

doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.01.23

View this article at: <http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1000-4432.2021.01.23>

## 人工智能在眼科医疗管理过程中的应用：挑战与展望

王晓晖<sup>1</sup>, Bryan Spencer<sup>1,2</sup> 综述 程文<sup>3</sup> 审校

[1. 中山大学岭南(大学)学院, 广州 510275; 2. Department of Management, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt, Germany; 3. 中山大学岭南(大学)学院中国企业环境、健康与安全研究管理研究中心, 广州 510275]

**[摘要]** 人工智能(artificial intelligence, AI)为解决中国患者“看病难”问题提供了可行方案。眼科AI已实现为患者提供筛查、远程诊断及治疗建议等方面的服务,能显著减轻医疗资源不足的压力和患者的经济负担。而AI的应用过程中,给医疗管理带来的挑战应引起重视。本文从医疗管理的角度,总结分析AI在眼科医疗过程中,尤其是交接环节中出现的主要问题,提出对策与建议,并讨论AI在眼科医疗的应用展望。

**[关键词]** 人工智能; 眼科医疗; 交接; 展望

## Application of artificial intelligence in ophthalmology medical management: challenges and prospects

WANG Xiaohui<sup>1</sup>, Bryan Spencer<sup>1,2</sup>, CHENG Wen<sup>3</sup>

[1. Lingnan (University) College, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Department of Management, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt, Germany; 3. Lingnan-ISC Environment, Health, and Safety Academy for Chinese Enterprises, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China]

**Abstract** Artificial intelligence (AI) has been proposed as a potential solution to address the shortage of ophthalmologists in China. With the increasingly extensive application of AI in the field of ophthalmology, many potential patients with eye diseases have access to a higher quality of medical services. At the same time, new challenges will emerge and proliferate with the advancement of AI application. This paper focuses on the patient handoffs process and discusses two challenges brought by the application of AI, namely “communication” and “standardization”. Natural language processing techniques and the development of standardized databases are proposed to solve each of these challenges. The application prospects of AI in ophthalmology are eventually discussed.

**Keywords** artificial intelligence; ophthalmic care; handoffs; prospect

收稿日期 (Date of reception): 2020-07-12

通信作者 (Corresponding author): Bryan Spencer, Email: b.spencer@fs.de

基金项目 (Foundation item): 中山大学岭南学院、中山大学中国转型与开放经济研究所联合招标项目(广东省公立医院改制模式和政策研究)。This work was supported by grants from the Joint Bid Project of Lingnan College of Sun Yat-sen University and China Transformation and Open Economy Research Institute of Sun Yat-sen University (Research on the Restructuring Model and Policy of Public Hospitals in Guangdong Province), China.

据 *Ophthalmology* 发布的数据显示：到2050年，将近50亿人会患有不同程度的近视，覆盖了全球一半的人口，占比49.8%，其中高达10亿人面临着眼睛失明的高风险，占比达9.8%。这预示着数以亿计的人类将面临着眼病的困扰，中国的情况将更为严重<sup>[1]</sup>。

而中国的医疗资源依然呈现短缺态势，尤其是在农村地区，患者获得高质量医疗服务的机会更是有限。以前的“赤脚医生”成为中国农村地区6亿多人的医疗卫生防线<sup>[2-3]</sup>，即使是这样较低质量的医疗服务，仍然不能满足广大民众的就诊需求。目前，基层医生数量呈现下降态势，并且明显出现了供不应求加剧的状况。2015年，基层医疗机构的诊断率比所有城市医院的诊断率加起来还要多8.39亿人次。同样，在中国人口较为密集的中东部地区，也面临着治疗需求增加和医务人员短缺的矛盾。在2003年至2014年的10年间，全国问诊数量增加了83%，每年约有73亿人次，住院人数增加了200%，达到1.4亿人次<sup>[3]</sup>。眼科医疗资源短缺和分布不均的情况更为严重，例如在近视防控方面，据中华医学会眼科分会统计，到2014年底，我国眼科医师约3.6万名，视光师不足4 000人，而且全国70%的眼科医生集中在大中型城市，基层眼科医生数量很少，远不能满足患者需求<sup>[4]</sup>。

人工智能(artificial intelligence, AI)被认为是一个缓解医疗专业人员短缺的方案。AI作为一个新兴领域，其相关的研究工作主要集中在技术本身的研发和应用上。虽然研究重点逐渐转向了AI的临床应用，但其作为解决医疗供需失衡的重要措施，其中遇到的管理问题，目前尚未被研究人员所重视。尤其是在眼科医疗领域，AI应用范围的逐渐扩大，在越来越多患者有机会接受高水平诊疗的同时，管理上的问题也愈发凸显，从而阻碍了AI在医疗领域的进一步应用和发展。鉴于此，本文具体针对因AI在医疗领域应用而凸显出来的交接问题进行了分析和探讨。强调管理者在AI应用时，应重视交接流程的标准化和沟通的有效性。同时，也对AI在眼科医疗、乃至在所有医疗领域中的应用进行了展望。

## 1 AI 的应用现状

AI是一个快速增长的行业，市场情报公司Tractica的数据显示，2018年医疗AI技术领域的

投入为21亿美元，预计到2025年这一数据将超过340亿美元<sup>[4]</sup>。在很短的时间内，中国已经成为AI技术的先行者，引领了从语音识别到癌症诊断等多项应用技术的发展。这些成就离不开政府大力的支持、企业高额的研发投入以及庞大的市场需求<sup>[5]</sup>。

AI在医疗服务中的应用可以分为两大类：虚拟和物理的应用<sup>[6-7]</sup>。虚拟应用中的解决方案通常基于云，并使用机器学习(machine learning, ML)算法。它们具有诊断和筛查能力，它们可以部署在一定规模的医院，帮助医生筛查、诊断或治疗患者，也可以部署在可能没有高级别专家的地区(如农村诊所或社区医院)<sup>[8]</sup>。例如，AI系统“CC-Cruiser”，它能够诊断先天性白内障，并提供合理的治疗方案<sup>[9]</sup>。物理应用中的AI方案可以被理解为医学机器人，比如达芬奇系统“DaVinci System”，这类机器人协助外科医生进行复杂的手术，而其他类型的机器人则可用于更简单的任务，比如应用在挂号、导诊、送药等场景。在实践中，医疗机器人已被证明可以影响医生对诊疗方案的选择。

虽然AI正在快速发展，并逐渐在医疗领域应用，但它的应用对于医疗管理人员的影响如何，其未来发展方向如何，仍然有待探索。关注眼科AI的原因有以下三方面：第一，中国的眼科医生严重短缺，数据表明，每百万人只有26名眼科医生<sup>[10]</sup>，这意味着使用新的技术解决眼科医生数量严重短缺的问题是迫切需求的；第二，眼科疾病相较于其他疾病，如果能做到早发现，会更容易预防和治疗，所造成的经济损失和治疗成本也可以被有效控制，而据中国国家卫健委的数据显示，超过50%的人没有接受常规的眼科检查，超过90%的人发病后才进行治疗，对于这些眼科疾病是可以进行早期干预的；第三，在医学领域，AI在眼科的应用已经积累了一定的成果，未来的应用前景会更加多样化<sup>[11-12]</sup>。同时，本文着重关注AI在交接环节的应用挑战是因为AI在医疗管理领域应用非常广泛，能够及时监控社区群体的公共卫生状况，为患者提供快速便捷的初步诊疗。在以往医疗条件不发达的阶段或地区，疾病难以被“早发现早治疗”，因此AI在预防、初诊中的广泛应用，大幅增加了潜在患者的就医需求，患者从AI初诊到医疗机构复诊的平稳交接便成为了医疗管理日益凸显的问题。

## 2 常规交接

医疗管理过程中的交接指把患者从一个卫生专业人员转交到另一个卫生专业人员的切换。在医疗管理中,研究者主要关注这些移交工作对患者安全和治疗质量的影响。常规交接的一个具体例子是:患者在住院时主治医生的每日值班轮换,在此期间医生如何交换患者的信息,包括身份、过去的事件、当前的问题以及未来的诊疗计划<sup>[13-14]</sup>。交接是医疗管理研究领域的一项具有重要意义的话题。虽然研究<sup>[15]</sup>表明一些与交接有关的医疗培训项目可以显著减少医疗事故的发生,但我国的大部分卫生专业人员仅接受了最低限度的培训。

## 3 AI 应用在交接过程中的挑战

AI的应用,尤其是能够进行远程诊疗的AI应用,可能会导致从基层医疗机构交接上级医院的患者数量激增,这使得交接过程变得尤为重要。传统的远程医疗服务增加了患者获得较高水平医疗服务的机会,通过采取早期的干预措施,改善治疗效果。随着AI在医疗领域的普及,有更多的患者获得初诊的机会,此举将使接受筛查和转诊的患者数量成倍增加,患者的交接成为了一个不可或缺且至关重要的环节。例如,使用虚拟AI对患者进行青光眼早期检测,意味着患者可以在病情恶化之前转到大型医院或专科进行预防性治疗。从患者角度来看,潜在的疾病风险被及时发现,AI的应用使他们获得正规医疗服务的可能性增大,而从医院管理角度看,这些带有初期病灶的患者被发现后,医院就诊人数会随之增加,平顺的交接成为保证医疗质量的重要工作。

患者从AI系统初诊到医院就诊,这种人机交接的过程会出现两个严重的挑战,这两个挑战在一定程度上增加了医生治疗的不确定性,也可能使患者的健康和安全无法得到保障。

第一个挑战,与交接的沟通流程有关。当AI接管卫生专业人员的角色和任务时,或卫生专业人员从AI处接收患者时,这种“人机交接”模式获取和生成有效信息的方式与常规的“人人交接”模式所采取的语言文字沟通方式有所不同。在有效的交接中,沟通是一种双方信息交换,而

不仅仅是单向的信息传递。并且以往诊疗交接过程中信息传递方式是通过计算机书写和阅读诊疗报告,然而由于医疗人员的专业背景、个人经历、用词习惯等不一,导致诊疗报告出现以下两点问题,其一是用语不统一,诊疗报告呈现出个人特点;其二是计算机检索查询文本数据时,由于缺少上下文情景限制,容易出现统计错误情况<sup>[16]</sup>。为了确保AI和卫生专业人员沟通的有效性,需要自然语言处理(natural language processing, NLP)技术的支持。这是因为NLP在医学领域最早的应用方向是医学数据和文本处理。如一体化医学语言系统(Unified Medical Language System, UMLS)和人类与兽类医学系统术语(Systematized Nomenclature of Medicine, SNOMED),还有MedLEE、MetaMap、cTAKES、MedEx、KnowledgeMap等多种多样的数据库<sup>[16]</sup>,虽然这些库能够在一定程度上的帮助NLP在交接环节中沟通的有效性,但是种类繁多的数据库的选取、注入和识别增加了NLP技术本身的复杂性和交接工作的复杂性。这种复杂性一定程度上限制了AI在交接环节的应用。

第二个挑战,与交接的标准化有关。与交接相关的培训通常是为了将沟通流程标准化,从而保证交接的有效性。然而,交接是一个复杂的环节,关乎到医疗质量和患者健康<sup>[17]</sup>,在这个过程中,常规的交接通常包括口头和书面的沟通,交接内容需要根据交接双方的具体工作进行精心地调整,这种方式比较灵活,适应性较强<sup>[18]</sup>。然而这种特性,对于AI在医疗领域的应用,却是一个独特的挑战。例如,当患者从AI诊疗处转移到一家医院时,每家医院都有自己的交接协议和规则,他们的交接标准流程也可能互不相同,若AI采用僵化、固定的流程完成交接工作,很可能会导致通信中断,交接失败。这意味着,医疗服务管理要统一各种交接标准,实施标准化的交接方案。目前,这项工作是国内专家学者们共同面临并研究的问题,林浩添等提出了一个可行的思路,即形成一个有效的可共享的数据库;其思路是,许多单位都掌握一定的数据,但这些数据并不可以直接使用,还需要通过多方协作花费精力收集更多数据,并根据一定的技术手段将其标准化,最终形成一个完整有效且可共享的数据库,以推动解决AI交接的标准化问题<sup>[19]</sup>。

## 4 讨论与展望

AI的应用能够极大地缓解医疗资源短缺的问题。然而，这并非没有新的困难，在实施交接过程中，为了减轻AI应用所带来的问题且要确保医疗质量，需要仔细规划交接流程。在传统医疗服务情境中，标准化和有效沟通是有效交接的两个重要保证。在引入AI的情境中，这两个原则也是同样重要的。特别是，交接计划必须同时考虑虚拟性和物理性AI的技术特点，如何将二者联合起来以便共同解决沟通流程和标准化问题，需要更多的领域研究者、医务管理者、医生、企业等多方的努力。

此外，相比之下AI在眼科医疗领域具有更好的发展空间和态势。我国现有的眼科医疗资源分布不均衡，服务机构数量呈现出“地区集中，全国分散”的形态，服务质量呈现出“集中地区诊疗质量高，分散地区诊疗质量低”的情形。AI在眼科医疗的引入、应用和发展，能够有效缓解我国眼科医疗资源分布所面临的困境。原因有三点：其一，AI具有超于人类的记忆存储量，快速记忆能力，配合ML的技术手段，使得AI具有较高水平的诊疗能力。例如，中山大学中山眼科中心林晓峰指出，“AI眼科医生”诊疗决策准确率超过90%，诊断技能已达“专家级眼科医师”水平<sup>[20]</sup>；其二，眼科手术对医生的操作精细度要求极高，例如玻璃体切割、角膜移植和视网膜手术均呈现操作空间小，精细度要求高的特点<sup>[21]</sup>。AI手术机器人在微力感知、精密运动与控制等技术的加持下，能够极大可能地克服人类生理颤抖，缓解医生手术疲劳，提高眼科手术的成功率；其三，基于目前的科技水平，AI的制造过程远比培养一名优秀眼科医生的过程耗时短、费用低，能够快速布局到各个级别的医疗机构。具有诊疗能力的AI系统一方面能够快速填补基层医疗机构眼科医生的短缺，另一方面其多样化应用还能够优化大型医院的就诊流程，减少患者排队、预约、就诊的等待时间，并配合专家进行快速诊疗。此举为建立合理分级诊疗模式提供了重要的技术保障，使得“基层首诊、双向转诊、急慢分治、上下联动”就医模式变为可能，最终推动形成“小病在基层小型医院，大病到城市大型医院、康复回社区医疗服务机构”合理就医格局。AI的医疗应用能够推进医药卫生体制改革，缓解看病难、

看病贵的问题。

最后，虽然AI在眼科医疗甚至整个医疗服务领域的应用中都拥有诸多优势，但医疗管理者仍然不能盲目地应用。法律监管、伦理道德、患者隐私等问题仍然需要给予足够的重视。AI可以快速存取患者数据信息，并给出有价值的诊断结果，但对于诊疗过程背后的药理学、病理学知识并没有深刻的认知。因此，在可预见的未来里，人类医生仍将是为患者诊病的主力。成熟、合理地应用AI技术，会使诊疗的过程更准确、高效。

总而言之，AI的应用能够在缓解地区医疗资源不均，提升基层医生水平，缓解“看病难、看病贵”现象，促进分级诊疗格局的形成，以至推进我国医疗卫生体制改革等方面都发挥出积极的作用。

## 参考文献

1. 徐梦杰, 张民选, 李腾蛟. 守护光明未来: 探索中国的近视防治方案[J]. 教育生物学杂志, 2020, 8(2): 140-143.  
XU Mengjie, ZHANG Minxuan, LI Tengjiao. Protecting a bright future: evidence-based myopia prevention and treatment program in China[J]. Journal of Bio-Education, 2020, 8(2): 140-143.
2. Yang L, Wang H. Medical education: what about the barefoot doctors?[J]. Lancet, 2017, 390(10104): 1736.
3. Fang X. Barefoot doctors and Western medicine in China[M]. Rochester: University of Rochester Press, 2012.
4. 刘思思. AI+医疗试水“近视预测”, 未来10年近视度数有规可循[J]. 大数据时代, 2019(2): 54-59.  
LIU Sisi. AI+ medical water test 'myopia prediction', myopia degree in the next ten years has results to follow[J]. Big Data Time, 2019(2): 54-59.
5. Lee KF. Why China can do AI more quickly and effectively than the US[N]. Wired Magazine, 2018-10-23.
6. Glikson E, Woolley AW. Human trust in artificial intelligence: Review of empirical research[J]. Academy of Management Annals, 2020, 14(2): 627-660.
7. Li R, Yang Y, Wu S, et al. Using artificial intelligence to improve medical services in China[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(11): 711.
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. 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(2): 0024.
10. Ge J, Luo Z, Yang S. Diversity and more investment needed in Chinese medical education[J]. Ann Eye Sci, 2017, 2: 34.
  11. Ting DSW, Pasquale LR, Peng L, et al. Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology[J]. Br J Ophthalmol, 2019, 103(2): 167-175.
  12. Wu X, Liu L, Zhao L, et al. Application of artificial intelligence in anterior segment ophthalmic diseases: diversity and standardization[J]. Ann Transl Med, 2020, 8(11): 714.
  13. LeBaron C, Christianson MK, Garrett L, et al. Coordinating flexible performance during everyday work: an ethnomethodological study of handoff routines[J]. Organization Science, 2016, 27(3): 514-534.
  14. Cohen MD, Hilligoss B, Kajdacsy-Balla Amaral AC. A handoff is not a telegram: an understanding of the patient is co-constructed[J]. Crit Care, 2012, 16(1): 303.
  15. Starmer AJ, Spector ND, Srivastava R, et al. Changes in medical errors after implementation of a handoff program[J]. N Engl J Med, 2014, 371(19): 1803-12.
  16. 胡雪婵, 韩雪峰. 自然语言处理在医疗器械中的应用研究[J]. 吉林省教育学院学报, 2020, 36(6): 183-186.  
HU Xuechan, Han Xuefeng. Research on the application of natural language processing in medical devices[J]. Journal of Educational Institute of Jilin Province, 2020, 36(6): 183-186.
  17. Starmer AJ, Schnock KO, Lyons A, et al. Effects of the I-PASS Nursing Handoff Bundle on communication quality and workflow[J]. BMJ Qual Saf, 2017, 26(12): 949-957.
  18. Starmer AJ, Sectish TC, Simon DW, et al. Rates of medical errors and preventable adverse events among hospitalized children following implementation of a resident handoff bundle[J]. JAMA, 2013, 310(21): 2262-2270.
  19. 安丹丹, 袁梅清. 林浩添教授: 人工智能与人工视觉——眼科防治“新赛道”[J]. 眼科学报, 2019, 34(3): 206-209.  
AN Dandan, YUAN Meiqing. Professor Haotian Lin: artificial intelligence and artificial vision -- a "new track" for ophthalmic prevention and treatment[J]. Eye Science, 2019, 34(3): 206-209.
  20. 中山大学中山眼科中心: 两年前率先推出全球首个眼科人工智能诊疗[N]. 佛山日报, 2019: A09.  
Sun Yat-sen University Zhongshan Ophthalmic Center: two years ago, the world's first ophthalmic artificial intelligence diagnosis and treatment was launched[N], Foshan Daily, 2019: A09.
  21. 陈鹤, 陆晓和. 人工智能时代下眼科诊疗的变革——以早产儿视网膜病变为例[J]. 医学与哲学(B), 2018, 39(10): 53-58.  
CHEN He, LU Xiaohe. Artificial intelligence causes a revolution in ophthalmology: retinopathy of prematurity as an example[J]. Medicine & Philosophy (B), 2018, 39(10): 53-58.

**本文引用:** 王晓晖, Bryan Spencer, 程文. 人工智能在眼科医疗管理过程中的应用: 挑战与展望[J]. 眼科学报, 2021, 36(1): 50-54. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.01.23

**Cite this article as:** WANG Xiaohui, Bryan Spencer, CHENG Wen. Application of artificial intelligence in ophthalmology medical management: challenges and prospects[J]. Yan Ke Xue Bao, 2021, 36(1): 50-54. doi: 10.3978/j.issn.1000-4432.2021.01.23