

DOI:10.61189/772067idazii

· 综述 ·

数字人 GPT 在医学教育领域的应用现状及研究进展

王 源^{1,2}, 余 倩³, 张 敏³, 白春学^{1,2,4}, 宋元林^{1,2,4}, 杨达伟^{1,2,4*}

1. 复旦大学附属中山医院呼吸与危重症医学科, 上海市呼吸病研究所, 上海呼吸物联网医学技术工程研究中心, 上海 200032
2. 国际元宇宙医学联盟, 苏州 215163
3. 复旦大学附属中山医院教育处, 上海 200032
4. 上海心肺疾病人工智能工程技术研究中心, 上海 200032

[摘要] 随着人工智能技术的迅速发展, 数字人 GPT 作为一种基于语言模型的智能系统, 已在医学教育中得到了广泛应用。数字人 GPT 不仅能够辅助医学专业知识的学习和临床技能的训练, 还能通过虚拟病人的模拟为学生提供真实的临床体验。尽管面临技术性和伦理性的挑战, 但数字人 GPT 的个性化教学和互动性无疑为医学教育带来了创新性改变。本文通过综述现有文献, 探讨了数字人 GPT 在医学教育领域的应用现状、技术进展、研究成果以及面临的挑战, 并对数字人 GPT 在医学教育中的未来发展方向进行展望。

[关键词] 数字人 GPT; 医学教育

[中图分类号] R-0 **[文献标志码]** A

Current situation and research progress of digital human GPT in medical education

WANG Yuan^{1,2}, YU Qing³, ZHANG Min³, BAI Chunxue^{1,2,4}, SONG Yuanlin^{1,2,4}, YANG Dawei^{1,2,4*}

1. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai Respiratory Research Institute, Shanghai Engineer & Technology Research Center of Internet of Things for Respiratory Medicine, Shanghai 200032, China
2. International Alliance of Metaverse in Medicine, Suzhou 215163, Jiangsu, China
3. Department of Education, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China
4. Shanghai Engineering Research for AI Technology for Cardiopulmonary Diseases, Shanghai 200032, China

[Abstract] With the rapid development of artificial intelligence technology, digital humans based on language models, such as GPT, have been widely applied in medical education. Digital human GPTs not only assist in learning medical knowledge and training clinical skills but also provide students with real clinical experiences through virtual patient simulations. Despite technical and ethical challenges, the personalized teaching and interactivity of digital human GPTs undoubtedly bring innovative changes to medical education. This article reviews the current literature to explore the application status, technological advancements, research findings, and challenges faced by digital human GPTs in the field of medical education, and looks forward to the future development directions of digital human GPTs in medical education.

[Key Words] digital human GPT; medicine education

[收稿日期] 2025-03-18

[接受日期] 2025-03-29

[基金项目] 癌症、心脑血管、呼吸和代谢性疾病防治研究国家科技重大专项(2024ZD0529300), 国家自然科学基金(82170110), 上海市白玉兰人才计划浦江项目(20PJ1402400), 上海高校市级重点课程(FDSHZD202409), 上海市健康科普人才能力提升专项(JKKPYC-2023-A20), 上海工程技术研究中心建设(20DZ2254400), 上海市“科技创新行动计划”(21DZ2200600), 上海市肺部炎症与损伤重点实验室(20DZ2261200), 上海市市级科技重大专项(ZD2021CY001), 上海市临床重点专科建设项目(shslczdk02201). Supported by Major Project—Research on Cancer, Cardiovascular, Respiratory and Metabolic Diseases (2024ZD0529300), National Natural Science Foundation of China (82170110), Shanghai Magnolia Talent Plan Pujiang Project (20PJ1402400), Shanghai Municipal Key Courses (FDSHZD202409), Project of Promoting Ability of Medical Science Popularization for Young Talents in Shanghai (JKKPYC-2023-A20), Establishment of Shanghai Engineering Technology Research Center (20DZ2254400), Shanghai Science and Technology Innovation Action Plan (21DZ2200600), Shanghai Key Laboratory of Lung Inflammation and Injury (20DZ2261200), Shanghai Municipal Science and Technology Major Project (ZD2021CY001), and Shanghai Municipal Key Clinical Specialty (shslczdk02201).

[作者简介] 王 源, 硕士生. E-mail: wangyuan011022@163.com

*通信作者 (Corresponding author). Tel:021-64041990, E-mail: yang.dawei@zs-hospital.sh.cn

医学教育是一项高度专业化且复杂的任务,涵盖了从基础医学到临床实践的多个层面。随着科技的进步,尤其是人工智能(artificial intelligence, AI)和大数据技术的发展,医学教育模式正面临着变革。数字化工具,尤其是自然语言处理模型和虚拟数字人技术,为医学教育提供了全新的教学方式^[1]。数字人GPT是一种基于GPT架构的AI语言模型,通过大规模文本数据的训练,具备了生成与理解自然语言的能力^[2]。数字人GPT不仅可以作为一个虚拟导师提供医学知识的讲解,还能模拟临床场景,参与患者沟通,甚至评估学生的临床决策和诊断能力。本文旨在探讨数字人GPT在医学教育中的应用现状、研究进展、存在的挑战以及未来的发展方向。

1 数字人GPT技术概述

1.1 GPT技术概述 GPT是由OpenAI开发的一系列大型语言模型,采用了深度学习中的变换器(Transformer)架构^[3]。该技术通过大规模的文本数据训练,使得模型在语言理解和生成方面展现出卓越的能力。GPT的成功源于其能够捕捉并生成高度复杂的语言结构,并在对话系统、自动翻译、文本生成等领域取得了显著的成果^[4]。

1.2 数字人GPT的构成与作用 数字人GPT基于这一技术框架,能够通过自然语言与用户进行交互,模拟真实的对话场景。这一特点使其在教育、医疗等领域具备广泛的应用潜力,特别是在医学教育中,数字人GPT通过与学生交互,提供定制化的学习体验,既能传授知识,又能进行技能训练^[5]。

2 数字人GPT在医学教育中的应用

数字人GPT结合了虚拟人技术和AI语言模型,通过语音、文字或视觉与学生进行互动。其核心功能是通过智能语言生成和理解能力,模拟医学教育中的各种教学情境^[6]。此外,数字人GPT还可以在伦理教育、决策训练等方面提供帮助(表1)。

2.1 医学知识传授 与传统的教育方式不同,数字人GPT能够根据医学课程大纲和学生的需求,动态地调整讲解内容的深度与广度,帮助学生在自己的学习进程中掌握医学理论知识,传授个性化知识。例如,学生可以与数字人GPT进行互动式学习,提出问题或进行专题讨论,系统将实时回答并根据学生的理解情况调整讲解^[7]。这种互动式的学习方式不仅增加了学生的学习动力,还通过即时反馈帮助学生及时纠正知识盲点。此外,数字人GPT能够提

供无间断的学习支持,使得学生在非课堂时间仍然可以继续学习和复习课程内容。

2.2 临床技能训练 临床技能的培养是医学教育的核心内容之一。传统的临床技能训练主要依赖于真实或模拟患者,多受限于资源、时间和场地等因素。数字人GPT突破传统限制,模拟各种临床场景,开展诊断和决策训练。通过这种模拟训练,学生可以在安全的环境中学习如何处理不同的临床问题,如诊断疑难病例、评估病情变化、制定治疗方案等^[8]。数字人GPT不仅能够根据学生的表现进行即时反馈,还能根据学生的错误或不足之处提供额外的教学内容,提高学生临床决策能力。

2.3 沟通与伦理教育 医学教育不仅包括医学知识和技能学习,还涉及医患沟通、伦理决策等软技能的培养。数字人GPT可以模拟各种复杂的医患沟通情境,帮助学生练习如何与患者进行有效沟通,特别是在压力较大的环境下,如传达恶性疾病诊断、与患者家属讨论治疗方案等^[9]。通过虚拟对话,学生能够在不伤害患者的情况下,进行多次练习,从而提高自己的沟通技巧。此外,数字人GPT还可以模拟医学伦理情境,如患者隐私保护、知情同意、道德困境等。通过反复训练,学生能够更好地理解和应对实际工作中的伦理挑战^[10]。

2.4 远程教育与在线学习 目前,医学教育逐渐转为线上和远程学习。数字人GPT为远程教育提供了一种创新的解决方案^[11]。学生通过在线平台与数字人GPT互动,完成课件学习、技能训练和知识测验等任务。数字人GPT的实时反馈和个性化教学,使得远程医学教育不再局限于传统的课程录播和单向教学,而是朝着更加互动化和定制化的方向发展。

3 数字人GPT在医学教育中的研究进展

近年来,全球各地的研究人员对数字人GPT在医学教育中的应用进行了大量研究。在国外,多个医学教育机构和研究团队已开始探索利用GPT模型进行临床技能培训、医患沟通训练等。例如,哈佛大学医学院与麻省理工学院合作开发的“虚拟患者”项目,利用AI技术创建虚拟患者,通过模拟患者互动,帮助医学生进行临床实践训练^[12]。在国内,许多高校也开始引入数字人GPT技术。清华大学、北京大学等纷纷使用AI辅助医学教学,有效提高了医学生的学习兴趣 and 临床技能。

3.1 临床模拟与虚拟患者 数字人GPT技术在临床模拟中的应用,尤其是虚拟患者模拟,是其重要的

应用领域之一。虚拟患者通过自然语言交互使学生获得真实临床体验,从而提升其临床诊断和治疗能力。与传统的标准化病人(SP)相比,虚拟患者可以提供更加丰富和灵活的学习情境,不受时间和空间的限制,且可以模拟多种病情、不同的患者反

应等^[13]。一些研究^[14]还探讨了虚拟患者与学生互动的效果评估,结果表明,数字人 GPT 能有效提升学生的诊断准确性、决策能力以及与患者沟通的技巧。

表 1 数字人 GPT 在医学教育领域的应用

应用领域	具体应用	优势
知识学习	提供即时、准确的医学知识解答,帮助学生理解复杂概念。	无间断在线支持,快速响应,减少学习障碍。
临床技能训练	模拟临床场景、患者对话,训练问诊、诊断和沟通能力。	安全、可重复练习,无风险,提升实践能力。
病例分析	提供真实或虚拟病例,帮助学生分析病情、制定治疗方案。	增强临床思维,提供多样化的病例资源。
文献阅读	帮助学生解读复杂医学文献,提炼关键信息。	提高文献阅读效率,辅助理解专业术语和研究方法。
考试准备	提供模拟考试题目,解析答案,帮助学生复习。	个性化复习,针对性强化薄弱环节。
写作指导	辅助撰写论文,提供语法、结构和内容建议。	提高写作质量,减少错误,提升学术表达能力。
多语言支持	提供多语言翻译和学习支持,支持跨语言学习。	打破语言障碍,促进全球医学教育资源共享。
个性化学习路径	根据学生的学习进度和需求,推荐个性化学习资源和计划。	提高学习效率,满足不同学生的学习需求。
伦理教育	提供医学伦理案例分析,帮助学生理解伦理决策过程。	增强伦理意识,培养批判性思维。
远程教学支持	在远程教学中充当助教,解答学生问题,提供学习资源。	弥补远程教学的互动不足,提升学习体验。
医学研究辅助	提供研究思路、数据分析建议,辅助文献综述和实验设计。	加速研究进程,提高研究质量。
患者教育	模拟患者教育场景,训练学生如何向患者解释病情和治疗方案。	提高沟通能力,增强患者信任感。
跨学科知识整合	帮助整合医学与其他学科(如生物信息学、公共卫生)的知识,促进跨学科学习。	拓宽知识面,培养综合思维能力。
医学史与文化教育	提供医学史和文化背景知识,帮助学生理解医学发展脉络。	增强人文素养,培养全面医学视角。
辅助图像分析	辅助解读医学影像(如 X 光、MRI),提供初步诊断建议。	提高影像分析能力,辅助诊断训练。
团队协作训练	模拟多学科团队协作场景,训练学生在团队中的角色扮演和沟通能力。	提升团队协作能力,增强临床实践中的合作意识。
医学创新思维培养	提供创新案例和思维训练,激发学生的医学创新意识。	培养创新思维,推动医学技术进步。
心理健康支持	提供心理健康知识,辅助学生应对学习压力和职业倦怠。	促进学生心理健康,提高学习效率。
职业规划指导	提供医学职业发展建议,辅助规划职业路径。	明确职业目标,增强职业竞争力。

MRI:磁共振成像。

3.2 交互式教学与个性化学习 交互式教学是数字人 GPT 的一大优势,它可以根据学生的学习进度和反馈进行动态调整。例如,当学生在某个知识点上出现理解困难时,数字人 GPT 可以重新调整讲解的难度和方式,提供更加深入的解释或举例,直到学

生掌握为止。这种个性化的学习模式使得每个学生都能以自己的节奏和方式进行学习^[15]。交互式教学不仅能提高学生的知识掌握率,还能增强学习主动性和参与感。在医学教育中,这种教学模式尤为重要,因为医学知识复杂且快速更

新,传统的教学方法难以满足个体化的学习需求。

3.3 效果评估 尽管数字人GPT在医学教育中展现了巨大的潜力,但如何评估其教学效果仍然是一个重要的研究问题。通过定量和定性相结合的方式,研究者^[16]已开展了对数字人GPT教学效果的评估工作。通过比较学生的考试成绩、临床技能测试、反馈调查等发现,数字人GPT的教学效果与传统教学方法相比,具有较好的学习效果和学习体验^[17]。

4 数字人GPT在医学教育中的挑战

4.1 技术与伦理挑战 尽管数字人GPT在医学教育中展现了巨大的应用潜力,但其带来的技术与伦理问题也不可忽视^[9]。首先,数字人GPT所依赖的数据来源、训练算法等问题可能导致知识偏差或错误,影响教学质量。此外,如何确保患者隐私与数据安全,避免技术被滥用,也是必须面对的伦理挑战^[18]。

4.2 公众认可度 虽然AI在医学教育中的潜力巨大,但教师和学生对这一新兴技术的接受度仍然是一个重要因素。许多传统的医学教育工作者对AI的应用持保留态度,担心其可能代替教师的角色^[19]。对于学生而言,如何适应数字人GPT的教学方式,也是一个需要解决的问题。

4.3 内容质量和精准度 医学是一门高度精确的学科,任何细微的错误或不准确的信息都可能影响学生的学习成果^[20]。数字人GPT需要持续更新其医学知识库,并通过验证确保其内容的准确性。此外,如何确保GPT模型在医学知识传授中避免出现误导或错误信息,也是亟待解决的问题^[21]。

5 数字人GPT技术的优化和改进策略

随着AI技术的不断发展,数字人GPT在医学教育中的应用将逐步深入。未来,数字人GPT将不仅限于辅助教学,还可能在个性化医疗、患者教育、远程医疗等领域发挥更大作用。跨学科的合作与创新,将进一步推动数字人GPT技术的进步,从而为医学教育注入更多的创新和活力^[22]。

为了强化数字人GPT在医学教育中的优势,可以从多个方面进行优化和改进。首先,在知识库的深度与广度方面,可以通过定期更新医学数据库,整合最新研究成果、临床指南和医学文献,确保提供的信息与时俱进,增强权威性和实用性。同时,增加跨学科知识(如生物信息学、公共卫生学、医学伦理学等)的支持,帮助学生建立更全面的医学视

角,适应现代医学的多学科融合趋势。此外,强化多语言翻译和本地化能力,支持非母语学生使用,扩大适用范围,促进全球医学教育资源共享。

其次,在增强互动性与个性化方面,可以根据学生的学习进度、兴趣和薄弱点,动态推荐学习资源和练习题目,提高学习效率,满足不同学生的个性化需求。同时,提供实时反馈,包括知识掌握情况、学习建议和改进方向,帮助学生及时调整学习策略,提升学习效果。此外,开发更逼真的虚拟患者系统,支持问诊、诊断和治疗方案的模拟训练,增强临床技能训练的真实感和实用性。

在强化实践能力培养方面,可以通过增加多样化的真实病例和虚拟病例,涵盖常见病、罕见病和复杂病例,帮助学生积累临床经验,提升诊断和治疗能力。同时,整合医学影像识别技术,辅助学生解读X光、CT、MRI等影像资料,提高影像分析能力,辅助临床诊断训练。此外,开发手术模拟功能,支持学生练习手术步骤和操作技巧,能够增强外科实践能力,降低真实手术中的风险。

在提升用户体验方面,可以通过设计更直观、操作简便的用户界面,支持语音输入和自然语言交互,提高使用便捷性,降低学习门槛。同时,支持手机、平板、电脑等多种终端使用,满足学生随时随地学习的需求。此外,增加情感识别和反馈功能,提供更人性化的互动体验,增强用户粘性,提升学习兴趣。

在加强与其他教学模式的融合方面,数字人GPT可以作为床旁教学的辅助工具,提供实时知识支持和病例分析,弥补教师资源不足的问题,提升教学效率。同时,在PBL教学中提供问题背景知识、文献支持和讨论引导,增强PBL教学的深度和广度,提高问题解决效率。此外,作为远程教育的核心工具,数字人GPT可以提供课程讲解、答疑和考试支持,能够解决远程教育中互动不足的问题,提升学习效果(表2)。

在数据驱动与智能化方面,可以通过收集和分析学生的学习数据,生成学习报告和改进建议,帮助学生和教师了解学习进展,优化教学策略。同时,基于学生的学习行为,推荐适合的学习资源,提高学习效率,实现精准教学。此外,预测学生的学习难点和考试表现,提前提供针对性辅导,帮助学生提前解决问题,提升学习效果。

最后,在伦理与安全性保障方面,可以采用加密技术和隐私保护机制,确保学生数据的安全性和隐私性,增强用户信任,符合伦理和法律要求。同

时,建立医学内容审核机制,确保提供的信息准确、可靠,避免误导学生,保障教学质量。此外,提供医学伦理案例分析和决策支持,帮助学生理解伦理问题,增强学生的伦理意识,培养责任感。

表 2 床旁教学、PBL 教学与数字人 GPT 在医学教育中的区别

对比内容	床旁教学	PBL 教学	数字人 GPT
教学形式	学生可直接接触真实患者,教师现场指导。	以小组讨论为主,围绕真实或模拟的医学问题展开学习。	通过 AI 技术,提供虚拟互动和即时反馈,支持在线学习。
学习场景	病房、门诊等临床环境。	教室或在线平台,以小组讨论和问题解决为核心。	在线平台,学生可随时随地访问。
教师角色	主导教学,提供临床经验和实时指导。	引导者和助教,帮助学生自主探索问题。	无实体教师,GPT 作为虚拟助手提供知识支持和反馈。
学生角色	观察者、参与者,直接接触患者和实践。	主动学习者,通过讨论和协作解决问题。	自主学习者,与 GPT 互动获取知识和指导。
教学内容	以临床实践为主,包括病史采集、体格检查、诊断和治疗等。	以问题为导向,涵盖医学知识、临床推理和团队协作。	涵盖广泛的医学知识,包括理论、病例分析、文献解读等。
互动性	高,学生与患者、教师直接互动。	高,学生之间、学生与教师之间互动频繁。	中,学生与 GPT 互动,但缺乏人际互动。
实践性	高,学生直接参与临床实践。	中,通过模拟病例和问题解决培养实践能力。	低,主要通过虚拟互动和案例分析培养思维能力。
个性化学习	有限,教学内容以患者和临床需求为主。	较高,学生可根据兴趣和需求选择问题方向。	高,GPT 可提供个性化学习资源和反馈。
资源需求	需要临床环境、患者资源和教师时间。	需要教师引导、小组讨论空间和问题设计。	需要技术支持和稳定的网络环境。
学习效率	高,学生直接接触真实病例,直观学习。	中,通过讨论和协作学习,但可能耗时较长。	高,即时反馈和高效知识传递,但缺乏实践体验。
适用阶段	适用于临床实习和住院医师培训阶段。	适用于医学基础教育和临床前期教育。	适用于各阶段,尤其是理论学习、复习和远程教育。
优势	真实临床体验,培养实践能力和职业素养。	培养批判性思维、团队协作和自主学习能力。	高效、便捷,支持个性化学习和即时反馈。
局限性	依赖临床资源和教师时间,学生参与度可能不均。	需要精心设计问题和教师引导,可能偏离学习目标。	缺乏真实临床体验和人际互动,依赖技术。
典型案例	学生在病房观察教师问诊,并尝试独立采集病史。	学生小组讨论“1 例胸痛患者的诊断和治疗方案”。	学生向 GPT 询问“心肌梗死的病理机制”,GPT 提供详细解释和相关病例分析。

PBL:基于问题的学习;AI:人工智能。

通过以上优化措施,数字人 GPT 在医学教育中的优势可以得到显著强化。它不仅能够提供更全面、权威的医学知识,还能满足学生个性化需求,增强学习体验。通过虚拟患者、病例库和手术模拟,学生的临床技能将得到有效提升。优化界面和功能后,使用便捷性将大大提高。与床旁教学、PBL 教学和远程教育的有机结合,将进一步推动教学模式的创新。通过数据分析实现精准教学,保障数据隐私和内容可靠性,数字人 GPT 将成为医学教育中不可或缺的智能助手,推动医学教育的创新与发展。

6 结 论

数字人 GPT 在医学教育中已经展示出了巨大的潜力,尤其在临床技能训练、医学知识传授、医患沟通等方面具有广泛的应用前景。尽管目前存在诸多挑战,如公众认可度、内容质量和精确度等方面,但随着技术的不断进步,数字人 GPT 将在医学教育中扮演越来越重要的角色。通过不断优化其功能,结合个性化学习需求,数字人 GPT 有望为医学教育带来深刻的变革。

伦理声明 无。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突。

作者贡献 王源、余情、张敏、白春学、宋元林:修改文稿;杨达伟:选题、撰写、修改文稿。

参考文献

- [1] XIAO H G, ZHOU F Z, LIU X Y, et al. A comprehensive survey of large language models and multimodal large language models in medicine[J]. Inf Fusion, 2025, 117: 102888.
- [2] ABDULLAH Y I, SCHUMAN J S, SHABSIGH R, et al. Ethics of artificial intelligence in medicine and ophthalmology[J]. Asia Pac J Ophthalmol (Phila), 2021, 10(3): 289–298.
- [3] DEVLIN J, CHANG M W, LEE K, et al. BERT: pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding [C]// Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers). Minneapolis, Minnesota: Association for Computational Linguistics, 2019: 4171–4186.
- [4] VASWANI A, SHAZEER N, PARMAR N, et al. Attention Is All You Need [C]//NIPS' 17: Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems. 2017: 6000–6010.
- [5] 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 Digit Health, 2023, 2(2): e0000198.
- [6] LEE J, KIM H, KRON F. Virtual education strategies in the context of sustainable health care and medical education: a topic modelling analysis of four decades of research[J]. Med Educ, 2024, 58(1): 47–62.
- [7] DOMRÖS-ZOUNGRANA D, RAJAEEN N, BOIE S, et al. Medical education: considerations for a successful integration of learning with and learning about AI [J]. J Med Educ Curric Dev, 2024, 11: 23821205241284719.
- [8] COOK D A. Creating virtual patients using large language models: scalable, global, and low cost[J]. Med Teach, 2025, 47(1): 40–42.
- [9] JOBIN A, IENCA M, VAYENA E. The global landscape of AI ethics guidelines[J]. Nat Mach Intell, 2019, 1(9): 389–399.
- [10] KATZNELSON G, GERKE S. The need for health AI ethics in medical school education [J]. Adv Health Sci Educ Theory Pract, 2021, 26(4): 1447–1458.
- [11] GHIRITI A, GÖDERLE W, KERN R. Exploring the capabilities of GPT4-vision as OCR engine[M]//Linking Theory and Practice of Digital Libraries. Cham: Springer Nature Switzerland, 2024: 3–12.
- [12] ISSA W B, SHORBAGI A, AL-SHARMAN A, et al. Shaping the future: perspectives on the integration of artificial intelligence in health profession education: a multi-country survey[J]. BMC Med Educ, 2024, 24(1): 1166.
- [13] ORRÛ G, PIARULLI A, CONVERSANO C, et al. Human-like problem-solving abilities in large language models using ChatGPT[J]. Front Artif Intell, 2023, 6: 1199350.
- [14] SNOGREN M, EK K, BROWALL M, et al. Impacts on oral health attitude and knowledge after completing a digital training module among Swedish healthcare professionals working with older adults[J]. BMC Health Serv Res, 2024, 24(1): 174.
- [15] NAGI F, SALIH R, ALZUBAIDI M, et al. Applications of artificial intelligence (AI) in medical education: a scoping review[J]. Stud Health Technol Inform, 2023, 305: 648–651.
- [16] WÓJCIK S, RULKIEWICZ A, PRUSZCZYK P, et al. Reshaping medical education: performance of ChatGPT on a PES medical examination [J]. Cardiol J, 2024, 31 (3) : 442–450.
- [17] LONG O Y, WU J, XU J, et al. , Training language models to follow instructions with human feedback [C]//NIPS' 22: Proceedings of the 36th International Conference on Neural Information Processing Systems. 2022: 27730–27744.
- [18] MITTELSTADT B. Principles alone cannot guarantee ethical AI [J]. Nat Mach Intell, 2019, 1(11): 501–507.
- [19] MOULIN T C. Learning with AI language models: guidelines for the development and scoring of medical questions for higher education[J]. J Med Syst, 2024, 48(1): 45.
- [20] WIGGINS W F, TEJANI A S. On the opportunities and risks of foundation models for natural language processing in radiology [J]. Radiol Artif Intell, 2022, 4(4): e220119.
- [21] MEKKI Y M, SIMON L V, FREEMAN W D, et al. Medical education metaverses (MedEd metaverses): opportunities, use case, and guidelines[J]. Computer, 2025, 58(3): 60–70.
- [22] TIAN S, JIN Q, YEGANOVA L, et al. Opportunities and challenges for ChatGPT and large language models in biomedicine and health [J]. Brief Bioinform, 2023, 25 (1) : bbad493.

引用本文

王 源,余 情,张 敏,等.数字人GPT在医学教育领域的应用现状及研究进展[J]. 元宇宙医学,2025,2(1):51–56.

WANG Y, YU Q, ZHANG M, et al. Current situation and research progress of digital human GPT in medical education [J]. Metaverse Med, 2025, 2(1): 51–56.