学习轨迹的监测达到了前所未有的精细程度。我们的研究结果与Hwang GJ等人(2020)的研究一致,他们报告称,在完成任务后的48小时内融入人工智能反馈,概念保留率提高了23%^[15]。然而,这项技术优势也带来了有关数据隐私和算法透明度的新伦理问题。例如,如何确保人工智能系统在临床教学应用中的公正性与公平性,以及如何处理患者数据的使用和保护等伦理问题^[16]。

泌尿系统课程具有复杂性、跨学科性以及临床实践要求高的特点。在信息时代,将互动讨论和人工智能辅助教学融入本科医学教育是一个快速发展的趋势^[17]。这种创新教学模式突破了传统单一维度教学的局限,实施了一种“新三线”实验教学方法,即线上课前预习、线下课堂学习以及通过线上平台进行课后复习^[18]。此外,该模式提高了学习效率和学业成绩,激发了学生的自主能动性、创新活力和探索热情。随着“互联网+”、5G和虚拟现实模拟等信息技术的飞速发展,课堂教育模式的变革势在必行。这种新的教学模式不仅可以提高学生的学习效率,还能通过丰富教育工作者的数字化教学资源,确保教学的连贯性和长期可持续性,进而提升他们的教学水平^[19-21]。因此,教师能够不断与临床医学课程进行互动并融入其中。所以,对人工智能学习工具的优化和持续利用有可能彻底改变现有的医学教育模式^[22]。

由人工智能驱动的多维教学框架,通过三维动态解剖投影系统、全数字化病理切片平台和交互式病例模拟引擎的深度融合得以实现,它实现了对传统一维教学模式的变革性突破。该模式采用3D可视化技术重建泌尿系统解剖结构的时空关系(例如,实时模拟肾单位的滤过过程),利用高分辨率数字病理切片库(涵盖经典的肾小球疾病和罕见的间质疾病),并运用自适应病例生成算法动态构建临床场景(例如,对急性肾损伤进行逐步的诊断和治疗决策模拟),从而建立起一个集成的“解剖—病理—临床”三方教学循环。

与依赖静态教学材料和单向知识传递的传统方法相比,这种技术组合强化了学生对复杂医学概念的

多维理解。通过沉浸式互动设计,显著提高了学生的临床推理能力和操作技能。此外,本研究开发的人工智能平台使用了广泛可得工具(例如“解剖学大师2023”),确保其能够在资源有限的环境中推广应用。未来的实施可以进一步整合开源人工智能模块以降低成本。人工智能工具的低成本和设备无关性(与智能手机兼容)为资源有限的环境提供了高质量的替代方案。例如,在缺乏尸体资源的医学院,3D投影系统作为传统尸体解剖教学方法的替代方案越来越受欢迎^[23]。这一发现与“医学教育”所倡导的“技术驱动的教育公平”理念相呼应,表明开源人工智能模块可以进一步降低实施障碍。尽管这项研究是在单一机构开展的,但所采用的“低成本人工智能模块”(如与智能手机兼容的人工智能工具)和“教师—人工智能协同评估方案”适用于不同的医疗体系。例如,在资源有限的环境中,教师可以根据当地病例数据库定制人工智能教学内容,从而减少对高成本解剖标本的依赖。

在这项研究中,我们还发现,学生在这种新型教学方式中的表现优于传统教学方式。由于我们将理论知识与实践操作相结合,学生在交互式模拟中逐步掌握了各种临床操作。在课后评估中,2022级学生的临床实践能力总分显著高于2021级。然而,在理论考核阶段,两组学生的选择题得分差异极小,这表明传统教学方法在基础理论教学方面仍具有潜在价值。这凸显了巩固基础知识作为教学重点的持续重要性,而人工智能驱动的教学方法更适合提升实践能力^[24]。此外,与阿涅拉等人最近的一项研究结果一致,在负面评价中,2022级有44%的学生认为互动式教学显著增加了准备时间,这可能会加重学生的负担^[25]。因此,在引入新型人工智能辅助教学的同时,不应削弱传统理论教学的质量,应发挥其优势,相互补充,以全面提高教育水平。

人工智能的引入并未削弱教师的核心作用,反而促使他们转变为“引导者”和“课程设计者”。本研究中,教师通过整合人工智能平台的功能,显著拓展了学生的学习资源,同时引入基于人工智能的病例汇报评估,构建了一个多维度的教学与评估体系。教师利用人工智能平台提供三维解剖投影和数字病理切片库,为学生提供了传统教学方法难以实现的沉浸式学习体验。例如,学生可以通过交互式界面观察肾小球滤过屏障的动态变化,或通过人工智能标注的病理切片学习典型肾小球疾病的组织学特征。此外,人工智能平台生成虚拟患者病例,模拟现实世界的临床场景(如急性肾盂肾炎的诊断和治疗),帮助学生将理论知



识转化为实践技能。在病例汇报评估中,教师 and 人工智能平台共同参与评分过程,确保评估的客观性和一致性。这种“人工智能辅助评估—教师干预”的协作模式提高了教学效率,为学生的个性化学习提供了科学依据。

泌尿系统教育的复杂性(例如,整合3D解剖学和动态病理学)使其成为人工智能整合的理想试点。类似的模型可以扩展到其他具有挑战性的学科。心血管系统:人工智能对血流动力学变化的模拟有助于理解心力衰竭的代偿机制。神经学:虚拟现实可用于构建中风康复场景,以提高临床决策速度。急诊医学中创伤团队协作的模拟:人工智能生成的多发伤病例(例如,车祸造成的多处受伤)要求学生在有限的时间内分配任务(例如,气道管理、出血控制和影像解读)。妇产科分娩过程的模拟:与生物力学模型相结合的人工智能,在训练学生使用产钳和进行紧急剖宫产决策的同时,展示分娩过程中胎儿头部下降和子宫收缩强度的变化。未来的研究应探索针对不同专业的人工智能教学差异化适应策略。

5 结语

本研究尚存在一些局限性。首先,本研究是一项回顾性分析,样本量有限,仅128例,且实验周期较短,仅为两个月。未来将开展样本量更大、研究周期更长的大规模随机对照试验(RCT),更长的研究周期能更有力地比较两种教学方法的效果。其次,泌尿系统涉及多种疾病,包括各类肾脏疾病、膀胱相关病症以及尿路内的不同类型肿瘤,许多低发病率疾病未纳入实验。再者,病理过程复杂、诊断困难的疾病也被排除在外。最后,人工智能辅助系统仍在开发中;临床病例数量不足,病理切片仅涵盖典型疾病,缺乏实际临床实践中的复杂性。一些研究表明,与传统方法相比,数字切片可显著提高教学效果。因此,持续开发和完善人工智能辅助教学系统至关重要。

参考文献:

- [1]梁春知,朱良栋,马思聪,等.思维导图在泌尿系统疾病教学中的探索与应用[J].创新教育研究,2024(12):510-514.
- [2]WHILES B B, THOMPSON J A, GRIEBLING T L, et al. Perception, knowledge, and interest of urologic surgery: A medical student survey [J]. BMC Medical Education, 2019, 19(1): 351.
- [3]朱雪婧,张柯,袁曙光,等.基于肾脏病学肾脏病理一体化平台的SPOC教学方式在医学生肾脏病学见习中的应用[J].中华医学教育杂志,2024,44(12):929-932.
- [4]旷光华,罗伟,夏瑞,等.情境模拟教学在临床医学教学中的应用[J].医学与哲学,2023,44(18):56-61.
- [5]ZENG H, ZHU Z W, HU J, et al. Application of ChatGPT-assisted problem-based learning teaching method in clinical medical education [J]. BMC Medical Education, 2025, 25(1): 50.
- [6]WANG Y Q, WEN Q, JIN L H, et al. Artificial intelligence-assisted renal pathology: Advances and prospects [J]. Journal of Clinical Medicine, 2022, 11(16): 4918.
- [7]柴桦,闫昱江,卿平.AI智能体赋能医科教师教学发展的个案研究[J].中华医学教育杂志,2025,45(3):174-181.
- [8]DABBAGH A, MADADI F, LARIJANI B. Role of AI in competency-based medical education: Using EPA as the magicbox [J]. Archives of Iranian Medicine, 2024, 27(11): 633-635.
- [9]李瑞利,苏壮志,张苗,等.临床实践阶段影像医学生及岗前往培学员AI神经影像教育平台的构建[J].中华医学教育探索杂志,2025,24(2):150-154.
- [10]BITTLE K, EL-GAYAR O. Generative AI and academic integrity in higher education: A systematic review and research agenda [J]. Information, 2025, 16(4): 296.
- [11]SAMI A, TANVEER F, SAJWANI K, et al. Medical students' attitudes toward AI in education: Perception, effectiveness, and its credibility [J]. BMC Medical Education, 2025, 25(1): 82.
- [12]门茜儒,刘林.人工智能赋能医学教育现代化的应用挑战与现实路径[J].医学教育研究与实践,2025,33(5):641-646.
- [13]YASEEN H, MOHAMMAD A S, ASHAL N, et al. The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive AI tools on student engagement: The moderating role of digital literacy [J]. Sustainability, 2025, 17(3): 1133.
- [14]ZHAI X M. Uses of Artificial Intelligence in STEM Education [M]. Oxford: Oxford University Press, 2024.
- [15]HWANG G J, XIE H R, WAH B W, et al. Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education [J]. Computers and Education: Artificial Intelligence, 2020, 1: 100001.
- [16]熊绘,樊越,张迪,等.人工智能大模型赋能医学教育实践的伦理风险及对策[J].医学教育研究与实践,2025,33(5):635-640.

(下转第630页)