专家论坛 · 人工智能与智慧医学专栏

眼科开展医学人工智能研究的学科优势

林铎儒， 吴晓航， 刘臻臻

基金项目：国家自然科学基金项目（编号：81800810，81873675）；中国博士后科学基金项目（编号：2019T120773）；中山大学高校基本科研业务费青年教师培育项目（编号：18ykpy33）

作者单位：510060 广州，中山大学中山眼科中心 眼科学国家重点实验室
作者简介：林铎儒（1987－），男，医学博士，博士后，助理研究员，研究方向：致盲眼病大数据分析和精准防治。E-mail：lindr@mail2.sysu.edu.cn



林铎儒，中山大学中山眼科中心医师，博士后，助理研究员，广东转化医学会会员。毕业于中山大学中山眼科中心，获眼科学博士学位，一直从事先天性白内障多源致病因素网络的挖掘分析和其他常见致盲眼病的人工智能精准防治研究。近 5 年以第一作者（或共同第一作者）发表原创性 SCI 论著 15 篇，包括柳叶刀子刊 *EBioMedicine*（中科院一区）、外科学 *International Journal of Surgery* 和眼科权威杂志 *Investigative Ophthalmology & Visual Science*（*IOVS*）等。在视觉与眼科研究协会（Association for Research in Vision and Ophthalmology，ARVO）、斜视与小儿眼科学会（American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus，AAPOS）、亚太白内障及屈光手术学会（Asia-Pacific Association of Cataract and Refractive Surgeons，APACRS）、亚太眼科学会（Asia-Pacific Academy of Ophthalmology，APAO）、中华医学会眼科年会等国内外重要学术会议作专题报告。主持中国博士后科学基金特别资助和面上项目（一等资助），作为项目骨干参与国家重点研发项目（数字诊疗专项）等多个国家级科研项目。《眼科标准数据集（2019 版）》（人民卫生出版社）的编写委员，获国家发明专利 1 项，软件产品注册证 3 项。

［**摘要**］ 视觉障碍严重威胁人类健康和生活质量，亟需新型的智能诊疗模式以满足巨大的防盲治盲需求。眼科开展医学人工智能研究具有明显的学科优势，包括眼睛是多脏器健康状况的观察窗口、眼科疾病具有较高的临床安全性和应用可推广性等。眼科医学人工智能研究的模式，可为其他领域的医学人工智能临床研究和应用模式探索提供重要参考作用。

［**关键词**］ 眼科； 人工智能； 学科优势
［**中图分类号**］ TP 18；R 77 ［**文献标识码**］ A ［**文章编号**］ 1674－3806（2020）02－0127－03
doi：10.3969/j.issn.1674－3806.2020.02.05

Discipline advantage of medical artificial intelligence in ophthalmology research *LIN Duo-ru*, *WU Xiao-hang*, *LIU Zhen-zhen*. *State Key Laboratory of Ophthalmology*, *Zhongshan Ophthalmic Center*, *Sun Yat-sen University*, *Guangzhou* 510060, *China*

［**Abstract**］ Visual impairment is a serious threat to human health and quality of life. New intelligent diagnosis and treatment mode is urgently needed to meet the huge demand of blindness prevention and treatment. The development of medical artificial intelligence in ophthalmology has obvious disciplinary advantages, including that the eye is the observation window of multi organ health status, and ophthalmic diseases have high clinical safety and application scalability. The research mode of artificial intelligence in ophthalmology can provide important reference for clinical research and application exploration of artificial intelligence in other fields.

［**Key words**］ Ophthalmology； Artificial intelligence； Discipline advantage

深度学习和人工智能技术在众多行业和领域都具有重要作用[1～3]。人工智能技术具有卓越的图像特征识别能力和强大的内在关联挖掘能力[4]，可协助医务人员对疾病进行快速诊断，已在医学领域进行了广泛的研究和应用探索[5～7]。医学人工智能研究的最终目标是实现临床应用，切实为医务人员和

患者解决临床问题。医学人工智能研究应做到三个必须:研究内容必须对人类健康发展具有重要促进作用;研发过程必须要保障患者的生命和健康安全;在应用探索阶段必须有切实可行的临床试验途径。如何选择适合的学科进行医学人工智能研究的切入点尤为重要。眼球是人类最重要的感觉器官[8],不仅是大脑神经在人体浅部组织的延伸,而且还能反映多器官脏器的健康状况[6,9]。科学家们早在 2016 年就已展开医学人工智能在眼科临床应用的探索研究[10],目前已涉及包括白内障[11]、青光眼[12]和眼底疾病[13]等眼前后段疾病以及眼科相关的系统性疾病[14]等各个领域。医学人工智能在眼科开展研究的临床意义重大、安全性高且临床易开展。

1　眼科开展人工智能研究的临床意义

眼球是人类最重要的感觉器官,人类对外界环境感知的大部分信息来源于视觉[15]。据世界卫生组织(WHO)的 3 项大样本流行病学调查结果显示,视觉障碍已成为继肿瘤和心血管疾病之后的第三位最影响人们生存质量的疾病[16]。我国因为人口基数大,已成为全球视觉障碍患者最多的国家。有机构统计发现,中国现有 1 700 余万视障患者,每年新增盲人大约 45 万,低视力 135 万,即约每分钟就新增 1 名盲人和 3 名低视力患者[17]。青少年视觉健康关系着国家未成年人的心智健康发育,青少年视觉损害为家庭和社会带来沉重的精神和经济负担。近视是危害青少年视觉健康最常见的眼部疾病,据估算,在 2010 年全球以近视为主的未矫正屈光不正的患者数量就已经超过一亿[18]。随着老龄人口数目的日益增加,老年性白内障已成为老年患者群体最主要的视觉障碍,严重影响着老年人的生活质量。研发眼科疾病的早筛早诊人工智能模型,对眼科疾病的精准防治和减缓致盲进程具有重要的意义。眼底视网膜由各种神经细胞构成,是大脑神经系统在眼球的延伸。通过视觉诱发电位等眼底视网膜的相关检查,可直接反映出大脑视觉皮质等视觉相关区域的健康状况[19]。更有研究表明,通过手术解除视觉障碍,可以在一定程度促进老化大脑功能和结构的恢复[10]。此外,眼球还可以反映内分泌系统、心血管和肝脏等脏器的健康状态。眼底是人类活体唯一可以在无创下肉眼观察到血管的器官,借助这一解剖学优势,其他脏器包括心、肝、肾脏的病变在眼底表现出的痕迹可以被检出。糖尿病会导致糖尿病视网膜病变,引起眼底血管出血、渗出等症状[20];高血压造成的血管病变包括眼底动静脉血管“交叉征”和动脉血管“铜丝样”等特征性改变[21];而胆汁淤积导致的黄疸更是直接反映在黄染的巩膜上[9]。通过眼科人工智能研究来判断其他全身多脏器的健康状况,是医学人工智能在眼科开展研究独有的学科优势。

2　眼科开展人工智能研究的安全性和推广便利性

2.1　安全性　患者在诊疗过程中的安全性保障是医学研究开展的最重要前提。基于现阶段医学发展的局限性,目前几乎所有的诊疗技术(包括医生和仪器设备)均有一定程度的漏诊和误诊率。随着人们医学认知水平的普遍提高和长时间的科普宣传,医学的局限性已经为大部分患者所接受。但医学人工智能是新兴技术,尚未被患者充分了解和广泛接受。新技术从开始出现到被医患群体广泛接受,需要经历一系列漫长的基础和临床研究过程,在尽可能提升技术,降低漏诊和误诊率的前提下,如何选择相对安全的领域作为研究的切入点非常关键。肿瘤和心血管疾病是全球威胁人类健康最常见的疾病,而且是致死性疾病,即使极低的漏诊和误诊率对于患者而言都是难以接受的。非致死、慢性疾病是开展新型医学人工智能研究的最佳方向。视觉损害作为继肿瘤和心血管疾病之后全球第三位影响人类生存质量的疾病,具有影响人群庞大、漏诊危害性相对可接受的优点,是开展医学人工智能研究的首选领域。以眼科疾病最常见的老年性白内障为例[22],患者一般随着年龄的增加而逐渐出现晶状体混浊而发病。轻中度白内障因晶状体混浊不明显或混浊处于周边部而极易漏诊,延误治疗时机,但一般而言轻中度白内障并不需要特别处理,因此小部分轻度患者的漏诊带来的影响相对可接受。

2.2　推广便利性　实现临床应用是医学人工智能实验室研究的最终目标。临床应用推广的便利性成为医学人工智能研究能否实现临床转化的关键。在眼科,人们对视觉健康的关注度普遍较高[23]。如常规的体检项目中一般涵盖基本的视力和色盲检查,因设备要求简单,眼科检查也经常以流动眼科体检筛查点的形式开展。此外,在国家政府关注未成年人近视的号召下[24],全国范围内各中小学每年常规开展学生眼科体检一次。数据是人工智能研究的基础,大量眼科体检数据的积累为眼病诊断模型训练提供坚实的数据基础。将眼科医学人工智能研究的实验室成果嵌入或附加在这些检查仪器和体系中,不但可以提高体检效率,利于扩大筛查覆盖人群,而且不断快速产生的体检数据还有利于人工智能模型

算法的实时优化迭代,提高模型性能,实现良性循环。此外,眼科人工智能算法与体检的良性循环模式可加快医学人工智能产品在临床真实环境下的验证,有利于医学人工智能产品器械注册证的申报。中山大学中山眼科中心人工智能与大数据科基于前期积累的数据和技术基础,研发出集老年性白内障和先天性白内障于一体的通用型白内障视诊器[11],并进行了全球首个人工智能诊断决策平台的多中心随机对照研究以探索人工智能在临床真实环境的应用标准[25]。最终探索出人工智能眼科医生进社区的新型三级诊疗应用模式,不仅提高白内障等致盲眼病的防治水平,而且为其他领域的医学人工智能研究的临床应用推广模式提供参考。

3 结语

视觉障碍严重威胁人类健康水平和生活质量,亟需新型的智能诊疗模式以满足巨大的防盲治盲需求。因为眼睛是多脏器健康状况的观察窗口[26],同时眼科疾病具有较高的临床安全性和应用可推广性等特点,眼科开展医学人工智能研究具有明显的学科优势。眼科医学人工智能研究的模式,可为其他领域的医学人工智能临床研究和应用模式探索提供重要参考作用。

参考文献

1 Lan H,Yang C,Jiang D,et al. Reconstruct the Photoacoustic Image Based On Deep Learning with Multi-frequency Ring-shape Transducer Array [J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2019, 2019: 7115 - 7118.

2 Nourani V, Gökcekus H, Umar IK. Artificial intelligence based ensemble model for prediction of vehicular traffic noise[J]. Environ Res, 2020, 180: 108852.

3 Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine[J]. Metabolism, 2017, 69s: S36 - S40.

4 Yang X, Su Y, Tjio G, et al. A Multi-channel Deep Learning Approach for Segmentation of the Left Ventricular Endocardium from Cardiac Images[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2019, 2019: 4016 - 4019.

5 Hessler G, Baringhaus KH. Artificial Intelligence in Drug Design [J]. Molecules, 2018, 23(10). pii:E2520.

6 Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology[J]. J Am Coll Cardiol, 2018, 71(23): 2668 - 2679.

7 Ibrahim ZM, Wu H, Hamoud A, et al. On classifying sepsis heterogeneity in the ICU: insight using machine learning[J]. J Am Med Inform Assoc, 2020. [Epub ahead of print]

8 Su MC, U TM, Hsieh YZ,et al. An Eye-Tracking System based on Inner Corner-Pupil Center Vector and Deep Neural Network[J]. Sensors(Basel),2019, 20(1). pii:E25.

9 Wang J, Chen G. Dimethylacetamide-induced toxic hepatitis in spandex workers: Clinical presentation & treatment outcomes[J]. QJM, 2019. [Epub ahead of print]

10 Gulshan V, Peng L, Coram M, et al. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for De tec tion of Diabe tic Re tinopathy in Retinal Fundus Photographs[J]. JAMA, 2016,316(22): 2402 - 2410.

11 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.

12 Li Z, He Y, Keel S, et al. Efficacy of a deep learning system for detecting glaucomatous optic neuropathy based on color fundus photographs[J]. Ophthalmology, 2018, 125(8):1199 - 1206.

13 Grassmann F, Mengelkamp J, Brandl C, et al. A Deep Learning Algorithm for Prediction of Age-Related Eye Disease Study Severity Scale for Age-Related Macular Degeneration from Color Fundus Photography[J]. Ophthalmology, 2018, 125(9):1410 - 1420.

14 Poplin R, Varadarajan AV, Blumer K, et al. Prediction of cardiovascular risk factors from retinal fundus photographs via deep learning[J]. Nat Biomed Eng, 2018, 2(3):158 - 164.

15 Lin H, Zhang L, Lin D, et al. Visual Restoration after Cataract Surgery Promotes Functional and Structural Brain Recovery [J]. EBioMedicine, 2018, 30: 52 - 61.

16 杨 郑, 孙 颖. 老年心血管病与认知功能障碍的相关性[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2017,19(1):97 - 99.

17 程泱溥. 黑科技|清晰世界"重现术":让眼镜说话[EB/OL]. HC3i 中国数字医疗网, 2018-10-23 11:16. http://news.hc3i.cn/art/201810/43041.htm.

18 Bourne RR, Stevens GA, White RA, et al. Causes of vision loss worldwide, 1990-2010: a systematic analysis [J]. Lancet Glob Health, 2013, 1(6): e339 - e349.

19 He SB, Liu CY, Chen LD, et al. Meta-Analysis of Visual Evoked Potential and Parkinson's Disease[J]. Parkinsons Dis,2018, 2018: 3201308.

20 Murthy GVS, Sundar G, Gilbert C, et al. Operational guidelines for diabetic retinopathy in India: Summary[J]. Indian J Ophthalmol, 2020, 68(Suppl 1): S59 - S62.

21 Goldsmith C, Shaw A, Jones C, et al. Copper and silver wiring in hypertensive retinopathy[J]. J Hypertens, 2006, 24(5): 981.

22 Tang Y, Wang X, Wang J, et al. Risk factors of age-related cataract in a Chinese adult population: the Taizhou Eye Study[J]. Clin Exp Ophthalmol,2018, 46(4): 371 - 379.

23 李世棣,曹湘云. 健康体检眼科检查的统计分析[J]. 实用防盲技术,2013,8(2):82 - 83,50.

24 国家卫生健康委办公厅印发《儿童青少年近视防控适宜技术指南》[J]. 中国眼镜科技杂志,2019,(11):12 - 15.

25 Lin H, Li R, Liu Z, et al. Diagnostic Efficacy and Therapeutic Decision-making Capacity of an Artificial Intelligence Platform for Childhood Cataracts in Eye Clinics: A Multicentre Randomized Controlled Trial[J]. EClinicalMedicine, 2019, 9: 52 - 59.

26 Chiquita S, Rodrigues-Neves AC, Baptista FI, et al. The Retina as a Window or Mirror of the Brain Changes Detected in Alzheimer's Disease: Critical Aspects to Unravel[J]. Mol Neurobiol,2019, 56(8): 5416 - 5435.

[收稿日期 2020 - 01 - 20][本文编辑 吕文娟 余 军]