

富血小板纤维蛋白膜填塞联合硅油填充治疗高度近视黄斑裂孔伴视网膜脱离的效果评价

卢国静 杜磊 曾思雨 邢怡桥

武汉大学人民医院眼科中心, 武汉 430060

通信作者: 邢怡桥, Email: yiqiao_xing57@whu.edu.cn

【摘要】 目的 探讨富血小板纤维蛋白(PRF)膜填塞联合硅油填充在高度近视黄斑裂孔(HMMH)伴视网膜脱离(RD)治疗中的作用。**方法** 采用随机对照研究方法, 纳入 2021 年 9 月至 2023 年 4 月于武汉大学人民医院眼科中心检查确诊的 HMMH 伴 RD 患者 52 例 52 眼, 采用随机数字表法随机分为 3 个组, 均行 23G 标准三通道平坦部玻璃体切割术。其中内界膜(ILM)剥除组 18 例 18 眼, 术中剥除 ILM; ILM 填塞组 16 例 16 眼, 术中将翻转的 ILM 填塞裂孔; PRF 填塞组 18 例 18 眼, 使用 PRF 填塞裂孔。于术前和术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月行眼压、最佳矫正视力(BCVA)测量, 采用光学相干断层扫描测量黄斑中心凹视网膜厚度(CMT); 于术前和术后 6 个月采用光学相干断层扫描血管成像测量浅层视网膜血流密度(SVD)和深层视网膜血流密度(DVD); 以术后 6 个月为疗效判定点, 对比 3 个组裂孔闭合率、视网膜复位率。**结果** 术后 6 个月, ILM 剥除组、ILM 填塞组、PRF 填塞组的裂孔闭合率分别为 83.3% (15/18)、87.5% (14/16) 和 94.4% (17/18), 各组间裂孔闭合率比较, 差异无统计学意义(拟合 $\chi^2 = 1.180, P > 0.05$); 各组视网膜全部复位。ILM 剥除组、ILM 填塞组、PRF 填塞组术后 BCVA 均较术前提升, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。术后 6 个月, PRF 填塞组 CMT 较 ILM 剥除组和 ILM 填塞组厚, 各组术后各时间点 CMT 较术前均明显下降, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。各组术后 6 个月 SVD 和 DVD 均高于术前, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。治疗和随访期间各组均未见眼内炎、玻璃体积血等严重并发症。ILM 填塞组观察到 4 眼 Müller 细胞过度增殖, ILM 剥除组和 ILM 填塞组未见 Müller 细胞过度增殖。**结论** PRF 填塞联合硅油填充可促进 HMMH 伴 RD 患者的裂孔愈合和视网膜复位, 改善视力和血流密度, 是一种安全、有效的手术方式。

【关键词】 黄斑裂孔; 视网膜脱离; 高度近视; 富血小板纤维蛋白膜; 内界膜; Müller 细胞

基金项目: 中国初级卫生保健基金会眼科新技术孵化基金 (2022-005)

DOI: 10.3760/cma.j.cn115989-20231126-00185

Evaluation of the efficacy of platelet-rich fibrin membrane tamponade combined with silicone oil filling in high myopia macular hole with retinal detachment

Lu Guojing, Du Lei, Zeng Siyu, Xing Yiqiao

Eye Center, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, China

Corresponding author: Xing Yiqiao, Email: yiqiao_xing57@whu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the role of platelet-rich fibrin (PRF) membrane tamponade combined with silicone oil filling in the treatment of high myopia macular hole (HMMH) with retinal detachment (RD).

Methods A randomized controlled study was conducted. A total of 52 patients (52 eyes) with HMMH with RD were enrolled at the Eye Center, Renmin Hospital of Wuhan University from September 2021 to April 2023. The patients were randomly divided into three groups according to the random number table method. All patients in the three groups underwent standard three-channel 23-gauge pars plana vitrectomy. In the internal limiting membrane (ILM) peeling group including 18 cases (18 eyes), the ILM was peeled intraoperatively. In the ILM tamponade group including 16 cases (16 eyes), the ILM flap was inverted and filled into the macular hole (MH). In the PRF tamponade group including 18 cases (18 eyes), the MH was filled with PRF. Intraocular pressure measurement, best corrected visual acuity (BCVA) measurement, and central macular thickness (CMT) measured by optical coherence tomography were performed preoperatively and 1 week, 1 month, 3 months, and 6 months postoperatively. Superficial retinal vessel density (SVD) and deep retinal vessel density (DVD) were determined by optical coherence tomography angiography

before surgery and 6 months after surgery. The efficacy of the procedure was determined at six months postoperatively, and the rates of MH closure and retinal reattachment were compared among the three groups. This study adhered to the Declaration of Helsinki and the study protocol was approved by the Ethics Committee of Renmin Hospital of Wuhan University (No. 2022-1-X-53). Written informed consent was obtained from each subject before any medical examination. **Results** At 6 months postoperatively, the MH closure rates in the ILM peeling, ILM tamponade, and PRF tamponade groups were 83.3% (15/18), 87.5% (14/16), and 94.4% (17/18), respectively, without significant differences among them (fit $\chi^2 = 1.180$, $P > 0.05$). Furthermore, the retinas of all groups were reattached. The postoperative BCVA of ILM peeling, ILM tamponade, and PRF tamponade groups were elevated compared with before surgery, and the differences were statistically significant (all at $P < 0.05$). At 6 months after surgery, the CMT of the PRF tamponade group was significantly thicker than that of the ILM peeling and ILM tamponade groups (both at $P < 0.05$). The CMT of the three groups at different time points after surgery was significantly decreased compared with before surgery, with statistically significant differences (all at $P < 0.05$). SVD and DVD of the three groups at 6 months postoperatively were higher compared with before surgery, with statistically significant differences (all at $P < 0.05$). No serious complications such as endophthalmitis and vitreous haemorrhage occurred during treatment and follow-up. Müller cell gliosis was observed in 4 eyes in the ILM tamponade group, and no Müller cell gliosis eyes were seen in the remaining two groups. **Conclusions** PRF tamponade combined with silicone oil filling can promote MH healing and retinal reattachment, improve visual acuity and blood flow density in patients suffering from HMMH with RD, and is a safe and effective surgical procedure.

[Key words] Macular hole; Retinal detachment; High myopia; Platelet-rich fibrin membrane; Internal limiting membrane; Müller cell

Fund program: China Primary Health Care Foundation Incubation Fund for New Ophthalmic Technologies (2022-005)

DOI:10.3760/cma.j.cn115989-20231126-00185

高度近视患病率逐年上升, 预计 2050 年全球高度近视人口将达 10 亿人, 占世界人口的 9.8%, 我国南方 2.60%~5.83% 的青少年为高度近视^[1-2]。高度近视黄斑裂孔 (high myopic macular hole, HMMH) 伴视网膜脱离 (retinal detachment, RD) 是高度近视的终末眼底并发症, 伴有视网膜脉络膜萎缩、后巩膜葡萄肿等特点, 手术难度远高于普通黄斑裂孔 (macular hole, MH) 手术^[3-4]。目前, HMMH 伴 RD 的治疗术式包括内界膜 (internal limiting membrane, ILM) 剥除、黄斑扣带术、晶状体囊膜移植、羊膜填塞、自体视网膜移植等^[4-9]。其中常规 ILM 剥除和 ILM 填塞仍然是目前治疗 HMMH 伴 RD 的主流术式, 但术后 MH 闭合率整体仍然偏低, 为 60%~70%^[5, 10-13]。因此, 寻找一种治疗 HMMH 伴 RD 的新型手术方式十分必要。富血小板纤维蛋白 (platelet-rich fibrin, PRF) 是静脉血经离心后获得的血小板和纤维蛋白浓缩物, 可提供细胞增殖支架和各种生长因子, 有利于组织愈合, 目前已广泛应用于口腔颌面外科、整形外科、骨科和内分泌科等领域^[14-15]。Koytak 等^[16]首次使用 PRF 治疗 MH, 证实了 PRF 在治疗 MH 中的有效性, 但该研究仅为病例报告, 缺乏对照研究。已有研究结果表明自体血小板浓缩物或自体血清可改善特发性 MH 或板层 MH^[17-19]。

因此推测 PRF 可能对 HMMH 伴 RD 也具有一定疗效。目前, PRF 治疗 HMMH 伴 RD 的临床效果尚不清楚。本研究拟采用 PRF 膜填塞联合硅油填充术对 HMMH 伴 RD 患者进行治疗, 同时与 ILM 剥除联合硅油填充术和 ILM 填塞联合硅油填充术进行对比, 探讨 PRF 膜用于治疗 HMMH 伴 RD 的安全性和有效性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

采用随机对照研究方法, 纳入 2021 年 9 月至 2023 年 4 月于武汉大学人民医院眼科检查确诊的 HMMH 伴 RD 患者 67 例, 其中 8 例因合并其他眼部疾病或眼部外伤史、5 例因术前检查图像质量差而排除在外, 2 例因自身原因中途退出, 最终纳入 52 例 52 眼。纳入标准: (1) 年龄 30~90 岁; (2) 眼底检查确诊为 HMMH 伴 RD; (3) 近视屈光度 > -6.00 D; (4) 眼轴长度 (axial length, AL) > 26.00 mm。排除标准: (1) 高度近视周边裂孔、外伤性等除 MH 以外的因素所致的 RD 者; (2) 合并青光眼、角膜疾病、脉络膜脱离、视网膜血管疾病、糖尿病视网膜病变、葡萄膜炎等其他眼部疾病者; (3) 有眼部外伤史及眼底激光或手术史者; (4) 有全身感染或严重慢性疾病者; (5) 合并血液系统疾病

或全身免疫性疾病者；(6)正在服用抗凝血、促凝血药物者；(7)依从性差或随访不足 6 个月者。退出标准：(1)违背临床治疗及观察方案者；(2)因不良反应无法耐受或自行要求中途退出者；(3)随访资料不全、依从性差而无法随访、自行退出、失访者；(4)因治疗和其他原因引起严重不良事件者。采用随机数字表法将患者随机分为 ILM 剥除组 18 例 18 眼、ILM 填塞组 16 例 16 眼和 PRF 填塞组 18 例 18 眼，均行 23G 标准三通道平坦部玻璃体切割术 (pars plana vitrectomy, PPV)，术中分别采用 ILM 剥除、ILM 翻转填塞和 PRF 填塞对 MH 进行处理。各组间年龄、性别构成、眼别构成、最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA)、眼压、屈光度、AL、取硅油后观察时间、裂孔最小直径、黄斑中心凹视网膜厚度 (central macular thickness, CMT)、总浅层视网膜血流密度 (superficial vessel density, SVD)、总深层视网膜血流密度 (deep vessel density, DVD) 比较，差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$) (表 1) 本研究遵循《赫尔辛基宣言》，研究方案经武汉大学人民医院伦理委员会审批 (批文号：2022-1-X-53)，所有患者均知晓本研究内容并签署书面知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 PRF 膜制备

患者进入手术室前 2 h，肘前静脉取血至不含抗凝剂的 5 ml 采血管中，随后立即使用台式离心机 (美国 Rocky Hill 公司) 将血液以 3 000 r/min 离心 12 min，备用；于手术台上用镊子夹

取红细胞层和血浆层之间的 PRF 凝块，将其与红细胞层分离，随后转移至特制的经手术室标准方法消毒的无菌 PRF 盒 (美国 Pearson Dental 公司)，按压 2 ~ 5 min 后得到 PRF 膜 (图 1)，操作全程遵守无菌原则。



图 1 使用无菌 PRF 盒制备的 PRF 膜
Figure 1 PRF membrane prepared using sterile PRF box

1.2.2 手术方法

手术由同一经验丰富的医师完成。采用 Constellation 玻璃体切除超声乳化一体机 (美国 Alcon 公司) 对患眼常规行 23G 微创 PPV，作标准三通道后于颞下方穿刺口注入平衡液，切割前部及中轴部

玻璃体后使用曲安奈德将玻璃体后皮质染色，彻底清除玻璃体后皮质，吸出视网膜下液，待视网膜复位，使用吲哚菁绿 (indocyanine green, ICG) 辅助染色 ILM。ILM 剥除组剥除血管弓范围内的 ILM；ILM 填塞组剥离黄斑区 2~3 个视盘范围内的 ILM，但不完全分离，使 ILM 与裂孔边缘相连，翻转后填塞至裂孔内；PRF 填塞组剥除黄斑区 2~3 个视盘范围内的 ILM，于显微镜下从 PRF 膜红细胞端修剪至裂孔大小，使用黄斑镊将其送入裂孔处进行填塞。充分气液交换后玻璃体腔内填充硅油，术毕，妥布霉

表 1 3 个组患者基线资料比较
Table 1 Comparison of baseline demographics of patients among three groups

组别	例数/ 眼数	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁) ^a	性别 (男/女, n) ^b	眼别 (右/左, n) ^b	BCVA [$M(Q_1, Q_3), \text{LogMAR}$] ^c	眼压 ($\bar{x} \pm s$, mmHg) ^a	屈光度 ($\bar{x} \pm s$, D) ^a
ILM 剥除组	18/18	59.78 ± 8.73	7/11	8/10	2.00(1.65, 2.25)	13.27 ± 0.75	-12.57 ± 4.65
ILM 填塞组	16/16	62.06 ± 10.48	6/10	7/9	2.00(1.40, 2.75)	15.82 ± 1.00	-12.93 ± 5.49
PRF 填塞组	18/18	62.39 ± 8.98	6/12	9/9	2.00(1.93, 3.00)	14.48 ± 0.86	-12.40 ± 1.17
$\chi^2/F/H$ 值		0.409	0.129	0.166	0.751	2.060	0.050
P 值		0.667	0.938	0.921	0.687	0.138	0.951

组别	例数/ 眼数	AL ($\bar{x} \pm s$, mm) ^a	取硅油后随访 观察时间($\bar{x} \pm s$, d) ^a	裂孔最小直径 ($\bar{x} \pm s$, μm) ^a	CMT ($\bar{x} \pm s$, μm) ^a	SVD ($\bar{x} \pm s$, %) ^a	DVD ($\bar{x} \pm s$, %) ^a
ILM 剥除组	18/18	29.11 ± 1.55	99.61 ± 19.91	656.39 ± 182.12	508.17 ± 126.78	36.73 ± 2.05	39.86 ± 3.68
ILM 填塞组	16/16	29.01 ± 1.75	96.11 ± 18.11	684.69 ± 225.81	459.00 ± 142.47	34.72 ± 3.93	39.02 ± 4.06
PRF 填塞组	18/18	29.14 ± 1.57	95.56 ± 15.68	652.83 ± 182.64	518.06 ± 118.29	34.53 ± 3.47	40.63 ± 1.87
$\chi^2/F/H$ 值		0.031	2.570	0.131	1.001	2.545	1.000
P 值		0.970	0.775	0.878	0.375	0.089	0.375

注：(a: 单因素方差分析; b: χ^2 检验; c: Kruskal-Wallis H 检验) ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白; BCVA: 最佳矫正视力; LogMAR: 最小分辨角对数; AL: 眼轴长度; CMT: 黄斑中心凹视网膜厚度; SVD: 浅层视网膜血流密度; DVD: 深层视网膜血流密度 1 mmHg = 0.133 kPa

Note: (a: One-way ANOVA; b: χ^2 test; c: Kruskal-Wallis H test) ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin; BCVA: best corrected visual acuity; LogMAR: logarithm of the minimum angle of resolution; AL: axial length; CMT: central macular thickness; SVD: superficial vessel density; DVD: deep vessel density 1 mmHg = 0.133 kPa

素地塞米松眼膏加压包敷术眼。所有患者保持俯卧位 1 个月。

1.2.3 随访及评估指标 于术前及术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月对患者进行检查。(1) BCVA 采用标准对数视力表行 BCVA 检查,记录最小分辨角对数 (logarithm of the minimum angle of resolution, LogMAR) 视力,其中数指转换为 2.0 LogMAR、手动转换为 3.0 LogMAR、光感转换为 4.0 LogMAR^[20]。(2) AL 术前,采用 IOLMaster 500 (德国 Carl Zeiss 公司) 测量双眼 AL,若患眼出现双峰,手动调节波峰以准确识别终点,以此结果作为参考,B 型超声辅助引导下的 A 型超声复测患眼 AL,测量 5 次取平均值。(3) CMT 采用光学相干断层扫描 (optical coherence tomography, OCT) 仪 (美国 Optovue 公司) 测量 CMT, CMT 为黄斑中心凹视网膜神经上皮层内界面至视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 层界面的距离,使用 OCT 设备软件自带卡尺功能测量裂孔最小直径、裂孔愈合变化、视网膜复位情况以及 CMT。(4) SVD 和 DVD 于术前及术后 6 个月,采用光学相干断层扫描血管成像 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 仪 (美国 Optovue 公司) 测量患者视网膜血流密度,选择 Angio Retina QuickVue 3 mm × 3 mm 模式,系统自动获取视网膜黄斑中心凹结构图及血流成像图;采用设备自带软件测量以黄斑中心凹为中心直径 3 mm × 3 mm 区域内总 SVD、DVD (图 2),其中 SVD 为 ILM 层至内丛状层的视网膜血流密度, DVD 为内丛状层至外丛状层的视网膜血流密度。检查由同一名熟练操作者完成。以术后 6 个月为疗效判定点,以裂孔是否愈合、视网膜是否复位和 BCVA 为主要结局指标,以 CMT、SVD、DVD 和并发症情况为次要结局指标。患者均于术后 2~3 个月取出硅油,术后 3 个月的 BCVA 以硅油取出联合白内障超声乳化吸除及人工晶状体植入术后为准。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计学软件

进行统计分析。计量资料数据采用 Shapiro-Wilk 检验进行正态性检验,符合正态分布的数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间数据经 Levene 法验证方差齐,各组基线资料差异比较采用单因素方差分析,3 个组不同时间点各检测指标总体差异比较采用重复测量两因素方差分析,多重比较采用 LSD-*t* 检验。非正态分布的计量数据以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,3 个组的基线资料差异比较采用 Kruskal-Wallis *H* 检验;3 个组不同时间点检测指标总体差异比较采用 Scheirer Ray-Hare 检验,多重比较使用 Nemenyi 检验。计数资料以频数和百分数表示,组间差异比较采用 χ^2 检验或 Fisher Freeman Halton 检验。采用双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者治疗和随访情况

患者术后硅油填充平均时间为 (84.83 ± 4.51) d,取出硅油后观察时间为 52~130 d,平均 (99.61 ± 4.70) d。

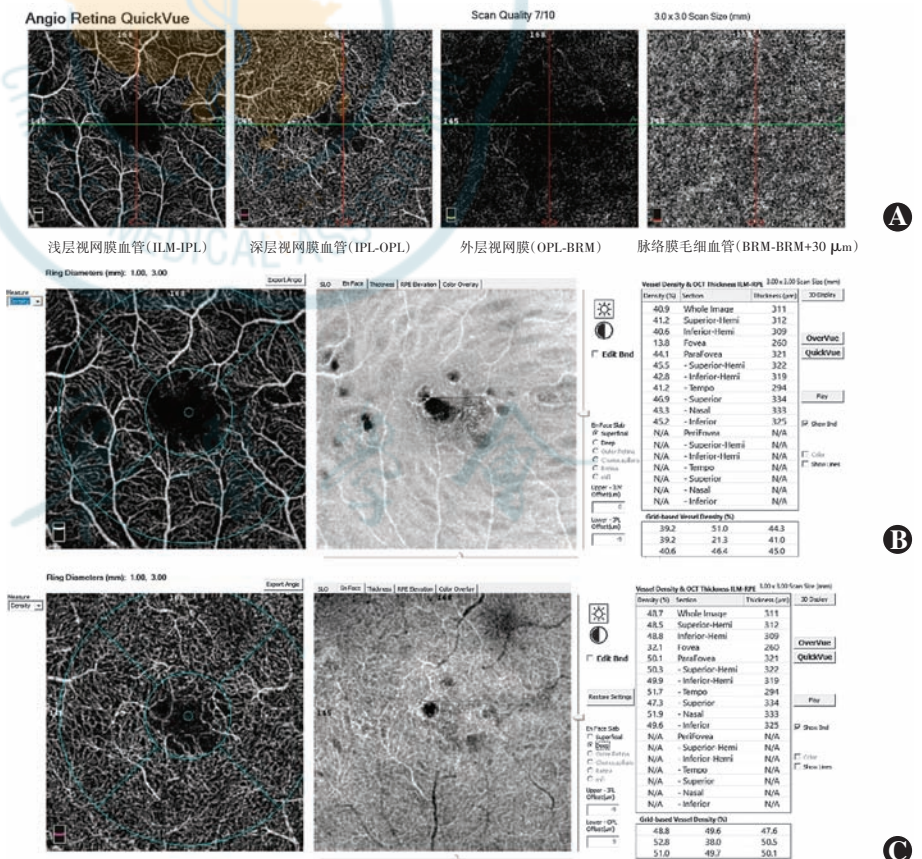


图 2 OCTA 测量 SVD、DVD A: Angio Retina QuickVue 3 mm × 3 mm 模式下 4 个视网膜层面的血管分布 B: OCTA 测量 SVD C: OCTA 测量 DVD ILM: 内界膜; IPL: 内丛状层; OPL: 外丛状层; BRM: Bruch 膜
Figure 2 Measurements of SVD and DVD by OCTA A: The vascular distribution at four retinal levels in the Angio Retina QuickVue 3 mm × 3 mm mode B: SVD measurements C: DVD measurements ILM: internal limiting membrane; IPL: inner plexiform layer; OPL: outer plexiform layer; BRM: Bruch membrane

2.2 各组裂孔闭合和视网膜复位情况比较

随访期间,PRF 填塞组的 PRF 膜逐渐吸收,裂孔逐渐愈合;ILM 填塞组 4 眼可观察到不同程度的胶质增生;ILM 剥除组裂孔愈合过程经历 RPE 层裸露(图 3)。末次随访时,ILM 剥除组、ILM 填塞组和 PRF 填塞组裂孔闭合率分别为 83.3% (15/18)、87.5% (14/16) 和 94.4% (17/18), 各组间裂孔闭合率比较, 差异无统计学意义(拟合 $\chi^2 = 1.180, P = 0.670$)。所有眼视网膜完全复位。

2.3 各组患眼手术前后不同时间点 BCVA 比较

3 个组患眼 BCVA 总体比较差异无统计学意义 ($F_{\text{组别}} = 4.290, P = 0.120$), 不同时间点患眼 BCVA 总体比较差异有统计学意义 ($F_{\text{时间}} = 20.743, P < 0.001$)。其中各组术后 3 个月和 6 个月 BCVA 均优于术前, ILM 填塞组和 PRF 填塞组术后 1 个月 BCVA 均优于术前, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); ILM 填塞组和 PRF 填塞组术后 3 个月 BCVA 均优于术后 1 周; 各组术后 6 个月 BCVA 均优于术后 1 周和术后 1 个月; 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$) (表 2)。

2.4 各组患眼手术前后不同时间点 CMT 比较

3 个组手术前后不同时间点 CMT 总体比较差异均有统计学意义 ($F_{\text{组别}} = 169.776, P < 0.001$; $F_{\text{时间}} = 16.227, P < 0.001$)。其中各组术后各时间点 CMT 均较术前明显变薄, 术后 1、3、6 个月 CMT 较术后 1 周变薄, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。术后 1 周、3 个月和 6 个月, PRF 填塞组 CMT 均大于 ILM 剥除组和 ILM 填塞组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$); 术后 1 个月, ILM 填塞组 CMT 小于 ILM 剥除组和 PRF 填塞组, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$) (表 3)。

2.5 各组患眼手术前后 SVD 和 DVD 比较

3 个组 SVD 和 DVD 总体比

较差异均无统计学意义 ($H_{\text{组别}} = 0.177, P = 0.838$; $H_{\text{组别}} = 1.685, P = 0.196$), 手术前后各时间点 SVD 和 DVD 总体比较差异均有统计学意义 ($H_{\text{时间}} = 291.232, 151.459$, 均 $P < 0.001$)。各组术后 SVD 和 DVD 均较术前提前提高, 差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$) (表 4)。

2.6 各组术后并发症比较

随访期间 3 个组均观察到术后高眼压、并发性白内障、硅油乳化和视网膜下液, 各组发生率比较差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$); ILM 填塞组观察到 Müller 细胞过度增殖 4 眼, 与 ILM 剥除组和 PRF 填塞组比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$) (表 5)。术后高眼压经对症处理后恢复, 视网膜下液均在取出硅油前自

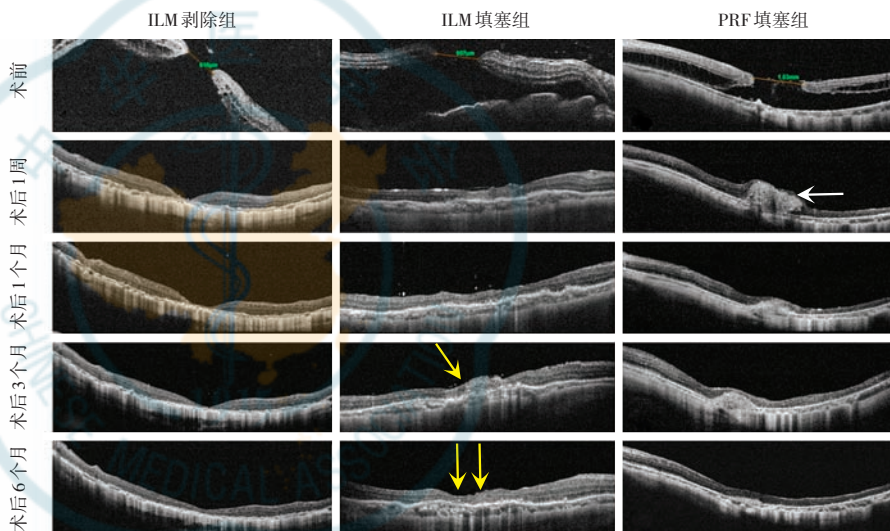


图 3 各组术前及术后不同随访时间点 OCT 图像 ILM 剥除组术后 1 周和 1 个月 RPE 层裸露, 此后逐渐恢复; ILM 填塞组术后 3 个月和 6 个月可见胶质增生(黄色箭头); PRF 填塞组术后 1 周、1 个月、3 个月、6 个月可见逐渐吸收的 PRF 膜(白色箭头) ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白

Figure 3 OCT images of different groups at preoperative and postoperative follow-up time points The RPE layer was exposed at one week and one month postoperatively in the ILM peeling group and gradually recovered thereafter. In ILM tamponade group, gliosis was observed at three and six months postoperatively (yellow arrows). At 1 week, 1 month, 3 months, and 6 months postoperatively, the PRF membrane (white arrows) gradually absorbed ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin

表 2 3 个组术眼手术前后不同时间点 BCVA 比较 [$M(Q_1, Q_3)$]
Table 2 Comparison of BCVA at different time points among three groups [$M(Q_1, Q_3)$]

组别	眼数	不同时间点 BCVA				
		术前	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
ILM 剥除组	18	2.00(1.65, 2.25)	1.85(1.70, 2.00)	1.70(1.48, 1.93)	1.65(1.40, 2.00) ^a	1.30(0.98, 1.78) ^{abc}
ILM 填塞组	16	2.00(1.40, 2.75)	1.90(1.40, 2.00)	1.45(1.13, 1.85) ^a	1.00(0.83, 1.40) ^{ab}	0.95(0.73, 1.30) ^{abc}
PRF 填塞组	18	2.00(1.93, 3.00)	1.80(1.10, 2.00)	1.35(0.98, 1.70) ^a	0.95(0.70, 1.25) ^{ab}	0.85(0.58, 1.13) ^{abc}

注: $F_{\text{组别}} = 4.290, P = 0.120$; $F_{\text{时间}} = 20.743, P < 0.001$; $F_{\text{交互作用}} = 2.651, P = 0.950$ 。与同组术前值相比, ^a $P < 0.05$; 与同组术后 1 周相比, ^b $P < 0.05$; 与同组术后 1 个月相比, ^c $P < 0.05$ (Scheirer-Ray-Hare 检验, Nemenyi 检验) BCVA: 最佳矫正视力; ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白

Note: $F_{\text{group}} = 4.290, P = 0.120$; $F_{\text{time}} = 20.743, P < 0.001$; $F_{\text{interaction}} = 2.651, P = 0.950$. Compared with respective preoperative, ^a $P < 0.05$; compared with respective 1-week postoperative, ^b $P < 0.05$; compared with respective 1-month postoperative, ^c $P < 0.05$ (Scheirer-Ray-Hare test, Nemenyi test) BCVA: best corrected visual acuity; ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin

行吸收,并发性白内障、硅油乳化在行白内障超声乳化吸除及人工晶状体植入、取出硅油后得到解决。所有患术中未发生 PRF 膜或 ILM 瓣膜移位,术后随访期间均未发生眼内炎、玻璃体积血和角膜内皮失代偿等严重并发症。

3 讨论

本研究首次报道了使用 PPV 联合 PRF 填塞治疗 HMMH 伴 RD 的临床效果,术后裂孔闭合率和视网膜复位率高。与术前相比,术后 BCVA 获得显著提升,

CMT 和视网膜血流密度得到有效恢复,术中及随访期间未见严重并发症,表明 PPV 联合 PRF 填塞是一种安全、有效的手术方式。

黄斑是视觉最敏感的区域,当 MH 发生时,视力往往会受到严重损害, MH 的解剖学愈合和视网膜的复位是视功能恢复的关键。本研究结果显示,3 个组 CMT 值均在随访期间出现先降低后升高的变化规律, ILM 剥除组可见 RPE 层裸露,而后视网膜逐渐增厚,此变化趋势与 Cheng 等^[21] 研究结果一致。3 个组术后不同时间点 CMT 与术前相比均明显下降, PRF 填塞组术后 6 个月 CMT 显著高于 ILM 填塞组,可见 PRF 在促进黄斑中心凹处视网膜的厚度恢复方面具有一定优势。高度近视长眼轴带来的纵向牵拉力和后巩膜葡萄肿可减弱视网膜神经上皮层和 RPE 层之间的黏附,发生 MH 时玻璃体中的液体通过 MH 到达视网膜神经上皮层以下形成视网膜下液,从而使视网膜神经上皮层与 RPE 层分离,脉络膜毛细血管向视网膜深部的氧气传递被阻断,导致视网膜神经感觉层缺氧。手术后视网膜下大量积液消失,使 CMT 迅速变薄,此后视网膜血流灌注逐渐恢复,视网膜缺氧得到改善,裂孔逐渐闭合,黄斑中心凹结构趋于完整。因此,在本研究中可观察到 3 个组患者的 CMT 逐渐恢复,同时术后 SVD 和 DVD 较术前明显增加,视觉功能也得到改善,本研究中 ILM 剥除组与 ILM 填塞组的解剖学和 BCVA 恢复效果与

表 3 3 个组术眼手术前后不同时间点 CMT 比较 ($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)
Table 3 Comparison of CMT at different time points among three groups ($\bar{x}\pm s, \mu\text{m}$)

组别	眼数	不同时间点 CMT				
		术前	术后 1 周	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 6 个月
ILM 剥除组	18	508.17±126.77	218.94±20.98 ^{ac}	178.83±11.17 ^{ab}	171.28±11.86 ^{abc}	193.33±13.45 ^{abc}
ILM 填塞组	16	459.00±142.47	199.88±27.30 ^{ac}	161.69±10.29 ^{abcd}	168.06±9.48 ^{abc}	198.13±13.12 ^{abc}
PRF 填塞组	18	518.06±118.29	322.00±47.63 ^a	171.94±15.72 ^{ab}	189.39±16.00 ^{ab}	214.39±18.50 ^{ab}

注: $F_{\text{组别}} = 169.776, P < 0.001; F_{\text{时间}} = 16.227, P < 0.001; F_{\text{交互作用}} = 8.558, P = 0.001$ 。与同组术前相比, ^a $P < 0.05$; 与同组术后 1 周相比, ^b $P < 0.05$; 与相应时间点 PRF 填塞组相比, ^c $P < 0.05$; 与相应时间点 ILM 剥除组相比, ^d $P < 0.05$ (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) CMT: 黄斑中心凹视网膜厚度; ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白

Note: $F_{\text{group}} = 169.776, P < 0.001; F_{\text{time}} = 16.227, P < 0.001; F_{\text{interaction}} = 8.558, P = 0.001$. Compared with respective preoperative, ^a $P < 0.05$; compared with respective 1-week postoperative, ^b $P < 0.05$; compared with PRF tamponade group at corresponding time points, ^c $P < 0.05$; compared with ILM peeling group at corresponding time points, ^d $P < 0.05$ (Two-way repeated measures ANOVA, LSD-*t* test) CMT: central macular thickness; ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin

表 4 3 个组手术前后 SVD 和 DVD 比较 ($\bar{x}\pm s, \%$)
Table 4 Comparison of SVD and DVD before and after surgery among three groups ($\bar{x}\pm s, \%$)

组别	眼数	SVD		DVD	
		术前	术后 6 个月	术前	术后 6 个月
ILM 剥除组	18	36.73±2.05	36.97±2.63 ^a	39.86±3.68	42.96±3.65 ^a
ILM 填塞组	16	34.72±3.93	41.14±3.07 ^a	39.02±4.06	44.08±2.22 ^a
PRF 填塞组	18	34.53±3.47	42.37±2.75 ^a	40.63±1.87	45.27±1.94 ^a

注: SVD: $H_{\text{组别}} = 0.177, P = 0.838; H_{\text{时间}} = 291.232, P < 0.001$; DVD: $H_{\text{组别}} = 1.685, P = 0.196; H_{\text{时间}} = 151.459, P < 0.001$ 。与同组术前相比, ^a $P < 0.001$ (重复测量两因素方差分析, LSD-*t* 检验) SVD: 浅层视网膜血流密度; DVD: 深层视网膜血流密度; ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白

Note: SVD: $H_{\text{group}} = 0.177, P = 0.838; H_{\text{time}} = 291.232, P < 0.001$; DVD: $H_{\text{group}} = 1.685, P = 0.196; H_{\text{time}} = 151.459, P < 0.001$. Compared with respective preoperative, ^a $P < 0.001$ (Two-way repeated measures ANOVA, LSD-*t* test) SVD: superficial vessel density; DVD: deep vessel density; ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin

表 5 3 个组术后并发症发生情况比较 [$n(\%)$]
Table 5 Comparison of postoperative complications among three groups during follow-up [$n(\%)$]

组别	眼数	术后不同并发症眼数及占比				
		高眼压 [*]	并发性白内障 [#]	硅油乳化 [*]	视网膜下液 [*]	Müller 细胞过度增殖 [*]
ILM 剥除组	18	4(22.2)	6(33.3)	3(16.7)	3(16.7)	0(0.0) ^a
ILM 填塞组	16	4(25.0)	7(43.8)	2(12.5)	1(6.3)	4(25.0)
PRF 填塞组	18	2(11.1)	5(27.8)	3(16.7)	1(5.6)	0(0.0) ^a
χ^2 /拟合 χ^2 值		1.289	0.975	0.285	1.414	7.017
<i>P</i> 值		0.676	0.614	1.000	0.602	0.007

注: 与 ILM 填塞组比较, ^a $P < 0.05$ (* : Fisher Freeman Halton 检验; # : χ^2 检验) ILM: 内界膜; PRF: 富血小板纤维蛋白

Note: Compared with ILM tamponade group, ^a $P < 0.05$ (* : Fisher Freeman Halton test; # : χ^2 test) ILM: internal limiting membrane; PRF: platelet-rich fibrin

多个研究结果一致^[22-24]。

高度近视的长眼轴、后巩膜葡萄肿和视网膜脉络膜萎缩使得 HMMH 伴 RD 患者的视功能往往预后不佳。本研究发现 PRF 填塞组术后 BCVA 较 ILM 剥除和 ILM 填塞有所提升,但差异并不显著,其可能的原因:(1)高度近视眼底改变导致 MH 愈合后仍无法获得各层视网膜结构的复原。(2)对于伴有 RD 的 MH 患者,覆盖的 ILM 易在术中气液交换时或术后因视网膜下液而发生移位,使裂孔难以闭合,ILM 填塞或 PRF 填塞可降低移植物移位的发生率,但存在一定程度的黄斑中心凹结构紊乱,导致部分病例的黄斑中心凹结构不够清晰,视力预后不佳,与 Hayashi 等^[25]的结论相一致。(3)研究表明,视网膜血流的恢复与术后视网膜血管重构、代谢的恢复、MH 旁囊肿的消失有关,并且 SVD 和 DVD 可能通过影响光感受器结构和视网膜内层来影响术后视力^[26-27]。本研究中,各组间 SVD 和 DVD 比较差异并无统计学意义,因此推测其导致组间术后视力变化也无明显差别,未来仍需更大样本量的研究进一步证实。

PPV 联合 ILM 剥除解除了视网膜的牵拉力,PRF 填塞可使 MH 形成密闭空间,为细胞增殖提供干燥的微环境;同时固态的 PRF 可为裂孔两侧细胞的迁移和增殖提供支架。PRF 由较粗的纤维蛋白束组成,表面粗糙,形成复杂的纤维蛋白网络,含有大量血小板、少量白细胞和循环干细胞,可稳定释放多种细胞因子和生长因子^[28]。Müller 细胞是参与 MH 愈合的主要细胞,有研究报道,表皮生长因子、成纤维细胞生长因子、胰岛素样生长因子-1 以及血小板衍生生长因子可增强 Müller 细胞的增殖和迁移能力^[29-30]。PRF 中血小板的 α 颗粒可释放 300 多种蛋白质,这些蛋白质参与炎症、免疫、细胞黏附和增殖,从而促进 MH 的愈合。

PRF 为自体血液成分,易于获取且制备过程简单,可为裂孔的愈合提供支架和营养支持。相比于晶状体囊膜填塞、羊膜填塞,PRF 可减少异体成分和疾病传播的潜在风险,更为经济、安全;相比于黄斑扣带术,PRF 填塞的疗效更稳定;相比于自体视网膜移植,PRF 填塞无需使用健康组织,可降低手术时间和手术难度,减少并发症发生。此外,许多研究发现,ILM 填塞术中 ICG 着染可能对视网膜产生一定的毒性,影响 RPE 细胞的恢复^[31-33];同时,翻转的 ILM 皮瓣可能使黄斑中心凹的 Müller 细胞过度激活导致胶质增生,不利于视觉功能的恢复^[34-35]。血清可降低 ICG 对视网膜的毒性作用,有研究者尝试使用 ILM 填塞联合自体血液治疗 HMMH 伴 RD,获得了裂孔的闭合和术后

BCVA 的提升,推测血液中生长因子和其他成分促进了裂孔的闭合^[36-37],这些研究证实了血液制品对 MH 的愈合作用,但自体血液凝固前有渗漏至视网膜下的风险,而本研究所用的 PRF 为血液制品的固态形式,更为安全。高度近视患者的 ILM 菲薄而质脆,因此,使用 PRF 填塞还可避免由于 ILM 体积不足而无法完整填补裂孔的情况^[38]。

本研究创新性地使用 PRF 治疗 HMMH 伴 RD,为 PRF 在眼部疾病中的应用提供了一定依据。对于失去了 ILM 剥除机会的白孔患者或者复发性 HMMH 伴 RD 患者,PRF 填塞是一种可选择的替代手术方式。PRF 质地较韧,填塞后裂孔封闭性较好,可减少硅油填充的可能性,改善患者手术体验,减少并发症。PRF 一次取材所得体积远远大于填塞裂孔所需体积,增加了操作的可重复性,降低了手术难度。此外,使用 PRF 填塞应合理评估裂孔大小,以确保 PRF 裁剪至合适体积,同时应注意术前病原的严格筛查以及制备过程的无菌操作。

本研究的不足之处在于样本量较小,随访时间较短,黄斑中心凹微观结构和视力的恢复一般需要 1 年甚至更长时间,因此未来仍需更大样本量的长期随访研究。此外,本研究未进行视觉功能的全面分析和脉络膜血流指标分析,在未来的研究中,应考虑完善视网膜敏感性的相关检查和脉络膜层面血流指标的测量,如微视野、视网膜电图和脉络膜血管指数等。为避免 ICG 对结果的准确性造成影响,建议今后研究中尽量使用亮蓝染色剂或降低 ICG 浓度。此外,未来可关注 PRF 促进 MH 愈合的机制研究、在复发性 HMMH 伴 RD 中的应用以及 PRF 覆盖处理对 MH 的愈合作用。

综上所述,本研究证实 PRF 填塞可促进 HMMH 伴 RD 患者的裂孔愈合和视网膜复位,提高 BCVA,有利于视网膜结构和血流的恢复,是临床上一种有效、安全的治疗方式。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献声明 卢国静:实施研究、数据采集、数据分析与整理、论文撰写;杜磊:设计试验、技术支持、论文修改;曾思雨:资料收集、数据分析与整理、论文修改;邢怡桥:设计试验、研究指导、论文修改及定稿

参考文献

- [1] Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 [J]. *Ophthalmology*, 2016, 123(5): 1036-1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
- [2] Guan J, Zhu Y, Hu Q, Ma S, et al. Prevalence patterns and onset prediction of high myopia for children and adolescents in southern China via real-world screening data: retrospective school-based study [J]. *J Med Internet Res*. 2023, 25: e39507 [2023-11-16].

- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/36857115>. DOI: 10. 2196/39507.
- [3] Ikuno Y. Overview of the complications of high myopia [J]. *Retina*, 2017, 37(12): 2347-2351. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000001489.
- [4] 李世玮, 吴强. 近视牵引性黄斑病变分级及诊疗研究进展 [J]. *中华实验眼科杂志*, 2023, 41(8): 827-832. DOI: 10. 3760/cma. j. cn115989-20210818-00466.
- Li SW, Wu Q. Research progress in the classification, diagnosis and treatment of myopic traction maculopathy [J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2023, 41(8): 827-832. DOI: 10. 3760/cma. j. cn115989-20210818-00466.
- [5] Zhao X, Li Y, Ma W, et al. Macular buckling versus vitrectomy on macular hole associated macular detachment in eyes with high myopia: a randomised trial [J]. *Br J Ophthalmol*, 2022, 106(4): 582-586. DOI: 10. 1136/bjophthalmol-2020-317800.
- [6] Gong Q, Ye L, Wu X, et al. Vitrectomy combined with lens capsule flap transplantation in the treatment of high myopia macular hole retinal detachment; study protocol for a prospective randomised controlled trial [J/OL]. *BMJ Open*, 2022, 12(7): e064299 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35902197>. DOI: 10. 1136/bmjopen-2022-064299.
- [7] Li Y, Li Z, Xu C, et al. Autologous neurosensory retinal transplantation for recurrent macular hole retinal detachment in highly myopic eyes [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2020, 98(8): e983-e990 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32323479>. DOI: 10. 1111/aos. 14442.
- [8] Zhao X, Song H, Tanumiharjo S, et al. Macular buckling alone versus combined inverted ILM flap on macular hole-associated macular detachment in patients with high myopia [J]. *Eye (Lond)*, 2023, 37(13): 2730-2735. DOI: 10. 1038/s41433-023-02406-1.
- [9] Crespo Carballés MJ, Sastre-Ibáñez M, Prieto Del Cura M, et al. Modified superior inverted internal limiting membrane flap technique with vitrectomy versus vitrectomy with internal limiting membrane peeling for retinal detachment with myopic macular hole [J]. *Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed)*, 2022, 97(9): 514-520. DOI: 10. 1016/j.oftale. 2022. 06. 002.
- [10] Ling L, Liu Y, Zhou B, et al. Inverted internal limiting membrane flap technique versus internal limiting membrane peeling for vitrectomy in highly myopic eyes with macular hole-induced retinal detachment: an updated meta-analysis [J/OL]. *J Ophthalmol*, 2020, 2020: 2374650 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32908680>. DOI: 10. 1155/2020/2374650.
- [11] Yuan J, Zhang LL, Lu YJ, et al. Vitrectomy with internal limiting membrane peeling versus inverted internal limiting membrane flap technique for macular hole-induced retinal detachment: a systematic review of literature and meta-analysis [J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2017, 17(1): 219 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29179705>. DOI: 10. 1186/s12886-017-0619-8.
- [12] Liu B, Chen S, Li Y, et al. Comparison of macular buckling and vitrectomy for the treatment of macular schisis and associated macular detachment in high myopia: a randomized clinical trial [J/OL]. *Acta Ophthalmol*, 2020, 98(3): e266-e272 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31736279>. DOI: 10. 1111/aos. 14260.
- [13] Xu Q, Luan J. Vitrectomy with inverted internal limiting membrane flap versus internal limiting membrane peeling for macular hole retinal detachment in high myopia: a systematic review of literature and meta-analysis [J]. *Eye (Lond)*, 2019, 33(10): 1626-1634. DOI: 10. 1038/s41433-019-0458-3.
- [14] Giannotti L, Di Chiara Stanca B, Spedicato F, et al. Progress in regenerative medicine: exploring autologous platelet concentrates and their clinical applications [J/OL]. *Genes (Basel)*, 2023, 14(9): 1669 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37761809>. DOI: 10. 3390/genes14091669.
- [15] Karimi K, Rockwell H. The benefits of platelet-rich fibrin [J]. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2019, 27(3): 331-340. DOI: 10. 1016/j.fsc. 2019. 03. 005.
- [16] Koytak A, Nuhoglu F, Bayraktar H, et al. Autologous platelet-rich fibrin in the treatment of refractory macular holes [J/OL]. *Case Rep Ophthalmol Med*, 2019, 2019: 6054215 [2023-11-16]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31781448>. DOI: 10. 1155/2019/6054215.
- [17] Schaub F, Gözlügöl N, von Goscinski C, et al. Outcome of autologous platelet concentrate and gas tamponade compared to heavy silicone oil tamponade in persistent macular hole surgery [J]. *Eur J Ophthalmol*, 2021, 31(2): 664-672. DOI: 10. 1177/1120672120903704.
- [18] Hagenau F, Luft N, Nobl M, et al. Improving morphological outcome in lamellar macular hole surgery by using highly concentrated autologous platelet-rich plasma [J]. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*, 2022, 260(5): 1517-1524. DOI: 10. 1007/s00417-021-05486-5.
- [19] Hagenau F, Nobl M, Vogt D, et al. Highly concentrated autologous platelet-rich plasma restores foveal anatomy in lamellar macular hole surgery [J]. *Klin Monbl Augenheilkd*, 2021, 238(8): 885-892. DOI: 10. 1055/a-1409-9268.
- [20] Holladay JT. Proper method for calculating average visual acuity [J]. *J Refract Surg*, 1997, 13(4): 388-391. DOI: 10. 3928/1081-597X-19970701-16.
- [21] Cheng D, Tao JW, Yu XT, et al. Characteristics of macular microvasculature before and after idiopathic macular hole surgery [J]. *Int J Ophthalmol*, 2022, 15(1): 98-105. DOI: 10. 18240/ijo. 2022. 01. 15.
- [22] Takahashi H, Inoue M, Koto T, et al. Inverted internal limiting membrane flap technique for treatment of macular hole retinal detachment in highly myopic eyes [J]. *Retina*, 2018, 38(12): 2317-2326. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000001898.
- [23] Matsumae H, Morizane Y, Yamane S, et al. Inverted internal limiting membrane flap versus internal limiting membrane peeling for macular hole retinal detachment in high myopia [J]. *Ophthalmol Retina*, 2020, 4(9): 919-926. DOI: 10. 1016/j.oret. 2020. 03. 021.
- [24] Iwase T, Baba T, Kakisu M, et al. Comparison of internal limiting membrane peeling and flap removal to flap insertion on visual outcomes in highly myopic eyes with macular-hole retinal detachment [J]. *Ophthalmologica*, 2021, 244(2): 110-117. DOI: 10. 1159/000510150.
- [25] Hayashi H, Kuriyama S. Foveal microstructure in macular holes surgically closed by inverted internal limiting membrane flap technique [J]. *Retina*, 2014, 34(12): 2444-2450. DOI: 10. 1097/IAE. 0000000000000252.
- [26] Cicinelli MV, Marchese A, Bandello F, et al. Inner retinal layer and outer retinal layer findings after macular hole surgery assessed by means of optical coherence tomography [J/OL]. *J Ophthalmol*, 2019, 2019: 3821479 [2023-11-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31061725>. DOI: 10. 1155/2019/3821479.
- [27] Demirel S, Degirmenci M, Bilici S, et al. The recovery of microvascular status evaluated by optical coherence tomography angiography in patients after successful macular hole surgery [J]. *Ophthalmic Res*, 2018, 59(1): 53-57. DOI: 10. 1159/000484092.
- [28] Bai MY, Wang CW, Wang JY, et al. Three-dimensional structure and cytokine distribution of platelet-rich fibrin [J]. *Clinics (Sao Paulo)*, 2017, 72(2): 116-124. DOI: 10. 6061/clinics/2017(02)09.
- [29] Wu AL, Liu YT, Chou HD, et al. Role of growth factors and internal limiting membrane constituents in Müller cell migration [J/OL]. *Exp Eye Res*, 2021, 202: 108352 [2023-11-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33166502>. DOI: 10. 1016/j.exer. 2020. 108352.
- [30] Bringmann A, Iandiev I, Pannicke T, et al. Cellular signaling and factors

- involved in Müller cell gliosis; neuroprotective and detrimental effects [J]. *Prog Retin Eye Res*, 2009, 28 (6) : 423-451. DOI: 10. 1016/j. pretyeres. 2009. 07. 001.
- [31] 何情依, 解正高. 黄斑裂孔手术中内界膜剥除对视网膜结构及功能的影响[J]. *中华实验眼科杂志*, 2019, 37 (1) : 51-54. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 01. 012.
- He QY, Xie ZG. Effects of internal limiting membrane peeling during macular hole surgery on retinal anatomical and functional outcomes[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2019, 37 (1) : 51-54. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 2095-0160. 2019. 01. 012.
- [32] Gandorfer A, Haritoglou C, Kampik A. Toxicity of indocyanine green in vitreoretinal surgery[J]. *Dev Ophthalmol*, 2008, 42 : 69-81. DOI: 10. 1159/000138974.
- [33] Jun SY, Kong M. Microperimetric analysis of eyes after macular hole surgery with indocyanine green staining: a retrospective study[J/OL]. *BMC Ophthalmol*, 2023, 23 (1) : 430 [2023-11-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37875860>. DOI: 10. 1186/s12886-023-03161-3.
- [34] Chen Y, Wang J, Ye X, et al. The role of internal limiting membrane flap for highly myopic macular hole retinal detachment: improving the closure rate but leading to excessive gliosis [J/OL]. *Front Med (Lausanne)*, 2021, 8 : 812693 [2023-11-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35004792>. DOI: 10. 3389/fmed. 2021. 812693.
- [35] Wang X, Zhu Y, Xu H. Inverted multi-layer internal limiting membrane flap for macular hole retinal detachment in high myopia [J/OL]. *Sci Rep*, 2022, 12 (1) : 10593 [2023-11-20]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35732799>. DOI: 10. 1038/s41598-022-14716-7.
- [36] Lai CC, Chen YP, Wang NK, et al. Vitrectomy with internal limiting membrane repositioning and autologous blood for macular hole retinal detachment in highly myopic eyes[J]. *Ophthalmology*, 2015, 122 (9) : 1889-1898. DOI: 10. 1016/j. ophtha. 2015. 05. 040.
- [37] Ying HF, Wu SQ, Hu WP, et al. Vitrectomy with residual internal limiting membrane covering and autologous blood for a secondary macular hole: a case report[J]. *World J Clin Cases*, 2022, 10 (2) : 671-676. DOI: 10. 12998/wjcc. v10. i2. 671.
- [38] 陈璐, 魏雁涛, 方冬, 等. 高度近视黄斑裂孔内界膜的超微结构及生物力学性能研究[J]. *中华实验眼科杂志*, 2020, 38 (6) : 482-487. DOI: 10. 3760/cma. j. cn115989-20190612-00257.
- Chen L, Wei YT, Fang D, et al. Ultrastructural and biomechanical characteristics of internal limiting membrane in high myopic macular hole[J]. *Chin J Exp Ophthalmol*, 2020, 38 (6) : 482-487. DOI: 10. 3760/cma. j. cn115989-20190612-00257.

(收稿日期: 2023-11-26 修回日期: 2024-06-14)

(本文编辑: 张宇 骆世平)

读者 · 作者 · 编者

眼科常用英文缩略语名词解释

- AMD: 年龄相关性黄斑变性 (age-related macular degeneration)
- ANOVA: 方差分析 (analysis of variance)
- BUT: 泪膜破裂时间 (breakup time of tear film)
- DR: 糖尿病视网膜病变 (diabetic retinopathy)
- EAU: 实验性自身免疫性葡萄膜炎 (experimental autoimmune uveitis)
- EGF: 表皮生长因子 (epidermal growth factor)
- ELISA: 酶联免疫吸附测定 (enzyme-linked immunosorbent assay)
- ERG: 视网膜电图 (electroretinogram)
- FFA: 荧光素眼底血管造影 (fundus fluorescein angiography)
- FGF: 成纤维细胞生长因子 (fibroblast growth factor)
- GFP: 绿色荧光蛋白 (green fluorescent protein)
- IFN- γ : γ 干扰素 (interferon- γ)
- IL: 白细胞介素 (interleukin)
- IOL: 人工晶状体 (intraocular lens)
- IRBP: 光间受体视黄类物质结合蛋白 (interphotoreceptor retinoid binding protein)
- LASIK: 准分子激光角膜原位磨镶术 (laser in situ keratomileusis)
- ICGA: 吲哚菁绿血管造影 (indocyanine green angiography)
- LECs: 晶状体上皮细胞 (lens epithelial cells)
- miRNA: 微小 RNA (microRNA)
- MMP: 基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinase)
- mTOR: 哺乳动物类雷帕霉素靶蛋白 (mammalian target of rapamycin)
- MTT: 四甲基偶氮唑盐 (methyl thiazolyl tetrazolium)
- NF: 核转录因子 (nuclear factor)
- OCT: 光学相干断层扫描 (optical coherence tomography)
- OR: 优势比 (odds ratio)
- PACG: 原发性闭角型青光眼 (primary angle-closure glaucoma)
- PCR: 聚合酶链式反应 (polymerase chain reaction)
- RGCs: 视网膜节细胞 (retinal ganglion cells)
- POAG: 原发性开角型青光眼 (primary open angle glaucoma)
- RB: 视网膜母细胞瘤 (retinoblastoma)
- RPE: 视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium)
- RNV: 视网膜新生血管 (retinal neovascularization)
- RP: 视网膜色素变性 (retinitis pigmentosa)
- S I t: 基础泪液分泌试验 (Schirmer I test)
- shRNA: 短发夹 RNA (short hairpin RNA)
- siRNA: 小干扰 RNA (small interfering RNA)
- α -SMA: α -平滑肌肌动蛋白 (α -smooth muscle actin)
- TAO: 甲状腺相关眼病 (thyroid-associated ophthalmopathy)
- TGF: 转化生长因子 (transforming growth factor)
- TNF: 肿瘤坏死因子 (tumor necrosis factor)
- UBM: 超声生物显微镜 (ultrasound biomicroscope)
- VEGF: 血管内皮生长因子 (vascular endothelial growth factor)
- VEP: 视觉诱发电位 (visual evoked potential)

(本刊编辑部)