

多模式眼底影像诊断急性黄斑区神经视网膜病变

陈 莺, 崔红光*

浙江大学医学院附属第一医院, 眼科, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年3月3日; 录用日期: 2025年3月26日; 发布日期: 2025年4月7日

摘 要

急性黄斑区神经视网膜病变(AMN)是罕见的黄斑区视网膜神经上皮损伤的疾病, 相关病例报道较少, 本文结合超广角眼底照相、扫频光学相干断层扫描血管成像及自适应光学扫描激光检眼镜(AO-SLO)多模式眼底影像报道AMN病例, 观察到AMN病灶中光感受器细胞的损伤特点, 本文是国内首次报道AMN在AO-SLO中的表现并结合文献复习, 旨在提高眼科医生对此疾病的了解。

关键词

急性黄斑区神经视网膜病变, 多模式眼底影像, 自适应光学, 扫描激光检眼镜, 光学相干断层扫描血管成像

Diagnosis of Acute Macular Neuroretinopathy by Multimodal Fundus Imaging

Ying Chen, Hongguang Cui*

Department of Ophthalmology, The First Affiliated Hospital, Zhejiang University School of Medicine, Hangzhou Zhejiang

Received: Mar. 3rd, 2025; accepted: Mar. 26th, 2025; published: Apr. 7th, 2025

Abstract

Acute macular neuroretinopathy (AMN) is a rare disease characterized by the neuroepithelium

*通讯作者。

文章引用: 陈莺, 崔红光. 多模式眼底影像诊断急性黄斑区神经视网膜病变[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 725-731.
DOI: 10.12677/acm.2025.154988

lesion of macula. There have been few case reports related to it. This article reports a case of AMN based on multimodal fundus imaging including ultra-wide field scan laser ophthalmoscope, swept-source optical coherence tomography angiography, and adaptive optics scanning laser ophthalmoscope (AO-SLO). AO-SLO could observe the damage characteristics of photoreceptor cells in AMN lesions *in vivo* at the cellular level. This is the first domestic report on the manifestation of AMN assessed using AO-SLO, combined with a literature review, aiming to enhance ophthalmologists' understanding of this rare disease.

Keywords

Acute Macular Neuroretinopathy, Multimodal Fundus Imaging, Adaptive Optics, Scanning Laser Ophthalmoscope, Optical Coherence Tomography Angiography

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

急性黄斑区神经视网膜病变(acute macular neuroretinopathy, AMN)是累及黄斑区视网膜神经上皮的罕见疾病, 症状表现为旁中心暗点, 可伴视力下降, 最早由 Bos 描述为内层视网膜疾病[1], 后续发展的光学相干断层扫描(optical coherence tomography, OCT)提示 AMN 影响视网膜外层结构[2]。该病发病率低, 病例报道较少, 本文结合多模式眼底影像报道 AMN 病例, 是国内首次报道 AMN 在自适应光学(adaptive optics, AO)眼底成像中的表现, 以供国内眼科医师参考。

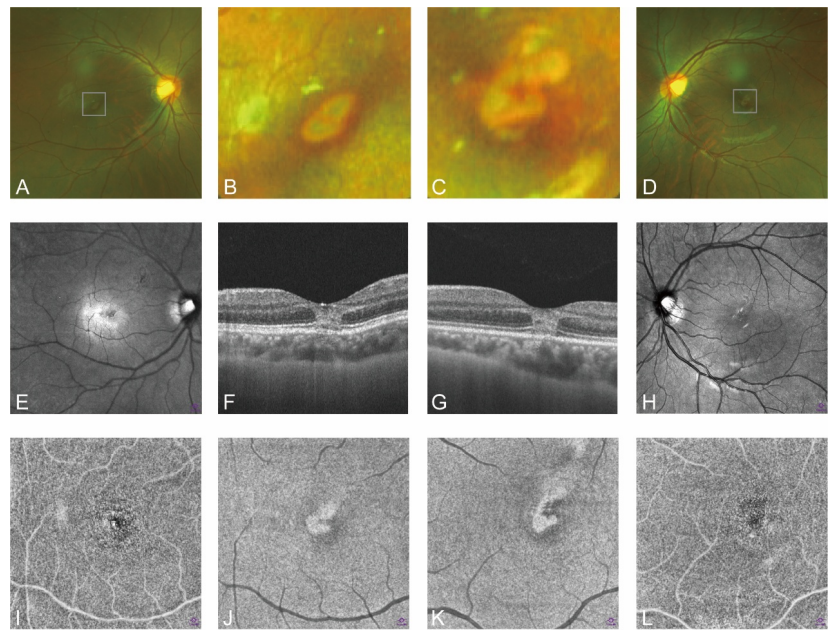
2. 病例摘要

患者, 男, 12 岁, 双眼视物模糊半天就诊。半天前无明显诱因下出现双眼视物模糊, 伴视物中心遮挡感, 无视物变形, 眼科专科查体: 右眼矫正视力 0.25, 左眼矫正视力 0.3, 右眼眼压 17 mmHg, 左眼眼压 15 mmHg, 双眼结膜无充血, 角膜透明, 前房清, 深浅可, 瞳孔圆, 直径约 3 mm, 对光反射灵敏。晶体透明, 眼底视盘界清, 网膜平伏, 黄斑部可见暗红色病灶。否认外伤头痛, 否认 2 周内感冒发热史, 仅伴咽部不适, 否认近期疫苗接种史, 无既往疾病史。超广角眼底照相可见双眼黄斑区暗红色分叶状病灶(见图 1)。扫频光学相干断层扫描血管成像(swept-source optical coherence tomography angiography, SS-OCTA)可见视网膜黄斑区分叶状病灶, 切面可见外层视网膜紊乱, 局灶椭圆体带和嵌合体带丢失, 连续性破坏, 外核层和外丛状层强反射(见图 1); 各层血管密度无明显异常(见图 2)。自适应光学扫描激光检眼镜(adaptive optics scanning laser ophthalmoscope, AO-SLO)可见与眼底照相病损形态一致的区域, 视锥细胞丢失, 明显密度下降, 镶嵌紊乱(见图 3)。结合多模式眼底影像诊断为双眼急性黄斑区神经视网膜病变。予七叶洋地黄双苷滴眼液, 银杏叶提取物滴剂改善视网膜血流灌注。本案例报道已征得患者法定监护人知情同意。

3. 讨论

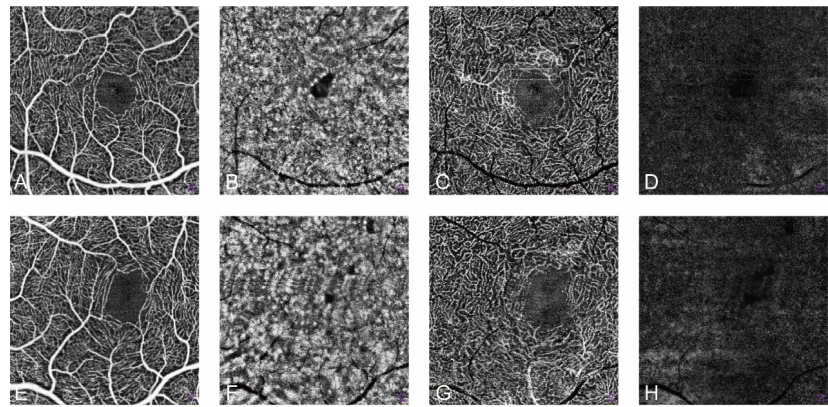
急性黄斑区神经视网膜病变是罕见的眼科疾病, 可为单眼或双眼发病, 主要发病年龄在 12~53 岁, 多见于年轻女性, 发病前可有流感表现, 突然出现视野中心或旁中心暗点, 可为一过性或永久性, 可伴视力下降[3][4]。此病的病因和病理生理过程尚未明确, 学界主要认为是免疫因素和血管因素[4]-[6]。免疫炎症学说是基于年轻女性多发的观察数据, 患者可能有前驱病毒性感染史, 或特殊药物可能引发

的变态反应。血管学说是部分学者认为病理生理过程中存在深层毛细血管网缺血, 以及前驱肾上腺素类药物或者低血压可能引起的视网膜缺血。结合现有文献中可能的具体诱因, 可能与病毒感染有关, 导致光感受器细胞免疫损伤, 剧烈咳嗽影响血-视网膜屏障稳定; 也可能与静脉注射肾上腺素类药物或碘造影剂有关, 肾上腺素类药物引起血管收缩造成视网膜一过性缺血, 及肾上腺素对光感受器细胞视紫红质的毒性反应。还有报告 AMN 可能与口服避孕药物、雌激素水平增高、过量摄入咖啡因、外伤、头痛或偏头痛病史及低血压性休克相关[7]。



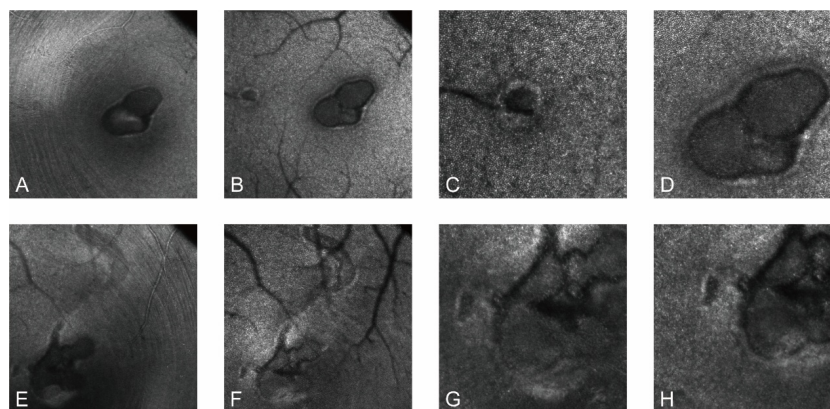
(A)、(D): 右眼及左眼超广角眼底照相表现; (B)、(C): 右眼及左眼超广角眼底照相病灶的放大图像; (E)、(H): 右眼及左眼 SS-OCTA 眼底图表现; (F)、(G): 右眼及左眼 OCT 表现; (I)、(L): 右眼及左眼 SS-OCTA en-face 图视网膜内层; (J)、(K): 右眼及左眼 SS-OCTA en-face 图视网膜外层。

Figure 1. AMN performance in ultra-wide field scan laser ophthalmoscope, OCT and SS-OCTA en-face
图 1. AMN 在超广角眼底照相、OCT 及 SS-OCTA en-face 中的表现



(A)~(D): 右眼 SS-OCTA 检查结果; (E)~(H): 左眼 SS-OCTA 检查结果; (A)、(E): 黄斑 SS-OCTA 表层血流表现; (B)、(F): 黄斑 SS-OCTA 脉络膜毛细血管表现; (C)、(G): 黄斑 SS-OCTA 深层血流表现; (D)、(H): 黄斑 SS-OCTA 无血管层血流表现。

Figure 2. AMN lesion performance in SS-OCTA
图 2. AMN 病灶在 SS-OCTA 中的表现



(A)~(D): 右眼 AO-SLO 检查结果; (E)~(H): 左眼 AO-SLO 检查结果; (A)、(E): 病灶在神经纤维层面表现; (B)、(F): 病灶在光感受器细胞层面表现; (C)~(D)、(G)~(H): 病灶光感受器细胞表现放大图像。

Figure 3. AMN lesion performance in AO-SLO

图 3. AMN 病灶在 AO-SLO 中的表现

AMN 表现为在黄斑区围绕中心凹排列的一个或多个楔形泪珠状病灶, 可呈花瓣状, 泪珠尖指向中心凹[3]。因视网膜色素含量不同可表现为暗红色或棕色。视野检查可发现与病灶吻合的中心或旁中心暗区, 可能是病灶区光感受器细胞急性丢失, 引起光敏度下降, 且神经上皮层变薄从而表现出暗红色病灶。红外反射成像可见较眼底照相更加明显的低反射病灶[8]。视网膜电图(electroretinogram, ERG)大多无明显异常, 可表现为早期感受器电位振幅降低, 提示起源的视锥细胞外节受损[9]; 多焦视网膜电图(multifocal electroretinography, mfERG)可对黄斑区进行更精细的检查, 可表现正常[2], Browning [10]及 Maturi [11]发现与视野暗点对应的视网膜区域一阶反应波形异常, 振幅密度降低[12], 提示光感受器细胞及双极细胞可能受损。眼底荧光造影(fundus fluorescein angiography, FFA)无明显改变, 少数患者病灶表现为淡的弱荧光[12], 故学者认为 AMN 不是视网膜血管性疾病。

在 OCT 表现中[8] [13], AMN 急性期(1-5 天)主要表现为外核层和外丛状层高反射, 提示光感受器细胞胞体及轴突损伤; 病程 1 周, 外核层和外丛状层高反射消失, 外核层变薄, 椭圆体带和嵌合体带缺失; 随后的 2~4 周, 病灶嵌合体带缺失范围扩大, 外核层及嵌合体带的损伤可能长期存在。视网膜厚度无明显变化。椭圆体带由光感受器细胞内节的线粒体组成, 嵌合体带是光感受器细胞外节与 RPE 细胞顶端微绒毛的嵌合处。AMN 病损定位于神经视网膜外层, 特别是光感受器细胞层。外核层和外丛状层高反射提示可能存在光感受器细胞胞体及轴突的水肿, 外核层变薄的长期存在提示着光感受器细胞的受损不能完全修复, 可以解释部分患者眼前黑影主观症状的长期存在。通过 OCT 的表现有假说认为深层毛细血管网缺血引起 AMN [8]。

AMN 的眼底改变不是很典型也不是很明显, 可能造成误诊或漏诊。需要与急性区域性隐匿性外层视网膜病变、急性后极部多发性鳞状色素上皮病变、急性视网膜色素上皮炎、急性特发性生理盲点扩大综合征等疾病鉴别[7] [14], 这些眼病也可能有病毒感染的前驱症状, 相似的视野暗点及视力下降的症状, OCT 也可能表现为外层视网膜病变。AMN 预后较好, 目前没有明确有效的治疗手段[4] [6], 尚无公认的治疗方案。在病理机制上多认为与免疫炎症因素或血管因素相关, 故治疗常用糖皮质激素、免疫抑制剂、抗病毒药物等, 辅之以改善眼底微循环治疗, 但没有研究表明这些治疗可以改善 AMN 预后或缩短病程。特别在一些特殊的患者比如独眼或者合并严重自身免疫疾病等, 会经验性应用糖皮质激素合并高压氧治疗[15]。

AMN 最早在 1975 年由 Bos 提出时[1], 认为病损定位于内层视网膜, Priluck 通过检眼镜观察 AMN

病例认为病损定位于深层视网膜[16], 电生理技术的应用又将 AMN 精确到光感受器细胞层面[9], OCT 在眼科应用最终将 AMN 病损定位于外层视网膜[2]。根据频域 OCT 表现, 可将 AMN 分为两型[17], I型即旁中央急性中间型黄斑病变(paracentral acute middle maculopathy, PAMM), 表现为外丛状层和内核层高反射, 内核层变薄, II型表现为外丛状层和外核层高反射, 椭圆体带缺损, 外核层变薄。眼科检查设备的发展提高对眼病结构改变的认知, 自适应光学技术在眼底成像的应用将对眼病的理解精细到细胞水平, 观察 AMN 病灶可得知视网膜显微结构的改变。

自适应光学最早应用于天文学, 测量并矫正大气湍流引起的波前像差从而提高望远镜的分辨率[18]。人的眼球也不是完美规则的光学结构, 不同结构介质和光学中心都不同, 产生动态变化的波前像差。1997年 Liang 将 AO 应用于人眼[19], 波前传感器探测波前像差, 再通过可变形反射镜实时补偿, 结合眼底相机观察到视网膜视锥细胞, 达到在活体中实现视网膜细胞级别分辨率。临床常规眼科视网膜检查设备如 OCT 等可以纵向扫描视网膜各层结构, 但由于波前像差的存在, 横向分辨率约 20 μm , 不足以达到细胞水平, 无法得到精细的视网膜显微结构图像。AO 结合 SLO 可实现活体视网膜实时、无创、快捷的细胞级观察, 得到约 2~3 μm 高分辨率视网膜光感受器细胞、神经纤维层及血管显微结构图像, 在研究中应用于遗传性视网膜疾病、糖尿病性视网膜病变、年龄相关性黄斑变性、青光眼等眼病, 实现临床前期和超早期识别及诊断, 观察视网膜随病程进展的变化, 评估病情严重程度及治疗效果, AO 在眼科的应用为眼病的研究和诊治提供更精细的新方法。

黄斑是视网膜的一个特殊区域, 具有独特的解剖特征, 如内层视网膜的缺失、视锥细胞的高密度等, 这些特点支持人类的高分辨率视觉。黄斑疾病的早期诊断往往依赖于对病变区域的精准定位, AO 眼底成像技术在诊断黄斑疾病及鉴别诊断方面具有显著的优势。通过高分辨率成像, AO 能够准确定位视网膜黄斑区的病变区域, 发现黄斑中心凹及其周围的微小病变区域, 揭示视锥细胞的异常[20]。在影响黄斑中心凹的疾病中[21], AO 眼底成像可以观察到全色盲患者视网膜黄斑中心凹视锥细胞峰值密度降低、间距增大。在 Stargardt 病患者视网膜发现视锥细胞形态增大, 细胞密度降低, 视锥细胞与视杆细胞之间间距增大, 在 Stargardt 样疾病发现中心凹视锥细胞模糊, 反射率偏低。在 Bietti 结晶样视网膜变性患者视网膜观察到由圆形斑点组成的高反射信号簇。在白点状视网膜变性发现“白点”的显微结构表现为低反射病灶环绕高反射病灶。而其他眼科检查设备都难以提供细胞级别的分辨率。

本文基于全球首家商用 AO-SLO 系统, 是国内首次报道急性黄斑区神经视网膜病变在自适应光学眼底影像中的表现。结合扫频光学相干断层扫描血管成像精细观察视网膜病灶横向形状和纵向切面层次, 及眼底各层血流形态。多模式眼底影像联合诊断急性黄斑区神经视网膜病变能够清楚显示视网膜病变形态, 光感受器细胞损伤, 明确视网膜受累层次, 避免误诊或漏诊。在 AMN 患者中进行 AO 眼底成像可弥补组织病理学的空白, 增加对细胞水平的理解。但 AO 眼底成像尚未广泛应用于眼科临床诊疗工作, 尚未形成规范的共识, 本文在汇报病例的同时, 结合相关英文文献中已报道的 AMN 病例 AO 影像学发现, 探讨 AMN 在 AO 眼底成像上的特点, 为未来临床工作提供依据。

Hansen [22]发现患者主观症状的视野暗点与微视野计光敏感度下降区域一致, 与 SD-OCT 观察到的外层视网膜病损区域一致, 且 AO-SLO 可以观察到对应视网膜区域选择性光感受器损伤, 视锥细胞密度下降, 而视杆细胞完好; 病人半年后随访光感受器细胞的损伤无明显修复改善。Mrejen [23]通过 AO 眼底相机观察到视锥细胞丢失, 镶嵌紊乱, 表现出很大的异质性, 在扫描激光检眼镜或 OCT 观察到的病灶边界外, 视锥细胞密度也有下降。3~6 月后复查, 在 SLO 中几乎无法观察到病灶, SD-OCT 中椭圆体带和嵌合体带修复完整, AO 眼底相机仍能观察到病损处视锥细胞镶嵌并未完全修复, 与患者视野暗点症状一致, 与微视野计结果相符。Audo [24]通过 AO 眼底相机同样观察到 AMN 病例视网膜黄斑区病灶处视锥细胞丢失, 镶嵌紊乱, 随访观察, 1 月内病灶范围增大, 在修复前病灶成像变得模糊, 病程 12 月时, 视

锥细胞的损伤仍存在, SD-OCT 也显示外核层变薄持续存在, 均提示视锥细胞的损伤非完全可逆, 不能完全修复, 这也与患者持续存在的视野暗点症状一致。Kadomoto [25]通过共聚焦 AO-SLO 同样观察到病变区域的光感受器细胞丢失, 镶嵌紊乱, AO-OCT 显示光感受器细胞受损区域, 嵌合体带及椭圆体带信号衰减, 前者为甚, 外丛状层和外核层存在高反射点。随访病例 2 月, 在旁中心暗点症状仍轻微存在的情况下, 共聚焦 AO-SLO 显示视锥细胞镶嵌的恢复, AO-OCT 显示椭圆体带的修复, 但嵌合体带仍不完整, 外丛状层和外核层还存在少量高反射点, 所以认为红外眼底成像显示的低反射病灶来源于嵌合体带损伤。

随着 AO 眼底成像技术的应用, 临床医生可以观察到更加精细的视网膜结构变化, 提高诊断的敏感性, 观察到 AMN 患者中光感受器细胞的损伤特点, 视锥细胞的损伤在椭圆体带和嵌合体带修复后仍存在, 实现从细胞水平对病变进行评估, 对 AMN 这一罕见病有更全面更精细的认识。

参考文献

- [1] Bos, P.J.M. and Deutman, A.F. (1975) Acute Macular Neuroretinopathy. *American Journal of Ophthalmology*, **80**, 573-584. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(75\)90387-6](https://doi.org/10.1016/0002-9394(75)90387-6)
- [2] Feigl, B. and Haas, A. (2000) Optical Coherence Tomography (OCT) in Acute Macular Neuroretinopathy. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, **78**, 714-716. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.2000.078006714.x>
- [3] Bhavsar, K.V., Lin, S., Rahimy, E., Joseph, A., Freund, K.B., Sarraf, D., et al. (2016) Acute Macular Neuroretinopathy: A Comprehensive Review of the Literature. *Survey of Ophthalmology*, **61**, 538-565. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2016.03.003>
- [4] Yzer, S., Freund, K.B. and Engelbert, M. (2012) Imaging in the Diagnosis and Management of Acute Macular Neuroretinopathy. *International Ophthalmology Clinics*, **52**, 269-273. <https://doi.org/10.1097/iio.0b013e31826704a4>
- [5] Hirooka, K., Saito, W., Noda, K. and Ishida, S. (2014) Enhanced-Depth Imaging Optical Coherence Tomography and Laser Speckle Flowgraphy in a Patient with Acute Macular Neuroretinopathy. *Ocular Immunology and Inflammation*, **22**, 485-489. <https://doi.org/10.3109/09273948.2014.916305>
- [6] Douglas, I.S. and Cockburn, D.M. (2003) Acute Macular Neuroretinopathy. *Clinical and Experimental Optometry*, **86**, 121-126. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2003.tb03070.x>
- [7] 姜利斌, 魏文斌, 王光璐. 急性黄斑区神经视网膜病变[J]. 中国实用眼科杂志, 2006, 24(3): 240-243.
- [8] Fawzi, A.A., Pappuru, R.R., Sarraf, D., Le, P.P., McCannel, C.A., Sobrin, L., et al. (2012) Acute Macular Neuroretinopathy: Long-Term In-Sights Revealed by Multimodal Imaging. *Retina*, **32**, 1500-1513. <https://doi.org/10.1097/iae.0b013e318263d0c3>
- [9] Sieving, P.A., Fishman, G.A., Salzano, T. and Rabb, M.F. (1984) Acute Macular Neuroretinopathy: Early Receptor Potential Change Suggests Photoreceptor Pathology. *British Journal of Ophthalmology*, **68**, 229-234. <https://doi.org/10.1136/bjo.68.4.229>
- [10] Browning, A.C. (2003) The Multifocal Electroretinogram in Acute Macular Neuroretinopathy. *Archives of Ophthalmology*, **121**, 1506-1507. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.10.1506>
- [11] Maturi, R.K. (2003) Multifocal Electroretinographic Evaluation of Acute Macular Neuroretinopathy. *Archives of Ophthalmology*, **121**, 1068-1069. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.7.1068>
- [12] Yeh, S. (2011) Acute Macular Outer Retinopathy (AMOR): A Reappraisal of Acute Macular Neuroretinopathy Using Multimodality Diagnostic Testing. *Archives of Ophthalmology*, **129**, 360-371. <https://doi.org/10.1001/archophth.2011.22>
- [13] 滕羽菲, 郑轶, 于旭辉, 等. 急性黄斑区神经视网膜病变的临床及 OCT 特征[J]. 眼科, 2016, 25(6): 391-395.
- [14] Rodman, J.A., Shechtman, D.L. and Haines, K. (2014) Acute Macular Neuroretinopathy: The Evolution of the Disease through the Use of Newer Diagnostic Modalities. *Clinical and Experimental Optometry*, **97**, 463-467. <https://doi.org/10.1111/cxo.12161>
- [15] Shroff, D., Kothari, A., Gupta, P., Sahni, T.K. and Narain, S. (2022) Hyperbaric Oxygen Therapy Combined with Immunosuppression for Acute Macular Neuroretinopathy in Systemic Lupus Erythematosus. *Ocular Immunology and Inflammation*, **31**, 355-361. <https://doi.org/10.1080/09273948.2022.2029497>
- [16] Priluck, I.A., Buettner, H. and Robertson, D.M. (1978) Acute Macular Neuroretinopathy. *American Journal of Ophthalmology*, **86**, 775-778. [https://doi.org/10.1016/0002-9394\(78\)90119-8](https://doi.org/10.1016/0002-9394(78)90119-8)

-
- [17] Sarraf, D., Rahimy, E., Fawzi, A.A., Sohn, E., Barbazetto, I., Zacks, D.N., *et al.* (2013) Paracentral Acute Middle Maculopathy: A New Variant of Acute Macular Neuroretinopathy Associated with Retinal Capillary Ischemia. *JAMA Ophthalmology*, **131**, 1275-1287. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2013.4056>
- [18] 王韵澎, 燕静, 郝翔. 自适应光学在超分辨显微成像技术中的应用(内封面文章·特邀) [J]. 红外与激光工程, 2024, 53(5): 12-27.
- [19] Liang, J., Williams, D.R. and Miller, D.T. (1997) Supernormal Vision and High-Resolution Retinal Imaging through Adaptive Optics. *Journal of the Optical Society of America A*, **14**, 2884-2892. <https://doi.org/10.1364/josaa.14.002884>
- [20] Kreis, J. and Carroll, J. (2024) Applications of Adaptive Optics Imaging for Studying Conditions Affecting the Fovea. *Annual Review of Vision Science*, **10**, 239-262. <https://doi.org/10.1146/annurev-vision-102122-100022>
- [21] Britten-Jones, A.C., Thai, L., Flanagan, J.P.M., Bedggood, P.A., Edwards, T.L., Metha, A.B., *et al.* (2024) Adaptive Optics Imaging in Inherited Retinal Diseases: A Scoping Review of the Clinical Literature. *Survey of Ophthalmology*, **69**, 51-66. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2023.09.006>
- [22] Hansen, S.O., Cooper, R.F., Dubra, A., Carroll, J. and Weinberg, D.V. (2013) Selective Cone Photoreceptor Injury in Acute Macular Neuroretinopathy. *Retina*, **33**, 1650-1658. <https://doi.org/10.1097/iae.0b013e31828cd03a>
- [23] Mrejen, S., Pang, C.E., Sarraf, D., Goldberg, N.R., Gallego-Pinazo, R., Klancnik, J.M., *et al.* (2014) Adaptive Optics Imaging of Cone Mosaic Abnormalities in Acute Macular Neuroretinopathy. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*, **45**, 562-569. <https://doi.org/10.3928/23258160-20141118-12>
- [24] Audo, I., Gocho, K., Rossant, F., Mohand-Saïd, S., Loquin, K., Bloch, I., *et al.* (2015) Functional and High-Resolution Retinal Imaging Monitoring Photoreceptor Damage in Acute Macular Neuroretinopathy. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, **254**, 855-864. <https://doi.org/10.1007/s00417-015-3136-6>
- [25] Kadamoto, S., Muraoka, Y., Ooto, S. and Tsujikawa, A. (2023) Structural Changes in Acute Macular Neuroretinopathy Revealed with Adaptive Optics Optical Coherence Tomography. *JAMA Ophthalmology*, **141**, 400-402. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2022.6394>