

人工智能助力眼科教学的创新与应用

石磊¹, 马世超¹, 方俊腾¹, 殷航¹, 刘绍锴^{2*}

¹安徽省第二人民医院眼科, 安徽 合肥

²合肥工业大学管理学院, 安徽 合肥

收稿日期: 2026年4月1日; 录用日期: 2026年4月29日; 发布日期: 2026年5月8日

摘要

随着人工智能的快速发展, 其在眼科教学领域展现出巨大的潜力。在传统教学模式中存在眼科理论知识晦涩、学生实践经历不够、临床思维能力匮乏等难点。人工智能在内容生成、影像分析、疾病诊断等方面具有重要作用, 因而探索如何将人工智能更好融入眼科教学具有深刻的现实意义。本文通过探讨人工智能在眼科教学的应用、面临的问题以及改进策略, 期望支持人工智能推动眼科教学高质量的发展, 助力培养出能够解决临床实际问题的眼科人才。

关键词

人工智能, 眼科, 教学应用

Artificial Intelligence-Assisted Ophthalmology Education: Innovations and Applications

Lei Shi¹, Shichao Ma¹, Junteng Fang¹, Hang Yin¹, Shaokai Liu^{2*}

¹Department of Ophthalmology, Anhui No. 2 Provincial People's Hospital, Hefei Anhui

²School of Management, Hefei University of Technology, Hefei Anhui

Received: April 1, 2026; accepted: April 29, 2026; published: May 8, 2026

Abstract

With the rapid advancement of artificial intelligence, it has demonstrated immense potential in the field of ophthalmic education. Traditional teaching models are confronted with prominent challenges, including the abstruseness of ophthalmic theoretical knowledge, students' inadequate practical

*通讯作者。

experience, and a deficiency in clinical thinking competence. Given that artificial intelligence exerts a pivotal role in content generation, imaging analysis, disease diagnosis and other domains, exploring approaches to better integrate artificial intelligence into ophthalmic education bears profound practical significance. This paper discusses the applications of artificial intelligence in ophthalmic education, the existing challenges and corresponding improvement strategies, with the expectation of facilitating artificial intelligence-driven high-quality development of ophthalmic education and cultivating ophthalmic professionals competent in solving practical clinical problems.

Keywords

Artificial Intelligence, Ophthalmology, Teaching Application

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

人工智能(artificial intelligence, AI)的发展历史可以追溯到 20 世纪 50 年代[1]。近年来,随着 AI 技术的快速发展,其在医学领域的应用不断深化,已逐步由辅助诊疗向医学教育、教学管理及能力评价等多场景延伸。

眼科是一个高度依赖影像解读、显微外科技术和临床推理的专业,兼具实践性与理论性,在医学教育中有着较强的专业特点[2]。在教学过程中,学生不仅要掌握基础理论知识,还需要具备光学相干断层扫描(OCT)、眼底照相和荧光素血管造影等技术的图像分析能力[3]。然而,在传统教学模式中,眼科临床教学面临着典型病例数量有限、实践机会不足以及教育资源分配不均等问题,难以满足规模化、标准化的眼科教学需求。

随着 AI 技术在医学影像分析、虚拟病例构建以及智能辅导等方面的快速进展,其在眼科教学领域的应用前景日益广阔[2] [4]。AI 不仅能够支持理论学习,还能够提供模拟平台使学生接触到多样化虚拟病例,解决传统教学中病例资源有限的问题,且有助于学生培养临床思维能力但与此同时, AI 在眼科教学中的应用仍面临专业准确性、隐私保护、伦理规范以及学生依赖等问题[5]。

基于此,本文围绕 AI 在眼科教学中的应用展开分析,探究其融入教学的优势、主要应用场景、存在的问题以及应对策略,以期眼科教育教学改革提供参考。

2. 人工智能在眼科教学的应用

2.1. 人工智能在眼科学专业理论教学中的应用探索

眼科专业理论教学是眼科教学的基础,掌握眼科基础知识是培养眼科专业人才的重点。但是由于眼睛的解剖结构、眼屈光系统调节原理、疾病的病理机制等知识点晦涩难懂,传统的理论教学仅能通过教科书、板书或演示视频展示,学生对眼科理论知识的理解不透彻、临床应用能力较差。如今,随着 DeepSeek、千问和 ChatGPT 等 AI 大模型的快速发展,研究发现这些 AI 大模型具备处理复杂临床眼科场景的能力[6] [7]。研究还发现,将 AI 技术融入教学过程中能够有效提高学生眼科理论知识的掌握情况,并且培养学生们创新思维、逻辑推理能力以及医患沟通技巧等,这为学生将来进入眼科临床工作奠定了良好的基础[8] [9]。

利用 AI 大模型构建智能个性化教学平台能够依托其数据处理、智能交互、定制不同学生个性化学习方式等优势,打破传统眼科教学展现出的诸多困境,满足学生的学习需求。AI 可以分析学生的学习进度、理解能力和兴趣,提供个性化的学习推荐。例如,通过教学平台,学生可以根据自己的薄弱环节进行定制化的学习,AI 可以根据历史数据为每个学生推荐不同的学习材料。AI 还可用于自动化分析学生的作业和测验结果,及时发现学生的学习短板,并提供个性化反馈。AI 通过整理分析文献资料、教科书和课堂内容,能够帮助学生快速理解眼科专业术语,并提供更多额外的学习资源。通过利用 AI 图像生成技术构建完整的眼球解剖模型,能够直观让学生理解角膜、虹膜、晶状体、视网膜等结构的生理功能[10]。针对疾病的病理机制,可通过 AI 视频生成模型动态展示病变的发生和发展过程,例如细菌性角膜炎的病变进程、不同类型白内障的发展过程等。AI 大模型教学平台不仅提高了教学效率,还能够帮助学生及时发现学习中的不足,并且加深对眼科知识的理解。

2.2. 人工智能应用于眼科影像教学

诊断和治疗眼科疾病需要扎实专业理论知识的同时,还需要眼底图像、OCT、眼底血管造影、超声检查等眼科影像学的帮助。AI 通过深度学习的算法在处理和析眼科影像中表现出强大的能力,能够提高诊断效率和准确性[11]。

AI 可以自动标注眼科影像中的关键结构(如视网膜、视神经、黄斑区等),为学生们提供精准的影像分析,掌握如何分析常见眼科疾病的影像学特征。AI 不仅能帮助学生分析影像,还能根据影像提供诊断和治疗建议。通过模拟临床决策的过程,学生可以了解如何根据眼科影像学提出更好的治疗策略。

近年来,人工智能阅片标注系统凭借高效的影像标注、实时反馈与标准化训练优势,有望成为眼科教学方面的新方式,相关研究也证实了人工智能提高诊断准确率的巨大潜力。北京协和医学院利用 AI 阅片标注系统进行糖尿病视网膜病变(DR)分级培训,将 520 张 DR 彩色眼底图像纳入 AI 阅片标注系统,对 6 名眼科住院医师与 7 名无眼科基础的医学生开展 8 轮随机阅片训练[12]。研究结果表明在 AI 阅片标注系统训练之后住院医师和医学生的阅片水平得到显著提升,并且医学生的阅片能力提升幅度更为明显。还有研究纳入 7777 对 OCT 与彩色眼底照相(CFP)配对图像,覆盖 9 种常见视网膜疾病及正常眼底,对 16 名不同年资眼科医生进行 5 轮阅片训练[13]。结果表明,眼科医生诊断准确率均随着训练次数增加得到显著的提升,且与眼科从业时间呈正相关。这两项研究都证明了 AI 阅片标注系统可有效提升眼科医生和医学生的阅读眼科影像的能力,这项教学新形式既可以应用于本科医学生的眼科学教育,也可以用于眼科医生的高阶教学。将人工智能应用于眼科影像教学也存在一些局限性,目前的这种教学模式缺乏个性化,还不能按照学习者的水平定制符合个人的训练方案;AI 阅片标注系统仅聚焦眼科影像阅读方面的训练,忽视了综合的临床能力培养,还不能够完全与现实临床环境相结合,这会导致学习者的临床视野不够开阔。

2.3. 人工智能融入眼科手术训练

在教育阶段,学生的手术操作机会极为有限,AI 基于真实手术场景的训练可以用于创建各种模拟和实践的眼科手术场景,学生需要根据所学的眼科理论知识并结合患者的自身情况,最终制定合理的手术方案,这种教学模式能极大提升学生的临床实践能力,还能规避医疗风险[14]。

2.4. 人工智能推动培养临床思维能力

AI 通过模拟不同眼科疾病的患者,为学生提供实际诊断和治疗的经验,帮助学生理解眼科疾病的临床表现和治疗策略。这种模拟教学能够帮助学生结合临床情况,强化理论知识的应用能力,培养教学过

程中缺乏的临床思维能力。通过 AI 病例教学，引导学生产生思考的逻辑过程，逐步养成严谨的临床思维习惯。研究表明 AI 大模型能够协助医生提升对患者的理解力和同理心，这也推动了医学教育中学生的医患沟通能力[15]。

3. 面临的问题与改进策略

3.1. 面临的问题

(1) 学生对 AI 的依赖风险增加。AI 工具能为学生提供即时答案和快速反馈，若过度依赖这些工具，可能导致学生自主学习能力和临床思维的削弱。眼科教学的核心目标不仅在于使学生掌握基础理论知识，更在于培养其对眼科影像的观察识别能力、病例分析能力、鉴别诊断能力以及独立解决临床问题的能力。若学生在进行病例学习、影像判读时直接借助 AI 获得结论跳过了病史梳理、影像特征分析、鉴别诊断及临床决策等关键环节，长此以往可能导致学生陷入“只会使用工具、不会独立分析”的困境，从而偏离眼科教学培养高素质临床人才的根本目标。

(2) AI 生成内容存在一定的知识偏差与专业误差。尽管其具备较强的内容生成能力，但由于其训练数据来源复杂、专业知识更新不同步以及生成机制本身存在局限，在面对眼科这类专业性高、图像依赖性高的教学内容时，仍可能产生不够准确或不够严谨的结果。若教师未对相关内容进行严格审核便直接用于教学，或者学生将其作为可靠结论直接学习，便容易造成知识误导，进而影响其对眼科疾病诊断逻辑和临床思维过程的正确理解。

(3) AI 与眼科教学体系的融合不足。一方面，当前 AI 在眼科教学中的应用仍多停留于资料查询、图像辅助分析等单一功能层面，尚未真正形成与课程目标、教学内容及评价体系深度融合的教学模式。另一方面，部分教师对 AI 工具的功能特点、适用范围及潜在风险认识不足，缺乏将其科学融入课堂教学和实践教学的经验，影响了 AI 在眼科教学中的应用效果。

3.2. 改进策略

(1) 为了解决学生过度依赖 AI 的问题，教师应引导学生明确 AI 在眼科教学中的定位仅是辅助学习和支持分析的工具，而不能替代学生自身的观察、判断与推理过程。在眼科病例分析、影像判读报告或课堂讨论任务中，教师可要求学生在提交学习结果时，必须附上本人独立完成的分析过程，包括病史梳理、影像特征识别、诊断依据说明及鉴别诊断思路等内容，再借助 AI 工具对自身分析结果进行补充、比较与反思，从而发现不足并进一步完善诊断思路。促使其在借助 AI 的同时保持独立思考能力。

(2) 针对 AI 生成内容的知识偏差问题，可以从内容审核、交叉验证和学生能力培养三个方面加以改进。教师应对 AI 生成的教学材料、病例分析、影像判读结果及练习答案进行严格审查，重点核查其专业表述、诊断逻辑和知识准确性；同时，可通过教材对照、多模型比较等方式降低生成错误风险。此外，还应加强学生的信息辨识训练，学会借助教材、指南和专业文献对相关内容进行验证，从而提升其批判性思维和知识辨别能力。

(3) 针对 AI 与眼科教学体系融合不足的问题，应从课程设计和教师能力提升两个方面加以改进。首先，应围绕眼科教学目标，将 AI 系统融入理论教学、影像判读、病例讨论、临床见习和教学评价等环节，构建与课程内容和能力培养要求相匹配的教学模式，避免其仅停留于资料检索、习题生成和图像辅助分析等表层应用。其次，应加强教师数字素养和教学整合能力培训，提升教师对 AI 工具功能特点、应用边界及潜在风险的认识，增强其将 AI 科学融入课堂教学和实践教学的能力。通过优化课程体系设计与强化教师应用能力，可进一步提高 AI 在眼科教学中的应用深度和实际效果(见表 1)。

Table 1. Matching relationship between the integration framework of AI and ophthalmology teaching
表 1. AI 与眼科教学整合框架的匹配关系

教学目标	AI 工具类型	适配教学策略	重点评估方法
知识目标	生成式 AI 为主, 分析式 AI 为辅	PBL 导学、翻转课堂、智能问答、案例导入、个性化学习推荐	理论测验、课堂问答、概念图绘制、作业质量、学习轨迹分析
技能目标	分析式 AI 为主, 模拟式 AI 为辅	眼科影像判读训练、操作示教、虚拟仿真实训、阶段性技能训练	影像判读准确率、操作规范性、任务完成时间、OSCE 式考核
思维目标	生成式 AI、分析式 AI 与模拟式 AI 协同	案例教学、PBL 讨论、虚拟病例推演、多轮临床决策训练、医患沟通模拟	病例分析质量、鉴别诊断完整性、临床推理逻辑、反思日志、教师综合评价

4. 教育学与伦理学视角下的 AI 眼科教学应用

4.1. 教育学理论支撑

从教育学角度看, AI 融入眼科教学具有一定的理论基础。首先, 建构主义强调学习者在问题情境中主动建构知识。眼科教学中涉及大量抽象的解剖结构、病理机制和影像特征, AI 可通过智能问答、个性化反馈和可视化内容生成等方式, 帮助学生在互动中深化对知识的理解。其次, 情境学习理论认为, 知识应在接近真实实践的环境中获得。AI 能够构建虚拟病例、模拟临床问诊和再现典型影像特征, 为学生提供更贴近临床的学习情境, 促进理论知识向临床应用能力转化。

4.2. AI 应用中的伦理问题与治理要求

AI 在眼科教学中的应用也伴随着一系列伦理问题。首先是数据隐私与信息安全问题。眼科教学常涉及患者病史资料、眼底图像、OCT 影像及手术录像等敏感信息, 若处理不当, 可能造成隐私泄露。因此, 在病例教学和影像教学中, 应重视知情同意、去标识化处理和数据安全。其次是算法公平性与偏见问题。若 AI 模型主要基于特定人群或特定设备数据训练, 其在面对其他人群或不同临床场景时, 可能出现识别偏差, 从而影响教学的准确性与全面性。因此, 教学中应引导学生认识 AI 输出的适用边界, 避免将其视为绝对客观的结论。

5. 总结

AI 为眼科教学改革提供了新的机遇。依托其在理论教学、影像判读和病例分析等方面的优势, AI 有助于弥补传统眼科教学中病例资源不足、手术训练有限和个体化指导欠缺等问题, 从而提升教学效率, 丰富教学资源, 促进学生临床思维与综合能力的培养。但 AI 不能替代教师的主导作用, 其应用仍面临学生过度依赖、生成内容存在偏差及与课程融合不足等问题。因此, 在教学实践中, 应明确 AI 的辅助工具属性, 坚持教师引导与学生自主思考并重, 才能更好发挥其在眼科教学中的积极作用, 提高教学质量与学习效果。

参考文献

- [1] 王亚星, 薛灿灿, 李建军. 眼科人工智能研究存在的主要问题及对策[J]. 眼科, 2021, 30(2): 81-84.
- [2] Chi, M., Cui, Y. and Xi, L. (2026) Advances in the Application of Artificial Intelligence in Ophthalmic Education and Clinical Training. *Frontiers in Medicine*, **12**, Article 1753411. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1753411>
- [3] Rahat Qureshi, A., Micieli, J.A. and Wong, J.C.Y. (2025) Generative Artificial Intelligence in Ophthalmology: A Scoping Review of Current Applications, Opportunities, and Challenges. *Eye*, **39**, 2860-2871. <https://doi.org/10.1038/s41433-025-04006-7>
- [4] Yuan, L., Kang, D., Dong, X., Liu, L., Grzybowski, A. and Jin, K. (2025) Artificial Intelligence in Clinical Education in

- Ophthalmology: A Systematic Review. *Visual Neuroscience*, **42**, Article No. e026. <https://doi.org/10.48130/vns-0025-0025>
- [5] Kalaw, F.G.P. and Baxter, S.L. (2024) Ethical Considerations for Large Language Models in Ophthalmology. *Current Opinion in Ophthalmology*, **35**, 438-446. <https://doi.org/10.1097/icu.0000000000001083>
- [6] Shean, R., Shah, T., Pandiarajan, A., Tang, A., Bolo, K., Nguyen, V., *et al.* (2025) A Comparative Analysis of DeepSeek R1, Deepseek-R1-Lite, OpenAi O1 Pro, and Grok 3 Performance on Ophthalmology Board-Style Questions. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-08601-2>
- [7] Bahir, D., Zur, O., Attal, L., Nujeidat, Z., Knaanie, A., Pikkal, J., *et al.* (2024) Gemini AI vs. ChatGPT: A Comprehensive Examination Alongside Ophthalmology Residents in Medical Knowledge. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **263**, 527-536. <https://doi.org/10.1007/s00417-024-06625-4>
- [8] 王婧, 张玮, 杨硕. 人工智能技术在临床医学五年制医学生眼科教学中的应用[J]. 中国病案, 2025, 26(11): 98-100.
- [9] 卢谦益. 人工智能融合 PBL 教学法在眼科学新教法改革中的应用研究——以眼底病为例[J]. 实用防盲技术, 2025, 20(4): 159-162.
- [10] Yang, Y., Bai, L., Ren, Y. and Lin, X. (2025) Assessing the Quality and Educational Applicability of AI-Generated Anterior Segment Images in Ophthalmology. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 42778. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27020-x>
- [11] Grzybowski, A., Jin, K., Zhou, J., Pan, X., Wang, M., Ye, J., *et al.* (2024) Retina Fundus Photograph-Based Artificial Intelligence Algorithms in Medicine: A Systematic Review. *Ophthalmology and Therapy*, **13**, 2125-2149. <https://doi.org/10.1007/s40123-024-00981-4>
- [12] Han, R., Yu, W., Chen, H. and Chen, Y. (2022) Using Artificial Intelligence Reading Label System in Diabetic Retinopathy Grading Training of Junior Ophthalmology Residents and Medical Students. *BMC Medical Education*, **22**, Article No. 258. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03272-3>
- [13] Wang, M., Zhang, X., Li, D., Wei, Q., Zhao, J., Gao, X., *et al.* (2025) The Potential of Artificial Intelligence Reading Label System on the Training of Ophthalmologists in Retinal Diseases, a Multicenter Bimodal Multi-Disease Study. *BMC Medical Education*, **25**, Article No. 503. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07066-1>
- [14] Wang, Y., Zhao, Y. and Li, J. (2025) The Application of Artificial Intelligence-Generated Content in Ophthalmology Education. *Frontiers in Medicine*, **12**, Article 1617537. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1617537>
- [15] Chen, X., Zhao, Z., Zhang, W., Xu, P., Wu, Y., Xu, M., *et al.* (2024) EyeGPT for Patient Inquiries and Medical Education: Development and Validation of an Ophthalmology Large Language Model. *Journal of Medical Internet Research*, **26**, e60063. <https://doi.org/10.2196/60063>