

SD-OCT 评估孔源性视网膜脱离硅油填充术后黄斑区微结构的改变

梁四妥, 张 歆, 孔垂普, 赵 华, 卢丽丽, 刘雅聪, 杨 艳, 赵青亚

引用: 梁四妥, 张歆, 孔垂普, 等. SD-OCT 评估孔源性视网膜脱离硅油填充术后黄斑区微结构的改变. 国际眼科杂志 2022; 22(8): 1381-1384

基金项目: 沧州市重点研发计划指导项目 (No.213106039)
作者单位: (061000) 中国河北省沧州市, 沧州爱尔眼科医院
作者简介: 梁四妥, 硕士, 副主任医师, 副主任, 研究方向: 眼底病。
通讯作者: 张歆, 主任医师, 院长, 研究方向: 眼底病. doclst19@163.com
收稿日期: 2021-11-08 修回日期: 2022-07-12

摘要

目的: 应用频域光学相干断层成像 (SD-OCT) 评估孔源性视网膜脱离 (RRD) 硅油填充术后黄斑区微结构的改变。

方法: 选取 2019-11/2021-07 就诊于沧州爱尔眼科医院行玻璃体切除联合硅油填充术的 RRD 患者 27 例 27 眼纳入观察组, 另选取健康志愿者 30 例 30 眼纳入对照组。观察患者手术前后最佳矫正视力 (BCVA), 并使用 SD-OCT 量化评估术后黄斑区微结构的改变情况。

结果: 观察组术后 1wk, 3mo BCVA (LogMAR) (0.61 ± 0.23 、 0.69 ± 0.34) 较术前 (1.43 ± 0.77) 均改善 (均 $P < 0.01$)。观察组术后 3mo 黄斑区立方体体积、立方体平均厚度较术后 1wk, 1mo 及对照组均降低 (均 $P < 0.05$)。观察组术后 1wk, 1, 3mo 平均神经节细胞-内丛状层 (GCIPL) 厚度、GCIPL 最小厚度、平均黄斑区视网膜神经纤维层 (mRNFL) 厚度、mRNFL 最小厚度均无差异, 但较对照组均降低 (均 $P < 0.01$)。术后随访观察组发生视网膜下积液 (SRF) 9 眼, SRF 有逐渐吸收的趋势, 但其中 1 眼继发黄斑裂孔; 椭圆体带中断 3 眼, 有逐渐修复趋势; 黄斑区视网膜下重水残留 2 眼; 黄斑水肿 2 眼。

结论: SD-OCT 可以很好地显示 RRD 硅油填充术后黄斑区微结构及形态改变, 对 RRD 术前及术后随访评估具有重要的临床价值。

关键词: 频域光学相干断层成像 (SD-OCT); 孔源性视网膜脱离; 玻璃体切除; 硅油; 神经节细胞-内丛状层厚度; 黄斑区微结构

DOI: 10.3980/j.issn.1672-5123.2022.8.28

Macular microstructural changes in patients with rhegmatogenous retinal detachment after silicone oil tamponade evaluated by SD-OCT

Si-Tuo Liang, Xin Zhang, Chui-Pu Kong, Hua Zhao, Li-Li Lu, Ya-Cong Liu, Yan Yang, Qing-Ya Zhao

Foundation item: Cangzhou Key Research and Development Plan Guidance Project (No.213106039)

Cangzhou Aier Eye Hospital, Cangzhou 061000, Hebei Province, China

Correspondence to: Xin Zhang, Cangzhou Aier Eye Hospital, Cangzhou 061000, Hebei Province, China. doclst19@163.com

Received: 2021-11-08 Accepted: 2022-07-12

Abstract

• **AIM:** To evaluate the macular microstructural changes in patients with rhegmatogenous retinal detachment (RRD) after silicone oil tamponade by spectral-domain optical coherence tomography (SD-OCT).

• **METHODS:** From November 2019 to July 2021, 27 patients with 27 eyes in RRD who underwent vitrectomy combined with silicone oil tamponade in Cangzhou Aier Eye Hospital were enrolled in this study as the observation group, other 30 healthy volunteers with 30 eyes were included in the control group. The best corrected visual acuity (BCVA) of patients before and after operation were observed, and quantified evaluation of the postoperative macular microstructural changes were performed by SD-OCT.

• **RESULTS:** The BCVA (LogMAR) of the observation group at 1wk and 3mo after operation (0.61 ± 0.23 , 0.69 ± 0.34) were improved compared with those before operation (1.43 ± 0.77) (all $P < 0.01$). The cube volume and average cube thickness in the macular area at 3mo after operation in the observation group were lower than those at 1wk and 1mo after operation in the control group (all $P < 0.05$). There were no differences in the average ganglion cell-inner plexiform layer (GCIPL) thickness, minimum GCIPL thickness, average macular retinal nerve fiber layer (mRNFL) thickness and minimum mRNFL thickness at 1wk, 1 and 3mo after operation in the observation group, but all decreased compared with the control group (all $P < 0.01$). There were 9 eyes with subretinal fluid (SRF) in the observation group during postoperative follow-up, SRF had a tendency to be gradually absorbed, but 1 eye had a secondary macular hole; 3 eyes had ellipsoid zone disruption, which had a tendency to be gradually repaired; 2 eyes had submacular perfluorocarbon liquid; 2 eyes had macular edema.

• **CONCLUSION:** SD-OCT can show the microstructure and morphological changes very well in macular area in patients with RRD after silicone oil tamponade, and has important clinical value for the preoperative and postoperative follow-up evaluation of RRD.

• **KEYWORDS:** spectral-domain optical coherence

tomography (SD-OCT); rhegmatogenous retinal detachment; vitrectomy; silicone oil; ganglion cell-inner plexiform layer thickness; macular microstructure

Citation: Liang ST, Zhang X, Kong CP, et al. Macular microstructural changes in patients with rhegmatogenous retinal detachment after silicone oil tamponade evaluated by SD-OCT. *Guoji Yanke Zazhi (Int Eye Sci)* 2022;22(8):1381-1384

0 引言

孔源性视网膜脱离 (rhegmatogenous retinal detachment, RRD) 解剖复位后视网膜下积液 (subretinal fluid, SRF)、黄斑区椭圆体带 (ellipsoid zone, EZ) 和外界膜 (external limiting membrane, ELM) 中断或缺失、黄斑前膜、黄斑水肿、黄斑区视网膜下重水残留、黄斑区内层视网膜变薄、内核层微小囊样水肿等改变是影响术后视力预后的主要因素^[1]。目前有关 RRD 行玻璃体切除硅油填充术后黄斑区微结构的改变观察较少。为此,本研究应用频域光学相干断层成像 (spectral-domain optical coherence tomography, SD-OCT) 评估 RRD 硅油填充术后黄斑区微结构及形态的改变。

1 对象和方法

1.1 对象 选取 2019-11/2021-07 就诊于沧州爱尔眼科医院,诊断为 RRD 并行玻璃体切除联合硅油填充术的患者 27 例 27 眼纳入观察组,其中男 13 例,女 14 例;右眼 17 眼,左眼 10 眼;年龄 41~74 (平均 57.81±9.94) 岁;病程 3~90 (平均 21.33±22.33) d;视网膜脱离范围累及黄斑区 23 眼。纳入标准:(1) 年龄 41~74 岁;(2) 患眼诊断为 RRD,初次发病具有手术指征,并行玻璃体切除联合硅油填充术;(3) 术后至少随访 3mo。排除标准:(1) 既往眼部外伤、手术史;(2) 伴有全身感染性、免疫性疾病及糖尿病等病史;(3) 眼轴长度>26.00mm 或<21.00mm;(4) 合并其他可能影响视力的眼部疾病,如糖尿病视网膜病变、青光眼、黄斑裂孔、黄斑变性、黄斑前膜、葡萄膜炎等;(5) 伴有影响 SD-OCT 检查的眼部疾病如眼球震颤、严重屈光间质混浊等。另选取年龄、性别、眼别与观察组相匹配的健康志愿者 30 例 30 眼纳入对照组,其中男 12 例,女 18 例;右眼 20 眼,左眼 10 眼;年龄 38~71 (平均 59.10±9.00) 岁。排除标准同观察组。本研究经医院伦理委员会批准,所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 手术情况 观察组患者均行玻璃体切除联合硅油填充术,手术均由同一位经验丰富的主任医师完成。术后面向下位 2~3wk。所有患者手术顺利,术后均未发生葡萄膜炎、眼内感染、玻璃体积血、复发性视网膜脱离、脉络膜脱离等并发症。所有患者均于术前、术后 1wk、1、3mo 行视力、眼压、SD-OCT 等眼科检查。

1.2.2 观察指标

1.2.2.1 视力检查 采用国际标准对数视力表检查并记录最佳矫正视力 (best corrected visual acuity, BCVA), 结果转换为最小分辨角对数 (logarithm of minimal angle resolution, LogMAR) 视力进行统计学分析, $\text{LogMAR} = \lg(1/\text{小数视力})$, 其中手动换算为 2.28, 指数换算为 1.86。手术前后视力变化评价标准: 视力提高 2 行以上为视力提高, 下降 2

行以上为视力下降, 其他情况视为视力不变, 其中视力低于 0.1 者以每变化 0.02 为 1 行。

1.2.2.2 SD-OCT 检查 应用 Cirrus HD OCT 进行 SD-OCT 检查, 采用 HD Radial、HD21 分析、Macular Cube 512×128 三种扫描方式扫描, 获得满意图像后存储。采用 Cirrus Macular Cube 512×128 扫描模式, 以黄斑中心凹为中心进行高密度层扫描, 扫描区域 6mm×6mm×2mm, 自动生成视网膜厚度图, 即可得到黄斑区中心子区厚度 (1mm×1mm 扫描范围)、立方体体积 (6mm×6mm 扫描范围)、立方体平均厚度 (6mm×6mm 扫描范围)。采用 SD-OCT 内置的神经节细胞分析算法, 检测黄斑区平均神经节细胞-内丛状层 (ganglion cell-inner plexiform layer, GCIPL) 厚度、GCIPL 最小厚度、平均黄斑区视网膜神经纤维层 (macular retinal nerve fiber layer, mRNFL) 厚度、mRNFL 最小厚度等数据。平均 GCIPL 厚度是指黄斑区各个扇形区域内 GCIPL 厚度的平均值; GCIPL 最小厚度指黄斑区各个扇形区域内 GCIPL 厚度的最低值; 平均 mRNFL 厚度是指黄斑区视网膜厚度图中神经纤维层厚度最低值与最高值的平均值; mRNFL 最小厚度是指黄斑区视网膜厚度图中神经纤维层厚度的最低值。分别记录中心子区厚度、立方体体积、立方体平均厚度、平均 GCIPL 厚度、GCIPL 最小厚度、平均 mRNFL 厚度与 mRNFL 最小厚度。

统计学分析: 采用 SPSS 16.0 统计学软件进行数据分析处理。计量资料用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 手术前后多个时间点的比较采用重复测量数据的方差分析, 各时间点差异的两两比较采用 LSD-*t* 检验; 两组间比较, 采用独立样本 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 观察组患者手术前后 BCVA 比较 观察组患者术前 BCVA 为手动/眼前~0.8, 术后 1wk BCVA 为 0.05~0.9, 术后 3mo BCVA 为 0.05~0.6。术后 3mo BCVA 较术前提高 20 眼 (74%), 不变 2 眼 (7%), 下降 5 眼 (19%), 其中视力下降的 5 眼中 3 眼术前未累及黄斑区, 1 眼术后黄斑区视网膜下重水残留, 1 眼术后存在 SRF。术前、术后 1wk、3mo BCVA (LogMAR) 分别为 1.43±0.77、0.61±0.23、0.69±0.34, 差异有统计学意义 ($F = 22.482, P < 0.01$), 术后 1wk、3mo BCVA 均较术前改善 (均 $P < 0.01$), 但术后 1wk、3mo BCVA 相比差异无统计学意义 ($P = 0.293$)。

2.2 观察组患者术后眼压情况 观察组患者术后发生高血压 5 眼 (19%), 采用降眼压药物或前房穿刺等方式控制后逐渐恢复正常。

2.3 两组研究对象 SD-OCT 测量参数比较 观察组患者术后 1wk、1、3mo 中心子区厚度差异无统计学意义 ($F = 0.788, P = 0.435$); 术后 1wk、1、3mo 立方体体积、立方体平均厚度差异有统计学意义 ($F = 3.671、3.972, P = 0.047、0.037$), 且观察组患者术后 3mo 立方体体积、立方体平均厚度较术后 1wk、1mo 及对照组均降低, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$), 但观察组术后 1wk、1mo 立方体体积、立方体平均厚度分别比较, 差异无统计学意义 (均 $P > 0.05$), 较对照组差异亦无统计学意义 (均 $P > 0.05$)。观察组患者术后 1wk、1、3mo 平均 GCIPL 厚度、GCIPL 最小厚度、平均 mRNFL 厚度、mRNFL 最小厚度差异均无统计学意义 ($F = 0.021、0.577、0.647、1.177, P = 0.979、0.565、0.482、0.316$), 但较对照组均降低 (均 $P < 0.01$), 见表 1。

表 1 两组研究对象 SD-OCT 测量参数比较

组别	中心子区厚度 (μm)	立方体体积 (mm^3)	立方体平均厚度 (μm)	平均 GCIPL 厚度 (μm)	GCIPL 最小厚度 (μm)	平均 mRNFL 厚度 (μm)	mRNFL 最小厚度 (μm)
对照组	252.00±20.21	10.03±0.39	278.30±10.83	81.06±7.77	76.78±12.17	33.20±4.11	15.47±3.46
观察组							
术后 1wk	241.70±56.72	9.93±0.90	275.85±25.29	60.61±17.29 ^a	40.35±23.88 ^a	27.15±1.61 ^a	10.11±1.15 ^a
术后 1mo	247.30±64.13	9.86±0.92	273.74±25.52	60.33±14.18 ^a	44.60±19.47 ^a	28.04±3.17 ^a	8.63±0.99 ^a
术后 3mo	239.00±48.63	9.64±0.82 ^a	267.56±22.63 ^a	60.97±10.91 ^a	41.69±16.22 ^a	25.07±1.07 ^a	8.41±0.75 ^a

注:对照组:健康志愿者。^a $P<0.05$ vs 对照组。

2.4 观察组患者术后黄斑区形态改变 术后随访 3~12mo, 观察组患者黄斑区形态未见明显异常者 11 眼(41%); 发生 SRF 者 9 眼(33%), 其中 1 眼(4%) 硅油取出术后 8mo 继发黄斑裂孔; EZ 中断 3 眼(11%); 黄斑区视网膜下重水残留 2 眼(7%); 黄斑水肿 2 眼(7%)。SRF 在 SD-OCT 检查中特征表现: 脱离较浅, 范围较广; 可仅有黄斑区泡状或扁平状脱离, 椭圆体区明显增强增宽; 可断续脱离呈多泡状; 很少有视网膜色素上皮脱离或隆起; 随时间延续 SRF 有逐渐吸收的趋势。另外, 多数累及黄斑区的视网膜脱离术后随时间延长在 SD-OCT 检查中呈现以下改变: ELM 及其外层视网膜结构缺失、紊乱; ELM 及 EZ 逐渐呈节段状显现; ELM 恢复连续性仍伴有 EZ 中断; EZ 中断宽度逐渐缩小, 恢复连续性或仍存在部分中断, 有逐渐修复趋势。

3 讨论

RRD 患者一次手术后视网膜复位率可达 90% 以上, 但术后视功能恢复仍不理想^[2]。本研究纳入患者玻璃体切除术前 BCVA (LogMAR) 为 1.43 ± 0.77 , 术后 3mo BCVA (LogMAR) 为 0.69 ± 0.34 。术后视力提升空间有限, 约平均从术前 0.04 提高到术后 0.2。陆冰等^[3]对 40 眼累及黄斑区的 RRD 患者行玻璃体切除联合硅油填充术, BCVA 约平均从术前 0.05 提高到术后 0.3, 与本研究相似。RRD 尤其是 RRD 尚未累及黄斑区的患者术后视力下降风险高, 易引起纠纷, 术前需要充分沟通。Tode 等^[4]发现未累及黄斑区的 RRD 患者视力下降占 53%, 光学相干断层扫描 (OCT) 发现与对侧眼相比中心凹及旁中心凹神经纤维层、节细胞层、内丛状层厚度变薄, 与本研究结果相似。他们推测可能是由于硅油填充导致节细胞凋亡。陈钰虹等^[5]根据玻璃体切除术中填充物不同将 74 眼患者分为气体组和硅油组, 发现术后 6mo 时硅油组患者毛细血管丛血流密度明显低于气体组, 且 BCVA 变化与黄斑区无血管面积呈负相关, 推测硅油对黄斑区微血管密度具有破坏作用。此外, 视盘血流减少亦可能与视力损伤相关^[6]。另有硅油相关不明原因严重视力下降, 其发生率为 1%~29.7%。部分患者可自觉视野中心暗点, 偶有患者出现色觉异常。视网膜外层光感受器细胞、神经节细胞及视神经于上述并发症中均可受累^[1]。

RRD 玻璃体切除联合眼内硅油填充术后高眼压发生率较高, 本研究发生 5 眼(19%)。局部及全身应用降眼压药物、必要时前房穿刺放液是有效的治疗办法。玻璃体切除联合眼内硅油填充术后一过性或持续性高眼压发生率为 20%~35.6%。Roca 等^[7]认为硅油填充期间眼压是影响视力预后的重要因素, 建议尽量降低眼压, 尽早取出硅油, 对患者视力预后至关重要。

本研究发现, 观察组术后 3mo 立方体体积、立方体平均厚度较观察组术后 1wk, 1mo 及对照组均降低 ($P<0.05$), 提示术后黄斑区视网膜 6mm×6mm 扫描范围内立方体体积、立方体平均厚度均有下降趋势, 黄斑区视网膜厚度变薄。观察组术后 1wk, 1、3mo 平均 GCIPL 厚度、GCIPL 最小厚度、平均 mRNFL 厚度、mRNFL 最小厚度比较均无统计学差异, 但较对照组均降低 ($P<0.01$)。神经节细胞与内丛状层对应的是节细胞胞体和树突, 提示神经节细胞损伤。视网膜神经节细胞作为视路中的第三级神经元, 受损会影响视觉信号传导。mRNFL 变薄反映的是神经纤维层的萎缩情况^[1]。中心凹完全依赖于脉络膜循环, 而非视网膜循环, 这一特性也决定内层视网膜易受损的特点。由此推测引起这些视网膜内层结构变化的因素可能由原发病或缺血等因素引起, 很难单独衡量硅油填充、术后高眼压等因素对其变化有无影响。Rohipoor 等^[8]对 45 眼累及黄斑区的 RRD 患者硅油填充术后 3mo 光学相干断层扫描血管造影 (optical coherence tomography angiography, OCTA) 检查发现黄斑区血管密度及黄斑中心凹及旁中心凹厚度均较对侧眼低, 与本研究结果相似。

本研究纳入患者术后发生 SRF 9 眼(33%), 其中 1 眼(4%) 继发黄斑裂孔; EZ 中断 3 眼(11%); 黄斑区视网膜下重水残留 2 眼(7%); 黄斑水肿 2 眼(7%)。既往报道 SRF 多发生在视网膜脱离范围累及黄斑区的患者, 巩膜扣带术后多见, 发生率 16%~100%。苏宁等^[2]报道 SRF 富含各种蛋白质(球蛋白、质粒、纤维连接蛋白等)、透明质酸、脂类、糖类等大分子及细胞碎片, 这些化合物不能通过离子或水通道去除。SRF 使视网膜色素上皮 (retinal pigment epithelium, RPE) 层与光感受器细胞层距离增加, 从而阻碍了视色素循环, 加上光感受器细胞层与视网膜血管系统的分离引起了缺氧, 从而影响视力。SRF 持续存在, 尚可导致进行性光感受器细胞损害^[9]。有报道玻璃体切除联合硅油填充治疗 RRD, 术前视网膜脱离波及黄斑区及由下方裂孔引起的视网膜脱离是 SRF 发生的危险因素, 而年龄增长、术中通过放液孔放液可能会减少术后 SRF 发生^[10]。此外, 亦有研究报道 SRF 逐渐吸收后, 视力可逐渐恢复, 最终矫正视力不受影响, 但仍可伴有视物变形。类固醇和非甾体类抗炎药可减少 SRF 的发生率并缩短其持续时间^[2]。微脉冲激光通过刺激 RPE 泵功能有助于 SRF 吸收^[11], 这表明炎症和 RPE 泵功能失代偿可能参与 SRF 的发生机制。本研究发现多数 SRF 有逐渐吸收的趋势, 吸收速度缓慢。但其中有 1 眼继发黄斑裂孔, 考虑除与少许视网膜前膜切线方向的牵引相关外, 还与黄斑区 SRF 呈泡状隆起有关。文献报道玻璃体切除术后黄斑

裂孔发生率为 0.32% ~ 1.9%, 出现时间为术后 2d ~ 161mo^[12]。EZ 及 ELM 的完整性是 RRD 术后中心视力预测的两个敏感指标,二者在修复过程中也密切相关,但目前还不清楚促进修复的具体机制。本研究至随访末期 EZ 中断 3 眼,术前视网膜脱离均已累及黄斑区。SD-OCT 可见术后早期 ELM 及其外层视网膜结构缺失、紊乱,分别于术后 20d, 1, 2mo ELM 恢复连续性, EZ 呈节段状显现,随时间延续中断宽度逐渐缩小,其中 1 眼硅油取出术后 3d EZ 中断宽度扩大,术后 22d 逐渐恢复到术前水平,术后 48d EZ 逐渐修复,但仍有少许中断,其他文献未见类似报道。考虑可能与取油术前存在 EZ 中断,屏障功能破坏,取油术后没有硅油顶压有关。术中熟练掌握重水相关操作规范能有效防止术后残留,尽量不用,避免滥用,必要时取出残留重水^[13]。

综上,本研究纳入 RRD 患者硅油填充术后 BCVA 较术前改善,术后高眼压发生率 19%。术后 3mo 黄斑区视网膜厚度变薄,伴有平均 GCIPL 厚度与 GCIPL 最小厚度、平均 mRNFL 厚度与 mRNFL 最小厚度降低,亦可出现 SRF、EZ 中断、黄斑区视网膜下重水残留、黄斑水肿等多种形态改变,SRF 有逐渐吸收趋势,EZ 中断有逐渐修复趋势,这些黄斑区微结构及形态改变可能是影响视力预后的重要因素。SD-OCT 对 RRD 术前及术后随访评估具有重要的临床价值。由于硅油填充眼视力较差,固视不佳,OCTA 检查存在运动伪影或图像显示不清晰,故本研究未纳入 OCTA 结果分析。但本研究样本量较少,将扩大样本量并延长随访时间,进一步观察硅油取出术后 SD-OCT 及 OCTA 改变情况。

参考文献

1 马雅, 彭晓燕. 硅油相关不明原因视力下降的研究. 国际眼科纵览 2020; 44(4): 278-283

- 2 苏宁, 李莉, 徐帆, 等. 三维 OCT 分析累及黄斑的视网膜脱离巩膜扣带术后黄斑微结构与视力的关系. 国际眼科杂志 2021; 21(1): 120-123
- 3 陆冰, 周民稳. 神经节细胞-内丛状层厚度在视网膜脱离术后变化的临床研究. 皖南医学院学报 2020; 39(4): 351-354
- 4 Tode J, Purtskhvanidze K, Oppermann T, et al. Vision loss under silicone oil tamponade. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016; 254(8): 1465-1471
- 5 陈钰虹, 项潇琼, 朱鸿, 等. 光学相干断层扫描血管成像技术评估孔源性视网膜脱离患者行玻璃体切割联合气体或硅油填充术后的黄斑区血流变化. 上海交通大学学报(医学版) 2019; 39(6): 606-612, 605
- 6 陈小玲, 付碧波, 叶波. 视乳头血流与眼科疾病. 国际眼科纵览 2018; 42(1): 44-47
- 7 Roca JA, Wu L, Berrocal M, et al. Un-explained visual loss following silicone oil removal: results of the Pan American Collaborative Retina Study (PACORES) Group. *Int J Retina Vitreous* 2017; 3: 26
- 8 Roothipoor R, Tayebi F, Riazii-Esfahani H, et al. Optical coherence tomography angiography changes in macula-off rhegmatogenous retinal detachments repaired with silicone oil. *Int Ophthalmol* 2020; 40(12): 3295-3302
- 9 吴园园, 杨林, 闻思敏, 等. 孔源性视网膜脱离术后视网膜微结构与视功能的相关性. 国际眼科杂志 2020; 20(2): 238-242
- 10 董怡辰, 孙早荷, 万光明. 孔源性视网膜脱离玻璃体切割术后黄斑下积液发生及相关因素分析. 中华实验眼科杂志 2021; 39(3): 243-248
- 11 Landa G. Micropulse laser for persistent sub-retinal fluid in a patient previously treated for rhegmatogenous retinal detachment. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol* 2018; 7(4): 190-194
- 12 聂玉红, 陈震. 孔源性视网膜脱离术后黄斑裂孔形成的原因分析. 眼科新进展 2021; 41(6): 563-565
- 13 万光明, 刘舒静, 梁申芝, 等. 38G 针头抽吸视网膜下残留重水小滴三只眼. 中华眼底病杂志 2018; 34(2): 172-173