doi: 10.12419/2401150001
**View this article at:** https://dx.doi.org/10.12419/2401150001

**·BJO 专栏·**
**·专家述评·**

# 人工智能赋能白内障分级诊疗新模式

侯君临[1]，陈浩[1,2]

（1. 香港科技大学计算机科学与工程系，中国香港 999077，2. 香港科技大学化学与生物工程系，中国香港 999077）

**[摘　要]** 随着人工智能(artificial intelligence,AI)技术的快速发展，其在医疗领域的应用正带来革命性的变化。白内障作为全球范围内最常见的可逆性视力障碍之一，在管理和治疗方面依然存在着医疗资源不足、诊断精度低、转诊效率低等诸多实际问题。因此，利用AI技术强大的计算分析和智能决策能力，优化传统医疗实践方式，对于保障人们的视觉健康至关重要。该文探讨AI技术在推动白内障分级诊疗新模式方面的应用，包括白内障图像自动分析与识别、远程医疗和转诊支持等，这些应用能够为白内障患者、社会以及政府带来多方面的显著益处和重要影响，有助于提高白内障诊断和治疗效率，缓解医疗资源不均衡问题，优化医疗资源的配置和管理，推动社会健康进步。然而，AI技术的实际应用也面临风险和挑战，应当充分重视和保护患者数据隐私和安全，建立严格的监管和监督机制，并持续加强技术创新，全面评估AI算法的鲁棒性、公平性和可解释性，以进一步提高AI系统的准确度和可信度。

**[关键词]** 人工智能；图像识别；白内障；分级诊疗

**引用本文**：侯君临，陈浩. 人工智能赋能白内障分级诊疗新模式[J]. 眼科学报，2023，38(10)：661-664. doi: 10.12419/2401150001

# Artificial intelligence advances a new model of hierarchic diagnosis and treatment for Cataract

HOU Junlin[1], CHEN Hao[1,2]

*(1. Department of Computer Science and Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, HongKong 999077, China; 2. Department of Chemical and Biological Engineering, The Hong Kong University of Science and Technology, HongKong 999077,China)*

**Abstract** With the rapid development of artificial intelligence (AI) technology, its application in the field of healthcare is bringing revolutionary changes. Cataracts, as one of the most common reversible visual impairments worldwide, still face many practical issues in terms of limited medical resources, low diagnostic accuracy, and low referral efficiency. Therefore,

**收稿日期(Date of reception)**: 2023-09-15
**通信作者(Corresponding author)**: 陈浩，Email:jhc@cse.ust.hk
**作者贡献声明**: 构思设计: 所有作者; 行政支持: 无; 提供研究材料: 所有作者; 数据收集与汇总: 无; 数据分析与解读: 无; 稿件撰写: 所有作者; 稿件最终修订与同意: 所有作者
**Contributions:** Conception and design: Both authors; Administrative support: None; Provision of study materials: Both authors; Collection and assembly of data: None; Data analysis and interpretation: None; Manuscript writing: Both authors; Final approval of manuscript: Both authors

电子全文

it is crucial to utilize AI technology's powerful computational analysis and intelligent decision-making capabilities to optimize traditional medical practices and safeguard people's visual health.This article investigates the applications of AI technology on a new model of hierarchic diagnosis and treatment for cataracts, including automatic analysis and recognition of cataract images, remote healthcare, and referral support. These applications can bring significant benefits and important impacts to cataract patients, society, and governments. They can help improve the efficiency of cataract diagnosis and treatment, alleviate the imbalance of medical resources, optimize the allocation and management of healthcare resources, and promote societal health progress.However, the practical application of AI technology also faces risks and challenges. It is important to fully prioritize and protect patients' data privacy and security by establishing strict regulatory and oversight mechanisms. Additionally, continuous efforts should be made to enhance technological innovation and comprehensively evaluate the robustness, fairness, and interpretability of AI algorithms to further improve the accuracy and trustworthiness of AI systems.

**Keywords** artificial intelligence; image recognition; cataract; hierarchic diagnosis and treatment

**Cite this article as:** HOU Junlin, CHEN Hao. Artificial intelligence advances a new model of hierarchic diagnosis and treatment for Cataract[J]. Yan Ke Xue Bao, 2023, 38(10): 661-664. doi: 10.12419/2401150001

白内障作为一种常见的眼部疾病，目前已成为全球第一位致盲性眼病，是造成可逆性视力障碍和失明的主要原因[1]。据估计，全世界约有9 500万人受到白内障的影响[2]。然而，白内障的诊断和治疗仍然面临诸多挑战，例如医疗资源不足、诊断精度低、转诊效率低等，特别是在许多低收入和中等收入国家的初级医疗机构[3]。因此，建立一种基于人工智能技术的白内障分级诊疗模式，不仅能够优化医疗资源的分配和管理，还可以提高医疗服务的效率和质量，对促进医疗事业的发展具有重要意义。

## 1 人工智能在白内障诊疗中的应用

人工智能技术在白内障辅助诊疗领域已有较为深入和广泛的应用。早在2015年，Gao等[4]构建了一个核性白内障严重程度分级系统，采用卷积神经网络、递归神经网络和支持向量回归，从裂隙灯图像中自动学习特征，评估核性白内障严重程度。该系统在临床分级方面的表现显著优于当时的其他技术，达到了70.7%的一致性比率。随后，Xu等[5]使用卷积神经网络直接从白内障眼底图像中学习有用特征，研究发现相比于全局特征，多层卷积计算后丢失的血管细节信息在白内障分级任务中也起着重要作用。为此，作者提出了一种新颖的深度学习框架，将全局和局部特征同时整合到图像分类器的训练中，以提高自动白内障分级的识别性能，平均准确率达到86.2%。此外，Long等[6]开发了一个名为CC-Cruiser的儿童白内障管理平台，能够实现白内障诊断、分级并做出治疗决策。该平台使用卷积神经网络对裂隙灯图像进行自动分析，诊断准确率达到87.4%，治疗决策准确率为70.8%。Yadav等[7]提出了一种将深度学习模型与眼底图像的二维离散傅里叶变换频谱相结合的白内障自动检测和分类方法。该方法将计算得到的频谱图作为特征输入到深度学习模型中。实验结果表明，该系统在白内障检测和分类方面取得了显著的优势，实现了93.10%的四分类准确性。为进一步提高多级协作效率和医疗资源覆盖率，中山大学中山眼科中心研究团队构建了一个人工智能白内障协同管理的通用平台[8]，应用于多级临床场景。该平台包含基于图像识别算法的白内障人工智能诊断系统，并与三级转诊医疗保健模式相结合，对白内障诊疗具有显著益处和重要影响。

### 1.1 白内障图像识别

利用人工智能技术对白内障图像进行自动分析和识别，可以快速准确地判断采集模式、白内障的类型及严重程度，极大程度提高诊断的准确性和效率。该平台建立了一种基于残差网络[9]的深度学习算法，采用三步策略实现白内障的协同管理：1)采集模式识别；2)白内障诊断；3)从病因和严重程度检测需转诊的白内障患者，并使用包含多级医疗机构和采集模式的数据集进行算法训练和验证。研究结果表明，该通用人工智能平台在三步任务中表现出可靠的诊断

性能：1)采集模式识别性能曲线下面积 (area under the curve,AUC)达到99%；2)各采集模式下的白内障诊断性能AUC均超过99%；3)需转诊白内障的检测性能AUC超过91%。基于人工智能的白内障图像识别算法通过提供快速、准确和客观的分析，革新了诊断过程，在提高诊断准确性、增强治疗规划以及改善患者的视觉健康等方面具有巨大潜力。

### 1.2 远程医疗和转诊支持

基于人工智能技术实现远程医疗和转诊支持，使得眼科专家能够通过互联网和移动设备远程查看白内障患者的情况，并提供准确的诊断和治疗建议，以解决医疗资源分布不均的问题。人工智能白内障协同管理的通用平台[8]将白内障人工智能系统与真实世界中的居家自我监测、初级医疗保健机构和专科医院等多级转诊模式相结合。这种多级协作模式可以提高医疗资源的利用效率，并优化医疗服务的质量。研究的统计结果表明，1名眼科医生一年可提供服务人群数量从原来的4 000人大幅度提升至40 806人，该新型三级转诊系统使得眼科医生与人口的服务比例相较于传统模式提高了10.2倍，极大地扩大了医疗服务的覆盖范围。

### 1.3 人工智能白内障协同管理平台具有重要影响

人工智能白内障协同管理通用平台具有显著益处和重要影响。对于白内障患者而言，该平台提高了白内障诊断和治疗效率，减少患者的等待时间和痛苦，改善了医疗服务体验。从社会角度来看，该平台促进医疗服务的普及和推广，有助于缓解医疗资源不均衡问题，提高医疗资源的利用效率，通过优化白内障诊断和治疗流程，提升医疗服务质量。从政府角度来看，该平台有助于优化医疗资源的配置和管理，通过平台数据和分析结果，了解白内障患者分布与需求情况，进而为政府制定相关政策和措施提供参考和支持，促进医疗事业发展，推动社会健康进步。

## 2 人工智能赋能白内障分级诊疗的优势和挑战

人工智能技术在医疗转诊中的应用前景非常广阔。它可以处理和分析海量的医疗数据，帮助医生更好地理解疾病的特征和进展，从而提高疾病的诊断和治疗准确性。在白内障分级诊疗方面，通过快速准确地识别白内障类型和严重程度，人工智能可以为医生提供具有针对性的治疗建议，提高患者的治疗效果，同时有助于优化医疗资源利用效率，提升医疗服务质量。

然而，人工智能的应用也面临一些挑战和风险。首先，数据隐私和安全问题[10-11]需要得到充分的重视和保护。需要制定和实施相关法律、伦理和技术措施，以确保白内障分级诊疗平台的数据安全。其次，虽然人工智能算法在白内障图像识别方面取得了显著的进展，但仍存在误诊或漏诊的风险，准确度和可信度需要进一步验证和改进。人工智能白内障协同管理平台应继续开展多中心临床试验，结合临床专家的意见和判断，从算法的鲁棒性[12]、公平性[13]、可解释性[14-15]等角度进行更为全面的临床评估，提高系统的准确度和可信度。

因此，在应用和推广人工智能白内障协同管理平台时，需要综合考虑多方因素，并采取相应的保障措施，以确保其在医疗实践中的有效性和安全性，包括加强数据隐私保护、进行严格的算法验证和审查、建立监管和监督机制等。通过不断加强技术创新和规范管理，人工智能可以更好地赋能白内障分级诊疗，为患者提供更准确、高效和安全的医疗服务。

## 3 总结与展望

人工智能白内障协同管理的通用平台具有巨大的潜力和优势，可以提高白内障的诊断和治疗水平，优化医疗资源的利用效率，对医疗事业的发展、社会的健康进步和政府的决策支持都具有重要意义。未来，人工智能白内障协同管理的通用平台的成果可以扩展到其他常见疾病和资源密集型情景中，以进一步提高医疗服务的效率和质量。然而，在应用和推广过程中，还需要克服一些挑战和风险，以确保其在医疗实践中的有效性和安全性。此外，还需要更多地关注人工智能技术的伦理和社会影响，以确保人工智能技术的应用符合伦理和法律标准。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议(Creative Commons)，允许第三方用户按照署名(BY)-非商业

性使用(NC)-禁止演绎(ND)(CC BY-NC-ND)的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。详情请访问：https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/。

## 参考文献

1. Lam D, Rao SK, Ratra V, et al. Cataract[J]. Nat Rev Dis Primers, 2015, 1: 15014.
2. Liu YC, Wilkins M, Kim T, et al. Cataracts[J]. Lancet, 2017, 390(10094): 600-612.
3. Deng Y, Yang D, Yu JM, et al. The association of socioeconomic status with the burden of cataract-related blindness and the effect of ultraviolet radiation exposure: an ecological study[J]. Biomed Environ Sci, 2021, 34(2): 101-109.
4. Gao X, Lin S, Wong TY. Automatic feature learning to grade nuclear cataracts based on deep learning[J]. IEEE Trans Biomed Eng, 2015, 62(11): 2693-2701.
5. Xu X, Zhang L, Li J, et al. A hybrid global-local representation CNN model for automatic cataract grading[J]. IEEE J Biomed Health Inform, 2020, 24(2): 556-567.
6. Long E, Lin H, Liu Z, et al. An artificial intelligence platform for the multihospital collaborative management of congenital cataracts[J]. Nat Biomed Eng, 2017, 1: 24.
7. Yadav S, Yadav JKPS. Automatic cataract severity detection and grading using deep learning[J]. J Sens, 2023, 2023: 2973836.
8. Wu X, Huang Y, Liu Z, et al. Universal artificial intelligence platform for collaborative management of cataracts[J]. Br J Ophthalmol, 2019, 103(11): 1553-1560.
9. He K, Zhang X, Ren S, et al. Deep residual learning for image recognition[C]//2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). Las Vegas, NV, USA. IEEE, 2016: 770-778.
10. Kupwade Patil H, Seshadri R. Big data security and privacy issues in healthcare[C]//2014 IEEE International Congress on Big Data. Anchorage, AK, USA. IEEE, 2014: 762-765.
11. Abouelmehdi K, Beni-Hessane A, Khaloufi H. Big healthcare data: preserving security and privacy[J]. J Big Data, 2018, 5(1): 1.
12. Qayyum A, Qadir J, Bilal M, et al. Secure and robust machine learning for healthcare: a survey[J]. IEEE Rev Biomed Eng, 2020, 14: 156-180.
13. Ricci Lara MA, Echeveste R, Ferrante E. Addressing fairness in artificial intelligence for medical imaging[J]. Nat Commun, 2022, 13(1): 4581.
14. van der Velden BHM, Kuijf HJ, Gilhuijs KGA, et al. Explainable artificial intelligence (XAI) in deep learning-based medical image analysis[J]. Med Image Anal, 2022, 79: 102470.
15. Jin W, Li X, Fatehi M, et al. Guidelines and evaluation of clinical explainable AI in medical image analysis[J]. Med Image Anal, 2023, 84: 102684.

(**责任编委**：林铎儒；**责任编辑**：李扬杵)