

基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统在抗 VEGF 治疗糖尿病性黄斑水肿患者效果评价中的应用

朱明琼, 李征, 刘茹, 田涛, 彭婧利, 吕倩怡, 谭华霞

郴州市第一人民医院 眼科, 湖南 郴州 423000

摘要:目的 分析基于光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT)/光学相干断层扫描血管成像技术 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 的人工智能 (artificial intelligence, AI) 筛查系统在抗血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor, VEGF) 治疗糖尿病性黄斑水肿患者效果评价中的应用效果。方法 选取我院眼科 2022 年 1 月 1 日至 2024 年 1 月 31 日诊治的 120 例糖尿病性黄斑水肿患者, 依据糖尿病性黄斑水肿分型分为弥漫水肿型 42 例、囊样水肿型 40 例、混合型黄斑水肿 38 例。所有患者实施抗 VEGF 治疗, 疗程均为 3 个月。基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统对所有患者治疗前后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度 (视网膜深层毛细血管丛、视网膜浅层毛细血管丛) 进行测定和比较。结果 所有患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度均优于治疗前 (P 均 < 0.05)。弥漫水肿型、囊样水肿型患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度优于混合型黄斑水肿患者 (P 均 < 0.05)。结论 基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统可以更为精准的评估不同分型的糖尿病性黄斑水肿患者抗 VEGF 治疗效果, 为指导今后临床治疗工作提供助力, 值得推广应用。

关键词: 糖尿病性黄斑水肿; 光学相干断层扫描; 光学相干断层扫描血管成像技术; 人工智能; 抗血管内皮生长因子; 分型; 治疗效果

中图分类号: R774.5

文献标志码: A

文章编号: 1673-3770(2026)01-0068-06

引用格式: 朱明琼, 李征, 刘茹, 等. 基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统在抗 VEGF 治疗糖尿病性黄斑水肿患者效果评价中的应用 [J]. 山东大学耳鼻喉眼学报, 2026, 40(1): 68-73. ZHU Mingqiong, LI Zheng, LIU Ru, et al. The application of AI screening system based on OCT/OCTA in the evaluation of the effect of anti VEGF treatment in patients with diabetes macular edema [J]. Journal of Otolaryngology and Ophthalmology of Shandong University, 2026, 40(1): 68-73.

The application of AI screening system based on OCT/OCTA in the evaluation of the effect of anti VEGF treatment in patients with diabetes macular edema

ZHU Mingqiong, LI Zheng, LIU Ru, TIAN Tao, PENG Jingli, LYU Qianyi, TAN Huaxia

Department of Ophthalmology, Chenzhou No.1 People's Hospital, Chenzhou 423000, Hunan, China

Abstract: Objective To analyze the application effect of an artificial intelligence (AI) screening system based on optical coherence tomography (OCT)/optical coherence tomography angiography (OCTA) in the evaluation of the efficacy of anti-vascular endothelial growth factor (VEGF) in the treatment of patients with diabetic macular edema. **Methods** 120 patients with diabetic macular edema diagnosed and treated from January 1, 2022 to January 31, 2024 were selected. According to the diabetic macular edema, they were divided into 42 cases of diffuse edema, 40 cases of cystic edema, and 38 cases of mixed macular edema. All patients underwent anti-VEGF treatment for 3 months. The AI screening system based on OCT/OCTA was used to measure and compare the area of the fovea avascular area, the thickness of the macular central retinal center, the thickness of the retinal ganglion cell layer, the thickness of the retinal nerve fiber layer, and the blood flow density of the retinal blood flow (deep capillary plexus in the retinal layer, and the superficial capillary plexus in the retinal layer) before and after treatment. **Results** The area of the fovea avascular area, the thickness of the macular central retinal, the thickness of the retinal ganglion cell layer, the thickness of the retinal nerve fiber layer, and the blood flow density of the retinal patients after treatment were better than before treatment (P all < 0.05). The area of the fovea avascular area, the thickness of the macular central retinal, the thickness of the retinal ganglion cell

收稿日期: 2024-09-29

基金课题: 湘南学院科研项目 (2022JX165); 湖南省自然区域联合基金项目 (2024JJ7034)

通信作者: 谭华霞. E-mail: miphezi2005@sina.com

layer, the thickness of the retinal nerve fiber layer, and the blood flow density of the retinal blood flow density of the retinal patients after treatment were better than those of the mixed macular edema (P all <0.05). **Conclusion** The AI screening system based on OCT/OCTA can more accurately evaluate the anti-VEGF treatment effect of patients with different types of diabetic macular edema, providing assistance in guiding future clinical treatment work and is worthy of promotion and application.

Key words: Diabetic macular edema; Optical coherence tomography; Optical coherence tomography angiography; Artificial intelligence; Anti-vascular endothelial growth factor; Classification; Treatment effect

糖尿病性黄斑水肿为糖尿病患者较为常见的眼部并发症类型,既可以发生于 1 型糖尿病,又可见于 2 型糖尿病^[1]。既往临床研究^[2]指出,糖尿病性黄斑水肿患者不接受规范化治疗,约有 25% 的患者将会在三年左右出现不可逆的视力损伤,甚至是失明,所以明确诊断后积极治疗至关重要。抗血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)治疗的涌现给临床治疗糖尿病性黄斑水肿提供了有力的帮助,时至今日更是成为此类患者的一线治疗方案^[3]。然而,糖尿病性黄斑水肿患者分型多样,不同分型患者的病情严重程度不尽相同,在疗效评估上需要更为精准的评估工具。光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)和光学相干断层扫描血管成像技术(optical coherence tomography angiography, OCTA)为糖尿病性黄斑水肿诊断、疗效评估的重要方法,因具有无创性特点而受到患者青睐^[4]。人工智能(artificial intelligence, AI)在医学领域已成为提升诊疗效率的重要助力^[5]。眼底病变筛查系统成为检查医师从“重复劳动”中解放、弥补人工筛查能力不足的重要手段,但受图片像素、拍摄环境、分辨率等因素限制使其难以捕捉早期微小病变,导致患者失去最佳医学介入时机,而基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统不仅能够提升眼底疾病诊断结果的可靠性,还可以准确分层并量化视网膜血流情况,明确局部组织健康情况^[6]。将该筛查系统应用于抗 VEGF 治疗糖尿病性黄斑水肿患者的疗效评价中,可以通过图片质量分析、利用 AI 的深度学习算法科学评估治疗方案的有效性,但临床实践中尚处于摸索阶段,故本研究旨在对此进行分析,以期临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 临床资料

研究设计为前瞻性研究,选取郴州市第一人民医院眼科 2022 年 1 月 1 日至 2024 年 1 月 31 日诊治的 120 例糖尿病性黄斑水肿患者。收集所有患者的性别、年龄、2 型糖尿病病程、患眼、糖尿病性黄斑水肿病程、眼压等一般资料。本研究遵循《赫尔辛基宣言》原则,通过本院医学伦理委员会的审批通

过(科研第 2025001 号)。

纳入标准:①经过荧光素眼底血管造影术检查获得明确诊断且初诊初治、年龄 ≥ 18 岁者;②距离黄斑中心 1 mm 内平均视网膜厚度超过 300 μm (OCT 检测);③均为单眼病变者;④对抗 VEGF 治疗耐受性好者;⑤糖尿病性黄斑水肿患者和/或家属同意参与此次对照试验。

排除标准:①近 6 个月内有眼部外伤史或者接受过眼部手术治疗者;②接受过其他药物玻璃体注射治疗者;③严重精神障碍或者认知障碍,不能够配合 OCT 和 OCTA 检查者;④合并其他眼部疾病,如视网膜静脉阻塞、老年性黄斑变性、青光眼等;⑤正处于妊娠期或者哺乳期的女性糖尿病性黄斑水肿患者。

1.2 方法

根据糖尿病性黄斑水肿分型分为弥漫水肿型(42 例)、囊样水肿型(40 例)、混合型黄斑水肿(38 例),其中弥漫水肿型的 OCT 表现为整个黄斑区视网膜弥漫性增厚,视网膜内反射信号不均匀,可见散在的高反射点或斑片;囊样水肿型的 OCT 表现为视网膜内多个大小不等的囊样腔隙,呈低反射或无反射信号,囊腔之间可有间隔;混合型黄斑水肿的 OCT 表现多样,可兼具弥漫水肿型、囊样水肿型的 OCT 表现。

1.2.1 治疗

所有患者均采用康柏西普眼用注射液(成都康弘生物科技有限公司,国药准字 S20130012,规格 10 mg/mL)玻璃体腔内注射给药。给药前 3 d 采用 0.5% 盐酸左氧氟沙星滴眼液(山东博士伦福瑞达制药有限公司,国药准字 H20133329,规格 0.8 mL:2.4 mg)滴眼,1 次/d。常规冲洗泪道以及消毒铺巾,盐酸奥布卡因滴眼液(参天制药有限公司,国药准字 HJ202115002,规格 0.5 mL:2 mg/支)眼球表面麻醉,固定眼球距离角膜缘 4 mm 处由患者的睫状体平坦部垂直于巩膜进针,给药剂量均为 0.05 mL,注射完毕后撤针并利用棉签压迫针孔 2 min,1 次/月。

1.2.2 疗效评估

所有患者基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统进行疗效评价,该系统由计算机主机、液晶显示器、图像管理软件所组成,并配置眼前节适配器。在 AI

功能中涵盖了 OCT/OCTA 图像质量控制、视网膜病变筛查、视网膜病灶自动检测、OCT/OCTA 图像质量增强。扫描模式中黄斑:高清直线扫描(6 mm/12 mm)、区域扫描(6 mm×6 mm);视盘:区域扫描(6 mm×6 mm);前节:高清直线扫描(6 mm)、全房角扫描(16 mm)。软件分析中黄斑分析方法包括视网膜厚度分析、3D 视图、En face 分析、进展性分析、深层脉络膜成像。定量分析方法包括灌注密度分析、血管密度分析、无灌注区分析、血管缺损分析、异常血流分析。眼科 AI 模型为 Vision FM, 拥有 3 400 000 张来自 560 457 个个体的眼科图像, 可以进行多种眼科疾病筛查和诊断并能预测疾病的发展趋势和预后, 还可以进行疾病表型的亚分类。在获得患者的眼底检查结果与 AI 分析结果后采用生成对抗网络技术进行深度学习, 基于深度学习的黄斑区脉络膜新生血管分割模型自动、精准地从 OCT/OCTA 图像中识别出新生血管, 评估疗效。

1.2.3 观察指标

治疗前、治疗 3 个月后测定所有患者的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度及视网膜血流密度(视网膜深层毛细血管丛、视网膜浅层毛细血管丛)。

1.3 统计学处理

应用 SPSS 26.0 软件。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 多组间比较采用单因素方差检验, 两两比较采用 LSD-*t* 检验, 组内比较采用配对 *t* 检验, 计数资料以 *n* 表示, 采用 χ^2 检验。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

依据糖尿病性黄斑水肿分型分为弥漫水肿型 42 例、囊样水肿型 40 例、混合型黄斑水肿 38 例, 三个分型患者的一般资料差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 一般资料比较
Table 1 General information comparison

指标	弥漫水肿型	囊样水肿型	混合型黄斑水肿	χ^2/F	<i>P</i>
性别/例				0.232	0.890
男	18	17	18		
女	24	23	20		
年龄/岁	60.34±6.04	60.40±6.11	60.44±6.17	0.003	0.998
2 型糖尿病病程/年	7.41±0.74	7.50±0.79	7.47±0.77	0.147	0.859
患眼				0.062	0.970
右眼	20	20	19		
左眼	22	20	19		
糖尿病性黄斑水肿病程/月	2.34±0.23	2.40±0.26	2.38±0.25	0.631	0.389
眼压/mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)	15.76±1.58	15.80±1.62	15.84±1.67	0.024	0.967

2.2 弥漫水肿型患者治疗前后的疗效对比

弥漫水肿型患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚

度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度优于治疗前 (P 均 < 0.05)。见表 2。

表 2 弥漫水肿型患者治疗前后的疗效对比
Table 2 Comparison of efficacy before and after treatment of diffuse edema patients

时间	黄斑中心凹无血管区面积 /mm ²	黄斑中心视网膜厚度 / μ m	视网膜神经节细胞层厚度 / μ m	视网膜神经纤维层厚度 / μ m	视网膜深层毛细血管丛血流密度/%	视网膜浅层毛细血管丛血流密度/%
治疗前	0.33±0.11	525.77±52.58	72.74±7.27	85.64±8.56	37.41±3.74	39.20±3.92
治疗后	0.25±0.06	208.59±20.86	88.96±8.90	118.40±11.84	43.59±4.36	55.11±5.51
<i>t</i>	4.138	36.339	9.147	14.532	6.972	15.248
<i>P</i>	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 囊样水肿型患者治疗前后的疗效对比

囊样水肿型患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚

度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度优于治疗前 (P 均 < 0.05)。见表 3。

表 3 囊样水肿型患者治疗前后的疗效对比
Table 3 Comparison of efficacy before and after treatment of cystic edema patients

时间	黄斑中心 凹无血管区面积 /mm ²	黄斑中心 视网膜厚度 /μm	视网膜神经 节细胞层厚度 /μm	视网膜神经 纤维层厚度 /μm	视网膜深层 毛细血管 丛血流密度/%	视网膜浅层 毛细血管 丛血流密度/%
治疗前	0.32±0.10	526.10±52.61	73.08±7.31	85.33±8.53	37.35±3.73	39.16±3.91
治疗后	0.26±0.06	210.24±21.02	88.59±8.86	118.05±11.81	43.48±4.35	55.00±5.50
<i>t</i>	3.254	35.261	8.540	14.205	5.662	14.846
<i>P</i>	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 混合型黄斑水肿患者治疗前后的疗效对比

混合型黄斑水肿患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞

层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度优于治疗前($P<0.05$)。见表 4。

表 4 混合型黄斑水肿患者治疗前后的疗效对比
Table 4 Comparison of efficacy before and after treatment of mixed macular edema patients

时间	黄斑中心 凹无血管区面积 /mm ²	黄斑中心 视网膜厚度 /μm	视网膜神经 节细胞层厚度 /μm	视网膜神经 纤维层厚度 /μm	视网膜深层 毛细血管 丛血流密度/%	视网膜浅层 毛细血管 丛血流密度/%
治疗前	0.41±0.13	541.20±54.12	70.57±7.05	81.79±8.18	36.52±3.62	38.30±3.81
治疗后	0.34±0.07	245.59±24.56	80.51±8.06	110.87±11.09	39.63±3.96	49.41±4.94
<i>t</i>	2.923	30.661	5.722	13.008	3.573	10.978
<i>P</i>	0.005	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

2.5 不同分型患者治疗后的疗效对比

不同分型患者治疗后的疗效比较,弥漫水肿型患者、囊样水肿型患者的疗效对比差异无统计学意义($P>0.05$),但黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度均小于混合型黄斑水肿患者($P<0.05$),视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜深层毛细血管丛血流密度、视网膜浅层毛细血管丛血流密度均大于混合型黄斑水肿患者($P<0.05$)。

“拍片难”“阅片难”是传统眼底筛查工作的痛点,这成为了提高工作效率和准确性的主要挑战。此种背景下 AI 在眼科领域的应用逐渐发展,利用 AI 对眼底图像进行分析,能快速筛查眼底疾病并明确其病情严重程度,从而为个体化治疗方案的制定与实施提供帮助^[13]。基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统充分运用 OCT 图像质量控制、视网膜病变筛查、视网膜病灶自动检测、OCT 图像质量增强等手段可以显著强化医务人员对于眼科疾病信息的掌握程度,并运用生成对抗网络技术进行深度学习,以更准确地评估临床疗效^[14]。然而,该系统在糖尿病性黄斑水肿患者中的应用尚处于摸索阶段,对于不同分型的糖尿病性黄斑水肿患者疗效评估结果尚需进一步检验。

3 讨论

糖尿病性黄斑水肿已经成为全球常见的四大致盲性眼病之一,受我国人口老龄化、糖尿病发病率的增加以及血糖控制效果不佳等因素影响,中国糖尿病性黄斑水肿患者数量呈现出逐年增加之势^[7]。早诊断、早治疗是改善糖尿病性黄斑水肿患者预后的关键之所在^[8]。随着 OCT 和 OCTA 等无创检测手段的广泛运用,该病症检出率随之提高,为早期治疗提供了有力的帮助^[9]。抗 VEGF 治疗则是当前糖尿病性黄斑水肿的一线治疗方案^[10],但目前面临的棘手问题在于糖尿病性黄斑水肿患者的分型较多,且病情严重程度不尽相同,在疗效评估方面不可避免的会受到医务人员主观因素的干扰^[11]。

本研究结果显示,弥漫水肿型、囊样水肿型、混合型黄斑水肿患者治疗后的黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度、视网膜血流密度优于治疗前,而整体间治疗后的观察指标显示弥漫水肿型、囊样水肿型较混合型黄斑水肿更为理想,表明基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统可以更为精准的评估不同分型的糖尿病性黄斑水肿患者抗 VEGF 治疗效果,为指导今后临床治疗工作提供助力。既往采取的抗 VEGF 治疗并未考虑糖尿病性黄斑水肿患者的实际情况,相同的给药剂量并不能够促使所有患

人工智能在医疗领域的应用是当前研究的热点之一,特别是在眼科领域的应用正迅速发展^[12]。

者均取得预期的疗效^[15]。基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统将无创检查与人工智能技术有机结合,促使糖尿病性黄斑水肿患者病灶信息客观地展现在医务人员面前并根据系统中的数据库相关信息做出准确的临床分型并给出量化指标测定结果,可以帮助医务人员更为全面的、客观的了解患者病情严重程度^[16]。医学研究^[17]指出,弥漫水肿型为糖尿病性黄斑水肿的早期阶段,此时患者病变部位无囊样改变、视网膜下液体积聚等病理改变;囊样水肿型伴有囊样改变以及局部组织的炎症反应;混合型黄斑水肿则是存在视网膜色素上皮层结构病变并伴有较为严重的视网膜色素屏障功能紊乱以及液化情形。前两种类型的糖尿病性黄斑水肿患者病情较轻,常规剂量的抗 VEGF 治疗和/或辅助抗炎治疗即可以取得较好的疗效。混合型黄斑水肿患者病情更重,常规给药剂量并不能够促使其病变组织中的 VEGF 含量提升到预期水平,由此使得 VEGF 受体未能够被彻底的激活,其所发挥的拮抗内皮细胞增生、降低眼底血管通透性、改善病灶处血-视网膜屏障功能等效果随之下降,总体疗效相对较差^[18]。基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统可以通过对黄斑中心凹无血管区面积、黄斑中心视网膜厚度、视网膜神经节细胞层厚度、视网膜神经纤维层厚度及视网膜血流密度得以识别,故通过该系统可以为今后不同分型的糖尿病性黄斑水肿患者抗 VEGF 治疗提供个体化的治疗思路,也为调整混合型黄斑水肿患者抗 VEGF 药物给药剂量提供科学的依据。

综上所述,基于 OCT/OCTA 的 AI 筛查系统可以更为精准的评估不同分型的糖尿病性黄斑水肿患者抗 VEGF 治疗效果,为指导今后临床治疗工作提供助力,值得推广应用。

参考文献:

- [1] 方立建, 魏文斌. 康柏西普玻璃体腔内注射联合阈值下微脉冲激光治疗糖尿病黄斑水肿的临床研究[J/OL]. 中华眼科医学杂志(电子版), 2020, 10(2): 90-96. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2020.02.005
- [2] Lim SY, Wong WM, Seah I, et al. Treat and extend regimen for diabetic macular oedema-a systematic review and meta-analysis[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2023, 261(2): 303-315. doi: 10.1007/s00417-022-05770-y
- [3] 郭菊, 刘珍慧, 潘萌, 等. 抗 VEGF 治疗对 PDR 患者玻璃体液中 TGF- β 及相关 microRNA 水平的影响[J]. 中华眼科杂志, 2021, 57(12): 922-929. doi: 10.3760/cma.j.cn112142-20210317-00133
- [4] 史雪辉, 张丛, 魏文斌. 关注糖尿病黄斑水肿的光学相干断层扫描分型及相关影像特征[J/OL]. 中华眼科医学杂志(电子版), 2021, 11(1): 1-7. doi:10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2021.01.001
- [5] Carol Y.Cheung, 冉安然. 青光眼影像人工智能深度学习研究现状与展望[J]. 山东大学学报(医学版), 2020, 58(11): 24-32. doi:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2020.1249
- [6] Shahriari MH, Sabbaghi H, Asadi F, et al. Artificial intelligence in screening, diagnosis, and classification of diabetic macular edema: a systematic review[J]. Surv Ophthalmol, 2023, 68(1): 42-53. doi:10.1016/j.survophthal.2022.08.004
- [7] 王韩影, 蒋炎, 王晴仪, 等. 光学相干断层扫描血管成像技术观察糖尿病性视网膜病变及糖尿病性黄斑水肿患者视网膜血流变化[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2021, 41(2): 166-172. doi:10.3969/j.issn.1674-8115.2021.02.007
- [8] 李璐瑶, 李静, 李艳, 等. 地塞米松玻璃体内植入剂对不同糖尿病性黄斑水肿的疗效与安全性评价[J]. 中华眼科杂志, 2023, 59(5): 398-403. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-2007.2021.01.001
- [9] SHI Xuehui, ZHANG Cong, WEI Wenbin. Pay attention to OCT-based classification and features of diabetic macular edema[J/OL]. Chinese Journal of Ophthalmologic Medicine(Electronic Edition), 2021, 11(1): 1-7. doi: 10.3877/cma.j.issn.2095-2007.2021.01.001
- [10] CHEUNG CY, RAN Anran. Artificial intelligence deep learning in glaucoma imaging: current progress and future prospect[J]. Journal of Shandong University (Health Sciences), 2020, 58(11): 24-32. doi:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2020.1249
- [11] WANG Hanying, JIANG Yan, WANG Chingyi, et al. Detection of vessel density changes in eyes of patients with diabetic retinopathy and diabetic macular edema using optical coherence tomography angiography[J]. Journal of Shanghai Jiao Tong University (Medical Science), 2021, 41(2): 166-172. doi:10.3969/j.issn.1674-8115.2021.02.007

cn112142-20220722-00355

LI Luyao, LI Jing, LI Yan, et al. Efficacy and safety of intravitreal dexamethasone implant in diabetic macular edema patients with and without prior vitrectomy: a retrospective cohort study[J]. Chinese Journal of Ophthalmology, 2023, 59 (5): 398-403. doi: 10. 3760/cma. j. cn112142-20220722-00355

[9] 阿柏西普玻璃体内注射治疗糖尿病性黄斑水肿中国共识专家组. 阿柏西普玻璃体内注射治疗糖尿病性黄斑水肿中国专家共识 (2021) [J]. 中华实验眼科杂志, 2021, 39 (5): 369-375. doi: 10. 3760/cma. j. cn115989-20210202-00088

Chinese consensus expert group on intravitreal injection of afeptocept for the treatment of diabetic macular edema. Chinese expert consensus on intravitreal injection of afeptocept for the treatment of diabetic macular edema (2021) [J]. Chinese Journal of Experimental Ophthalmology, 2021, 39 (5): 369-375. doi: 10. 3760/cma. j. cn115989-20210202-00088

[10] 中华医学会眼科学分会眼底病学组, 中国医师协会眼科医师分会眼底病学组. 我国糖尿病视网膜病变临床诊疗指南 (2022 年) [J]. 中华眼底病杂志, 2023, 39 (2): 99-124. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20230110-00018

Fundology group of the Eyes Science Branch of the Chinese Medical Association, Fundology group of the Eyes Physicians Branch of the Chinese Medical Association. Evidence-based guidelines for diagnosis and treatment of diabetic retinopathy in China (2022) [J]. Chinese Journal of Fundology, 2023, 39 (2): 99-124. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20230110-00018.

[11] Malerbi FK, Mendes G, Barboza N, et al. Diabetic macular edema screened by handheld smartphone-based retinal camera and artificial intelligence [J]. J Med Syst, 2021, 46 (1): 8. doi: 10. 1007/s10916-021-01795-8

[12] Chakraborty S, Gupta M, Devishamani CS, et al. Narrative review of artificial intelligence in diabetic macular edema: Diagnosis and predicting treatment response using optical coherence tomography [J]. Indian J Ophthalmol, 2021, 69 (11): 2999-3008. doi: 10. 4103/ijo.IJO_1482_21

[13] Lam C, Wong YL, Tang ZQ, et al. Performance of arti-

ficial intelligence in detecting diabetic macular edema from fundus photography and optical coherence tomography images: a systematic review and meta-analysis [J]. Diabetes Care, 2024, 47 (2): 304-319. doi: 10. 2337/dc23-0993

[14] Vujosevic S, Limoli C, Nucci P. Novel artificial intelligence for diabetic retinopathy and diabetic macular edema: what is new in 2024? [J]. Curr Opin Ophthalmol, 2024, 35 (6): 472-479. doi: 10. 1097/ICU. 0000000000001084

[15] 赵明威, 孙遥遥, 许迅. 合理使用抗 VEGF 药物辅助治疗糖尿病视网膜病变 [J]. 中华眼科杂志, 2019, 55 (8): 565-568. doi: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2019. 08. 002

ZHAO Mingwei, SUN Yaoyao, XU Xun. The rational use of anti-vascular endothelial growth factor drugs to assist the treatment of diabetic retinopathy [J]. Chinese Journal of Ophthalmology, 2019, 55 (8): 565-568. doi: 10. 3760/cma. j. issn. 0412-4081. 2019. 08. 002

[16] 陈有信, 杨景元. 人工智能大模型在眼科临床的应用 [J]. 中华眼科杂志, 2024, 60 (3): 303-306. doi: 10. 3760/cma. j. cn112142-20231211-00285

[17] 任邵杰, 徐嫚鸿, 李筱荣. 铁死亡参与糖尿病视网膜病变发病机制的研究进展 [J]. 中华眼底病杂志, 2023, 39 (10): 868-872. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20220801-00430

REN Shaojie, XU Manhong, LI Xiaorong. Research progress of ferroptosis involved in the pathogenesis of diabetic retinopathy [J]. Chinese Journal of Ocular Fundus Diseases, 2023, 39 (10): 868-872. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20220801-00430

[18] 余晓, 刘腾, 邹玉凌, 等. 视网膜下注射阿柏西普治疗难治性息肉样脉络膜血管病变疗效的初步研究 [J]. 中华眼底病杂志, 2024, 40 (2): 122-128. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20231115-00457

YU Xiao, LIU Teng, ZOU Yuling, et al. Preliminary study on the efficacy of subretinal injection of Aflibercept in the treatment of refractory polypoidal choroidal vasculopathy [J]. Chinese Journal of Ocular Fundus Diseases, 2024, 40 (2): 122-128. doi: 10. 3760/cma. j. cn511434-20231115-00457

(编辑: 李纬)