

# 微视野在临床中的应用进展

李思<sup>1</sup> 张月玲<sup>2</sup> (通讯作者)

1.承德医学院 河北 承德 067000

2.保定市第一中心医院 河北 保定 071000

**【摘要】**：近年来，视力已成为多种疾病评估视功能的指标，但是许多疾病不能仅通过视力反映严重程度和进展，微视野可通过眼底成像和视网膜敏感度及固视率的测定形成综合检查报告，全面评估患者黄斑区视网膜功能情况，将视网膜微结构和功能相结合，客观分析二者对应关系。本文就微视野在年龄相关性黄斑变性、黄斑前膜、黄斑裂孔、青光眼等疾病中的临床应用做一综述。

**【关键词】**：微视野；视功能；年龄相关性黄斑变性；青光眼；视网膜敏感度

DOI:10.12417/2705-098X.26.05.046

黄斑是视网膜最敏感、最关键的区域，常规的视力检查一直是评估黄斑中心凹视功能的主要方法。为了满足对黄斑视功能的评估需求，微视野作为后极部视网膜的新型检查技术得以出现。第一台微视野计 SLO 101 (德国 Rodenstock 公司) 为半自动视野检查设备<sup>[1]</sup>，缺乏眼位追踪系统，目前已很少使用，而 MP-1 微视野计对固视不稳定的患者较为友好，可对其进行多次重复性测量<sup>[2,3]</sup>，MP-3 微视野计相比于 MP-1 微视野计，视网膜敏感度阈值范围从 0-20dB 扩大至 0-34dB，并增加了眼球运动追踪系统，对注视点位置进行精确性、稳定性检查，成为现在研究的热点。且微视野可以比视力更早的发现黄斑区的视功能下降的问题。本文就微视野在年龄相关性黄斑变性、黄斑前膜、黄斑裂孔、青光眼等疾病中的临床应用做一综述。

## 1 年龄相关性黄斑变性

年龄相关性黄斑变性 (age-related macular degeneration AMD) 是发达国家 50 岁以上人群不可逆性中心视力丧失的主要原因<sup>[4]</sup>。一项前瞻性研究对 AMD 患者进行长达 1 年的随访，发现远视力 ( $P=0.011$ )、对比敏感度 ( $P\leq 0.0001$ ) 和平均视网膜敏感度 ( $P\leq 0.0001$ ) 均有功能性改善，但阅读视力 ( $P=0.31$ ) 和最大阅读速度 ( $P=0.94$ ) 未见明显提升。绝对暗点面积的减少也未达到统计学意义 ( $P=0.053$ )，意味着病灶大小影响了绝对暗点面积的变化 ( $P=0.0015$ )，而病灶类型对评估视觉功能没有影响<sup>[5]</sup>。此外，Meleth 等<sup>[6]</sup>研究表明，平均盲点的点数随时间显著增加，增加速率为 4.4 分/年。所有点的平均视网膜敏感度随时间呈下降趋势。此外，在 Chroma 和 Spectri 3 期临床试验中，以 MP 测定的视网膜敏感度作为次要终点，以绝对暗点数和平均视网膜敏感度作为主要结局指标。在各项功能测试中，无论在基线还是在 48 周随访终点，MP 与 GA 面积大小的相关性最高<sup>[7]</sup>。

## 2 黄斑前膜

黄斑前膜是一种常见的眼底疾病，在中老年人中发病率较高。黄斑前膜可以从单层变为厚的、多层的纤维细胞增生从而

收缩视网膜表面。黄斑前膜患者起初可以无明显症状，后可出现不同程度的视力下降、视物变形和复视等<sup>[8,9]</sup>。Dal Vecchio 等纳入 30 只黄斑前膜患眼，使用 MP-1 微视野计测量视网膜敏感度 (retinal sensitivity RS) 来评估视功能<sup>[10]</sup>，所有患者均行 25G 玻璃体切割术联合黄斑前膜及内界膜 (internal limiting membrane, ILM) 除及晶状体超声乳化摘除联合人工晶状体植入术。与既往研究一致<sup>[11-13]</sup>，术后早期中心视网膜厚度显著降低，最佳矫正视力 (best corrected visual acuity BCVA) 显著提高，术后 1 年达到峰值。同时，从基线到 1 年和 4 年，中心 10° 范围的平均视网膜敏感度改善，表明术后潜在的视功能改善可以持续到很长时间。

## 3 黄斑裂孔

特发性黄斑裂孔以神经视网膜全层或部分层缺损为特征，累及黄斑中心凹的疾病。目前广泛采用玻璃体切割术联合内界膜剥除及气体填充解除牵拉，保证了 90%-95% 的解剖闭合成功率<sup>[14]</sup>。一项回顾性观察研究纳入了 28 例黄斑裂孔 (macular holes MHs) 患者接受玻璃体切除联合 ILM 剥除术治疗，发现以视锥细胞迁移为特征的 1 型闭合提高了 BCVA 和 RS，以视网膜色素上皮细胞的裸露和胶质增生为标志的 2 型闭合与视力恢复受限和固视欠佳相对应<sup>[15]</sup>。Carvalho Araujo 等<sup>[16]</sup>比较人羊膜 (human amniotic membrane HAM) 和 ILM 治疗难治性 MH 术后 1 年的微视野检查结果，次要观察指标包括 MH 闭合率和 BCVA，发现与 ILM 瓣组相比，HAM 组黄斑敏感度改善没有明显优势，但在 12 个月时 BCVA 有显著改善。表明 HAM 手术对于治疗难治性 MH 体现了良好的解剖和功能结果，是安全、有效的。Sborgia 等<sup>[17]</sup>提出，ILM 瓣倒置术在 hMMH 术后闭合后显著提高了视力和 RS，同时术前视力和中心 12°RS 可预测术后视力。

## 4 青光眼

青光眼是一组以特征性视神经萎缩和视野缺损为共同特征的疾病，病理性眼压升高是其危险因素，也是全球首位

不可逆致盲性眼病。Inooka 等<sup>[18]</sup>比较 Nidek MP-3 微视野计和蔡司 Humphrey 视野分析仪在原发性开角型青光眼患者中的视野 (visual field VF) 检查结果, 研究发现, 在重度开角型青光眼患者中, 两种设备的可靠性指标存在显著差异, 大约在一半的眼中检测到两种视野检查测试点的敏感度发生了变化。Yoshida 等<sup>[19]</sup>纳入 24 例开角型青光眼患者行小梁切除术进行分析, 分别于术前和术后 7 天测量视网膜光敏感度阈值, 研究发现, 术后所有患者眼压均下降, 所有患眼术后视网膜光敏感度平均阈值与术前比较, 差异无统计学意义; 即使黄斑中心凹敏感度不受影响, 黄斑中心旁区域视网膜光敏感度的局部下降可能导致主观视觉功能的下降。这表明需要监测局部视网膜的视功能, 以更好地了解其对视觉结果的影响。

## 5 Stargardt

Stargardt 病又称 ABCA4 基因突变引起的遗传性视网膜病变 (ABCA4 related retinopathy ABCA4R), 多为常染色体隐性遗传, 是青少年型黄斑营养不良最常见的类型<sup>[20]</sup>。一项双盲、安慰剂对照试验纳入了 87 例 Stargardt 病患者, 实验组口服 20mg 雷莫福辛, 对照组口服等剂量的安慰剂, 主要结局指标是以中央凹为中心的 8 环平均定量自发荧光值的变化 (quantitative fundus autofluorescence qAF), 次要结局指标为 BCVA、低照度视力、MAIA 微视野计中中间视觉微视野检查 (mesopic microperimetry mMP) 等评估患者的视觉功能, 研究发现, mMP 的平均 RS 中位数为 20.4dB, SD-OCT 显示黄斑中心视网膜厚度的中位数为 142 $\mu$ m, 与无视力障碍的人相比, 阅读表现和患者报告的视觉功能显著降低。因此, Dhoog 等人评估了一种新的 STGD1 治疗 Stargardt 的安全性和有效性<sup>[21]</sup>。另外, 在 ProgStar 研究的背景下, 一项多中心前瞻性队列研究纳入了 199 名 Stargardt 病患者和 326 只经分子确诊 (ABCA4) 的 Stargardt 病的对照组, 并接受了 Nidek MP-1 微视野检查, 证明中视敏感度与 BCVA 之间存在相关性, 这表明, 微视野提供了对视网膜视功能更全面的评估, 未来可能会成为临床试验中的重要视觉结局指标<sup>[22]</sup>。

## 参考文献:

- [1] Timberlake G T, Mainster M A, Webb R H, et al. Retinal localization of scotomata by scanning laser ophthalmoscopy[J]. 1982, 22.
- [2] Midena E, Vujosevic S, Cavarzeran F. Normal Values for Fundus Perimetry with the Microperimeter MP1[J]. Ophthalmology, 2010, 117(8):1571-1576.e1.
- [3] Seiple W, Rosen R B, Castro-Lima V, et al. The Physics and Psychophysics of Microperimetry[J]. Optometry and Vision Science, 2012, 89(8):1182-1191.
- [4] Klaver C C W. Age-Specific Prevalence and Causes of Blindness and Visual Impairment in an Older Population: The Rotterdam Study[J]. Archives of Ophthalmology, 1998, 116(5):653.
- [5] Munk M R, Kiss C, Huf W, et al. One Year Follow-up of Functional Recovery in Neovascular AMD During Monthly Anti-VEGF Treatment[J]. American Journal of Ophthalmology, 2013, 156(4):633-643.e2.

## 6 糖尿病性视网膜病变

糖尿病性视网膜病变最常见的并发症是黄斑水肿, 可严重影响视力。全球约有 2100 万糖尿病性黄斑水肿 (diabetic macular edema DME) 患者, 随着糖尿病患病率的增加和患者寿命的延长, 这一数字将逐年上升<sup>[23]</sup>。Ihsan 等<sup>[24]</sup>纳入了 12 例 DME 患者行玻璃体腔注药术, 分别于基线、注射后 1 个月对患者进行 OCT 及微视野的评估, 研究发现, 黄斑中心凹视网膜厚度 (central macular thickness CMT) 与 RS 呈显著负相关, CMT 每增加 1 $\mu$ m, RS 下降 0.025 dB, 微视野检查可以定位视网膜位置从而获得视网膜敏感度信息。一项前瞻性临床研究纳入 31 例 DME 患者, 每月行玻璃体腔注射雷珠单抗治疗, 连续注射 3 针, 发现平均视网膜敏感度的改善与 CMT 和黄斑体积 (macular volume MV) 的下降显著相关, 微视野的参数变化与 OCTA 参数之间存在相关性, 可为指导临床大夫在初诊及随访时提供可靠性意见<sup>[25]</sup>。Stino 等<sup>[26]</sup>应用基于深度学习算法量化视网膜内液 (intraretinal fluid IRF) 和椭圆体带 (ellipsoid zone EZ) 厚度, 硬性渗出 (hard exudates HEs) 通过半自动方式进行量化, 发现随着 IRF 体积的增加、EZ 厚度的降低和 HEs 体积的增加, RS 下降, 强调了微视野计是除了视力评估 DME 患者视功能的另一重要检查技术设备。

## 7 展望

微视野计可展现视网膜解剖结构与视功能相关性, 成为不同背景下了解多种疾病视网膜视功能受损重要检查手段。越来越多的证据表明微视野计在临床应用中的有效性, 其中微视野计中的视网膜敏感度, 固视率等参数是临床诊断、随访过程中的重要视功能参考指标, 在 AMD、黄斑前膜、MH 等不同疾病进展中, 有许多临床应用。但微视野计也存在潜在的局限性, 例如检查时间相对较长, 首次检查者误差较大, 对检查者有配合度要求高等问题, 因此在临床中还应检查者进行个体化分析后再行检查。因此, 未来仍需要更多、更大样本量的临床研究来发现微视野计的其他潜在应用, 为临床诊断和预后提供更可靠的依据。

- [6] Meleth A D, Mettu P, Agrón E, et al. Changes in Retinal Sensitivity in Geographic Atrophy Progression as Measured by Microperimetry[J]. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 2011, 52(2):1119.
- [7] Holz F G, Sadda S R, Busbee B, et al. Efficacy and Safety of Lampalizumab for Geographic Atrophy Due to Age-Related Macular Degeneration: Chroma and Spectri Phase 3 Randomized Clinical Trials[J]. *JAMA Ophthalmology*, 2018, 136(6):666.
- [8] Mitchell P, Smith W, Chey T, et al. Prevalence and Associations of Epiretinal Membranes[J]. *Ophthalmology*, 1997, 104(6):1033-1040.
- [9] Bu S. Collagens and Retinal Müller Cells in Healthy and Diseased Vitreoretinal Interface[J].
- [10] Dal Vecchio M, Lavia C, Nassisi M, et al. Microperimetric Assessment after Epiretinal Membrane Surgery: 4-Year Follow-Up[J]. *Journal of Ophthalmology*, 2016, 2016:1-5.
- [11] Sayegh R G, Georgopoulos M, Geitzenauer W, et al. High-Resolution Optical Coherence Tomography after Surgery for Vitreomacular Traction[J]. *Ophthalmology*, 2010, 117(10):2010-2017.e2.
- [12] Kim J, Rhee K M, Woo S J, et al. Long-term Temporal Changes of Macular Thickness and Visual Outcome after Vitrectomy for Idiopathic Epiretinal Membrane[J]. *American Journal of Ophthalmology*, 2010, 150(5):701-709.e1.
- [13] Massin P, Allouch C, Haouchine B, et al. Optical coherence tomography of idiopathic macular epiretinal membranes before and after surgery[J]. *American Journal of Ophthalmology*, 2000, 130(6):732-739.
- [14] Spiteri Cornish K, Lois N, Scott N W, et al. Vitrectomy with Internal Limiting Membrane Peeling versus No Peeling for Idiopathic Full-Thickness Macular Hole[J]. *Ophthalmology*, 2014, 121(3):649-655.
- [15] Liu Y, Yang X, Zhou W, et al. Assessment of photoreceptor recovery and visual function utilizing adaptive optics and microperimetry in patients with surgically closed macular holes[J]. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, 2025, 51:104458.
- [16] Carvalho Araujo A C, Bordon A F, Falcão V, et al. The use of amniotic membrane or inverted internal limiting membrane flap for large or refractory macular holes: a prospective, comparative study using microperimetry[J]. *Graefes's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 2025.
- [17] Sborgia A, Boscica G, Niro A, et al. Microperimetric evaluation and predictive factors of visual recovery after successful inverted internal limiting membrane-flap technique for macular hole in high myopic eyes[J]. *Frontiers in Medicine*, 2023, 10:1276502.
- [18] Inooka T, Tomita R, Kominami T, et al. Comparison of the Humphrey Field Analyzer and MP-3 Microperimeter in Patients With Glaucoma, Classified by Severity and Misalignment of Test Points[J]. *Translational Vision Science & Technology*, 2025, 14(4):6.
- [19] Yoshida T, Ogawa S, Miki T, et al. Evaluation of changes in retinal light sensitivity thresholds in the early postoperative days after trabeculectomy using microperimetry[J]. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 2025, 69(3):432-441.
- [20] Shwetar Y J, Brooks B P, Jeffrey B G, et al. Advances in machine learning for ABCA4-related retinopathy: segmentation and phenotyping[J]. *International Ophthalmology*, 2025, 45(1):314.
- [21] Dhooge P P A, Möller P T, Boon C J F, et al. The STArgardt Remofuscin Treatment Trial (STARTT): design and baseline characteristics of enrolled Stargardt patients [version 3; peer review: 2 approved][J]. 2022.
- [22] Schönbach E M, Wolfson Y, Strauss R W, et al. Macular Sensitivity Measured With Microperimetry in Stargardt Disease in the Progression of Atrophy Secondary to Stargardt Disease (ProgStar) Study: Report No. 7[J]. *JAMA Ophthalmology*, 2017, 135(7):696.
- [23] Yau J W Y, Rogers S L, Kawasaki R, et al. Global Prevalence and Major Risk Factors of Diabetic Retinopathy[J]. *Diabetes Care*, 2012, 35(3):556-564.
- [24] Ihsan G, Kwartika A, Widyanatha M I, et al. Early response of anti-vascular endothelial growth factor (anti-VEGF) in diabetic macular edema (DME) management: microperimetry and optical coherence tomography (OCT) findings: a pilot study at national eye center of third world country[J]. *BMC Ophthalmology*, 2024, 24(1):551.
- [25] Gulyesil F F, Inan S, Gobeka H H, et al. Retinal ultrastructural, electrophysiological, and microvascular morphological outcomes in diabetic macular edema treated with intravitreal bevacizumab[J]. *Irish Journal of Medical Science (1971-)*, 2023, 192(1):149-159.
- [26] Stino H, Birner K, Steiner I, et al. Correlation of point-wise retinal sensitivity with localized features of diabetic macular edema using deep learning[J]. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 2025: S0008418225000705.