

人工智能背景下泌尿外科临床教学面临的挑战和机遇

帕热和·阿力木 楚晨龙 徐继国 黄天润 禄靖元 刘建河*

上海中医药大学附属市中医医院 上海 201801

摘要: 随着人工智能 (AI) 技术在医疗健康领域的迅速发展, 泌尿外科教学作为医学教育的重要组成部分, 也迎来了深刻变革。本文基于当前 AI 技术在医学教育和临床教学中的实际应用, 探讨 AI 对泌尿外科教学方法、教学模式、师资队伍与评价体系等方面的影响, 分析其所带来的挑战与机遇, 并提出相应的改革思路。文章认为, 人工智能的应用有望突破传统教学的限制, 提升教学效率与质量, 但其成功落地也面临数据安全、伦理规范、教师 AI 素养不足等多重挑战。为此, 医学院校应积极探索“AI+ 泌尿外科”融合的教育模式, 强化智能化教学体系建设, 以培养符合未来医学发展的高素质泌尿外科专业人才。

关键词: 人工智能; 泌尿外科; 临床教学; 医学教育; 虚拟现实; 教学改革

引言

近年来, 随着人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术的迅猛发展, 医学教育正步入一个深度融合与变革的新时代。作为现代科技中最具颠覆性和推动力的前沿技术之一, AI 不仅在疾病诊断、治疗决策、药物研发等临床环节中展现出强大潜力, 也日益深入渗透到医学人才培养的各个阶段和环节中^[1]。2020 年《国务院办公厅关于加快医学教育创新发展的指导意见》明确提出要“推动医学+信息技术深度融合”, 为 AI 在医学教育中的应用指明了方向^[1]。

泌尿外科学作为医学临床学科中理论知识与技术操作并重的重要分支, 具有病例复杂、手术精细、操作要求高等特点。其教学不仅要求学生掌握系统的解剖学、生理学、病理学等基础知识, 还需具备扎实的临床思维和动手能力。然而, 在传统教学模式中, 泌尿外科教学常常面临诸如操作机会不足、教学资源不均、课程理论脱离临床实际、评价机制单一等现实困境, 难以全面满足现代医学人才培养的需求^[9]。

随着 AI 技术在医学图像识别、虚拟现实、自然语言处理、智能评估等方面的应用逐渐成熟, 泌尿外科教学也迎来了全新的发展机遇。例如, AI 辅助诊断系统可协助学生理解复杂病理图像, 虚拟现实平台则提供了无风险、高仿真的手术操作环境, 自适应学习系统可实现个性化教学路径设计, 而 AI 赋能的教学评价机制也正打破以终结性考试为主的传统模式 [6,4,10]。AI 在泌尿外科教学中的引入,

极大地拓展了教学空间、优化了教学内容与方法, 并为教育质量提升提供了技术支撑。但与此同时, AI 的快速发展也带来了诸多挑战: 技术更新速度快、教师 AI 素养参差不齐、医疗数据安全难以保障、AI 模型可解释性不强等问题不容忽视。尤其是在泌尿外科教学这种高度依赖真实操作与临床决策的领域, 如何在保障医学伦理与教学效果的前提下合理使用 AI 工具, 成为当前教育改革的重要课题。

因此, 本文在综合分析当前泌尿外科临床教学现状的基础上, 结合 AI 技术的实际应用场景, 从机遇与挑战两个维度出发, 重点探讨人工智能背景下泌尿外科教学模式变革的路径选择与未来趋势, 旨在为高校医学院系、教学管理者以及临床带教教师提供理论支持与实践参考。

1 AI 赋能下泌尿外科教学的机遇

随着人工智能技术在医学教育领域的不断深入, 其在泌尿外科临床教学中的融合应用为教学理念、教学工具和教学效果的革新提供了广阔空间。相较于传统教学模式, AI 在泌尿外科教学中呈现出明显的结构性优势, 主要体现在以下几个方面:

1.1 教学场景虚拟化: 打破“实践机会稀缺”的困局

泌尿外科临床教学高度依赖手术演示、操作练习和病例实践。然而受限于手术风险、病人隐私、资源配置等因素, 学生实际操作机会有限。AI 驱动的虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术为教学场景搭建提供了新路径^[8]:

虚拟手术演练平台可模拟肾部分切除、前列腺穿刺等

经典术式,提供视角切换、流程提示和实时评分,有助于学生在“零风险”环境下反复训练操作技能;

AR 技术结合影像识别,可将学生置于交互式三维解剖模型中,实现泌尿系统器官、肿瘤病灶与手术路径的可视化精准学习。

这种高沉浸度、高还原度的教学环境不仅强化了学生对结构与操作的理解,也提升了其临床场景下的反应与协作能力。

1.2 教学内容智能化:推动“因材施教”的个性化学习

AI 系统可根据学生的知识水平、错误类型、学习轨迹动态推送资源,构建个性化学习路径:

智能推题系统结合泌尿外科病例库、典型影像、常见误诊点,推送分层难度问题,强化学生对易错点的应对能力^[5];AI 助教问答模块基于自然语言处理技术,可实时回答学生提出的临床概念、诊断思路、药物用法等问题,提供及时反馈与解释。这类个性化教学方式不仅提升学习效率,也增强了学习者的主动性与自我调节能力。

1.3 教学评价精细化:实现“可量化、可追踪”的学习过程管理

AI 赋能下的教学系统能采集学生在学习过程中的多维数据,包括点击行为、操作轨迹、语音答题、病例分析逻辑等,从而对学生进行全方位过程性评价:

教师可通过 AI 生成的“学习画像”,了解学生的知识薄弱点、推理模式及个体学习风格,有针对性地调整教学策略;教学系统还可依据学生表现自动调整教学内容节奏,实现实时“教—学—评”三位一体的闭环管理。这将有助于打破传统“唯分数论”的教学评价偏向,促进学生综合素质能力的培养^[15]。

1.4 教学资源共享化:推动“优质资源下沉”的教育公平

AI 平台支持远程直播、虚拟教学和异地协同,泌尿外科领域的优质课程、专家手术示教、经典病例分析等资源可以通过云平台传输至不同地区医学院校与临床教学基地,实现资源共享:在欠发达地区,学生可以借助 AI 辅助平台观看专家主刀手术、参与远程病例讨论,有效缩小教学资源差距;AI 可将专家讲解过程自动语音识别、图像标注、结构化生成文本,形成标准化教学资源库,供各地医学生随时调用复习^[2]。

2 AI 在泌尿外科教学中的挑战

尽管人工智能技术在泌尿外科教学中的应用展现出巨大潜力,但在实际推进过程中仍面临一系列复杂而深层次的问题。这些挑战既包括技术层面的限制,也涉及伦理、安全、制度与教育观念等多维度内容,若未加以妥善解决,将可能影响 AI 教学的实际效果与可持续发展。

2.1 教师 AI 素养与教学理念滞后

当前,大多数泌尿外科教师并非人工智能专业出身,对于 AI 的理解和掌握多停留在表层应用层面,缺乏系统性认知。AI 教学平台的设计理念、数据接口、操作逻辑等内容对传统临床教师来说具有一定技术门槛,导致其在使用 AI 教学工具时存在“不敢用、不愿用、不会用”的现象。一些教师仍将 AI 视为“辅助手段”而非“教学体系的一部分”,忽视了其在教学内容更新、学生能力评价等方面的独特价值。这种认知与技能的不对称,制约了 AI 在泌尿外科教学中的深度融合与推广应用。

2.2 医疗数据隐私与伦理问题日益突出

AI 模型的训练与优化需依赖大量高质量的临床数据,包括影像资料、诊疗记录、患者行为等。然而,医学数据具有极高的敏感性,涉及患者隐私权、知情同意权等核心伦理问题^[11]。AI 在教学中广泛调用真实病例和操作影像,一旦在数据处理与使用过程中出现信息泄露或被滥用,将严重威胁患者权益与教育合规性。此外,目前泌尿外科教学中尚缺乏一套完整的数据标准化与脱敏处理机制,导致 AI 平台之间的数据接口不兼容、共享困难,限制了教学资源的互联互通。

2.3 算法“黑箱”问题影响教育信任度

AI 系统在影像识别、诊断辅助等环节的确能够提供高效准确的技术支持,但其内部决策机制往往缺乏可解释性,存在“黑箱操作”问题。尤其是在教学过程中,若学生依赖 AI 系统判断,却无法理解其分析路径与推理逻辑,容易形成技术依赖,削弱其自主分析与独立思考能力^[13]。与此同时,教师在教学中若引用 AI 建议却无法为学生解释其依据与局限,也会降低课堂互动的深度与可信度,影响教学信任关系的建立。

2.4 教学内容与技术发展之间存在“脱节风险”

AI 技术的快速迭代使得其在医学教育中的应用边界不断拓展,但高校泌尿外科课程设置与教材内容更新通常存

在滞后问题，导致“教的内容”难以覆盖“用的技术”。例如，AI 辅助的达芬奇机器人术式训练、三维建模导引手术等内容在实际教学中尚未完全覆盖，部分医学生在校期间甚至无法系统接触 AI 操作流程。这种技术—课程错位现象，不仅削弱了教学的前瞻性，也限制了学生面向未来医疗环境的能力构建。

2.5 临床思维与人文教育的“边缘化”风险

AI 系统在知识灌输、操作训练、技能评价等方面确实具备高效优势，但泌尿外科临床教育的核心不仅在于知识与技术，更在于对复杂情境的判断能力、人文关怀的实践能力、伦理困境的处理能力等综合素养的培养。如果 AI 教学工具被过度依赖，可能会弱化学生与患者之间的交流训练，忽略医患沟通技巧、同理心训练、情绪识别与处理等“软性能力”的培育^[14]。长期下去，可能造成医学教育“重技术、轻人性”的偏向，违背临床医学的本质初衷。

2.6 教学公平性与资源配置矛盾

虽然 AI 有望推动教育公平，但其初期部署、平台建设、数据整合、系统运维等均需要大量资金、人力与技术投入，对于部分地方高校或教学资源有限的医院而言，短期内全面建设 AI 教学体系难度较大，存在“先富后富”的数字鸿沟。同时，AI 教学资源主要集中在头部高校与大三甲医院，易导致资源分布进一步失衡，形成“教学强校更强、弱校更弱”的马太效应。这不仅影响教学质量均衡发展，也在一定程度上削弱了基层医学教育的竞争力与吸引力。

3 应对挑战的教学改革路径

3.1 深化“AI+ 案例+ 问题”混合式教学设计

传统泌尿外科教学中常以教师讲授为主，学生多处于被动接收知识的地位，缺乏参与性与思辨性。面对这一局限，可通过融合 AI 技术、PBL（以问题为导向的学习法）与 CBL（以病例为基础的学习法），构建“AI+ 案例+ 问题”的混合式教学模式，从教学内容、形式到过程评价实现系统创新^[7]。

具体做法包括：教师利用 AI 系统生成真实病例场景（如泌尿系结石、前列腺癌等），提出一系列渐进式问题，引导学生以小组讨论、自主查阅文献、模拟诊疗流程等形式进行推演。AI 可实时给予辅助性提示，如提供影像分析、提出术式建议、展示并列参考病例等，从而训练学生的临床逻辑、批判性思维与信息筛选能力。

此外，AI 还可记录学生的答题路径与讨论过程，用于形成性评价与个性化学习反馈。这种以学生为主体、AI 为助教、教师为引导者的教学新形态，将更贴近未来智能化医疗场景下的医学教育模式。

3.2 强化医学生临床逻辑思维与基础—临床衔接

目前医学本科教学普遍存在“基础课与临床课脱节”的问题，学生虽掌握理论，但缺乏将分子层面知识应用到临床判断中的能力，尤其在泌尿外科这样操作性强、病理结构复杂的学科中表现尤为突出。

为弥补这一断层，AI 可作为桥梁工具，将基础医学知识与临床实践有机贯通。具体策略包括：

构建跨学科整合模块：如开设“泌尿系统疾病的多维解读”模块，融合生理学、解剖学、影像学、病理学知识，结合 AI 辅助分析系统，让学生在统一案例中反复练习从基础机制到临床决策的全过程。

设计动态知识图谱：基于 AI 技术绘制泌尿系统疾病的知识图谱，学生可点击图谱节点查阅关联病因、解剖结构、检查方式、典型影像等，实现从“病—理—技—术”多维联动的认知深化。如图 1，我们利用 AI 制作泌尿外科疾病诊治技术路线图，更简单、系统的描述知识点，加深学生对疾病诊治思路的认识。

整合 AI 影像平台：引入 AI 影像解读系统，在学习泌尿系肿瘤、结石等疾病时，学生可在基础课程阶段即接触 CT/MRI 图像，提升图像识别与解读能力，为临床阶段做好认知准备。并通过这些举措，学生将在 AI 辅助下完成“基础理论—临床推理—技术操作”的闭环学习，克服“理论强、实践弱”的现有短板。

3.3 建立 AI 赋能的动态教学评价体系

现行医学教学评价多以期末纸笔考试为主，侧重结果导向，忽视过程追踪与能力成长，无法全面反映学生在动手能力、临床思维、团队协作等方面的实际水平。AI 技术的发展为构建动态、多维、过程性教学评价体系提供了可行路径^[12]。

具体举措如下：

全过程数据采集：借助 AI 教学平台实时记录学生在 VR 操作、病例分析、模拟门诊、诊断推理等各个环节的行为数据，包括反应时间、答题路径、眼动轨迹、语言表达频率等。

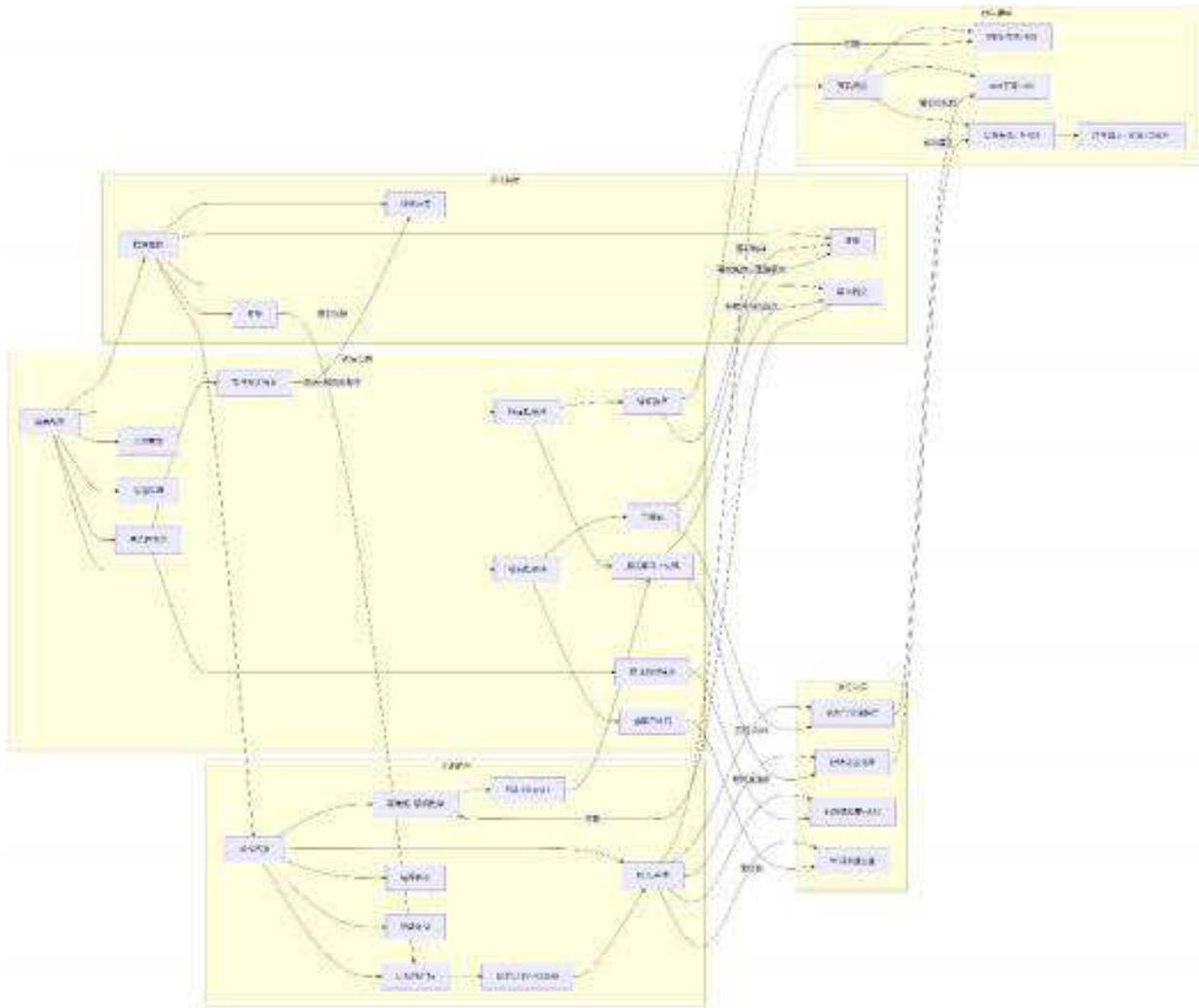


图 1 基于 AI 绘制的泌尿系疾病的简单分类及诊治

多模态特征提取：对结构化与非结构化数据进行整合分析，如将视频表现、语音语调、学习曲线与知识图谱相结合，动态构建学生学习者画像。

个性化反馈机制：基于学生的学习轨迹与能力模型，提供阶段性、针对性的反馈报告，既供学生自我调整，也为教师定向指导提供依据。

人机协同决策评价：AI 评价系统作为客观数据处理者，教师作为价值判断者，二者共同构建教学评价体系，既保持评价效率与精准，又保障公平性与人文关怀。

这一系统化、多维度的评价机制，将有力破除“一张卷子定高低”的传统弊病，为泌尿外科教学提供更科学的教学质量监测手段。

4 未来展望

人工智能正深刻地重塑医疗教育的图景，泌尿外科教

学亦站在智能化转型的关键节点。未来，AI 技术在泌尿外科临床教学中的进一步融合，不仅是一种趋势，更是一种教育变革的战略选择。

首先，AI 将加速推动教学内容的实时更新与动态优化。在传统教学中，课程内容更新周期较长，往往难以及时反映医学科技的最新进展。而借助 AI 的信息检索、内容生成和课程推送能力，未来泌尿外科课程有望实现“随学随新”，让医学生接触到包括最新微创技术、肿瘤 AI 诊疗模型等在内的前沿知识，为培养高适应力人才奠定基础。

其次，“虚拟临床+AI 指导”的教学模式将逐步常态化。通过 AI 算法与 VR/AR 融合技术，构建可重复、可追踪、具备交互逻辑的泌尿外科教学情景，有望实现从“观看式”教学向“沉浸式”临床模拟的跨越，突破传统因人因时因地而产生的教学瓶颈。未来甚至可能发展出“数字病人”

系统,依据不同病种生成变量丰富的虚拟病例,促进学生诊疗思维的个体化和系统化培养^[15]。

再次, AI 技术还将推动教学管理和评估方式的智能升级。借助 AI 分析学生临床推理过程、手术操作行为、术后反思笔记等多模态数据,可构建个性化成长档案,实现精准识别学生优劣势,提供“学—教—评”一体化闭环反馈系统。在此基础上, AI 可辅助教师精准设定教学策略,提高教学效率和针对性^[5]。

此外, AI 的伦理规范与人机协作机制也将成为泌尿外科教学改革的重要议题。面对 AI 辅助诊断可能引发的“技术依赖”现象,应加强医学生“以人为本”的医学价值观教育,培养其在技术应用中的伦理判断力和人文关怀意识。同时,也要警惕 AI 在教学评估中可能带来的数据偏见与评价标签化问题,推动建立由“技术+教师+制度”共同维护的教学公平生态。

最后,实现“AI+ 泌尿外科教学”的高质量融合还需多元主体协同发力。医学院校应加快建设智能化基础设施与 AI 课程体系;医院应开放更多临床资源用于教学转化;政府与行业应出台配套政策和评估机制,保障 AI 教学在数据获取、版权合规、伦理监管等方面的健康运行。

综上所述,人工智能并非替代医学教师和教学过程的“万能钥匙”,而是一种推动泌尿外科教学向更加科学、精准、高效方向转型的重要工具。在未来医学教育中,唯有把握技术趋势、坚守教育初心、强化人机协同,方能真正实现“教—学—评”三维联动的革新突破,为医学教育现代化注入持续动力,培养出面向未来的泌尿外科临床人才。

参考文献:

[1] 国务院办公厅. 关于加快医学教育创新发展的指导意见 [Z]. 2020.

[2] Association of American Medical Colleges. The Complexities of Physician Supply and Demand: Projections From 2019 to 2034. AAMC, 2021.

[3] Wartman SA, Combs CD. Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Acad Med*. 2018;93(8):1107–1109.

[4] Chan KS, Zary N. Applications and challenges of implementing artificial intelligence in medical education. *Med Educ*. 2019;53(3):231–236.

[5] Kolachalama VB, Garg PS. Machine learning and medical education. *NPJ Digital Medicine*. 2018;1(1):54.

[6] Preece R, Williams SB, Lam R, et al. Evaluation of virtual reality simulation in urological training: A prospective cohort study. *Int J Surg*. 2015; 18:75–79.

[7] Winkler-Schwartz A, et al. Machine learning identification of surgical skills using synthetic data in virtual reality simulation. *NPJ Digital Medicine*. 2019; 2:94.

[8] De Vries AH, et al. The role of simulation in urological training: A systematic review. *Curr Urol Rep*. 2017;18(3):24.

[9] Cook DA, Triola MM. What is the role of e-learning? Looking past the hype. *Med Educ*. 2014;48(9):930–937.

[10] Ellaway RH, Topps D, Pusic M. Technology-enhanced medical education: A review of reviews. *Med Teach*. 2020;42(6):604–610.

[11] Gerke S, Minssen T, Cohen IG. Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. *Artif Intell Healthc*. 2020:295–336.

[12] McCradden MD, et al. Ethical concerns around the use of AI in health care. *CMAJ*. 2020;192(29): E792–E793.

[13] Rudin C. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead. *Nat Mach Intell*. 2019; 1:206–215.

[14] Branch WT Jr. Teaching professional and humanistic values: Suggestive strategies for integrating ethics into the medical curriculum. *Acad Med*. 2000;75(5):542–547.

[15] Topol EJ. *Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again*. New York: Basic Books; 2019.

作者简介: 帕热和·阿力木(1993—),男,维吾尔族,本科及研究生毕业于上海交通大学医学院,研究生学历,目前在上海市中医院泌尿外科工作。主要研究方向为肾上腺肿瘤的诊断与治疗,间质性膀胱炎的发病机制及药物干预等。

通讯作者: 刘建河(1969—),男,汉族,博士学历,主任医师,硕士生导师。现上海市中医院泌尿外科科主任。

基金项目: 项目编号: NKLIH2024007。