

# 黄斑前膜的发病机制及影像学检查新进展

李吉凯<sup>1,2</sup>, 冯 洁<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>济宁医学院临床医学院附属医院, 山东 济宁

<sup>2</sup>济宁市第一人民医院眼科, 山东 济宁

收稿日期: 2025年12月1日; 录用日期: 2025年12月26日; 发布日期: 2026年1月5日

## 摘 要

黄斑前膜是一种发生于玻璃体-黄斑交界区, 因多重致病机制共同作用导致以纤维增殖膜为主要特征的眼底病变。该疾病的主要临床表现为视力下降、视物变形, 进一步发展可能会引发视网膜脱离等严重并发症, 极大降低患者视觉质量。目前黄斑前膜的发病机制尚未完全明确, 多方研究表明发病过程涉及玻璃体后脱离、炎症及细胞转分化。随着医学技术的进一步发展, 通过多模式影像学检查诊断并综合评估患者病情逐渐成为主流。本文针对黄斑前膜的发病机制及影像学检查作一综述总结。

## 关键词

黄斑前膜, 发病机制, 影像学检查

# Pathogenesis and Recent Advances in Imaging Examination of Macular Epiretinal Membrane

Jikai Li<sup>1,2</sup>, Jie Feng<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Affiliated Hospital, School of Clinical Medicine, Jining Medical University, Jining Shandong

<sup>2</sup>Department of Ophthalmology, Jining No. 1 People's Hospital, Jining Shandong

Received: December 1, 2025; accepted: December 26, 2025; published: January 5, 2026

## Abstract

Macular epiretinal membrane (MEM) is a fundus disease characterized by fibroproliferative tissue at the vitreomacular interface, resulting from the combined action of multiple pathogenic mechanisms.

\*通讯作者。

文章引用: 李吉凯, 冯洁. 黄斑前膜的发病机制及影像学检查新进展[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 250-254.  
DOI: 10.12677/acm.2026.161037

The primary clinical manifestations include decreased visual acuity and metamorphopsia. Further progression may lead to severe complications such as retinal detachment, significantly impairing patients' visual quality. The precise pathogenesis of MEM has not been fully elucidated, with various studies indicating the involvement of posterior vitreous detachment, inflammation, and cell trans-differentiation in the disease process. With the ongoing advancement of medical technology, diagnosing and comprehensively assessing patients through multimodal imaging examinations has become the mainstream approach. This review provides a summary of the pathogenesis and imaging examinations of macular epiretinal membrane.

## Keywords

Macular Epiretinal Membrane, Pathogenesis, Imaging Examination

Copyright © 2026 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

黄斑前膜(macular epiretinal membrane, MEM), 是一种发生于玻璃体 - 视网膜交界区的眼底疾病, 由视网膜胶质细胞、肌成纤维细胞及色素上皮(retinal pigment epithelium, RPE)细胞等因各种因素迁移至玻璃体视网膜交界面, 并在黄斑及其附近视网膜增殖形成纤维细胞膜的病变[1]。该疾病典型临床表现为视力下降与视物变形, 严重者可致视网膜脱离。目前临床的主要治疗方法是玻璃体切割手术联合内界膜剥离治疗[2]。目前关于 MEM 发病机制的研究众多, 玻璃体后脱离、炎症反应及细胞转分化等机制已被广泛探讨, 但其具体发病通路尚未完全阐明, 关于继发性黄斑前膜的影响因素与分子机制方面尚未完全明确。近些年随着光学相干断层扫描技术(optical coherence tomography, OCT)的发展, 由于其无创且高精度的特点, 被视为黄斑前膜的诊断金标准。但仅依据 OCT 影像评估患者病情有一定局限性, 如何将多模式影像与功能学指标有效整合, 以更全面评估疾病进展与手术指征, 仍是临床争议与挑战之一。本文旨在总结 MEM 的发病机制研究现状及影像学检查新进展, 重点探讨其病理形成中的细胞行为与信号调控, 并分析 OCT、眼底荧光素血管造影(fundus fluorescein angiography, FFA)等多模式影像在诊断、分级与预后评估中的协同价值, 进一步指导临床。

## 2. 黄斑前膜的发病机制

MEM 的发病机制尚未有明确定论, 当前的主流观点认为玻璃体 - 视网膜交界面的微观结构改变是导致该疾病发生的主要因素[3]。该界面主要分为以下三部分: 玻璃体基底部、玻璃体后皮质及内界膜。其中玻璃体基底区通过II型胶原纤维的垂直锚定作用与内界膜形成紧密连接, 后皮质区连接相对松散, 其粘附强度弱于前者。同时玻璃体基底部随年龄增长发生持续性后移并重构连接界面, 同时后皮质层在氧化应激(自由基损伤)、内界膜结构重塑(增厚现象)及细胞外基质代谢异常(酶解作用增强)等多重病理生理过程协同作用下, 导致视网膜 - 玻璃体界面黏附力渐进性衰减, 最终导致玻璃体后脱离。根据是否伴有眼部原发疾病, MEM 可分为特发性与继发性[4]。其中特发性黄斑前膜(Idiopathic macular epiretinal membrane, IMEM)是由于随着年龄增大, 玻璃体后脱离牵拉损伤内界膜后胶质细胞及 RPE 细胞附着于玻璃体 - 视网膜交界面后逐渐增殖形成[5]。继发性黄斑前膜患者多患有葡萄膜炎、视网膜脱离等原发疾病, 影响因素及发病机制复杂, 目前尚未有明确定论[6]。组织病理学分析显示, 黄斑前纤维膜主要组分是胞外基质

成分及多源细胞, 其中视网膜胶质细胞(星形胶质细胞、Müller 细胞)及 RPE 细胞占比最大, 为增殖膜的主要成分。同时肌成纤维细胞、巨噬细胞等组分共同作用最终导致增殖膜形成[7]。MEM 形成的病理过程中涉及多种细胞转分化现象[8]。视网膜色素上皮细胞在微环境作用下转化为巨噬细胞和成纤维细胞。Müller 细胞通过转化生长因子  $\beta 1$  (TGF- $\beta 1$ ) 诱导分化为肌成纤维细胞, 并生成一种中间蛋白平滑肌肌动蛋白, 起到促进胶原沉积和收缩增殖膜的作用。免疫组化研究显示, TGF- $\beta 1$ , 白细胞介素(IL-1, IL-4)等炎症因子在纤维膜的形成与牵引网膜导致黄斑区功能异常等方面起到重要作用[9], 这一发现从侧面印证了炎症也是导致 MEM 发病的主要因素之一。

### 3. 黄斑前膜的影像学检查

#### 3.1. 光学相干断层扫描

光学相干断层扫描技术作为一种新兴的眼科检测手段, 具有无创、扫描速度快、分辨率高等优点, 能够清晰地展示出视网膜厚度、体积及视盘的各项重要参数[10]。OCT 检查通过非侵入性断层成像原理, 可完整呈现 MEM 及黄斑区网膜的微观结构。在 MEM 的治疗过程中, 该技术不仅术前可以辅助诊断及评估病情分期, 术后也可观察黄斑区网膜形态同时一定程度上反映预后。

基于 OCT 图像上的多样表现, MEM 病理改变可大致分为六类[11]。I 型表现为黄斑区视网膜表面线性高反射信号, 组织分层结构保持正常; II 型特征为黄斑中心凹形态改变伴网膜水肿增厚, 可见散在囊性暗区; III 型显示增生膜致密粘连形成牵引性皱褶, 伴神经上皮层间或下方囊样暗区形成; IV 型呈现网膜被进一步牵拉隆起, 黄斑中心凹处出现假性裂孔样改变, 孔缘网膜较周边增厚; V 型发展为黄斑前增殖膜伴板层裂孔, 裂孔基底部分网膜缺失, 伴黄斑区水肿; VI 型则为黄斑裂孔进一步增大, 裂孔周边视网膜层间分离, 伴随显著水肿及纤维增生反应。随着病情的发展, 黄斑区微结构损伤加重, 患者的视力预后逐渐变差。

2017 年 Govetto 等对 MEM 患者的 OCT 影像进行分类并整理后制定了影像学期分, 通过黄斑中心凹的形态改变及有无连续性中心凹内层异位(Continuous ectopic inner foveal layers, CEIFL)将 MEM 分为 1~4 期。有研究者通过对比不同分期患者术后视力恢复情况提出, 当患者病情进展到 3 期或 4 期时黄斑区微结构被严重破坏, 网膜各层分界不清, 即使完成手术治疗仍难以取得较好的视力预后。这一发现对于 MEM 患者的手术时机选择具有重要指导意义。

#### 3.2. 眼底彩色照相

眼底彩色照相一般是用于检查眼底后极部有无异常病变的一种检查手段, 主要包括视乳头、黄斑部、视网膜、视网膜动静脉等结构, 其主要特点是可以将患者的眼底病变以图文形式更直观地表现出来, 方便医患之间沟通病情。俞阿勇等[12]提出眼底彩色照相与 OCT 在临床诊断中有互补作用, 两者发现 MEM 的符合率为 66.23%, 现该技术主要作为辅助诊断的方式之一。

#### 3.3. 眼底荧光血管造影

眼底荧光素血管造影是观察视网膜血管形态及血管渗漏程度的最佳检测手段之一。由于 MEM 接近透明, 应用 FFA 技术可以使观察者更好地观测到黄斑区视网膜血管的形态及受到增殖膜牵拉作用的影响程度, 进一步揭示黄斑区血管病变程度对于患者视力的影响[13], 对于该疾病的治疗及预后具有重要临床意义。基于 FFA 影像表现特征, MEM 可归纳为以下四种形态[14]: (1) 造影未见异常荧光素渗漏, 仅见黄斑区网膜被增殖膜牵拉出现的微小皱褶及少量变形血管。(2) 造影中晚期网膜小血管及微血管瘤出现不同程度的荧光素渗漏, 黄斑区网膜被进一步牵拉形成皱褶, 出现血管弓移位, 根据图像可大致明确增

增殖覆盖范围。(3) 合并黄斑裂孔时, 裂孔边缘呈现透见荧光。(4) MEM 并发黄斑囊样水肿时的 FFA 图呈现出特征性的花瓣状黄斑区阴影, 造影晚期可见强荧光渗漏, 呈花瓣样。

### 3.4. 多焦视网膜电图

多焦视网膜电图(multifocal electroretinography, mfERG)是一种通过刺激不同部位视网膜后通过收集、分离、提取等过程形成能够表现视网膜各部位对该刺激的反应程度的立体图像的检测技术, 可以较为灵敏的检测出黄斑区功能变化[15], 由于其无创、客观的特点被广泛应用于眼科检查。有学者通过研究表明在 mfERG 中 P1 波(mfERG-P1 wave)的改变可以灵敏地反映出 MEM 患者视功能的受影响程度[16], 对于患者黄斑区功能改变及术后视力恢复评估均有重要意义。

### 3.5. 多模式影像学检查

李鸿民等[17]提出基于 OCT 图像的 Govetto 分期存在一定局限性, 该分期聚焦于黄斑区微结构损伤而忽视了对于患者视觉功能的评估。眼底彩色照相技术能够清晰呈现黄斑区网膜特征, 联合 OCT 图像可进一步明确诊断并评估患者预后。FFA 技术可以帮助临床医生明确患者微血管损伤情况, 监测手术前后视网膜血管状态, 准确评估手术疗效。应通过以 OCT 为主, 联合眼底彩色照相及 FFA 等多模式影像学检查综合评估患者病情后制定后续治疗计划, 帮助患者获得较好的视力预后。

## 4. 展望

随着多模式影像技术的进一步融合与人工智能分析能力的提升, 未来 MEM 的诊疗将趋向精准化与个体化。一方面, 应进一步探索其发病过程中关键信号通路及细胞因子之间的相互作用, 为 MEM 的非手术治疗提供研究方向; 另一方面, 可联合大数据及 AI 辅助分析技术, 推动建立融合多模态影像与人工智能的精准诊断体系, 并基于术前影像特征与术后长期随访, 构建个体化手术决策与疗效预测模型, 以实现 MEM 诊疗的规范化与精准化。

## 参考文献

- [1] 范丹, 于旭辉. 黄斑前膜的诊治进展[J]. 医学综述, 2017, 23(9): 1796-1799+1804.
- [2] 单俊杰, 曹国平. 23G 玻璃体切除手术联合与不联合内界膜剥除治疗特发性黄斑前膜的疗效对比观察[J]. 临床眼科杂志, 2018, 26(6): 485-487.
- [3] 王群, 刘丹. 玻璃体视网膜界面早期变化的研究[J]. 国际眼科杂志, 2014, 14(12): 2179-2181.
- [4] 张锐, 高自清. 黄斑前膜诊断及手术治疗的进展[J]. 牡丹江医学院学报, 2020, 41(4): 104-107.
- [5] 王晨铭, 王晨光. 特发性黄斑前膜发病机制研究进展[J]. 国际眼科杂志, 2025, 25(2): 246-250.
- [6] 杨金波, 谢琳. 黄斑前膜形成的病因及机制研究进展[J]. 山东医药, 2019, 59(21): 86-89.
- [7] 房国凤, 高荣玉, 徐鑫彦. 黄斑前膜的研究现状[J]. 国际眼科杂志, 2017, 17(8): 1469-1472.
- [8] Bu, S., Kuijer, R., Li, X., Hooymans, J.M.M. and Los, L.I. (2014) Idiopathic Epiretinal Membrane. *Retina*, **34**, 2317-2335. <https://doi.org/10.1097/iae.0000000000000349>
- [9] 宋佩, 李鹏飞, 耿文静, 等. 特发性黄斑前膜合并白内障患者房水中细胞因子表达及其与白内障手术预后的相关性研究[J]. 眼科新进展, 2022, 42(1): 34-38.
- [10] 宋敬瑶, 齐心竹, 范斌. 黄斑前膜的诊断治疗进展[J]. 眼科新进展, 2016, 36(11): 1085-1089.
- [11] 黄晓波, 邹海东. 特发性黄斑前膜的诊断和治疗新进展[J]. 眼科新进展, 2008(10): 797-799.
- [12] 俞阿勇, 梁丹, 刘杏, 等. 眼底彩色照相和光相干断层扫描评价眼外伤玻璃体视网膜手术后黄斑前膜[J]. 中华眼底病杂志, 2006(4): 236-238.
- [13] Liu, J., Qian, Y., Yang, S., Yan, L., Wang, Y., Gao, M., *et al.* (2017) Pathophysiological Correlations between Fundus Fluorescein Angiography and Optical Coherence Tomography Results in Patients with Idiopathic Epiretinal Membranes.

- Experimental and Therapeutic Medicine*, **14**, 5785-5792. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.5330>
- [14] 杨庆松, 卢宁, 张风. 眼底荧光血管造影图谱[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- [15] 徐鑫鑫, 张凤妍. 非增生性糖尿病视网膜病变患者黄斑厚度和多焦视网膜电图的改变及相关性研究[J]. 河南医学研究, 2022, 31(18): 3286-3289.
- [16] Gao, M., Wang, Y., Liu, W., Liu, L., Yan, W., Liu, J., *et al.* (2017) Assessment of Macular Function in Patients with Idiopathic Epiretinal Membrane by Multifocal Electroretinography: Correlation with Visual Acuity and Optical Coherence Tomography. *BMC Ophthalmology*, **17**, Article No. 221. <https://doi.org/10.1186/s12886-017-0621-1>
- [17] 李鸿民, 史凯. 多模式影像学检查在黄斑前膜诊治中的应用[J]. 临床医学进展, 2025, 15(1): 676-683.