

人工智能辅助教学在医学教育中应用效果的 Meta 分析



魏 巍^{1#}, 罗高萌^{1#}, 刘润铭¹, 刘 莎², 李 翔¹

1. 武汉大学中南医院神经外科 (武汉 430071)

2. 武汉大学中南医院全科医学科 (武汉 430071)

【摘要】目的 通过 Meta 分析评估人工智能 (AI) 辅助教学在医学教育中的应用效果。**方法** 计算机检索 PubMed、Web of Science、Embase、万方、中国知网、维普数据库, 搜集 AI 辅助教学在医学教育中应用的相关研究, 检索时限为建库至 2025 年 4 月 1 日。采用 Cochrane 偏倚风险评估工具评估偏倚风险, 使用 R 软件进行 Meta 分析, 结合异质性检验、亚组分析和敏感性分析验证结果稳健性。**结果** 共纳入 17 项随机对照研究, 与传统教学相比, AI 辅助教学显著提升医学教育对象的理论成绩 [SMD=1.35, 95%CI (0.78, 1.92)]、实践/操作技能 [SMD=2.45, 95%CI (0.89, 4.02)]、教学满意度 [RR=1.39, 95%CI (1.20, 1.61)], 差异具有统计学意义 ($P < 0.05$)。亚组分析表明, 与传统教学相比, AI 辅助医学教育能提升不同医学教育对象 (专科生、本科生、研究生、医生) 的理论成绩和部分医学教育对象 (专科生、本科生、医生) 的实践/操作技能。敏感性分析表明结果稳定, 理论成绩指标存在发表偏倚, 经剪补法校正后结论不变。**结论** AI 可有效赋能医学教育, 显著提高学习效果与教学满意度, 有助于临床医学人才的培养。

【关键词】 人工智能; 传统教学; 医学教育; Meta 分析

【中图分类号】 G 64 **【文献标识码】** A

A Meta-analysis of the application effect of artificial intelligence-assisted teaching in medical education

WEI Wei^{1#}, LUO Gaomeng^{1#}, LIU Runming¹, LIU Sha², LI Xiang¹

1. Department of Neurosurgery, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

2. Department of General Practice, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, China

[#]Co-first authors: WEI Wei and LUO Gaomeng

Corresponding authors: WEI Wei, Email: wei.wei@whu.edu.cn; LI Xiang, Email: li.xiang@whu.edu.cn

【Abstract】Objective To evaluate the effectiveness of artificial intelligence (AI)-assisted teaching in medical education through Meta-analysis. **Methods** PubMed, Web of Science, Embase, Wanfang, CNKI, and VIP databases were searched from database creation to April 1, 2025, to identify relevant studies on the application of AI-assisted teaching in medical education. The risk of bias was assessed using the Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias. Meta-analysis was performed using R software. Heterogeneity tests, subgroup analyses, and sensitivity analyses

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202505084

[#] 共同第一作者

基金项目: 医学人才攀登计划 - 青年计划 (PDJH202201); 武汉大学医学部教学研究项目 (2025YB36)

通信作者: 魏巍, 博士, 副教授, 硕士研究生导师, Email: wei.wei@whu.edu.cn

李翔, 博士, 教授, 博士研究生导师, Email: li.xiang@whu.edu.cn

were used to verify the robustness of the results. **Results** A total of 17 randomized controlled trials were included. Compared with traditional teaching, AI-assisted teaching significantly improved medical education participants' theoretical scores [SMD = 1.35, 95% CI (0.78, 1.92)], practical/operational skills [SMD=2.45, 95%CI (0.89, 4.02)], and teaching satisfaction [RR=1.39, 95%CI (1.20, 1.61)]. The differences were statistically significant ($P<0.05$). Subgroup analysis showed that, compared with traditional teaching, AI-assisted medical education improved theoretical performance across different medical education groups (junior college students, undergraduate students, graduate students, and physicians) and practical/operational skills across some groups (junior college students, undergraduate students, and physicians). Sensitivity analysis showed robust results, except for publication bias in theoretical performance, and the conclusions were unchanged after trimming and filling correction. **Conclusion** AI can effectively empower medical education, significantly improving learning outcomes and teaching satisfaction, and contributing to the cultivation of clinical medical talent.

【Keywords】 Artificial intelligence; Traditional teaching; Medical education; Meta-analysis

医学教育作为医疗卫生事业发展的基石，承担着培育复合型医疗人才的关键职责。然而，传统教学模式长期受限于理论与实践割裂、教学资源分配不均、个性化学习路径缺位以及临床实践机会稀缺等结构性难题^[1-5]。随着数字化转型的深入推进，医学教育亟需通过技术创新突破传统壁垒，实现教学质量的跃升。近年来，人工智能（artificial intelligence, AI）技术的快速发展为医学教育数字化改革提供了全新路径^[6-10]。AI 驱动的虚拟患者模拟、个性化学习系统、智能诊断辅助工具等创新应用，正在重塑医学教育的教与学模式，其潜在价值已引发广泛关注^[11-13]。AI 技术能通过动态学习路径规划提升知识吸收效率，借助沉浸式模拟环境强化操作技能训练，并依托实时反馈机制优化学习体验^[14-16]。研究显示 AI 辅助教学在理论考核与技能评估中具有优势，但亦有研究指出其效果受限于技术成熟度、教育场景适配性及学习者认知差异^[7, 11, 17]。现有综述多聚焦单一技术类型或特定教学模块（如解剖学虚拟模型），未能系统评估 AI 在医学教育全链条中的综合效能，尤其缺乏对不同层级教育对象（专科生、本科生、研究生、临床医师）的差异化影响分析^[12, 18-20]。鉴于此，本研究采用 Meta 分析方法评估 AI 辅助教学的应用效果，为 AI 与医学教育深度融合的理论构建与实践优化提供循证依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：①研究人群为医学教育对象，如

医学专科生、本科生、研究生、在职医师等；②研究类型为随机对照研究；③试验组干预措施为 AI 辅助教学；④对照组干预措施为传统教学；⑤主要观察的结局指标涵盖学生的理论成绩、实践/操作技能情况，以及教学满意度。排除标准：①非 AI 相关的教育技术；②试验组样本量少于 20 人的研究；③无法提取结局数据的文献；④会议论文、无法获取全文、重复发表等文献。

1.2 文献检索策略

计算机检索 PubMed、Web of Science、Embase、万方、中国知网和维普数据库，搜集 AI 辅助医学教育的相关研究，检索时限为建库至 2025 年 4 月 1 日，语言为中文和英文。使用主题词和自由词结合的方式进行检索，英文主题词为 medical education、clinical medical education、artificial intelligence、AI、large language model、randomized controlled trials、RCTs 等。中文主题词为医学教育/教学、临床医学教育/教学、人工智能、大语言模型、随机对照研究等。以 PubMed 为例，检索策略见框 1。

1.3 文献筛选与资料提取

由两位经过系统培训的研究者依据文献纳排标准独立执行筛选任务，若出现意见分歧，则与第三位研究者讨论决定。并进行资料提取，提取内容包

#1	"medical education" OR "clinical medical education"
#2	"artificial intelligence" OR "AI" OR "large language model"
#3	"randomized controlled trials" OR "RCTs"
#4	#1 AND #2 AND #3

框1 PubMed检索策略

Box 1. Search strategy in PubMed

括：第一作者、发表年份、研究类型、研究单位、研究对象、干预措施、样本量、结局指标等。

1.4 偏倚风险评价

两名研究人员依据 Cochrane 系统评价手册 ROB 1.0 工具对纳入文献进行偏倚风险评价，评价条目涵盖随机分配的方法、分配隐藏、对研究对象施盲、对结局评价者施盲、数据结果完整性、选择性结果报告和其他偏倚来源 7 个方面，使用“高风险”“低风险”“不清楚”进行判定。如产生分歧，与第三名研究者讨论决定。

1.5 统计学分析

使用 R 4.5.0 软件进行 Meta 分析。依据变量类型选择效应量指标，连续变量采用标准化均数差（standardized mean difference, SMD）消除量纲差异，分类变量采用相对危险度（relative risk, RR）构建风险关联模型。计算效应值及其 95% 置信区间（95% confidence interval, 95%CI）。采用 Q 检测及 I^2 统计量评估纳入研究的异质性， $I^2 \leq 50\%$ 且 $P \geq 0.05$ 为低异质性，采用固定效应模型；反之，采用随机效应模型并通过亚组分析分析异质性来源。通过逐个剔除法对纳入文献

进行结果稳健性验证。对纳入 10 篇以上文献的结局指标，通过漏斗图和 Egger's 检验判断发表偏倚。

2 结果

2.1 文献筛选流程及结果

初检获得相关文献 1 688 篇，经逐层筛选后，最终纳入 17 篇文献^[6-7, 11-12, 14-26]，其中中文文献 11 篇^[6-7, 11-12, 14, 17-22]，英文文献 6 篇^[15-16, 23-26]，文献筛选流程见图 1。

2.2 纳入文献的基本特征与偏倚风险评价

17 项研究涉及 1 244 人，其中试验组 621 人，对照组 623 人，发表时间为 2021—2025 年。结局指标方面，16 篇研究^[6-7, 11-12, 14-25]报告了理论成绩、10 篇研究^[6, 14-15, 17-21, 23, 26]报告了实践/操作技能、7 篇研究^[6-7, 11, 14, 18-19, 22]报告了对教学方法的满意度。1 篇^[6]研究对象是专科生，11 篇^[12, 14-16, 18, 21-26]研究对象是本科生，3 篇^[7, 17, 19]研究对象是研究生，2 篇^[11, 20]研究对象是在职医生。纳入文献基本特征见表 1。10 篇文献的偏倚风险为高风险，7 篇为中等风险，见附件表 1。

表1 纳入文献的基本特征
Table 1. Basic characteristics of the included studies

纳入研究	国家/地区	研究对象	干预措施		样本量		结局指标
			T	C	T	C	
王欣 2022 ^[6]	河南开封	专科生	传统教学+AI的沉浸式教学方法	传统教学	51	50	①、②、③
赵阳 2024 ^[7]	辽宁锦州	研究生	AI结合混合式教学模式	传统教学	32	31	①、③
李玲 2024 ^[21]	北京	本科生	AI联合BOPPPS教学模式	传统教学	30	30	①、②
周志浩 2024 ^[11]	江苏南京	医生	基于LLM的VP系统教学	传统教学	60	64	①、③
张雷 2024 ^[17]	安徽蚌埠	研究生	传统教学+AI视域下模拟操作的混合式教学	传统教学	32	32	①、②
冯敏 2024 ^[22]	福建福州	本科生	传统教学+使用AI电子模拟患者问诊软件	传统教学	43	42	①、③
白雅 2024 ^[12]	陕西西安	本科生	传统教学+“帕金森”APP辅助	传统教学	40	40	①
杨菲菲 2021 ^[14]	北京	本科生	传统教学+AI辅助超声心动图诊断软件	传统教学	30	30	①、②、③
钟伟洋 2024 ^[18]	重庆	本科生	传统教学+AI运动系统学习软件	传统教学	40	40	①、②、③
惠蓓娜 2022 ^[19]	陕西西安	研究生	传统教学+AI辅助教学	传统教学	20	20	①、②、③
邬春兰 2021 ^[20]	浙江宁波	医生	AI专家系统管理	常规管理模式	30	30	①、②
Zeng 2025 ^[23]	湖南长沙	本科生	ChatGPT辅助以问题为基础学习的教学方法	传统教学	21	21	①、②
Ba 2024 ^[24]	广东广州	本科生	ChatGPT辅助教学	传统教学	39	38	①

续表1

纳入研究	国家/地区	研究对象	干预措施		样本量		结局指标
			T	C	T	C	
Ali 2025 ^[16]	巴基斯坦	本科生	客观结构化临床考试指 导+AI干预	客观结构化临床考试指导	44	44	①
Liaw 2023 ^[15]	新加坡	本科生	与AI医生进行脓毒症团 队训练	与医学生进行脓毒症团队 训练	32	32	①、②
Gan 2024 ^[25]	广东广州	本科生	ChatGPT作为学习工具	未使用AI软件支持学习	54	56	①
Fazlollahi 2022 ^[26]	加拿大	本科生	AI教学系统	传统教学	23	23	②

注：①理论成绩；②实践/操作技能；③教学满意度；BOPPPS,一种新型的导学互动式教学模式，包括导言（bridge-in）、目标（objective）、前测（pre-assessment）、参与式学习（participatory learning）、后测（post-assessment）与总结（summary）；LLM,大语言模型（large language model）；VP,新型虚拟患者（virtual patient）；T,试验组；C,对照组。

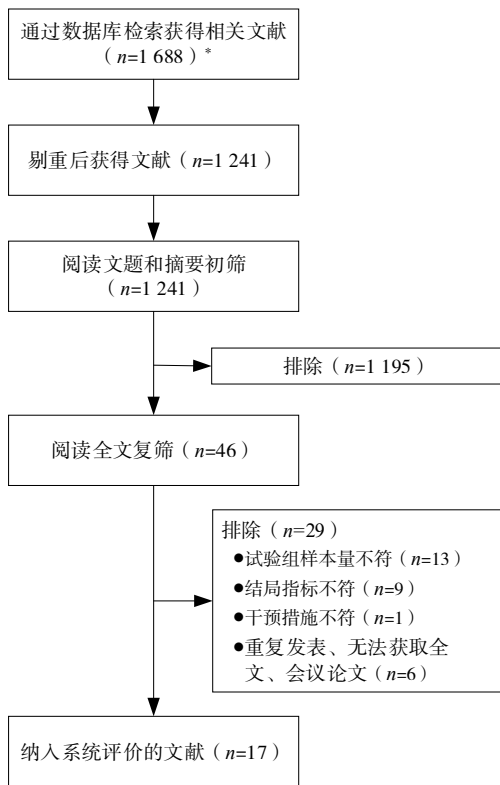


图1 文献筛选流程及结果

Figure 1. Literature screening process and results

注：*检索的数据库及检出文献数具体为PubMed (n=236)、Web of Science (n=91)、Embase (n=391)、万方数据库 (n=351)、中国知网 (n=481)、维普 (n=138)。

2.3 Meta分析结果

2.3.1 理论成绩

16 篇文献^[6-7, 11-12, 14-25]报告了理论成绩指标，纳入研究间存在显著异质性 ($I^2=92.9\%$, $P < 0.001$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示，与对照组相比，试验组显著提升了学生的理论成绩 [$SMD=1.35$, $95\%CI (0.78, 1.92)$]，见附件图 1。

2.3.2 实践/操作技能

10 篇文献^[6, 14-15, 17-21, 23, 26]报告了实践/操

作技能指标，纳入研究间存在显著异质性 ($I^2=95.5\%$, $P < 0.001$)，采用随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示，试验组实践/操作技能强于对照组 [$SMD=2.45$, $95\%CI (0.89, 4.02)$]，见附件图 2。

2.3.3 教学满意度

7 篇文献^[6-7, 11, 14, 18-19, 22]报告了学生对 AI 辅助医学教育的教学满意度，研究间异质性较高 ($I^2=70.0\%$, $P=0.0028$)，选择随机效应模型进行 Meta 分析，结果显示试验组教学满意度显著高于对照组 [$RR=1.39$, $95\%CI (1.20, 1.61)$]，见附件图 3。

2.3.4 亚组分析

根据医学教育对象类型分成不同的亚组，结果显示，与传统教学相比，AI 辅助教学能提升不同医学教育对象（专科生、本科生、研究生、医生）的理论成绩和部分医学教育对象（专科生、本科生、医生）的实践/操作技能（表 2）。

2.4 敏感性分析和发表偏移

通过逐一剔除法进行敏感性分析，结果发现排除任意一项研究后，试验组在理论考试成绩、实践/操作技能上仍优于对照组，说明 Meta 分析结果较为稳定。

漏斗图（附件图 4）和 Egger's 检验结果 ($P=0.0023$) 显示，理论成绩指标存在发表偏倚，通过剪补法估计缺失研究数量并校正后， $SMD=0.889[95\%CI (0.184, 1.594)]$ ，结局方向未发生改变，说明研究结果较为稳定（附件图 5）。由于实践/操作技能和教学满意度指标纳入文献均未超过 10 篇，故未绘制漏斗图分析发表偏倚。

表2 亚组分析结果
Table 2. Subgroup analysis results

亚组	研究数量	I ² 值	P值	效应模型	效应量SMD (95%CI)
理论成绩		92.9%	<0.001	随机	1.35 (0.78, 1.92)
专科生	1 ^[6]	—	—		2.45 (1.93, 2.97)
本科生	10 ^[12, 14–16, 18, 21–25]	91.2%	<0.001	随机	0.94 (0.26, 1.62)
研究生	3 ^[7, 17, 19]	91.6%	<0.001	随机	2.06 (0.59, 3.52)
医生	2 ^[11, 20]	94.1%	<0.001	随机	1.81 (0.16, 3.45)
实践/技能操作		95.5%	<0.001	随机	2.45 (0.89, 4.02)
专科生	1 ^[6]	—	—		2.73 (2.18, 3.28)
本科生	6 ^[14–15, 18, 21, 23, 26]	92.8%	<0.001	随机	1.51 (0.18, 2.84)
研究生	2 ^[17, 19]	98.6%	<0.001	随机	4.98 (–2.62, 12.57)
医生	1 ^[20]	—	—		3.14 (2.37, 3.91)

3 讨论

本研究通过 Meta 分析系统评估了 AI 在医学教育中的应用效果。结果显示，AI 辅助教学在提升理论成绩、实践 / 操作技能及教学满意度方面均显著优于传统教学模式。

当前 AI 在医学教育中的应用已涵盖虚拟患者模拟、智能诊断辅助工具、个性化学习系统等多个领域^[11, 14, 25]。既有研究证实 AI 可通过动态路径规划优化知识吸收效率（如 ChatGPT 辅助的以问题为基础的学习教学）^[23, 25]，并通过沉浸式环境（如虚拟现实手术模拟）强化操作技能^[26]。然而，部分研究受限于技术成熟度（如 AI 算法对复杂临床场景的适应性不足）或教育场景适配性（如专科生与医生需求差异），导致异质性较高^[7, 11, 17, 20]。此外，多数研究聚焦单一技术模块（如解剖学虚拟模型），缺乏对医学教育全链条（理论学习 – 技能训练 – 临床实践）的综合评估^[12, 18–19]。

传统课堂“一刀切”的教学模式难以兼顾学生的认知差异与知识盲区，而 AI 可通过智能算法分析学习者的知识掌握程度、答题模式与学习轨迹，动态调整教学内容与难度，实现精准的知识推送与强化训练（如基于大语言模型的自适应平台）^[23–24]；医学技能训练高度依赖反复实践与即时指导，虚拟仿真技术（如 AI 驱动的脓毒症团队训练或 3D 解剖模型）能弥补临床实践资源不足，提供低风险、高频率的技能强化机会，学习者可进行无限制的重复操作，并获得基于数据算法的实时表现评估与纠错建议，极大弥补了传统教学中实践资源有限、教师反馈滞后的不足，

加速了操作技能的自动化与熟练度形成^[15–16, 18]；实时数据分析工具（如智能诊断反馈系统）则通过动态评估优化教学针对性^[11, 14]。AI 对教学满意度的改善源于学习体验的优化与教学过程的赋能。AI 技术通过交互式界面、游戏化设计及自然语言交互，增强了学习的趣味性与代入感^[11]。同时为教师分担了重复性讲解与基础技能示范的压力，使其能更专注于启发式教学与人文关怀；对学生而言，则获得了更灵活自主的学习节奏、更及时的答疑支持与更客观的能力评估，从而整体提升了对教学过程的认可与满意度。然而，AI 技术落地仍面临多重挑战，高精度 AI 工具（如虚拟手术模拟平台）的开发与维护成本高昂，限制了资源匮乏机构的普及^[11, 26]；教师与学习者对新技术的适应能力差异（如部分教育者缺乏 AI 培训、在职医生对复杂系统的接受度较低）可能削弱教学效果^[17, 20]；此外，医学数据敏感性要求 AI 应用需严格遵循伦理规范（如患者隐私脱敏与算法透明性），这对技术设计提出了更高要求^[19]。

本研究也存在一定局限性。首先，纳入文献大部分存在高偏倚风险，可能高估干预效果；其次，理论成绩的高异质性可能与研究方法学差异（如考核工具多样性、AI 技术类型不一）及未测量的混杂因素（如学习者基线能力差异）相关；此外，研究时间跨度集中于 2021—2025 年，缺乏对 AI 技术长期教育效能（如临床思维培养）的追踪，且部分亚组（如专科生）样本量较小，限制结论外推性；最后，理论成绩的漏斗图不对称及 Egger's 检验结果提示存在发表偏倚，阴性或中性研究结果可能未被纳入，尽管剪补法校正后

效应量仍显著,但实际效果可能被部分夸大。

综上所述, AI 辅助医学教育可显著提升学习效果与教学满意度。未来仍需开展多中心、大样本 RCTs 研究验证结论稳健性。

附件见《医学新知》官网附录 (<https://yxxz.whuznhmedj.com/futureApi/storage/appendix/202505084.PDF>)

伦理声明: 不适用

作者贡献: 研究设计、文献检索与筛选: 魏嵬、罗高萌、刘润铭、刘莎; 数据分析、论文撰写: 魏嵬、罗高萌; 研究指导与论文审定: 李翔

数据获取: 本研究中使用和(或)分析的所有数据均包含在本文中

利益冲突声明: 无

致谢: 不适用

参考文献

- 1 林美燕, 涂师平. 医学生开展早期接触临床的必要性和意义[J]. 医学理论与实践, 2020, 33(23): 4043-4044. [Lin MY, Tu SP. The need and significance of early clinical exposure for medical students[J]. The Journal of Medical Theory and Practice, 2020, 33(23): 4043-4044.] DOI: [19381/j.issn.1001-7585.2020.23.085](https://doi.org/10.19381/j.issn.1001-7585.2020.23.085).
- 2 董广智. 基于深化产教融合的“教学做创合一”高职教学模式新探[J]. 扬州大学学报(高教研究版), 2021, 25(2): 63-69. [Dong GZ. Higher vocational training mode integrating teaching, learning, practice and innovating to promote the production-instruction integration[J]. Journal of Yangzhou University(Higher Education Study), 2021, 25(2): 63-69.] DOI: [10.19411/j.cnki.1007-8606.2021.02.009](https://doi.org/10.19411/j.cnki.1007-8606.2021.02.009).
- 3 刘国庚. 医学教育发展的困局与突破[J]. 医学与哲学, 2013, 34(7): 8-11. [Liu GG. The plight and breakthrough of the development of medical education[J]. Medicine & Philosophy, 2013, 34(7): 8-11.] DOI: [CNKI:SUN:YXZX.0.2013-07-004](https://doi.org/CNKI:SUN:YXZX.0.2013-07-004).
- 4 范烨, 吴琛, 王东, 等. 翻转课堂法应用于肝胆外科临床见习中的思考[J]. 课程教育研究, 2020, (44): 124-126. [Fan Y, Wu C, Wang D, et al. Reflections on the application of the flipped classroom method to clinical apprenticeship in hepatobiliary surgery[J]. Course Education Research, 2020, (44): 124-126.] DOI: [2095-3089\(2020\)44-0124-02](https://doi.org/10.2095-3089(2020)44-0124-02).
- 5 杨春勇. 新质生产力背景下高等医学教育改革路径探讨[J]. 医药前沿, 2025, 15(7): 129-134. [Yang CY. Exploration of the reform path of higher medical education under the background of new-quality productivity[J]. Journal of Frontiers of Medicine, 2025, 15(7): 129-134.] DOI: [10.20235/j.issn.2095-1752.2025.07.035](https://doi.org/10.20235/j.issn.2095-1752.2025.07.035).
- 6 王欣, 马惠萍, 朱珂珂. AI 教学在基础护理教育中的初步应用[J]. 中国高等医学教育, 2022, (5): 110-111. [Wang X, Ma HP, Zhu KK. Preliminary application of AI in basic nursing education[J]. China Higher Medical Education, 2022, (5): 110-111.] DOI: [10.3969/j.issn.1002-1701.2022.05.053](https://doi.org/10.3969/j.issn.1002-1701.2022.05.053).
- 7 赵阳, 曲红梅, 李振国, 等. AI 结合混合式教学模式在外科学教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(6): 88-92. [Zhao Y, Qu HM, Li ZG, et al. Application of AI combined with blended teaching mode in foreign science teaching[J]. China Continuing Medical Education, 2024, 16(6): 88-92.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-9308.2024.06.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-9308.2024.06.019).
- 8 Sriram A, Ramachandran K, Krishnamoorthy S. Artificial intelligence in medical education: transforming learning and practice[J]. Cureus, 2025, 17(3): e80852. DOI: [10.7759/cureus.80852](https://doi.org/10.7759/cureus.80852).
- 9 陈峰, 黄国祯, 诸葛晶, 等. 人工智能医学教育应用研究的国际图景与趋势[J]. 医学与哲学, 2024, 45(2): 67-71, 81. [Chen F, Huang GZ, Zhuge J, et al. International lanscape and trends in the application of artificial intelligence in medical education research[J]. Medicine & Philosophy, 2024, 45(2): 67-71, 81.] DOI: [10.12014/j.issn.1002-0772.2024.02.14](https://doi.org/10.12014/j.issn.1002-0772.2024.02.14).
- 10 雷波, 左蕊. 基于大数据与人工智能驱动的医学研究生创新教育模式研究与实践[J]. 创新教育研究, 2024, 12(7): 448-453. [Lei B, Zuo R. Research and practice of an innovative education model for medical graduate students driven by big data and artificial intelligence[J]. Creative Education Studies, 2024, 12(7): 448-453.] DOI: [10.12677/ces.2024.127488](https://doi.org/10.12677/ces.2024.127488).
- 11 周志浩, 宋佳琳, 刘嘉成, 等. 基于人工智能 LLM 技术的虚拟患者系统构建与临床教学应用[J]. 医学新知, 2024, 34(7): 833-842. [Zhou ZH, Song JL, Liu JC, et al. Construction and clinical teaching application of virtual patient system:based on artifceial intelligence LLM technology[J]. Yixue Xinzhi Zazhi, 2024, 34(7): 833-842.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202403091](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202403091).
- 12 白雅, 郭欣, 施艳, 等. 人工智能辅助帕金森病临床教学探索[J]. 西部素质教育, 2024, 10(16): 147-150. [Bai Y, Guo X, Shi Y, et al. Exploring artificial intelligence-assisted clinical teaching in Parkinson's disease[J]. Western China Quality Education, 2024, 10(16): 147-150.] DOI: [10.16681/j.cnki.wcqeq.202416034](https://doi.org/10.16681/j.cnki.wcqeq.202416034).
- 13 Narayanan S, Ramakrishnan R, Durairaj E, et al. Artificial intelligence revolutionizing the field of medical education[J]. Cureus, 2023, 15(11): e49604. DOI: [10.7759/cureus.49604](https://doi.org/10.7759/cureus.49604).
- 14 杨菲菲, 王秋霜. 人工智能在超声心动图带教中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2021, 13(18): 75-79. [Yang FF, Wang QS. Application of artificial intelligence in teaching of echocardiography[J]. China Continuing Medical Education, 2021, 13(18): 75-79.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-9308.2021.18.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-9308.2021.18.020).
- 15 Liaw SY, Tan JZ, Rusli KDB, et al. Artificial intelligence versus human-controlled doctor in virtual reality simulation for sepsis team training: randomized controlled study[J]. J Med Internet Res, 2023, 25: e47748. DOI: [10.2196/47748](https://doi.org/10.2196/47748).

- 16 Ali M, Rehman S, Cheema E. Impact of artificial intelligence on the academic performance and test anxiety of pharmacy students in objective structured clinical examination: a randomized controlled trial[J]. *Int J Clin Pharm*, 2025, 47(4): 1034–1041. DOI: [10.1007/s11096-025-01876-5](https://doi.org/10.1007/s11096-025-01876-5).
- 17 张雷, 王安生, 刘戈, 等. 基于人工智能视域下模拟操作在胸心外科研究生教学中的应用[J]. 蚌埠医学院学报, 2024, 49(7): 965–968, 973. [Zhang L, Wang AS, Liu G, et al. Application of simulation operations in postgraduate teaching of thoracic and cardiac surgery based on artificial intelligence perspective[J]. *Journal of Bengbu Medical College*, 2024, 49(7): 965–968, 973.] DOI: [10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.07.028](https://doi.org/10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2024.07.028).
- 18 钟伟洋, 黄天霖, 罗小辑. 人工智能在运动系统示教课中的应用与思考[J]. 中国继续医学教育, 2024, 16(21): 6–10. [Zhong WY, Huang TJ, Luo XJ. Application and thinking of artificial intelligence in the teaching class of kinematic system[J]. *China Continuing Medical Education*, 2024, 16(21): 6–10.] DOI: [10.3969/j.issn.1674-9308.2024.21.002](https://doi.org/10.3969/j.issn.1674-9308.2024.21.002).
- 19 惠蓓娜, 李毅, 龚拓拓, 等. 人工智能在肿瘤放射治疗学临床教学中的应用研究[J]. 西部素质教育, 2022, 8(18): 116–119. [Hui BN, Li Y, Gong TT, et al. A study on the application of artificial intelligence in clinical teaching of oncology radiotherapy[J]. *Western China Quality Education*, 2022, 8(18): 116–119.] DOI: [10.16681/j.cnki.wcqe.202218032](https://doi.org/10.16681/j.cnki.wcqe.202218032).
- 20 邬春兰. 人工智能专家系统在医院麻醉教学中的应用[J]. 中医药管理杂志, 2021, 29(17): 192–193. [Wu CL. Application of artificial intelligence expert system in teaching anesthesia in hospitals[J]. *Journal of Traditional Chinese Medicine*, 2021, 29(17): 192–193.] DOI: [10.16690/j.cnki.1007-9203.2021.17.092](https://doi.org/10.16690/j.cnki.1007-9203.2021.17.092).
- 21 李玲, 杨振涛, 王聆文. AI 联合 BOPPPS 教学模式在胸部影像学教学中的应用[J]. 继续医学教育, 2024, 38(11): 90–93. [Li L, Yang ZT, Wang LW. Application of AI combined with BOPPPS teaching mode in chest imaging teaching[J]. *Continuing Medical Education*, 2024, 38(11): 90–93.] DOI: [10.3969/j.issn.1004-6763.2024.11.023](https://doi.org/10.3969/j.issn.1004-6763.2024.11.023).
- 22 冯敏, 林婷, 陈霞霞, 等. 人工智能辅助教学在老年糖尿病临床教学中的应用初探[J]. 中国老年保健医学, 2024, 22(6): 137–140. [Feng M, Lin T, Chen XX, et al. Application of artificial intelligence aided in clinical teaching of elderly diabetes[J]. *Chinese Journal of Geriatric Care*, 2024, 22(6): 137–140.] DOI: [10.3969/j.issn.1672-2671.2024.06.032](https://doi.org/10.3969/j.issn.1672-2671.2024.06.032).
- 23 Zeng H, Zhu ZW, Hu J, et al. Application of ChatGPT-assisted problem-based learning teaching method in clinical medical education[J]. *BMC Med Educ*, 2025, 25(1): 50. DOI: [10.1186/s12909-024-06321-1](https://doi.org/10.1186/s12909-024-06321-1).
- 24 Ba HJ, Zhang LJ, Yi ZZ. Enhancing clinical skills in pediatric trainees: a comparative study of ChatGPT-assisted and traditional teaching methods[J]. *BMC Med Educ*, 2024, 24(1): 558. DOI: [10.1186/s12909-024-05565-1](https://doi.org/10.1186/s12909-024-05565-1).
- 25 Gan WY, Ouyang JF, Li H, et al. Integrating ChatGPT in orthopedic education for medical undergraduates: randomized controlled trial[J]. *J Med Internet Res*, 2024, 26: e57037. DOI: [10.2196/57037](https://doi.org/10.2196/57037).
- 26 Fazlollahi AM, Bakhaidar M, Alsayegh A, et al. Effect of artificial intelligence tutoring vs expert instruction on learning simulated surgical skills among medical students: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Netw Open*, 2022, 5(2): e2149008. DOI: [10.1001/jamanetworkopen.2021.49008](https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.49008).

收稿日期: 2025 年 05 月 16 日 修回日期: 2025 年 08 月 24 日
本文编辑: 桂裕亮 曹 越

引用本文: 魏崑, 罗高萌, 刘润铭, 等. 人工智能辅助教学在医学教育中应用效果的Meta分析[J]. 医学新知, 2025, 35(10): 1242–1248. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202505084](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202505084).
Wei W, Luo GM, Liu RM, et al. A Meta-analysis of the application effect of artificial intelligence-assisted teaching in medical education[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2025, 35(10): 1242–1248. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202505084](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202505084).