

黄斑前膜对视网膜血管结构影响的研究现状

梁琦晨¹,袁洋行¹,冼志林²,黄金飞³,王柯邬²,翁宏武⁴ 综述 晏世刚^{1,2} 审校

1. 广东医科大学研究生学院, 广东 湛江 524023;

2. 佛山市第二人民医院眼科中心, 广东 佛山 528000;

3. 江门市中心医院眼科, 广东 江门 529000;

4. 惠州市第一人民医院眼科, 广东 惠州 516000

【摘要】 黄斑前膜(ERM)是一种常见的黄斑病变,会导致黄斑结构异常,引起视网膜血管的结构及形态异常,并缓慢影响患眼视力和精细视觉,这些症状的严重程度及进展速度不同。迄今为止,已有多种可对黄斑前膜评估的检查方法。近年来,黄斑前膜对视网膜血管结构的影响被日益重视,相关检查包括眼底自发荧光、眼底血管荧光造影、眼底相干光层析血管成像。眼底自发荧光观察到黄斑前膜牵引导致视网膜血管移位,移位率与视物变形显著相关。眼底荧光血管造影表现为视网膜血管扭曲、渗漏,引起视网膜厚度改变,与视力下降及视物变形相关。眼底相干光层析血管成像可以定量分析黄斑前膜对不同层次视网膜灌注的影响,对视网膜结构不明显而主观视觉效果差的情况有新的解释。本文将对以上相关的研究及结果进行综述。

【关键词】 黄斑前膜;视网膜血管;眼底自发荧光;眼底血管荧光造影;眼底相干光层析血管成像

【中图分类号】 R774.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-6350(2021)16-2148-04

Research advances on the effect of epiretinal membrane on retinal vascular structure. LIANG Qi-chen¹, YUAN Yang-hang¹, XIAN Zhi-lin², HUANG Jin-fei³, WANG Ke-man², WENG Hong-wu⁴, YAN Shi-gang^{1,2}. 1. Graduate school, Guangdong Medical University, Zhanjiang 524023, Guangdong, CHINA; 2. Ophthalmologic Center, the Second People's Hospital of Foshan, Foshan 528000, Guangdong, CHINA; 3. Department of Ophthalmology, Jiangmen Central Hospital, Jiangmen 529000, Guangdong, CHINA; 4. Department of Ophthalmology, Huizhou First Hospital, Huizhou 516000, Guangdong, CHINA

【Abstract】 The epiretinal membrane (ERM) is a common macular degeneration, which can cause macular structural abnormalities, causing abnormalities in the structure and morphology of retinal vessels, and slowly affecting the vision acuity and detailed vision of the affected eye. The severity of these symptoms and the speed of progression are different. So far, there have been a variety of inspection methods for evaluating the epiretinal membranes. In recent years, the influence of epiretinal membrane on the retinal vascular structure has been paid more and more attention. Related examinations include fundus autofluorescence, fundus fluorescein angiography, and fundus coherent light tomography angiography. Fundus autofluorescence can be used to observe the displacement of the retinal vessels caused by the traction of the ERM, and the displacement rate is significantly correlated with metamorphopsia. Fundus fluorescein angiography shows distortion and leakage of retinal vessels, causing changes in retinal thickness, which are related to lower visual acuity and metamorphopsia. Optical coherence tomography angiography can be used to quantitatively analyze the influence of ERM on retinal perfusion at different grades, providing a new explanation for the situation that the retinal structure vision is not obvious and the subjective visual effect is poor. This paper reviews the above related studies and results.

【Key words】 Epiretinal membrane; Retinal vessels; Fundus autofluorescence; Fundus fluorescein angiography; Optical coherence tomography angiography

黄斑前膜(epiretinal membrane, ERM)是一种常见的影响视功能的疾病,以多种细胞在内界膜(inner limiting membrane, ILM)表面增殖形成纤维膜为特征^[1]。该病与年龄显著相关,成人的发病率为7%~12%,目前,黄斑前膜发病率逐渐上升且发病年龄呈现年轻化趋势^[2]。当ERM薄而透明时患者可以完全无症状,但其进展为半透明、厚且可收缩时可能导致不同程度的视力下降和视物变形等视觉影响。ERM的收缩可引起垂直牵引力导致黄斑增厚以及切向力将视网膜从原来的位置拖离并使血管移位,引起血管形态改变及血

流动力学改变。目前的治疗选择有限,主要有观察等待或行玻璃体切除术,临床结果也不近相同^[1,3]。现有多种分析黄斑前膜的检查技术^[4],其中对视网膜血管的检查研究也日渐增多,对黄斑前膜对视觉效果影响程度及治疗时机的评估增添了有效指标的可能。

1 眼底自发荧光

眼底自发荧光(fundus autofluorescence, FAF)主要是由光感受器不断脱落的膜盘的不完全代谢降解引起的视网膜色素上皮细胞脂褐素积累所致。脂褐素在蓝光或红外光的刺激下能产生FAF。正常的FAF图

像需要光感受器视网膜色素上皮复合物的正常代谢完整性。既往研究发现ERM可引起视网膜变形,严重程度可累及视网膜外层,即视网膜色素上皮。从理论上讲,ERM诱发外层视网膜变形可能导致光感受器丢失,从而导致视网膜色素上皮细胞脂褐素密度降低,导致中央凹低自发荧光^[5]。

SCHEERLINCK等^[5]研究发现术前中心凹自发荧光与术后视力有统计学意义,手术后6个月,中心凹和静脉旁的低荧光区增大的眼睛视力降低。DELL'OMO等^[6]发现通过眼底自发荧光检查提出了ERM存在视网膜血管印迹(retinal vessal printings, RVPs)的概念,认为是ERM对视网膜表面的拖曳引起视网膜内层(以及被拖动的浅层血管)的移位,ERM剥离术后释放的牵引力导致视网膜移位的内层(以及被拖动的浅层血管)返回其原始位置,视网膜血管往往会逐渐接近并最终掩盖相应的RVPs。RVPs的出现是切向牵引的标志,通常伴有严重的视物变形。DELL'OMO等^[6]和KO-FOD等^[7]在后续观察中量化了浅层血管的位移量,发现了主观性报告视物变形加重的患者的视网膜切线运动明显大于未出现视物变形的患者。

RODRIGUES等^[8]通过FAF检查发现ERM患者行玻璃体切除术后患眼血管是可以移动的,出现黄斑区扩大,考虑是由于视网膜神经上皮和色素上皮之间连接较为薄弱,ERM对视网膜的收缩主要是视网膜神经上皮的收缩。ICHIKAWA等^[9]发现ERM术后垂直和水平的两组视网膜血管距离均逐渐增加,术后患者垂直和水平视物变形评分明显改善,至术后3个月仍在持续改善。其中,垂直移位率与水平视物变形、水平移位率与垂直观物变形显著相关,认为移位的Müller细胞可能刺激远离原始位置的光感受器,导致视网膜前膜患者发生视物变形反应。

2 眼底荧光血管造影

ERM的收缩会引起视网膜血管的形态、位置和通透性的改变,形态异常包括视网膜血管的变直和/或卷曲,以及黄斑区血管拱环变小、变形甚至移位。由于ERM几乎透明的性质,眼底荧光血管造影(fundus fluorescein angiography, FFA)可以清楚地观察ERM下变形的视网膜血管行径及渗漏程度^[10-11]。

LIU等^[11]发现ERM患者FFA显示视网膜血管扭曲,且血管渗漏和扭曲程度随黄斑中心凹厚度(central retinal thickness, CRT)和体积的增大而增大,而中央凹无血管区(foveal avascular zone, FAZ)随CRT的增大而减小,认为患眼相对于健眼向中心凹的切向收缩更大,同时切向的牵引力增加了黄斑厚度、视网膜血管的扭曲程度及血管渗透性,从而导致黄斑体积的增加。血管扭曲程度与视物变形和视力恶化呈正相关,但与症状持续时间无相关性,血管变形与血管渗漏之间也无相关性。DELL'OMO等^[12]发现严重ERM可引起黄斑劈裂,常导致后极部视网膜内屏障破坏、血管

渗漏。李林芮^[13]发现术后黄斑区血管移位及视物变形的改善时间早于视力及CRT的恢复时间,分析M-chart图结果提示术后1周时平均水平变形值有所降低,而平均垂直变形无明显改变,考虑是因为ERM对视网膜水平方向的牵拉力量小于垂直方向,这与黄斑区视网膜神经纤维与视盘间的水平走向引起的自身张力以及ERM受重力而对视网膜垂直方向有更明显作用相关。因此在临床工作中可考虑根据黄斑区血管移位及患眼视物变形症状侧重决定术中剥除前膜的方向及面积大小,为术后更好地减轻患眼症状提供一定的理论及数据支持^[13]。李欢欢等^[14]认为ERM患者术前FFA的渗漏程度与术中黄斑中心凹表层出血有直接关系,而在ERM的剥离术中,黄斑中心凹视网膜表面出血是患者术后视功能预后不良的危险因素。

FFA可用于研究影响ERM患者解剖和功能预后的因素,评估ERM发展的严重程度、手术时机及预后。但其在临床应用受到其侵入性的限制,很难对非血管性视网膜疾病重复进行这种检查^[8]。此外,在临床环境中监测黄斑毛细血管系统的早期和细微变化已被证明具有挑战性,目前已不作为检测ERM血管的首选检查^[15]。

3 眼底相干光层析血管成像

眼底相干光层析血管成像(optical coherence tomography angiography, OCTA)可非侵入性检查视网膜血管情况,有良好的检查重复性,且对视网膜血管有清晰的分层和定量分析^[16]。目前有多个参数已被用于分析ERM对视网膜血管密度及结构的影响。

3.1 黄斑中心凹无血管区 FAZ是指由黄斑中心凹边缘毛细血管网为边界的中心无毛细血管的区域,据报道FAZ面积与各种因素相关,例如性别、年龄和CRT等。目前,已有多项研究发现FAZ与视力有显著的相关性^[17-18]。

KUMAGAI等^[17]回顾性研究发现ERM组的FAZ面积比正常人的眼睛小60.2%。曾苗等^[19]发现术前CRT越高、浅层视网膜破坏越明显,FAZ面积越小,这是需要满足更高的代谢需求的代偿表现。KITAGAWA等^[20]对ERM患者行玻璃体切除术后随访6个月,发现浅层和深层FAZ的面积均较术前增大。KUMAGAI等^[21]发现行ILM剥离术的眼睛术后早期FAZ的平均面积较未行ILM剥离的眼睛更加显著下降,到达最终FAZ面积的一半所需的平均术后时间为(0.81±1.62) d,这可能是由于在用ILM剥离的眼睛进行手术后,视网膜内侧层向中央凹移动^[17]。但已有多项研究显示无论行ILM剥除与否,术后的ERM仍小于正常眼。HIRATA等^[22]分析FAZ的多项指标发现,在术后长达12个月的研究期间,ERM眼的FAZ面积和FAZ周长均显著小于对照组。有学者发现术后浅层FAZ可以得到明显恢复,甚至大小与对照组相似,而深层FAZ恢复不明显^[19,23]。也有学者认为术前FAZ面积与

术后FAZ面积相关,对于出现FAZ面积减小的ERM患者,应尽早行手术治疗,以获得较好的术后恢复效果^[17,20]。行玻璃体切除联合ILM剥除术后,视网膜血管分叉与中央凹之间的距离不对称增加,这可解释为同一方向的离心力和鼻向力共同使鼻侧视网膜移位,但颞侧视网膜被不同的方向力移位。距离的变化与FAZ面积和CRT的变化有关,这种不对称移位可能影响术后视功能障碍和变形的恢复^[24]。

在视网膜中,浅层视网膜血管位于神经节细胞和神经纤维层,深层视网膜血管位于内核层。既往研究提示视物变形和双眼视物不等征均与内核层的厚度有关^[25],并且在手术后并未明显改善,深层FAZ术后扩张程度较小,这可以解释术后视物变形及双眼视物不等征无明显改善的原因^[20]。ERM患者视网膜浅层、深层FAZ面积均与视物变形程度呈负相关^[26]。

3.2 浅层视网膜毛细血管丛和深层视网膜毛细血管丛 OCTA将视网膜内5层血管分为浅层视网膜毛细血管丛(superficial capillary plexus, SCP)和深层视网膜毛细血管丛(deep capillary plexus, DCP), SCP指IML至内丛状层的毛细血管,DCP指内丛状层至外丛状层的毛细血管。ERM的机械应力直接影响视网膜内层,对SCP和DCP形成相应的影响^[27]。NELTS等^[28]及FANG等^[29]发现ERM患者的SCP血流灌注较正常眼明显降低,DCP血流灌注无明显异常。YUCE等^[23]和CHEN等^[30]多项研究分析不同范围的视网膜血管发现,ERM眼的SCP和DCP中心凹旁血管密度(parafoveal vessel densities, pfoVDs)明显减少,对于中心凹血管密度(foveal vessel densities, foVDs)则持有不同结果。

ERM剥除手术后,YUCE等^[23]发现仅SCP的foVDs和pfoVDs明显增加,DCP未见明显改变。SAMARA等^[31]发现ILM剥离术后SCP血管密度降低,研究发现与受损血管对应位置的视网膜神经纤维层呈弓状肿胀隆起,被认为是抓取ILM过程中对SCP所在的内层视网膜有直接手术创伤。术中采用吲哚菁绿染色剥离内界膜,也会加重SCP的损伤,影响pfoVDs^[32]。KIM等^[27]观察了43例单眼ERM患者,术后6个月时pfoVDs仍较正常眼低,认为ERM的机械牵拉影响了黄斑血管完整性和功能,而且与术后神经节细胞复合体损伤有关,同时血管功能不全可能会进一步损害神经的完整性。DCP参与从视网膜中去除多余的液体,它的缺失会使视网膜易于积聚液体,INL随之增厚,导致视力下降。手术前后的CRT和血管旁INL越厚,pfoVDs越小,这与术后视力恢复较差显著相关。相反,CHEN等^[30]研究认为视力与DCP无明显相关性。

3.3 视网膜外层毛细血管丛和脉络膜毛细血管丛 视网膜外层毛细血管丛(outer retina capillary plexus, OCP)指IPL至RPE层之间。CHEN等^[30]认为ERM的向心力可能会损害OCP和脉络膜毛细血管丛

(choroidal capillary plexus, CCP)的微血管系统。与健康眼相比,OCP的pfoVDs较大,但血流灌注面积和foVDs较小,而CCP的血流灌注面积及pfoVDs都较大,但foVDs较小。SAMARA等^[31]发现因为ERM眼中央凹区域的外层视网膜增厚位,其认为OCP血流面积的扩大是因为增厚的外层视网膜增厚需要更多的血液来满足代谢的需求。手术治疗后,OCP的血流面积和pfoVDs都显著减小,而foVDs保持不变,CCP所检测到的参数中没有任何变化。FANG等^[29]分析ERM眼的CCP血流灌注面积较健眼显著降低,认为CCP的血流灌注面积是唯一与最佳视力显著相关的因素,强调了脉络膜循环在iERM中的重要作用。LI等^[33]发现行玻璃体切除术后首次复查时,黄斑区的脉络膜毛细血管循环出现可逆的减少,随着黄斑组织的修复,CCP的血流灌注面积逐渐增高。

3.4 黄斑部血管密度比 黄斑部血管密度比(macular vessel density ratio, MVR)指中心凹VD与中心凹旁VD的比值^[28]。LEE等^[34]发现在ERM的发展过程中,视盘和中心凹以及血管弓之间距离逐渐缩短。NELIS等^[28]也发现ERM患者的浅层、深层和全层MVR明显高于健康对照组,提示ERM施加的切向力引起了血管从中心凹周围向中心凹区域的移位。其中,在视力轻度降低(BCVA<0.4 LogMar)的ERM组,仅浅层MVR显著升高,在视力显著降低(BCVA≥0.4 LogMar)的ERM组中,浅层MVR、深层MVR和全层MVR均显著升高。视力降低与视物变形的程度和深度有关,但视物变形的程度与MVR升高之间无统计学显著相关性。评估MVR可量化ERM牵引而引起的黄斑不同层的血管移位程度,并通过此结果区分轻度ERM和重度ERM。MAO等^[32]根据OCT结果对ERM进行分级,发现MVR在SCP组和DCP组均随分级的增加而增加。

4 结语

ERM的收缩会机械牵拉视网膜,引起视网膜血管移位及形态、结构的改变。FAF可见患眼出现PVRs及血管间距的改变,连续眼底自发荧光成像是监测视网膜血管随时间推移运动的可靠方法。FFA可观察到患眼视网膜血管的扭曲及渗漏程度随ERM的增厚及收缩加重。OCTA可见ERM对视网膜各层血管密度的量化改变,对ERM影响视网膜形态及视觉效果可进行量化对比,对于视网膜形态改变不明显而主观视觉改变的患者仍可见视网膜血管密度的改变。但针对不同分期及分型的黄斑前膜引起的视网膜血管结构改变仍缺乏研究验证。随着检查仪器的普及及先进发明,相信关于ERM影响视网膜血管结构的研究将会更加广泛及深入,对于不同分期及分型的黄斑前膜所引起的各种视觉不适将有更详细的分析,并对治疗方案的选择及时机提供有效的参考指标。

参考文献

- [1] ROMMEL F, BRINKMANN MP, SOCHUREK JAM, et al. Ocular blood flow changes impact visual acuity gain after surgical treatment for idiopathic epiretinal membrane [J]. *J Clin Med*, 2020, 9(6): 1768.
- [2] SIGLER EJ, RANDOLPH JC, CALZADA JI. Comparison of morphologic features of macular proliferative vitreoretinopathy and idiopathic epimacular membrane [J]. *Retina*, 2014, 34(8): 1651-1657.
- [3] DAMASCENO EF, DAMASCENO NA, CRANE AM, et al. The clinical course of patients with idiopathic epiretinal membranes and good visual acuity managed without surgery [J]. *Clin Ophthalmol*, 2019, 13: 2469-2475.
- [4] 毛剑波, 劳吉梦, 俞雪婷, 等. 特发性黄斑前膜OCTA检查结果的改变及其与视力的关系[J]. *中华眼科杂志*, 2019, 55(10): 757-762.
- [5] BRITO PN, GOMES NL, VIEIRA MP, et al. Possible role for fundus autofluorescence as a predictive factor for visual acuity recovery after epiretinal membrane surgery [J]. *Retina*, 2014, 34(2): 273-280.
- [6] DELL'OMO R, CIFARIELLO F, DELL'OMO E, et al. Influence of retinal vessel printings on metamorphopsia and retinal architectural abnormalities in eyes with idiopathic macular epiretinal membrane [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2013, 54(12): 7803-7811.
- [7] KOFOD M, COUR MI. Quantification of retinal tangential movement in epiretinal membranes [J]. *Ophthalmology*, 2012, 119(9): 1886-1891.
- [8] RODRIGUES IA, LEE EJ, WILLIAMSON TH. Measurement of retinal displacement and metamorphopsia after epiretinal membrane or macular hole surgery [J]. *Retina*, 2016, 36(4): 695-702.
- [9] ICHIKAWA Y, IMAMURA Y, ISHIDA M. Metamorphopsia and tangential retinal displacement after epiretinal membrane surgery [J]. *Retina*, 2017, 37(4): 673-679.
- [10] MAGUIRE AM, MARGHERIO RR, DMUCHOWSKI C. Preoperative fluorescein angiographic features of surgically removed idiopathic epiretinal membranes [J]. *Retina*, 1994, 14(5): 411-416.
- [11] LIU J, QIAN Y, YANG S, et al. Pathophysiological correlations between fundus fluorescein angiography and optical coherence tomography results in patients with idiopathic epiretinal membranes [J]. *Exp Ther Med*, 2017, 14(6): 5785-5792.
- [12] DELL'OMO R, FILIPPELLI M, DE TURRIS S, et al. Fluorescein angiography findings in eyes with lamellar macular hole and epiretinal membrane foveoschisis [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2021, 62(1): 34.
- [13] 李林芮. 特发性黄斑前膜手术前后视功能、黄斑区形态结构变化及相关性分析[D]. 南充: 川北医学院, 2019: 62.
- [14] 李欢欢, 廖昕, 谢春蕾, 等. 特发性黄斑前膜与手术相关的预后影响因素[J]. *中华眼科杂志*, 2017, 53(5): 344-351.
- [15] YU J, JIANG C, WANG X, et al. Macular perfusion in healthy Chinese: an optical coherence tomography angiogram study [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(5): 3212-3217.
- [16] ROMANO MR, CENNAMO G, SCHIEMER S, et al. Deep and superficial OCT angiography changes after macular peeling: idiopathic vs diabetic epiretinal membranes [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2017, 255(4): 681-689.
- [17] KUMAGAI K, FURUKAWA M, SUETSUGU T, et al. Foveal avascular zone area after internal limiting membrane peeling for epiretinal membrane and macular hole compared with that of fellow eyes and healthy controls [J]. *Retina*, 2018, 38(9): 1786-1794.
- [18] ENDO H, KASE S, TANAKA H, et al. Factors based on optical coherence tomography correlated with vision impairment in diabetic patients [J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1): 3004.
- [19] 曾苗, 陈晓, 洪玲, 等. 特发性黄斑前膜患者中心凹无血管区面积与中心凹形态相关性研究[J]. *中华眼底病杂志*, 2019, 35(1): 15-19.
- [20] KITAGAWA Y, SHIMADA H, SHINOJIMA A, et al. Foveal avascular zone area analysis using optical coherence tomography angiography before and after idiopathic epiretinal membrane surgery [J]. *Retina*, 2019, 39(2): 339-346.
- [21] KUMAGAI K, OGINO N, FURUKAWA M, et al. Early centripetal displacements of capillaries in macular region caused by internal limiting membrane peeling [J]. *Clin Ophthalmol*, 2018, 12: 755-763.
- [22] HIRATA A, NAKADA H, MINE K, et al. Relationship between the morphology of the foveal avascular zone and the degree of aniseikonia before and after vitrectomy in patients with unilateral epiretinal membrane [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2019, 257(3): 507-515.
- [23] YUCE B, CINAR E, ASLAN F, et al. Evaluation of retinal vascular structure after epiretinal membrane surgery by optical coherence tomography angiography [J]. *Int Ophthalmol*, 2021, 41(2): 621-627.
- [24] AYANA M, TAKESHI I, TOMOHIKO A, et al. Association between displacement and thickness of macula after vitrectomy in eyes with epiretinal membrane [J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 13227.
- [25] BALARATNASINGAM C, CHAE B, REMMER MH, et al. The spatial profile of macular pigments is related to the topological characteristics of the foveal avascular zone [J]. *Invest Ophthalmol Vis Sci*, 2015, 56(13): 7859-7865.
- [26] 曾苗, 陈晓, 洪玲, 等. 特发性黄斑前膜患黄斑中心凹无血管区面积与视力及视物变形的相关性研究[J]. *中华眼底病杂志*, 2018, 34(1): 8-12.
- [27] KIM YJ, KIM S, LEE JY, et al. Macular capillary plexuses after epiretinal membrane surgery: an optical coherence tomography angiography study [J]. *Br J Ophthalmol*, 2018, 102(8): 1086-1091.
- [28] NELIS P, ALTEN F, CLEMENS CR, et al. Quantification of changes in foveal capillary architecture caused by idiopathic epiretinal membrane using OCT angiography [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2017, 255(7): 1319-1324.
- [29] FANG IM, HSU HY, CHIANG WL, et al. Correlation between visual acuity and optical coherence tomography angiography parameters in unilateral idiopathic epiretinal membrane [J]. *J Clin Med*, 2020, 10(1): 26.
- [30] CHEN H, CHI W, CAI X, et al. Macular microvasculature features before and after vitrectomy in idiopathic macular epiretinal membrane: an OCT angiography analysis [J]. *Eye (Lond)*, 2019, 33(4): 619-628.
- [31] SAMARA WA, SAY EAT, KHOO CTL, et al. Correlation of foveal avascular zone size with foveal morphology in normal eyes using optical coherence tomography angiography [J]. *Retina*, 2015, 35(11): 2188-2195.
- [32] MAO J, XU Z, LAO J, et al. Assessment of macular microvasculature features before and after vitrectomy in the idiopathic macular epiretinal membrane using a grading system: An optical coherence tomography angiography study [J]. *Acta Ophthalmol*, 2021. doi: 10.1111/aos.14753.
- [33] LI ZX, ZHANG J, LIN T, et al. Macular vascular circulation and retinal oxygen saturation changes for idiopathic macular epiretinal membrane after vitrectomy [J]. *ACTA OPHTHALMOL*, 2019, 97(3): 296-302.
- [34] LEE SM, PAK KY, KWON HJ, et al. Association between tangential contraction and early vision loss in idiopathic epiretinal membrane [J]. *Retina*, 2018, 38(3): 541-549.

(收稿日期:2020-11-01)