急危重症教学

# 人工智能赋能教学变革:在内分泌科急危重症临床实践教学中的应用探索

徐惟捷[1,3]　马德琳[1,3]　陶静[1,2,3]　杨雁[1,3]　邵诗颖[1,3]

[1]华中科技大学同济医学院附属同济医院内分泌科,湖北武汉　430030;[2]华中科技大学同济医学院附属同济医院护理部,湖北武汉　430030;[3]湖北省内分泌与代谢病临床医学研究中心,湖北武汉　430030

**摘要**　人工智能(AI)正以前所未有的深度和广度渗透至医学教育的各个层面,为传统的教学模式带来重大变革。内分泌科急危重症临床教学,因患者病情瞬息万变、决策压力巨大、多学科知识交融紧密的特点,一直是医学实践教育中的重点与难点。传统教学方法常受限于真实病例稀缺、教学风险高、标准化程度低以及个性化指导不足等困境。本文通过剖析该领域教学的内在特性与现实挑战,从虚拟仿真训练、个性化自适应学习、智能临床决策支持、教学资源智能化生成与整合以及全过程学习评估与反馈等五个核心路径,阐述 AI 的具体应用场景与实施方法。同时,针对 AI 技术应用进程中伴随的挑战,包括医学知识库的准确性与动态更新、患者数据安全与隐私伦理、人工智能可能引发的人文关怀缺失与学生思维惰性等问题,提出了以“教师主导、AI 辅助”为原则的“虚实融合临床胜任力训练模型”。本文旨在系统探讨 AI 技术如何赋能内分泌科急危重症的临床实践教学,构建新型教学模式。

**关键词**　人工智能;临床实践教学;内分泌科;急危重症;医学教育

**中图分类号**　G642.0　　**文献标识码**　A　　DOI　10.11768/nkjwzzzz.202601090054

**Artificial intelligence empowering teaching transformation: exploring its application in clinical practice teaching of intensive medicine in endocrinology department**

*XU Wei-jie*[1,3], *MA De-lin*[1,3], *TAO Jing*[1,2,3], *YANG Yan*[1,3], *SHAO Shi-ying*[1,3]. [1]*Department of Endocrinology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Hubei Wuhan 430030, China*;[2]*Department of Nursing, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Hubei Wuhan 430030, China*;[3]*Hubei Provincial Clinical Medical Research Center for Endocrinology and Metabolic Diseases, Hubei Wuhan 430030, China*

*Corresponding author: SHAO Shi-ying, E-mail: shaoshiyingtj@163.com*

**Abstract**　Artificial intelligence (AI) is penetrating every level of medical education with unprecedented depth and breadth, bringing significant transformation to traditional teaching models. Clinical education in endocrinology emergencies and critical care has long been a key yet challenging area in medical training due to the rapidly changing patient conditions, high decision-making pressure, and the close integration of multidisciplinary knowledge. Conventional teaching methods are often constrained by limited availability of real clinical cases, high teaching risks, low standardization, and insufficient personalized guidance. This article analyzes the intrinsic characteristics and practical challenges of teaching in this field, and outlines specific AI applications and implementation strategies through five core pathways: virtual simulation training, personalized adaptive learning, intelligent clinical decision support, intelligent generation and integration of teaching resources, and comprehensive learning assessment and feedback. Addressing the challenges associated with AI adoption—including accuracy and dynamic updating of medical knowledge bases, patient data security and privacy ethics, potential erosion of humanistic care, and student cognitive passivity—the article proposes a "virtual-real integrated clinical competency training model" guided by the principle of "teacher-led, AI-assisted." The aim is to systematically explore how AI can empower clinical education in endocrinology emergencies and critical care, and to establish a new model for effective teaching.

**Key words**　Artificial intelligence; Clinical practice teaching; Endocrinology department; Intensive medicine; Medical education

---

基金项目:华中科技大学同济医学院第二临床学院课程思政教学研究基金(TJSZ2024005),湖北省自然科学基金(2024AFB961)

通信作者:邵诗颖,E-mail:shaoshiyingtj@163.com,湖北省武汉市硚口区解放大道 1095 号

人工智能(artificial intelligence,AI)正深度渗透医学教育,为传统教学模式带来变革。内分泌科急危重症,如糖尿病酮症酸中毒[1],因病情多变、决策压力大、多学科知识交融紧密,是医学实践教育的重点与难点,而传统教学受限于真实病例稀缺、教学风险高、标准化程度低、个性化指导不足等问题。本文通过剖析该领域教学特征与挑战,阐述 AI 的核心应用场景及实施方法,探讨 AI 如何赋能该领域临床实践教学,构建新型教学模式。

一、内分泌科急危重症临床实践教学的特点与教学困境

内分泌科急危重症临床实践教学有着鲜明的特点。第一,知识体系具有跨学科性与高度整合性,需打破学科壁垒引导学生构建立体联动的知识网络。第二,患者病情演变呈现动态性与紧迫性,教学需模拟短期连续决策过程。第三,临床决策存在复杂性与不确定性,需培养学生在不确定条件下的风险评估、鉴别诊断和决策能力。第四,实践操作兼具高风险性与人文敏感性,要在保障安全的前提下训练学生的专业技能与共情沟通能力。

当前该领域的传统教学实践也面临诸多困境,主要表现为以“看”多于“做”的观摩式学习模式为主,学生缺乏主动处置和决策的机会,同时学生接触的病例数量有限、病种单一,难以形成对疾病谱系的全面认知。统一的班级授课制难以满足学生的个性化学习需求,导致学得快者“吃不饱”、学得慢者“跟不上”。同时传统考核重结果轻过程,无法揭示学生诊断推理中的问题,不利于针对性改进。

二、国内外 AI 在医学急危重症教学中的现状与本研究的创新点

人工智能技术的快速发展,为应对上述教学挑战开辟了新的路径。如,基于自然语言处理的智能问答与病历生成[2,3],依托计算机视觉的医学影像辅助诊断系统[4,5],运用虚拟现实(virtual reality,VR)与增强现实(augmented reality,AR)技术构建的沉浸式模拟教学场景[6~8],基于大数据与机器学习算法实现的个性化学习路径规划[9]等,人工智能技术正推动医学教育的理念革新与模式重塑。国际层面的 AI 教学平台凸显技术领先、场景细分、体系成熟的特点,深度融合 VR/AR、力反馈等前沿技术,形成专科化的平台布局模式,标准化与智能评估体系建设完善,见表 1。国内 AI 教学平台多由高校、专业医疗企业研发,教学内容依据国内临床诊疗指南,同时兼顾普及性与专业性,形成软件类思维训练平台、VR 沉浸式实操平台、软硬件结合综合平台的多元布局,本土化适配性突出,但仍存在专科教学深度欠缺、思维训练类平台普遍缺乏 VR 实操模块、沉浸式实操平台受硬件成本限制难以大范围推广的问题,整体技术融合度与国际顶尖平台仍存在一定差距,见表 1。整体来看,国内外 AI 辅助临床教学的发展趋势高度趋同,均聚焦解决教学难模拟、难评估、难重复的痛点,向思维 + 实操 + 团队协同一体化教学方向发展,AI 智能评估、VR/AR 沉浸式体验成为核心技术方向,虚实融合的教学模式已成为行业主流。

研究实证 AI 工具在提升临床实操、诊断能力,量化评估教学表现上的显著成效,其贴合教学痛点的特性也获得较高行业认可度。本研究针对性聚焦内分泌科急危重症这一领域,构建贴合内分泌科病理生理特点的“虚实融合临床胜任力训练模型”,实现虚拟仿真训练、个性化学习、智能决策支持等多路径的专科化整合应用。

三、AI 赋能教学的理论框架

人工智能与现代教学理论具有高度内在契合性。AI 以学生为中心,通过创设开放、动态的诊疗情境,支持学生在主动决策、试错反思、迭代修正中自主构建内分泌专科临床思维;从情境学习理论出发,AI 依托虚拟仿真、人机交互技术,将抽象的病理生理机制、指南规范与高保真临床危重症场景深度融合,让学生在“近似真实”的诊疗任务中完成知识迁移与能力内化;同时,AI 契合个性化学习与精准教学理念,突破传统统一化教学局限,基于学习行为数据实现需求识别、路径规划与过程评估的全程智能化,最终形成“情境建构-人机协同-自适应发展-循证强化”的一体化教学理论逻辑,为构建虚实结合、精准高效的内分泌科急危重症临床教学“虚实融合临床胜任力训练模型”奠定理论基础。

四、AI 赋能教学变革的核心应用路径

AI 技术通过以下路径赋能实践教学,见图 1。

(一)高保真虚拟病人与沉浸式情境模拟教学

利用高精度生理建模引擎、人工智能行为树和 VR/AR 技术,创建贴合内分泌科病理生理特征的虚拟危重患者[11]。例如,模拟“糖尿病酮症酸中毒(diabetic ketoacidosis,DKA)合并高钾血症”,还原血糖-酮体-酸碱平衡-电解质的动态联动,以及胰岛素输注、补液、降钾治疗的协同干预应答;或模拟“甲状腺危象”,呈现体温-心率-甲状腺激素水平的阶梯式升高,以及抗甲状腺药物、β受体阻滞剂、糖皮质

表 1　国内外成熟的虚拟教学平台比较

| 平台名称 | 核心应用场景 | 临床教学应用 | 优点 | 缺点 |
|---|---|---|---|---|
| 国际平台 | | | | |
| SimX | 急诊/ICU 团队急救 | VR 多人协同抢救、AI 复盘 | 沉浸强、团队训练好 | 硬件成本高 |
| Body Interact | 临床推理、急症决策 | AI 虚拟患者、全流程诊疗训练 | 病例多、适合大规模教学 | 偏思维，实操弱 |
| SimCapture | 高仿真模拟人教学 | 标准化急救、多源数据复盘 | 行业标配、流程规范 | 设备昂贵、部署复杂 |
| MedSim | 临床思维、急诊/重症诊疗 | 虚拟患者交互、问诊-查体-诊断-治疗全流程训练、自动评估 | 病例丰富、覆盖内/外/急诊/重症、适合规培与考前训练 | 偏决策思维，手术/实操训练弱 |
| LapSim | 腹腔镜微创外科 | 腹腔镜操作、手眼协调、分离/剪切/缝合/胆囊切除等术式训练 | 外科操作训练标杆、力反馈真实、技能提升明显 | 仅限微创外科，不适合急诊内科/重症思维教学 |
| 国内平台 | | | | |
| 治趣 | 临床思维、急诊/内科 | 虚拟患者诊疗、AI 自动评分、住培训练 | 国内最成熟、病例全、易推广 | 偏思维、无 VR 实操 |
| 立方幻境 | 院前/院内综合急救 | CAVE 沉浸式、创伤/CPR/ICU 协同 | 沉浸强、场景多、适合团队演练 | 需硬件、成本较高 |
| Q-Rescue | 急诊/重症急救流程 | 浙大研发、AI 智能急救训练、国家平台入选 | 权威、贴合国内指南 | 主要面向院校 |
| 圣云医教云 | 临床思维 + 技能 | 1700 + 病例、3D 技能、AI 评估 | 功能全、双端可用 | 专科深度一般 |
| 众茂医疗临床思维 | 急诊/规培思维训练 | AI 全流程诊疗、自动评分、短板分析 | 适配国内考核、易上手 | 实操模块较弱 |
| 巨成 MISE | 急救技能训练 | 量化反馈、可视化评估、标准化考核 | 硬件 + 软件结合、适合基层 | 以技能为主、思维弱 |
| 空岛科技 | 急救/麻醉/手术操作 | 泛血管、麻醉、腹腔镜模拟 | 手术训练标杆、可重复试错 | 设备投入较高 |

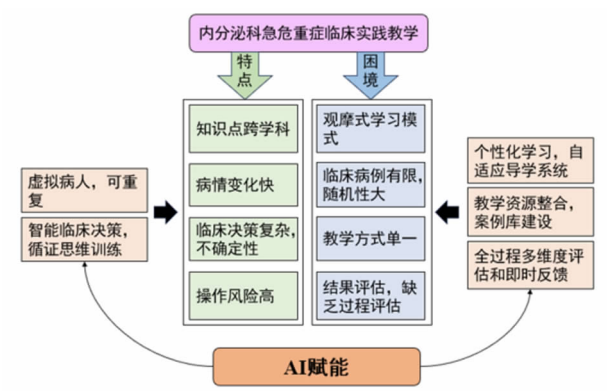



图 1　AI 针对内分泌科急危重症临床实践教学特点和困境的解决方案

激素的联合治疗反应。学生通过可穿戴设备完成问诊、虚拟体格检查（如 DKA 的深大呼吸、甲状腺危象的眼征）、医嘱下达（胰岛素泵参数设定、激素替代剂量调整、补液种类与速度选择），AI 系统依据内分泌科专属病理生理模型，实时反馈治疗效果（如补钾不及时导致心律失常、激素剂量不足导致休克持续、胰岛素过量引发低血糖昏迷）。

（二）数据驱动的个性化学习与自适应导学系统

基于学习分析技术，AI 系统精准识别学生内分泌科专科薄弱环节：如 DKA 与高渗高血糖状态的鉴

别、肾上腺危象的激素替代方案、垂体危象的应激激素调整、甲状腺危象的药物联用禁忌等。针对薄弱点智能推送定制化学习包：如激素替代治疗的微视频、内分泌急危重症指南解读文献、电解质紊乱鉴别诊断练习题、专科虚拟病例等，动态调整学习难度（如从单纯 DKA 到 DKA 合并肾功能不全的复杂病例），确保训练聚焦内分泌科核心能力缺口。

（三）智能临床决策支持与循证思维训练伙伴

在模拟诊疗或课后复习中，学生可以随时与 AI 临床决策支持系统进行交互式对话。例如，学生输入病例信息后（如“中年男性，突发意识模糊，血糖 28mmol/L，血酮体阳性，pH 7.15”），AI 系统围绕内分泌科诊疗逻辑精准引导：“需优先完善哪些电解质检查？依据 2024 版《中国糖尿病防治指南》，DKA 初始补液应选择何种液体？胰岛素初始剂量如何设定以避免血糖下降过快？”；针对甲状腺危象病例，进一步追问：“在甲状腺功能检测还未出结果时，需立即启动哪些经验性治疗？β 受体阻滞剂的使用需排除哪些禁忌证？”，帮助学生构建“症状-实验室检查-激素调控-并发症管理”的专科临床推理链条，强化循证医学思维与指南适配能力。

（四）教学资源的智能化生成、整合与案例库建设

AI 可精准生成内分泌科专属教学素材：教师指令 AI“基于 2022 版《中国甲状腺功能亢进症和其他原因所致甲状腺毒症诊治指南》，生成含甲亢性心脏病合并甲状腺危象的教学病例，附带激素干预分步流程图、电解质监测要点及药物联用注意事项”，快速产出标准化专科病例；同时，AI 从海量电子病历中提取标注内分泌科典型/罕见急危重症病例（如特殊类型糖尿病酮症酸中毒、不典型垂体危象、肾上腺危象的伪装表现），自动标注激素水平变化、多脏器受累特征、治疗关键节点，构建专科专属、可检索的智能案例库，弥补真实教学病例稀缺的短板。

（五）全过程、多维度学习评估与即时反馈系统

系统自动记录学生内分泌科核心操作与决策：如激素用药剂量/频次、补液种类/速度、电解质监测时机、降糖/抗甲状腺药物调整节点、并发症预警判断等，对照内分泌科急危重症最佳实践路径比对分析。反馈报告聚焦专科关键问题：“本次 DKA 演练中，你未及时监测血钾并动态调整补钾方案，且胰岛素初始剂量［0.05 U/（kg·h）］低于指南推荐的 0.1 U/（kg·h）标准，可能导致酮体清除延迟；未关注患者血磷水平，存在低磷性横纹肌溶解风险”，通过可视化“能力雷达图”呈现专科能力短板（如激素剂量调控、电解质监测），提供针对性改进建议（如推送指南中 DKA 胰岛素使用章节、电解质监测流程视频）。

五、应用深化进程中必须审慎应对的挑战

技术融合之路并非坦途。我们必须在推进 AI 应用的同时，辨识并管控其带来的多维风险与深层挑战，明确 AI 与传统教学的融合边界，构筑“AI 补短板、传统守核心”的互补模式，见图 2，避免片面强调技术优势而弱化传统带教的核心价值。

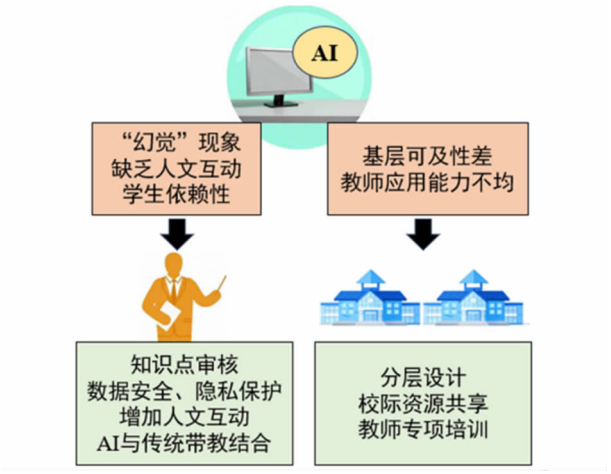



图 2 应对 AI 赋能教学过程中的挑战

（一）模型真实性与“AI 幻觉”风险

高保真虚拟病人与沉浸式模拟高度依赖 AI 病理生理模型的准确性，当前的 AI 模型，尤其是大语言模型，存在生成内容不完全准确或编造信息的“幻觉”现象[12]。医学是关乎生命的科学，任何知识点的错误都可能误导学生。因此，必须确立“教师主导，AI 辅助”的根本原则。AI 生成的任何教学内容、诊疗建议，都必须由专业教师进行严格的审核后方可使用。同时，应培养学生对 AI 输出信息的批判性审视能力。

（二）数据安全、隐私保护与伦理规范

数据驱动的个性化学习与自适应导学依托海量病例与学习行为数据，在应用中易触及数据安全与隐私保护红线。教学过程中使用的任何真实病例数据都必须进行彻底的匿名化和去标识化处理。开发和使用 AI 教学平台必须符合国家《网络安全法》《个人信息保护法》及医疗数据安全管理规定。需警惕 AI 模拟场景缺乏真实临床中患者的情感反馈与人文互动——传统带教中师生床旁共同问诊、病情告知时的共情示范、临床经验口传心授，是

医学人文关怀传承的核心载体，这是 AI 难以替代的。因此，融合模式需明确分工：AI 聚焦高危场景技能训练、标准化流程模拟，传统带教则强化医患沟通、共情表达等人文素养培育，例如 AI 模拟甲状腺危象急救后，由教师带领学生参与真实患者的后续诊疗与沟通，实现技术与人文的协同培养。

（三）过度技术依赖与临床思维“钝化”风险

智能临床决策支持与循证思维训练在提升效率的同时，过度依赖 AI 可能导致学生绕过独立思考，如直接套用 AI 给出的糖尿病酮症酸中毒鉴别诊断结果，而非自主梳理“症状-实验室指标-激素变化”的逻辑链条。对此，需设计“分层递进”的融合教学：初期以 AI 为引导，帮助学生熟悉专科诊疗流程；中期设置“AI 脱敏”训练，学生独立完成病例分析后，再通过 AI 量化反馈与教师思维点拨双轮校正；后期以传统带教为主，教师聚焦 AI 无法覆盖的不典型病例（如伪装成感染性休克的肾上腺危象），培养学生的临床判断力与决策定力，避免思维固化。

（四）对应教学资源智能生成：技术门槛、资源适配与公平可及性挑战

优质 AI 教学系统开发维护成本高，基层院校面临设备、资金、技术维护等约束，易加剧教育资源差距；同时基层教师 AI 应用能力参差不齐，难以充分发挥工具的专科价值。对此，需坚持“分层设计、虚实互补”：三甲院校可打造高保真内分泌科专科 AI 平台，融合 VR/AR 模拟激素调控动态过程；基层院校以“轻量化 AI 工具 + 传统带教”为主，如通过网页版专科病例推演辅助床旁教学，降低技术门槛。推动校际资源共享与教师专项培训，重点强化 AI 工具与传统带教的结合能力。

六、AI 赋能内分泌科急危重症临床实践教学的应用效果

为更直观体现 AI 教学落地流程，本节以糖尿病酮症酸中毒虚拟病例为例，展示 AI 融合教学的完整设计：①情境导入。AI 虚拟病房呈现 DKA 典型患者，实时动态显示血糖、血酮、pH、血钾等关键指标变化，还原深大呼吸、脱水、意识障碍等体征。②交互式诊疗训练。学生独立下达问诊、体格检查、实验室检查及治疗医嘱，包括补液种类与速度、胰岛素初始剂量、补钾时机与方案、血气及电解质监测频率等，AI 系统依据病理生理模型实时反馈治疗效果与并发症风险。③循证思维引导。AI 对照 2024 版《中国糖尿病防治指南》进行即时提问与纠错，强化胰岛素剂量规范、电解质监测要点、低血糖与心律失常预警等核心知识点。④即时评估反馈。系统自动生成操作与决策报告，指出补液延迟、补钾不及时、胰岛素剂量不足等问题，并推送对应指南要点与复盘视频，形成“训练-纠错-强化”闭环。

为验证 AI 教学模式的应用效果，在华中科技大学同济医学院附属同济医院内分泌科选取 2023 级临床医学本科实习生 80 名，随机分为 AI 教学组（40 名）与传统教学组（40 名），比较 2 组的教学成果。

研究中相关数据采用 SPSS 25.0 统计学软件进行统计分析。计量资料采用 Shapiro－Wilk 检验数据的正态性，符合正态分布的计量资料用（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用独立样本 $t$ 检验，不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示，组间比较采用秩和检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 组学生的基础成绩无显著差异（$P>0.05$），临床实训时长为 4 周。AI 教学组采用“AI 虚拟仿真实训 + AI 临床思维训练 + 传统带教”的融合教学模式，传统教学组采用“临床病例带教 + 线下理论授课”的传统模式。教学结束后，对 2 组学生进行实践能力考核、临床思维能力测评，见表 2，并开展师生满意度调查，见表 3、4，结果显示：AI 教学组学生的实践能力考核平均成绩显著高于传统教学组，临床思维能力测评平均成绩显著高于传统教学组，师生满意度各项目显著高于传统教学组（$P$ 均 <0.05）。

七、未来展望

未来，AI 在内分泌科急危重症教学的发展将紧扣核心挑战，以“精准破解痛点、深化专科适配、强化人机协同”为核心，推动技术与传统教学深度融合，实现从“泛化适配”向“专科深耕”升级。针对思维钝化风险，可解释人工智能（explainable AI，

表 2　不同教学方法学生成绩比较（分，$\bar{x} \pm s$）

| 组别 | $n$（例） | 基础成绩 | 实践能力成绩 | 临床思维能力成绩 | 综合成绩 |
|---|---|---|---|---|---|
| AI 教学组 | 40 | 68.17 ± 8.68 | 87.58 ± 6.45 | 89.58 ± 6.50 | 88.14 ± 6.26 |
| 传统教学组 | 40 | 67.47 ± 8.18 | 78.03 ± 6.60 | 74.43 ± 7.16 | 76.24 ± 6.94 |
| $t$ 值 | | 0.37 | 6.54 | 9.75 | 8.72 |
| $P$ 值 | | 0.7114 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |

表 3 学生对不同教学方法的满意度评分(分,$\bar{x} \pm s$)

| 教学方法 | 师生交流互动 | 临床实践能力提升 | 临床思维能力提升 | 学习兴趣 | 学习效率 |
|---|---|---|---|---|---|
| AI 教学法 | 87.80 ± 6.53 | 87.38 ± 6.96 | 90.15 ± 6.26 | 88.32 ± 6.29 | 89.52 ± 5.96 |
| 传统教学法 | 81.80 ± 6.66 | 81.30 ± 7.50 | 80.90 ± 7.16 | 81.65 ± 7.48 | 81.08 ± 7.45 |
| $t$ 值 | 4.57 | 4.38 | 6.66 | 4.82 | 6.19 |
| $P$ 值 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 |

表 4 20 名教师对不同教学方法的满意度评分(分,$\bar{x} \pm s$)

| 教学方法 | 学生学习积极性 | 学生临床实践能力提升 | 学生临床思维能力提升 | 学生参与度 | 教学实施便捷性 |
|---|---|---|---|---|---|
| AI 教学法 | 89.55 ± 7.16 | 90.90 ± 5.96 | 87.55 ± 5.94 | 89.90 ± 5.97 | 85.90 ± 9.11 |
| 传统教学法 | 78.10 ± 6.52 | 73.90 ± 8.64 | 72.70 ± 7.44 | 72.65 ± 8.70 | 80.10 ± 8.26 |
| $t$ 值 | 8.04 | 11.00 | 9.72 | 9.96 | 2.98 |
| $P$ 值 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.0001 | <0.005 |

XAI)[13]将深度融入教学,在 AI 辅助诊疗时可视化决策逻辑,如拆解糖尿病酮症酸中毒胰岛素剂量的推导依据,引导学生理解专科逻辑,结合传统带教的思维点拨,避免被动接受答案;面对人文关怀短板,情感计算技术[14]将嵌入虚拟患者系统,模拟甲状腺危象患者的负面情绪,让学生在专科诊疗中同步训练共情沟通,再通过教师床旁人文示范巩固,形成“虚拟训练 + 真实实践”的人文培育闭环;围绕专科模拟真实度不足的问题,多模态技术将融合 VR/AR、力反馈等,打造高保真场景,如模拟肾上腺危象抢救时的体征观察、操作体感与指标动态联动,配合传统带教的经验传递,提升训练实效性;针对资源适配难题,将构建分层方案,三甲院校部署多模态平台,基层院校推广轻量化工具,同时搭建校际共享平台与教师专项培训,强化 AI 与传统床旁带教的结合技巧。整体而言,未来 AI 教学将始终坚守“AI 补短板、传统守核心”的融合理念,让技术精准赋能专科技能训练,传统教学坚守人文传承与思维引导,二者协同推动内分泌科急危重症教学提质增效。

八、总结

AI 在内分泌科急危重症临床实践教学中的应用并非是技术对传统模式的简单替代,而是以“专科适配、虚实融合、人文凸显”为核心的系统性变革。其核心价值在于通过 AI 技术精准赋能,依托专科化虚拟仿真、数据驱动的自适应学习等路径,突破传统教学高危场景稀缺、量化评估困难、个性化指导不足的瓶颈,让学生在可控环境中锤炼激素调控、电解质监测等核心技能,高效构建专科临床思维。让 AI 成为衔接理论与临床的高效工具,为培育新时代内分泌科医师提供支撑,推动医学教育向更精准、高效、富有人文关怀的方向迈进。

**参 考 文 献**


1 冉春琼,苏莹,龚亚,等. 糖尿病酮症酸中毒抢救成功 1 例[J]. 内科急危重症杂志,2024,30(4):377-379.

2 牛宇翔,葛珊衫,王力华. 从传统自然语言处理到大语言模型电子病历生成技术的探索[J]. 医学信息学杂志,2025,46(3):79-83 + 101.

3 Wang M, Sun Z, Jia M, et al. Intelligent virtual case learning system based on real medical records and natural language processing. BMC Med Inform Decis Mak, 2022, 22(1):60.

4 陈冲,陈俊,夏黎明. 人工智能促进医学影像临床应用与研究[J]. 放射学实践,2024,39(1):12-16.

5 Bourdillon AT. Computer vision-radiomics & pathognomics. Otolaryngol Clin North Am, 2024, 57(5):719-751.

6 Lerner D, Mohr S, Schild J, et al. An immersive multi-user virtual reality for emergency simulation training: usability study. JMIR Serious Games, 2020, 8(3):e18822.

7 Rama A, Rojas-Pino MS, Wang EY, et al. The physiologic effect of augmented reality simulation versus traditional simulation: A noninferiority randomized controlled trial. J Educ Perioper Med, 2025, 27(1):E740.

8 岳家贤,商庆尧,刘佳祥,等. 虚拟现实和增强现实技术在医学教育中的应用[J]. 中国医学装备,2025,22(7):172-176.

9 曲波. 推动 AI 与教育深度融合构建精准学习新路径[J]. 中华医学教育探索杂志,2025,24(10):1297-1300.

10 Tozsin A, Ucmak H, Soyturk S, et al. The role of artificial intelligence in medical education: a systematic review. Surg Innov[J]. 2024, 31(4):415-423.

11 洪保安,张学舟,张宁,等. 虚拟标准化病人在临床教学中的应用[J]. 中华全科医师杂志,2025,24(11):1421-1424.

12 曾亚琼,贾伟. 生成式 AI 助手“幻觉”现象的语言识别与教育应用探析[J]. 教育与装备研究,2025,41(12):3-8.

13 张会勇,王富博. 医学人工智能可解释性的研究与应用进展[J]. 广西医学,2025,47(8):1088-1098.

14 余淑珍,单俊豪,闫寒冰. 情感计算赋能个性化教学:逻辑框架、问题解构与多元重塑[J]. 现代远距离教育,2024,(2):53-61.


(2026-01-12 收稿 2026-03-23 修回)