

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2026.03.008
文章编号: 1005-8982 (2026) 03-0052-06

综述

视盘微循环的研究进展*

李萱, 郝晓凤, 谢立科

(中国中医科学院眼科医院 眼底病科, 北京 100040)

摘要: 供应视网膜的动静脉主干穿行于视盘, 其微循环改变, 可能关系到整个视网膜的血液灌注, 进而影响视功能。近年来, 越来越多的研究发现, 视盘微循环在多种眼部疾病中起重要的作用, 与疾病的严重程度、视力的预后等存在潜在的联系。该文就视盘微循环在不同眼病中的研究进展进行综述, 以期为进一步的研究和治疗提供新的思路。

关键词: 视盘; 微循环; 血流灌注; 光学相干断层扫描血管成像

中图分类号: R77

文献标识码: A

Research progress on optic disc microcirculation*

Li Xuan, Hao Xiao-feng, Xie Li-ke

(Fundus Diseases Department, Eye Hospital Chinese Academy of Chinese Medical Sciences,
Beijing, 100040, China)

Abstract: The main arteries and veins that supplied the retina, ran through the optic disc, whose microcirculation changes might be related to the blood perfusion of the entire retina, affecting visual function. In recent years, more and more studies have found that optic disc microcirculation played an important role in various eye diseases, having potential connections with the severity of the disease and the prognosis of vision. This article reviewed the research progress of optic disc microcirculation in different eye diseases, in order to provide new ideas for further research and treatment.

Keywords: optic disc; microcirculation; blood perfusion; optical coherence tomography angiography

视盘是眼底解剖结构特殊的区域, 此处穿行着供应视网膜的动静脉主干血管, 其微循环改变, 与许多眼部疾病的发生发展、视力预后显著相关^[1]。盘周放射状毛细血管网(peripapillary radial capillaries, RPC)围绕视盘走行, 血管既长且直, 又与上级血管直接相连, 因而对低灌注的变化异常敏感^[2]。视盘血管距离颈部大血管分支较近, 更容易受到全身血液循环灌注的影响^[3]。在眼血流灌注量减少的疾病中, 视盘的血流灌注减低被认为

是其发生、发展机制的重要组成部分^[4]。分析视盘微循环改变, 对许多眼部疾患的病因探讨及针对性治疗具有重要意义。本文就视盘微循环在不同眼病中的研究进展进行综述, 以期为进一步的研究和治疗提供新的思路。

1 非动脉炎性前部缺血性视神经病变

非动脉炎性前部缺血性视神经病变(non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy, NAION)是

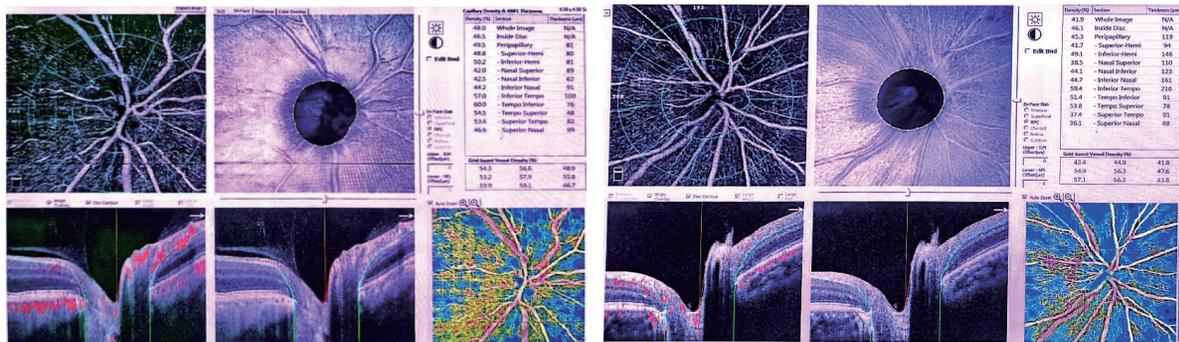
收稿日期: 2025-06-11

* 基金项目: 中国中医科学院眼科医院高水平中医医院“青年人才专项”项目“临床青年人才”方向(No: GSP5-06); 中国中医科学院眼科医院高水平中医医院人才提升项目(No: GSP5-96); 中国中医科学院眼科医院高水平中医医院“领军人才”项目(No: GSP5-83); 国家自然科学基金面上项目(No: 82474582)

[通信作者] 郝晓凤, E-mail: fummuhao@163.com

最常见的缺血性的视神经疾病, RPC 的损伤是其突出表现, 对视盘血流的量化评估, 有助于理解其病理过程。急性低灌注被认为是导致 NAION 眼 RPC 损伤的始动因素, NAION 患者多为拥挤的小视杯结构, 存在视盘拥挤现象, 发病时, 视盘水肿进一步压迫其中的毛细血管和神经纤维层的小血管, 加重微血管的灌注不良^[5-6]。急性期光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 显示患眼盘周视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL) 厚度, 与视盘血管密度 (vessel density, VD) 呈负相关, 杯盘垂直及水平直径比, 与 RPC-VD 呈负相关^[7]。正常眼与 NAION 患者视盘 OCTA 血管密度对比见图 1。这说明在发病初期, 视盘血液供应越低, RPC 损伤越重, 视盘结构的损伤就越大。部分患者在急性期后, 会出现自发的灌注恢复, 进入慢性期, 盘周血供及代谢的自主调节逐步趋于稳定, 视盘结构受到 VD 影响减小, 但即使在视觉敏感度和视觉诱

发电位没有明显改变的 NAION 眼中, 仍然可以检测到 RPC-VD 的降低, 对于 RPC-VD 改善较差眼, 视功能的恢复也不理想^[8]。研究显示, 慢性期 NAION 眼黄斑区 VD 也会呈现出与 RPC 一致性的改变, 但视盘 VD 受到的影响始终大于黄斑区, 黄斑区 VD 的降低, 可能是继发于慢性 NAION 眼视神经节细胞的逆行性变性^[9]。LIU 等^[10]发现 NAION 后视神经萎缩患者 RPC-VD 明显减低, 而黄斑中心凹旁 VD 并没有显著异常。这突出了视盘低灌注在 NAION 形成过程中的重要性; 同时, LIU 等^[10]认为 RPC 的进一步减少, 可能是 RNFL 萎缩的结果, 间接阐释了 NAION 结构-功能-灌注的关系。CHOU 等^[11]对 17 项观察性对比研究进行 Meta 分析发现, NAION 患者未受影响的对侧眼, 在不同区域也表现出明显的微血管损伤, 这是否提示视盘微循环灌注的改变, 可能早于视功能的改变。视盘微循环的变化规律揭示了 NAION 发生发展过程, 可以作为相关研究以及治疗新方向的突破口。



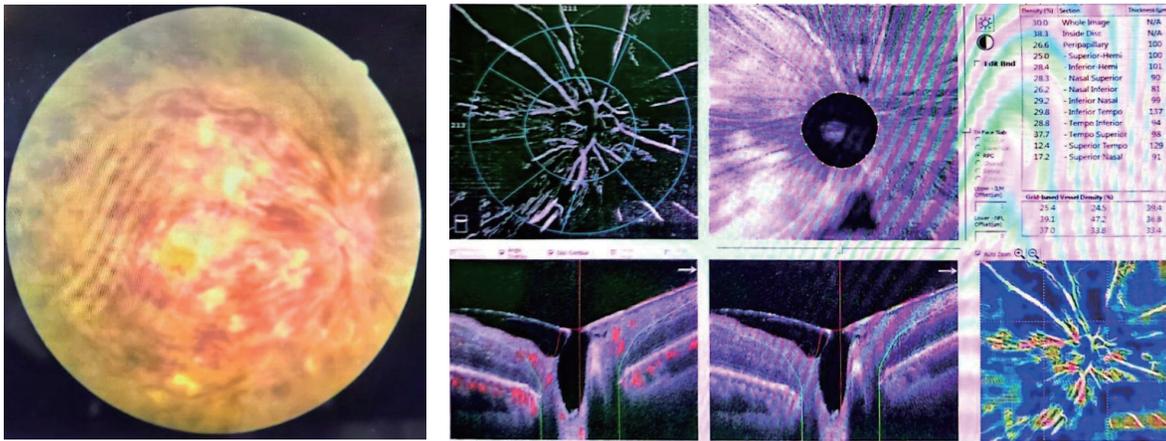
正常眼 NAION 患者
NAION 眼全视盘扫描区 VD、视盘内 VD、盘周 VD 及盘周各分区 VD 均明显小于正常眼。

图 1 正常眼与 NAION 患者视盘 OCTA 血管密度对比图

2 视网膜静脉阻塞

视网膜静脉阻塞 (retinal vein occlusion, RVO) 是引起视力损伤常见的视网膜血管性疾病。虽然血栓形成在 RVO 病理过程中的作用尚存争议, 但血栓形成相关因素, 仍是发病的关键^[12]。研究显示, RVO 眼全视盘扫描区 VD、RPC-VD 明显降低, 与正常对照眼相比, RVO 患者对侧健康眼全视盘扫描区 VD、视盘内 VD, 以及 RPC-VD 也明显降低^[13-14]。CRVO 患者眼底彩照及视盘 OCTA 血管密度见图 2。这提示 RVO 患者视网膜血流灌注的降

低, 是从视盘开始的, 且这种减低可能早于疾病的发生, 成为发病的先兆。RVO 眼视盘 VD 与视功能密切相关, 发病时视盘微循环的灌注量, 会对视功能的恢复造成影响, NAGASATO 等^[15]提出, 治疗前视盘的血流速度可以作为 CRVO 抗 VEGF 治疗后最佳矫正视力和视网膜敏感性的预测因子。而之前的临床研究发现视盘的血管密度, 与治疗后视功能的改善呈现一致性^[16]。视盘微循环的灌注量与 RVO 的发生、发展, 以及视力预后密切相关, 有潜力成为 RVO 血管阻塞及病变严重程度的评价指标, 以及预测视功能恢复的评判指标。



CRVO 患者眼底彩照图

CRVO 患者视盘 OCTA 血管密度图

CRVO 患者眼底可见视盘边界欠清,全视网膜静脉迂曲、扩张,沿血管分布大片火焰状出血;CRVO 患者全视盘扫描区 VD、视盘内 VD、盘周 VD,以及盘周各分区 VD 均显著降低。

图 2 CRVO 患者眼底彩照及视盘 OCTA 血管密度图

3 原发性开角型青光眼

根据血流供应理论,原发性开角型青光眼(primary open angle glaucoma, POAG)引起的视神经病变源于血液供应障碍^[17]。与正常对照眼相比,青光眼患眼视盘毛细血管 VD 显著降低,并与结构变化和视野缺损高度一致^[18]。杨子建等^[19]观察了 38 例 POAG 患者,发现下方、上方、鼻侧、颞侧的 RPC-VD,分别减少 11.07%、11.02%、9.06%、4.79%,相应的 RNFL 厚度也明显变薄,并符合青光眼“ISNT”原则,部分病例在早期即出现颞侧 RNFL 厚度和 RPC-VD 的降低,研究还发现,青光眼性视网膜神经节细胞的凋亡,往往发生于视盘处,黄斑中心凹处神经节细胞受影响较小,这是青光眼晚期管状视野的结构基础。POAG 患者 RPC-VD 与视野平均缺损值、RNFL 厚度和神经节细胞复合体的厚度有相关性,但在正常对照眼中缺乏这种相关性,视盘血流指数和 VD 具有区分正常眼和病变眼的能力^[20-21]。事实上,在青光眼中,OCTA 常表现出比视野损伤更严重的病情进展^[22]。尚未出现 RNFL 厚度改变时,即可检测到视盘微循环灌注的减低,说明血管功能障碍可能先于结构改变^[23]。有意思的是,GARDINER 等^[24]发现 RPC-VD 在青光眼损伤早期(RNFL 厚度减少 <10%)是增加的,一旦超过初始阶段,血流量就会随着损伤而减少。青光眼需要早发现,早治疗,视盘 OCTA 参数可以作为区分正常眼和青光眼的指标,

还可作为青光眼病变程度的衡量指标,并对青光眼晚期进行监测,对青光眼具有极高的诊断及随访价值。

4 近视

近视是全球最常见的眼部疾病之一,目前,近视发生的原因尚不明确。伴高度近视、视网膜血管整体血流密度减低等患者,合并视网膜脱离等眼底疾病的风险较高^[25]。随着 OCTA 的广泛应用,近视眼视盘微循环的特点逐渐显现。LIN 等^[26]对 204 例未成年人进行研究,发现近视眼视盘处 VD 显著降低,且与近视的程度相关,在视盘周围,下象限和颞侧象限的毛细血管 VD 与眼轴长度呈负相关,这可能与高度近视眼底改变的起始部位有关。肖凤琪等^[27]认为,高度近视眼 RNFL 厚度显著变薄, RPC-VD 显著降低,且两者存在较强的相关性,提示视盘 VD 持续降低,可能是病理性近视进行性发展的标志。高度近视眼及超高度近视眼鼻侧 RNFL 厚度降低及 RPC-VD 降低更为显著,这可能是血管在时间上相对拉伸所导致的,表现为颞部 RNFL 厚度变厚,而上、下部 RNFL 厚度变薄^[28]。进一步研究发现,高度近视眼视盘内 VD 变化并不明显,这提示眼球轴长变大可能是引起 RNFL 变薄及 VD 降低的初始因素,而后极部变薄、需氧量减低导致的 VD 下降为继发性改变^[29-30]。有趣的是,病理性近视眼黄斑区浅层毛细血管层的中心旁区 VD 降低较中心区,更为显著;病理性近视组、高

度近视组视盘VD较低,而非高度近视组较高,这提示黄斑区血流灌注存在一定的自我保护机制,为保护黄斑中心区域的功能,近视形成早期,视盘处大血管血流灌注可能升高,随着近视逐渐发展,整体血流灌注降低,而黄斑旁区VD会先于中心区降低^[31]。由于近视率不断攀升,尤其在青少年儿童、年轻人群中影响愈大,应用OCTA观察近视眼视盘的血流改变,可以更全面地揭示近视的发生发展规律,为近视的防控提供新方向。

5 糖尿病视网膜病变

近5年糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)患病率大幅上升,已成为中年工作人群视力丧失的主要原因^[32]。DR是2型糖尿病高发的血管微循环并发症之一,其主要特点在于血管内皮细胞功能的损伤,以及血-视网膜血管屏障的破坏^[33]。研究观察到,DR患者视盘VD呈下降趋势,并与DR的严重程度密切相关^[34]。事实上,视盘微血管的脱落似乎始于DR临床前阶段,随后在轻度至中度DR阶段出现进一步的微血管和神经损伤,也就是说,在早期DR结构性损伤之前,视盘中的微血管变化已经在悄然进行^[35-36]。与正常对照组相比,缺乏眼部表现的2型糖尿病患者RNFL更薄,视盘灌注更低,且这种损伤在病史≥10年的2型糖尿病患者中更严重,此外,RPC-VD与最佳矫正视力、糖尿病持续时间和RNFL厚度有相关性^[37-38]。一旦视网膜神经变性开始,即使在血糖控制良好的情况下,神经元凋亡和神经胶质功能障碍似乎仍持续存在,这导致了病史较长的2型糖尿病患者,RNFL严重受损、变薄,血流灌注量也随之减少^[39]。VUJOSEVIC等^[40]也发现,在无DR表现的糖尿病患者中,存在与RNFL变薄相关的早期视盘形态和RPC-VD变化,与黄斑区相比,视盘VD变化更早。对于糖尿病患者,尤其是病史较长的患者,无论血糖水平控制是否平稳,都应定期定时检查视网膜的改变,尤其应该关注视盘微循环的改变。

6 其他

视网膜血管是全身唯一一处活体状态下可视的血管,视盘微循环与全身各脏器血流灌注存在潜在的相关性。视盘微血管的改变可以为脑小血

管疾病的发生提供一个新的视角,脑小血管疾病患者视盘VD及黄斑浅层毛细血管VD均明显降低,并与其认知功能存在相关性^[41]。脑脊液压力会对视网膜微循环造成影响,通过诊断性腰椎穿刺降低脑脊液压力时,黄斑区VD明显降低,而视盘VD变化不明显;脑脊液压力复位后,视盘VD有增加趋势^[42]。KARAHAN等^[43]发现,肢端肥大症患者RPC-VD存在节段性差异,鼻侧VD显著降低。在一些特殊疾病中,如视盘黑色素细胞瘤,视盘VD是降低的,但RPC血管化,导致视盘VD增加,则可能是肿瘤生长的危险信号^[44]。甚至在孤独症患者中,也可以检测出视盘血流灌注的改变^[45]。人体各组织器官的正常功能都离不开良好的血液供应,而视盘微循环可作为全身血液循环的缩影,检测视盘VD可达到“窥一斑而知全豹”的作用。

7 总结

视盘处穿行的血管,既是供应视网膜的主干血管,也是沟通眼部血流与全身血液循环的重要通道,检测此处的血流灌注已经成为眼部,甚至全身多种疾病的重要手段。立足于视盘微循环的改变,可以揭示多种眼部疾病的发病机制,为进一步彻底解析疾病,探寻高效的治疗方法,提供基础。

参考文献:

- [1] KADONOSONO K, INOUE M, YANAGI Y. Retinal arterial and vein occlusion: is surgery ever indicated? [J]. *Curr Opin Ophthalmol*, 2024, 35(3): 210-216.
- [2] 巩鸿霞,王兰惠.光相干断层扫描及其血管成像在非动脉炎性前部缺血性视神经病变中的应用研究现状及进展[J].*中华眼底病杂志*, 2018, 34(1): 80-82.
- [3] 王艳艳,郭雨,黄旭,等.缺血性卒中患者视网膜微血管神经改变特征分析[J].*中国社区医师*, 2024, 40(30): 80-82.
- [4] 王佳妮,梁孝鑫,白洁.基于光学相干断层扫描血管造影分析糖尿病患者视网膜微循环改变的研究进展[J].*临床医学工程*, 2025, 32(7): 809-812.
- [5] SHI W H, MENG J X, LIU X, et al. Research status and progress of studies on optic disc structures in non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy[J]. *Altern Ther Health Med*, 2024: AT10238.
- [6] 武燕,闫仁杰,吴小艳,等.基于OCTA定量分析补阳还五汤合水蛭对小视盘合并NAION患者视盘血流的影响[J].*中国中医眼科杂志*, 2025, 35(7): 607-613.
- [7] 汪宇涵,马瑾,干霖洋,等.不同病程非动脉炎性前部缺血性视

- 神经病变视盘结构及血管密度的初步观察[J]. 中华眼科杂志, 2019, 55(9): 677-686.
- [8] SHARMA S, ANG M, NAJJAR R P, et al. Optical coherence tomography angiography in acute non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy[J]. *Br J Ophthalmol*, 2017, 101(8): 1045-1051.
- [9] PUGAZHENDHI S, YU M M, ZHOU G, et al. Peripapillary and macular microvasculature features of non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy[J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 9: 1033838.
- [10] LIU C H, KAO L Y, SUN M H, et al. Retinal vessel density in optical coherence tomography angiography in optic atrophy after nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy[J]. *J Ophthalmol*, 2017, 2017: 9632647.
- [11] CHOU Y Y, ZHANG B L, MA J, et al. Microvascular alterations detected by optical coherence tomography angiography in non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy: a meta-analysis[J]. *Acta Ophthalmol*, 2022, 100(2): e386-e395.
- [12] JABBEHDARI S, YAZDANPANA H, CANTOR L B, et al. A narrative review on the association of high intraocular pressure and glaucoma in patients with retinal vein occlusion[J]. *Ann Transl Med*, 2022, 10(19): 1072.
- [13] LEE H, KIM M A, KIM H C, et al. Characterization of microvascular tortuosity in retinal vein occlusion utilizing optical coherence tomography angiography[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 17788.
- [14] WEI L X, ZHAO Q, CHEN Y X. Detection of retinal and choriocapillaris microvascular changes in retinal vein occlusion and fellow eyes by optical coherence tomography angiography: a systematic review and meta-analysis[J]. *Ophthalmol Ther*, 2025, 14(2): 391-411.
- [15] NAGASATO D, MITAMURA Y, SEMBA K, et al. Correlation between optic nerve head circulation and visual function before and after anti-VEGF therapy for central retinal vein occlusion: prospective, interventional case series[J]. *BMC Ophthalmol*, 2016, 16: 36.
- [16] 李莹, 郝晓凤, 谢立科, 等. 祛积通络方联合雷珠单抗治疗视网膜中央静脉阻塞视盘微循环的临床效果[J]. *中国医药导报*, 2025, 22(20): 71-74.
- [17] MANNIL S S, AGARWAL A, CONNER I P, et al. A comprehensive update on the use of optical coherence tomography angiography in glaucoma[J]. *Int Ophthalmol*, 2023, 43(5): 1785-1802.
- [18] HONG J, TAN S S, CHUA J. Optical coherence tomography angiography in glaucoma[J]. *Clin Exp Optom*, 2024, 107(2): 110-121.
- [19] 杨子建, 程瑜, 姚慧萍, 等. 原发性开角型青光眼视盘周围血流及黄斑结构变化的初步观察[J]. *临床眼科杂志*, 2021, 29(1): 5-8.
- [20] WANG X L, JIANG C H, KO T, et al. Correlation between optic disc perfusion and glaucomatous severity in patients with open-angle glaucoma: an optical coherence tomography angiography study[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2015, 253(9): 1557-1564.
- [21] AL ZOUBI H, RIEMER T, SIMON R, et al. Optic disc blood perfusion and oxygenation in glaucoma[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 260(11): 3587-3595.
- [22] WU J H, MOGHIMI S, NISHIDA T, et al. Detection and agreement of event-based OCT and OCTA analysis for glaucoma progression[J]. *Eye*, 2024, 38(5): 973-979.
- [23] CHEN C L, BOJIKIAN K D, WEN J C, et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer vascular microcirculation in eyes with glaucoma and single-hemifield visual field loss[J]. *JAMA Ophthalmol*, 2017, 135(5): 461-468.
- [24] GARDINER S K, CULL G, FORTUNE B, et al. Increased optic nerve head capillary blood flow in early primary open-angle glaucoma[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2019, 60(8): 3110-3118.
- [25] 张敏, 张琳琳, 房琳, 等. 家族性渗出性玻璃体视网膜病合并孔源性视网膜脱离风险模型的建立与验证[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(11): 27-33.
- [26] LIN T N, SU L, LIN J H, et al. Study on the optic nerve fiber layer thickness and changes in blood flow in myopic children[J]. *Int J Gen Med*, 2021, 14: 3287-3293.
- [27] 肖凤琪, 高健, 鲍伟利, 等. 运用光学相干断层扫描血管成像技术分析不同程度近视眼底微循环变化[J]. *安徽医科大学学报*, 2020, 55(10): 1592-1596.
- [28] 张芬, 刘新婷, 吴文凤, 等. 高度近视人群视盘周围血流密度与神经纤维层厚度的变化特征[J]. *中华眼视光学与视觉科学杂志*, 2022, 24(5): 321-328.
- [29] YAPRAK A C, YAPRAK L. Retinal microvasculature and optic disc alterations in non-pathological high myopia with optical coherence tomography angiography[J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2021, 259(11): 3221-3227.
- [30] 陶杰, 王敏, 朱秀影, 等. 成人与儿童视网膜血流灌注面积差异对比及其与眼轴长度的相关性分析[J]. *眼科新进展*, 2025, 45(6): 463-467.
- [31] 万婷, 李涛, 余曼, 等. 病理性近视黄斑和视盘血流密度变化及其与眼轴长度的相关性研究[J]. *中华眼底病杂志*, 2022, 38(6): 440-446.
- [32] PUSHPARANI D S, VARALAKSHMI J, ROOBINI K, et al. Diabetic retinopathy-a review[J]. *Curr Diabetes Rev*, 2025, 21(7): 43-55.
- [33] 尚彦霞, 解世朋, 曹晓禄, 等. 多点扫描矩阵激光联合康柏西普治疗重度非增殖型糖尿病视网膜病变的临床效果观察[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(1): 19-23.
- [34] 余海跃, 滕娟, 朱光. 定量分析糖尿病视网膜病变患者视盘周围视网膜和脉络膜血流灌注[J]. *眼科新进展*, 2023, 43(1): 44-46.
- [35] LI Z J, WEN X, ZENG P, et al. Do microvascular changes occur preceding neural impairment in early-stage diabetic retinopathy? Evidence based on the optic nerve head using optical coherence tomography angiography[J]. *Acta Diabetol*, 2019, 56(5): 531-539.

- [36] RAFFA L, ALOSAIMY R, BABAKER R, et al. Optical coherence tomography angiography evaluation of retinal and optic disc alterations in children with type 1 diabetes without retinopathy[J]. *Indian J Ophthalmol*, 2024, 72(S5): S913-S918.
- [37] TANG Z Q, YANG D W, NGUYEN T X, et al. Relationship of OCT-based diabetic retinal neurodegeneration to the development and progression of diabetic retinopathy: a cohort study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2025, 66(2): 32.
- [38] 李海东, 方伟, 吴素兰, 等. OCTA定量分析无临床可见糖尿病视网膜病变的2型糖尿病患者视盘旁血流密度[J]. *国际眼科杂志*, 2021, 21(5): 915-918.
- [39] LEE M W, LEE W H, RYU C K, et al. Peripapillary retinal nerve fiber layer and microvasculature in prolonged type 2 diabetes patients without clinical diabetic retinopathy[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(2): 9.
- [40] VUJOSEVIC S, MURACA A, GATTI V, et al. Peripapillary microvascular and neural changes in diabetes mellitus: an OCT-angiography study[J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2018, 59(12): 5074-5081.
- [41] WANG X J, WEI Q, WU X Q, et al. The vessel density of the superficial retinal capillary plexus as a new biomarker in cerebral small vessel disease: an optical coherence tomography angiography study[J]. *Neurol Sci*, 2021, 42(9): 3615-3624.
- [42] LIU X X, KHODEIRY M M, LIN D T, et al. The association of cerebrospinal fluid pressure with optic nerve head and macular vessel density[J]. *Sci China Life Sci*, 2022, 65(6): 1171-1180.
- [43] KARAHAN M, ARMAGAN DEMIRTAS A, HAZAR L, et al. Evaluation of peripapillary microcirculation in patients with acromegaly[J]. *Beyoglu Eye J*, 2021, 6(4): 285-289.
- [44] TSAI T Y, TSAI Y J, CHU Y C, et al. Ocular circulation change in optic disc melanocytoma - a case report and a review of the literature[J]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23(1): 33.
- [45] WANG Y X, WANG Y L, ZHU Z Q, et al. Fundus peripapillary vascular changes in autism spectrum disorder: a cross-sectional study[J]. *Autism Res*, 2025, 18(9): 1775-1795.

(张蕾 编辑)

本文引用格式: 李萱, 郝晓凤, 谢立科. 视盘微循环的研究进展[J]. *中国现代医学杂志*, 2026, 36(3): 52-57.

Cite this article as: LI X, HAO X F, XIE L K. Research progress on optic disc microcirculation[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2026, 36(3): 52-57.