

# 生成式人工智能在中医药学教育中的应用与挑战



李志强<sup>1</sup>, 王雪峰<sup>1</sup>, 曹 凤<sup>1</sup>, 王彦丁<sup>2</sup>, 费宇彤<sup>1</sup>, 刘建平<sup>1</sup>

1. 北京中医药大学循证医学中心 (北京 100029)

2. 路德维希-马克西米利安-慕尼黑大学医学院医学信息处理、生物统计和流行病学研究所, 佩滕科费尔公共卫生学院 (德国慕尼黑 81377)

**【摘要】**以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能 (generative artificial intelligence, GenAI), 自面世以来受到教育界的广泛关注与讨论。诸多学者已从各自专业角度出发论述过 GenAI 对医学教育领域的重大影响及潜在的应用价值, 包括医学遗传学、护理学、检验医学等领域。GenAI 的发展必将深入融合到更多医学教育场景中, 并为未来医疗领域带来便利。中医药学教育作为有别于现代医学教育的医学体系, 在理论、诊疗方法和临床实践等方面具有自身的独特性, 是否能将 GenAI 应用于中医药学教育领域中, 达到补充和增强中医药学的教育发展, 以及如何应对 GenAI 在教育实践应用过程中出现的错误、偏见、隐私等质疑与挑战, 值得深入探讨。因此, 本文分析了 GenAI 在中医药学教育中的潜在应用前景、挑战与对策, 旨在为 GenAI 应用于中医药学教育提供参考, 以更好地适应医学的快速发展。

**【关键词】**生成式人工智能; ChatGPT; 医学教育; 中医药

**【中图分类号】**G 642.0 **【文献标识码】**A

## Potential applications and challenges of generative artificial intelligence in traditional Chinese medicine education

LI Zhiqiang<sup>1</sup>, WANG Xuefeng<sup>1</sup>, CAO Feng<sup>1</sup>, WANG Yanding<sup>2</sup>, FEI Yutong<sup>1</sup>, LIU Jianping<sup>1</sup>

1. Centre for Evidence-Based Chinese Medicine, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 100029, China

2. Institute for Medical Information Processing, Biometry, and Epidemiology (IBE), Faculty of Medicine, LMU Munich, Pettenkofer School of Public Health, Munich 81377, German

Corresponding author: LIU Jianping, Email: liujp@bucm.edu.cn

**【Abstract】**Since its introduction, generative artificial intelligence (GenAI) has received extensive attention and discussion in the education sector. Scholars from various disciplines have elaborated on the significant impact and potential applications of GenAI in the field of medical education, including medical genetics, nursing, and laboratory medicine. The development of GenAI is poised to integrate deeply into more medical education

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202405022

基金项目: 国家中医药管理局中医药创新团队及人才支持计划项目 (ZYXCXTD-C-202006); 国家中医药管理局高水平中医药重点学科建设项目 (zyzdxx-2023249)

通信作者: 刘建平, 博士, 教授, 博士研究生导师, Email: liujp@bucm.edu.cn

scenarios, bringing convenience to the future medical field. Traditional Chinese medicine (TCM) education, distinct from modern medical education in its theories, diagnostic methods, and clinical practices, has its unique characteristics. It is worth exploring whether GenAI can be applied to TCM education to complement and enhance its educational development, and how to address concerns regarding errors, biases, and privacy during the practical application of GenAI in education. Therefore, this paper analyzes the potential applications, challenges, and countermeasures of GenAI in TCM education, aiming to provide references for the application of GenAI in TCM education to better adapt to the rapid development of medicine.

**【Keywords】** Generative artificial intelligence; ChatGPT; Medical education; Traditional Chinese medicine

作为人工智能 (artificial intelligence, AI) 的重要分支, 生成式人工智能 (generative artificial intelligence, GenAI) 技术近年来迅猛发展。GenAI 通常基于神经网络的模型来学习和理解大量训练数据中的模式和特征, 并生成新的内容, 如图像和文本等, 以提供信息支持和学习辅助<sup>[1]</sup>。而教育的发展依赖于知识的传播与创新, 因此, 将 GenAI 应用于医学教育领域引起广泛关注, 并有助于推动该领域进一步的数字化转型。

目前该技术的应用不仅局限于西医教育, 已开始渗透到中医学教育中, 为中医药教学范式和效率带来潜在变革。中医学作为一个具有深厚文化底蕴和复杂理论的传统医学体系, 其教育发展面临着知识传承和创新的双重挑战。王永炎等研究强调中医教育中结合现代科技的重要性, 这有助于推动文化交流和知识传承<sup>[2]</sup>, 而利用先进的科技手段能够提高中医药教育的效率和教学质量<sup>[3]</sup>, 弥补中医药与现代科技间的鸿沟<sup>[4]</sup>。中医学教育不仅需要向医学生传授丰富的理论知识, 还要注重实践技能培养。在这一背景下, 探讨 GenAI 在中医药学教育中的潜在应用及其可能带来的影响和变革极其重要。本文旨在综合分析 GenAI 在医学教育中的应用现状, 以探索其在中医药学教育中的潜在应用场景, 并围绕应用 GenAI 教育面临的问题与挑战, 提出应对策略, 为中医药教育领域的教学创新和方法改进提供理论支持和思路指导。由于 AI、GenAI 和 ChatGPT 间存在概念混淆, 图 1 可直观、清晰地展示 AI、GenAI 和 ChatGPT 间的关系。案例展示以 GenAI 代表性应用 ChatGPT 进行。

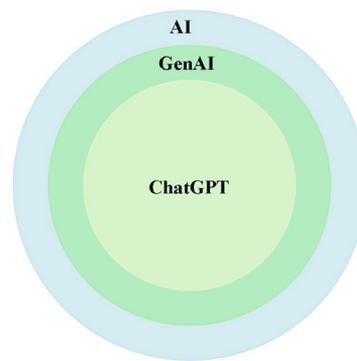


图1 AI、GenAI和ChatGPT间的嵌套模型  
Figure 1. Nested models among AI, GenAI, and ChatGPT

## 1 GenAI在医学教育中的应用现状

在医学教育领域, GenAI 能通过模拟人类对话支持医学知识的传授和临床技能培养, 为医学生和教育工作者提供了新的学习和教学方法<sup>[5]</sup>, 并在循证医学、护理、检验医学和医学遗传学等多个领域得到拓展和应用<sup>[6-9]</sup>。

GenAI 在医学教育中的一项潜在应用是作为医学知识的来源。两项研究评估了 GenAI 代表性应用工具 ChatGPT 在美国医学执照考试标准化测试中的表现, 结果发现, ChatGPT 不仅能够辅助学生理解复杂的医学问题, 还能够培养学生临床推理能力, ChatGPT 获得了相当于 3 年级医学生的及格分数<sup>[10-11]</sup>。然而, Huh 等<sup>[12]</sup>在比较 ChatGPT 与韩国医学生在寄生虫学考试中的表现后指出, 该工具在知识和解释能力方面还不足以与医学生媲美, 仍有提升空间。此外, 以 ChatGPT 为代表的 GenAI 作为个性化学习工具的潜力也受到了关

注, Bommineni 等<sup>[13]</sup>展开的预科教育研究显示, ChatGPT 在医学院入学考试中展现了其为来自不同背景的学生提供有价值解释和附加测试题的潜力, 这有助于推动个性化和公平教育。

在医学教育中, GenAI 另一项潜在作用是可以被用作教学辅助工具, 生成医学教学内容, 如应用于模拟病例讨论分析和临床决策训练, 这有助于提高学生的临床技能和决策能力。Eysenbach 等<sup>[14]</sup>指出, 通过生成虚拟患者模拟和评估医学生的临床沟通技能, 该项技术能够提高教学效率和学生的学习动机, 提供个性化的学习体验, 增强学生对复杂医学概念的理解, 并提升教学研究效率。Moldt 等<sup>[15]</sup>通过调查医学生对 AI 和医学聊天机器人的态度和知识水平的定性研究, 指出将 AI 和数据能力以结构化的方式教授, 并融入医学课程教学中, 对于增强教学质量、提升学习效率和支持教育资源开发与优化方面具有重要价值。同时, 也有助于提高未来医生对 AI 技术的理解和应用能力。

## 2 GenAI在中医药学教育领域的应用前景

### 2.1 辅助教学和个性化学习

GenAI 在中医药教育中最重要的一项应用是作为教学辅助工具, 并引发医学教育的范式转变<sup>[14-15]</sup>。中医药学科涵盖了深厚的理论知识和文化体系, 教学过程中, 学生常面临理论课程理解困难、术语解释深奥难懂等问题。通过对 GenAI 进行中医理论知识的脚本训练后, GenAI 可以生成与中医药课程内容相关的问答、模拟对话和案例分析等, 合理地回答学生提出的问题, 并即时反馈, 帮助学生更好地理解和掌握复杂的中医药理论。GenAI 可根据中医经典文献生成关键概念的解释, 或者创建关于中药配伍、诊断方法等方面的交互式练习, 从而激发并增强学生的学习动机和参与度。需要注意得是, 当采用理论知识脚本进行训练时, 若提供给 GenAI 较少信息时, 其生成的答案和内容合理性程度会降低<sup>[16]</sup>。GenAI 在中医药教育中的应用不仅限于传授知识, 还包括提供个性化和互动式的学习体验<sup>[1, 17]</sup>。这不仅能显著提高医学生的参与度和学习效果, 还能让学生更深入地理解中医概念。此外, GenAI 也能够生成富有创意性的教育内容, 提升教学的趣味性和吸引力。Benoit 等<sup>[18]</sup>研究显示, GenAI 在制

作真实临床故事方面具有巨大潜力, 可以降低教育资源成本。同时, 它还支持复杂的教学场景模拟, 能根据学生的学习进度和兴趣点, 提供定制化学习材料和练习, 识别学生的弱点, 更好地满足不同学生的学习需求, 解决他们在学习过程中遇到的难题。GenAI 的可互动特性有助于鼓励学生提出问题, 并带着问题去探索, 促进了主动学习和批判性思维的发展<sup>[1, 17]</sup>。

然而, 在将 GenAI 应用于教学辅助等实际应用中, ChatGPT 等 GenAI 工具可能会生成不准确或错误的信息, 进而误导学生的理解和学习方向。因此, 必须采取多种措施确保其回答的准确性、可靠性和充分性。首先, 必须对 GenAI 进行严格的训练和测试, 以确保其生成的回答能够准确反映中医药理论和实践。教师在使用 GenAI 提供的答案时应进行仔细审查和验证, 以确保信息的准确性。同时, 鼓励学生对 GenAI 的回答保持批判性思维, 不盲目接受其提供的所有信息, 而是通过其他资源进行核实和验证。其次, 建议采用混合教学模式, 将 GenAI 与传统教学方法相结合。教师可以利用 GenAI 生成的内容作为辅助材料, 而不是主要教学内容, 以充分发挥 GenAI 的优势, 同时规避其潜在的不足。最后, 应建立反馈机制, 不断优化 GenAI 的性能。学生和教师在使用过程中应积极反馈 GenAI 的表现, 指出其错误和不足之处, 帮助开发者改进模型, 提升其在教育场景中的适用性和准确性。

### 2.2 临床技能训练

现代中医药教育中另一个重要方面是培养学生病例分析能力、医患沟通和临床思维能力。GenAI 在此领域发挥着关键作用, 通过模拟病例分析和临床决策训练, 为学生提供了一个安全无风险的实践环境。这种模拟训练方式允许学生在进入临床实践之前, 积累诊断和治疗策略的经验。GenAI 能够生成具有特定症状和体征的虚拟患者案例, 利用疾病脚本提供模拟患者体验, 使学生得以练习病史采集<sup>[16]</sup>。在这个过程中, 学生能练习诊断、制定治疗计划, 并通过与 GenAI 交互获得即时的反馈和指导, 有效提升其临床推理能力和决策技能。

虽然 GenAI 在操作技能训练方面的帮助有限, 但在辅助学习交流技能的发展上发挥了重要作用, 尤其在医患沟通中将发挥越来越重要的作用。

此外, GenAI 还能够与语音识别, 虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 等其他新技术相结合, 从而提供一个更加综合的学习环境, 创建更加沉浸式的学习体验<sup>[16]</sup>。例如, 北京中医药大学利用 AI+VR 技术 + 中医四诊理论, 建立的中医诊断虚拟仿真实训室“中医诊断舱”, 能够模拟中医诊断过程, 为医学生提供诊疗所需知识、经验和方法, 启发思维, 辅助诊断, 实现了中医诊断数字化教学。而在未来或可通过结合 GenAI 技术强大的图像、文本、音频交互技术, 快速生成中药及经络循行的影像, 模拟中药材识别、经络循行判别和针灸技术的训练, 在互动中帮助学生更好地理解 and 掌握知识, 而且 GenAI 能够提供即时反馈和个性化学习路径, 能使学生依据个体进度进行探索, 让医学生在虚拟试验平台中增强学习效果, 更快的掌握专业临床技能。

### 2.3 中医药语言翻译和传播

在中医药学术语言翻译和跨文化交流方面, GenAI 有望发挥关键作用<sup>[17, 19]</sup>。由于中医药术语和理论在国际文化交流中存在理解差异, GenAI 可以帮助中医学生更好地表达中医概念, 促进中医医疗知识在全球范围内的传播。同时, 通过提供即时的多语言翻译服务, GenAI 也有助于非中文背景的学生跨越语言障碍学习中医药文化知识, 并促进国际的学术交流。GenAI 与传统 AI 语言翻译技术存在显著差异。首先, GenAI 通过大规模学习从海量文本中提取知识, 更注重理解上下文和语境, 能够处理中医领域复杂的语言结构和特殊术语, 使得其翻译更为贴近人类语言表达习惯, 而非逐字逐句地转换。其次, GenAI 具备强大的上下文理解能力, 能够处理更复杂的语境, 使其在长句、篇章以及专业术语的翻译中表现更为出色。GenAI 在通用性和灵活性方面有所提升, 在翻译相关专业名词中表现出较高的水准, 对中医经典的医书也有一定的理解力。但是中医药术语在国际上存在理解差异, 与专业的翻译人员翻译相比, GenAI 仍存在一定的差距。因此, 将 GenAI 应用于中医药经典医书语言翻译传播时, 仍建议结合专业人士的审查和纠正, 以确保翻译的准确性和专业性<sup>[20]</sup>。

### 2.4 中医药文献检索与信息提取

GenAI 在理解、收集整理和利用信息方面具

有便捷、迅速等优势<sup>[21]</sup>。在中医领域的文献阅读和分析应用中, GenAI 能通过对大量文献进行阅读分析, 为研究者提供输入文件中有关中医学科的最新发展趋势和研究方向的信息, 并快速形成报告, 不仅提高了研究效率和深度, 便于研究者高效查阅, 而且推动了中医学科的进一步发展。需要注意得是, 使用 GenAI 进行文献检索, 如 ChatGPT 可能存在捏造参考文献现象, 这引发了对学术诚信的严重担忧。因此应加强和提高师生和科研人员 GenAI 知识教育, 了解这些工具的局限性和潜在风险, 并对提供的文献保持警觉和批判性思维。除此之外, 应采用多层次的验证机制, 包括机器和人工审核相结合的方式, 确保最终生成的文献信息及来源经过严格的审查和验证, 进而确保信息公开透明和准确可靠。

GenAI 还支持学术研究, 对于自然语言的理解和处理能够协助提取中医药文献中的关键信息, 支持文献中信息数据的提取、整合和分析, 为未来中医药领域的循证医学证据自动合成与分级提供强大的技术支持<sup>[22]</sup>, 解决了人工提取数据耗时、耗力、准确率有限的问题。图 2 展示了以 ChatGPT 为代表的 GenAI 在数据提取方面的精准功能。然而, 这种数据提取的准确性不仅依赖于用户的反馈机制, 还需要考虑 ChatGPT 能够处理的文本信息量。这对于持续改进模型至关重要, 它可以帮助识别潜在的错误, 并逐步提升信息提取的准确度。

### 2.5 中医药继续教育

继续教育是医学专业人士维持和提升其职业竞争能力的重要手段<sup>[23]</sup>。GenAI 在继续教育中的应用不仅促进知识共享和查询, 而且随着 GenAI 技术迭代更新, 有助于个性化学习路径的不断优化、多模态信息的整合以及实时互动答疑能力的提高。这将进一步支持专业人士的学习和发展, 满足他们的终身学习需求。通过提供最新的中医药学术研究、临床指南和案例分析, GenAI 能作为一个快速响应的查询工具, 帮助中医药专业人士及时更新其知识库, 掌握最新的医疗技术和治疗方法, 了解其从业领域的发展趋势, 从而提高中医药人才专业服务水平、保持专业竞争力<sup>[23]</sup>。此外, GenAI 还可以作为一个平台, 促进中医药与其他医学领域专家之间的知识交流和合作, 通过生成跨学科的讨论和研究内容, 打破学科间的

壁垒，促进医学知识的综合和创新。这些未来发展方向有望提高 GenAI 在中医药继续教育中的实际应用效果，使其更加贴合医学专业终身学习的需求。同时，GenAI 也满足了继续教育培训形式

多样化的需求<sup>[24]</sup>，然而，需要注意得是，应加强该技术在继续教育培训后的评价反馈，这为研究评估薄弱环节，制定下一步的培训计划、提高教学质量提供依据。



图2 ChatGPT信息数据提取示例

Figure 2. Examples of ChatGPT information data extraction

注：示例为健脾胃气法治疗慢性萎缩性胃炎随机对照试验的系统评价。

### 3 GenAI在中医药教育应用中面临的挑战和应对策略

#### 3.1 对学生创新思维的影响

中医深受中国传统文化和哲学的深刻影响，其教学强调理论与实践相结合，注重培养学生独立思考的能力。GenAI 在中医药教育中的应用可能会对学生的创新、批判性思维、独立判断和问题解决能力产生影响，这些能力的培养至关重要，因为对于做出准确的临床诊疗决策具有不可替代的作用。然而，过度依赖于 GenAI 提供的标准化答案，会限制学生探索多样化思维路径的机会，减少人际互动和参与，进而削弱与患者互动的技能<sup>[25]</sup>。

随着 GenAI 在医学领域的广泛应用，考虑到其对评估知识有效性的潜在影响，可能需要调整评估方法<sup>[26]</sup>。而为了克服依赖 GenAI 可能带来的创新思维限制，建议将其作为传统教学方法的补充而非替代。结合传统的面对面授课、案例讨论和实践操作，可以确保学生获得全面而深入的学习体验。例如，GenAI 可以用于初步解释概念，而详细的讨论和深入分析则在课堂上进行。在使用 GenAI 作为教学工具时，教师应发挥主导作用，监督和指导学生正确使用该工具，同时增强师生

互动，通过组织讨论会帮助学生批判性地分析和评估 GenAI 提供的信息。为限制学生对 GenAI 过度依赖和滥用的可能性<sup>[17]</sup>，特别是在常规的医学训练和医学作业中，可以考虑使用反 GenAI (GPTZero) 软件<sup>[27]</sup>。这有助于维持学生的独立思考和解决问题的能力，确保他们在医学实践中保持高水平专业技能。

#### 3.2 教学质量的内容和质量安全性

医学是一个高度专业化且不断发展的领域，要求医学教学内容不仅准确而且要保持不断更新。中医药教育涉及到临床实践和患者安全，因此确保教学内容的准确性和适用性尤为重要。鉴于 GenAI 生成的内容可能缺乏对中医药特有文化和哲学背景的深刻理解，并可能生成虚假的内容，且虽然 GenAI 能提供大量的医学教育知识，但其性能和输出受到训练数据集限制，导致呈现出表述上合理的“幻象”，而不加判别的使用，会导致传播不正确的医疗信息<sup>[17, 28]</sup>。因此，对其内容的准确性和适用性仍需谨慎评估，保持评判性态度，在医学教育的实际应用仍需要高水平教师监控和评判。

采取预防措施对于防止此类潜在问题至关重要。如果训练数据存在偏倚<sup>[17, 29]</sup>，GenAI 生成的内容也可能反映这些偏倚，从而在医学教育中传播错误的信息或有偏倚的信息。例如，如果训练

数据中的临床案例主要基于特定人群, GenAI 可能在处理其他人群的医学问题时表现出偏倚。因此, 为保证教学质量的安全性和安全性, 建议定期对 GenAI 生成的教学材料进行审核, 必须始终使用可靠、基于证据的来源(例如实践指南、同行评审文献和可信医学数据库)来验证信息<sup>[30]</sup>。同时, 专业的中医药教师应定期更新和校正 GenAI 的输出内容, 以确保其与中医药的最新研究和临床实践保持一致, 因此这也对教师的数字化素养提出了更高的要求。此外, 相对于系统接受医学教育的教师而言, 医学生在区分真实知识和未经证实的信息方面存在局限性。因此, 可以通过加强培训和指导, 让学生了解如何使用 GenAI, 辨别和审查其提供信息的有效性, 避免不准确或欺骗性的信息<sup>[31]</sup>。

### 3.3 伦理和数据隐私问题

随着 GenAI 在医学教育中的应用增加, 数据安全和隐私保护至关重要, 需确保 GenAI 应用符合伦理标准<sup>[8]</sup>。在医学教育中应用 GenAI 时, 虽然其能够进行详细的医学数据分析, 提高研究效率<sup>[15]</sup>, 但若缺乏适当的隐私保护, 可能导致个人信息或患者数据不当使用或泄露, 进而影响信息安全和医患关系。为确保数据安全, 应采取相应措施, 如数据加密和匿名化处理, 以保护共享的信息。同时, 通过明确通报数据的收集、使用和存储方式, 提高透明度和信任度。尽管目前医学教育领域对于 GenAI 的使用与否, 以及如何合理使用存在争议, 但其在医学教育领域中的应用增长是毋庸置疑的<sup>[5-14]</sup>。因此, 医学教育工作者需要合理地将 GenAI 融入医学教育课程, 并强化对研究人员和学生正确和符合伦理使用 GenAI 的教育和培训<sup>[32]</sup>, 这有助于促进对相关伦理和责任问题的理解, 为医学生在将来从事医疗相关领域有效并合乎道德地使用 GenAI 做好准备。

## 4 结语

本文探讨了在医疗保健数字化的背景下<sup>[33]</sup>, GenAI 在中医药教育领域发挥的巨大潜力和应用价值, 包括知识传授、临床技能训练和跨文化语言翻译等方面, GenAI 不仅能够辅助医学教学, 提供个性化和互动式的学习体验, 而且能应用在模拟临床病例分析和临床决策训练中, 提高学生的临床技能和决策能力。此外, GenAI 还能促进

学生自主学习、促进继续教育、激发创新和批判性思维。但既要充分认识到 GenAI 在中医学教育中的价值, 也要意识到其在中医教育中可能带来的问题与挑战。

与既往探讨 GenAI 应用于医学遗传学、护理学、检验医学等领域的研究相比, 本研究专注于 GenAI 技术的整体潜力, 而非单一的应用软件<sup>[7-9]</sup>。强调 GenAI 技术在中医药理论教育、临床路径问题解决以及中医药文化国际传播中的应用, 旨在展示其在这些领域的具体优势和潜在影响。通过深入分析和具体案例, 期望为中医药教育提供更全面和创新的辅助工具, 一些潜在应用也需要结合先进的科技工具如 VR/AR 技术。然而, GenAI 在中医药教育中的应用也带来了一些挑战, 如可能影响学生的创新思维和独立解决问题的能力, 以及对教学内容质量和安全性的影响。因此, 需要思考和面对 GenAI 在医学实践中应用的局限性, 在遵守现有的政策法规、道德伦理规范、学术指南前提下<sup>[34]</sup>, 有效地整合 GenAI 与传统中医教学方法, 强化师生互动, 并在教师的指导下合理使用这一工具, 这有利于保证教学质量的安全性和安全性, 最大限度地发挥 GenAI 的优势。在医学教育中使用 GenAI 也应强调道德规范、学术诚信, 同时考虑到患者安全、数据保护、问责制、透明度, 以确保医学生在整个医学教育生涯和未来的临床实践中坚守最高的专业和道德标准。

未来, 随着 GenAI 在中医药教育中的应用, 还需着重考虑以下几个方面: ①教学内容和方法的创新, 即研究如何将 GenAI 更有效地融入中医药的高等教育与教学中, 包括开发更符合中医药特色的教学内容, 探索新的教学方法和模式。②提升医学教育工作者的数字素养, 这要求他们需要持续的学习 GenAI 技术, 了解其基本原理和应用场景, 既需要培养创新思维, 还需掌握代表性的 GenAI 应用工具, 以便更好地进行课堂教学和学生指导。③系统评估 GenAI 在中医学教育中提高学生学习效果方面的实际成效, 包括知识掌握、临床技能的提升以及创新思维的激发, 这需要建立明确的评估标准和方法, 确保评估的科学性和客观性。总而言之, GenAI 在中医学教育领域具有广泛的应用前景和潜力, 尤其是在促进中医药教育和实践上, 其有望成为中医药传承与创新的重要工具之一。

## 参考文献

- 1 Sallam M. ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: systematic review on the promising perspectives and valid concerns[J]. *Healthcare (Basel)*, 2023, 11(6): 887. DOI: [10.3390/healthcare11060887](https://doi.org/10.3390/healthcare11060887).
- 2 王永炎, 王忠, 廖星. 重始源, 守正创新奋力中医中药学科建设[J]. *中国中药杂志*, 2022, 47(9): 2273–2276. [Wang YY, Wang Z, Liao X. Originality and innovation of disciplinary development of traditional Chinese medicine[J]. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 2022, 47(9): 2273–2276.] DOI: [10.19540/j.cnki.cjcm.20220324.601](https://doi.org/10.19540/j.cnki.cjcm.20220324.601).
- 3 Wenping Ai. Research on the application of artificial intelligence in traditional Chinese medicine online education[C]. *International Conference on Biomedical and Intelligent Systems (IC-BIS 2022)*. 2022: 124583K–1–124583K–4.
- 4 Wang Y, Shi X, Li L, et al. The impact of artificial intelligence on traditional Chinese medicine[J]. *Am J Chin Med*, 2021, 49(6): 1297–1314. DOI: [10.1142/S0192415X21500622](https://doi.org/10.1142/S0192415X21500622).
- 5 Shimizu I, Kasai H, Shikino K, et al. Developing medical education curriculum reform strategies to address the impact of generative AI: qualitative study[J]. *JMIR Med Educ*, 2023, 9: e53466. DOI: [10.2196/53466](https://doi.org/10.2196/53466).
- 6 罗旭飞, 吕晗, 史乾灵, 等. 大语言模型在循证医学领域的应用[J]. *中国循证医学杂志*, 2024, 24(4): 373–377. [Luo XF, Lyu H, Shi QL, et al. The application of large language models in evidence based medicine[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2024, 24(4): 373–377.] DOI: [10.7507/1672-2531.202312067](https://doi.org/10.7507/1672-2531.202312067).
- 7 罗华宇, 许敏, 曾朝蓉, 等. ChatGPT 在护理领域中应用的前景与挑战[J]. *中华护理教育*, 2023, 20(12): 1520–1523. [Luo HY, Xu M, Zeng CR, et al. Prospects and challenges of ChatGPT application in the nursing field[J]. *Chinese Journal of Nursing Education*, 2023, 20(12): 1520–1523.] DOI: [10.3761/j.issn.1672-9234.2023.12.019](https://doi.org/10.3761/j.issn.1672-9234.2023.12.019).
- 8 梅景翌, 高艳红. ChatGPT 在检验医学中的应用挑战[J]. *标记免疫分析与临床*, 2023, 30(4): 695–698. [Mei JZ, Gao YH. Application challenges of ChatGPT in laboratory medicine[J]. *Labeled Immunoassays and Clinical Medicine*, 2023, 30(4): 695–698.] DOI: [10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2023.04.031](https://doi.org/10.11748/bjmy.issn.1006-1703.2023.04.031).
- 9 杨玲, 刘雯, 左俊. ChatGPT 在医学遗传学教学中的运用[J]. *中国优生与遗传杂志*, 2023, 31(6): 1283–1285. [Yang L, Liu W, Zuo G. The application of ChatGPT in medical genetics teaching[J]. *Chinese Journal of Birth Health & Heredity*, 2023, 31(6): 1283–1285.] DOI: [10.13404/j.cnki.cjbhh.20230426.001](https://doi.org/10.13404/j.cnki.cjbhh.20230426.001).
- 10 Gilson A, Safranek CW, Huang T, et al. How does ChatGPT perform on the United States medical licensing examination? The implications of large language models for medical education and knowledge assessment[J]. *JMIR Med Educ*, 2023, 9: e45312. DOI: [10.2196/45312](https://doi.org/10.2196/45312).
- 11 Mbakwe AB, Lourentzou I, Celi LA, et al. ChatGPT passing USMLE shines a spotlight on the flaws of medical education[J]. *PLOS Digit Health*, 2023, 2(2): e0000205. DOI: [10.1371/journal.pdig.0000205](https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000205).
- 12 Huh S. Are ChatGPT's knowledge and interpretation ability comparable to those of medical students in Korea for taking a parasitology examination: a descriptive study[J]. *J Educ Eval Health Prof*, 2023, 20: 1. DOI: [10.3352/jeehp.2023.20.1](https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.1).
- 13 Bommineni VL, Bhagwagar S, Balcarcel D, et al. Performance of ChatGPT on the MCAT: The Road to Personalized and Equitable Premedical Learning[J]. *medRxiv*, 2023. DOI: [10.1101/2023.03.05.23286533](https://doi.org/10.1101/2023.03.05.23286533).
- 14 Eysenbach G. The role of ChatGPT, generative language models, and artificial intelligence in medical education: a conversation with ChatGPT and a call for papers[J]. *JMIR Med Educ*, 2023, 9: e46885. DOI: [10.2196/46885](https://doi.org/10.2196/46885).
- 15 Moldt JA, Festl-Wietek T, Madany Mamlouk A, et al. Chatbots for future docs: exploring medical students' attitudes and knowledge towards artificial intelligence and medical chatbots[J]. *Med Educ Online*, 2023, 28(1): 2182659. DOI: [10.1080/10872981.2023.2182659](https://doi.org/10.1080/10872981.2023.2182659).
- 16 Holderried F, Stegemann-Philipps C, Herschbach L, et al. A generative pretrained transformer (GPT)-powered chatbot as a simulated patient to practice history taking: prospective, mixed methods study[J]. *JMIR Med Educ*, 2024, 10: e53961. DOI: [10.2196/53961](https://doi.org/10.2196/53961).
- 17 Preiksaitis C, Rose C. Opportunities, challenges, and future directions of generative artificial intelligence in medical education: scoping review[J]. *JMIR Med Educ*, 2023, 9: e48785. DOI: [10.2196/48785](https://doi.org/10.2196/48785).
- 18 Benoit J. ChatGPT for clinical vignette generation, revision, and evaluation[J]. *medRxiv*, 2023. DOI: [10.1101/2023.02.04.23285478](https://doi.org/10.1101/2023.02.04.23285478).

- 19 邓珍珍,于雅丽,沈艺. 中医语言的模糊性及英译方法探讨[J]. 国际中医中药杂志, 2018, 40(11): 1079–1081. [Deng ZZ, Yu YL, Shen Y. Translation strategy of fuzzy language in traditional Chinese medicine[J]. International Journal of Traditional Chinese Medicine, 2018, 40(11): 1079–1081.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4246.2018.11.018](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4246.2018.11.018).
- 20 陈媛. 基于术语翻译的中医体系重构: 知识生产视角[J]. 外语与翻译, 2024, 31(3): 47–54. [Chen Y. Reconstruction of the traditional Chinese medicine system based on terminology translation: a knowledge production perspective[J]. Foreign Languages and Translation, 2024, 31(3): 47–54.] DOI: [10.19502/j.cnki.2095-9648.2024.03.005](https://doi.org/10.19502/j.cnki.2095-9648.2024.03.005).
- 21 Stokel-Walker C, Van Noorden R. What ChatGPT and generative AI mean for science[J]. Nature, 2023, 614(7947): 214–216. DOI: [10.1038/d41586-023-00340-6](https://doi.org/10.1038/d41586-023-00340-6).
- 22 常健博, 陈亦豪, 冯铭, 等. 医智融合开启循证医学新时代[J]. 中华医学杂志, 2022, 102(5): 382–384. [Chang JB, Chen YH, Feng M, et al. Medical intelligence integration opens up a new era of evidence-based medicine[J]. National Medical Journal of China, 2022, 102(5): 382–384.] DOI: [10.3760/cma.j.cn112137-20210513-01126](https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112137-20210513-01126).
- 23 毛超一, 刘安, 杨健, 等. 美国继续医学教育现状及对中医药继续教育的启示[J]. 国际中医中药杂志, 2015, 37(9): 782–784. [Mao CY, Liu A, Yang J, et al. Enlightenment on continuing education of traditional Chinese medicine from continuing medical education in US[J]. International Journal of Traditional Chinese Medicine, 2015, 37(9): 782–784.] DOI: [10.3760/cma.j.issn.1673-4246.2015.09.004](https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.1673-4246.2015.09.004).
- 24 McLaren K, Lord J, Murray S. Perspective: delivering effective and engaging continuing medical education on physicians' disruptive behavior[J]. Acad Med, 2011, 86(5): 612–617. DOI: [10.1097/ACM.0b013e318212e8ea](https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318212e8ea).
- 25 Wang LK, Paidisetty PS, Cano AM. The next paradigm shift? ChatGPT, artificial intelligence, and medical education[J]. Med Teach, 2023, 45(8): 925. DOI: [10.1080/0142159X.2023.2198663](https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2198663).
- 26 Pearce J, Chiavaroli N. Rethinking assessment in response to generative artificial intelligence[J]. Med Educ, 2023, 57(10): 889–891. DOI: [10.1111/medu.15092](https://doi.org/10.1111/medu.15092).
- 27 Ofgang E. What is GPTZero? The ChatGPT Detection Tool Explained By Its Creator[EB/OL]. (2023–2–25) [2024–2–5]. <https://www.techlearning.com/news/what-is-gptzero-the-chatgpt-detection-tool-explained>.
- 28 Ji Z, Lee N, Frieske R, et al. Survey of hallucination in natural language generation[J]. ACM Comput Surv, 2022, 55(12): 1–38. DOI: [10.48550/arXiv.2202.03629](https://doi.org/10.48550/arXiv.2202.03629).
- 29 Lee H. The rise of ChatGPT: exploring its potential in medical education[J]. Anat Sci Educ, 2024, 17(5): 926–931. DOI: [10.1002/ase.2270](https://doi.org/10.1002/ase.2270).
- 30 管红珍, 彭智聪, 傅鹰. 循证医学中文献证据等级标准的系统性综述[J]. 药物流行病学杂志, 2002, 11(3): 145–148. [Guan HZ, Peng ZC, Fu Y. Systemic review of grade standard of literature evidence in evidence-based medicine[J]. Chinese Journal of Pharmacoepidemiology, 2002, 11(3): 145–148. DOI: [10.3969/j.issn.1005-0698.2002.03.014](https://doi.org/10.3969/j.issn.1005-0698.2002.03.014).
- 31 Abd-Alrazaq A, AlSaad R, Alhuwail D, et al. Large language models in medical education: opportunities, challenges, and future directions[J]. JMIR Med Educ, 2023, 9: e48291. DOI: [10.2196/48291](https://doi.org/10.2196/48291).
- 32 Zeb A, Ullah R, Karim R. Exploring the role of ChatGPT in higher education: opportunities, challenges and ethical considerations[J]. International Journal of Information and Learning Technology, 2024, 41(1): 99–111. DOI: [10.1108/IJILT-04-2023-0046](https://doi.org/10.1108/IJILT-04-2023-0046).
- 33 Li ZQ, Wang XF, Liu JP. Publication trends and hot spots of ChatGPT's application in the medicine[J]. J Med Syst. 2024, 48(1): 52. DOI: [10.1007/s10916-024-02074-y](https://doi.org/10.1007/s10916-024-02074-y).
- 34 Ganjavi C, Eppler MB, Pekcan A, et al. Publishers' and journals' instructions to authors on use of generative artificial intelligence in academic and scientific publishing: bibliometric analysis[J]. BMJ. 2024, 384: e077192. DOI: [10.1136/bmj-2023-077192](https://doi.org/10.1136/bmj-2023-077192).

收稿日期: 2024 年 05 月 08 日 修回日期: 2024 年 07 月 30 日  
本文编辑: 桂裕亮 曹越

引用本文: 李志强, 王雪峰, 曹凤, 等. 生成式人工智能在中医药学教育中的应用与挑战[J]. 医学新知, 2024, 34(10): 1191–1198. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202405022](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202405022).  
Li ZQ, Wang XF, Cao F, et al. Potential applications and challenges of generative artificial intelligence in traditional Chinese medicine education[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2024, 34(10): 1191–1198. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202405022](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202405022).