

# 基于深度学习的翼状胬肉自动分类系统研究

何楷<sup>1,2</sup>, 吴茂念<sup>1,2</sup>, 郑博<sup>1,2</sup>, 杨卫华<sup>3</sup>, 朱绍军<sup>1,2</sup>, 金玲<sup>3</sup>

引用: 何楷, 吴茂念, 郑博, 等. 基于深度学习的翼状胬肉自动分类系统研究. 国际眼科杂志 2022;22(5):711-715

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目 (No.61906066); 浙江省自然科学基金项目 (No.LQ18F020002); 浙江省教育厅一般科研项目 (No.Y202147191); 湖州市科技计划项目 (No.2016YZ02); 南京市企业专家团队工作室项目; 湖州师范学院研究生科研创新项目 (No.2020KYCX21)

作者单位: <sup>1</sup>(313000) 中国浙江省湖州市, 湖州师范学院信息工程学院; <sup>2</sup>(313000) 中国浙江省湖州市, 浙江省现代农业资源智慧管理及应用研究重点实验室; <sup>3</sup>(210029) 中国江苏省南京市, 南京医科大学附属眼科医院 眼科人工智能大数据实验室

作者简介: 何楷, 在读硕士研究生, 研究方向: 人工智能图像处理。

通讯作者: 金玲, 毕业于温州医科大学, 硕士, 主治医师, 研究方向: 眼睑肿物、翼状胬肉、眼底疾病. 982572878@qq.com

收稿日期: 2021-07-21 修回日期: 2022-03-29

## 摘要

目的: 评估基于深度学习的翼状胬肉自动分类诊断系统的应用价值。

方法: 在 2020-05/2021-04 期间, 从南京医科大学附属眼科医院共收集 750 张翼状胬肉正常、观察期和手术期眼前节图片。在原始数据集和增强数据集上分别训练 7 个三分类模型。测试临床 470 张图片, 比较数据增强前后模型的泛化能力, 确定可用于翼状胬肉自动分类系统的最好模型。

结果: 在原始数据集上训练最好模型的灵敏度平均值为 92.55%, 特异度平均值为 96.86%, AUC 平均值为 94.70%。数据增强后, 不同模型灵敏度、特异度和 AUC 平均提升 3.7%、1.9% 和 2.7%。在增强数据集上训练的 EfficientNetB7 模型灵敏度平均值为 93.63%, 特异度平均值为 97.34%, AUC 平均值为 95.47%。

结论: 在增强数据集上训练的 EfficientNetB7 模型取得最好的分类效果, 可用于翼状胬肉自动分类系统。该自动分类系统能较好地诊断翼状胬肉疾病, 有望成为基层医疗的有效筛查工具, 也为翼状胬肉的细化分级研究提供参考。

关键词: 人工智能; 深度学习; 翼状胬肉; 分类模型; 数据增强; 迁移学习

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.5.03

## Research on the automatic classification system of pterygium based on deep learning

Kai He<sup>1,2</sup>, Mao - Nian Wu<sup>1,2</sup>, Bo Zheng<sup>1,2</sup>, Wei - Hua Yang<sup>3</sup>, Shao-Jun Zhu<sup>1,2</sup>, Ling Jin<sup>3</sup>

Foundation items: National Natural Science Foundation of China

(No.61906066); Natural Science Foundation of Zhejiang Province (No.LQ18F020002); General Scientific Research Project of Education Department of Zhejiang Province (No.Y202147191); Huzhou Science and Technology Plan Project (No.2016YZ02); Nanjing Enterprise Expert Team Studio Project; Huzhou University Graduate Research Innovation Project (No.2020KYCX21)

<sup>1</sup>School of Information Engineering, Huzhou University, Huzhou 313000, Zhejiang Province, China; <sup>2</sup>Zhejiang Province Key Laboratory of Smart Management and Application of Modern Agricultural Resources, Huzhou University, Huzhou 313000, Zhejiang Province, China; <sup>3</sup>Big Data Laboratory of Ophthalmic Artificial Intelligence; the Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China

Correspondence to: Ling Jin. Big Data Laboratory of Ophthalmic Artificial Intelligence; the Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, Jiangsu Province, China. 982572878@qq.com

Received: 2021-07-21 Accepted: 2022-03-29

## Abstract

• AIM: To evaluate the application value of the automatic classification and diagnosis system of pterygium based on deep learning.

• METHODS: A total of 750 images of normal, observational and operative anterior sections of pterygium were collected from the Affiliated Eye Hospital of Nanjing Medical University between May 2020 and April 2021. Seven triclassification models were respectively trained with original data set and enhanced data set. Totally 470 clinical images were tested, and the generalization ability of the model before and after data enhancement was compared to determine the best model for the automatic classification system of pterygium.

• RESULTS: The average sensitivity, specificity and AUC of the best model trained on the original data set were 92.55%, 96.86% and 94.70% respectively. After data was enhanced, the sensitivity, specificity and AUC of different models were increased by 3.7%, 1.9% and 2.7% on average. The sensitivity, specificity and AUC of the EfficientNetB7 model trained on the enhanced data set were 93.63%, 97.34% and 95.47% respectively.

• CONCLUSION: The EfficientNetB7 model, which was trained on the enhanced data set, achieves the best classification result and can be used in the automatic classification system of pterygium. This automatic classification system can diagnose diseases about pterygium better, and it is expected to be an effective screening tool for primary medical care. It also provides reference for the research on the refinement and grading of pterygium.

• KEYWORDS: artificial intelligence; deep learning; pterygium; classification model; data - enhancement; transfer learning

**Citation:** He K, Wu MN, Zheng B, *et al.* Research on the automatic classification system of pterygium based on deep learning. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(5):711-715

## 0 引言

翼状胬肉 (pterygium) 是结膜组织的一种慢性炎症增生性疾病,是眼科常见病和多发病<sup>[1]</sup>,病变较大时会限制眼球运动,甚至导致失明。全球翼状胬肉的患病率约为12%,中国40岁以上人群翼状胬肉的患病率约为13.4%,中国将近有1.09亿人患有翼状胬肉<sup>[2]</sup>,以渔民、农民等经常暴露在紫外线下户外工作者最多<sup>[3-6]</sup>。翼状胬肉患者大多生活在农村,经济困难,长期以来很少受到人们的关注,且农村地区医疗设备短缺,专业医生少,人工诊断筛查工作量<sup>[7]</sup>。

随着人工智能 (artificial intelligence, AI) 技术的进步和眼科人工智能的发展,为眼科学的快速发展提供了可能。当前已有人工智能诊断系统应用于临床辅助诊断<sup>[8-11]</sup>,可快速获取初步诊断结果,节省医生时间,提高诊断效率。目前使用深度学习技术对翼状胬肉的自动分类研究较少<sup>[12-19]</sup>,主要基于翼状胬肉与非翼状胬肉的自动二分类,Zaki等提出的最好深度学习二分类模型,其准确率达99.22%,但并没有进一步的翼状胬肉分级研究<sup>[19]</sup>。本研究基于临床采集的翼状胬肉正常、观察期、手术期眼前节图像三个类别数据,使用深度学习技术,分别训练VGG16、AlexNet、ResNet18、MobileNetV2、EfficientNetB0、EfficientNetB4和EfficientNetB7神经网络分类模型,确定最好模型,实现翼状胬肉自动三分类系统,辅助医生筛查诊断,减轻工作量,为翼状胬肉疾病细化分级研究提供参考。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 本研究中使用的翼状胬肉彩色眼前节图片数据集,均来源于2020-05/2021-04南京医科大学附属眼科医院通过裂隙灯数字显微镜照相获得,共计750张分辨率为5184×3456、格式为JPG的RGB彩色眼前节图片,其中翼状胬肉正常眼前节图片250张,观察期眼前节图片250张,手术期眼前节图片250张,所有图片都经过南京医科大学附属眼科医院眼科2名经验丰富的眼科医生交叉阅片确认,当2名医生意见不一致时经第3名高级眼科专家判定。所有图片都已做脱敏处理,不包含任何患者隐私信息。本研究经医院伦理委员会审批通过。

## 1.2 方法

**1.2.1 数据预处理** 图片的预处理方法主要包括数据增强和数据标准化。

**1.2.1.1 数据增强** 本试验数据集数量有限,为防止试验结果差,使训练生成的模型泛化能力好,故对原始数据集进行增强。采取的数据增强方法为:(1)对原始翼状胬肉彩色眼前节图片进行水平翻转;(2)对原图和水平翻转图片分别旋转-3°和3°;(3)产生出6倍的数据增强效果,见图1。

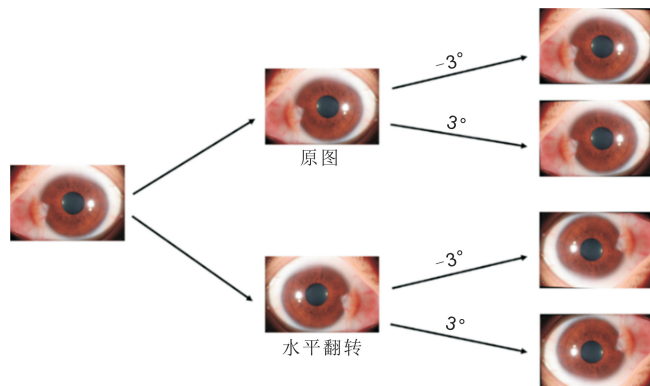


图1 翼状胬肉数据集扩增方法图。

**1.2.1.2 数据标准化** 翼状胬肉眼前节图片是由RGB色彩通道构成,其图像特征是由3个范围在[0,255]的像素值组成,特征值之间数据差异过大会影响模型的训练效果。标准化是指利用线性变换将各特征值缩放到相应区间的一种方法。本试验采用了迁移学习算法,所以采用的预处理方法要与PyTorch深度学习框架中预训练模型所使用的方法一致,将图片中的像素值标准化到[-1,1]范围内,这样可以保证所有的图像数据分布更集中,在训练的时候更容易收敛,便于加速训练过程。

**1.2.2 数据划分** 本试验首先对三种类别各250张翼状胬肉眼前节图片按9:1比例划分为试验训练集(225张)和验证集(25张),然后对划分的训练集做数据增强,每类别扩增为原来的6倍(1350张),最终,原始数据被划分为:训练集共675张,验证集共75张,共计750张。增强数据被划分为:训练集共4050张,验证集共75张,共计4125张,见表1。

**1.2.3 模型训练** 由于本试验训练数据量少,若直接训练分类模型,会出现分类准确率低和过拟合问题。所以本研究采用迁移学习,一种将某个领域或任务上学习到的知识或模式应用到不同但相关的领域或问题中的方法,能在提升准确率同时减少模型训练时间。

本研究分别在原始数据集和增强数据集上,使用迁移学习方法。选择加载在ImageNet大数据集完成分类任务的预训练模型VGG16、AlexNet、ResNet18、MobileNetV2、EfficientNetB0、EfficientNetB4和EfficientNetB7,其模型简单结构如图2所示,固定预训练模型卷积层参数,使用SGD优化算法,经过多次数据迭代,重新训练新分类器参数来获得翼状胬肉三分类模型。为了检测模型效果,我们从临床获取了189张正常图片,171张观察期图片和110张手术期图片,共计470张进行测试,对比两种数据集上训练的14个模型测试结果,最终确定可用于自动分类系统的模型。为了降低因随机划分数据,导致结果的偶然性,本试验设置不同随机划分参数,进行了多次试验,可保证构建模型的稳定性。

**1.2.4 试验条件** 本试验使用的硬件配置为Intel(R) Xeon(R) Gold 5118CPU,主频为2.30GHz, Tesla V100显卡,32GB显存,操作系统为Ubuntu18.04,深度学习框架为PyTorch,编程语言为Python。

统计学分析:采用SPSS25.0统计学软件进行统计分析。分别使用灵敏度、特异度、准确率、Kappa值、受试者

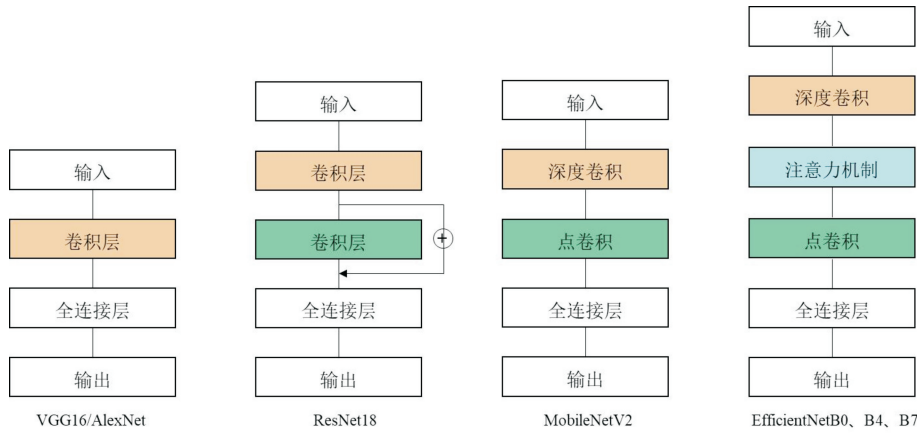


图2 本试验使用的深度学习网络模型简单结构图。

表1 试验数据集划分 张

分组	原始数据		增强数据	
	训练	验证	训练	验证
正常	225	25	1350	25
观察期	225	25	1350	25
手术期	225	25	1350	25
总计	750		4125	

工作特征曲线曲线 (receiver operator characteristic curve, ROC) 及 ROC 曲线下面积 (area under curve, AUC) 指标来分析模型测试效果。灵敏度越高,漏诊率低;特异度越高,误诊率低;Kappa 值在 61%~80% 为显著一致性, >80% 为高度一致性;ROC 曲线分析不同模型诊断性能;AUC 值在 50%~70% 认为该指标具有较低诊断价值, 70%~85% 认为效果一般, >85% 认为该指标具有很好的诊断价值。

## 2 结果

**2.1 不同数据集测试结果比较** 本试验在原始数据集和增强数据集分别训练得到翼状胬肉三分类模型,使用 470 张临床眼前节图像对模型进行测试,结果见表 2、3。对比不同数据集的测试结果,增强数据集训练得到的模型取得更好的结果。准确率:不同模型在数据增强后增长 0.5%~3%。Kappa 值:不同模型在数据增强后增长 0.2%~4%,最高值为 91.51%,是在增强数据集上训练的 EfficientNetB7 模型结果。灵敏度在数据增强后平均提升 3.7%,特异度在数据增强后平均提升 1.9%,AUC 在数据增强后平均提升 2.7%,最大 AUC 是在增强数据集训练的 EfficientNetB7 模型上取得,其平均值为 95.46%。总之通过随机改变训练样本进行数据的增强可以降低模型对某些属性的依赖,从而提高模型的泛化能力。数据增强让有限的原始数据产生更多的数据,增加训练样本的数量以及多样性,可以训练模型识别更多的图像特征,训练得到更好的参数,实现更好的分类效果。

**2.2 不同模型间测试结果比较** 对比不同模型测试结果见表 2、3。在原始数据集和增强数据集上, EfficientNetB7 在灵敏度、特异度、AUC、准确率和 Kappa 值评价指标上均取得最好结果。在原始数据集上训练最好 EfficientNetB7 模型的准确率为 93.40%, Kappa 值为 89.89%, 灵敏度平均

值为 92.55%, 特异度平均值为 96.86%, AUC 平均值为 94.70%。在增强数据集上,其准确率为 94.47%, Kappa 值为 91.51%, 灵敏度平均值为 93.63%, 特异度平均值为 97.34%, AUC 平均值为 95.47%, 该模型具有很好的诊断价值。根据表 3 所示,对比不同模型大小和模型参数量,轻量化 MobileNetV2 模型大小仅为 EfficientNetB7 模型的 1/8, 准确率相差 2.5%, Kappa 值相差 3.8%, AUC 相差 1.7%, 该模型也具有很好的诊断和应用价值。EfficientNet 不同输入分辨率模型,整体表现出了很好的测试结果。为了准确辅助医生诊断,在增强数据集训练的 EfficientNetB7 模型具有很好的诊断价值,可以初步用于自动分类诊断系统。

## 3 讨论

翼状胬肉是常见的眼表疾病之一,不断增大的翼状胬肉会导致眼球运动障碍等一系列问题。翼状胬肉患者多来自于农村基层地区,但目前基层医院专业眼科医生少,培养周期长,难以短时间解决当前问题。随着 AI 技术在眼科领域的不断成熟<sup>[20-24]</sup>,智能诊断系统的应用,使用 AI 技术智能辅助翼状胬肉诊断可以有效缓解农村地区医疗需求。基于这样的出发点,本研究通过训练自动分类模型,智能辅助眼科医生完成对翼状胬肉的初期分类诊断工作,缩短医生诊断时间,减轻医生工作量。

本研究中模型判别正常眼前节图片结果高于判别观察期和手术期眼前节图片,其最好的 EfficientNetB7 模型灵敏度平均高 9.6%,特异度平均高 3.5%, AUC 值平均高 6.5%。主要原因是正常眼前节图片更容易分辨,而观察期和手术期眼前节图片相似性强,分辨界限较为模糊。同时本研究试验训练数据只有 750 张,试验数据量少,模型对样本数据特征学习少,整体泛化性能稍差。

翼状胬肉使用深度学习方法实现自动分类研究较少, Zaki 等从 2018 年开始发表翼状胬肉有关分类与检测文章<sup>[14,17,19]</sup>,2020 年最新研究开发的翼状胬肉二分类辅助筛选平台,能够很好识别翼状胬肉眼前节图像和正常眼前节图像,准确率为 99.22%、灵敏度为 98.45%、特异度为 100%、AUC 值为 100%<sup>[19]</sup>。将本研究观察期和手术期图像归为翼状胬肉类, EfficientNetB7 模型三分类测试结果通过计算过渡为正常与翼状胬肉二分类结果后,准确率为 99.8%、灵敏度为 100%、特异度为 99.64%、AUC 值为 99.80%。



表2 原始数据集上训练的不同模型测试结果

评价参数		VGG16	AlexNet	ResNet18	MobileNetV2	EfficientNetB0	EfficientNetB4	EfficientNetB7
灵敏度(%)	正常	98.94	96.83	93.12	99.47	99.47	100.00	100.00
	观察期	85.38	73.10	56.14	84.21	81.29	85.38	89.47
	手术期	88.18	90.00	79.09	82.73	86.36	88.18	88.18
特异度(%)	正常	98.93	96.09	95.02	97.51	97.51	99.29	99.64
	观察期	94.98	94.31	90.30	93.65	94.98	95.65	95.65
	手术期	93.89	90.28	81.11	94.17	92.78	93.61	95.28
AUC(%)	正常	98.90	96.50	94.10	98.50	98.50	99.60	99.80
	观察期	90.20	83.70	73.20	88.90	88.10	90.50	92.60
	手术期	91.00	90.10	80.10	88.40	89.60	90.90	91.70
准确率(%)		91.49	86.60	76.38	90.00	89.79	91.91	93.40
Kappa值(%)		86.98	79.61	64.40	84.64	84.38	87.63	89.89
模型大小(MB)		841	230	137	239	288	770	1919
模型参数量(Million)		134	57	11	2	4	17	63

表3 增强数据集上训练的不同模型测试结果

评价参数		VGG16	AlexNet	ResNet18	MobileNetV2	EfficientNetB0	EfficientNetB4	EfficientNetB7
灵敏度(%)	正常	98.41	97.35	92.59	100.00	98.41	100.00	100.00
	观察期	84.80	79.53	64.91	84.80	85.38	87.13	91.81
	手术期	91.82	91.82	68.18	89.09	88.18	88.18	89.09
特异度(%)	正常	99.64	96.80	94.31	97.86	99.29	99.29	99.64
	观察期	96.32	95.32	86.29	96.32	94.65	95.65	95.99
	手术期	92.78	92.78	85.56	94.17	93.61	94.44	96.39
AUC(%)	正常	99.00	97.10	93.40	98.90	98.90	99.60	99.80
	观察期	90.60	87.40	75.60	90.60	90.00	91.40	93.90
	手术期	92.30	92.30	76.90	91.60	90.90	91.30	92.70
准确率(%)		91.91	89.57	76.81	91.91	91.28	92.55	94.47
Kappa值(%)		87.68	84.10	64.63	87.62	86.66	88.59	91.51
模型大小(MB)		841	230	137	239	288	770	1919
模型参数量(Million)		134	57	11	2	4	17	63

与 Zaki 等 2020 年结果相比,本研究准确率和灵敏度更好,特异度和 AUC 值稍差,整体相差不大。

本研究试验中 EfficientNet 系列模型相比其他经典模型取得了更好的三分类测试结果,其中最好的 EfficientNetB7 模型准确率为 94.47%、Kappa 值为 91.51%、灵敏度平均值为 93.63%、特异度平均值为 97.34%、AUC 平均值为 95.47%。EfficientNetB7 模型的网络深度比其他模型更深,能获取更多的图像信息,提取更多的特征,可以获得比其他模型更好的结果。

综上所述,本研究采用深度学习技术实现了翼状胬肉自动三分类,通过对在原始数据集和增强数据集上训练的 14 个模型测试,结果表明在增强数据集上训练的 EfficientNetB7 模型具有较高灵敏度、特异度和 AUC,可用于翼状胬肉自动分类系统。该自动分类系统能较好地诊断翼状胬肉疾病,有望成为基层医疗的有效筛查工具,为基层地区解决患者多医疗资源少的问题提供一种方案,也为翼状胬肉的细化分级研究提供参考。

参考文献

1 陈硕然,李红玉,安宁,等.翼状胬肉复发机制及非手术治疗进展.牡丹江医学院学报 2021;42(1):139-141  
 2 杨梅,管宇,康丽华,等.中国 40 岁及以上人群翼状胬肉患病率

Meta 分析.中华实验眼科杂志 2019;37(3):190-196  
 3 Panchapakesan J, Hourihan F, Mitchell P. Prevalence of pterygium and pinguecula: the blue mountains eye study. *Aust N Z J Ophthalmol* 1998;26(Suppl 1):S2-S5  
 4 Young S, Sands J. Sun and the eye: prevention and detection of light-induced disease. *Clin Dermatol* 1998;16(4):477-485  
 5 Coroneo M. Ultraviolet radiation and the anterior eye. *Eye Contact Lens* 2011;37(4):214-224  
 6 Viso E, Gude F, Rodríguez-Ares MT. Prevalence of pinguecula and pterygium in a general population in Spain. *Eye (Lond)* 2011;25(3):350-357  
 7 Zheng B, Jiang Q, Lu B, et al. Five-category intelligent auxiliary diagnosis model of common fundus diseases based on fundus images. *Transl Vis Sci Technol* 2021;10(7):20  
 8 Abramoff MD, Lavin PT, Birch M, et al. Pivotal trial of an autonomous AI-based diagnostic system for detection of diabetic retinopathy in primary care offices. *NPJ Digit Med* 2018;1:39  
 9 Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature* 2017;542(7639):115-118  
 10 Orringer DA, Pandian B, Niknafs YS, et al. Rapid intraoperative histology of unprocessed surgical specimens via fibre-laser-based stimulated Raman scattering microscopy. *Nat Biomed Eng* 2017;1:0027

11 Long E, Lin H, Liu Z, *et al.* An artificial intelligence platform for the multihospital collaborative management of congenital cataracts. *Nat Biomed Eng* 2017; 1(2): 1-8

12 Gao XT, Wong DWK, Aryaputera AW, *et al.* Automatic pterygium detection on cornea images to enhance computer-aided cortical cataract grading system. *Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc* 2012; 2012: 4434-4437

13 Minami K, Miyata K, Otani A, *et al.* Detection of increase in corneal irregularity due to pterygium using Fourier series harmonic analyses with multiple diameters. *Jpn J Ophthalmol* 2018;62(3):342-348

14 Wan Zaki WMD, Mat Daud M, Abdani SR, *et al.* Automated pterygium detection method of anterior segment photographed images. *Comput Methods Programs Biomed* 2018;154:71-78

15 Mesquita RG, Figueiredo EMN. An algorithm for measuring pterygium's progress in already diagnosed eyes. 2012 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing 2012;733-736

16 Lopez YP, Aguilera LR. Automatic classification of pterygium-non pterygium images using deep learning//ECCOMAS Thematic Conference on Computational Vision and Medical Image Processing. Cham:Springer 2019: 391-400

17 Zulkifley MA, Abdani SR, Zulkifley NH. Pterygium-Net: a deep learning approach to pterygium detection and localization. *Multimed Tools*

*Appl* 2019;78(24):34563-34584

18 Abdani SR, Zulkifley MA, Hussain A. Compact convolutional neural networks for pterygium classification using transfer learning. 2019 IEEE International Conference on Signal and Image Processing Applications 2019;140-143

19 Zamani NSM, Zaki WMDW, Huddin AB, *et al.* Automated pterygium detection using deep neural network. *IEEE Access* 2020; 8: 191659-191672

20 翁铭, 郑博, 吴茂念, 等. 基于深度学习的DR筛查智能诊断系统的初步研究. *国际眼科杂志* 2018;18(3):568-571

21 陈楠, 蔡江怀, 蒋沁, 等. 人工智能在小儿眼科的研究进展. *中国斜视与小儿眼科杂志* 2020;28(4):43-44

22 Zhang HY, NiuK, Xiong YM, *et al.* Automatic cataract grading methods based on deep learning. *Comput Methods Programs Biomed* 2019;182:104978

23 Dai Q, Liu XY, Lin XL, *et al.* A novel meibomian gland morphology analytic system based on a convolutional neural network. *IEEE Access* 2021;9:23083-23094

24 Yang WH, Zheng B, Wu MN, *et al.* An evaluation system of fundus photograph - based intelligent diagnostic technology for diabetic retinopathy and applicability for research. *Diabetes Ther* 2019;10(5): 1811-1822

## 2020 中国科技核心期刊眼科学类期刊主要指标及排名

期刊名称	核心总被引频次		核心影响因子		综合评价总分	
	数值	排名	数值	排名	数值	排名
中华眼科杂志	1909	2	0.963	1	73.2	1
眼科新进展	1430	3	0.842	2	66.0	2
国际眼科杂志	2133	1	0.589	5	54.9	3
中华眼科医学杂志电子版	114	10	0.455	8	48.3	4
中华实验眼科杂志	1056	4	0.677	3	43.1	5
中华眼底病杂志	738	5	0.585	6	37.9	6
临床眼科杂志	450	7	0.470	7	37.6	7
眼科	388	8	0.393	9	26.9	8
中华眼视光学与视觉科学杂志	661	6	0.590	4	21.8	9
中国斜视与小儿眼科杂志	240	9	0.376	10	13.6	10

摘编自 2020 版《中国科技期刊引证报告》核心版