

黄斑裂孔手术中内界膜剥除对视网膜结构及功能的影响

何情依 解正高

扬州大学附属苏北人民医院眼科 225001

通信作者:解正高,Email:zgxie87@163.com

【摘要】 特发性黄斑裂孔(IMH)指不明原因的黄斑区神经上皮层全层缺损。内界膜剥除(ILMP)能解除玻璃体视网膜界面的牵拉作用,从而提高裂孔闭合率,降低复发率,故成为黄斑裂孔手术的主流术式。但 ILMP 是否会造成视网膜损伤及术中所用染色剂对视网膜是否有毒性作用尚有争议,研究发现 ILMP 术后可引起早期视网膜神经纤维层弓形水肿、晚期神经纤维层分离和视网膜各层厚度改变,如视网膜神经纤维层(RNFL)、神经节细胞层(GCL)和内丛状层(IPL)变薄,以及中心凹向视盘移位、黄斑中心无血管区缩小、视网膜敏感度降低及电生理改变等,值得进一步研究和关注。

【关键词】 黄斑裂孔; 内界膜剥除术; 玻璃体切割术; 视网膜损伤

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.01.012

Effects of internal limiting membrane peeling during macular hole surgery on retinal anatomical and functional outcomes

He Qingyi, Xie Zhenggao

Department of Ophthalmology, Subei People's Hospital Affiliated to Yangzhou University, Yangzhou 225001, China

Corresponding author: Xie Zhenggao, Email: zgxie87@163.com

【Abstract】 Idiopathic macular hole (IMH) refers to full thickness defects of retinal neuroepithelial layer in macular area without clear reasons, and the combination of pars plana vitrectomy (PPV) with internal limiting membrane peeling (ILMP) is a standard procedure for macular hole. This technique can improve anatomical success and reduce the tangential forces, and thus accelerating the macular hole closure. With increasing use of ILMP and vital dye, the controversial issue of the intentional ILMP has arisen. First, the earliest change in the macula after ILMP is postoperative swelling of the arcuate retinal nerve fiber layer and dissociated optic nerve fiber layer occurs later in the postoperative period; second, retinal thickness modification, such as the thinning of retinal nerve fiber layer (RNFL), ganglial cell layer (GCL) and inner plexiform layer (IPL); third, displacement of foveal area toward optic disc and decrease of the foveal avascular zone area decrease retinal sensitivity and changes of the focal macular electroretinogram. This article reviewed the effects of ILMP during macular hole surgery on retinal anatomical and functional outcomes.

【Key words】 Macular hole; Internal limiting membrane peeling; Vitrectomy; Retinal injury

DOI:10.3760/cma.j.issn.2095-0160.2019.01.012

内界膜是位于视网膜神经纤维层与玻璃体之间的、由 Müller 细胞基底膜构成的均质膜,对于维持正常视网膜的发育和功能均有重要意义。随着对特发性黄斑裂孔(idiopathic macular hole, IMH)发生机制认识的深入,IMH 治疗更趋于精准化。大部分学者认为内界膜剥除(internal limiting membrane peeling, ILMP)是治疗 IMH 的有效手段之一,但由于内界膜对保持视网膜完整性具有重要作用,且 ILMP 存在视网膜组织损伤的风险,因此 ILMP 带来的视网膜形态、生理、生物

电活动等方面的改变也引起较多的关注。

1 IMH 的发病机制及手术治疗

1988 年 Gass 提出假设,黄斑中心凹玻璃体切线方向的牵引是裂孔形成的主要原因。玻璃体对黄斑区的牵引力主要是前后方向,而在玻璃体与中心凹完全分离后,有些黄斑裂孔仍然在不断地扩大,这表明除了玻璃体对黄斑区的作用外仍有其他机制的参与。研究发现, Müller 细胞移行至黄斑中心凹表面形成了切线方

向的牵引力^[1-3]。彭娟等^[4]对 7 例 IMH 患者经玻璃体切割术联合 ILMP 的内界膜标本组织结构及细胞成分进行观察,发现其中 5 例内界膜上散在分布有神经胶质细胞、成纤维细胞、视网膜色素上皮细胞、淋巴细胞和巨噬细胞,且内界膜中 CD44 表达增加,Ⅲ期以上 IMH 患者内界膜中有神经胶质细胞和 CD45 阳性 T 淋巴细胞,表明 IMH 的发生过程伴有增生和免疫炎症反应。

IMH 的手术治疗思路得益于对黄斑裂孔形成病理过程的进一步认识,ILMP 一方面可解除内界膜在孔周对切线方面的牵拉力,去除内界膜中 Müller 细胞、星形胶质细胞等增生的支架,另一方面可刺激视网膜神经胶质细胞增生,促进黄斑裂孔闭合并预防复发^[5]。Spiteri 等^[6]就 ILMP 对黄斑裂孔术后视网膜解剖和功能是否有改善作用进行随机对照研究,发现术后 3 个月 ILMP 组最佳矫正视力(best corrected visual acuity, BCVA)优于未行 ILMP 组,ILMP 有利于黄斑裂孔闭合,且对额外手术的需求较少,两组间术中或术后并发症发生率及患者主观不良反应发生率无明显差异。Rahimy 等^[7]的 Meta 分析结果显示,ILMP 组黄斑裂孔复发率为 1.18%,低于无 ILMP 组的 7.12%,术后 BCVA 较术前提高幅度稍大于无 ILMP 组,提示术中行 ILMP 在一定程度上可促进黄斑裂孔闭合,降低复发率。

2 ILMP 对视网膜结构的影响

2.1 ILMP 后早期和晚期内层视网膜形态变化

近来发现 ILMP 可能引起视网膜直接创伤效应并逐步改变内层视网膜结构,其对 Müller 细胞的机械性损伤可触发级联反应,导致黄斑区形态改变。Clark 等^[8]描述了 ILMP 后最早期黄斑解剖变化,即神经纤维层弓形肿胀,发现接受 PPV 联合 ILMP 的 102 例黄斑裂孔患者中有 28 眼于术后 8~10 d 黄斑区红外光和自发荧光 (autofluorescence, AF) 成像显示有 1~7 个低荧光弧形条纹,频域光相干光学断层成像 (spectral-domain optical coherence tomography, SD-OCT) 可见相应的高反射条带,平均术后 2.15 个月神经纤维层弓形肿胀逐渐消失。

神经纤维层分离表现为位于内界膜剥除区与神经纤维层走行平行的暗条纹,采用 en-face OCT 扫描可观察到剥离区有黄斑向心性暗点。Steel 等^[9]在 57 例黄斑裂孔患者手术过程中分别采用 Alcon 25G 撕膜镊 (41 例) 和宝石刷辅助剥膜 (16 例) 技术行 ILMP,评估 2 种技术对神经纤维层分离程度的影响,术后 3 个月蓝光反射成像系统显示宝石刷组中呈现神经纤维层分离外观者为 100%,撕膜镊组者为 88%,其差异无统

计学意义,但宝石刷组典型神经纤维层分离神经纤维层凹陷数多于撕膜镊组,其原因可能与术中应用撕膜镊可降低神经纤维层分离有关。对宝石刷组患者抽取的 4 例进行透射电子显微镜观察,发现 3 例内界膜视网膜侧有细胞碎片,而撕膜镊组患者中抽取的 12 例中仅观察到 1 例。Hisatomi 等^[10]用光子显微镜和透射电子显微镜对 ILMP 术后猴视网膜超微结构进行 3 年的观察,发现 ILMP 后有部分视网膜表面被胶质细胞覆盖,但仍有部分神经纤维层裸露于玻璃体腔,其多线形表现类似于神经纤维层分离外观。

2.2 黄斑中心凹向视盘的移位

Kawano 等^[11]发现在许多玻璃体切割术 (Par Plana Vitrectomy, PPV) 联合 ILMP 术后黄斑裂孔成功闭合眼黄斑中心凹明显向视盘移位,而在黄斑裂孔自发性闭合眼视盘与黄斑中心凹之间的距离无明显变化,可能与 ILMP 有关。Ohta 等^[12]观察了 2 例单眼黄斑裂孔患者,对侧眼随后也发生了黄斑裂孔,分别于黄斑裂孔前、裂孔形成时及 PPV 联合 ILMP 术黄斑裂孔闭合后 6 个月行 SD-OCT 检查,发现术后 6 个月视盘与黄斑中心凹的距离 (4 109 μm 和 4 001 μm) 短于术前 (4 174 μm 和 4 051 μm)。

2.3 黄斑中心无血管区缩小

Kumagai 等^[13]采用光相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 技术对 1 例 ILMP 后黄斑毛细血管向心移动者进行观察,标记术后 3 个月与术前黄斑中心凹处 93 个毛细血管分叉处并进行对比,发现术后多个血管分叉处发生向心性移位。继而该研究者又对 102 例 (黄斑前膜 56 例,黄斑裂孔 46 例) 因黄斑病变行 PPV 联合 ILMP 患者和 169 名健康受试者进行观察,发现术后黄斑前膜组和黄斑裂孔组黄斑中心无血管区 (foveal avascular zone, FAZ) 面积明显小于健康对照组,且 FAZ 面积的缩小与黄斑中心凹厚度有关^[14]。

2.4 视网膜厚度改变

Balducci 等^[15]对接受 PPV 联合 ILMP 的 223 眼术后视网膜厚度进行测量,发现 49 眼距黄斑中心凹 2~3 mm 处颞侧视网膜变薄,术后 12 个月黄斑颞侧视网膜厚度较术前减少 66.65 μm ,这些变化可能与术后黄斑中心凹与视盘间距离缩短呈正相关。Demirel 等^[16]评估黄斑裂孔手术 ILMP 后 3 个月视网膜神经节细胞层和内丛状层 (ganglion cell-inner plexiform layer, GCIPL) 厚度,并与患者健眼和 18 名年龄及性别匹配的健康对照者比较,发现术后所有患者各象限 GCIPL 厚度均明显变薄,术后平均 GCIPL 厚度与 BCVA 间存

在相关性。为了研究黄斑裂孔手术中 ILMP 视网膜结构变化, Faria 等^[17]对 38 例 PPV 联合 ILMP 治疗的 IMH 患者进行了一项前瞻性研究, 发现术后 6 个月鼻侧视网膜厚度增加但颞侧降低, 黄斑中心凹鼻侧和颞侧视网膜神经纤维层 (retinal nerve fiber layer, RNFL)、GCIPL 变薄, 可能是因为颞侧 RNFL 较薄和视网膜神经节细胞 (retinal ganglion cells, RGCs) 密度较低使视网膜更容易受到术中机械损伤所致。

2.5 医源性偏心性黄斑裂孔

Rubinstein 等^[18]回顾性分析了 232 例因 IMH 行 PPV+IMLP 的患者, 其中 4 例患者在术后随访中发现医源性偏心性全层黄斑裂孔。在长达 6 年的随访中, 这些医源性黄斑裂孔未引起任何并发症, 故未进行干预。

2.6 黄斑区自发荧光增强

Shiragami 等^[19]观察了 78 例 PPV+IMLP 术后裂孔均成功闭合的 IMH 患者, 发现术前黄斑中心凹处自发荧光增强在术后 10 d 消失, 而 36 眼 (占 46.2%) 于术后 1 个月再次出现自发荧光增强, 与黄斑区超微结构改变有关; 术后 1 个月自发荧光的增强与术后 6 个月的 BCVA、术后 1 个月的外界膜修复及术后 3 个月的内节/外节 (inner segment/outer segment, IS/OS) 修复程度均呈正相关。

3 ILMP 对视网膜功能的影响

3.1 染色剂对视网膜功能的影响

内界膜厚度仅为 1~2 μm , PPV 术中可见性较差, 完整剥除内界膜较为困难。此外, 不完全的 ILMP 可能导致手术时间延长, 增加并发症的发生率。为了实现可重复、完整、创伤小的 ILMP, 可用眼内活性染料染色以辅助内界膜的识别。常用的染色剂有曲安奈德 (triamcinolone acetone, TA)、锥虫蓝 (trypan blue, TB)、吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 和亮蓝 (brilliant blue G, BBG)。ICG 是静脉注射常用荧光剂, 近年来用于黄斑手术中内界膜的染色, 其对内界膜的染色效果无可争议, 但对视网膜的不良反应也不容小视。Kim 等^[20]报道 1 例 68 岁双眼Ⅲ期黄斑裂孔女性患者在 ICG 辅助下行 PPV+ILMP, 术后 1 个月黄斑裂孔闭合, 但双眼均可见闭合裂孔下方的圆形视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 萎缩。大量动物和体外实验均证实 ICG 对于 RPE、胶质细胞和 RGCs 等的直接不良反应, 如电子显微镜下可在经 ICG 染色剥除的内界膜视网膜面上观察到附着有 Müller 细胞及无法识别的细胞碎片, 而在未经染色的内界膜上却没有类似情况, 分析其原因可能与 ICG 的浓度选择、接触时间和

稀释配比方面未做到标准化程序以及黄斑全层裂孔处视网膜对染色剂毒性易感性增强有关^[21-23]。另一方面, ICG 可作为外源性发色团, 当入射光与发色团相互作用时会产生组织的光化学损伤, 发色团激发后可产生活性氧物质, 导致脂质过氧化反应和细胞膜的破坏^[24]。BBG 能够选择性对内界膜进行染色, 一项关于 BBG 染色与其他染料染色或未使用染料比较的 Meta 分析结果显示, BBG 辅助 ILMP 能使患者获得较好的视力, 但并没有提高裂孔闭合率^[25]。TB 是一种大相对分子质量的活性染色剂, 一定质量浓度的 TB 在光照作用下对视网膜无明显不良反应。TB 诱导的视网膜神经上皮细胞的活性降低与染色剂剂量有关^[26]。

3.2 视野缺损

Ando 等^[27]对 IMH 患眼玻璃体切割术中用 ICG 辅助 ILMP 后视功能及黄斑裂孔闭合率进行评估, 发现 ICG 辅助 ILMP 组单次手术后裂孔闭合率为 100%, 随访的 12 例患者中有 8 例 (占 66.7%) 在术后数月内出现不可逆的周边视野缺损, 主要累及颞侧视网膜, 表现为鼻侧视野缺损, 术后视力无显著提高, 而无 ICG 辅助 ILMP 组和仅进行 PPV 组术后裂孔闭合率分别为 85.4% 和 85.7%, 2 个组患者在随访过程中均未发现视野缺损且均有视力改善。

3.3 视网膜敏感度及视觉电生理改变

Tadayoni 等^[28]利用 OCT 和扫描激光检眼镜微视野检查对黄斑裂孔患者手术前后的视网膜功能进行比较, 16 例患者中 8 例行 ILMP, 8 例未行 ILMP, 发现 ILMP 组术后黄斑区视网膜平均敏感度为 (9.80±2.35) dB, 较未行 ILMP 组的 (13.19±2.92) dB 明显下降, 差异有统计学意义 ($P=0.021$)。但 ILMP 组多数患者裂孔直径 > 400 μm , 术后恢复理应比无 ILMP 组差。Baba 等^[29]对 39 例 IMH 患者手术前后的视网膜敏感度进行比较, 患者均行 PPV+ILMP 并随访 6 个月, SD-OCT 和微视野计测定视网膜神经节细胞复合体 (ganglion cell complex, GCC) 厚度及视网膜敏感度, 显示颞侧 GCC 较薄且同一区域视网膜敏感度较低。Terasaki 等^[30]采用黄斑局部视网膜电图 (electroretinogram, ERG) 检查, 发现接受 ILMP 的 IMH 患者术后 6 个月黄斑区 a 波振幅明显增加, 但 b 波振幅无明显增加; 而未行 ILMP 的患者黄斑区 a、b 波振幅均明显增加。由于内界膜是 Müller 细胞的基底膜, 而 Müller 细胞参与 ERG b 波的起源, 因此作者认为虽然 ILMP 不影响术后视力的恢复, 但术后黄斑区 ERG b 波振幅的延迟恢复说明 ILMP 后视网膜功能发生改变。ERG 明视负波 (photopic negative response, PhNR) 主要来自 RGCs 及其轴突的功能活

动,朱远飞等^[31]对单纯 PPV 与 PPV 联合 ILMP 手术对 II 期 IMH 患眼 PhNR 的影响进行评估,发现术后 3 个月 PPV+ILMP 组 PhNR 下降幅度高于 PPV 组,提示 ILMP 可能给视网膜内层功能造成一定的影响。

4 小结

ILMP 是黄斑裂孔手术演变的一个重要里程碑,提高了裂孔闭合率,但迄今为止我们对 ILMP 对视网膜结构和功能的影响还知之甚少,许多病理、生理以及生物电活动方面的改变仍需深入研究。ILMP 可能导致视网膜创伤和亚临床功能性损伤,但目前的主要临床研究有利于其在黄斑裂孔手术中的应用。临床实践中还需选择更加精准、微创的手术,最大程度地减少手术对视网膜形态和功能的损伤。

参考文献

- Gass JD. Idiopathic senile macular hole. Its early stages and pathogenesis[J]. Arch Ophthalmol, 1988, 106(5): 629-639.
- Gass JD. Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole[J]. Am J Ophthalmol, 1995, 119(6): 752-759.
- Gass JD. Muller cell cone, an overlooked part of the anatomy of the fovea centralis; hypotheses concerning its role in the pathogenesis of macular hole and foveomacular retinoschisis[J]. Arch Ophthalmol, 1999, 117(6): 821-823.
- 彭娟,沙翔垠,文晔,等. 特发性黄斑裂孔内界膜的组织病理学特征及细胞成分研究[J]. 中华实验眼科杂志, 2015, 33(10): 915-918. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2015. 10. 011.
- Peng J, Sha XY, Wen H, et al. Histopathological and cytological study on inner limiting membrane in idiopathic macular hole[J]. Chin J Exp Ophthalmol, 2015, 33(10): 915-918. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2015. 10. 011.
- Funata M, Wendel RT, de la Cruz Z, et al. Clinicopathologic study of bilateral macular holes treated with pars plana vitrectomy and gas tamponade[J]. Retina, 1992, 12(4): 289-298.
- Spiteri CK, Lois N, Scott NW, et al. Vitrectomy with internal limiting membrane peeling versus no peeling for idiopathic full-thickness macular hole[J]. Ophthalmology, 2014, 121(3): 649-655. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2013. 10. 020.
- Rahimy E, Mccannel CA. Vitrectomy with internal limiting membrane peeling versus no peeling for idiopathic full-thickness macular hole[J]. Retina, 2016, 36(4): 679-687. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000000782.
- Clark A, Balducci N, Pichi F, et al. Swelling of the arcuate nerve fiber layer after internal limiting membrane peeling[J]. Retina, 2012, 32(8): 1608-1613. DOI: 10. 1097/IAE. 0b013e3182437e86.
- Steel DH, Dinah C, Habib M, et al. ILM peeling technique influences the degree of a dissociated optic nerve fibre layer appearance after macular hole surgery[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2015, 253(5): 691-698. DOI: 10. 1007/s00417-014-2734-z.
- Hisatomi T, Notomi S, Tachibana T, et al. Ultrastructural changes of the vitreoretinal interface during long-term follow-up after removal of the internal limiting membrane[J]. Am J Ophthalmol, 2014, 158(3): 550-556. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2014. 05. 022.
- Kawano K, Ito Y, Kondo M, et al. Displacement of foveal area toward optic disc after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling[J]. Eye (Lond), 2013, 27(7): 871-877. DOI: 10. 1038/eye. 2013. 99.
- Ohta K, Sato A, Senda N, et al. Displacement of fovea toward optic disk after macular hole surgery with internal limiting membrane peeling[J]. Int Med Case Rep J, 2017, 10: 345-348. DOI: 10. 2147/IMCRJ. S148712.
- Kumagai K, Uemura A, Furukawa M, et al. Decrease of the foveal avascular zone area after internal limiting membrane peeling: single case study[J]. Int Med Case Rep J, 2017, 10: 81-85. DOI: 10. 2147/IMCRJ. S129174.
- 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. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000001778.
- Balducci N, Morara M, Veronese C, et al. Retinal nerve fiber layer thickness modification after internal limiting membrane peeling[J]. Retina, 2014, 34(4): 655-663.
- Demirel S, Abdullayev A, Yanik O, et al. Evaluation of ganglion cell-inner plexiform layer thickness after vitreoretinal surgery with internal limiting membrane peeling in cases with idiopathic macular hole[J]. Turk J Ophthalmol, 2017, 47(3): 138-143. DOI: 10. 4274/tjo. 34545.
- Faria MY, Ferreira NP, Cristovao DM, et al. Tomographic structural changes of retinal layers after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery[J]. Ophthalmic Res, 2018, 59(1): 24-29. DOI: 10. 1159/000480243.
- Rubinstein A, Bates R, Benjamin L, et al. Iatrogenic eccentric full thickness macular holes following vitrectomy with ILM peeling for idiopathic macular holes[J]. Eye (Lond), 2005, 19(12): 1333-1335. DOI: 10. 1038/sj. eye. 6701771.
- Shiragami C, Shiraga F, Nitta E, et al. Correlation of increased fundus autofluorescence signals at closed macula with visual prognosis after successful macular hole surgery[J]. Retina, 2012, 32(2): 281-288. DOI: 10. 1097/IAE. 0b013e31821e208f.
- Kim KS, Lee WK. Indocyanine green toxicity after macular hole surgery in both eyes[J]. Retin Cases Brief Rep, 2012, 6(3): 278-279. DOI: 10. 1097/ICB. 0b013e318228e33e.
- Gandorfer A, Haritoglou C, Gass CA, et al. Indocyanine green-assisted peeling of the internal limiting membrane may cause retinal damage[J]. Am J Ophthalmol, 2001, 132(3): 431-433.
- Weinberger AW, Kirchhof B, Mazinani BE, et al. Persistent indocyanine green (ICG) fluorescence 6 weeks after intraocular ICG administration for macular hole surgery[J]. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol, 2001, 239(5): 388-390.
- Haritoglou C, Gandorfer A, Gass CA, et al. Indocyanine green-assisted peeling of the internal limiting membrane in macular hole surgery affects visual outcome: a clinicopathologic correlation[J]. Am J Ophthalmol, 2002, 134(6): 836-841.
- Glickman RD. Phototoxicity to the retina: mechanisms of damage[J]. Int J Toxicol, 2002, 21(6): 473-490.
- Azuma K, Noda Y, Hirasawa K, et al. Brilliant blue G-assisted internal limiting membrane peeling for macular hole: a systematic review of literature and meta-analysis[J]. Retina, 2016, 36(5): 851-858. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000000968.
- Narayanan R, Kenney MC, Kamjoo S, et al. Trypan blue: effect on retinal pigment epithelial and neurosensory retinal cells[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2005, 46(1): 304-309. DOI: 10. 1167/iovs. 04-0703.
- Ando F, Sasano K, Ohba N, et al. Anatomic and visual outcomes after indocyanine green-assisted peeling of the retinal internal limiting membrane in idiopathic macular hole surgery[J]. Am J Ophthalmol, 2004, 137(4): 609-614. DOI: 10. 1016/j. ajo. 2003. 08. 038.
- Tadayoni R, Svorenova I, Erginay A, et al. Decreased retinal sensitivity after internal limiting membrane peeling for macular hole surgery[J]. Br J Ophthalmol, 2012, 96(12): 1513-1516. DOI: 10. 1136/bjophthalmol-2012-302035.
- Baba T, Sato E, Oshitari T, et al. Regional reduction of ganglion cell complex after vitrectomy with internal limiting membrane peeling for idiopathic macular hole[J/OL]. J Ophthalmol, 2014, 2014: 372589 [2018-10-21]. https://www. ncbi. nlm. nih. gov/pmc/articles/PMC4247913/. DOI: 10. 1155/2014/372589.
- Terasaki H, Miyake Y, Nomura R, et al. Focal macular ERGs in eyes after removal of macular ILM during macular hole surgery[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2001, 42(1): 229-234.
- 朱远飞, 赵铁英, 成洪波. 内界膜剥除与否对 2 期特发性黄斑裂孔患眼玻璃体切割手术后视网膜电图明视负波的影响[J]. 中华眼底病杂志, 2017, 33(4): 364-367. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1005-1015. 2017. 04. 009.
- Zhu YF, Zhao TY, Cheng HB, et al. The electroretinogram photopic negative response of idiopathic macular hole (stage 2) by vitrectomy with or without internal limiting membrane peeling[J]. Chin J Ocul Fundus Dis, 2017, 33(4): 364-367. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1005-1015. 2017. 04. 009.

(收稿日期: 2018-07-09 修回日期: 2018-11-29)

(本文编辑: 杜娟)