

ChatGPT 在眼科的应用现状

李鹏峰, 方 冬, 庄仪婧, 白冰玉, 黑向青, 刁滢滢, 陈 璐, 张少冲*

暨南大学第二临床医学院, 深圳市眼科医院 广东深圳

【摘要】近年来, 人工智能 (Artificial intelligence, AI), 特别是大型语言模型 (Large language models, LLM) 如 ChatGPT, 在医学领域展现出巨大应用潜力, 尤其在眼科领域。凭借强大的自然语言处理能力, ChatGPT 为医学教育、医疗文书生成、临床决策支持、医学研究和患者教育等场景提供了高效技术支持。然而, 其在医学信息准确性、多模态数据处理、数据隐私保护及知识更新等方面仍面临挑战。未来需通过模型优化、数据安全增强及知识库更新, 确保 ChatGPT 可靠应用于医学领域, 推动临床和科研效率提升。

【关键词】人工智能; 大型语言模型; 聊天机器人; 生成式预训练转化器; 眼科学

【收稿日期】2025 年 1 月 22 日

【出刊日期】2025 年 2 月 26 日

【DOI】10.12208/j.ijmd.20250003

The current applications of ChatGPT in ophthalmology

Pengfeng Li, Dong Fang, Yijing Zhuang, Bingyu Bai, Xiangqing Hei, Yingying Diao, Lu Chen, Shaochong Zhang*

Second Clinical Medical College of Jinan University, Shenzhen Eye Hospital, Shenzhen, Guangdong

【Abstract】In recent years, Artificial intelligence (AI), particularly large language models (LLMs) such as ChatGPT, has demonstrated immense potential in the medical field, especially in ophthalmology. With its powerful natural language processing capabilities, ChatGPT provides efficient technical support in medical education, medical documentation generation, clinical decision support, medical research, and patient education. However, it still faces challenges regarding the accuracy of medical information, multimodal data processing, data privacy protection, and knowledge updates. In the future, model optimization, enhanced data security, and knowledge base updates are necessary to ensure the reliable application of ChatGPT in the medical field, thereby improving clinical and research efficiency.

【Keywords】Artificial Intelligence (AI); Large Language Models; Chatbots; Generative Pre-trained Transformers (GPT); Ophthalmology

1 引言

随着人工智能 (Artificial Intelligence, AI) 技术的飞速发展, 医疗领域的智能化进程不断加快, 尤其是在眼科领域, 人工智能正逐渐改变传统的医疗服务和诊断方式。近年来, 大型语言模型 (Large Language Model, LLM) 的引入使得人工智能能够处理自然语言任务并生成会话响应, 进一步推动了人工智能在医疗中的深度应用^[1]。特别是生成式预训练模型 (如 ChatGPT), 在自然语言处理 (Natural Language Processing, NLP) 方面取得了显著进展, 并展示了在眼科领域中广泛应用的潜力^[2]。

ChatGPT 在医学教育中展现出广阔前景, 能为医学生和住院医师提供个性化学习支持, 帮助其理解复杂医学概念和诊断步骤。凭借交互式学习资源和即时反馈, ChatGPT 有潜力成为医学教育的创新辅助工具^[3-5]。此外, ChatGPT 在自动化医疗文书撰写上表现出色, 其快速生成临床报告的能力可以帮助医生减少繁琐的记录工作, 将更多的时间专注于患者的诊疗^[6-8]。在协助临床决策上, ChatGPT 通过结合已有的临床数据和诊疗指南可以在医生决策中提供诊断参考及治疗建议, 有望提高早期干预的效率^[9, 10]。对于研究人员而言, ChatGPT 不仅在检索学

*通讯作者: 张少冲

术文献和撰写摘要中具有一定优势, 而且能够辅助完成文献综述、研究设计和数据分析等任务, 为医学研究的高效推进提供技术支持^[11-13]。此外, ChatGPT 在患者教育中也具有重要作用, 特别是在眼科这一专业性较强的领域。它可以为患者提供各种与眼部疾病相关的信息, 解答患者的常见问题, 从而提升患者的疾病认知水平, 帮助其更好地参与到自身的健康管理中^[8, 14, 15]。

然而, 尽管 ChatGPT 在眼科领域的应用潜力巨大, 它也面临一系列挑战。首先, ChatGPT 生成的诊断建议和医疗信息的准确性可能不够充分, 尤其在对专业知识有较高要求的眼科领域, ChatGPT 会产生“幻觉”, 即生成一些看起来真实实际上不存在的回答, 若未被有效核查, 将对患者的安全带来潜在风险^[16]。其次, 医疗信息涉及高度敏感的患者隐私数据, 在使用 ChatGPT 时, 需要确保数据的安全处理和存储, 以符合相关的隐私和合规要求^[17, 18]。此外, ChatGPT 在医疗领域的应用还存在伦理和道德考量, 尤其是避免技术滥用以及明确责任归属问题, 这些都对医疗系统的安全性提出了新的要求。

随着 ChatGPT 在医学中的应用日益深入, 眼科医生需要对这些语言模型的工作原理和功能进行基本了解, 以便在实际工作中利用其独特优势, 同时警惕潜在风险, 确保患者的诊疗质量与安全性。本综述将阐述 ChatGPT 的作用原理, 重点分析 ChatGPT 在眼科的各个应用场景, 并将探讨其潜在优势、面临的挑战, 以及未来的发展方向, 帮助眼科医生初步了解 ChatGPT 作用以及目前的局限性, 为眼科领域的人工智能应用提供科学参考和创新思路。

2 ChatGPT 基本原理

ChatGPT 基于大型语言模型的 Transformer 架构, 采用生成式预训练模型 (Generative Pre-trained Transformer, GPT) 进行训练, 通过大规模未标注文本的预训练掌握语法、语义和结构, 并在微调阶段通过对话数据进一步优化, 使其更适应对话任务^[19]。ChatGPT 通过“自回归生成机制”逐词预测最可能的下一个词, 从而生成与上下文紧密关联的连贯内容^[20]。尽管 ChatGPT 在自然语言生成方面表现出色, 但其内容依赖于训练数据, 无法生成未包含的信息, 且在复杂推理或逻辑分析中可能出现不准确或不完整的内容。此外, 由于训练数据主要来自公开数据

库, 模型可能存在数据偏见风险^[21]。

3 ChatGPT 在眼科的应用

3.1 医学教育

医学教育板块包括评估 ChatGPT 在医学考试和教育工具中的表现。ChatGPT 在医学考试中的优异表现使其有可能成为医学教育中的有用工具, 帮助学生加深对医学知识的学习及理解。然而, 应用 ChatGPT 应避免过时或者错误的信息误导医学生。

ChatGPT 在医学考试中的表现取得了显著进展。研究表明, GPT-4.0 在未经过专门训练的情况下, 通过美国医师执照考试的三个阶段 (Step 1、Step 2、Step 3), 分别取得了 88%、86% 和 90% 的正确率, 展现了其在综合医学知识方面的卓越能力^[22]。同时, 在眼科知识评估项目中, GPT-4.0 的总体正确率达到 81%, 其中角膜、神经眼科和葡萄膜炎领域的正确率接近 100%^[23]。与 GPT-3.5 相比, GPT-4.0 在不同难度考试中的正确率由 55% 提高至 70%, 在美国医师执照考试 Step 2 和 Step 3 中甚至超过平均通过率。然而, 其表现仍受限于问题的难度, 在手术技巧相关领域 (如白内障和眼底外科) 表现较弱, 这可能与其基于文本数据训练, 缺乏手术技术和图像分析相关知识有关^[24]。

综上所述, ChatGPT 在医学考试中的表现出色, 展现出其在医学教育中的潜力。然而, 它在一些特定领域仍存在局限性, 尤其是在手术相关问题和图像识别任务方面^[24, 25]。这些限制表明 GPT 模型在专科领域的知识深度和影像处理能力方面仍有改进空间。未来的提升可以聚焦于这些关键领域的专门训练, 以进一步增强其图像识别和复杂医学知识的理解能力。

3.2 生成医疗文书

眼科医生在出诊过程中需要在电子健康记录 (Electronic Health Record, EHR) 系统上花费大量时间, 从而减少了医生与患者的面对面交流时间, 这显著降低了临床效率与患者满意度^[26]。ChatGPT 能够有效辅助医疗文书书写并优化医生的工作流程, 从而提升医疗服务的效率和质量。

ChatGPT 在协助医生快速生成结构化医疗笔记方面展现了显著能力, 尤其在整理患者信息和病历记录时表现优异^[8]。研究表明, ChatGPT 生成的出院摘要通常包含有效但较通用的内容, 通过适当提示

还能补充用药说明和随访指示, 有助于提高效率并减轻文书负担, 但需人工验证以确保准确性和实用性^[7]。此外, GPT-4 在生成详细的手术记录方面展现了潜力, 包括完整的白内障手术记录, 涵盖患者信息、手术细节、人工晶状体信息及术后护理等, 并准确描述关键步骤, 如切口、撕囊和人工晶体植入, 还能建议术后抗生素注射和类固醇使用以减轻炎症^[6, 27]。这些研究结果表明, ChatGPT 在优化文书流程、提高工作效率方面具有广阔的应用前景, 但其内容仍需专家审查以确保专业性和准确性。

综上所述, ChatGPT 在眼科医疗文书中展现了显著应用潜力, 能够减轻医生文书负担并提高临床效率。然而, 生成的文本仍存在通用化和偶尔的事实性错误, 需人工审核以确保准确性^[6, 7]。尽管如此, ChatGPT 为改善医生与患者的互动、优化文书质量和提升患者体验提供了新的可能性, 值得在眼科领域进一步探索和完善。

3.3 协助临床决策

在临床实践中, 从病史询问到诊断确立是一个互动且反复推理的过程。医生通常依赖多种临床信息, 权衡不同的诊断可能性。不同医生的诊断一致性并不总是理想, 而人工智能在处理相同临床数据时更具一致性, 所以在减少诊断差异方面展现出潜力^[9, 28]。随着 ChatGPT 应用的普及, 医生们开始关注其在临床诊断中的准确性, 并探讨其作为辅助工具的可行性。

Delsoz 等人通过病例报告分析展示了 ChatGPT 在角膜疾病诊断中的表现。研究表明, ChatGPT-3.5 在角膜疾病的诊断准确率为 60% (20 例中 12 例正确), 而 GPT-4.0 提升至 85% (20 例中 17 例正确)^[29]。在青光眼诊断中, GPT-3.5 的准确率为 72.7% (11 例中 8 例正确), 表现与高级眼科住院医师相当, 甚至更优^[30]。此外, ChatGPT 在辅助诊断神经眼科疾病、葡萄膜炎和视网膜血管疾病方面也展现了潜力。具体而言, GPT-4.0 在神经眼科疾病的诊断中准确率为 82%; 在葡萄膜炎诊断中, 准确率为 66%; 分析视网膜血管疾病的眼底荧光素血管造影报告时, 准确率为 79.61%^[31-33]。进一步研究中, Daniel Milad 等人评估了 GPT-4.0 在复杂眼科病例中的医学推理能力, 发现其在诊断和决策方面与眼科专科医生相当, 但未能超过高级住院医师的表现^[34]。

尽管 ChatGPT 在许多诊断场景中展现了应用潜力, 但在处理罕见眼科疾病时仍有不足。例如 GPT-4.0 在诊断角膜营养不良、科根综合征和感染性晶体角膜病等罕见疾病时存在明显误差^[35]。此外, 由于 ChatGPT 无法连接互联网, 因此在提供实时、准确医疗建议方面较具有联网功能的语言模型有所欠缺^[36, 37]。

3.4 医学研究

在医学研究领域, ChatGPT 不仅能够高效总结大量医学数据, 分析复杂的数据集, 并为统计分析提供指导, 还能在文献信息提取、科研写作及代码生成等方面发挥重要的辅助作用, 从而有助于研究人员将更多精力投入到实验设计等创造性工作中^[38]。

随着医疗系统电子化, 大量患者数据为医学研究提供了丰富的信息来源。然而, 回顾性队列研究中, 手动查阅电子病历, 尤其从自由文本中提取信息, 既耗时又易出错。ChatGPT 在此展现独特优势, 能够高效解析病历笔记, 准确解释医学缩略词, 并提取特定信息 (如患者性别、年龄), 显著提高数据提取效率并减少人工误差, 为研究提供有力支持^[13, 39]。在文献检索中, ChatGPT 可帮助研究者快速查找论文、概述研究进展并识别未解问题, 但是需要谨慎核实其引用的准确性, 以防引用不当或虚假信息^[40, 41]。此外, ChatGPT 能在一定程度上提高写作质量, 但医学研究者在提供科学解释和深刻见解方面依然不可或缺^[11]。

尽管 ChatGPT 在医学研究中作为辅助工具具有巨大潜力, 研究人员仍需认识到其局限性。其中 ChatGPT 可能生成看似合理但实则错误的信息、提供不相关的引用、生成虚假数据。因此, 在医学研究中应用 ChatGPT 应保持谨慎, 确保科学逻辑和严谨性, 以避免潜在误导^[12, 41]。

3.5 患者教育

全球范围内眼科服务的需求日益增加, 但眼科医生的数量不足以满足这一需求。研究表明, 患者在就诊前倾向于通过互联网获取健康信息, 这种信息获取能力在一定程度上对医患互动产生了积极影响^[42, 43]。随着人工智能技术的不断发展, 大型语言模型 (LLMs), 如 ChatGPT, 逐渐在医学领域展现出应用潜力, 尤其是在眼科疾病的患者教育和健康咨询方面^[15, 43]。ChatGPT 能够为眼科患者提供全面、

详细且符合临床指南的实用指导, 包括是否需要眼科就诊或急诊及具体处理步骤等决策建议^[14, 44, 45]。近年来, 多项研究评估了 ChatGPT 在眼科领域提供信息的准确性和可靠性, 结果表明其在医学信息提供方面具有一定的应用价值。

在眼科领域, ChatGPT 广泛应用于解答患者关于眼科疾病的常见问题。Asem 等人评估了 ChatGPT 对 117 个患者常见问题的回答准确性, 结果显示其综合准确率为 59.8%。不同疾病类别中, 感染性疾病的准确率为 73.3%, 而视网膜疾病为 50%。这些结果表明, ChatGPT 在提供常见疾病、治疗和术后护理的基本信息方面较为有效, 特别是在在无需个性化回答的情况下, 能作为患者获取信息的有益工具^[46]。同样, ChatGPT 在青光眼的日常咨询中表现出色, 提供准确且安全的基础信息, 并能为白内障、年龄相关性黄斑变性 (AMD) 和春季角结膜炎 (VKC) 等疾病提供有用的疾病信息和预防建议, 帮助减轻患者焦虑, 特别是对初诊患者^[47-50]。

ChatGPT 在回答患者咨询中展现了良好的共情能力和应用潜力。在脉络膜黑色素瘤术前及术后护理咨询中, 其回答准确率达 86%, 并在心理支持方面表现突出^[51]。研究表明, 经过专家编辑的 ChatGPT 回答在质量和共情能力上显著优于未经编辑的内容, 有助于提升患者教育并减轻医生工作负担^[52]。此外, 在眼科疾病分诊中, ChatGPT 在信息足够详细的情况下准确率达 96.3%, 能够提供高效可靠的分诊建议。然而, 对于复杂且危及生命的病例 (如动眼神经麻痹和急性闭角型青光眼), 仍需专业医生的监督和验证以确保安全性与准确性^[44]。

尽管 ChatGPT 在患者疾病咨询中展现了优异的应用潜力, 但其局限性仍不容忽视。首先, ChatGPT 缺乏批判性分析医学文献的能力, 且知识库更新滞后, 可能导致回答中包含不准确或过时的信息^[36, 37, 45]。例如, 在近视问题上, 有研究表明 ChatGPT 对近视成因的理解存在偏差, 其关于预防和治疗的建议也未充分基于循证医学^[53, 54]。在复杂疾病管理、手术操作和药物副作用等领域, ChatGPT 的回答准确性较低, 甚至可能误导患者^[35]。此外, ChatGPT 可能生成“幻觉”信息, 看似合理但实则错误, 缺乏专业监督时可能对患者决策产生不利影响^[14, 46]。因此, 在眼科领域中 ChatGPT 的使用应始终由专业医生监督,

以确保准确性和安全性。

4 ChatGPT 面临的挑战

ChatGPT 在医学应用中面临“幻觉”、知识更新滞后、数据隐私和安全及多模态数据处理能力不足等挑战。“幻觉”是指其生成的内容基于词汇关联, 缺乏推理能力, 容易在复杂临床决策中产生虚假信息或事实扭曲^[16, 48, 55]。此外, 因其训练数据截至 2021 年 9 月, 难以反映最新医学进展, 限制了在快速发展的医学领域中的应用^[56]。减少“幻觉”可通过监督微调 and 检索增强生成 (RAG) 实现, 后者通过实时查询外部数据库提供可靠信息来源, 并需定期更新数据集以增强准确性和时效性^[57]。隐私和安全问题则需通过数据匿名化、加密等多层次保护措施, 并遵守严格监管标准, 如欧盟《通用数据保护条例》, 以确保患者数据安全, 防止敏感信息泄露^[18]。在多模态数据处理方面, 尽管 ChatGPT 在识别多种眼科影像上表现出较高准确性, 但在病变定位、诊断支持及深度分析上仍显不足, 尤其在荧光素眼底血管造影 (FFA) 和光学相干断层扫描 (OCT) 图像的细节分析中表现有限^[58, 59]。因此, 未来需进一步优化模型以提升其在病变分析、诊断决策及实际临床中的应用价值。

5 结论

综上所述, ChatGPT 作为一种大型语言模型, 已经在眼科领域展现出广泛的应用潜力。目前, ChatGPT 作为临床医生的辅助工具不仅可协助临床决策, 还可提高工作效率, 如自动化医疗文书记录、患者教育支持、临床数据预处理和多项记录摘要等。然而, 尽管 ChatGPT 在多个领域取得了显著进展, 其在医学中的应用仍面临挑战, 包括生成信息的准确性、时效性、数据隐私问题、多模态整合问题等。未来的发展应聚焦于模型优化和知识库的更新, 以确保其在医学领域的可靠应用。

参考文献

- [1] Kojima, T., S.S. Gu, M. Reid, et al. Large language models are zero-shot reasoners[J]. *Advances in neural information processing systems*, 2022. 35: p. 22199-22213.
- [2] OpenAI, R. Gpt-4 technical report. arxiv 2303.08774[J]. *View in Article*, 2023. 2(5).

- [3] Mihalache, A., R.S. Huang, M.M. Popovic, et al. ChatGPT-4: an assessment of an upgraded artificial intelligence chatbot in the United States Medical Licensing Examination[J]. Medical Teacher, 2024. 46(3): p. 366-372.
- [4] Mihalache, A., M.M. Popovic, and R.H. Muni. Performance of an artificial intelligence chatbot in ophthalmic knowledge assessment[J]. JAMA ophthalmology, 2023. 141(6): p. 589-597.
- [5] Kung, T.H., M. Cheatham, A. Medenilla, et al., Performance of ChatGPT on USMLE: potential for AI-assisted medical education using large language models[J]. PLoS digital health, 2023. 2(2): p. e0000198.
- [6] Waisberg, E., J. Ong, M. Masalkhi, et al., GPT-4 and Ophthalmology Operative Notes[J]. Ann Biomed Eng, 2023. 51(11): p. 2353-2355.
- [7] Singh, S., A. Djalilian, and M.J. Ali, ChatGPT and Ophthalmology: Exploring Its Potential with Discharge Summaries and Operative Notes[J]. Semin Ophthalmol, 2023. 38(5): p. 503-507.
- [8] Cascella, M., J. Montomoli, V. Bellini, et al., Evaluating the Feasibility of ChatGPT in Healthcare: An Analysis of Multiple Clinical and Research Scenarios[J]. J Med Syst, 2023. 47(1): p. 33.
- [9] Leong, Y.-Y., C. Vasseneix, M.T. Finkelstein, et al., Artificial intelligence meets neuro-ophthalmology[J]. The Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, 2022. 11(2): p. 111-125.
- [10] Shemer, A., M. Cohen, A. Altarescu, et al., Diagnostic capabilities of ChatGPT in ophthalmology[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2024. 262(7): p. 2345-2352.
- [11] Salvagno, M., F.S. Taccone, and A.G. Gerli, Can artificial intelligence help for scientific writing?[J]. Crit Care, 2023. 27(1): p. 75.
- [12] 惠延年.人工智能聊天机器人助力眼科和科学论文写作[J]. 国际眼科杂志, 2024. 24(01): p. 1-4.
- [13] Chen, J.S., W.C. Lin, S. Yang, et al., Development of an Open-Source Annotated Glaucoma Medication Dataset From Clinical Notes in the Electronic Health Record[J]. Transl Vis Sci Technol, 2022. 11(11): p. 20.
- [14] Bernstein, I.A., Y.V. Zhang, D. Govil, et al., Comparison of ophthalmologist and large language model chatbot responses to online patient eye care questions[J]. JAMA network open, 2023. 6(8): p. e2330320-e2330320.
- [15] Goodman, R.S., J.R. Patrinely, C.A. Stone, et al., Accuracy and reliability of chatbot responses to physician questions[J]. JAMA network open, 2023. 6(10): p. e2336483-e2336483.
- [16] Smith, A.L., F. Greaves, and T. Panch, Hallucination or Confabulation? Neuroanatomy as metaphor in Large Language Models[J]. PLOS Digit Health, 2023. 2(11): p. e0000388.
- [17] Wang, C., J. Ong, C. Wang, et al., Potential for GPT Technology to Optimize Future Clinical Decision-Making Using Retrieval-Augmented Generation[J]. Ann Biomed Eng, 2024. 52(5): p. 1115-1118.
- [18] Khoje, M. Navigating Data Privacy and Analytics: The Role of Large Language Models in Masking conversational data in data platforms. in 2024 IEEE 3rd International Conference on AI in Cybersecurity (ICAIC). 2024. IEEE.
- [19] Brown, T.B., Language models are few-shot learners[J]. arXiv preprint arXiv:2005.14165, 2020.
- [20] Ouyang, L., J. Wu, X. Jiang, et al., Training language models to follow instructions with human feedback[J]. Advances in neural information processing systems, 2022. 35: p. 27730-27744.
- [21] Vaswani, A., Attention is all you need[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2017.
- [22] Mihalache, A., R.S. Huang, M.M. Popovic, et al., ChatGPT-4: An assessment of an upgraded artificial intelligence chatbot in the United States Medical Licensing Examination[J]. Med Teach, 2024. 46(3): p. 366-372.
- [23] Teebagy, S., L. Colwell, E. Wood, et al., Improved Performance of ChatGPT-4 on the OKAP Examination: A Comparative Study with ChatGPT-3.5[J]. J Acad Ophthalmol (2017), 2023. 15(2): p. e184-e187.
- [24] Haddad, F. and J.S. Saade, Performance of ChatGPT on Ophthalmology-Related Questions Across Various Examination Levels: Observational Study[J]. JMIR Med Educ, 2024. 10: p. e50842.

- [25] Mihalache, A., R.S. Huang, M.M. Popovic, et al., Accuracy of an Artificial Intelligence Chatbot's Interpretation of Clinical Ophthalmic Images[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2024. 142(4): p. 321-326.
- [26] Read-Brown, S., M.R. Hribar, L.G. Reznick, et al., Time Requirements for Electronic Health Record Use in an Academic Ophthalmology Center[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2017. 135(11): p. 1250-1257.
- [27] Waisberg, E., J. Ong, M. Masalkhi, et al., GPT-4 to document ophthalmic post-operative complications[J]. *Eye (Lond)*, 2024. 38(3): p. 414-415.
- [28] Anderson, R.L., M. de Los Angeles Ramos Cadena, and J.S. Schuman, Glaucoma Diagnosis: from the Artisanal to the Defined[J]. *Ophthalmol Glaucoma*, 2018. 1(1): p. 3-14.
- [29] Delsoz, M., Y. Madadi, H. Raja, et al., Performance of ChatGPT in Diagnosis of Corneal Eye Diseases[J]. *Cornea*, 2024. 43(5): p. 664-670.
- [30] Delsoz, M., H. Raja, Y. Madadi, et al., The use of ChatGPT to assist in diagnosing glaucoma based on clinical case reports[J]. *Ophthalmology and Therapy*, 2023. 12(6): p. 3121-3132.
- [31] Leong, Y.Y., C. Vasseneix, M.T. Finkelstein, et al., Artificial Intelligence Meets Neuro-Ophthalmology[J]. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*, 2022. 11(2): p. 111-125.
- [32] Rojas-Carabali, W., C. Cifuentes-González, X. Wei, et al., Evaluating the diagnostic accuracy and management recommendations of ChatGPT in uveitis[J]. *Ocular immunology and inflammation*, 2024. 32(8): p. 1526-1531.
- [33] Liu, X., J. Wu, A. Shao, et al., Uncovering Language Disparity of ChatGPT on Retinal Vascular Disease Classification: Cross-Sectional Study[J]. *J Med Internet Res*, 2024. 26: p. e51926.
- [34] Milad, D., F. Antaki, J. Milad, et al., Assessing the medical reasoning skills of GPT-4 in complex ophthalmology cases[J]. *Br J Ophthalmol*, 2024. 108(10): p. 1398-1405.
- [35] Hu, X., A.R. Ran, T.X. Nguyen, et al., What can GPT-4 do for Diagnosing Rare Eye Diseases? A Pilot Study[J]. *Ophthalmol Ther*, 2023. 12(6): p. 3395-3402.
- [36] Waisberg, E., J. Ong, M. Masalkhi, et al., Google's AI chatbot "Bard": a side-by-side comparison with ChatGPT and its utilization in ophthalmology[J]. *Eye (Lond)*, 2024. 38(4): p. 642-645.
- [37] Tao, B.K., N. Hua, J. Milkovich, et al., ChatGPT-3.5 and Bing Chat in ophthalmology: an updated evaluation of performance, readability, and informative sources[J]. *Eye (Lond)*, 2024. 38(10): p. 1897-1902.
- [38] Owens, B., How Nature readers are using ChatGPT[J]. *Nature*, 2023. 615(7950): p. 20.
- [39] Dahmen, J., M.E. Kayaalp, M. Ollivier, et al., Artificial intelligence bot ChatGPT in medical research: the potential game changer as a double-edged sword[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2023. 31(4): p. 1187-1189.
- [40] Haman, M. and M. Školník, Using ChatGPT to conduct a literature review[J]. *Account Res*, 2024. 31(8): p. 1244-1246.
- [41] Singh, S. and S. Watson, ChatGPT as a tool for conducting literature review for dry eye disease[J]. *Clinical & Experimental Ophthalmology*, 2023. 51(7).
- [42] Kuehn, B.M., More than one-third of US individuals use the Internet to self-diagnose[J]. *Jama*, 2013. 309(8): p. 756-7.
- [43] Nadarzynski, T., O. Miles, A. Cowie, et al., Acceptability of artificial intelligence (AI)-led chatbot services in healthcare: A mixed-methods study[J]. *Digit Health*, 2019. 5: p. 2055207619871808.
- [44] Lyons, R.J., S.R. Arepalli, O. Fromal, et al., Artificial intelligence chatbot performance in triage of ophthalmic conditions[J]. *Can J Ophthalmol*, 2024. 59(4): p. e301-e308.
- [45] Zandi, R., J.D. Fahey, M. Drakopoulos, et al., Exploring Diagnostic Precision and Triage Proficiency: A Comparative Study of GPT-4 and Bard in Addressing Common Ophthalmic Complaints[J]. *Bioengineering (Basel)*, 2024. 11(2).
- [46] Alqudah, A.A., A.J. Aleshawi, M. Baker, et al., Evaluating accuracy and reproducibility of ChatGPT responses to patient-based questions in Ophthalmology: An observational study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2024. 103(32): p. e39120.
- [47] Tan, D.N.H., Y.C. Tham, V. Koh, et al., Evaluating Chatbot responses to patient questions in the field of glaucoma[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2024. 11: p. 1359073.
- [48] Rasmussen, M.L.R., A.C. Larsen, Y. Subhi, et al., Artificial

- intelligence-based ChatGPT chatbot responses for patient and parent questions on vernal keratoconjunctivitis[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2023. 261(10): p. 3041-3043.
- [49] Ferro Desideri, L., J. Roth, M. Zinkernagel, et al., "Application and accuracy of artificial intelligence-derived large language models in patients with age related macular degeneration"[J]. *Int J Retina Vitreous*, 2023. 9(1): p. 71.
- [50] Yılmaz, I.B.E. and L. Doğan, Talking technology: exploring chatbots as a tool for cataract patient education[J]. *Clin Exp Optom*, 2024: p. 1-9.
- [51] Anguita, R., C. Downie, L. Ferro Desideri, et al., Assessing large language models' accuracy in providing patient support for choroidal melanoma[J]. *Eye (Lond)*, 2024.
- [52] Tailor, P.D., L.A. Dalvin, J.J. Chen, et al., A Comparative Study of Responses to Retina Questions from Either Experts, Expert-Edited Large Language Models, or Expert-Edited Large Language Models Alone[J]. *Ophthalmol Sci*, 2024. 4(4): p. 100485.
- [53] Biswas, S., N.S. Logan, L.N. Davies, et al., Assessing the utility of ChatGPT as an artificial intelligence - based large language model for information to answer questions on myopia[J]. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 2023. 43(6): p. 1562-1570.
- [54] Lim, Z.W., K. Pushpanathan, S.M.E. Yew, et al., Benchmarking large language models' performances for myopia care: a comparative analysis of ChatGPT-3.5, ChatGPT-4.0, and Google Bard[J]. *EBioMedicine*, 2023. 95: p. 104770.
- [55] Ong, J., N. Kedia, S. Harihar, et al., Applying large language model artificial intelligence for retina international classification of diseases (ICD) coding[J]. *Journal of Medical Artificial Intelligence*, 2023. 6.
- [56] Zhao, H., Q. Ling, Y. Pan, et al., Ophtha-llama2: A large language model for ophthalmology[J]. *arXiv preprint arXiv:2312.04906*, 2023.
- [57] Wang, C., J. Ong, C. Wang, et al., Potential for GPT technology to optimize future clinical decision-making using retrieval-augmented generation[J]. *Annals of Biomedical Engineering*, 2024. 52(5): p. 1115-1118.
- [58] Xu, P., X. Chen, Z. Zhao, et al., Evaluation of a digital ophthalmologist app built by GPT4-V (ision)[J]. *medRxiv*, 2023: p. 2023.11.27.23299056.
- [59] 5Waisberg, E., J. Ong, M. Masalkhi, et al., Automated ophthalmic imaging analysis in the era of generative pre-trained transformer-4[J]. *The Pan-American Journal of Ophthalmology*, 2023. 5(1): p. 50.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS